



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

TESIS DOCTORAL

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CONTAMINACIÓN, TOXICOLOGÍA Y SANIDAD
AMBIENTAL

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina
Legal, Facultad de Farmacia, Universitat de València, Valencia, España

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y DE ESTILOS DE VIDA EN NIÑOS VALENCIANOS DE 6 A 9 AÑOS ENFOCADA HACIA LA PROMOCIÓN DE LA SALUD

Isabel Victoria Peraita Costa

Directores

Prof. Dra. M^a Manuela Morales Suárez-Varela

Catedrática de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y
Medicina Legal,
Facultad de Farmacia,
Universitat de València

Prof. Dr. Agustín Llopis González

Catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y
Medicina Legal,
Facultad de Farmacia,
Universitat de València

Valencia, mayo de 2022

Mamá, Papá, gracias.

El contenido de esta tesis se ha publicado en los siguientes artículos:

- Morales-Suárez-Varela, M., **Peraita-Costa, I.**, Llopis-Morales, A., & Llopis-González, A. (2018). Assessment of Dietary Iodine Intake in School Age Children: The Cross-Sectional ANIVA Study. *Nutrients*, 10(12), 1884.
- Morales-Suárez-Varela, M., **Peraita-Costa, I.**, Guillamón Escudero, C., Llopis-Morales, A., & Llopis-González, A. (2019). Total body skeletal muscle mass and diet in children aged 6–8 years: ANIVA Study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(9), 944-951.
- Morales-Suárez-Varela, M., **Peraita-Costa, I.**, Llopis-Morales, A., Picó, Y., Bes-Rastrollo, M., & Llopis-González, A. (2020). Total sugar intake and macro and micronutrients in children aged 6–8 years: The ANIVA study. *Nutrients*, 12(2), 349.
- Coronado Ferrer, S., **Peraita-Costa, I.**, Llopis-Morales, A., Picó, Y., Soriano, J. M., Nieto, F. J., ... & Morales-Suarez-Varela, M. (2019). Actigraphic sleep and dietary macronutrient intake in children aged 6–9 years old: A pilot study. *Nutrients*, 11(11), 2568.
- Morales-Suárez-Varela, M., Mohino-Chocano, M., Soler, C., Llopis-Morales, A., **Peraita-Costa, I.**, & Llopis-González, A. (2019). Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): estudio ANIVA. *Nutrición Hospitalaria*, 36(1), 133-141.

El contenido de esta tesis se ha presentado en las siguientes comunicaciones en congresos:

- **Peraita Costa, I.**, Morales Suarez-Varela, M., Llopis Morales, A. & Llopis González, A. Skeletal muscle mass and diet in children of the ANIVA study. XXXVII Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XIV Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE) y XVIII Congreso de la Sociedad Española de Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS). Oviedo los días 3 al 6 de septiembre de 2019.
- Lopez Anton, A.B., **Peraita Costa, I.**, Colomar Savall, A., Llopis Morales, A. & Morales Suarez-Varela, M. Factores determinantes del exceso de peso en escolares. XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y XIII Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE). Lisboa los días 11 al 14 de septiembre de 2018.
- Coronado Ferrer, S., **Peraita Costa, I.**, Llopis Morales, A., Picó, Y., Nieto, F.J., Llopis González, A. & Morales Suarez-Varela, M. Actigraphic sleep and dietary macronutrient intake in children aged 6–9 years old: a pilot study. I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE). 21, 22, 23, 29 y 30 de octubre de 2020.
- Morales Suarez-Varela, M., **Peraita Costa, I.**, Llopis Morales, A., Picó, Y., Bes-Rastrollo, M., & Llopis González, A. Total sugar intake and macro and micronutrients in children aged 6–8 years: the ANIVA study. I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE).

21, 22, 23, 29 y 30 de octubre de 2020.

CITACIÓN:

Peraíta-Costa, I. (2022). *Evaluación nutricional y de estilos de vida en niños valencianos de 6 a 9 años enfocada hacia la promoción de la salud*. (Unpublished doctoral dissertation).

Universitat de València, Valencia, Spain.

RESUMEN

Lejos de ser un momento tranquilo, la niñez intermedia de un niño, entre los 6 y los 12 años, puede ser transformadora. Los años intermedios son un punto de inflexión en el desarrollo y un período crítico de transición de la primera infancia a la adolescencia. La niñez intermedia es una época de gran desarrollo cognitivo y dominio de las habilidades cognitivas y físicas.

Los años intermedios se han descuidado en gran medida en la investigación. Ha habido, con razón, un gran enfoque en la investigación, las políticas y la práctica en los primeros años y la adolescencia posterior y, por lo tanto, se sabe mucho menos sobre esos años intermedios.

Hasta hace poco, esta etapa se consideraba un período "latente" o un momento de tranquilidad en el que no pasaba mucho. Por ejemplo, hasta hace un par de décadas se pensaba que el cerebro dejaba de crecer alrededor de los siete años cuando alcanza el tamaño adulto. Sin embargo, ahora se sabe que sufre un rápido período de reorganización durante los años que conducen a la adolescencia.

Los niños de mediana edad están explorando quiénes son y quiénes quieren ser. Están aprendiendo habilidades y hábitos de salud, lidiando con los cambios físicos y los impactos sociales y emocionales que vienen con la pubertad, y explorando su concepto de sí mismos y espíritu. Están creciendo hacia sus propias identidades que se cruzan, incluidas las identidades sociales (cultural, racial, étnica, expresión de género, identidad de género) e identidades personales (preferencias, valores, creencias, habilidades). Los niños en esta etapa están profundizando su comprensión de las relaciones interpersonales, construyendo las bases de relaciones románticas saludables y dando sus primeros pasos hacia la independencia. También es un momento en el que surgen indicadores tempranos de

problemas de salud mental, conductuales y de aprendizaje, a menudo conocidos como los "siete años de advertencia", cuando las intervenciones tempranas pueden tener un gran impacto en los resultados a largo plazo.

Los niños en la niñez intermedia aumentan significativamente su vocabulario; mejorar su imaginación, creatividad y habilidades de autocuidado; hacer avances en el desarrollo de habilidades motoras; y mejoran su capacidad para cooperar, jugar de manera justa, seguir las reglas sociales, pensar moralmente y usar el humor.

Predomina el pensamiento operacional concreto, con preocupación principalmente por el presente y la limitada capacidad para el pensamiento abstracto u orientado al futuro, o para ubicar sus experiencias en un contexto histórico. Los niños con frecuencia se comparan con los demás y al principio están centrados en "mí" o son egocéntricos, pero reconocen cada vez más los sentimientos de otras personas.

Los niños en la niñez intermedia continúan la progresión de la dependencia de los padres y otros cuidadores a una mayor independencia, lo que incluye aprender nuevas habilidades y hacer nuevos amigos en el colegio. Un hogar lleno de amor, seguridad y estabilidad facilita que el niño se traslade más allá del hogar y la familia. Las actividades de juego bien supervisadas y los colegios que fomentan el desarrollo cognitivo, emocional, social y moral brindan más apoyo a los niños en la niñez intermedia.

Las interacciones y experiencias positivas en la niñez intermedia sientan las bases para el futuro. Hay muchas oportunidades durante la niñez intermedia para fomentar el amor por el aprendizaje, construir un fuerte sentido de identidad propia, establecer relaciones saludables, conectarse con la cultura, la naturaleza y la comunidad y establecer hábitos saludables y activos, todo lo cual puede tener un impacto de por vida.

La niñez intermedia es un momento importante para el desarrollo continuo de la autoestima. Los niños quieren sentirse competentes y necesitan y disfrutar del reconocimiento por sus logros. El éxito en el colegio está influenciado por las experiencias previas de los niños, su capacidad para llevarse bien con sus compañeros y maestros, y las expectativas académicas. Al apoyar el desarrollo de la autoestima del niño, la creciente independencia, las amistades y el éxito en el colegio, y al reconocer cualquier dificultad en estas áreas, el profesional de la salud de atención primaria y los padres preparan al niño para los desafíos de la educación secundaria y la adolescencia.

El bienestar de los niños es un concepto integral que abarca todos los dominios del desarrollo (emocional, social, cognitivo, físico y de la comunicación), así como el desarrollo espiritual y el sentido de identidad del niño. El éxito en un área está relacionado con el éxito en otras. El contexto social, cultural, geográfico y económico en el que los niños crecen influye mucho en sus experiencias y puede afectar sus resultados a largo plazo.

El presente trabajo forma parte del Proyecto de Investigación Multidisciplinar "Antropometría y Nutrición Infantil de Valencia" (ANIVA) realizado en el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal de la Universitat de València.

El estudio ANIVA es un estudio epidemiológico, transversal y observacional de base poblacional en población infantil de 6 a 9 años de la Comunidad Valenciana que está activo desde el curso académico 2014-2015.

La autorización administrativa original (2014/29630) del Secretario Autonómico de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana para la realización del proyecto se recibió el 4 de noviembre de 2014. El 25 de

febrero de 2016 se recibió una nueva autorización (2016/6024) del Secretario Autonómico de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana y el 12 de abril de 2016 se recibe autorización (H1454578400244) de la presidenta del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València.

La recogida de datos se lleva a cabo durante los cursos académicos comprendidos entre 2014-2015 y 2018-2019. Durante este periodo, se recoge una muestra de 2237 niños (1139 (50.9%) niñas y 1098 (49.1%) niños), de entre 6 a 9 años, residentes en la Comunidad Valenciana.

El estudio se divide en dos fases: La primera fase consta de la entrega de un consentimiento informado a los padres/madres/tutores donde deben marcar SÍ o NO en función de si deciden o no participar en el estudio. La no participación no tiene ninguna consecuencia para el alumno y/o las familias. Las familias que contestan que SÍ al consentimiento deben completar una serie de cuestionarios sobre el estilo de vida y hábitos del alumno participante en el estudio los cuales deben contestar con total sinceridad.

En la segunda fase del estudio, a los alumnos de aquellas familias que dan el consentimiento, y que a su vez cumplimentan los cuestionarios previamente entregados, se les realiza una serie de medidas antropométricas (altura, peso, IMC, perímetros de cintura y cadera, pliegues cutáneos, masa muscular, grasa corporal presión arterial y frecuencia cardiaca). Se entrega a cada alumno una copia de sus medidas para que se las puedan entregar a sus padres/tutores para su información. Estas mediciones se llevan a cabo durante una hora y fecha pactada previamente con el colegio, a través del profesorado/tutor de la clase, para así perturbar lo mínimo indispensable el desarrollo normal de las actividades

escolares. Para la medición, se separa a los niños en grupos de hasta 8 miembros, siempre del mismo sexo, y se les acompaña al espacio habilitado por el centro escolar para la toma de medidas. En todo momento los niños permanecen en compañía de personal del centro además de los investigadores colaboradores del estudio.

La información recogida es tratada de forma anónima y confidencial y solo es utilizada en dicho estudio que se enmarca en la investigación sobre la salud escolar. A los padres y/o tutores se le informa que la información será tratada únicamente por profesionales (art. 7.6 y art. 8 de la Ley 15/1999) bajo criterio de estricta anonimidad y confidencialidad y sin que, en ningún caso, puedan usarse con fines discriminatorios, ni en perjuicio del interesado. La normativa aplicable es la siguiente:

- Ley 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.
- Ley 5/1992, de 29 de octubre, de Regulación del Tratamiento Automatizado de los Datos de Carácter Personal.

El objetivo general de la presente tesis doctoral es determinar y evaluar la nutrición y los estilos de vida de los niños valencianos de 6 a 9 años enfocado hacia la promoción de la salud de este colectivo.

Existe una amplia gama de factores que son susceptibles de intervención para promover una mejor salud mediante la modificación de los patrones de alimentación y/o elecciones de estilo de vida. Además, hay una serie de marcadores que pueden ser útiles a la hora de identificar áreas de especial preocupación que deben abordarse con mayor urgencia.

En la población pediátrica, una adecuada ingesta de macro y micronutrientes es indispensable para un correcto crecimiento y desarrollo. Tanto la ingesta insuficiente como la ingesta excesiva de determinados nutrientes pueden acarrear serias consecuencias

negativas sobre la salud del niño. La identificación de la existencia de una tendencia o comportamiento inadecuado dentro de este grupo de población es esencial para establecer planes de intervención temprana que eliminen o reduzcan el riesgo asociado a una ingesta inadecuada de nutrientes.

En vista de lo anteriormente expuesto, se justifica el desarrollo de los trabajos de investigación que han dado lugar al Artículo 1. *Assessment of dietary iodine intake in school age children: the cross-sectional ANIVA study* y al Artículo 3. *Total sugar intake and macro and micronutrients in children aged 6–8 years: the ANIVA study*.

El objetivo específico del Artículo 1 es determinar la prevalencia de cumplimiento con los correspondientes valores establecidos de Ingesta Diaria Recomendada de la ingesta dietética de yodo. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten arribar a las conclusiones que se exponen a continuación.

- El 79,1% de los niños valencianos de 6 a 8 años estudiados no cumplen con la ingesta dietética recomendada de yodo.
- La ingesta de alimentos con alto contenido de yodo está por debajo de las recomendaciones, por lo que las instituciones deben concienciar a las familias sobre la necesidad de la ingesta de sal yodada para la prevención de patologías derivadas de la deficiencia de yodo.
- En España, con una ingesta adecuada de lácteos y sal yodada se podrían alcanzar los niveles recomendados para los niños en edad escolar.
- La prevención de la deficiencia de yodo debe realizarse especialmente en edades de crecimiento dada la importancia de este mineral en la formación de estructuras corporales.

El objetivo específico del Artículo 3 es identificar la ingesta total de azúcares y su asociación con la ingesta de macro y micronutrientes junto con medidas antropométricas. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten arribar a las conclusiones que se exponen a continuación.

- No está claro cuál es el efecto de ingerir un promedio del 21% de la energía proveniente en forma de azúcares sobre la obesidad infantil y se necesitan más investigaciones en la población pediátrica.
- Una intervención nutricional para reducir la ingesta total de azúcar en los niños puede tener el potencial de reducir el porcentaje de grasa corporal y reducir el riesgo de múltiples comorbilidades.

La actividad física regular es un componente importante de la salud física de los niños y se ha asociado con el aumento de la masa muscular esquelética y la fuerza muscular. Los niños con niveles bajos de actividad física pueden experimentar problemas de salud, como pérdida de la masa muscular esquelética, más adelante en la vida. En la actualidad, la medición de la masa muscular esquelética se considera un componente importante del estado nutricional de los niños y cada vez más, se reconoce como un marcador independiente de la salud metabólica. Estudios epidemiológicos sugieren que existe una asociación inversa entre la fuerza del del músculo esquelético y la presión arterial o lo que es lo mismo, la hipertensión parece asociarse con debilidad del músculo esquelético. Por lo tanto, identificar el deterioro de la función física en los niños, mediante la medición de la masa muscular esquelética y la presión arterial, puede ser un modo eficaz para de detección de posibles alteraciones y así prevenir, manejar y controlar posibles complicaciones severas de salud futuras.

En vista de lo anteriormente expuesto, se justifica el desarrollo de los trabajos de investigación que han dado lugar al Artículo 2. *Total body skeletal muscle mass and diet in children aged 6–8 years: ANIVA study* y al Artículo 5. *Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): estudio ANIVA*.

Los objetivos específicos del Artículo 2 son en primer lugar obtener datos de masa de músculo esquelético, e ingesta nutricional con el objetivo principal de estudiar la relación entre los valores de masa de músculo esquelético y la ingesta absoluta de macro y micronutrientes y en segundo lugar estudiar la relación entre los valores de masa de músculo esquelético y adherencia a la dieta mediterránea. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten arribar a las conclusiones que se exponen a continuación.

- Más del 60% de los niños que participan en este estudio tienen masa de músculo esquelético por encima de los niveles normales para su edad y sexo.
- La adherencia a la dieta mediterránea de los niños no se relaciona con la masa de músculo esquelético total.
- El consumo en exceso de calorías o comer en exceso se asocia con la masa de músculo esquelético, y los niños que comen en exceso tienen valores de masa de músculo esquelético más bajos.
- Las diferencias en la ingesta de otros macro y micronutrientes no parecen ser suficientes para determinar un cambio en la masa de músculo esquelético de un niño.
- Se necesita una actualización de estudios previos sobre masa de músculo esquelético en niños, y la literatura sobre este tema debe ampliarse, especialmente con estudios que relacionen específicamente la ingesta nutricional de los niños.

- La masa de músculo esquelético en niños puede actuar en el futuro como una variable epidemiológicamente relevante para producir más información sobre el metabolismo en niños.

Los objetivos específicos del Artículo 5 son primero, conocer la prevalencia de normotensión, prehipertensión e hipertensión segundo, valorar la posible asociación entre los principales indicadores antropométricos y los valores cardiovasculares y tercero evaluar la ingesta diaria de macro y micronutrientes y su relación con los niveles de presión arterial. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten arribar a las conclusiones que se exponen a continuación.

- Existe un mayor porcentaje de niños normotensos, aunque también nos encontramos con un pequeño porcentaje de escolares prehipertensos e hipertensos.
- Los niños presentan mayores porcentajes de hipertensión y las niñas de prehipertensión.
- Los valores de presión arterial aumentan en función del índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues (tricipital, bicipital, suprailíaco y abdominal) constituyendo indicadores antropométricos asociados a la hipertensión.

El sueño es un elemento fundamental para la salud física y mental de los niños. Es tan importante para el desarrollo y el bienestar como la nutrición y la actividad física. La cantidad y la calidad del sueño pueden afectar al estado de ánimo, el comportamiento y las habilidades de aprendizaje. Los niños que no descansan lo suficiente, son más propensos a la obesidad, la diabetes y otras patologías crónicas en la vida adulta. Establecer buenas prácticas de sueño mientras los niños son pequeños es fundamental. La dieta es la causa

número uno de problemas de sueño entre los niños y controlar lo que comen, especialmente a la hora de acostarse, es vital para que puedan dormir lo que necesitan para aprender y crecer a un ritmo normal. La detección de asociaciones específicas entre nutrientes y la cantidad y calidad del sueño puede ser de utilidad a la hora de diseñar estrategias de intervención nutricional para la mejora del descanso de los niños.

En vista de lo anteriormente expuesto, se justifica el desarrollo del trabajo de investigación que ha dado lugar al Artículo 4. *Actigraphic sleep and dietary macronutrient intake in children aged 6–9 years old: a pilot study.*

El objetivo específico del Artículo 4 es analizar la relación entre la duración del sueño medida objetivamente, la eficiencia y la variabilidad en la duración del sueño con la ingesta de energía y macronutrientes. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten arribar a las conclusiones que se exponen a continuación.

- La disminución de la duración del sueño está relacionada con una mayor ingesta de energía, particularmente con una mayor ingesta de proteínas y grasas.
- Una menor eficiencia del sueño está relacionada con una mayor ingesta de carbohidratos.
- Una mayor variabilidad habitual del sueño está relacionada con una mayor ingesta de proteínas.

Los resultados de esta tesis sugieren que la mayoría de los niños de la muestra experimentan un nivel medio de salud y bienestar general que podría beneficiarse de intervenciones relativamente simples sobre el estilo de vida y los hábitos alimentarios. La implicación para las familias, los colegios y las comunidades es participar en acciones que den como resultado la creación de entornos en los que todos los niños tengan acceso,

experimenten y desarrollen toda la gama de activos que necesitan para su salud y bienestar en general.

En este punto, quedan muchas preguntas por responder, pero la investigación ahora disponible es una base prometedora a partir de la cual se pueden generar nuevas investigaciones que den lugar a evidencias susceptibles de ser transformadas en intervenciones para la promoción de la salud de este colectivo.

Muchos cambios ocurren durante los años de la niñez intermedia, y solo los primeros años de vida pueden compararse con estos años en términos de crecimiento y cambios en el desarrollo, muchos de los cuales tendrán efectos duraderos en la vida posterior de los niños. Por lo tanto, existe una gran necesidad de investigar este período de crecimiento y desarrollo infantil. Esperamos que esta tesis sobre la niñez intermedia sirva como recordatorio de la importancia de estos años, que a menudo han sido descuidados por investigadores y académicos.

Palabras clave: estilo de vida, nutrición, infantil, prevención, salud pública

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación multidisciplinar "Antropometría y Nutrición Infantil de Valencia" (ANIVA) realizado en el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal de la Universitat de València y liderado por la Prof. Dra. Doña María Manuela Morales Suárez-Varela, Catedrática de Medicina Preventiva y Salud Pública.

Para la realización de esta tesis doctoral la doctoranda ha disfrutado de un Contrato Predoctoral Ley 14/2011 de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación del Centro de Investigación Biomédica en Red (CIBER) del Instituto de Salud Carlos III.

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mis directores Agustín y María por todos estos años de formación, conocimientos, dedicación, paciencia y apoyo que han sido indispensables para la realización de esta tesis. Ha sido un privilegio el poder trabajar con profesionales de vuestra categoría que es sobrepasada solo por vuestra grandeza como personas.

A mis amigos, especialmente a ese grupo especial de mujeres, quienes me han sabido comprender y apoyar en todo momento. Gracias por vuestras incansables palabras de ánimo e incondicional apoyo.

Finalmente, agradecer a mi familia, especialmente a mi madre Doña Encarnación Costa Lema y mi padre Don Víctor Jesús Peraita Soler, por su amor y apoyo incondicional y permitirme cumplir con este sueño. Sois mis pilares fundamentales, y sin vosotros nada de esto hubiera sido posible.

ÍNDICE

RESUMEN	a
AGRADECIMIENTOS	m
ÍNDICE	A
ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABLAS	K
ABREVIATURAS	O
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	11
1.1.1. Objetivo general	11
1.1.2. Objetivos específicos	11
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS NIÑOS EN EDAD	
ESCOLAR PRIMARIA	15
2.1.1. Crecimiento y desarrollo físico	16
2.1.2. Crecimiento y desarrollo psicosocial	17
2.1.2. Crecimiento y desarrollo cognitivo	18
2.2. SALUD Y ESTILOS DE VIDA EN LA EDAD	
ESCOLAR PRIMARIA	20
2.2.1. Determinantes de la salud	21
2.2.2. Determinantes del estilo de vida	23
2.2.2.1. Hábitos alimentarios	24

2.2.2.2. Práctica de actividad física y sedentarismo	25
2.2.2.3. Estado psicosocial	26
2.3. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN EN LA EDAD	
ESCOLAR PRIMARIA	27
2.3.1. Patrones dietéticos	27
2.3.1.1. Patrón dietético mediterráneo	28
2.3.1.2. Patrón dietético occidental	29
2.3.2. Consecuencias de la transición nutricional	30
2.3.3. Requerimientos nutricionales en la edad escolar primaria	31
2.3.3.1. Medidas de ingesta	31
2.3.3.2. Recomendaciones	33
2.3.3.2.1 Agua	33
2.3.3.2.2. Energía	34
2.3.3.2.3. Proteínas	34
2.3.3.2.4. Grasas	35
2.3.3.2.5. Hidratos de carbono	36
2.3.3.2.6. Fibra	37
2.3.4. Problemas nutricionales en la edad escolar	37
2.3.4.1. Retraso en el crecimiento	38
2.3.4.2. Anemia por deficiencia de hierro	38
2.3.4.3. Deficiencia de vitamina D y raquitismo	39
2.3.4.4. Estreñimiento	39
2.3.4.5. Alergias e intolerancias	40
2.3.4.6. Trastornos de la alimentación	41

2.3.4.7. Peso inadecuado	41
2.3.4.8. Malnutrición	42
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	43
3.1. COMITÉ DE ÉTICA	45
3.2. POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO	46
3.3. DISEÑO Y PROTOCOLO DE ESTUDIO	47
3.3.1. Diseño	47
3.3.2. Protocolo	47
3.3.3. Criterios de selección	49
3.4. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	51
3.4.1. Altura	51
3.4.2. Peso	52
3.4.3. Índice de masa corporal	53
3.4.4. Z-score	57
3.4.5. Perímetros de cintura y cadera	60
3.4.6. Pliegues cutáneos	61
3.4.6.1. Bicipital	63
3.4.6.2. Tricipital	63
3.4.6.3. Suprailíaco	63
3.4.6.4. Abdominal	64
3.4.7. Masa de músculo esquelético	64
3.4.8. Porcentaje de grasa corporal	65
3.4.9. Presión arterial y frecuencia cardiaca	67

3.5. DETERMINACIÓN DE ESTILO DE VIDA	69
3.5.1. Práctica de actividad física	69
3.5.2. Sedentarismo	69
3.5.3 Nivel socioeducativo	70
3.5.4. Nivel sociodemográfico	70
3.6. DETERMINACIÓN DE LA DIETA	71
3.6.1. Estudio nutricional	71
3.6.2. Desayuno	72
3.7. DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRÁNEA	73
3.7.1. Mediterranean Diet Quality Index for Children and Teenagers (KIDMED)	73
3.7.2. Mediterranean Diet Adherence Screener (MEDAS)	73
3.7.3. Mediterranean Diet Score (MDS)	74
3.8. DETERMINACIÓN DE ESTADO DE ÁNIMO	76
3.8.1. Center for Epidemiological Studies Depression Scale for Children (CES-DC)	76
3.9. DETERMINACIÓN DE CALIDAD DEL SUEÑO	77
3.9.1. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)	77
3.9.2. BEARS Sleep Screening Tool	78
3.9.3. Child's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ)	78
3.9.4. Pediatric Sleep Questionnaire (PSQ)	79
3.9.5. Acelerómetro GeneActiv®	80

4.	CAPÍTULO IV. ARTÍCULO 1	83
4.1.	INTRODUCCIÓN	85
4.2.	METODOLOGÍA	88
	4.2.1. Población y muestra	88
	4.2.2. Medidas antropométricas	89
	4.2.3. Evaluación de la dieta	90
	4.2.4. Actividad física	92
	4.2.5. Nivel socioeducativo	92
	4.2.6. Análisis estadístico	92
4.3.	RESULTADOS	93
4.4.	DISCUSIÓN	99
	4.4.1. Limitaciones	104
	4.4.2. Conclusiones	105
5.	CAPÍTULO V. ARTÍCULO 2	107
5.1.	INTRODUCCIÓN	109
5.2.	METODOLOGÍA	112
	5.2.1. Población y muestra	112
	5.2.2. Protocolo de examen y medidas	114
	5.2.3. Medidas antropométricas	114
	5.2.4. Masa de músculo esquelético	115
	5.2.5. Actividad física	116
	5.2.6. Evaluación de la dieta	116

5.2.7. Comparación con las necesidades energéticas estimadas y las ingestas de referencias dietéticas	118
5.2.8. Análisis estadístico	118
5.3. RESULTADOS	120
5.4. DISCUSIÓN	130
5.4.1. Limitaciones	133
5.4.2. Conclusiones	133
6. CAPÍTULO VI. ARTÍCULO 3	135
6.1. INTRODUCCIÓN	137
6.2. METODOLOGÍA	142
6.2.1. Población y muestra	142
6.2.2. Medidas antropométricas	144
6.2.3. Evaluación de la dieta	145
6.2.4. Actividad física	147
6.2.5. Nivel socioeducativo	147
6.2.6. Análisis estadístico	147
6.3. RESULTADOS	149
6.4. DISCUSIÓN	170
6.4.1. Limitaciones	177
6.4.2. Conclusiones	178

7.	CAPÍTULO VII. ARTÍCULO 4	181
7.1.	INTRODUCCIÓN	183
7.2.	METODOLOGÍA	186
7.2.1.	Población y muestra	186
7.2.2.	Medidas antropométricas	187
7.2.3.	Evaluación del sueño	188
7.2.4.	Evaluación de la dieta	190
7.2.5.	Análisis estadístico	191
7.3.	RESULTADOS	193
7.4.	DISCUSIÓN	203
7.4.1.	Fortalezas y limitaciones	209
7.4.2.	Conclusiones	210
8.	CAPÍTULO VIII. ARTÍCULO 5	211
8.1.	INTRODUCCIÓN	213
8.2.	METODOLOGÍA	215
8.2.1.	Población y muestra	215
8.2.2.	Medidas antropométricas	216
8.2.3.	Evaluación de la dieta	218
8.2.4.	Análisis estadístico	219
8.3.	RESULTADOS	221
8.4.	DISCUSIÓN	230
8.4.1.	Conclusiones	233

9.	CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES	235
10.	REFERENCIAS	243
11.	ANEXOS	
	11.1. ARTICULO I	A3
	11.2. ARTICULO II	A16
	11.3. ARTICULO III	A24
	11.4. ARTICULO IV	A49
	11.5. ARTICULO V	A68
	11.6. COMUNICACIÓN EN CONGRESO I	A77
	11.7. COMUNICACIÓN EN CONGRESO II	A79
	11.8. COMUNICACIÓN EN CONGRESO III	A81
	11.9. COMUNICACIÓN EN CONGRESO IV	A83

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1. Factores determinantes de la salud (Pereira, 2013)	21
Figura 2. Determinantes del estilo de vida relacionado con la salud (Lalonde, 1974)	24
Figura 3. Pirámide de la dieta mediterránea (Fundación Dieta Mediterránea, 2010)	29
Figura 4. Características de las dietas mediterráneas y occidentales (Guilleminault et al. 2017)	30

CAPÍTULO III

Figura 5. Puntos de corte para la clasificación según el IMC (World Health Organization, 2021)	53
Figura 6. Curvas de patrones de crecimiento para el IMC en función de la edad y sexo (OMS, 2006)	55
Figura 7. Curvas de patrones de crecimiento para el IMC en función de la edad y sexo para población española (Hernández et al., 1988)	56
Figura 8. Curvas de patrones de crecimiento para la altura en función de la edad y sexo (OMS, 2006)	58
Figura 9. Curvas de patrones de crecimiento para el peso en función de la edad y sexo (OMS, 2006)	59

CAPÍTULO IV

Figura 10. Diagrama de flujo de la población de estudio 89

CAPÍTULO V

Figura 11. Diagrama de flujo de la población de estudio 114

CAPÍTULO VI

Figura 12. Diagrama de flujo de la población de estudio 144

CAPÍTULO VII

Figura 13. Diagrama de flujo de la población de estudio 186

CAPÍTULO VIII

Figura 14. Diagrama de flujo de la población de estudio 216

Figura 15. Prevalencia de normotensos, prehipertensión
e hipertensión en niños, por sexo y en la muestra total 225

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO IV

Tabla 1. Características antropométricas de los niños en relación con la ingesta de yodo	94
Tabla 2. Ingesta nutricional en relación al consumo de yodo y el sexo	96
Tabla 3. Consumo de pescado y productos lácteos en relación al consumo de yodo y el sexo	98

CAPÍTULO V

Tabla 4. Valores antropométricos y actividad física según el sexo y la MME	121
Tabla 5. Adherencia a la dieta mediterránea según el sexo y la MME	123
Tabla 6. Requerimiento energético estimado e ingesta real de energía diaria	125
Tabla 7. Ingesta de macronutrientes según sexo y MME	127
Tabla 8. Ingesta de micronutrientes según sexo y MME	129

CAPÍTULO VI

Tabla 9. Ingesta total de azúcar	150
Tabla 10. Desglose de la ingesta total de azúcar	150
Tabla 11. Características sociodemográficas según ingesta total de azúcar	152
Tabla 12. Características sociodemográficas según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar	154
Tabla 13. Características antropométricas según ingesta total de azúcar	156

Tabla 14. Características antropométricas según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar	158
Tabla 15. Resultados del análisis de regresión múltiple ajustado de la posible asociación entre las variables antropométricas y el porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar	160
Tabla 16. Ingesta de macronutrientes según sexo e ingesta total de azúcar	162
Tabla 17. Ingesta de macronutrientes según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar	164
Tabla 18. Ingesta de micronutrientes según sexo e ingesta total de azúcar	166
Tabla 19. Ingesta de micronutrientes según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar	168

CAPÍTULO VII

Tabla 20. Características generales, parámetros de sueño actigráficos e ingesta dietética	194
Tabla 21. Ingesta según los parámetros de sueño actigráficos	198
Tabla 22. Relación entre parámetros de sueño actigráficos e ingesta dietética	200
Tabla 23. Relación ajustada entre parámetros de sueño actigráficos e ingesta dietética	202

CAPÍTULO VIII

Tabla 24. Características básicas según sexo	222
Tabla 25. Coeficientes de correlaciones parciales (R^2) ajustados por edad	224
Tabla 26. Ingesta de macronutrientes y micronutrientes según sexo y	

ABREVIATURAS

ANCOVA	Análisis de covarianza
ANIVA	Antropometría y Nutrición Infantil en Valencia
ANOVA	Análisis de la varianza
BEARS	Bedtime problems, Excessive daytime sleepiness, Awakenings during the night, Regularity and duration of sleep, and Sleep-disordered breathing
CES-DC	Center for Epidemiological Studies Depression Scale for Children
CSHQ	Children's Sleep Habits Questionnaire
DE	Desviación estándar
ENSE 11-12	Encuesta Nacional de Salud de España 2011-2012
FC	Frecuencia cardíaca
FESNAD	Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética
HA	Hipertensión arterial
HT	Hormona tiroidea
IA	Ingesta Adecuada
IC	Intervalo de confianza
ICC	Índice cintura/cadera
IDR	Ingesta Dietética Recomendada
IMC	Índice de masa corporal
KIDMED	Evaluation of the Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents
LOPD	Ley Organica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal

LSIT	Límite Superior de Ingesta Tolerable
MDS	MedDietScore
MEDAS	Mediterranean Diet Adherence Screener
MME	Masa de músculo esquelético o masa muscular esquelética
MUFA	Ácido graso monoinsaturado
NA	Normotensión arterial
OMS	Organización Mundial de la Salud
PA	Presión arterial
PAD	Presión arterial diastólica
PAM	Presión arterial media
PAS	Presión arterial sistólica
PGC	Porcentaje de grasa corporal
PHA	Prehipertensión arterial
PP	Presión de pulso
PREDIMED	Prevención con Dieta Mediterránea
PSQ	Pediatric Sleep Questionnaire
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index
PUFA	Ácido graso poliinsaturado
RADM	Rango Aceptable de Distribución de Macronutrientes
RDA	Recommended Dietary Allowance o Ingesta Dietética Recomendada
REE	Requerimiento Estimado de Energía
RME	Requerimiento Medio Estimado
SEEN	Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición
SENC	Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

SFA	Ácido graso saturado
TDY	Trastornos por deficiencia de yodo
UNICEF	Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas
VET	Valor energético total

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Cuando se trata de edades "vulnerables" para los niños se tiende a pensar en la primera infancia o la adolescencia, sin embargo, existe otro período en la vida de los niños que presenta importantes desafíos, la niñez intermedia (de Waal, 2008; Kandice Mah & Lee Ford-Jones, 2012).

La niñez intermedia engloba el período de la vida entre los 6 y los 12 años. Durante esta etapa, los niños aprenden habilidades que les ayudarán a desarrollar relaciones a lo largo de sus vidas (Action for Children, 2008). Aprenden también sobre los diferentes roles y responsabilidades, llevando estos conocimientos con ellos hasta la edad adulta. Como resultado, estos años son extremadamente importantes en la formación integral de los niños (Kandice Mah & Lee Ford-Jones, 2012).

El tema recurrente que enfrentan los niños a esta edad es el cambio. Sin embargo, los cambios de la niñez intermedia se centran menos en el crecimiento físico y más en el desarrollo social y emocional de los niños. En la primera infancia, un niño aprende cosas como la regulación emocional y los apegos, habilidades cognitivas, habilidades del lenguaje y habilidades motoras (Harold & Hay, 2005). A medida que crecen, comienzan a desarrollar más estas habilidades y si no las adquieren y perfeccionan, pueden aparecer dificultades al entrar en la niñez intermedia y que posiblemente continúen en la edad adulta.

El primer gran cambio que se produce en la niñez intermedia es que los niños pasan alrededor de la mitad de tiempo con sus padres del que pasaban en la primera infancia, mientras que el tiempo que pasan con otros niños y solos aumenta significativamente (Bianchi & Robinson, 1997). Para muchos niños, el maestro del colegio se convierte en una fuente importante de estabilidad (Verschueren, 2015). Así, el paso de la educación primaria a la educación secundaria trae consigo una pérdida de la continuidad y la seguridad que representa este contacto. Este desafío puede ser particularmente agudo para niños con vidas

hogareñas inestables. Ser el nuevo y el más joven de un entorno desconocido que además puede ir unido a la pérdida de la amistad con los amigos del colegio, puede aumentar los sentimientos de vulnerabilidad (Hartup, 1992).

Esta dinámica cambiante de las interacciones de los niños coincide con una serie de otros hitos del desarrollo. En primer lugar, los niños de esta edad se vuelven mucho más conscientes de sí mismos en relación con sus compañeros, con el resultado de que "encajar" adquiere un significado vital (Collins, 2003). Debido a la mayor exposición a posibles comparaciones, los niños son más propensos a juzgarse ellos mismos contra otros niños, lo que lleva a nuevos sentimientos de competencia, celos o insuficiencia (Collins, 2003).

A medida que los niños se juzgan cada vez más a sí mismos frente a sus compañeros, cualquier fuente de diferencia es preocupante. Como resultado, cualquier marcador de "diferencia" puede tener un impacto amplificado en sus vidas (de Waal, 2008). Estar discapacitado o tener una estructura familiar "diferente", como ser adoptado o acogido, puede convertirse en una preocupación para los niños de esta edad, haciéndolos sentir no normales en un momento en que las nociones de normalidad han adquirido una nueva importancia (Action for Children, 2008).

Los niños que experimentan un cuidado y atención inadecuados por parte de un cuidador o el estrés ambiental pueden sufrir un retraso en estos hitos. A medida que continúan retrasándose, esto puede dañar el desarrollo del cerebro (DeGiudice, 2018; National Research Council (US) Panel to Review the Status of Basic Research on School-Age Children, 1984), lo que a su vez puede derivar en otros problemas tanto en el desarrollo físico como en el desarrollo social del niño. Aunque esto se puede mejorar en la edad adulta, nunca será tan fácil para el niño como lo hubiera sido desarrollar estas habilidades durante sus primeros años. Por eso, es crucial que los niños tengan una niñez intermedia saludable.

Los niños durante estos años de sus vidas corren mayor riesgo de padecer trastornos del desarrollo y del comportamiento, asma, maltrato, obesidad y otras afecciones crónicas (Kandice Mah & Lee Ford-Jones, 2012). Por eso es importante que tengan relaciones y un desarrollo saludables. Si tienen unas relaciones y una infancia sanas estos trastornos o problemas serán reconocidos antes y podrán ser tratados más rápidamente lo que mitiga el trauma que cada uno de ellos podría tener en el niño y los prepara para un estilo de vida más saludable a medida que continúan creciendo.

Al mismo tiempo, el apoyo a las necesidades de los niños en la niñez intermedia puede volverse cada vez más difícil, especialmente para los padres. La pobreza puede afectar a los niños en el colegio, limitando sus oportunidades de participar, mientras que el apoyo de los padres (ayudando con la tarea, leyendo juntos e inculcando motivación a través de expectativas) es un factor muy importante para el éxito académico de los niños (Griggs & Walker, 2008). Niños cuyos padres son menos capaces de proporcionar este apoyo pueden encontrarse en desventaja.

Reconociendo el vasto conocimiento ya existente sobre la necesidad de reducir los principales riesgos resultantes de una dieta poco saludable y un estilo de vida inadecuado, la naturaleza en gran medida prevenible de las enfermedades consiguientes y consciente también de que estos factores son susceptibles de modificación mediante la implementación de acciones de salud pública, es de vital importancia desarrollar, implementar y evaluar acciones de salud pública, que promuevan la salud individual y comunitaria a través de una dieta y estilo de vida saludables, así como reducir los riesgos e incidencia de enfermedades no transmisibles (World Health Organization, 2004).

Se debe reconocer la importancia de establecer una estrategia global sobre alimentación y estilo de vida dentro de la prevención y control integrados de las

enfermedades no transmisibles, que incluya la facilitación de entornos más saludables, la provisión de información y servicios de salud públicos, y la mayor participación de toda la sociedad comprometida con reducir los riesgos de enfermedades no transmisibles mediante la mejora de la alimentación y el estilo de vida. Para esto, es necesario fortalecer las estructuras existentes, o establecer unas nuevas, que puedan implementar o mejorar programas ya existentes, monitorizando y evaluando su efectividad, y así orientar la inversión y la gestión de recursos para reducir la prevalencia de las enfermedades no transmisibles y los riesgos relacionados con una dieta poco saludable y un estilo de vida inadecuado (World Health Organization, 2004).

Desafortunadamente, las investigaciones muestran que las experiencias negativas a esta edad pueden tener consecuencias perjudiciales duraderas en los niños (de Waal, 2008). Los adultos que rodean al niño son vitales para evitar efectos negativos a largo plazo. Los niños en este rango de edad inevitablemente pasan menos tiempo supervisados por adultos, pero es fundamentalmente importante que los adultos estén disponibles para los niños. Todos los niños en la niñez intermedia se enfrentan a transformaciones silenciosamente dramáticas que pueden resultar angustiantes, y es imposible protegerlos de cada experiencia difícil, pero para niños vulnerables, el acceso a adultos receptivos que sean conscientes de cómo los niños se están enfrentando a su vida diaria es un requisito previo indispensable para obtener buenos resultados (Gracepoint Inc., 2021). Tanto los padres como los profesionales pueden ayudar a fomentar resultados positivos, por ejemplo, coordinando la prestación de cuidados compartidos o proporcionando asesoramiento y apoyo externos fiables.

Una dieta adecuada y un estilo de vida saludable durante la niñez pueden afectar a los niños durante el resto de sus vidas. Es extremadamente importante que los niños de esta

edad continúen (o comiencen) a llevar un estilo de vida saludable, lo que incluye comidas nutritivas, así como hacer mucho ejercicio y dormir lo suficiente todos los días.

Durante el desarrollo temprano, los niños son muy impresionables y comienzan a implementar rutinas y herramientas que llevan consigo hasta la edad adulta. Estos hábitos de salud positivos ayudarán a los niños a crecer fuertes, mantenerse saludables y disminuir la probabilidad de sufrir patologías prevenibles.

Aparte de los hábitos y rutinas creados, los niños que no obtienen los nutrientes adecuados a medida que se desarrollan, también pueden sufrir dolencias físicas. Los niños que no tienen una dieta equilibrada y consumen grandes cantidades de grasas, azúcar y carbohidratos procesados corren el riesgo de padecer obesidad, osteoporosis, disminución de la masa muscular, cambios en el volumen y la textura del cabello, fatiga, irritabilidad y diabetes tipo 2 (Children's Bureau, 2018).

La obesidad infantil es una epidemia creciente que afecta a los niños a un ritmo alarmante. La obesidad puede provocar varios problemas de salud que pueden afectar a los niños por el resto de sus vidas, como presión arterial alta, diabetes tipo II, colesterol elevado y problemas emocionales (World Health Organization, 2021; World Health Organization Consultation on Obesity, 1999). Los niños pequeños son muy impresionables y pueden estar sujetos a vergüenza corporal y problemas emocionales relacionados con los alimentos que consumen (Children's Bureau, 2018). El consumo de alimentos azucarados, procesados y con alto contenido de grasa afecta su sistema digestivo y la flora intestinal. La falta de absorción de calcio puede provocar osteoporosis. La osteoporosis es una enfermedad ósea degenerativa que produce huesos porosos, débiles y quebradizos (National Institutes of Health Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center, 2018).

Una dieta saludable y un ejercicio adecuado son importantes para prevenir la diabetes tipo II en la infancia. La diabetes es una enfermedad metabólica en la que el cuerpo no puede metabolizar (descomponer) adecuadamente los azúcares de los alimentos. Debido a que el cuerpo no puede metabolizar los azúcares, estos se acumulan en el torrente sanguíneo y, en última instancia, estresan los riñones, el corazón, el sistema circulatorio y los ojos de los niños. La insulina, que se crea en el páncreas, es la sustancia química que descompone el azúcar en sangre (American Diabetes Association, 2020). En la diabetes tipo II, el cuerpo no produce suficiente insulina para hacer frente a todos los azúcares que ingresan al cuerpo. Este diagnóstico médico solía llamarse "diabetes de inicio en la edad adulta" porque el trastorno afectaba principalmente a adultos con malos hábitos alimenticios y de actividad (American Diabetes Association, 2020). Sin embargo, hoy en día, esta enfermedad se diagnostica en los niños estadounidenses mucho más que en los adultos (Centers for Disease Control and Prevention, 2020). Ahora se la conoce como "diabetes tipo II", para reflejar este cambio en la prevalencia.

A diferencia de los muchos jóvenes que comen en exceso y no hacen suficiente ejercicio, otros niños se obsesionan con controlar en exceso su ingesta de alimentos y hacer demasiado ejercicio. Con el constante aluvión de cuerpos perfectos y retocados en los medios de comunicación de hoy, muchos niños se sienten presionados a edades cada vez más tempranas para imitar esas imágenes. El énfasis excesivo en la delgadez extrema puede poner a los niños en riesgo de tener baja autoestima, patrones de ejercicio poco saludables y trastornos de la alimentación como la anorexia y la bulimia (Gracepoint Inc., 2021).

Las decisiones que toman los niños y los padres desde el principio con respecto a la nutrición y el estilo de vida pueden afectar a los niños por el resto de sus vidas. A los niños que adoptan hábitos saludables de alimentación y ejercicio durante la niñez intermedia les

será mucho más fácil mantener un estilo de vida saludable durante la adolescencia y la edad adulta que a las personas que intentan hacer el cambio más adelante en la vida (Gracepoint Inc., 2021). Enseñar a los niños a comer habitualmente porciones moderadas y a elegir alimentos saludables en lugar de la comida “basura” se vuelve cada vez más importante a medida que los niños comienzan a pasar más tiempo fuera de casa y a ganar más independencia sobre sus elecciones de alimentos y actividades (Booth, 2016).

Existe una amplia gama de factores que son susceptibles de intervención para promover una mejor salud mediante la modificación de los patrones de alimentación y/o elecciones de estilo de vida. Además, hay una serie de marcadores que pueden ser útiles a la hora de identificar áreas de especial preocupación que deben abordarse con mayor urgencia.

En la población pediátrica, una adecuada ingesta de macro y micronutrientes es indispensable para un correcto crecimiento y desarrollo (Haines, J. et al., 2019). Tanto la ingesta insuficiente como la ingesta excesiva de determinados nutrientes pueden acarrear serias consecuencias negativas sobre la salud del niño (Diab & Krebs, 2018; Ojha, Saroha, Symonds, & Budge, 2013; Prado & Dewey, 2014). La identificación de la existencia de una tendencia o comportamiento inadecuado dentro de este grupo de población es esencial para establecer planes de intervención temprana que eliminen o reduzcan el riesgo asociado a una ingesta inadecuada de nutrientes.

La actividad física regular es un componente importante de la salud física de los niños y se ha asociado con el aumento de la masa muscular esquelética y la fuerza muscular (Biddle, Ciaccioni, Thomas, & Vergeer, 2019; Ito, Sugiura, Ito, Noritake, & Ochi, 2021; Janssen & LeBlanc, 2010). Los niños con niveles bajos de actividad física pueden experimentar problemas de salud, como pérdida de la masa muscular esquelética, más adelante en la vida (Biddle et al., 2019; Ito et al., 2021; Janssen & LeBlanc, 2010). En la

actualidad, la medición de la masa muscular esquelética se considera un componente importante del estado nutricional de los niños y cada vez más, se reconoce como un marcador independiente de la salud metabólica (Cossio Bolaños et al., 2019). Estudios epidemiológicos sugieren que existe una asociación inversa entre la fuerza del músculo esquelético y la presión arterial o lo que es lo mismo, la hipertensión parece asociarse con debilidad del músculo esquelético (Blanchard et al., 2018). Por lo tanto, identificar el deterioro de la función física en los niños, mediante la medición de la masa muscular esquelética y la presión arterial, puede ser un modo eficaz para la detección de posibles alteraciones y así prevenir, manejar y controlar posibles complicaciones severas de salud futuras.

El sueño es un elemento fundamental para la salud física y mental de los niños (Pacheco & Sleep Foundation, 2020). Es tan importante para el desarrollo y el bienestar como la nutrición y la actividad física. La cantidad y la calidad del sueño pueden afectar al estado de ánimo, el comportamiento y las habilidades de aprendizaje (American Academy of Pediatrics, 2021; Pacheco & Sleep Foundation, 2020). Los niños que no descansan lo suficiente, son más propensos a la obesidad, la diabetes y otras patologías crónicas en la vida adulta (American Academy of Pediatrics, 2021). Establecer buenas prácticas de sueño mientras los niños son pequeños es fundamental. La dieta es la causa número uno de problemas de sueño entre los niños y controlar lo que comen, especialmente a la hora de acostarse, es vital para que puedan dormir lo que necesitan para aprender y crecer a un ritmo normal (American Academy of Pediatrics, 2021). La detección de asociaciones específicas entre nutrientes y la cantidad y calidad del sueño puede ser de utilidad a la hora de diseñar estrategias de intervención nutricional para la mejora del descanso de los niños.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo general

El objetivo general de la presente tesis doctoral es determinar y evaluar la nutrición y los estilos de vida de los niños valencianos de 6 a 9 años enfocado hacia la promoción de la salud de este colectivo.

1.1.2. Objetivos específicos

Para alcanzar estas metas se han abordado los siguientes objetivos específicos:

Artículo 1. Determinar la prevalencia de cumplimiento con los correspondientes valores establecidos de ingesta diaria recomendada de la ingesta dietética de yodo.

Artículo 2. Obtener datos de masa de músculo esquelético e ingesta nutricional con el objetivo principal de estudiar la relación entre los valores de masa de músculo esquelético y la ingesta absoluta de macro y micronutrientes así como el objetivo secundario de estudiar la relación entre los valores de masa de músculo esquelético y adherencia a la dieta mediterránea.

Artículo 3. Identificar la ingesta total de azúcares y su asociación con la ingesta de macro y micronutrientes junto con medidas antropométricas.

Artículo 4. Analizar la relación entre la duración del sueño medida objetivamente, la eficiencia y la variabilidad en la duración del sueño con la ingesta de energía y

macronutrientes.

Artículo 5. Conocer la prevalencia de normotensión, prehipertensión e hipertensión.

Valorar la posible asociación entre los principales indicadores antropométricos y los valores cardiovasculares. Evaluar la ingesta diaria de macro y micronutrientes y su relación con los niveles de presión arterial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Características de los niños en edad escolar primaria

La etapa escolar primaria o niñez intermedia se define como el periodo comprendido entre el comienzo de la educación primaria a los seis años y la aparición de los caracteres sexuales secundarios en torno a los 12 años (Alonso, 2003; Ros, 2000). La niñez intermedia a menudo se conoce como los "años olvidados" del desarrollo porque la mayoría de las investigaciones se centran en el desarrollo de la primera infancia o el crecimiento de la adolescencia. Sin embargo, en esta etapa se van a presentar diversos cambios tanto a nivel físico como psicosocial y cognitivo (Kandice Mah & Lee Ford-Jones, 2012).

Es un período en el que los niños desarrollan habilidades fundamentales para construir relaciones sociales saludables y aprenden roles que los prepararán para la adolescencia y la edad adulta. Este es un momento crítico para que los niños desarrollen confianza en todas las áreas de la vida, como a través de los amigos, el trabajo escolar y los deportes.

Durante la niñez intermedia, los niños desarrollan mayores habilidades físicas que son paralelas al proceso de poda sináptica. Es por esto por lo que hacer que los niños sean activos esta etapa puede mejorar sus habilidades motoras e iniciar hábitos de vida saludables y sostenibles, al tiempo que proporciona estímulos que aumentan la remodelación sináptica. Sin embargo, estos no son los únicos beneficios que ofrece una vida activa ya que se ha descubierto que la actividad física en esta etapa del desarrollo infantil juega un papel integral en infundir confianza en uno mismo y en proporcionar un conducto para el aprendizaje (Kandice Mah & Lee Ford-Jones, 2012).

2.1.1. Crecimiento y desarrollo físico

El crecimiento implica no solo el aumento progresivo de la altura y el peso de un cuerpo, producido por el aumento del número y tamaño de las células, sino que también incluye y es inseparable del desarrollo que se define como la maduración de las funciones del cerebro y otros órganos vitales. Estos dos procesos fisiológicos continuos y dinámicos son especialmente importantes durante la etapa escolar primaria en la cual se dan de forma paralela (Alonso, 2003; Arroba, 2003).

Durante la niñez intermedia, los huesos de los niños se ensanchan y alargan dramáticamente. En general, los niños crecerán un promedio de 5-8 centímetros y aumentarán de peso unos 2-3 kilogramos por año cada año durante este período. A veces, los niños de esta edad se quejan de dolor en brazos y piernas. Estos "dolores de crecimiento" son causados por el crecimiento óseo que supera el crecimiento de los músculos y tendones circundantes, provocando un posterior estiramiento de los músculos y tendones y afectan entre a entre un 25%-40% de los niños.

Los niños continúan desarrollando y mejorando las habilidades motoras gruesas; las habilidades de movimiento corporal a gran escala, como caminar y correr, que aprendieron durante las primeras etapas de desarrollo. Pueden obtener este control y coordinación mejorados debido a aumentos en su flexibilidad (mayor rango de movimiento en articulaciones y músculos), equilibrio y agilidad (mayor capacidad para cambiar la posición de su cuerpo, lo que requiere una combinación de equilibrio, coordinación, velocidad, reflejos y fuerza). Los niños de esta edad también aprenden cómo sincronizar el movimiento de las diversas partes de su cuerpo, lo que permite el desarrollo de rutinas de movimiento de todo el cuerpo más suaves y coordinadas, como las que se necesitan para participar en deportes organizados (patear un balón de fútbol o botar una pelota de baloncesto). En

general, los niños desarrollan estas habilidades un poco más rápido que las niñas, a excepción de las habilidades que involucran el equilibrio y movimientos precisos como saltar.

Los niños en esta etapa continúan perfeccionando sus habilidades motoras finas que se pueden distinguir de las habilidades motoras gruesas en que requieren coordinación mano-ojo. El fácil uso que hacen los niños de las herramientas de comunicación, como los teléfonos móviles y los ordenadores, que se hace posible a medida que dominan las habilidades motoras finas cada vez más complejas, los expone a un mundo mucho más grande y complicado de lo que posiblemente puedan imaginar.

No hay que olvidar que los antecedentes genéticos, al igual que la nutrición y la actividad física también influyen sobre el crecimiento y desarrollo físico. Aunque el crecimiento y desarrollo físico es importante, hay que destacar el desarrollo en las áreas psicosocial, cognitiva y emocional del individuo (Alonso, 2003).

2.1.2. Crecimiento y desarrollo psicosocial

La etapa operativa concreta es la tercera etapa de la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (Piaget, 1954), dura alrededor de los siete a los once años, y se caracteriza por el desarrollo de un pensamiento organizado y racional. Piaget considera la etapa concreta como un importante punto de inflexión en el desarrollo cognitivo del niño que ahora es lo suficientemente maduro para usar pensamiento u operaciones lógicas, pero solo puede aplicar la lógica a objetos físicos (Piaget, 1954).

La niñez intermedia es cuando los niños pasan de ser niños en edad preescolar dependientes a ser jóvenes con un papel activo en sus estructuras familiares y comunitarias. Sus pensamientos se vuelven más abstractos, sus comportamientos y emociones más

controlados y sus decisiones más independientes. Es durante la niñez intermedia cuando se están consolidando las neuronas responsables de la cognición, el lenguaje y las habilidades sociales (Kandice Mah & Lee Ford-Jones, 2012).

Socialmente, durante la niñez intermedia, los niños pasan de una visión interior del mundo a una visión exterior. En esta etapa se acelera el proceso de socialización, principalmente por el tiempo que pasa en el colegio y la interacción con compañeros y profesores. Estas interacciones con personas ajenas a la familia fomentan la independencia además de la adquisición de nuevas expectativas y conductas sociales que se traducen en la creación de un sistema de valores propio (Arroba, 2003). La niñez intermedia es el momento en que surgen por primera vez los sentimientos de obligación, responsabilidad y fracaso (Mahan & Raymond, 2017) además de desarrollarse la autoestima y la individualidad (Eccles, 1999).

2.1.2. Crecimiento y desarrollo cognitivo

Durante este período, el cerebro se somete activamente a una poda sináptica y, como tal, se vuelve cada vez más refinado, un proceso que depende en gran medida del entorno del niño. Se cree que la poda sináptica es la forma que tiene el cerebro de eliminar las conexiones cerebrales que ya no son necesarias (Chechik, Meilijson, & Ruppín, 1998). La poda sináptica es la forma en que el cuerpo mantiene una función cerebral más eficiente a medida que se desarrolla y se adquiere nueva información compleja.

Los cambios cognitivos que experimentan los niños durante la era de la niñez intermedia son a menudo más pronunciados y notables que sus cambios físicos. Durante la niñez intermedia los niños adquieren control cognitivo, con una capacidad cada vez mayor

para responder selectivamente a los estímulos y comenzar a procesar y comprender información de manera eficaz. La capacidad de los niños para elegir consciente, pensativa y proactivamente para perseguir metas, en lugar de simplemente reaccionar al medio ambiente, aparece durante esta etapa del desarrollo. Además, el estilo de pensamiento de los niños se vuelve gradualmente más lógico, organizado y flexible a medida que ingresan en la etapa de pensamiento operativo concreto de Piaget (Piaget, 1954).

El control del lenguaje tiene un proceso más prolongado que se extiende hasta la adolescencia (Toga, Thompson, & Sowell, 2006). A partir de los 5-6 años los niños empiezan a dominar el lenguaje y adquirir estructuras más complejas. El vocabulario continúa aumentando durante la niñez intermedia a un ritmo de unas 20 palabras nuevas cada día. A los de 10 años, un niño sabe aproximadamente 40.000 palabras y comienza a comprender el significado de las palabras y los juegos de palabras. La gramática se aprende más fácilmente y las reglas gramaticales se aplican con mayor flexibilidad.

El aprendizaje del lenguaje es uno de los objetivos más difíciles, y al mismo tiempo más importantes en la vida del niño. Los períodos ricos de neuro maduración, como es la niñez intermedia, son el mejor momento para exponer a los niños a una variedad de experiencias que pueden fortalecer el número y la precisión de estas conexiones y mejorar sus habilidades cognitivas y su capacidad de lenguaje (Szaflarski et al., 2006). Para lograr un aprendizaje eficiente es esencial la estimulación que reciba del medio ambiente y de las personas que le rodean, incidiendo esto también sobre la evolución intelectual o cognitiva global (Eccles, 1999).

2.2. Salud y estilos de vida en la edad escolar primaria

La salud, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es "un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedades y dolencias" (World Health Assembly, 2006). La salud se puede promover fomentando actividades saludables, como el ejercicio físico regular y el sueño adecuado, y reduciendo o evitando actividades o situaciones no saludables, como fumar o el estrés excesivo. Algunos factores que afectan la salud se deben a elecciones individuales mientras que otros se deben a causas estructurales y otros están más allá tanto de las elecciones individuales y estructuras sociales.

El estilo de vida son los intereses, opiniones, comportamientos y orientaciones conductuales de un individuo, grupo o cultura. Un estilo de vida refleja típicamente las actitudes, valores o visión del mundo de un individuo (Cockerham, 2007). No todos los aspectos de un estilo de vida son voluntarios. Los sistemas sociales y técnicos circundantes pueden limitar las opciones de estilo de vida disponibles para el individuo y los símbolos que puede proyectar a los demás y a sí mismo. Dado esto, el estilo de vida puede entenderse como el conjunto de patrones de conductas de carácter consistente, que está posibilitada o limitada por las condiciones de vida de una persona (de la Cruz Sánchez, E. & Pino-Ortega, 2009).

Cada vez más se reconoce que la salud se mantiene y mejora no solo a través del avance y la aplicación de la medicina, sino también a través de los esfuerzos y elecciones de estilo de vida inteligentes del individuo y la sociedad. En el Ottawa Charter for Health Promotion, la promoción de la salud se define como el "proceso que permite a las personas incrementar su control sobre los determinantes de la salud y en consecuencia mejorarla"

(World Health Organization & Canadian Public Health Association, 1987). Por lo tanto, para promover la salud y poder establecer estrategias de salud pública efectivas es indispensable identificar los factores poco saludables dentro del estilo de vida de una población.

2.2.1. Determinantes de la salud

El modelo planteado por Laframboise en 1973 (Laframboise, 1973) y desarrollado posteriormente por Lalonde (Lalonde, 1974) para intentar explicar los determinantes de la salud y de sus pérdidas propone que la salud está condicionada por cuatro grupos de determinantes: el medio ambiente, la biología humana, los estilos de vida, y los servicios de salud.

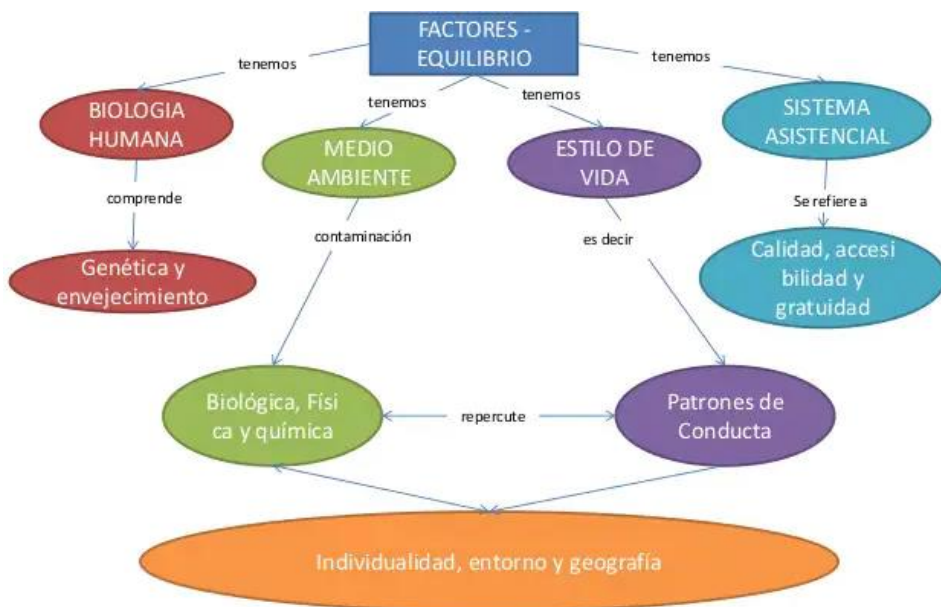


Figura 1. Factores determinantes de la salud (Pereira, 2013)

Los determinantes sociales de la salud son las condiciones económicas y sociales que influyen en las diferencias individuales y grupales en el estado de salud. Según la OMS, los principales determinantes de la salud incluyen el entorno social y económico (como la distribución la riqueza, la influencia y el poder), el entorno físico y las características y comportamientos individuales de la persona (como los factores de riesgo de comportamiento o la genética) (World Health Organization, 2003). Las distribuciones de los determinantes sociales de la salud a menudo están formadas por políticas públicas que reflejan las ideologías políticas prevalentes (Marmot et al., 2008; Mikkonen & Raphael, 2010).

Actualmente, no existe un criterio estándar sobre lo que debe considerarse un determinante social de la salud. En la literatura, una evaluación subjetiva de si los factores sociales que impactan la salud son evitables mediante cambios estructurales en las políticas y la práctica parece ser la forma dominante de identificar un determinante social de la salud (Islam, 2019). Algunos de los factores clave que se han propuesto como determinantes sociales de la salud incluyen los siguiente: ingresos y estatus social, redes de apoyo social, educación y alfabetización, empleo/condiciones de trabajo, entornos sociales, ambientes físicos, prácticas de salud personal y habilidades de afrontamiento, desarrollo infantil saludable, biología y genética, servicios de atención médica, sexo y cultura (Islam, 2019).

El determinante social más frecuente en la investigación de salud infantil es el estado socioeconómico, en particular los ingresos (Victorino & Gauthier, 2009). En general, la mayoría de los estudios han demostrado que los niños de hogares de bajos ingresos tienen más probabilidades de experimentar enfermedades respiratorias, lesiones y otros resultados adversos de salud (Brooks-Gunn & Duncan, 1997; Currie, Shields, & Price, 2007; Scholer, Hickson, & Ray, 1999; Seguin et al., 2005). Un estudio, no específico de salud infantil, en Estados Unidos, encontró que la relación entre los ingresos y la salud varía

significativamente por el nivel de educación (Schnittker, 2004). Otro estudio reciente, mostró además que la educación es un mayor predictor que los ingresos para el inicio de los problemas de salud, pero que los ingresos están más fuertemente asociados con la progresión de estos (Herd, Goesling, & House, 2007). Además, se ha demostrado que la educación materna está fuertemente asociada con la prevalencia de infecciones respiratorias infantiles (Pawlinska-Chmara & Wronka, 2007) y que el desempleo parental se asocia con una mayor prevalencia de enfermedades crónicas, infecciones y mala nutrición (Maddah, Mohtasham-Amiri, Rashidi, & Karandish, 2007; Quihui et al., 2006; Reinhardt Pedersen, Madsen, & Kohler, 2005).

2.2.2. Determinantes del estilo de vida

Los determinantes del estilo de vida en los niños de 6-9 años son los mismos que los de la población adulta, pero teniendo en cuenta las peculiaridades propias de este grupo de edad. Estos determinantes se abordan como dos grandes grupos: los factores individuales (factores biológicos, genéticos y conductuales, y características psicológicas individuales) y los factores sociodemográficos y culturales (contexto social, económico y el medio ambiente). Los factores más influyentes en la población infantil son: los hábitos alimentarios, la práctica de actividad física, el sedentarismo y el estado psicosocial

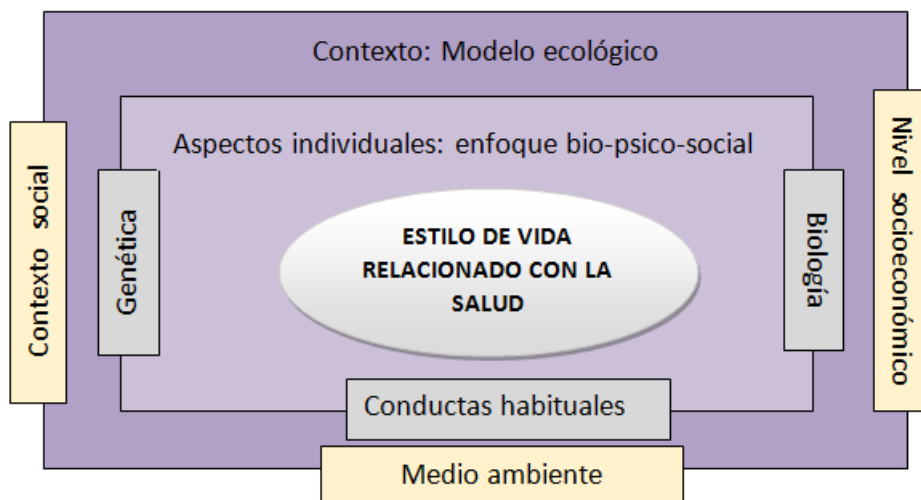


Figura 2. Determinantes del estilo de vida relacionado con la salud (Lalonde, 1974)

2.2.2.1. Hábitos alimentarios

Los hábitos alimentarios son comportamientos conscientes, colectivos y repetitivos, que conducen a las personas a seleccionar, consumir y utilizar determinados alimentos o dietas, en respuesta a unas influencias sociales y culturales (Fundación Española de la Nutrición, 2014). La infancia es el momento óptimo para adquirir unos buenos hábitos alimentarios que se adquieren por repetición y de forma casi involuntaria.

En general, el factor que más va a influir en los hábitos alimentarios de los escolares es la familia, pero el proceso de globalización y la modernización de la sociedad han provocado cambios sociológicos y/o culturales que afectan han afectado las preferencias alimentarias de los niños (Bogin et al., 2014; Dura Trave & Castroviejo Gandarias, 2011) y los horarios de las comidas (Schnettler et al., 2015).

2.2.2.2. Práctica de actividad física y sedentarismo

La actividad física es “cualquier movimiento corporal producido por la acción muscular voluntaria y que supone un gasto de energía por encima del nivel de reposo” (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, 2015). Para los niños en edad escolar, la actividad física incluye jugar, la práctica deportiva a todos sus niveles, los desplazamientos, las actividades recreativas, la educación física o el ejercicio programado sea en el contexto de la familia, el colegio o las actividades extraescolares o comunitarias (World Health Organization, 2010). La OMS recomienda que los niños de 5 a 17 años acumulen como mínimo 60 minutos diarios de actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa y principalmente de naturaleza aeróbica (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, 2015; World Health Organization, 2010; World Health Organization, 2020).

Aunque la actividad física es un componente esencial de las intervenciones de salud, varios factores intrapersonales y barreras ambientales pueden impedir que los niños participen en niveles adecuados de actividad física (Hu, D., Zhou, Crowley-McHattan, & Liu, 2021).

Un estilo de vida sedentario implica poca o ninguna actividad física. Una persona que lleva un estilo de vida sedentario a menudo está sentada o acostada mientras realiza actividades como socializar, ver la televisión, jugar a videojuegos, leer o usar el teléfono/móvil/ordenador durante gran parte del día.

El sedentarismo se ha visto potenciado por el bienestar socio económico y en el caso de los niños, por ejemplo, se ha producido un aumento en el porcentaje de niños que se desplazan hasta el colegio en medios de transporte motorizados, mientras que se ha reducido el número que juegan solos en las calles (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, 2015).

2.2.2.3. Estado psicosocial

El estado psicosocial se refiere a la conducta humana y su inserción en la sociedad. Un entorno psicosocial favorable fomenta el buen rendimiento y el desarrollo personal, así como el bienestar mental y físico mientras que las condiciones adversas están asociadas con un mayor riesgo de trastornos físicos y mentales. El Institute of Health Equity realizó una revisión reciente de la literatura sobre los factores que influyen en la primera infancia y encontró que “la falta de apego, la negligencia, la falta de estimulación de calidad y el conflicto tienen un impacto negativo en comportamiento social futuro, resultados educativos, situación laboral y salud física y mental” (Fryers & Brugha, 2013).

Algunos de los trastornos psicológicos que pueden surgir en la infancia son la depresión y la ansiedad. El trastorno depresivo infantil se caracteriza por la presencia de tristeza, pérdida de interés, pérdida de placer, sentimientos de culpa, falta de autoestima, trastornos del sueño y del apetito, astenia, y falta de concentración. Se describe cada vez con mayor frecuencia y concretamente en España se calcula que el 1,8% de los niños menores de 9 años tienen depresión está afectada por este trastorno, que es capaz de comprometer el proceso natural de desarrollo psicosocial (Ministerio de Sanidad y Consumo, 2006).

Estudios epidemiológicos indican que los trastornos de ansiedad son el problema psicológico más frecuentemente diagnosticado en los niños españoles. Se estima que hasta un 15 y el 20% de los niños puede sufrir un trastorno de ansiedad (Beesdo, Knappe, & Pine, 2009). El trastorno de ansiedad se caracteriza por preocupación persistente, excesiva y no controlable ante situaciones cotidianas que llegan a suponer un obstáculo para disfrutar de una vida normal, interfiriendo negativamente en todas las esferas que rodean al individuo, como son la familiar, la académica y la social (American Psychiatric Association, 2013).

2.3. Nutrición y alimentación en la edad escolar primaria

Tradicionalmente, las asociaciones de la dieta con la salud se han centrado principalmente en un solo nutriente o alimento y un resultado de salud específico. Desde principios de los 2000s, el enfoque para cuantificar las exposiciones dietéticas se ha movido de nutrientes o alimentos únicos a los patrones dietéticos como una forma más representativa de la totalidad de las dietas y los perfiles nutricionales. Por lo tanto, los estudios epidemiológicos nutricionales recientes se han desplazado al análisis de patrones dietéticos, que describen la dieta general; los alimentos, los grupos de alimentos y los nutrientes incluidos; su combinación y variedad; y la frecuencia y cantidad con la que se consumen habitualmente.

La alimentación es uno de los principales determinantes de la salud (Diez-Gañan et al., 2007) y una alimentación adecuada es fundamental en la infancia ya que las consecuencias negativas de las carencias y desequilibrios nutricionales en esta etapa no sólo afectan a la salud del niño, sino que también pueden condicionar su salud en la edad adulta (Lobstein, Baur, & Uauy, 2004; Maunder, Nel, Steyn, Kruger, & Labadarios, 2015; McCrindle, 2015).

2.3.1. Patrones dietéticos

Los patrones dietéticos se definen como las cantidades, proporciones, variedad o combinación de diferentes alimentos, bebidas y nutrientes en la dieta y la frecuencia con la que habitualmente se consumen. El patrón dietético óptimo reflejaría una dieta variada (incluye todos los grupos de alimentos), equilibrada (reparto de los principios inmediatos), moderada (limita la ingesta de nutrientes o alimentos no saludables), suficiente (cubre los

requerimientos del gasto energético total) y agradable (características organolépticas y palatabilidad).

Tradicionalmente, la sociedad española se ha caracterizado por seguir el patrón dietético mediterráneo. Sin embargo, en la actualidad se está produciendo una modificación de este hábito alimenticio debido a la creciente urbanización de la población, la globalización del mercado agrícola, el desarrollo de una cultura de alimentos masivos y la relativa prosperidad (Bibiloni, Martínez, Lull, Pons, & Tur, 2012; Hachem et al., 2016). Todos estos cambios inciden de forma importante sobre el colectivo infantil y han supuesto un alejamiento progresivo de un patrón dietético mediterráneo hacia un patrón dietético occidental.

2.3.1.1. Patrón dietético mediterráneo

El patrón de dieta mediterráneo se caracteriza por:

- Consumo de aceite de oliva como fuente de lípidos principal.
- Alto consumo de alimentos de origen vegetal.
- Alto consumo de cereales no refinados.
- Preferencia de una cierta variedad de alimentos mínimamente procesados, frescos y de temporada.
- Consumo moderado a alto de pescado y huevos con moderación.
- Consumo moderado de leche y productos lácteos (principalmente queso y yogur).
- Bajo consumo de carne y productos cárnicos.
- Moderado consumo de alcohol.

Pirámide de la Dieta Mediterránea: un estilo de vida actual

Guía para la población adulta

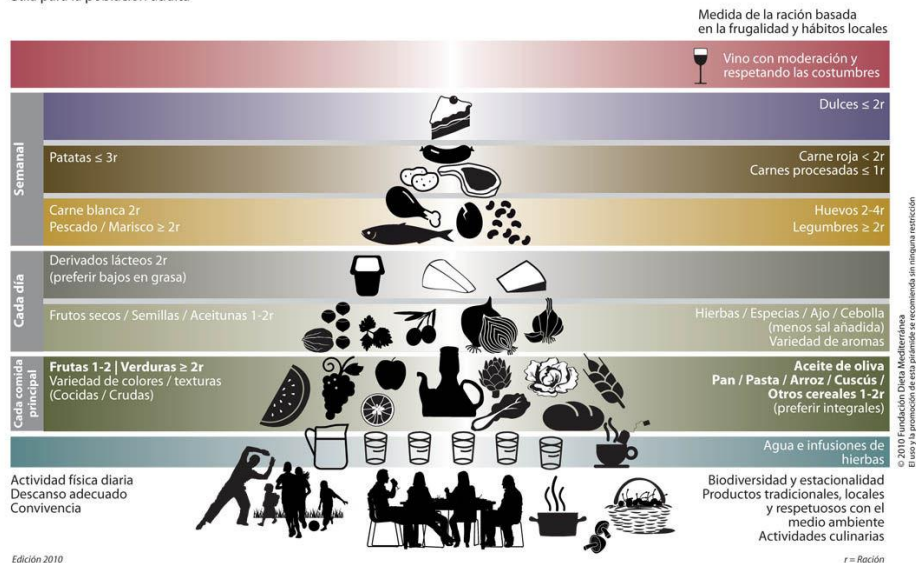


Figura 3. Pirámide de la dieta mediterránea (Fundación Dieta Mediterránea, 2010)

2.3.1.2. Patrón dietético occidental

El patrón de dieta occidental se caracteriza por:

- Alto consumo de cereales refinados.
- Consumo excesivo de bollería industrial, comidas procesadas y salsas.
- Consumo excesivo de productos lácteos enteros y huevos.
- Alta consumo de carnes rojas y procesadas.
- Alto consumo de refrescos azucarados.

2.3.2. Consecuencias de la transición nutricional

En España, cada vez más, se están abandonando hábitos de vida saludables y perdiendo el patrón dietético mediterráneo (León-Muñoz et al., 2012; Varela-Moreiras, Ruiz, Valero, Avila, & del Pozo, 2013) en favor de un patrón occidental (Hu, E. A. et al., 2013; León-Muñoz et al., 2012). El patrón dietético mediterráneo y el patrón dietético occidental difieren no solo en términos de características de ingesta de alimentos, sino también cuando la adecuación de nutrientes es el punto comparativo. Las posibles consecuencias de la transición nutricional como la obesidad (Popkin, Adair, & Ng, 2012), las enfermedades cardiovasculares (Sofi, F., Cesari, Abbate, Gensini, & Casini, 2008), las neoplasias (Sofi, F. et al., 2008) y las deficiencias nutricionales empiezan a hacerse cada vez más evidentes en la sociedad.

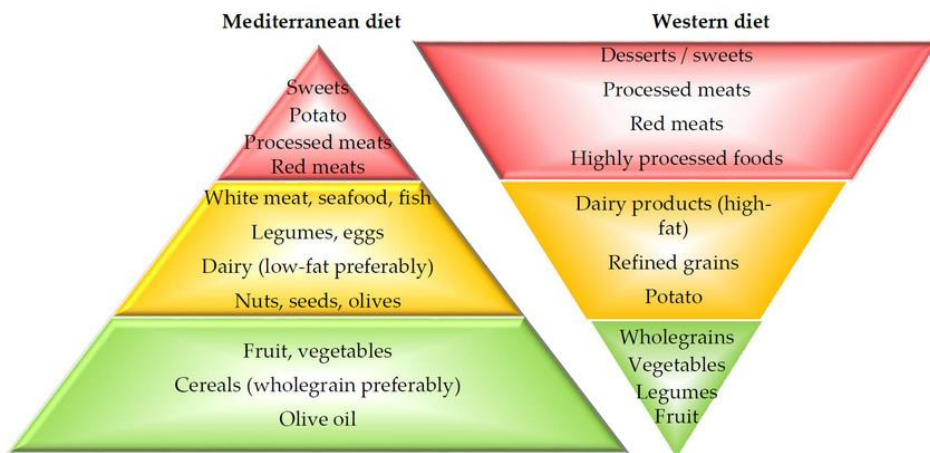


Figura 4. Características de las dietas mediterráneas y occidentales. (Guilleminault et al. 2017)

2.3.3. Requerimientos nutricionales en la edad escolar primaria

Una nutrición adecuada durante la infancia es esencial para garantizar un buen desarrollo y crecimiento (Food and Agriculture Organization, 2021; Wisbaum & United Nations Children's Emergency Fund, 2011). Es esencial que durante la infancia la dieta se base en una ingesta adecuada de energía, macro y micronutrientes para garantizar una salud óptima ya que una ingesta deficiente o desequilibrada puede causar un retraso o complicaciones en el crecimiento y el desarrollo (Cevallos Mendoza, 2020).

2.3.3.1. Medidas de ingesta

Los primeros estándares dietéticos, llamados Recommended Dietary Allowance o Ingesta Dietética Recomendada (RDA), para evaluar la ingesta nutricional en grandes grupos de población se establecen en 1941 por el Consejo de Alimentación y Nutrición de los Estados Unidos y se basan en la ingesta necesaria para prevenir la deficiencia.

Sin embargo, desde 1997 estos estándares han sido remplazados por una serie de recomendaciones denominadas Dietary References Intakes, traducidas como Ingestas Dietéticas de Referencia, que hacen referencia a la cantidad de un nutriente que debe contener la dieta para prevenir no solo déficits nutricionales como hacían las RDAs, sino para alcanzar una salud óptima (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies, 2011; Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes., 2000; Murphy & Barr, 2011). Las principales Ingestas Dietéticas de Referencia son las siguientes:

- Estimated Average Requirement o Requerimiento Medio Estimado (RME): ingesta diaria media de un nutriente que se considera adecuada para cubrir las necesidades del

50% de un grupo homogéneo de población sana de igual edad, sexo y con condiciones fisiológicas y de estilo de vida similares.

- Recommended Dietary Allowance o Ingesta Dietética Recomendada (IDR): ingesta diaria media suficiente de un nutriente que se considera adecuada para cubrir los requerimientos nutricionales de casi todas las personas (97-98%) de un grupo homogéneo de población sana de igual edad, sexo y con condiciones fisiológicas y de estilo de vida similares. Para todos los nutrientes, a excepción de la energía para la cual $IDR = RME$, la IDR es el $RME + 2$ desviaciones estándar.
- Adequate Intake o Ingesta Adecuada (IA): ingesta diaria de nutrientes recomendada que se ha estimado a partir de la observación o bien determinación empírica de la ingesta que se asume como adecuada en un grupo de población sana. Se utiliza cuando no existen datos suficientes para estimar las recomendaciones con respecto a un nutriente en una población o un grupo de edad concreto.
- Tolerable Upper Intake Level o Limite Superior de Ingesta Tolerable (LSIT): ingesta diaria máxima de un nutriente que se puede ingerir sin que exista riesgo para la salud de la mayor parte de los individuos de un grupo de población.
- Estimated Energy Requirement o Requerimiento Estimado de Energía (REE): ingesta energética diaria media estimada para mantener el balance energético de individuos sanos a una edad, sexo, peso, altura y nivel de actividad física saludable definida.
- Acceptable Macronutrient Distribution Range o Rango Aceptable de Distribución de Macronutrientes (RADM): intervalo, expresado como porcentaje del REE, de ingesta de macronutrientes que se asocia a un menor riesgo de padecer enfermedades crónicas.

2.3.3.2. Recomendaciones

Existen seis nutrientes esenciales, que el organismo no puede sintetizar, que las personas necesitan consumir a través de fuentes dietéticas para mantener una salud óptima y cuya ausencia deriva en una patología. Los seis nutrientes esenciales son las vitaminas y los minerales, o micronutrientes, las proteínas, las grasas, y los carbohidratos, conocidos como macronutrientes, y el agua.

A continuación, se detalla las ingestas recomendadas de agua y macronutrientes para niños de 6 a 9 años en España, sus funciones y principales fuentes alimentarias (Carbajal Azcona, 2013; Fundación Española de la Nutrición, 2013; Gil Hernández, 2017; Moreiras Tuni, Carbajal Azcona, Cabrera Forneiro, & Cuadrado Vives, 2018).

2.3.3.2.1 Agua

El agua compone un 60% o 65% del peso corporal de la población objeto de estudio, aunque varía según la edad, el sexo y la cantidad de grasa corporal. El agua es una parte vital de la vida diaria de una persona, es tan importante que los humanos no pueden sobrevivir más de una semana sin agua dulce. Beber agua puede prevenir la deshidratación, una condición que puede causar pensamientos confusos, provocar cambios de humor, hacer que el cuerpo se sobrecaliente y provocar estreñimiento y cálculos renales.

La ingesta diaria de agua recomendada para niños entre 6 y 9 años varía entre aproximadamente 1,5 y 2 litros (Arredondo-García, Méndez-Herrera, Medina-Cortina, & Pimentel-Hernández, 2017; Peña Quintana, Ros Mar, González Santana, & Rial González, 2010; Sánchez-García, Reyes-Morales, & González-Unzaga, 2014; Vitoria & Dalmau, 2011). Cabe señalar que estas cantidades varían según el individuo y es posible que deba

ajustarse según los niveles de actividad y las condiciones ambientales, como el calor y la humedad.

2.3.3.2.2. Energía

El cálculo de la cantidad recomendada de ingesta energética se basa en las necesidades para cubrir el metabolismo basal (60-75%), la actividad física (10-50%), el efecto termogénico de los alimentos (10%) y la tasa de crecimiento ($\leq 3\%$). La energía recoge de manera conjunta la ingesta de las proteínas (4kcal/g), las grasas (9kcal/g), los carbohidratos (4kcal/g) y la fibra alimentaria (2kcal/g) y el RADM es de aproximadamente un 45-65% proveniente de carbohidratos, 25-35% de grasas y 10-30% proteínas (Mataix Verdú, 2015a).

Un aporte insuficiente de energía provoca que el cuerpo utilice las proteínas corporales como fuente de energía, lo que puede repercutir negativamente en el crecimiento y desarrollo durante la infancia. Por el contrario, una ingesta excesiva aumenta los depósitos grasos, afectando también a los tejidos magros, que aceleran su crecimiento y maduración. Existe gran variabilidad de las necesidades energéticas de un individuo durante la infancia, dependiendo fundamentalmente del tamaño del niño, de su masa magra (muscular) y de la actividad física. Para calcular las necesidades energéticas de los niños mayores de 1 año a partir de las mediciones del gasto energético, sería necesario conocer tanto el tiempo como el coste de todos los tipos de actividad física.

2.3.3.2.3. Proteínas

Las proteínas son el mayor componente estructural de toda célula en el cuerpo, y funcionan como enzimas, en membranas, como transportistas, como algunas hormonas y

participan en la función inmunitaria, regulación genética, función catalítica, en la homeostasis, en el equilibrio ácido-base y en el transporte plasmático de moléculas. Durante la digestión y absorción, las proteínas dietéticas se descomponen en aminoácidos. Nueve de estos aminoácidos, los esenciales, no pueden ser sintetizados por el cuerpo lo cual implica que la única fuente de estos aminoácidos es la ingesta directa a través de la dieta.

La IDR de proteínas es de 36 g/día para el grupo de población estudiado (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010). En el caso de las proteínas, el problema no suele ser un consumo deficitario, que si se diera podría derivar en problemas óseos (Kerstetter, O'Brien, & Insogna, 2003b), sino un consumo excesivo. Este consumo excesivo puede llegar a provocar una hipercalciuria sostenida, aumentando el riesgo de toxicidad por sobrecarga de aminoácidos y de insuficiencia renal (Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) & Aranceta Bartrina J, Arijá Val V, Maíz Aldalur E, Martínez de Victoria Muñoz E, Ortega Anta RM, Pérez-Rodrigo C, Quiles Izquierdo J, Rodríguez Martín A, Román Viñas B, Salvador i Castell G, Tur Marí JA, Varela Moreiras G, Serra Majem L., 2016; Kerstetter, O'Brien, & Insogna, 2003a; Kerstetter et al., 2003b)

Las principales fuentes alimentarias de proteínas son las siguientes: huevos, carnes, pescados y lácteos (origen animal) y legumbres, cereales, y frutos secos (origen vegetal).

2.3.3.2.4. Grasas

Las grasas o lípidos deben aportar alrededor del 25-35% de la energía total consumida diariamente (Gil-Hernández, 2010). Son un grupo estructuralmente muy heterogéneo, pero con características fisicoquímicas similares y se clasifican en tres grupos principales: simples (saturados, insaturados, grasas neutras y ceras), compuestos

(fosfolípidos y glucolípidos) y hetero lípidos insaponificables (colesterol, esteroides, vitaminas A, D, E, K y sales biliares). Las grasas dan palatabilidad a los alimentos, son la principal reserva de energía del organismo, forman parte de las membranas celulares, vehiculizan las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), son precursores de hormonas y sales biliares, y aportan ácidos grasos esenciales que no pueden ser sintetizados por el organismo.

Las principales fuentes alimentarias de lípidos son las siguientes: grasas animales, como la mantequilla, manteca, etc., y en algunas grasas vegetales, como en el aceite de coco y de palma (ácidos grasos saturados (SFA)); aceites vegetales, algunos frutos secos, aguacate, aceitunas y en algunas carnes, como la carne de cerdo (ácidos grasos monoinsaturados (MUFA)); pescado azul, nueces, semillas oleaginosas, vegetales, yema de huevo, pollo y carne de rumiantes y cerdos (ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) ω -3); grasas vegetales, como el aceite de maíz, girasol o soja, al igual que en grasas animales y en alimentos procesados (PUFA ω -6); alimentos de origen animal como, por ejemplo, el hígado y otras vísceras (colesterol).

2.3.3.2.5. Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono o carbohidratos deben aportar aproximadamente un 45-65% de la energía total y tienen un aporte calórico de 4kcal/g (Mataix Verdú, 2015a). Los hidratos de carbono se pueden clasificar en simples y complejos, según el número de azúcares que los componen. Estos últimos un valor nutricional más alto debido principalmente a su mayor contenido en fibra, vitaminas y minerales y su digestión más lenta que provoca que no aumenten tan rápidamente los niveles de azúcar en sangre (Gil Hernández, 2017). Si existe una ingesta excesiva de hidratos de carbono, los que no se utilizan se almacenan en el hígado o se convierten en grasa y depositan en los tejidos para su futuro uso.

Las principales fuentes alimentarias de proteínas son las siguientes: azúcar de mesa, miel, mermelada, productos realizados con harina blanca como dulces, pasteles y galletas, chocolate, frutas y sus zumos, refrescos, leche, yogur y cereales envasados (simples) y verduras, cereales integrales y legumbres (complejos).

2.3.3.2.6. Fibra

La fibra está compuesta por hidratos de carbono complejos no digeribles y se divide según su solubilidad en agua, como soluble o insoluble. En general, la fibra actúa aumentando la motilidad intestinal, favoreciendo la microbiota intestinal, reteniendo agua, reduciendo la absorción de lípidos en el intestino, fijando sales biliares, regulando el metabolismo glucídico, además de participar en el intercambio iónico (Ca, Zn y Fe) (Gil Hernández, 2017; Mataix Verdú, 2015a).

La IDR de fibra dietética es igual para ambos sexos: 25 mg/día. Las principales fuentes alimentarias de lípidos son las siguientes: legumbres, frutas, verduras y cereales (soluble) y cereales y derivados (insoluble).

2.3.4. Problemas nutricionales en la edad escolar

Los requisitos dietéticos y nutricionales de los niños difieren de los de los adultos porque todavía están creciendo. Los nutrientes que son esenciales para el crecimiento se vuelven más importantes en los niños. Los problemas nutricionales más comúnmente asociados con los niños incluyen el retraso en el crecimiento, la anemia por deficiencia de hierro, la deficiencia de vitamina D, el estreñimiento, las alergias e intolerancias, y los trastornos de la alimentación. Otras preocupaciones nutricionales importantes en la infancia son el peso inadecuado y la malnutrición.

2.3.4.1. Retraso en el crecimiento

Se diagnostica retraso en el crecimiento cuando el peso o tasa de aumento de peso de un niño es significativamente inferior a la de otros niños de edad y sexo similares. Los niños que no crecen adecuadamente son notablemente más pequeños o bajos que otros niños de la misma edad. Los niños con retraso en el crecimiento tienen una circunferencia de cabeza, altura, y peso que no coinciden con los gráficos de crecimiento estándar. Su peso está por debajo del tercer percentil (como se describe en los gráficos de crecimiento estándar) o el 20 por ciento por debajo del peso ideal para su altura. El crecimiento puede haberse reducido o detenido después de una curva de crecimiento previamente establecida.

2.3.4.2. Anemia por deficiencia de hierro

La deficiencia de hierro en los niños es un problema común. Puede ocurrir en muchos niveles, desde una deficiencia leve hasta la anemia por deficiencia de hierro, una condición en la que la sangre no tiene suficientes glóbulos rojos sanos. La deficiencia de hierro no tratada puede afectar el crecimiento y desarrollo de un niño. Sin embargo, la mayoría de los signos y síntomas de la deficiencia de hierro en los niños no aparecen hasta que aparece la anemia por deficiencia de hierro. Los signos y síntomas de la anemia por deficiencia de hierro pueden incluir: piel pálida, fatiga, manos y pies fríos, crecimiento y desarrollo desacelerados, poco apetito, respiración anormalmente rápida, problemas de comportamiento, infecciones frecuentes y antojos inusuales para sustancias no nutritivas, como hielo, suciedad, pintura o almidón.

2.3.4.3. Deficiencia de vitamina D y raquitismo

La vitamina D es un compuesto metabólicamente activo vital que se sintetiza por el cuerpo utilizando la luz de rayos ultravioleta B de onda corta o se absorbe a través de la dieta. El papel de la vitamina D es facilitar la absorción y mantener la homeostasis de calcio y fósforo. Cuando el cuerpo carece de vitamina D es incapaz de regular adecuadamente los niveles de calcio y fósforo. Si los niveles sanguíneos de esos minerales disminuyen, las otras hormonas corporales pueden estimular la liberación de calcio y fosfato desde los huesos al torrente sanguíneo para elevar los niveles, lo cual conduce al reblandecimiento y debilitamiento de los huesos.

El raquitismo es una enfermedad producida por una deficiencia de vitamina D que se caracteriza por deformidades esqueléticas causadas por un descenso de la mineralización de los huesos y cartílagos debido a niveles bajos de calcio y fósforo en la sangre.

2.3.4.4. Estreñimiento

El estreñimiento en los niños es un problema común. Un niño estreñado tiene movimientos intestinales infrecuentes o heces duras y secas. Afortunadamente, la mayoría de los casos de estreñimiento en los niños son temporales. El estreñimiento en los niños tiene muchas causas posibles y a veces no hay razón obvia. Las causas comunes incluyen: no comer demasiados alimentos que sean altos en grasa y baja en fibra; no beber suficiente agua y otros fluidos; tener un cambio en la dieta; no realizar suficiente ejercicio; y sentirse estresado por el colegio, amigos o familiares.

2.3.4.5. Alergias e intolerancias

Las reacciones adversas a los alimentos se pueden dividir en reacciones tóxicas y no tóxicas. Las reacciones tóxicas pueden aparecer en cualquier individuo expuesto, y la toxicidad puede ser inducida naturalmente durante el procesamiento de alimentos o por la contaminación externa. Las reacciones no tóxicas están divididas en reacciones no mediadas por el sistema inmune (intolerancia alimentaria) y reacciones mediadas por el sistema inmune (alergia). Las alergias a los alimentos son generalmente más severas y tienen más síntomas que las intolerancias de alimentos.

Cuando un niño tiene una alergia a los alimentos, su sistema inmunológico reacciona de forma exagerada, produciendo anticuerpos a los alimentos como si fuera un virus u otro invasor extranjero peligroso. Esta reacción inmune es lo que produce síntomas de alergia. Cada vez que el niño come (o, en algunos casos, maneja o respira) el alimento, el cuerpo libera sustancias químicas como la histamina. Esto desencadena síntomas alérgicos que pueden afectar el sistema respiratorio, el tracto gastrointestinal, la piel o el sistema cardiovascular. Los alimentos que más comúnmente producen alergia en los niños son: frutos secos (cacahuetes, nueces, almendras, anacardos, pistachos), leche de vaca, huevos, pescado y mariscos, soja y trigo.

Los síntomas de la intolerancia a los alimentos incluyen hinchazón, diarrea y dolor de estómago y suelen remitir por sí mismos. Las dietas de eliminación son la prueba más común para la intolerancia a los alimentos. Esto implica eliminar los alimentos sospechosos de la dieta por un período de tiempo, generalmente semanas y luego reintroducir los alimentos uno a uno para averiguar qué alimentos están causando la intolerancia. Las intolerancias más comunes incluyen lactosa, trigo, aditivos y fructosa.

2.3.4.6. Trastornos de la alimentación

Los trastornos de la alimentación, como la anorexia nerviosa, la bulimia y la alimentación selectiva, han aumentado en las últimas décadas. Estos trastornos de la alimentación son más comunes en las niñas que los niños, sin embargo, el número de niños que desarrollan las condiciones está aumentando, mientras que la edad promedio de los pacientes continúa disminuyendo. La detección y prevención tempranas son clave para tratar los trastornos de la alimentación en niños pequeños. Los signos a menudo son sutiles, ya que la mayoría de los niños con trastornos de la alimentación tienen síntomas más atípicos de trastorno alimentario. Las presentaciones son a menudo complejas y los patrones de restricción de alimentos suelen ser diferentes de los pacientes mayores. Los niños experimentan comúnmente "fases" de preferencia por alimentos, lo que lleva a padres a considerar los cambios iniciales en la alimentación como "normal" y no detectar estas señales iniciales.

2.3.4.7. Peso inadecuado

Puede haber varias razones que resultaron en el estado con bajo peso, el más común es una enfermedad, una mala ingesta nutricional y el pobre apetito. También se puede deberse a la privación de alimentos. Esta condición se puede corregir proporcionando suficiente energía y consumo de nutrientes.

La obesidad es el resultado de la desnutrición donde un niño está obteniendo muchas más calorías de las que sus cuerpos requieren y, a menudo, de las fuentes deficientes, es decir, los alimentos no son densos de nutrientes. Puede dar lugar a una gran cantidad de efectos negativos en el sistema cardiovascular, el equilibrio hormonal, las articulaciones, etc.

y los síntomas y las condiciones secundarias variarán con otras deficiencias y toxicidades de nutrientes relacionadas con la dieta específica del niño.

2.3.4.8. Malnutrición

La malnutrición simplemente significa un estado de nutrición pobre o inapropiada. En el mundo en desarrollo, la palabra malnutrición evoca una imagen de un niño con bajo peso o con una pérdida de peso excesiva. Tal niño tiene un peso marcadamente bajo para su edad, así como por su altura. Se dice que el niño tiene malnutrición y el estado de la enfermedad se llama emaciación. Si el estado de malnutrición persiste durante un período prolongado de tiempo, la altura del niño también se verá afectada. Esto da lugar a la enfermedad de estado de estatura corta o aturdimiento nutricional.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Comité de ética

La autorización administrativa original (2014/29630) para la realización del proyecto "Antropometría y Nutrición Infantil de Valencia" (ANIVA) en 14 centros educativos (CEIP Pare Català (Valencia), CEIP Blasco Ibáñez (Valencia), CEIP Prácticas (Valencia), CEIP Benimaclet (Valencia), Liceo Francés (Paterna), CEIP Joan Fuster (Manises), CEIP José García Planells (Manises), Santos Patronos (Alzira), CEIP Crist del Miracle (La Llosa de Ranes), CEIP La Sènia (L'Alcúdia de Crespins), CEIP Papa Calixto III (Canals), CEIP José Molla (Canals), CEIP Ramón Martí Soriano (Vallada), CEIP Padre Moreno (Moixent)) se recibió el 4 de noviembre de 2014 del Secretario Autonómico de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana.

El 25 de febrero de 2016 se recibió una nueva autorización (2016/6024) del Secretario Autonómico de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana para poder desarrollar en proyecto ANIVA en todos los centros educativos de la titularidad de la Generalidad Valenciana y en los centros sostenidos con fondos públicos.

El 12 de abril de 2016 se recibió autorización (H1454578400244) de la presidenta del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València para la modificación de los documentos de recogida de información utilizados en el proyecto ANIVA y la ampliación de la recogida de datos a centros de salud primaria previa autorización de los mismos.

3.2. Población objeto de estudio

El proyecto ANIVA está activo desde el curso académico 2014-2015. La recogida de datos se lleva a cabo durante los cursos académicos 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019. Debido a la situación sanitaria debido al coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) durante los cursos 2019-2020 y 2020-2021 fue imposible acceder a los centros educativos y/o sanitarios para la recogida de datos. Se espera poder volver a acceder a los centros educativos en el curso académico 2021-2022.

Durante el periodo que lleva activo el estudio, se ha recogido una muestra de 2237 niños (1139 (50.9%) niñas y 1098 (49.1%) niños), de entre 6 a 9 años, residentes en la Comunidad Valenciana.

3.3. Diseño y protocolo de estudio

3.3.1. Diseño

El estudio ANIVA es un estudio epidemiológico, transversal y observacional de base poblacional en población infantil de 6 a 9 años de la Comunidad Valenciana.

3.3.2. Protocolo

El protocolo de actuación del estudio ANIVA se divide en varias fases. La primera fase, la fase informativa del estudio, comprende el contacto con los colegios mediante una carta formal y/o email, en la cual se detalla brevemente el estudio y se solicita una cita con el/la director(a), jefe(a) de estudios, miembros del Consejo Escolar y/o miembros de la Asociación de Padres con la finalidad de poder explicar en persona y de forma más detallada los objetivos y la metodología del estudio antes de solicitar su participación. Durante esta reunión, se procede a mostrar la documentación relativa a la autorización del estudio por parte de la Conserjería y de la Universitat de València, la hoja explicativa del proyecto, el consentimiento informado a firmar por parte de los padres/tutores y toda la documentación que se utilizaría en la recogida de datos. Una vez el colegio acepta participar, se hace llegar toda la documentación para la recogida de datos a los alumnos/padres/tutores participantes a través del profesorado.

Toda la documentación entregada se encuentra listada a continuación:

- Hoja explicativa del proyecto ANIVA en la que se detalla la finalidad y metodología del estudio y se garantiza la confidencialidad en cumplimiento con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD). En la hoja explicativa se indicaba un teléfono y correo electrónico de contacto del grupo de

investigación del proyecto ANIVA por si los niños y/o padres tenían alguna duda a la hora de para cumplimentar la documentación de la recogida de datos.

- Consentimiento informado, de acuerdo con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, a través del cual el padre/madre/tutor autoriza a que su hijo(a) forme parte del estudio.
- Cuestionario sobre las características sociodemográficas, educativas y el estilo de vida.
- Registro de consumo de alimentos de tres días (dos días laborales/lectivos y un día festivo).
- Cuestionario Evaluation of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) in children and adolescents.
- Cuestionario Mediterranean Diet Adherence Screener (MEDAS).
- Cuestionario MedDietScore (MDS).
- Cuestionario sobre hábitos en el desayuno.
- Cuestionario Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI).
- Cuestionario BEARS: Bedtime problems, Excessive daytime sleepiness, Awakenings during the night, Regularity and duration of sleep, and Sleep-disordered breathing.
- Cuestionario Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ).
- Cuestionario Pediatric Sleep Questionnaire (PSQ).
- Cuestionario Center for Epidemiological Studies Depression Scale for Children (CES-DC).

Transcurridos 15 días desde la entrega de la documentación, se procede a recoger la misma. La entrega del Consentimiento Informado firmado en este momento se considera condición indispensable para la inclusión en el estudio. Después de la recepción del Consentimiento Informado y la comprobación de la correcta cumplimentación de la documentación se considera finalizada la primera fase del estudio.

La segunda fase consiste en la determinación de las medidas antropométricas de los niños. Estas mediciones se llevan a cabo durante una hora y fecha pactada previamente con el colegio, a través del profesorado/tutor de la clase, para así perturbar lo mínimo indispensable el desarrollo normal de las actividades escolares.

En la medición se utiliza siempre que sea posible el mismo material y procedimiento para todo el estudio ANIVA. Se separa a los niños en grupos de hasta 8 miembros, siempre del mismo sexo, y se les acompaña al espacio habilitado por el centro escolar para la toma de medidas. En todo momento los niños permanecen en compañía de personal del centro además de los investigadores colaboradores del estudio.

3.3.3. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que se establecieron para determinar la adecuación de la inclusión de los niños en el estudio son los siguientes:

- Participación voluntaria del niño y Consentimiento Informado firmado por padres/tutores legales.
- Edad comprendida entre los 6 y 9 años.
- No tener diagnosticada ninguna enfermedad y/o patología que requiera la modificación de la dieta, pueda influir en la ingesta, utilización o requisitos de nutrientes y/o en los hábitos de actividad física.

- No tomar habitualmente fármacos y/o suplementos que requieran la modificación de la dieta, pueda influir en la ingesta, utilización o requisitos de nutrientes y/o en los hábitos de actividad física.

A su vez, los criterios de exclusión establecidos son los siguientes:

- Ausencia de Consentimiento Informado firmado por padre/madre/tutor legal.
- No asistencia al centro escolar los dos días concertados para la entrega de documentación y la toma de medidas antropométricas.
- No cumplimentar correctamente la documentación para la recogida de datos.
- Estar fuera del rango de edad marcado en el estudio.
- Tener diagnosticada enfermedad y/o patología que requiera la modificación de la dieta, pueda influir en la ingesta, utilización o requisitos de nutrientes y/o en los hábitos de actividad física.
- Tomar habitualmente fármacos y/o suplementos que requieran la modificación de la dieta, pueda influir en la ingesta, utilización o requisitos de nutrientes y/o en los hábitos de actividad física.

3.4. Determinación de medidas antropométricas

El estudio de las medidas antropométricas es una parte esencial en el estudio del estado nutricional (González Jiménez, 2013). La OMS establece el estudio de las medidas antropométricas como método preferente para el control y la vigilancia de los factores de riesgo para enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación y el estilo de vida (World Health Organization Expert Committee on Physical Status, 1995). En la infancia, el estudio de las medidas antropométricas es, además, el método más adecuado para valorar el ritmo de crecimiento y el desarrollo corporal (Serra-Majem, L., Ribas Barba, & Henríquez Sánchez, 2016).

La determinación de las medidas antropométricas se obtiene en los propios centros escolares. Las medidas se realizan de acuerdo con las técnicas estándares establecidas (de Onis, M., Onyango, Van den Broeck, Chumlea, & Martorell, 2004; World Health Organization, 2005) y son tomadas varias veces, estableciendo como valor la media obtenida de entre las medidas.

3.4.1. Altura

Para la medición de la altura (en centímetros) se usa el estadiómetro portátil SECA 213[®], con un alcance de medición de entre 20 y 205cm y con divisiones de 1mm o un estadiómetro de pared SECA 222[®]. La escala en el lateral del estadiómetro permite consultar la altura durante la medición, lo cual asegura la precisión de los resultados.

Para la medición, los niños se descalzan y se colocaban de pie con las piernas juntas de espaldas al estadiómetro, lo más erguidos posible, con la cabeza recta, de forma que la línea del plano horizontal de Frankfurt del niño sea paralela al suelo. En el momento de la

medición, las rodillas deben de estar estiradas y talones, glúteos y escapulas en contacto con la pieza vertical del estadiómetro mientras que los brazos permanecen extendidos y pegados al tronco en su posición natural. La pieza móvil del estadiómetro se baja hasta contactar con la cabeza del niño, presionando ligeramente, y es en esta posición donde se toma la medida.

A partir de los datos obtenidos, se calcula la altura estandarizada o normalizada (z-score) para la edad y el percentil, mediante el software WHO AnthroPlus[®] diseñado por la OMS (World Health Organization, 2011).

3.4.2. Peso

Para la medición del peso (en kilogramos) se utilizan básculas de plataforma (SECA 861[®]), básculas de composición corporal con análisis de impedancia bioeléctrica (TANITA BC545N[®], Soehnle Body Balance Comfort Select 63760[®] y OMRON BF511[®]) o un analizador de la composición corporal por segmentación (TANITA 418[®]). La báscula SECA 861[®] tiene una capacidad máxima de peso de 200kg y divisiones de 50g hasta los 150kg y de 100g entre 150 y 200kg. La TANITA BC545N[®] tiene una franja de edad de entre 5 y 99 años, incrementos de 100g y una capacidad máxima de peso de 150kg. La Soehnle Body Balance Comfort Select 63760[®] tiene una franja de edad de entre 16 y 99 años, incrementos de 100g y una capacidad máxima de peso de 150kg. La OMRON BF511[®] tiene una franja de edad de entre 6 y 80 años, incrementos de 100g y una capacidad máxima de peso de 150 kg. Está clínicamente validado (Bosy-Westphal et al., 2008) y cuenta con la clasificación de dispositivo médico. El analizador de la composición corporal por segmentación TANITA 418[®] tiene una capacidad máxima de peso de 200kg con divisiones de 100g y un rango de grasa corporal de entre 1 y 75%.

En el momento de la medición los niños se suben descalzos al centro de la unidad principal con los pies sobre los electrodos, de manera que su peso quede uniformemente distribuido, con las rodillas y espalda rectas y mirando al frente. Todos los niños portan una indumentaria similar (pantalón y camiseta) en el momento de la medición.

A partir de los datos obtenidos, se calcula el peso estandarizado o normalizado (z-score) para la edad y el percentil, mediante el software WHO AnthroPlus® (World Health Organization, 2011).

3.4.3. Índice de Masa Corporal

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m²). Según la OMS, se establecen distintos puntos de corte para la clasificación en función del IMC:

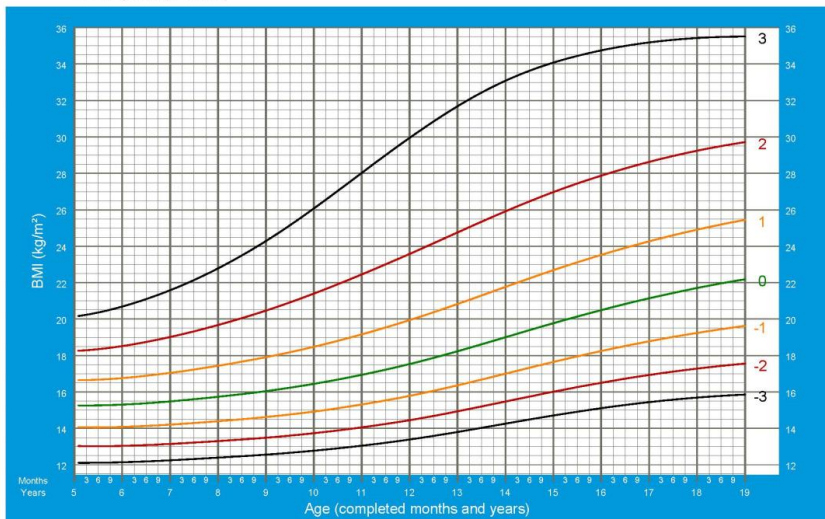
Clasificación del IMC	
Insuficiencia ponderal	< 18.5
Intervalo normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	≥ 25.0
Preobesidad	25.0 - 29.9
Obesidad	≥ 30.0
Obesidad de clase I	30.0 - 34.9
Obesidad de clase II	35.0 - 39.9
Obesidad de clase III	≥ 40.0

Figura 5. Puntos de corte para la clasificación según el IMC (World Health Organization, 2021)

En el caso de los niños de 5 a 19 años no se utilizan estos puntos de corte previamente definidos ya que es necesario tener en cuenta la edad. El sobrepeso y la obesidad se definen de la siguiente manera: el sobrepeso es el IMC con más de una desviación típica por encima de la mediana establecida para la edad en los patrones de crecimiento infantil de la OMS, y la obesidad es mayor que dos desviaciones típicas. Por el lado contrario, el infra peso es el IMC con más de dos desviaciones típicas por debajo de la mediana establecida para la edad en los patrones de crecimiento infantil de la OMS, y el infra peso severo es menor que tres desviaciones típicas (World Health Organization, 2021).

BMI-for-age BOYS

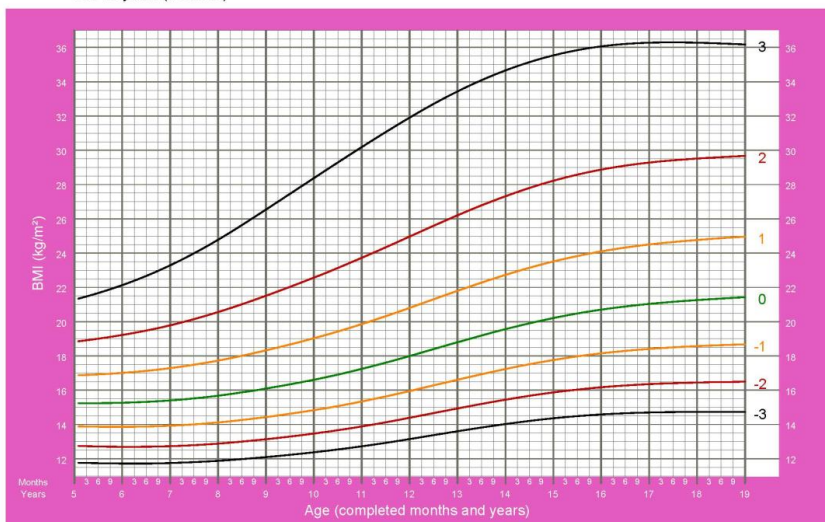
5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference

BMI-for-age GIRLS

5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference

Figura 6. Curvas de patrones de crecimiento para el IMC en función de la edad y sexo (OMS, 2006).

A nivel nacional, existen varias tablas de crecimiento que definen el bajo peso, normo peso, sobrepeso, y obesidad mediante puntos de corte de IMC específicos para edad y sexo utilizando la categoría del percentil. Estas son las de Hernández 1988 (Hernández et al., 1988), las de Sobradillo 2004 (Sobradillo et al., 2004) y las del estudio transversal español de crecimiento (ETEC) 2008 (Carrascosa Lezcano et al., 2008). Actualmente, la mejor opción para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad infantil serían las tablas de Hernández (1988) (Hernández et al., 1988) por estar realizadas con población española antes de que se iniciara el incremento del IMC y de la prevalencia de sobrepeso y obesidad que las otras (Carrascosa Lezcano et al., 2008; Sobradillo et al., 2004) normalizan.

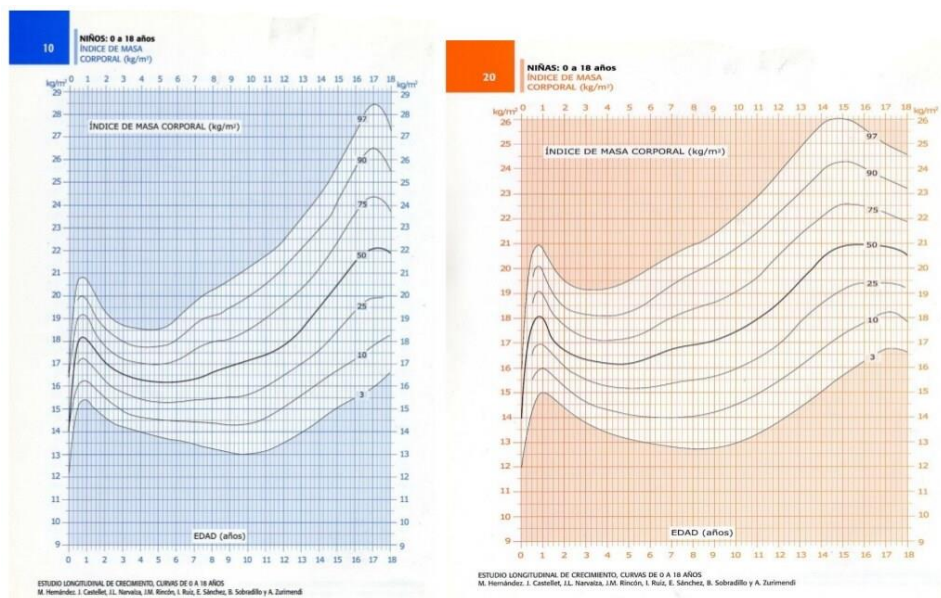


Figura 7. Curvas de patrones de crecimiento para el IMC en función de la edad y sexo para población española ((Hernández et al., 1988)

Se calcula el (IMC (en kg/m^2) de cada niño a partir de los valores obtenidos de peso y la altura. En la actualidad, el criterio más utilizado para la población infantil es el IMC estandarizado o normalizado (z-score) para la edad y el percentil, y se conoce como IMC z-score. Así que al igual que con las anteriores medidas antropométricas, se calcula el IMC z-score, mediante el software WHO AnthroPlus® (World Health Organization, 2011).

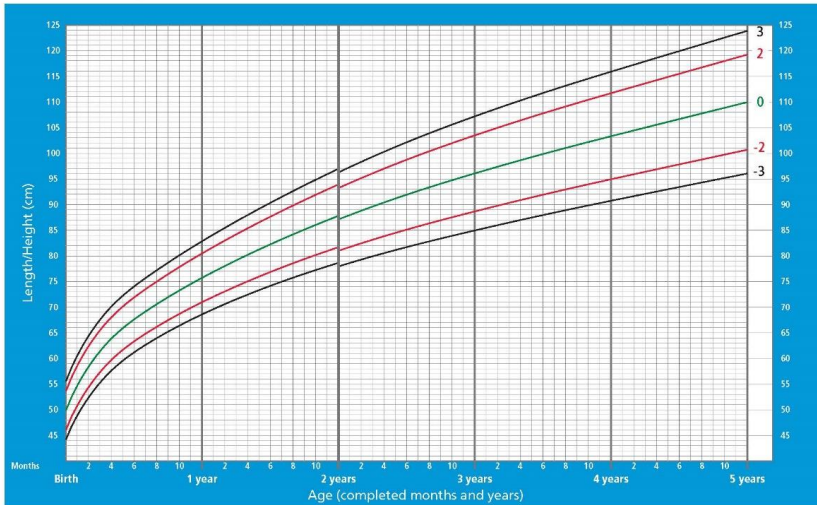
3.4.4 Z-score

El z-score da una idea de qué tan lejos de la media está un punto de datos. Técnicamente, es una medida de cuántas desviaciones estándar (DE) por debajo o por encima de la media bruta de la población está un valor. Para poder comparar más adecuadamente la altura, el peso, y el IMC, se deben calcular sus respectivos z-scores, que consiste en la comparación de los datos antropométricos reales con los valores óptimos de crecimiento en función del sexo y edad.

En las curvas de patrones de crecimiento de la OMS (World Health Organization, 2006) se muestran varias curvas. La curva central es la media de la población específica estudiada. El 50 por ciento de la población están por encima de la media y el otro 50 por ciento están por debajo. En general, la mayoría de los individuos saludables presentan valores cercanos a los de la curva central. Las otras líneas en la curva representan los valores de la media $\pm 1\text{DE}$, media $\pm 2\text{DE}$ y media $\pm 3\text{DE}$. Se debe destacar que para evaluar adecuadamente el crecimiento de un niño se necesitan una serie de puntos para poder evaluar los patrones y tendencias de crecimiento.

Length/height-for-age BOYS

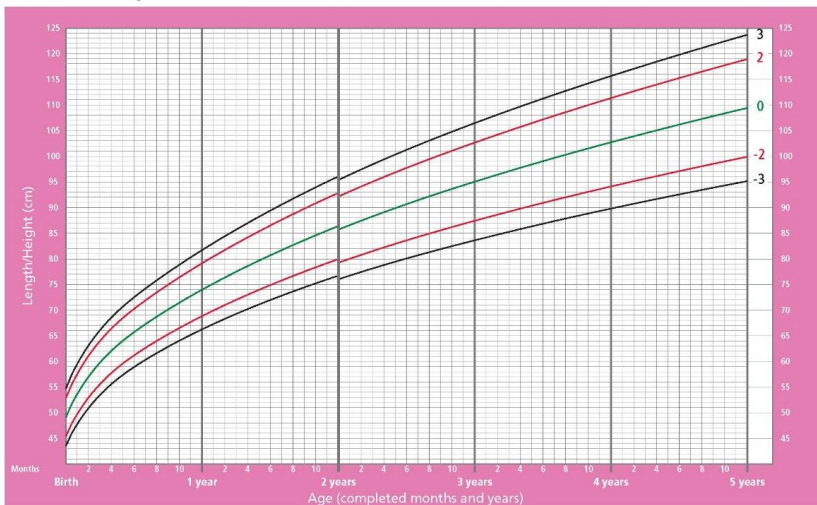
Birth to 5 years (z-scores)



WHO Child Growth Standards

Length/height-for-age GIRLS

Birth to 5 years (z-scores)

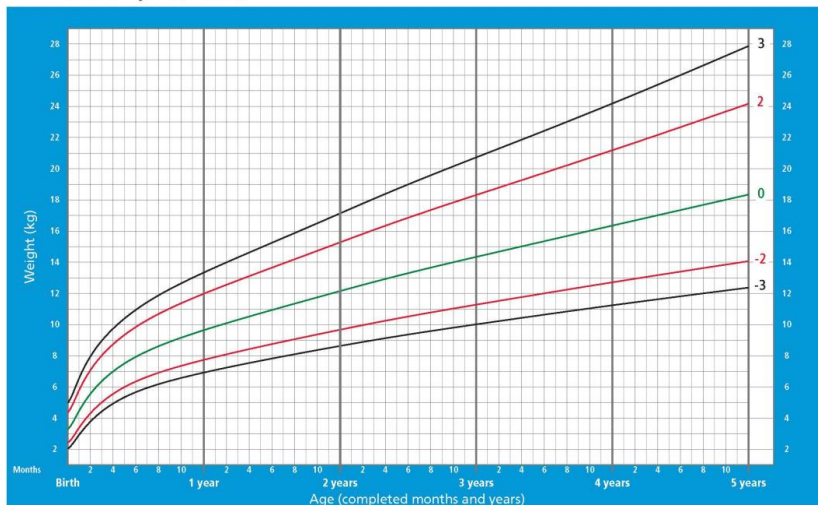


WHO Child Growth Standards

Figura 8. Curvas de patrones de crecimiento para la altura en función de la edad y sexo (OMS, 2006).

Weight-for-age BOYS

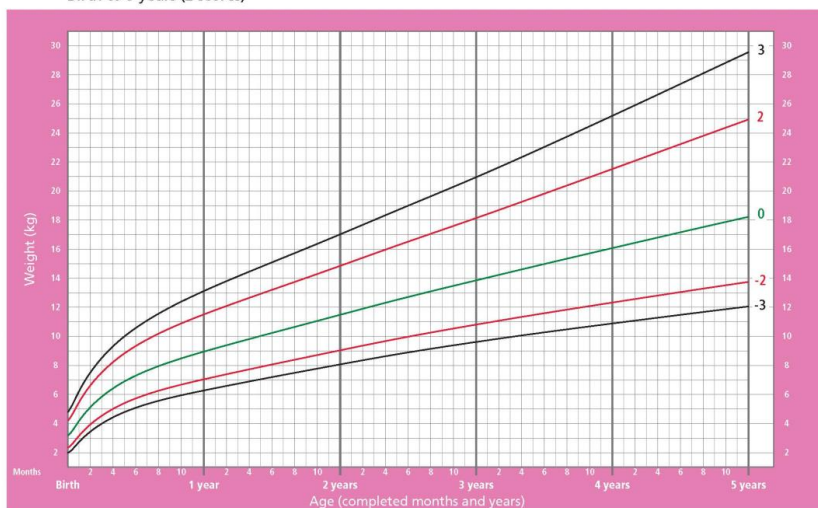
Birth to 5 years (z-scores)



WHO Child Growth Standards

Weight-for-age GIRLS

Birth to 5 years (z-scores)



WHO Child Growth Standards

Figura 9. Curvas de patrones de crecimiento para el peso en función de la edad y sexo (OMS, 2006).

Para la altura, se considera como altura adecuada un valor de z-score entre -1,5DE y +2DE. Respecto al peso, se considera infra peso si el valor de z-score está por debajo -2DE e infra peso severo si el valor de z-score está por debajo -3DE. Para el IMC un valor de z-score de +1DE implica sobrepeso, un valor de z-score de +2DE obesidad, y un valor de z-score +3DE obesidad grave. A su vez, un valor de z-score -2DE se considera como emaciación y un valor -3DE emaciación severa. En general, los valores ± 3 DE usualmente indican algún tipo de problema de crecimiento.

3.4.4. Perímetros de cintura y cadera

Los perímetros de cintura y cadera (en centímetros) se miden con una cinta métrica flexible no elástica, con divisiones de 1mm, ejerciendo una ligera presión sobre la piel, pero sin comprimir los tejidos blandos después de una respiración normal y con el abdomen relajado. La medición se hace con el niño de pie, con los pies a la altura de los hombros y los brazos extendidos a lo largo del tronco. Para la medición del perímetro de la cintura, se utiliza el punto medio entre la parte inferior del reborde costal y el borde superior de la cresta iliaca. Para la medición del perímetro de la cadera, se utiliza la parte más ancha de los glúteos.

A partir de los datos obtenidos, se calcula el índice cintura/cadera (ICC) (cm cintura/cm cadera). El ICC se ha propuesto como un parámetro clínico útil para la evaluación del sobrepeso en niños. Un ICC >1 en niños o >0.8 en niñas, es indicativo de obesidad (González-Jiménez, Montero-Alonso, & Schmidt-Rio Valle, 2013; Rodríguez-Bautista, Correa-Bautista, González-Jiménez, Schmidt-RioValle, & Ramirez-Velez, 2015). Es una herramienta de evaluación válida para determinar el riesgo de desarrollo o presencia de

síndrome metabólico, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Istiqomah, Gurnida, Hilmanto, Hakim, & Fauziah, 2019; Moore et al., 2015).

3.4.5. Pliegues cutáneos

Según la hipótesis de que la grasa corporal se distribuye por igual en el cuerpo, el grosor de un pliegue cutáneo es una medida de la grasa subcutánea por lo que serían indicadores sencillos para poder estimar de manera indirecta el porcentaje de grasa corporal (de Girolami & Soria, 2003).

Según el protocolo desarrollado en la Conferencia de Consenso de Airlie y publicado en 1988, que se emplea mundialmente como referencia, existen nueve sitios para la medición de pliegues cutáneos y que se: pectoral, tricípital, bicipital, subescapular, midaxilar, suprailíaco, abdominal, muslo medio, pantorrilla media (Lohman, Roche, & Martorell, 1988). Para evaluar adecuadamente los valores obtenidos en las mediciones es necesario contar con tablas de referencia por edad y sexo para la población estudiada.

Para la medición de todos los pliegues cutáneos se utiliza el Plicómetro Medidor Panículo Adiposo Holtain LTD[®] con un rango de medición de 0–46mm una graduación de 0,2mm y una presión constante de 10g/mm².

La correcta medición de los pliegues cutáneos requiere una adherencia estricta seguimiento al siguiente protocolo, que es el estándar entre los investigadores que han desarrollado las ecuaciones de predicción para determinar el porcentaje de grasa corporal a partir de mediciones de pliegues cutáneos.

- Se define el lado del cuerpo en que se van a hacer las mediciones.
- Se marca el sitio a ser medido una vez que este ha sido cuidadosamente identificado, con

un lápiz dermosensible.

- Se sujeta el pliegue cutáneo firmemente entre los dedos índice y pulgar de la mano izquierda a 1 cm proximal al sitio del pliegue cutáneo y separado del cuerpo. La cantidad de tejido sujetado debe ser suficiente para formar un pliegue con sitios aproximadamente paralelos.
- Se sostiene el plicómetro en la mano derecha, perpendicular al eje longitudinal del pliegue cutáneo y con la escala de lectura del plicómetro hacia arriba y fácilmente legible. Las puntas del plicómetro deben ser colocadas en el sitio, a 1cm distal de los dedos que sostienen el pliegue cutáneo, de manera que la presión de los dedos no afectará el valor medido.
- El plicómetro no debe ser colocado muy profundamente en el pliegue cutáneo o muy cerca a la punta de este. La persona que hace la medición debe tratar de visualizar en donde está el espesor de un doble pliegue de piel y colocar las puntas del plicómetro en dicho lugar.
- La escala de lectura es leída aproximadamente 4 segundos después de que la presión de la mano de la persona que realiza la medición ha sido liberada del brazo del plicómetro teniendo cuidado de evitar errores causados por paralaje. Las lecturas deben ser registradas al milímetro (1mm) más cercano.
- Deben tomarse como mínimo 2 mediciones en cada sitio con una diferencia mínima de 15 segundos. Si mediciones consecutivas varían en más de 1 mm, deberá realizarse una tercera o más mediciones hasta que exista consistencia.
- La persona que realiza la medición deberá mantener la presión entre el índice y el pulgar a lo largo de cada medición.

3.4.5.1. Bicipital

El pliegue cutáneo bicipital es un pliegue vertical en el aspecto anterior del brazo, sobre la loma del músculo bíceps, directamente opuesto al sitio de pliegue cutáneo tricipital. La medida se toma en el punto más protuberante del músculo bíceps, el cual puede ser visualizado lateralmente cuando el niño se coloca de pie con el brazo relajado colgando a lo largo del cuerpo.

3.4.5.2. Tricipital

El pliegue cutáneo tricipital está en la cara posterior del brazo, sobre el músculo tríceps, a medio camino entre la proyección lateral del proceso acromion de la escápula y el margen inferior del proceso olécranon del cúbito. El punto medio entre los procesos acromion y olécranon debe ser marcado a lo largo del lado lateral (exterior) del brazo con el codo flexionado a 90 grados. El brazo del niño debe luego colgar suelto hacia un lado, con la palma dirigida anteriormente para determinar apropiadamente la línea media posterior. El sitio de pliegue cutáneo debe ser marcado a lo largo de la línea media posterior del brazo al mismo nivel del punto medio marcado previamente. La persona que realiza la medición debe colocarse detrás del sujeto para la medición.

3.4.5.3. Suprailíaco

El pliegue cutáneo suprailíaco es medido justo arriba de la cresta ilíaca en la línea midaxilar. El eje longitudinal sigue las líneas naturales de desdoblamiento de la piel (líneas topológicas llamadas líneas de Langer) y corre diagonalmente. El niño debe permanecer recto de pie con los pies juntos y los brazos colgando a los lados, aunque el brazo puede estar separado del cuerpo y flexionado ligeramente para mejorar el acceso al sitio. La persona

que realiza la medición debe sujetar el pliegue cutáneo a 1cm posterior de la línea midaxilar y medir el pliegue sobre dicha línea.

3.4.5.4. Abdominal

El pliegue cutáneo abdominal, es muy interesante para determinar la grasa abdominal de una persona. El niño permanece recto de pie con el peso del cuerpo distribuido de forma pareja en ambos pies, con los músculos abdominales relajados y respirando tranquilamente. Se mide un pliegue cutáneo horizontal a 3cm a la derecha (o izquierda) y a 1cm por debajo del punto medio del ombligo.

3.4.4. Masa de músculo esquelético

La masa y composición del músculo esquelético son los principales determinantes de la función metabólica muscular global, la fuerza y el rendimiento físico (Heymsfield, Gonzalez, Lu, Jia, & Zheng, 2015).

Para evaluar la masa de músculo esquelético o masa muscular esquelética (MME), se utiliza la ecuación del modelo de peso y altura corporal de Lee (Lee et al., 2000) con los datos de medición antropométrica obtenidos de peso y altura junto con edad, sexo y raza. Una vez obtenidos los resultados, los niños son clasificados según la cantidad de MME en kg utilizando los rangos de normalidad obtenidos mediante las ecuaciones de Webber & Barr (Webber & Barr, 2012) en función de la edad, sexo y etnia, con los siguientes rangos de normalidad de los resultados : niños de 6 años [3,268kg–11,048kg], niños de 7 años [3,965kg–13,031kg], niños de 8 años [4,504kg–14,872kg], niños de 9 años [4,931kg–16,593kg], niñas de 6 años [3,744kg–7,963kg], niñas de 7 años [4,152kg–9,007kg], niñas de 8 años [4,615kg–10,107kg] y niñas de 9 años [5,356kg–11,485kg].

3.4.5. Porcentaje de grasa corporal

La determinación y monitoreo del porcentaje de grasa corporal (PGC), podría ser útil para el diagnóstico y monitoreo de la obesidad infantil en atención primaria, donde no hay normalmente necesidad de utilizar métodos más precisos, pero que pueden resultar mucho más caros y agresivos para el niño (Wendel et al., 2017).

Actualmente, existen numerosas y diferentes ecuaciones diseñadas para estimar el PGC utilizando los pliegues cutáneos (Gutiérrez Hervás, Cortés Castell, Juste Ruíz, Gil Guillén, & Rizo Baeza, 2017):

- Brook y Lukaski (Rodriguez, G. et al., 2005):

$$\text{Niños } D = [1.1315 + 0.0018 (\text{edad}-2)] - [0.0719 - (0.0006 (\text{edad}-2) * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapular} + \text{suprailiac})]$$

$$\text{Niñas } D = [1.1315 + 0.0004 (\text{edad}-2)] - [0.0719 - (0.0003 (\text{edad}-2) * \log (\sum \text{bicipital} + \text{tricipital} + \text{subescapular} + \text{suprailiac})]$$

(D = densidad)

- Siri (Rodriguez, G. et al., 2005):

$$\text{Niños } D = 1.1690 - 0.0788 * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiac})$$

$$\text{Niñas } D = 1.2063 - 0.0999 * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiac})$$

(D = densidad). %GC = (4.95/D - 4.5) x 100

- Goran (Goran, Driscoll, Johnson, Nagy, & Hunter, 1996):

$$\%GC = \text{peso} * (0.18 * \text{peso} + 0.23 * \text{subescapular} + 0.13 * \text{triceps} - 3.0) / 100$$

- Slaughter (Slaughter et al., 1988):

$$\text{Niños \%GC} = \text{peso} * [(1.21 * (\text{triceps} + \text{subescapular}) - 0.008 (\text{triceps} + \text{subescapular})^2 - 1.7] / 100$$

$$\text{Niñas \%GC} = \text{peso} * [1.33 * (\text{triceps} + \text{subescapular}) - 0.013 (\text{triceps} + \text{subescapular})^2 - 2.5] / 100$$

- Deurenberg (Deurenberg, Pieters, & Hautvast, 1990):

$$\text{Niños \%GC} = \text{peso} * [26.56 (\log \sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiac}) - 22.23] / 100$$

$$\text{Niñas \%GC} = \text{peso} * [29.85 (\log \sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiac}) - 25.87] / 100$$

- Huang 1 (Huang, Watkins, & Goran, 2003):

$$\%GC = \text{peso} * (0.632 * \text{peso} - 1.606 * \text{edad} - 1.882 * \text{sexo} + 3.33) / 100$$

(sexo 0 = niñas; 1 = niños; edad en años)

- Huang 2 (Huang et al., 2003):

$$\%GC = \text{peso} * (0.764 * \text{peso} - 0.471 * \text{altura} + 45.955) / 100$$

(altura en cm)

- Dezenberg 1 (Dezenberg, Nagy, Gower, Johnson, & Goran, 1999):

$$\%GC = \text{peso} * (0.342 * \text{peso} + 0.256 * \text{triceps} + 0.837 * \text{sexo} - 7.388) / 100$$

(sexo 1 = niños; 2 = niñas)

- Dezenberg 2 (Dezenberg et al., 1999):

$$\%GC = peso * (0.332 * peso + 0.263 * triceps + 0.760 * sexo + 0.704 - 8.004) / 100$$

(sexo 1 = niños; 2 = niñas).

- Hoffman (Hoffman, Toro-Ramos, Sawaya, Roberts, & Rondo, 2012):

$$\%GC = 100 [6.371 + 0.488 * peso + 0.128 * triceps (11.138 * altura + 0.645 * sexo - 0.188 * edad)] / peso$$

(altura en cm; sexo 0 = niños; 1 = niñas; edad en años)

Los PGC obtenidos con la ecuación de Hoffman muestran la mayor correlación con el estado del peso de los niños de acuerdo con la IMC z-score ($P < 0.001$) por lo que es adecuada para su uso en este estudio.

3.4.7. Presión arterial y frecuencia cardiaca

La presión arterial (PA) alta en los niños es casi siempre asintomática, y resulta difícil de diagnosticar ya que puede verse afectada por muchos factores, como la altura, la edad y el sexo. El Asociación Americana de Pediatría y el Instituto Nacional del Corazón, Pulmón y Sangre recomiendan que, a partir de los 3 años, se monitorice la PA de los niños, en sus visitas anuales de bienestar (American Academy of Pediatrics, 2017).

Para la medición de la PA y frecuencia cardiaca (FC) se utiliza el OMRON M2 (HEM-7119-E(V))[®]. El método de medición utilizado es el oscilométrico y los intervalos de medición son los siguientes: presión arterial: de 0 a 299mmHg; frecuencia cardiaca: de 40 a 180 latidos/min. La precisión de las mediciones es la siguiente: presión arterial: ± 3 mmHg; frecuencia cardiaca: $\pm 5\%$ de la lectura mostrada.

Para obtener resultados precisos, se sienta a los niños en una silla en un lugar tranquilo durante 5 minutos antes de hacer las mediciones. En el momento de la toma de medidas, se les pide que se sienten con la espalda recta y los pies bien apoyados en el suelo, y no se muevan ni hablen mientras se realiza la medición. La silla y la superficie de la mesa, donde colocan el brazo de tal manera que el manguito quede a la misma altura que el corazón, están a una distancia entre 25 y 30cm.

El manguito se coloca de tal manera que el tubo de aire quede en el lado del codo teniendo cuidado de que no se apoye el brazo sobre el tubo de aire. El tubo de aire debe descender por la parte interior del antebrazo y quedar alineado con el dedo corazón. La parte inferior del manguito debe estar aproximadamente a 1 o 2cm por encima del. Una vez el manguito está en posición correcta, se cierra firmemente el cierre de velcro de manera que la señal (la flecha debajo del tubo) queda centrada en la mitad del interior del brazo y apunta hacia el interior del mismo. Para obtener la lectura se pulsa el botón O/I START para encender la unidad. El manguito empieza a inflarse automáticamente. El inflado cesa y la medición empieza con el desinflado. Al desinflarse el manguito, el símbolo de latido cardíaco parpadea con cada latido. Cuando se completa la medición, el manguito se desinfla por completo. La PA y FC aparecen en la pantalla.

3.5. Determinación de estilo de vida

La información de las variables referentes al estilo de vida se recoge mediante un cuestionario cumplimentado por los padres/tutores y se estructura en las siguientes secciones:

3.5.1. Práctica de actividad física

La pregunta sobre actividad física se basa en el cuestionario de menores de la Encuesta Nacional de Salud de España 2011-2012 (ENSE 2011-2012) realizada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014). Las opciones de nivel de actividad física son las siguientes: “no hace ejercicio”; “menos de una vez al mes”; “una o más veces al mes, pero menos de una vez a la semana”; “semanalmente, durante un tiempo inferior a 2 horas”; o “semanalmente, durante un tiempo superior a 2 horas” (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014).

3.5.2. Sedentarismo

Las preguntas sobre sedentarismo se basan también en el cuestionario de menores de la ENSE 2011-2012 realizada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014). El sedentarismo se valora en función del número de horas que el niño pasa diariamente delante de televisores, tabletas, móviles y/u ordenadores, distinguiendo entre los días entre semana y los días de fin de semana y/o festivos. Las opciones de tiempo de pantallas son las siguientes: “nada”;

“menos de 1 hora”; “1 hora”; “2 o 3 horas”; o “más de tres horas” (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014).

3.5.3 Nivel socioeducativo

El nivel socioeducativo se ha definido como el nivel de estudios de los padres/tutores y/o de la entidad familiar. La pregunta sobre nivel de estudios se basa en el cuestionario de menores de la ENSE 2011-2012 realizada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014). Las opciones de nivel de estudios son las siguientes: “sin estudios”; “estudios primarios”; “estudios secundarios”; “estudios universitarios” y “estudios universitarios de posgrado”.

3.5.4. Nivel sociodemográfico

Para establecer el nivel sociodemográfico, se utiliza el lugar de residencia, definido por su código postal. Se establecen dos grupos sociodemográficos, “rural” y “urbano”. Esta clasificación se establece según el número de habitantes, si la población de residencia tiene una población de <10.000 habitantes se considera “rural” y si por lo contrario tiene una población de ≥ 10.000 habitantes, se considera “urbano”.

3.6. Determinación de la dieta

3.6.1. Estudio nutricional

La dieta se valora mediante un registro o diario de tres días, dos días laborales/lectivos y uno no laboral/lectivo. El registro incluye instrucciones de cómo se debe cumplimentar. Además de la explicación previa de cómo cumplimentar el registro, se les facilitó un número de teléfono al que pudieran dirigirse ante cualquier duda que se les pudiera presentar durante la cumplimentación del registro.

El registro debe incluir todos los alimentos, bebidas y preparados sin olvidar el agua y otros líquidos ingeridos en las comidas o entre horas. Además, se pide que se anote el tamaño de las porciones estimadas para cada alimento preferentemente por pesado o en su defecto en medidas caseras (vaso, taza, plato grande, mediano y pequeño, cucharada sopera, de postre, de café...). De los alimentos registrados se debe identificar, si es posible, la marca y sus características identificativas. Igualmente, se solicita que se incluyan las etiquetas de los alimentos, siempre que fuera posible, con su composición, ingredientes añadidos y el tipo de elaboración.

La ingesta de todos los nutrientes se procesó sobre la base de los grupos de alimentos consumidos, obteniendo a partir de estos las correspondientes evaluaciones nutricionales. Los registros de los alimentos consumidos se utilizaron para calcular la ingesta de calorías, macro y micronutrientes, con el programa informático DIAL[®], para la evaluación de dietas y gestión de datos nutricionales, desarrollado por el Departamento de Nutrición y Dietética de la Universidad Complutense de Madrid (Departamento de Nutrición (UCM) y Alce Ingeniería, S.L., 2016). Este software abierto permite añadir nuevos alimentos a la base de

datos, permitiendo incorporar su composición nutricional a partir de las etiquetas y agregar igualmente alimentos fortificados o enriquecidos.

3.6.2. Desayuno

La información relativa al hábito del desayuno se recoge en un cuestionario diseñado ad hoc para este estudio. En él se incluyen los siguientes aspectos relacionados con el hábito del desayuno: frecuencia, con quien desayuna, actividad mientras desayuna y lugar donde desayuna. Las respuestas a las diferentes preguntas se recogen y analizan de manera cualitativa sin otorgarles ninguna puntuación ni clasificación adicional.

3.7. Determinación de adherencia a dieta mediterránea

3.7.1. Mediterranean Diet Quality Index for Children and Teenagers (KIDMED)

El Mediterranean Diet Quality Index for Children and Teenagers conocido como test KIDMED se desarrolla para evaluar de manera rápida y sencilla el grado de adherencia a la dieta mediterránea (Serra-Majem, Lluís et al., 2004). Está compuesto de 16 ítems con 12 que representan un aspecto positivo en relación con una adecuada adherencia a la dieta mediterránea y donde cada respuesta afirmativa suma +1 punto, mientras que en los 4 ítems que representan un aspecto negativo en relación a una adecuada adherencia a la dieta mediterránea cada respuesta afirmativa puntúa como -1 punto. Las respuestas negativas no puntúan. La suma de las puntuaciones de cada ítem da una puntuación total para cada niño que oscila entre 0 (mínima adherencia) y 12 (máxima adherencia). Siguiendo el uso establecido del test KIDMED, se clasifica a los niños en tres categorías: de 8 a 12 se considera adherencia alta u óptima a la dieta mediterránea, de 4 a 7 adherencia media o necesidad de mejorar el patrón alimentario para adecuarlo al modelo mediterráneo y de 0 a 3 se trata de una dieta de muy baja calidad o mala adherencia a la dieta mediterránea.

3.7.2. Mediterranean Diet Adherence Screener (MEDAS)

El Mediterranean Diet Adherence Screener (MEDAS) para evaluar la adherencia a la dieta mediterránea fue desarrollado dentro del estudio de Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED), un ensayo de intervención de nutrición de prevención primaria. MEDAS es un instrumento válido para una rápida estimación de la adherencia a la dieta mediterránea y puede ser útil en la práctica clínica (Schröder et al., 2011). El cuestionario MEDAS, se compone de 14 ítems que solicitan a los participantes que informen la frecuencia

habitual del consumo o la cantidad consumida por 12 componentes principales de la dieta mediterránea y dos hábitos alimenticios relacionados con la dieta mediterránea (Martínez-González et al., 2012; Schröder et al., 2011). Cada uno de los 14 ítems se califica 1 ó 0, dependiendo de si los participantes se adhieren a cada componente de la dieta mediterránea o no y por lo tanto la puntuación resultante oscila entre 0 y 14 (Martínez-González et al., 2012; Schröder et al., 2011).

3.7.3. Mediterranean Diet Score (MDS)

El Mediterranean Diet Score (MDS), es un indicador de adherencia a la dieta mediterránea, basada en el consumo de alimentos seleccionados, fue introducido por primera vez por Trichopoulou en 1995 (Trichopoulou et al., 1995), y varias versiones modificadas de la puntuación original se han desarrollado desde entonces (Bach et al., 2006).

Siguiendo el patrón dietético mediterráneo (Supreme Scientific Health Council, Ministry of Health and Welfare of Greece, 1999), se incluye el consumo de los siguientes grupos de alimentos en la puntuación de la dieta: cereales no refinados (pan entero, pasta, arroz, otros granos, galletas, etc.), fruta, verduras, legumbres, papas, pescado, carne y productos de carne, aves de corral, productos lácteos de grasa plena (como queso, yogur y leche), así como el aceite de oliva y la ingesta de alcohol. Se asignan calificaciones individuales (de 0 a 5 o la inversa) en cada uno de los 11 grupos de alimentos de acuerdo con su posición en la pirámide de la dieta mediterránea. Para el consumo de alimentos que se sugiere un consumo a diario o más de 4 porciones / semana; (cereales no refinados, frutas, verduras, leguminosas, aceite de oliva, peces y papas) se asigna puntuación 0 cuando se informa de ningún consumo, puntuación 1 cuando se informa de consumo de 1-4 porciones/mes, puntuación 2 para 5-8 porciones/mes, puntuación 3 para 9-12 porciones/mes,

puntuación 4 por 13-18 porciones/mes y puntuación 5 por más de 18 porciones/mes. Las patatas, aunque no se encuentran en base a la pirámide mediterránea, se incluyen en este grupo de alimentos, ya que son una buena fuente de vitaminas C, B1 y B2, niacina, carbohidratos, fibra, potasio y magnesio. Por otro lado, para alimentos que se sugiere un consumo puntual o mensual (productos de carne, aves de corral y productos lácteos enteros) se asignan las puntuaciones en una escala inversa (5 cuando se informa de ningún y 0 cuando se informa de un consumo casi diario). La puntuación varía de 0 a 55 y los valores más altos indican una mayor adherencia a la dieta mediterránea.

3.8. Determinación de estado de ánimo

3.8.1. Center for Epidemiological Studies Depression Scale for Children (CES-DC)

Todos los niños rellenan el Center for Epidemiological Studies Depression Scale for Children (CES-DC) (Faulstich, Carey, Ruggiero, Enyart, & Gresham, 1986). Esta prueba se utiliza a nivel internacional (William Li, Chung, & Ho, 2010) y consiste en una prueba auto referida con un total de 20 ítems, especialmente diseñado para medir los síntomas de depresión en niños y adolescentes (6 – 17 años) (Weissman, Orvaschel, & Padian, 1980). Es una variante simplificada de la prueba CES-D para adultos, desarrollado por Radloff (1977) (Radloff, 1977) y esta validado para la población española (Sánchez Hernández, Delgado, Ángel Carrasco, & Pablo Holgado-Tello, 2018).

Cada ítem se puntúa en función de la frecuencia de aparición a lo largo de la semana anterior, desde “no”, con un valor de 0 puntos, a “mucho”, con un valor de 3. La puntuación que se puede obtener en esta prueba oscila entre 0 y 60. Una puntuación mayor refleja una mayor presencia de síntomas depresivos, con una puntuación de 15 establecido como punto de corte por Weissman et al. (1980) para la presencia de síntomas depresivos significativos (Weissman et al., 1980).

3.9. Determinación de calidad del sueño

3.9.1. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Aunque existe una diversidad de herramientas para el diagnóstico de los trastornos del sueño, el Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) ha sido considerado como una de las más apropiadas para valorar de forma cuantitativa la calidad del sueño en una amplia variedad de poblaciones clínicas (Carralero García, Hoyos Miranda, Deblas Sandoval, & López García, 2013). El PSQI, desarrollado por el Departamento de Psiquiatría de la Universidad de Pittsburgh en 1988, es un cuestionario que evalúa tanto aspectos cualitativos como cuantitativos de la calidad del sueño en el mes previo a la aplicación del mismo (Buysse, Reynolds, Monk, Berman, & Kupfer, 1989). El (PSQI) es un cuestionario auto-calificado de 19 ítems que se agrupan en 7 componentes, (1) duración del sueño, (2) perturbación del sueño, (3) latencia del sueño, (4) disfunción diurna debido a la somnolencia, (5) eficiencia del sueño, (6) calidad general del sueño y (7) uso de medicamentos para el sueño. A cada uno de estos componentes se le asigna una puntuación discreta que puede ir de 0 a 3, con 3 indicando la mayor disfunción. Las puntuaciones de los componentes del sueño se suman para producir una puntuación total que varía de 0 a 21 con una puntuación total, denominada puntuación global, más alta indicativa de una peor calidad de sueño.

Para distinguir entre personas que duermen bien y las que duermen mal, una puntuación global >5 tiene una sensibilidad del 89.6% y una especificidad del 86.5% (Buysse et al., 1989). La versión validada al castellano del PSQI (Macías & Royuela, 1996) demostró tener, en la población general, una consistencia interna medida con alpha de Cronbach de 0,81, coeficiente de kappa de 0,61, sensibilidad de 88,63%, especificidad de

74,99% y valor predictivo de la prueba positiva de 80,66% (Royuela Rico & Macías Fernández, 1997).

3.9.2. BEARS Sleep Screening Tool

El BEARS Sleep Screening Tool es una herramienta de detección pediátrica fácil de usar que parece aumentar la cantidad de información del sueño registrada, así como la probabilidad de identificar los problemas del sueño durante los encuentros de salud de rutina. (Bastida-Pozuelo & Sanchez-Ortuno, 2016; Owens, Judith A. & Dalzell, 2005), El nombre, BEARS proviene de las iniciales de las palabras Bedtime problems (B) Excessive daytime sleepiness (E), Awakenings during the night (A) Regularity of sleep (R) and Snoring (S).

BEARS incluye preguntas sobre los problemas de sueño pediátricos más comunes que afectan a los niños/adolescentes de 2 a 18 años de edad. Incluye una serie de preguntas básicas que provocan una respuesta dicotómica sí o no y que se refieren a las cinco áreas centrales del sueño enumeradas anteriormente. BEARS está diseñado principalmente para detectar varios problemas relacionados con el sueño, pero no diagnosticar trastornos del sueño. Una o más respuestas positivas sirven para indicar la necesidad de una exploración más detallada por la posible presencia de un problema de sueño.

3.9.3. Child's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ)

El Child's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ) (Grupo de Sueño de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria, 2008; Owens, Judith A., Spirito, & McGuinn, 2000; Pin Arboledas, Cubel Alarcón, Martín González, Lluch Roselló, & Morell Salort, 2011) se ha utilizado en varios estudios para examinar el comportamiento del sueño en niños (Owens, J. et al., 1999; Seifer, Sameroff, Dickstein, Hayden, & Schiller, 1996). El formulario

de los padres/tutores es un cuestionario retrospectivo de 45 ítems diseñado para niños en edad escolar entre 4 y 10 años de edad. Los ítems se clasifican en siete subclases que reflejan los siguientes trastornos relacionados con el sueño: (1) demora de inicio del sueño, (2) duración del sueño, (3) resistencia a la hora de acostarse, (4) ansiedad para dormir, (5) parasomnias, (6) despertares nocturnos, (7) somnolencia diurna. Se pide a los padres que recuerden comportamientos de sueño que ocurren en una semana "típica". Las respuestas se califican en una escala de tres puntos: "rara vez" para un comportamiento del sueño que sucede de cero a una vez a la semana, "a veces" durante dos a cuatro veces por semana y "generalmente" para un comportamiento de sueño que ocurre de cinco a siete veces a la semana. El punto de corte de 41 presenta una sensibilidad de 0,80 y una especificidad de 0,72 frente a la presencia de trastornos relacionados con el sueño (Markovich, Gendron, & Corkum, 2015).

3.9.4. Pediatric Sleep Questionnaire (PSQ)

El Pediatric Sleep Questionnaire (PSQ) (Chervin, Hedger, Dillon, & Pituch, 2000; Grupo de Sueño de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria, 2008; Vila, M. T., Torres, & Soto, 2007) va dirigido a un grupo de edad muy amplio (entre 2 y 18 años) y su forma reducida consta de 22 ítems y va dirigida a la detección de los trastornos respiratorios relacionados con el sueño mientras que en su versión extensa se investigan una amplia gama de problemas como la excesiva somnolencia diurna, trastornos conductuales, parasomnias, insomnio, movimientos periódicos de las piernas, mala higiene del sueño, etc. Los ítems se responden con "sí=1", "no=0", ó "no sabe=perdido" a excepción de las preguntas acerca de inatención e hiperactividad (nunca, a veces, a menudo y casi siempre) basándose esto en estudios poblaciones previos (Pelham Jr, Gnagy, Greenslade, & Milich,

1992). La respuesta media en ítems no perdidos es la puntuación, que puede variar de 0 a 1. Puntuaciones >0.33 se consideran sugerentes de alto riesgo para un trastorno pediátrico relacionado con el sueño (Chervin et al., 2000).

3.9.5. Acelerómetro GeneActiv®

Cuando la situación lo permite, los parámetros objetivos del sueño (duración del sueño, eficiencia y variabilidad) se evalúan utilizando actigrafía mediante el uso del acelerómetro de tres ejes GeneActiv® (Activinsights LTD®, Reino Unido) (Activinsights Ltd., 2019). El acelerómetro GeneActiv® continuamente registra la actividad, la temperatura ambiental y la exposición a la luz. Los detalles específicos del algoritmo no están disponibles debido a que se trata de un software propiedad de Activinsights LTD®. El acelerómetro no puede ser operado por los participantes. El dispositivo permite que los datos sin procesar se transfieran y guarden como código abierto o csv. Luego, los datos se pueden analizar en paquetes estadísticos como SPSS® (IBM Corp., Armonk, Estados Unidos) y R (R Foundation for Computación estadística, Viena, Austria)

Todos los niños llevan el acelerómetro de forma continua durante 7 días y noches consecutivas, en la muñeca de su mano no dominante, y solo se lo retiran durante la práctica de deportes en aguas profundas o deportes de contacto. Los datos se analizan con el software GeneActiv v 1.2® (Activinsights Ltd.®, Reino Unido). La actigrafía permite la estimación de períodos de sueño midiendo la falta de movimiento, establecido por un umbral, pero no es posible separar las diferentes etapas del sueño. El acelerómetro GeneActiv® no ha sido validado para investigación sobre el sueño en niños, pero su validez ha sido demostrada para estudios de sueño en adultos (te Lindert & Van Someren, 2013; van Hees et al., 2018) y

también para examinar la actividad física en niños (Duncan, Wilson, Tallis, & Eyre, 2016; Phillips, Parfitt, & Rowlands, 2013).

Las grabaciones deben tener 7 noches de sueño medido válido para ser elegibles para análisis, incluidas 5 noches entre semana y un fin de semana (2 noches). Las variables de interés son puntuaciones medias de la duración del sueño entre los días de semana (domingo a jueves) y los días de fin de semana (viernes y sábado), calculado por actigrafía a partir de la hora estimada de acostarse y despertarse en función de los movimientos registrados. Otra variable de interés es la eficiencia del sueño o el tiempo de sueño en la cama, que depende sobre la fragmentación del sueño y la latencia del inicio del sueño, en comparación con el tiempo total en la cama, estimado por los registros movimientos durante el tiempo en la cama. Se considera que una eficiencia normal del sueño es del 85% o mayor (Ohayon et al., 2017). La última variable que se analiza es la variabilidad habitual del sueño, la desviación estándar intrasujeto de la duración media del sueño en siete noches. Las recomendaciones de sueño para el rango de edad estudiado son de entre 9 y 12 horas de sueño diarias (Galland, Barbara C. et al., 2018; Hirshkowitz et al., 2015; Paruthi et al., 2016; Sociedad Valenciana de Pediatría, 2019). Teniendo esto en cuenta, la duración del sueño se divide en dos categorías: cumple y no cumple con las recomendaciones de sueño (9h y <9h). El grupo que no cumple se subdivide en tres categorías <7 h, 7 a <8h, 8 a <9h.

CAPÍTULO IV

ARTÍCULO 1.

**ASSESSMENT OF DIETARY IODINE INTAKE IN SCHOOL AGE CHILDREN:
THE CROSS-SECTIONAL ANIVA STUDY**

**EVALUACIÓN DE LA INGESTA DE YODO ALIMENTICIO EN NIÑOS EN EDAD
ESCOLAR: EL ESTUDIO TRANSVERSAL ANIVA**

4.1 Introducción

El yodo es un elemento que se absorbe al organismo a través de la ingesta dietética y, como nutriente esencial, juega un papel importante en la síntesis de la hormona tiroidea (HT) (Pearce, Elizabeth N. (ed), 2017). El cuerpo de un individuo adulto sano contiene entre 15 y 20mg de yodo, de los cuales el 70-80% se encuentra en la tiroides (Wayne, Koutras, & Alexander, 1964; Zimmermann, 2009).

La ingesta inadecuada de yodo afecta el desarrollo físico y mental de millones de personas en todo el mundo (Andersson, Takkouche, Egli, Allen, & Benoist, 2005; World Health Organization, 2007). Hasta hace poco, el problema de la deficiencia de yodo se enfocaba básicamente en el bocio endémico (Laurberg et al., 2000), pero investigaciones recientes han demostrado que existen otros trastornos, los trastornos por deficiencia de yodo (TDY), que pueden conducir al aumento de la mortalidad neonatal y la número de abortos espontáneos, anomalías congénitas con daño neuromotor permanente, defectos auditivos y disminución de la capacidad intelectual y del crecimiento (Zimmermann, 2009; Zimmermann, 2011). De hecho, OMS considera la deficiencia de yodo como la principal causa mundial prevenible de daño cerebral en el feto y el lactante, y de retraso psicomotor en los niños pequeños (World Health Organization, 2016).

Incluso la deficiencia de yodo temprana leve puede causar efectos duraderos e irreparables, como hipotiroidismo neonatal, baja inteligencia, trastornos esqueléticos que incluyen baja estatura y otros problemas de retraso del crecimiento (Pearce, E. N., 2014; Remer, Johner, Gartner, Thamm, & Kriener, 2010). El yodo es esencial para la síntesis de HT (Pearce, E. N., 2014) y la HT ayuda a regular el metabolismo de las grasas, la utilización de la glucosa y la producción de proteínas (Rivkees, Bode, & Crawford, 1988; Tarim, 2011).

La HT también puede afectar el desarrollo óseo y muscular en los niños en crecimiento y desarrollo a través de los receptores de HT presentes en las células óseas y a través del eje hipotalámico-pituitario-tiroideo (Abu, Bord, Horner, Chatterjee, & Compston, 1997; Bassett & Williams, 2008).

Los últimos datos indican que un total de 25 países son los que se encuentran en situación de deficiencia de yodo, por lo que sigue siendo un problema de salud pública en el mundo. La OMS estima que 740 millones de personas están actualmente afectadas por bocio. España fue considerada por la OMS hasta 2004 como un país con deficiencia de yodo. En un estudio realizado sobre una muestra representativa de más de 5000 personas mayores de 18 años de todas partes de España, la mediana de los niveles de yodo urinario fue de 117 μ g/L (Soriguer et al., 2012). Otro estudio reciente realizado sobre una muestra representativa de casi 2000 escolares españoles de 6 -7 años documentaron un nivel medio de yodo urinario de 173 μ g/L (Vila, L. et al., 2016). Según los últimos datos recogidos por el Iodine Global Network, los niveles medios de yoduria de la población española son de 173 μ g/L, lo que indica que se encuentra en un nivel adecuado (Iodine Global Network, 2012).

La infancia es una etapa en la que se adquieren hábitos y patrones alimentarios. Una dieta correcta es necesaria para que el crecimiento sea óptimo y evitar la desnutrición o enfermedades carenciales, pero hoy en día también se establece como objetivo la prevención de futuras enfermedades de base nutricional y el establecimiento de hábitos saludables. La evaluación del estado nutricional nos permite saber si el aporte de nutrientes es adecuado según la edad y el sexo (Mataix Verdú, 2015b).

En España existe un grupo de trabajo multidisciplinar de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN) sobre trastornos relacionados con la deficiencia de yodo, activo desde hace 25 años. A pesar de esto, la aplicación de programas de prevención

en salud pública ha sido escasa. En 2005, el Ministerio de Sanidad y Consumo en colaboración con SEEN y el Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas (UNICEF) España, desarrollaron una campaña para fomentar la sustitución de la sal común por sal yodada entre las mujeres embarazadas y los Ministerios de Salud de Andalucía, Cataluña, Galicia y País Vasco presentaron la recomendación. de la prescripción de yoduro de potasio durante el embarazo y la lactancia (Villa, 2010).

El objetivo del presente estudio es determinar la prevalencia de cumplimiento en escolares de 6 a 8 años de la Comunidad Valenciana con los correspondientes valores establecidos de IDR de yodo.

4.2. Metodología

El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por la Secretaría Autonómica de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana y el Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki y se obtuvo el consentimiento por escrito de todos los padres/tutores de los niños.

4.2.1. Población y muestra

La muestra estudiada está formada por 661 escolares pertenecientes a la Comunidad Valenciana, de entre 6 y 8 años pertenecientes al estudio ANIVA, de los que 298 son niños (45,08%) y 363 niñas (54,92%).

La recogida de datos se inició con la presentación a los colegios de una carta formal y la autorización del proyecto por parte de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte y la Universitat de València. Posteriormente, se concertó una reunión con el director y la asociación de padres para presentar el estudio. Después de la aprobación, el colegio se consideró un centro participante.

Un total de 13 colegios participaron en el estudio. Los colegios fueron seleccionados aleatoriamente dentro de la Comunidad Valenciana y todos los colegios contactados aceptaron participar. Se envió una carta a los padres/tutores con el consentimiento informado adjunto. Después de que se devolvió el consentimiento, se entregó la encuesta que deben completar los padres/tutores. Esta encuesta consistió en una descripción del estudio, un breve cuestionario dirigido a conocer el nivel de estudios de los padres o tutores y la actividad

física del alumno, así como un registro de la ingesta dietética (Figura 10).

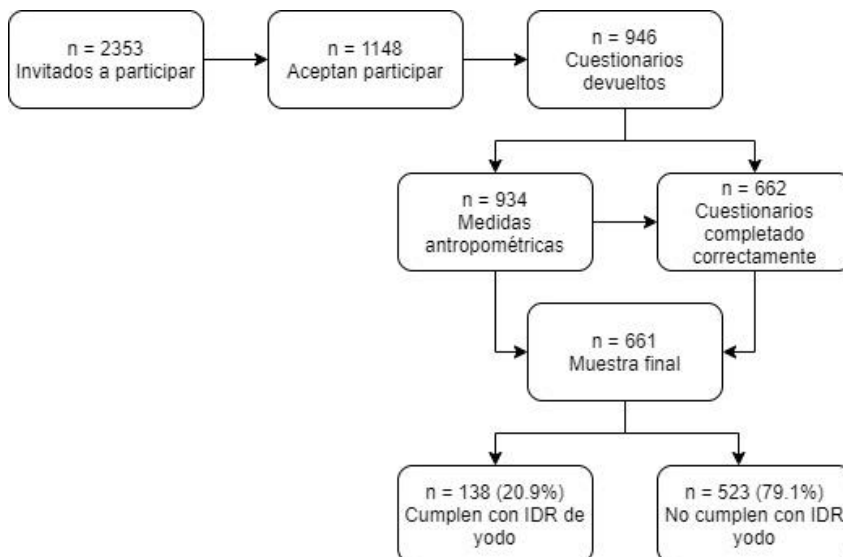


Figure 10. Diagrama de flujo de la población de estudio

4.2.2. Medidas antropométricas

Los datos antropométricos recogidos fueron el peso, utilizando una báscula de composición corporal con análisis de impedancia bioeléctrica Soehnle Body Balance Comfort Select 63760® con una capacidad de 150kg y una precisión de 0,1kg, la altura, mediante un estadiómetro portátil SECA 213® que permite medir hasta 205 cm con división en milímetros y la circunferencia de cintura y cadera a través de una cinta métrica.

Una vez registrados los valores obtenidos para cada individuo, el software WHO AnthroPlus®, calcula el IMC z-score, el peso z -score y la altura z-score. De esta forma obtenemos una comparación entre los valores reales obtenidos en la medición del niño y aquellos valores de crecimiento que serían óptimos. Los valores de DE utilizados en el

estudio se rigen por los patrones internacionales de crecimiento infantil de la OMS (World Health Organization, 2006).

4.2.3. Evaluación de la dieta

El análisis de la ingesta dietética se realizó mediante cuestionarios de registros de ingesta alimentaria consumidos, previamente validados para una población pediátrica, a lo largo de tres días, uno de los cuales fue festivo. El análisis de los datos registrados en los cuestionarios se realizó a través del software DIAL® (Departamento de Nutrición (UCM) & Alce Ingeniería, SL Madrid, España.), Que proporciona una valoración detallada de la dieta mediante la generación de macro y datos de micronutrientes correspondientes a cada individuo, estos serían incluidos en una base de datos para su posterior análisis estadístico. El software ha sido validado previamente y la base de datos de nutrientes se actualizó por última vez en agosto de 2018. La base de datos tiene una tabla de composición nutricional de más de 800 alimentos, que contiene una amplia información sobre la composición de energía, proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra, minerales, vitaminas, colesterol, ácidos grasos, aminoácidos, etc. (hasta un total de aproximadamente 140 componentes diferentes) de los alimentos más comunes. La información de un producto se puede ubicar no solo por el nombre más común, sino que además incorpora una extensa lista de nombres locales, regionales o nacionales, hasta más de 2.000 nombres diferentes, a los que se debe sumar la posibilidad de buscar a través del nombre y también su equivalencia en inglés. Utiliza también una tabla de medidas caseras, con alrededor de 1860 entradas, con las unidades y raciones habitualmente utilizadas. Por lo tanto, la ingesta de nutrientes se estima utilizando tanto el tipo de alimento consumido como la cantidad. El software también permite estimar las ingestas recomendadas de energía y nutrientes según las características individuales de

una persona: edad, sexo, peso, actividad física. El cuestionario utilizado fue diseñado específicamente para ser utilizado con el software DIAL[®] por el Departamento de Nutrición de la Universidad Complutense que es uno de los desarrolladores del software.

La ingesta de yodo se ha evaluado mediante un cuestionario de ingesta dietética para poder comparar estos valores con los valores de ingesta dietética recomendados establecidos. Este estudio es parte de un estudio más amplio (ANIVA) centrado en el patrón dietético y los hábitos de la población de la muestra, cuyos resultados se recopilan y derivan en una intervención nutricional cuando se requiere.

Para la comparación de la IDR se utilizaron las tablas para la población española de 6 a 8 años elaboradas por la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) en 2010 (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010). La IDR es el nivel de ingesta dietética diaria promedio que es suficiente para satisfacer las necesidades de nutrientes de casi todas las personas sanas (97-98%) en una etapa de vida y un grupo de sexo en particular, mientras que el RME es el nivel de nutrientes diario estimado en satisfacen los requisitos de la mitad de las personas sanas en una etapa de la vida y un grupo de sexo determinados (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010). Cuando no se puede determinar una IDR, la IA se utiliza y se define como el nivel de ingesta diaria promedio de nutrientes basado en aproximaciones o estimaciones observadas o determinadas experimentalmente de la ingesta de nutrientes por un grupo (o grupos) de personas aparentemente sanas que se supone que ser adecuado (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010).

4.2.4. Actividad física

El cuestionario utilizado se basó en la ENSE 11-12 realizada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014). La frecuencia de actividad física realizada por el niño se evaluó según: no realiza actividad física; realiza ejercicio físico menos de una vez al mes; realiza ejercicio físico una o más veces al mes, pero menos de una vez a la semana; realiza ejercicio físico semanalmente durante un tiempo inferior a 2h; o realiza ejercicio físico semanalmente durante 2h más.

4.2.5. Nivel socioeducativo

El entorno del niño se evaluó a través de preguntas sobre la educación del padre/madre/tutor que se clasificó en: sin estudios; estudios primarios, estudios secundarios; o estudios universitarios y estudios universitarios de posgrado.

4.2.6. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados y reflejados en el presente estudio, expresando los valores de las medias junto con sus desviaciones estándar para las variables cuantitativas y como porcentaje para las cualitativas.

Se aplicaron ANOVA de Pearson y Chi-cuadrado para determinar las posibles diferencias significativas de los grupos de estudio, aplicándose el primero a las variables cuantitativas y el segundo a las cualitativas. Los programas informáticos utilizados para el análisis estadístico fueron con IBM SPSS Statistics® v.24 para Windows y Epidat. Se tomó como nivel de significación estadística 95% ($p \leq 0,05$).

4.3 Resultados

Las características básicas estratificadas por el cumplimiento de la IDR de yodo y el sexo se resumen en la Tabla 1. El 79,1% de la muestra presentaba una ingesta inadecuada de yodo, el 56,2% de las niñas y el 43,8% de los niños. Los escolares que no cumplían con la IDR de yodo son aquellos que realizaban una práctica de actividad física inadecuada ($p=0,006$). Además, las niñas que no cumplían con la IDR de yodo realizaban menos actividad física que los niños ($p=0,001$). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas según sexo, IMC o nivel educativo del padre/madre.

Tabla 1. Características antropométricas de los niños en relación con la ingesta de yodo

	Cumple IDR (n=138; 20,9%)				No cumple IDR (n=523; 79,1%)				p-valor	
	Niños (n=69; 50,0%)		Niñas (n=69; 50,0%)		Niños (n=229; 43,8%)		Niñas (n=294; 56,2%)			p-valor (Niños vs. Niñas)
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
Edad (años)	7,5	1,1	7,5	1,1	7,5	1,1	7,6	1,1	0,350	
Peso (kg)	29,9	7,2	29,8	7,2	30,7	8,2	31,2	8,5	0,508	
Altura (m)	1,3	0,1	1,3	0,1	1,3	0,1	1,3	0,1	1	
Peso z-score	0,9	1,1	0,7	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	0,634	
Altura z-score	0,7	1,0	0,5	1,1	0,7	1,0	0,7	1,1	0,353	
IMC z-score	0,8	1,2	0,7	1,0	0,8	1,4	0,8	1,4	1	
Nivel educativo materno (%)										
Bajo	17,5		13,0		21,8		26,5		0,061	
Medio	42,0		42,0		45,5		37,8		0,368	
Alto	40,5		44,9		32,7		35,7		0,255	
Nivel educativo paterno (%)										
Bajo	37,7		36,2		41,5		38,1		0,431	
Medio	40,6		43,5		38,9		38,4		0,920	
Alto	21,7		20,3		19,7		23,5		0,293	
Nivel de actividad física (%)										
Inadecuado	36,2		47,8		40,2		56,1		0,001	
Adecuado	63,8		52,2		59,8		43,9		0,001	

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA y el porcentaje con el test de Chi-cuadrado. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.
DE: desviación estándar; IDR: ingesta diaria recomendada; IMC: índice de masa corporal.

La Tabla 2 resume la ingesta nutricional según la ingesta de yodo y el sexo. La ingesta media de yodo en los niños con una ingesta adecuada fue de $174,9 \pm 168,2 \mu\text{g}/\text{día}$, en contraste, la de los niños con una ingesta inadecuada fue de $87,9 \pm 17,7 \mu\text{g}/\text{día}$. Al comparar grupos de niñas y niños con ingesta inadecuada de yodo, en general, las niñas mostraron una peor adecuación nutricional. Por otro lado, al comparar los grupos de niñas y niños con suficiente ingesta de yodo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los sexos.

Tabla 2. Ingesta nutricional en relación al consumo de yodo y el sexo

IDRs	Niños (n=69; 50,0%)			Niñas (n=69; 50,0%)			Cumple IDR (n=138; 20,9%)			No cumple IDR (n=523; 79,1%)			p-valor (Total)
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Yodo (µg)	174,9	168,2	149,8	34,4	0,227	87,9	18,7	85,5	13,8	0,013	0,001		
Yodo (µg)	<RME	<RME	138,0 ^a	33,0 ^b	0,620	88,0 ^a	25,0 ^b	85,3 ^a	30,0 ^b	0,069 ^c	0,001		
Energía (kcal)	2587,3	401,9	2533,6	504,0	0,760	2204,8	383,6	2071,6	363,2	0,001	0,001		
Proteínas (g)	113,5	18,5	110,6	24,3	0,433	89,6	22,6	84,5	20,7	0,006	0,001		
Carbohidratos (g)	257,9	47,4	248,4	60,9	0,307	228,5	39,5	210,2	37,7	0,001	0,001		
Grasas (g)	117,9	24,3	118,1	24,4	0,950	99,4	23,1	95,56	23,6	0,062	0,001		
Colesterol (mg)	433,7	119,6	434,8	109,7	0,955	370,6	101,5	299,6	93,6	0,014	0,001		
Fibra (g)	20,2	5,7	19,0	5,4	0,190	18,2	10,9	16,7	5,3	0,039	0,003		
Vitamina B1 (mg)	1,7	0,5	1,7	0,8	0,857	1,5	0,5	1,4	0,5	0,101	0,001		
Vitamina B2 (mg)	2,3	0,6	2,5	2,4	0,410	1,9	0,5	1,7	0,5	0,001	0,001		
Niacina (mg)	46,0	9,8	43,9	10,8	0,244	34,7	9,2	32,9	8,3	0,013	0,001		
Vitamina B6 (mg)	2,5	0,7	2,7	2,4	0,396	2,1	0,6	2,0	0,6	0,044	0,001		
Acido fólico (µg)	282,5	94,6	280,4	94,6	0,893	237,9	78,3	226,5	80,9	0,105	0,001		
Vitamina B12 (µg)	8,2	3,6	7,9	3,4	0,382	6,8	7,5	5,8	3,2	0,041	0,001		
Vitamina C	113,0	53,1	114,3	60,3	0,891	100,5	50,3	90,3	43,4	0,012	0,001		
Biotina (µg)	35,1	8,8	33,8	8,0	0,345	28,2	10,3	25,6	8,6	0,001	0,001		
Ac. Pantoténico (mg)	6,8	1,1	6,8	1,7	0,966	5,6	1,4	5,1	1,3	0,001	0,001		
Vitamina A (µg)	1174,4	599,0	1246,2	888,1	0,578	1113,5	1454,8	864,0	437,9	0,005	0,011		
Vitamina D (µg)	4,4	2,7	4,6	3,7	0,742	3,2	3,5	3,2	2,4	0,969	0,001		
Vitamina E (mg)	10,6	3,5	10,0	4,1	0,374	8,0	2,9	7,9	3,1	0,908	0,001		
Calcio (mg)	1166,4	234,2	1187,1	378,6	0,699	926,1	226,4	873,2	229,9	0,008	0,001		
Hierro (mg)	15,8	5,2	15,1	4,6	0,405	13,3	4,8	12,3	3,9	0,010	0,001		
Magnesio (mg)	343,4	77,5	338,9	79,9	0,736	276,2	74,4	263,5	60,2	0,031	0,001		
Zinc (mg)	11,3	1,8	11,0	2,5	0,471	9,3	2,4	8,8	2,1	0,004	0,001		
Selenio (mg)	154,5	39,3	143,6	40,6	0,111	107,3	30,1	103,9	28,9	0,080	0,001		
Sodio (mg)	2921,7	733,8	2945,4	1060,7	0,878	2209,0	737,7	2054,3	637,6	0,010	0,001		
Potasio (mg)	3356,8	544,4	3396,8	797,3	0,731	2725,5	621,2	2684,0	2088,8	0,771	0,001		
Fluor (µg)	376,3	297,9	344,0	195,6	0,453	317,8	317,8	321,6	289,2	0,610	0,243		
Fósforo (mg)	1800,8	275,5	1808,5	390,9	0,894	1415,3	269,6	1372,4	285,1	0,001	0,001		

IA: ingesta adecuada; VET: valor energético total; RME: requerimiento medio estimado; IDR: ingesta dietética recomendada. Valores RME: carbohidratos (50-60% VET), proteínas (10-15% VET), calcio (20 mg / g), grasa (30% -35% VET), tiamina (0,8 mg / día), riboflavina (1,2 mg / día), niacina (12 mg / día), vitamina B6 (1,4 mg / día), biotina (12 µg / día), vitamina B12 (1,5 µg / día), ácido fólico (200 µg / día), vitamina C (55 mg / día), vitamina A (400 µg / día), vitamina D (5 µg / día), vitamina E (8 mg / día), calcio (800 mg / día), fósforo (700 mg / día), hierro (9 mg / día), yodo (90 µg / día), selenio (30 µg / día), IA: ácido pantoténico (3 mg / día), magnesio (180 mg / día), flúor (1000 µg / día). Un consumo de carbohidratos <50% VET, proteínas <15% VET, y las grasas > 35% VET se consideraron inadecuadas.

Media y desviación estándar se compararon con el test t de Student. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo. Rango intercuartílico. *La mediana y el rango intercuartílico se compararon con la prueba U de Mann-Whitney. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

En la Tabla 3 se analizan los datos sobre el porcentaje de ingesta de alimentos estudiados por sexo y respecto al cumplimiento o no de la IDR de yodo. En los resultados se observó, a pesar de no encontrarse diferencias estadísticamente significativas, dentro de los escolares que cumplían con la IDR del yodo, los niños eran los que cumplen con una ingesta regular de pescado y lácteos, mientras que, en los escolares que no cumplían con las IDR de yodo las niñas eran las que cumplían con la ingesta habitual de pescado y lácteos.

Tabla 3. Consumo de pescado y productos lácteos en relación al consumo de yodo y el sexo

	Cumple IDR (n=138; 20,9%)		No cumple IDR (n=523; 79,1%)		p-valor (niños cumplen vs. niños no cumplen)	p-valor (niños cumplen vs. niños no cumplen)	
	Niños (n=69; 50,0%)	Niñas (n=69; 50,0%)	Niños (n=229; 73,8%)	Niñas (n=294; 56,2%)			p-valor (cumplen vs. no cumplen)
Consumo habitual de pescado (por lo menos 2 o 3 veces/semana)	20,3	15,9	19,2	21,1	0,659	0,843	
Consumo de productos lácteos en el desayuno	79,7	84,1	80,8	78,9	0,493	0,094	
Consumo de 2 yogures /40g de queso diarios	8,7	4,3	3,1	6,1	1,000	0,288	
	91,3	95,7	96,9	93,9			
	30,4	29,0	19,7	23,8			
	69,6	71,0	80,3	76,2			

IDR: ingesta dietética recomendada.

Porcentajes se compararon con el test de Chi-cuadrado. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

4.4 Discusión

El Instituto de Medicina de Estados Unidos recomienda la ingesta diaria de 90µg de yodo para los niños menores de 4 a 8 años (Trumbo, P., Yates AA - Schlicker, Schlicker, & Poos, 2001) y la OMS 120µg diarios de yodo para los de 6 a 12 años (World Health Organization, 2007). Por otro lado, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria estima que la ingesta adecuada de yodo para los niños de entre 4 y 10 años es de 90µg/día (Arrizabalaga et al., 2018). Los resultados obtenidos en el estudio advierten de una insuficiencia de la ingesta de yodo del 79,1% de los niños valencianos entre 6 y 8 años estudiados cuando se utiliza el punto de corte de 90µg/día dado que es la ingesta recomendada según edad, sexo, peso y actividad física de la población estudiada determinada por FESNAD.

La excreción diaria de yodo se considera la medida más confiable del estado nutricional de yodo de un individuo (Soldin, 2002; Stanbury & Hetzel, 1980; World Health Organization, International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, & United Nations Children's Fund, 1994); sin embargo, estudios previos, utilizando métodos de evaluación de la ingesta de yodo en la dieta diferentes a los del presente estudio, han mostrado una correlación entre los niveles de yoduria y la evaluación de la ingesta dietética. resultados (Kim, J. Y., Moon, Kim, Sohn, & Oh, 1998; Rasmussen, Ovesen, & Christiansen, 1999). La razón por la que el estado nutricional de yodo no se mide utilizando los niveles de yoduria aquí es que el presente trabajo es parte de un estudio de investigación observacional más amplio centrado en la ingesta nutricional de una población pediátrica donde el patrón y los hábitos dietéticos son el foco principal ya que uno de los objetivos principales es para poder establecer recomendaciones adecuadas de intervención dietética.

Debido a la falta de estudios similares que evalúen la ingesta de yodo en la dieta, los resultados de este estudio se comparan con los de estudios en los que se evaluó la yoduria. Los estudios de yoduria se realizan en escolares porque constituyen un grupo congregado en un mismo lugar y son representativos del estado general de deficiencia de yodo. Los expertos a nivel internacional han determinado que son el grupo trazador para medir el impacto de las intervenciones para la erradicación de los TDY (Dunn, Haar, International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, & World Health Organization, 1990). Las fluctuaciones en las concentraciones dentro de un

La población refleja cambios en el estado nutricional de yodo que pueden resultar de cambios en las prácticas sociales y comerciales, mientras que las fluctuaciones dentro de un individuo pueden ser el resultado de diferencias en la ingesta diaria de yodo, consumo de agua y/o actividad física (Soldin, 2002).

Se han realizado estudios en diferentes zonas de España que reflejan la suficiencia de yodo en la mayoría de la población escolar. Un estudio realizado en Lleida en niños de 6 años muestra una yoduria mediana de 234,41µg/L (Capdevila Bert, Marsal Mora, Pujol Salud, & Anguera Farran, 2010). En un estudio en el País Vasco la mediana de yodo osciló entre 131-161µg/L para el mismo rango de edad (Arrizabalaga et al., 2012). El estudio Tirokid que incluye 11 comunidades españolas determinó en 2016 un nivel adecuado de yodo en el 44,1% de los niños de 6 a 7 años y una mediana de yodo de 173µg/L. Dentro de la Comunidad Valenciana un estudio mostró una yoduria mediana de 155µg/L en niños de 6 a 14 años y osciló entre 155-165µg/L en el rango de edad de 6 a 8 años (Peris Roig, Atienzar Herráez, Merchante Alfaro, Calvo Rigual, & Selfa Moreno, 2006). Otro realizado un año después en niños de 6 a 11 años, indicaron que la mediana de yoduro era de 188µg/L y entre los escolares de 6 a 8 años los valores de ésta se encontraban entre 137,5-204µg/L (Zubiaur

Cantalapiedra et al., 2007). Los niños de nuestra muestra (20,88%) se encuentran por debajo de los niveles de adecuación de los escolares en los estudios realizados en Alicante (86,5%) (Zubiaur Cantalapiedra et al., 2007) Lleida (67,49%) (Capdevila Bert et al., 2010) o el estudio Tirokid (44,1%) (Vila, L. et al., 2016).

Se consideró importante analizar el entorno de los estudiantes para determinar posibles factores externos que pudieran afectar la ingesta nutricional. El nivel educativo de los padres fue predominantemente de estudios secundarios, sin embargo, entre el grupo de niños que cumplen con la IDR de yodo había más padres con formación universitaria. En relación a las madres, tenían más educación que los padres, especialmente aquellos que cumplieron con la IDR de yodo. En un estudio previo, un bajo nivel de educación de los padres se asoció con una ingesta insuficiente de yodo, mientras que un alto nivel de la educación se asoció con una mayor ingesta de sal yodada y leche ambas fuentes de yodo (Vila, L. et al., 2016). El "Proyecto Tirobus" realizado en población general no mostró diferencias significativas entre la ingesta de yodo según la educación y la ocupación (Vila Ballester et al., 2010).

La actividad física es otro factor a considerar. En el presente estudio, los escolares que no cumplen con la IDR de yodo son aquellos que realizan un nivel de actividad física inadecuado. Además, las niñas que no cumplen con la IDR de yodo realizan menos actividad física que los niños. En niños mayores de 5 años. Se recomienda una actividad física diaria de al menos una hora y de intensidad moderada a vigorosa. También se pretende promover la actividad física al aire libre y limitar el uso de la pantalla (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, 2015).

En este estudio, entre los escolares que cumplieron con la IDR de yodo y los que no, hubo diferencias significativas en la ingesta energética y la mayoría de macro y

micronutrientes estudiados. Las ingestas estaban desequilibradas y la ingesta energética supera las recomendaciones para este grupo de edad. Si esto continúa, podría resultar en un aporte inadecuado de micronutrientes de gran relevancia en el metabolismo, desarrollo y crecimiento y sucesivamente, aumentar la posibilidad de obesidad y enfermedades cardiovasculares crónicas.

Entre los alimentos que más yodo aportan se encuentran los mariscos y los productos lácteos. La ingesta de pescado en la mayor parte de la muestra de este estudio fue menos de 2 veces por semana, similar a los resultados obtenidos en un estudio de 2015 (Zubiaur Cantalapiedra et al., 2007). En el estudio de Tirokid, la ingesta media de pescado fue dos veces por semana (Vila, L. et al., 2016). En 2010 se estableció una relación entre la ingesta de pescado y la asistencia al comedor escolar, con una menor ingesta de pescado entre los niños que no van al comedor. Asocian esta relación con el hecho de que el comedor escolar asegura el aporte de pescado ya que el menú se elabora siguiendo las recomendaciones nutricionales (Capdevila Bert et al., 2010).

Respecto a los productos lácteos, más del 90% de los escolares no los consumió en el desayuno. Los niños del grupo que cumplieron con la IDR de yodo fueron los que consumieron más de estos productos en el desayuno. La ingesta de productos lácteos en las comidas distintas del desayuno parecía ocurrir con más frecuencia, sin embargo, la mayoría de los estudiantes tendrían dificultades para ingerir las 2-3 raciones lácteas actualmente recomendadas que comprometerían su ingesta diaria de yodo (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2015). Los valores de ingesta de leche de nuestra muestra difieren de los del estudio Tirokid, ya que el 81% de los niños en ese estudio ingirió 2 o más productos lácteos al día y el 80% tomó queso al menos una vez a la semana (Vila, L. et al., 2016). En cuanto a los escolares de Lleida, el 90,65% tomaba leche a diario y se determinó que el

riesgo de déficit de yodo entre quienes consumían leche solo un día a la semana era mayor que entre los que lo hacían a diario (Capdevila Bert et al., 2010). Entre los estudiantes de este estudio, no encontramos diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la ingesta de pescado, queso y yogures o productos lácteos en el desayuno por lo que posiblemente la adecuación o no de la IDR de yodo en nuestra muestra se dio a la ingesta de leche en otras ingestas o la ingesta de alimentos que aportan yodo. También es posible considerar los diferentes métodos de cocción ya que el proceso de producción de alimentos reduce su contenido de yodo en diferentes grados siendo en promedio un 20% en el caso de fritura, 23% en asado y 58% en cocción (Goindi, Karmarkar, Kapil, & Jagannathan, 1995).

Como hemos mencionado antes, la composición en yodo de diferentes alimentos se ve afectada por diferentes elementos, por lo tanto, conociendo la composición de este elemento en los alimentos enriquecidos o que se benefician del aporte de yodo animal que los produce, puede facilitar la adecuación de la población a las recomendaciones establecidas.

En el estudio realizado en 2015 se determinó una concentración media de yoduro en la leche procesada a temperatura ultra alta en España que fluctuaba a lo largo del año. Calcularon que una ración de leche proporcionaba alrededor de 50µg/día de yodo, el 42% de lo que necesitarían los niños de 6 a 8 años. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, la desnatada fue la que más yodo poseía, luego la semidesnatada y finalmente la entera (Arrizabalaga, Jalón, Espada, Cañas, & Latorre, 2015).

Por otro lado, la sal yodada en España es un producto enriquecido elegido por su ingesta diaria como vehículo para el aporte de yodo. La ingesta de media cucharada de café al día de sal yodada proporciona 150µg de yodo (Ministerio de la Presidencia, 1983; Ministerio de la Presidencia, 2011). Por tanto, la OMS recomienda que para lograr una

adaptación a la ingesta adecuada de yodo el 90% de los hogares consuman sal yodada, así como la universalización de la sal yodada.

4.4.1. Limitaciones

Una de las principales limitaciones del estudio es que, si bien la diferencia en la ingesta media de yodo entre el grupo que cumple y el que no cumple con la IDR es grande, 87,0µg para los niños y 65,2µg para las niñas, el grupo que no cumple casi cumple con la IDR que para el yodo en este grupo de edad es de 90µg/día. Las ingestas medias de niños y niñas que no cumplen son el 97,6% y el 93,9% de la IDR, respectivamente. El hecho de que el grupo que no cumple esté tan cerca de cumplir con la IDR podría explicar en parte la falta de diferencias significativas en los valores antropométricos de los niños estudiados.

Otra limitación se deriva de los valores seleccionados de yodo en los alimentos que pueden afectar la ingesta estimada de yodo. Estos valores no fueron seleccionados por los autores y son una parte patentada del paquete de software DIAL[®] que no pudieron ser evaluados por los autores. Sin embargo, el software está validado para la estimación de la ingesta dietética, se ha actualizado muy recientemente y, por lo tanto, su confiabilidad no está en duda.

Por último, los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela dado que no se recopilaron biomarcadores bioquímicos del estado del yodo y no se pudieron contrastar los valores estimados de ingesta. Los estudios futuros deben tener como objetivo incluir datos dietéticos y bioquímicos para presentar una imagen más completa del estado del yodo.

4.4.2. Conclusiones

De estos resultados se ha concluido que el 79,1% de los niños valencianos de 6 a 8 años estudiados no cumplen con la IDR de yodo. La ingesta de alimentos con alto contenido de yodo está por debajo de las recomendaciones, por lo que las instituciones deben concienciar a las familias sobre la necesidad de la ingesta de sal yodada para la prevención de patologías derivadas de la deficiencia de yodo. En España, con una ingesta adecuada de lácteos y sal yodada se podrían alcanzar los niveles recomendados para los niños en edad escolar. La prevención de la deficiencia de yodo debe realizarse especialmente en edades de crecimiento, dada la importancia de este mineral en la formación de estructuras corporales.

CAPÍTULO V

ARTÍCULO 2.

**TOTAL BODY SKELETAL MUSCLE MASS AND DIET IN CHILDREN AGED 6–
8 YEARS: ANIVA STUDY**

**MASA TOTAL DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO DEL CUERPO Y DIETA EN
NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS: ESTUDIO ANIVA**

5.1 Introducción

Un factor modificable importante que afecta al sistema musculoesquelético es la dieta (Carbone, McClung, & Pasiakos, 2012; Koletzko, Demmelmair, Grote, Prell, & Weber, 2016; Rasbold et al., 2016). Es ventajoso comprender el papel de los patrones dietéticos y los nutrientes individuales en el mantenimiento de la salud del músculo esquelético. Los nutrientes no se consumen de forma aislada y, cuando se comen juntos durante un período de tiempo, pueden tener efectos interactivos y acumulativos (Hu, F. B., 2002). Por lo tanto, es relevante investigar los patrones dietéticos generales para explicar los efectos de la nutrición en la salud.

Una dieta mediterránea se caracteriza por el consumo de aceite vegetal, frutas, verduras, legumbres, cereales, frutos secos, una ingesta moderada de lácteos, pescado, aves y huevos y una baja ingesta de carnes rojas (Willett et al., 1995). Una mayor adherencia a una dieta mediterránea se ha asociado con una mejora significativa en el estado de salud y puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles desde la infancia (Agostinis-Sobrinho et al., 2018; Badimon, Vilahur, & Padro, 2010; de Batlle, Garcia-Aymerich, Barraza-Villarreal, Anto, & Romieu, 2008; Fernandez-Barres et al., 2016; Netting, Middleton, & Makrides, 2014; Renzella et al., 2018; Simopoulos, 2001; Sofi, Francesco, Abbate, Gensini, & Casini, 2010; Sofi, F. et al., 2008).

La MME afecta significativamente la locomoción y el mantenimiento de la postura y, como el tejido sensible a la insulina más abundante, juega un papel crucial en el metabolismo sistémico de la glucosa (Benson, Torode, & Fiatarone Singh, 2006; Steene-Johannessen, Anderssen, Kolle, & Andersen, 2009). Dado el rápido desarrollo musculoesquelético durante los primeros años de vida, mantener un equilibrio energético

adecuado y seguir las recomendaciones dietéticas adecuadas junto con la actividad física regular ayudará a promover un desarrollo musculoesquelético óptimo durante el crecimiento (Kindler, Lewis, & Hamrick, 2015). Además, la MME juega un papel clave en la prevención del riesgo de ciertas enfermedades como la obesidad que está alcanzando máximos históricos en los niños (Ajejas Bazan et al., 2018), enfermedades cardiovasculares, resistencia a la insulina, diabetes, sarcopenia y osteoporosis (Wolfe, 2006).

La relevancia de la MME en términos metabólicos aumenta desde la infancia de un individuo hasta la edad avanzada (Goodpaster et al., 2006; Karakelides & Nair, 2005). Además, los niveles altos de grasa corporal pueden actuar en sinergia con menos MME porque la adiposidad también está estrechamente relacionada con la resistencia a la insulina (Després, 2006). Por lo tanto, las proporciones de MME y las medidas de gordura, como la proporción entre el músculo esquelético y la grasa corporal, bien podrían predecir el desarrollo de enfermedades metabólicas (Park & Yoon, 2013).

El uso de MME como herramienta de vigilancia está limitado por la ausencia de datos normativos en todo el espectro de edad para niños y adolescentes que estén disponibles para identificar a las personas de todo el espectro de edad estudiado con cantidades grandes o pequeñas de MME (Pietrobelli, Peroni, & Faith, 2003). Esta variable a menudo pasa desapercibida y se deben desarrollar estrategias para preservar y/o aumentar la MME desde la niñez. La infancia es un período de la vida humana en el que la adopción de buenos hábitos de vida es clave, y en el que la situación familiar y socioeconómica es determinante (Campbell et al., 2007; Hill, Prokosch, DelPriore, Griskevicius, & Kramer, 2016).

Ante esto y habiendo revisado la literatura sobre MME, se descubrió que falta información sobre MME pediátrica y su relación con la nutrición en los niños. Esto puede ser muy importante, especialmente en las primeras etapas del desarrollo humano, cuando la

adopción de patrones de alimentación o estilos de vida saludables está en pleno apogeo. Desde este punto de partida, el presente estudio es un enfoque para ver la interrelación entre la cantidad total de MME con la ingesta de macro y micronutrientes y la adherencia a una dieta mediterránea.

Hasta donde saben los autores, ningún estudio previo ha buscado específicamente determinar los valores de MME para niños españoles y su relación con la dieta. El objetivo de este estudio fue obtener datos de MME e ingesta nutricional en niños españoles de 6-8 años con el objetivo principal de estudiar la relación entre los valores de MME y la ingesta absoluta de macro y micronutrientes y el objetivo secundario de estudiar la relación entre los valores de MME y adherencia a la dieta mediterránea.

5.2 Metodología

El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por la Secretaría Autonómica de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana y el Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki y se obtuvo el consentimiento por escrito de todos los padres/tutores de los niños.

5.2.1. Población y muestra

Este estudio transversal utilizó los datos del proyecto ANIVA (Morales-Suárez-Varela et al., 2015) de niños de 6 a 9 años. Para este estudio, solo se seleccionaron niños de 6 a 8 años. Se analizaron los datos de ANIVA de los niños valencianos (España) de 6 a 8 años a los que se les había realizado una exploración antropométrica entre enero de 2017 y marzo de 2018 para este estudio (Morales-Suárez-Varela et al., 2015). La encuesta siguió un procedimiento estratificado de muestreo probabilístico agrupado de múltiples etapas para seleccionar una muestra representativa de niños matriculados en colegios públicos y privados de Valencia. En este estudio solo se midieron los niños para los que se obtuvo el consentimiento de los padres. Los datos sobre la fecha de nacimiento y el sexo se recopilaron junto con los datos de antropometría. Las mediciones se tomaron en varios momentos a lo largo de la jornada escolar, sin imponer restricciones a las comidas, bebidas o patrones de ejercicio anteriores, una situación que pertenecería a un entorno clínico. Los niños fueron codificados individualmente y los datos permanecieron anónimos. Los niños fueron seleccionados por muestreo aleatorio con conglomerados en dos etapas: (1) los colegios

fueron seleccionadas de las listas proporcionadas por las autoridades educativas regionales (es decir, públicas versus privadas versus asistidas por el estado), un factor utilizado como un indicador aproximado del estatus socioeconómico; (2) se seleccionaron aulas y estudiantes.

Antes de comenzar el estudio, se presentó a la Junta de Gobierno de cada escuela participante. Se envió una carta a los padres/tutores legales de todos los niños invitados a participar en este estudio. La carta explicaba los objetivos y las pruebas que se llevarían a cabo e indicaba que todos los padres/tutores tendrían que dar su consentimiento informado por escrito para que su hijo participara en el estudio. También se indicó que los datos recogidos serían confidenciales de acuerdo con la LOPD.

Para todos los niños se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: (a) edad entre 6 y 8 años; (b) matriculado en una de las 21 colegios seleccionadas; (c) consentimiento informado firmado por los padres/tutores. Los criterios de exclusión fueron: (a) diagnóstico clínico de enfermedad crónica con prescripción dietética; (b) ausencia del colegio en los días previstos para tomar las medidas de peso corporal y estatura; (c) registros dietéticos incompletos. La muestra inicial incluyó a 2323 niños de ambos sexos, de los cuales el 9,51% declinó o se negó a participar (n=221). Los sujetos que presentaron enfermedad crónica con prescripción dietética (n=2), los que no completaron los registros dietéticos (n=75) y no estuvieron presentes el día en que se tomaron las medidas antropométricas (n=37) no fueron incluidos en el estudio. El porcentaje global de participación fue del 90,49% y la muestra final incluyó a 1988 niños (Figura 11).

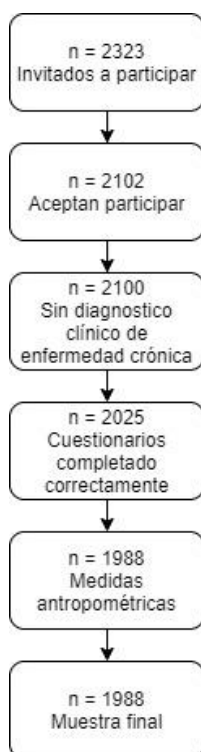


Figure 11. Diagrama de flujo de la población de estudio

5.2.2. Protocolo de examen y medidas

Se entrevistó a los padres o tutores legales mediante un cuestionario para obtener información sobre la edad, el sexo, el historial médico, los medicamentos y el uso de suplementos vitamínicos y minerales de sus hijos.

5.2.3. Medidas antropométricas

Las medidas antropométricas tomadas durante el examen de salud se realizaron siguiendo los procedimientos estándar descritos por la OMS (de Onis, M. et al., 2004; World Health Organization, 2005), con niños descalzos y con ropa ligera. Las medidas

antropométricas se tomaron dos veces y se promediaron. El peso (en kg) se midió en una báscula de composición corporal con análisis de impedancia bioeléctrica (TANITA BC545N®) con una precisión de 0,05kg. La altura (en cm) se midió con una precisión de 0,1cm utilizando un estadiómetro (SECA 213®).

5.2.4. Masa de músculo esquelético

Para evaluar la masa de músculo esquelético (MME), se utilizó la ecuación del modelo de peso y altura corporal de Lee (Lee et al., 2000) con los datos de medición antropométrica obtenidos de peso y altura junto con edad, sexo y raza. Una vez obtenidos los resultados, los niños fueron clasificados según la cantidad de MME en kg utilizando los rangos de normalidad obtenidos mediante las ecuaciones de Webber & Barr (Webber & Barr, 2012) en función de la edad, sexo y etnia, con los siguientes rangos de normalidad de los resultados : niños de 6 años [3.268kg-11.048kg], niños de 7 años [3.965kg-13.031kg], niños de 8 años [4.504kg-14.872kg], niñas de 6 años [3.744kg-7.963kg], niñas de 7 años [4,152kg-9,007kg] y niñas de 8 años [4,615kg-10,107kg].

Los niños que cayeron por encima de los rangos normales, después de verificar los resultados ajustados por edad y sexo de MME en kg, se agruparon en el grupo de MME alta. Aquellos niños que cayeron dentro de los rangos normales, después de verificar los resultados ajustados por edad y sexo del MME en kg, se agruparon en el grupo de MME normal y aquellos que cayeron por debajo del rango normal, después de verificar los resultados ajustados por edad y sexo del MME en kg, se clasificaron como MME baja.

5.2.5. Actividad física

Para evaluar la actividad física de los niños, se pidió a los padres que informaran el número de días a la semana que sus hijos practicaban actividad física y la duración de estas sesiones en minutos (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014). La actividad física se clasificó en cinco niveles:

- Sedentario: sin actividad física.
- Ligeramente activo: actividad física (60min) menos de una vez al mes.
- Moderadamente activo: actividad física (60min) al menos una vez al mes, pero menos de una vez a la semana.
- Muy activo: actividad física (60min) una o dos veces por semana.
- Extremadamente activo: actividad física (60min) más de dos veces por semana.

5.2.6. Evaluación de la dieta

Para evaluar la ingesta de macronutrientes y micronutrientes, se pidió a los padres y tutores legales que registraran todos los alimentos consumidos y las bebidas consumidas por su hijo durante un período de 3 días, y debían incluir un día no escolar (p. Ej., sábado o domingo) (Barrett-Connor, 1991; Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes., 2000; Ortega, Requejo, & López-Sobaler, 2006).

Los padres/tutores legales recibieron orientación escrita sobre cómo completar correctamente los registros dietéticos y calcular el tamaño de las porciones con las medidas del hogar (por ejemplo, taza, platos de diferentes tamaños, cucharas de sopa, etc.). Las mismas explicaciones se brindaron a los cuidadores responsables de los niños en los

comedores escolares. Además, los padres y cuidadores recibieron un correo electrónico y un número de teléfono de apoyo, que podían usar para ayudar a resolver cualquier problema que enfrentaran al completar el diario. Para ayudar con la codificación, se pidió a los padres que proporcionaran etiquetas de los alimentos que comía el niño, detalles de las marcas, ingredientes agregados y recetas de platos caseros, siempre que fuera posible.

La ingesta de macronutrientes y micronutrientes se calculó mediante el software informático DIAL[®] (Departamento de Nutrición (UCM) y Alce Ingeniería, S.L., 2016), previamente validado en España para evaluar dietas y gestionar datos nutricionales. Este software incluye una lista de algunos de los alimentos enriquecidos comúnmente disponibles en España y otros alimentos que se pueden agregar a la base de datos. Con esta característica, se pudo incluir la composición nutricional de algunos alimentos envasados tomados de las etiquetas de los alimentos presentados por los padres y tutores. Los responsables de la entrada de datos en el software DIAL[®] de los diarios de alimentación fueron titulados de Grado en Nutrición Humana y Dietética y profesionales especializados en alimentación de otras ramas de la salud.

Además, para cada niño participante, se midió la adherencia habitual a la dieta mediterránea mediante el cuestionario KIDMED (Serra-Majem, Lluís et al., 2004). Esta prueba se desarrolló para evaluar de forma rápida y sencilla el grado de adherencia a la dieta mediterránea, que por las características de la población de estudio debería ser el patrón dietético más prevalente (Serra-Majem, Lluís et al., 2004). La prueba KIDMED ha sido probada con éxito en numerosos estudios (Alacid, Vaquero-Cristóbal, Sánchez-Pato, Muyor, & López-Miñarro, 2014; Dura Trave & Castroviejo Gandarias, 2011; Navarro-González et al., 2014; Rodríguez, F. et al., 2013; San Mauro-Martin et al., 2016; Serra-Majem, Lluís et al., 2004; Štefan et al., 2017). El grado de adherencia de un niño a una dieta mediterránea

tradicional se evaluó en base a la ingesta de compuestos dietéticos asociados positiva y negativamente con una dieta mediterránea. A los productos positivamente asociados (verduras, legumbres, frutas, frutos secos, cereales, pescado, lácteos, aceite) se les asignó un valor de +1 mientras que a la ingesta de productos con una asociación negativa (dulces, comidas rápidas) se les asignó un valor de -1. La adherencia se dividió en tres niveles: ≥ 8 buena; 4-7 media y ≤ 3 baja.

5.2.7. Comparación con las necesidades energéticas estimadas y las ingestas dietéticas recomendadas

La ingesta energética se comparó con el REE que se calculó multiplicando la tasa metabólica basal, calculada mediante las ecuaciones de Schofield, por un factor de actividad determinado por sexo y nivel de actividad física (Schofield, 1985). La ingesta de macro y micronutrientes se comparó con las IDR (NIH Office of Dietary Supplements, 2018; Trumbo, Paula, Schlicker, Yates, & Poos, 2002) siempre que fuera posible.

5.2.8. Análisis estadístico

La verificación de datos se realizó tanto manual como estadísticamente con valores atípicos para las variables medidas y derivadas identificadas por z-scores, y con verificación cruzada con las hojas de recolección de datos originales.

Se calcularon estadísticas descriptivas para la adherencia a la dieta mediterránea, la ingesta energética y los macro y micronutrientes, y los resultados se expresaron como medias \pm desviaciones estándar. Se calculó la frecuencia y proporción de niños y niñas, grupo de MME alta vs MME normal en niños y niñas, y en el total se realizó una comparación de la práctica de actividad física con la prueba de Chi-cuadrado.

Se analizó una asociación que vinculaba la adherencia a la dieta mediterránea, la ingesta energética y macro y micronutrientes en relación con MME normal vs alto por sexo con un test post hoc ANOVA de una vía de Tukey para las variables normalmente distribuidas o se realizó un test de Kruskal-Wallis. Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney en los casos en los que no se cumplió la hipótesis de normalidad. El nivel de significancia se estableció en $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS Statistics® v.24 para Windows.

5.3 Resultados

Este estudio incluyó a 1.988 niños: 977 niños (49,14%) y 1.011 niñas (50,86%), ($p=0,280$) cuyas principales características se pueden ver en la Tabla 4. En el estudio sólo participaron sujetos caucásicos. Para los niños, el 8,90% cayó dentro de la categoría de MME normal, mientras que el 91,09% restante se clasificó como con MME alta ($p=0,001$). En la muestra de niñas, el 62,41% tenía MME normal y el 37,58% MME alta ($p=0,001$). No se encontraron niños con MME por debajo del rango normal para ninguna edad o sexo.

Había una diferencia significativa en la edad entre los grupos de MME para los niños (8,09 años para el MME normal vs. 7,20 años para el MME alta) pero no para las niñas (7,33 años para el MME normal vs. 7,31 años para el MME alta). Solo se encontraron diferencias significativas en la altura en las niñas siendo más altas (1,30m vs. 1,28m) aquellas con MME alta. Para el peso y el IMC, se encontraron diferencias significativas entre los grupos de MME tanto para niños como para niñas. Los niños del grupo de MME alta tenían pesos e IMC más altos. No se encontraron diferencias en el nivel de actividad física practicada por los niños estudiados.

Tabla 4. Valores antropométricos y actividad física según el sexo y la MME

	Niños (n=977; 46,14%)			Niñas (n=1011; 50,86%)			p-valor ^a	MME normal (n=87; 8,90%)			MME alta (n=890; 91,09%)			MME normal (n=631; 62,41%)			MME alta (n=380; 37,58%)			p-valor ^b
	Media/n	DE/%		Media/n	DE/%			Media/n	DE/%		Media/n	DE/%		Media/n	DE/%		Media/n	DE/%		
Edad (años)	8,09	0,48		7,20	1,02		7,33	0,94		7,31	0,94		7,31	1,14		7,31	1,14		7,24	0,724
Peso (kg)	23,65	2,58		29,61	7,48		25,37	3,99		35,27	7,27		35,27	7,27		35,27	7,27		35,27	0,000
Altura (m)	1,30	0,08		1,29	0,09		1,28	0,08		1,30	0,09		1,30	0,09		1,30	0,09		1,30	0,001
IMC (kg/m ²)	15,00	1,26		17,40	2,80		15,91	1,62		19,77	2,85		19,77	2,85		19,77	2,85		19,77	0,000
Actividad física																				
Sedentario	4	4,6		25	2,8		15	2,4		10	2,6		10	2,6		10	2,6		10	0,648
Ligeramente activo	2	2,3		37	4,2		51	8,1		39	10,3		39	10,3		39	10,3		39	
Moderadamente activo	8	9,2		52	5,8		58	9,2		27	7,1		27	7,1		27	7,1		27	
Muy activo	12	13,8		162	18,2		173	27,4		93	24,5		93	24,5		93	24,5		93	
Extremadamente activo	60	69,0		545	61,2		295	46,8		181	47,6		181	47,6		181	47,6		181	
Pérdido	1	1,1		69	7,8		39	6,2		30	7,9		30	7,9		30	7,9		30	

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; MME: masa muscular esquelética.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños con MME normal vs niños con MME alta. ^b Comparación entre niñas con MME normal vs niñas con MME alta.

La Tabla 5 muestra el REE, la ingesta energética total y la relación entre sus valores. Tanto para niños como para niñas existen diferencias significativas ($p=0,001$) en el REE al comparar el grupo MME normal versus el grupo MME alta dentro de cada sexo. El REE fue más alta en el grupo de MME alta tanto para niños como para niñas. Para la ingesta total de energía, no se observaron diferencias significativas al comparar el grupo MME normal versus el grupo MME alta dentro de cada sexo. La ingesta energética total media fue menor en las niñas que en los niños. La ingesta total de energía fue menor en las niñas cuando se compara entre niños con MME normal frente a niñas con MME normal y niños con MME alta frente a niñas con MME alta.

Se detectaron también diferencias significativas ($p=0,001$) en el porcentaje de REE que representa la ingesta energética real y en la diferencia entre los valores de REE y la ingesta energética real. Tanto en niños como en niñas, el grupo MME normal tenía valores más altos, la ingesta energética real representa un porcentaje más alto del REE y la diferencia entre el REE y la ingesta energética real fue mayor. Los niños con MME normal tenían un aporte calórico un 28,5% por encima del REE y consumieron 498 kcal más del valor recomendado, mientras que los chicos con MME alta tenían un aporte calórico un 18,6% por encima del REE y consumieron 304kcal por encima del valor recomendado. Las niñas con MME normal tenían una ingesta calórica 39,7% por encima del REE y consumieron 622kcal por encima del valor recomendado, mientras que las niñas con MME alta tenían un aporte calórico 13,4% por encima del REE y consumieron 254kcal por encima del valor recomendado.

La ingesta de macronutrientes por parte de los niños según sexo y la cantidad de MME se muestra en la Tabla 6. En el grupo de niños no se encontraron diferencias significativas para ningún macronutriente, mientras que sí se observaron diferencias significativas en la cantidad de carbohidratos ($p=0,033$), SFA ($p=0,035$), MUFA trans ($p=0,027$) y ácido mirístico ($p=0,034$) ingeridos en el grupo de niñas.

Tabla 6. Requerimiento energético estimado e ingesta real de energía diaria

	Niños (n=977; 46,14%)						Niñas (n=1011; 53,86%)					
	MME normal (n=87; 8,90%)		MME alta (n=890; 91,09%)		p-valor ^a		Normal SMM (n=631; 62,41%)		High SMM (n=380; 37,59%)		p-valor ^b	
	Media/%	DE	Media/%	DE		Media/%	DE	Media/%	DE	Media/%	DE	
REE ^c	1745	99	1902	236	0,001	1566	82	1884	212	0,001		
Energía	2243	402	2255	471	0,812	2188	418	2137	490	0,072		
% REE	128,5		118,6		0,001	139,7		113,4		0,001		
Δ Energía-REE	498	414	304	527	0,001	622	426	254	534	0,001		

DE: desviación estándar; IDR: ingesta dietética recomendada; MME: masa muscular esquelética; REE: requerimiento energético estimado.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANCOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños con MME normal vs niños con MME alta. ^b Comparación entre niñas con MME normal vs niñas con MME alta.

^c Calculado usando la ecuación de Schofield para la tasa metabólica basal multiplicada por un factor de actividad.

La ingesta de carbohidratos en el grupo de niñas fue menor para el grupo de alta MME, a pesar de no mostrar diferencias significativas en la ingesta de proteínas. SFA, trans-MUFA y ácido mirístico fueron consumidos en cantidades más pequeñas por el grupo de niñas con MME alta.

La ingesta de todos los macronutrientes comparados con la IDR fue superior a estas recomendaciones en los dos sexos, siendo especialmente relevante la ingesta de proteínas ya que superó la IDR en más de un 400%.

La ingesta de micronutrientes por parte de los niños según sexo y cantidad de MME se muestra en la Tabla 7. En el grupo de niñas no se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los micronutrientes, y solo se encontraron para el calcio ($p=0.025$) en el grupo de niños, con los niños con MME alta teniendo una mayor ingesta de este micronutriente. Se consumieron cantidades mayores que la IDR de todos los micronutrientes contemplados en la Tabla 8, con la excepción del calcio para el cual no se alcanzó la IDR en ninguno de los grupos.

Tabla 7. Ingesta de macronutrientes según sexo y MME

	Niños (n=977; 46,14%)				Niñas (n=1011; 50,86%)				IDR
	MME normal (n=87; 8,90%)		MME alta (n=890; 91,09%)		MME normal (n=631; 62,41%)		MME alta (n=380; 37,59%)		
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Proteínas (g)	90,0	17,3	93,6	25,1	0,195	18,7	88,6	24,1	0,784
Carbohidratos (g)	232,3	50,3	232,5	48,6	0,981	45,2	216,0	49,8	0,033
Lípidos (g)	102,9	23,2	102,5	27,7	0,909	15,2	98,2	28,9	0,065
SFA (g)	34,1	8,4	34,3	8,7	0,813	8,9	32,5	8,9	0,035
SFA cis (g)	31,7	26,1	33,6	27,7	0,552	25,6	34,3	27,6	0,407
SFA trans (g)	0,8	0,5	0,8	0,5	0,962	0,5	0,7	0,5	0,108
MUFA (g)	45,8	12,9	45,2	15,2	0,712	13,9	43,7	16,2	0,354
MUFA cis (g)	30,5	11,4	30,0	14,7	0,731	13,1	39,0	14,8	0,722
MUFA trans (g)	0,3	0,3	0,4	0,3	0,475	0,3	0,3	0,3	0,027
PUFA (g)	13,1	3,9	12,8	4,1	0,490	4,2	12,2	4,4	0,141
PUFA cis (g)	6,7	3,5	6,4	3,6	0,516	3,5	6,3	3,5	0,742
PUFA trans (g)	0,2	0,1	0,2	0,1	0,628	0,2	0,2	0,1	0,218
Ácido Mirístico (g)	2,5	0,9	2,6	0,9	0,224	1,1	2,4	0,9	0,034
Ácido Palmítico (g)	18,3	4,3	18,2	4,9	0,907	4,6	17,3	4,8	0,058
Ácido Estearico (g)	7,6	2,0	7,6	2,2	0,942	2,1	7,3	2,2	0,156
Ácido Palmítico (g)	1,6	0,4	1,6	0,5	0,780	0,5	1,5	0,5	0,084
Ácido Oleico (g)	41,9	12,2	41,4	14,3	0,750	13,1	40,2	15,5	0,511
Ácido Linoleico (g)	10,6	3,5	10,2	3,4	0,322	3,5	10,0	3,8	0,409
Ácido Linoleico (g)	1,1	0,4	1,2	0,6	0,356	1,2	1,1	0,9	0,173
Ácido Araquidónico (g)	0,2	0,0	0,2	0,1	0,657	0,1	0,2	0,1	0,469

DE: desviación estándar; IDR: ingesta dietética recomendada; MME: masa muscular esquelética; MUFA: ácido graso monoinsaturado; ND: no determinado; PUFA: ácido graso poliinsaturado; SFA: ácido graso saturado.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños con MME normal vs niños con MME alta. ^b Comparación entre niñas con MME normal vs niñas con MME alta.

La adherencia a la dieta mediterránea según el sexo y la cantidad de MME se muestra en la Tabla 8. No se observan diferencias significativas en el nivel de adherencia al patrón de dieta para niños o niñas al comparar el grupo de MME normal versus el grupo de MME alta dentro de cada sexo. Hubo diferencias significativas ($p=0,001$) en el número de niños en cada nivel de adherencia dentro de cada sexo y grupo de nivel MME. El 93,7% del conjunto de la muestra presentó una adherencia al patrón de dieta mediterránea calificada como media o buena. En cada grupo individual (niños MME normal, niños MME alta, niñas MME normal y niñas MME alta), más del 90% de los niños tenían un nivel de adherencia clasificado como medio o bueno. No hubo diferencias significativas ($p=0,036$) en las puntuaciones absolutas de adherencia al patrón de dieta mediterráneo entre los grupos de MME normal y MME alta para niños o niñas. Sin embargo, hubo una diferencia significativa en las puntuaciones absolutas de adherencia al patrón de dieta mediterráneo cuando se compararon los cuatro grupos.

Tabla 8. Ingesta de micronutrientes según sexo y MME

	Niños (n=977; 46,14%)				Niñas (n=1011; 50,86%)				IDR	
	MME normal (n=87; 8,90%)		MME alta (n=890; 91,09%)		MME normal (n=631; 62,41%)		MME alta (n=380; 37,58%)			
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
Minerales										
Ca (mg)	925,9	244,7	990,4	257,2	952,7	267,1	927,8	256,9	0,145	
Fe (mg)	14,0	6,2	13,4	4,6	13,0	4,0	12,5	4,4	0,090	
Mg (mg)	283,7	67,9	297,9	83,7	284,0	66,0	279,4	82,3	0,327	
Zinc (mg)	9,7	2,0	9,9	2,58	9,5	2,2	9,3	9,4	0,155	
Vitaminas										
Vitamina A (µg)	938,1	482,8	973,5	791,6	956,0	841,9	935,6	949,6	0,722	
Vitamina E(µg)	8,0	3,0	8,0	3,3	7,8	3,1	7,6	3,1	0,261	
Folato (µg)	248,3	112,7	246,3	83,6	239,9	86,6	235,8	123,1	0,542	

DE: desviación estándar; IDR: ingesta dietética recomendada; MME: masa muscular esquelética.
Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.
^a Comparación entre niños con MME normal vs niños con MME alta. ^b Comparación entre niñas con MME normal vs niñas con MME alta.

5.4 Discusión

Este estudio proporciona datos de MME para niños valencianos (españoles). Se identifica que el MME del 63,9% de los niños que participan en este estudio están por encima del nivel normal para su edad y sexo. No se han encontrado otros estudios que clasifiquen a los niños según su cantidad de MME para determinar posibles asociaciones con la dieta. Los estudios disponibles sobre MME pediátrico se centran en su mayor parte en determinar valores medios en una población, estimar los valores de MME a través de un método específico o estudiar la correlación entre MME y otros factores (Kim, K., Hong, & Kim, 2016; Lee et al., 2000; McCarthy, Samani-Radia, Jebb, & Prentice, 2014; Poortmans, Boisseau, Moraine, Moreno-Reyes, & Goldman, 2005; Wang, J. et al., 1999). No se encuentran suficientes diferencias significativas en la adherencia a la dieta mediterránea o ingesta de macro y micronutrientes para justificar las diferencias encontradas en el MME. Por esta razón, las diferencias en la población infantil de este estudio en MME pueden deberse a la alta ingesta de calorías y, en consecuencia, al peso total de los niños. Se requiere más investigación para verificar esta hipótesis.

El MME es una variable muy interesante desde el punto de vista epidemiológico actual (Moon, 2014; Srikanthan & Karlamangla, 2011; Unni et al., 2009). Durante muchos años, los estudios han demostrado que una de las principales variables a considerar para conocer el estado de salud de los niños es el IMC (Ng et al., 2014; Sorof & Daniels, 2002). Si bien el IMC es un indicador epidemiológico interesante de la composición corporal y de fácil aplicación, presenta sesgos a la hora de separar tejido graso del tejido muscular. También en este caso, dado que el MME se calcula utilizando tanto la altura como el peso, se esperaría que existieran diferencias en estos valores entre los grupos de MME. Por estas

razones, no solo se calcula el MME de los niños, sino que también se realiza una comparación entre los grupos de MME normal y alto para observar las posibles diferencias entre los grupos desde el punto de vista nutricional.

Se estudió la adherencia a una dieta mediterránea para determinar si había diferencias cualitativas en la ingesta nutricional entre los grupos, mientras que las diferencias cuantitativas se exploraron utilizando la ingesta energética total y el REE. La mala adherencia a la dieta mediterránea en los niños en general se ha identificado en alrededor del 11% en España (García Cabrera et al., 2015), mientras que un estudio con niños españoles de edades similares a los aquí estudiados identificó la prevalencia de baja adherencia como 2,1% (Perez Gallardo, Bayona, Mingo, & Rubiales, 2011). La prevalencia en este estudio de baja adherencia a la dieta mediterránea es del 6,3%. Por otro lado, la prevalencia de buena / alta adherencia en este estudio es del 44,9% mientras que otros estudios europeos han encontrado valores del 31,8% para España (Tognon et al., 2014).

Las ingestas de energía en este estudio (niños MME normal: 2243kcal, niños MME alta: 2255kcal, niñas MME normal: 2188kcal y niñas MME alta: 2137kcal) son más altas que las recomendadas para edad, sexo y nivel de actividad física. Otros estudios en población pediátrica española han encontrado ingestas medias diarias de energía en el rango de 1760-2677kcal (Aldámiz-Echevarría et al., 2004; Casado Górriz, Casado Górriz, & Díaz Grávalos, 1999; Durá-Travé & Gallinas-Victoriano, 2014a; Durá-Travé & Gallinas-Victoriano, 2014b; Serra Majem, L. et al., 2000). En este estudio, no hay diferencias significativas en la ingesta de energía entre los grupos de MME normal y alto, por lo tanto, la ingesta de energía no se asocia con la MME. Un estudio anterior realizado en Canadá encontró una correlación entre el MME total y la ingesta de energía (Cameron et al., 2016) donde una mayor ingesta de energía se asoció con valores de MME más altos. Sin embargo, en ese estudio no hay

estratificación de la muestra según MME.

El hecho de que no se encuentren grandes diferencias entre las ingestas de macro y micronutrientes entre los grupos nos lleva a sugerir la hipótesis de que el patrón de dieta puede no estar tan relacionado con el mantenimiento de la MME, al menos no dentro de los rangos normales para estos grupos de edad. No obstante, una ingesta calórica superior a la recomendada, especialmente la ingesta proteica que excede las recomendaciones en un 400% en promedio, pudo haber jugado un papel clave (Carbone et al., 2012) en el mantenimiento de estos altos niveles de MME, que también podrían determinarse por la actividad física, especialmente por el entrenamiento de fuerza adaptado a la edad de los niños, y no tanto por las diferencias en macronutrientes (Guimaraes-Ferreira et al., 2014; Midorikawa, Ohta, Torii, & Sakamoto, 2018). Sin embargo, es cierto que la población no incluye niños que hicieran entrenamiento de fuerza con cargas como tales, y los significados encontrados para los deportes que normalmente practican los niños no fueron suficientes para encontrar una relación entre el ejercicio físico de los niños y sus cantidades de MME. Otros estudios también han observado un aumento en la ingesta de proteínas en los niños en relación con la IDR (Koletzko et al., 2016; Rasbold et al., 2016). Por tanto, a pesar de la escasa literatura actual sobre MME en niños, existen motivos para sospechar, especialmente tras leer los trabajos de autores como Bradlee M, 2017 (Bradlee, Mustafa, Singer, & Moore, 2017), que la gran cantidad de proteína ingerida en tanto los miembros del grupo MME normal como los de MME alta podrían actuar como un factor preventivo del deterioro muscular, y podrían ser responsables junto con las altas cargas calóricas de los altos niveles de MME en la muestra.

El calcio es el único micronutriente estudiado que arrojó resultados significativos para el grupo de niños. Cuando se comparó este resultado con los de Foo et al. 2007 (Foo et

al., 2007), se encontró que, en el estudio con niñas adolescentes chinas, existe una asociación positiva entre la ingesta de calcio de la leche y una mayor MME, a diferencia del grupo de niñas en este estudio en el que no se encontraron diferencias significativas. En línea con declaraciones anteriores, el hecho de que el grupo con mayor MME en los niños ingiera más calcio es consecuencia de una mayor ingesta de leche que, a su vez, contiene grandes cantidades de proteína, lo que podría estar relacionado con la mayor cantidad de MME en este grupo (Roy, 2008). Las ingestas de los micronutrientes restantes son adecuadas para el IDR del rango de edad estudiado, lo que coincide con el estudio de López-Sobaler A et al. (López-Sobaler et al., 2017) en España, y no mostraron diferencias según MME.

5.4.1. Limitaciones

El enfoque del estudio no estuvo exento de limitaciones: faltaba información sobre MME y dieta en niños, y se encontraron limitaciones de la fórmula de Lee 2 para calcular MME a pesar de que la ecuación había sido validada previamente para la determinación de MME (Lee et al., 2000). La ecuación predictiva de MME propuesta por Lee 2 utiliza las variables de edad, peso, talla y etnia de los individuos, y ofrece ciertas limitaciones en cuanto a los resultados porque, en algunas situaciones, puede producirse una predicción de MME alterada a pesar de ser una fórmula válida para calcular MME en niños (Curilem Gatica et al., 2016).

5.4.2. Conclusiones

Más del 60% de los niños que participaron en este estudio tiene MME por encima de los niveles normales para su edad y sexo. La adherencia a la dieta mediterránea de los niños no se relaciona con el MME total. Al mismo tiempo, el consumo de un exceso de calorías

o comer en exceso se asocia con MME, y los niños que comen en exceso tienen valores de MME más bajos. Las diferencias en la ingesta de otros macro y micronutrientes no parecen ser suficientes para determinar un cambio en la MME de un niño.

Se necesita una actualización de estudios previos sobre MME en niños, y la literatura sobre este tema debe ampliarse, especialmente con estudios que relacionen específicamente la ingesta nutricional de los niños. La MME en niños puede actuar en el futuro como una variable epidemiológicamente relevante para producir más información sobre el metabolismo en niños.

CAPÍTULO VI

ARTÍCULO 3.

**TOTAL SUGAR INTAKE AND MACRO AND MICRONUTRIENTS IN CHILDREN
AGED 6–8 YEARS: THE ANIVA STUDY**

**INGESTA TOTAL DE AZÚCAR Y MACRO Y MICRONUTRIENTES EN NIÑOS
DE 6 A 8 AÑOS: EL ESTUDIO ANIVA**

6.1 Introducción

La función principal del azúcar es proporcionar energía al cuerpo después de descomponerse en glucosa, pero desde una perspectiva nutricional, el azúcar no es un nutriente esencial, ya que la glucosa puede ser producida por el cuerpo a partir de grasas y proteínas (World Health Organization, 2015). Sin embargo, una dieta saludable contiene al menos alguna cantidad de azúcares naturales porque son partes integrales de frutas, verduras, productos lácteos y cereales (Chun, Chung, Wang, Padgitt, & Song, 2010). La ingesta de azúcar en la dieta ha ganado prominencia como un tema muy controvertido en lo que respecta a la salud pública (Lustig, Schmidt, & Brindis, 2012; Rippe & Angelopoulos, 2013; Wittekind & Walton, 2014). Los niños están expuestos a un número cada vez mayor de comidas rápidas y preparadas con alto contenido de grasa y azúcar y son vulnerables a su atractivo, lo que puede contribuir al aumento de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad entre los niños (St-Onge, Keller, & Heymsfield, 2003).

El azúcar tiene varias propiedades funcionales en los alimentos y actualmente ningún otro edulcorante puede duplicar todas o incluso muchas de ellas (Goldfein & Slavin, 2015). Estas propiedades se derivan de las propiedades sensoriales y físicas del azúcar y sus reacciones e interacciones con los demás ingredientes (Spillane, 2006). La función más notable del azúcar en los alimentos es su sabor dulce, que sirve como señal sensorial de energía y como fuente de placer. El dulzor es un sabor innato, y se ha argumentado que la preferencia por el dulzor evolucionó para asegurar que los animales y los humanos eligieran alimentos no tóxicos con alto contenido de calorías (Spillane, 2006). El dulzor también mejora la palatabilidad de los alimentos, lo que aumenta la probabilidad de que se consuman. El azúcar contribuye al perfil de sabor de un alimento al interactuar con otros ingredientes

para mejorar o atenuar ciertos sabores. El azúcar también puede afectar las propiedades físicas de los alimentos, como el volumen y la textura, en un grado significativo y, en ocasiones, se utilizan azúcares específicos como agentes de carga o texturizantes o como parte del proceso de fermentación (Spillane, 2006; Varzakas, Labropoulos, & Anestis, 2012). La naturaleza higroscópica del azúcar juega un papel crucial en la conservación de los alimentos, ya que reduce la actividad del agua en los alimentos, lo que hace que no esté disponible para reacciones químicas o bioquímicas (Kitts, 2010; Spillane, 2006; Varzakas et al., 2012).

Aunque los estudios contradictorios demuestran cierta incertidumbre sobre este tema, es plausible que el consumo de azúcar pueda ser un factor que ha impulsado cambios en las tasas de obesidad (Faruque et al., 2019). Si bien algunos estudios han encontrado que la ingesta de azúcar se asocia con el riesgo de desarrollar algunas enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, como la obesidad, el síndrome metabólico, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y musculoesqueléticas, la caries dental y la hiperactividad (Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, 2002; Kynde et al., 2010; Lamb et al., 2015; Malik, V. S. et al., 2010; Vos et al., 2017), revisiones sistemáticas recientes y meta-análisis han demostrado que el azúcar per se no parece aumentar el peso corporal ni está asociado con enfermedades relacionadas con la dieta, a excepción de la caries dental, en condiciones isocalóricas (Fattore, Botta, Agostoni, & Bosetti, 2016; Ha et al., 2012; Te Morenga, Mallard, & Mann, 2013; Tsilas et al., 2017). Aparte de la ingesta energética, el gasto energético constituye el factor más importante en la fórmula del balance energético y la actividad física es la única variable modificable que afecta al gasto energético (Church et al., 2011; Faruque et al., 2019). Aunque la ingesta de energía no ha aumentado significativamente, ha habido una

disminución en la actividad física que puede resultar en cambios significativos en el peso corporal y/o composición (St-Onge et al., 2003).

En este estudio, el término "azúcar" se utiliza para referirse al azúcar total que se define como todos los monosacáridos y disacáridos añadidos a los alimentos y bebidas por el fabricante, cocinero o consumidor y, también, azúcares presentes de forma natural en la miel, jarabes, frutas, zumos, concentrados de frutas, así como en leche, frutas y hortalizas (National Health Service, 2017). Actualmente no existe una recomendación oficial de ingesta de azúcar pediátrica, la única recomendación disponible para el azúcar es la ingesta de referencia para adultos, que se establece en un máximo de 90g/día (The European Parliament and the Council of the European Union, 2011). Teniendo en cuenta la falta de ingestas de referencia oficiales para la población pediátrica, el Institute of Grocery Distribution propuso una ingesta de referencia de 85g/día para niños menores de 18 años (Scientific Advisory Committee on Nutrition, 2013) que fue rechazada por el Departamento de Salud del Reino Unido (Herbert, 2013), por lo tanto, las ingestas pediátricas oficiales de referencia no están disponibles para su comparación. Las fórmulas de necesidades energéticas diarias elaboradas por la FESNAD en 2010 (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010) arrojan una ingesta calórica diaria recomendada de entre 1500 y 1700kcal para la población española de 6 a 8 años en función de edad, altura, peso y nivel de actividad física. Tomando estos valores, la ingesta de referencia propuesta de 90g de azúcar representaría un poco más del 20% de la ingesta calórica diaria total.

En cuanto a la procedencia de este azúcar, la OMS y la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) recomiendan que la ingesta media poblacional de azúcar libre (monosacáridos y disacáridos añadidos a los alimentos y bebidas por el fabricante, cocinero

o consumidor, y azúcares presentes naturalmente en la miel, jarabes, jugos de frutas y concentrados de jugos de frutas) no deben exceder el 10% de la ingesta calórica total y también aconsejan que el consumo es opcional y debe ser ocasional, considerando que una reducción por debajo del 5% produciría beneficios adicionales para la salud (Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) & Aranceta Bartrina J, Arija Val V, Maíz Aldalur E, Martínez de Victoria Muñoz E, Ortega Anta RM, Pérez-Rodrigo C, Quiles Izquierdo J, Rodríguez Martín A, Román Viñas B, Salvador i Castell G, Tur Marí JA, Varela Moreiras G, Serra Majem L., 2016; World Health Organization, 2015). La base de este objetivo es que las ingestas elevadas de azúcares se asocian con una menor densidad de nutrientes y un riesgo de aumento de peso, especialmente cuando se consumen como bebidas (Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, 2002).

La infancia es un período importante de la vida humana en el que la implementación de buenos hábitos de vida es fundamental. La primera infancia es el período de desarrollo más rápido y seguir una dieta equilibrada en esta etapa es esencial para garantizar un crecimiento y desarrollo óptimos (Huysentruyt, Laire, Van Avondt, De Schepper, & Vandenplas, 2016). Actualmente, el 60% de la población española padece sobrepeso u obesidad, siendo esto especialmente preocupante en los niños porque afecta al 8% de las niñas y al 13% de los niños (Abarca-Gómez et al., 2017). Esto sitúa a España como el segundo país de Europa con más personas obesas (Abarca-Gómez et al., 2017). Esta información destaca la importancia de monitorear el estado nutricional e implementar programas de educación para la salud en los niños (Huysentruyt et al., 2016). La ingesta de azúcar no es un componente aislado de la dieta, por lo tanto, debe evaluarse junto con el patrón dietético total (macro y micronutrientes). Las encuestas dietéticas proporcionan

información sobre los hábitos alimentarios y la ingesta de alimentos y ayudan a estimar la adecuación de la ingesta de nutrientes de los diferentes grupos de una población (Huysentruyt et al., 2016).

Se dispone de muy pocos datos sobre la ingesta total de azúcares en los niños, su relación con los macro y micronutrientes de la dieta y su asociación con datos antropométricos y no existen datos para la población española de esta edad. Un metaanálisis ha confirmado la relación entre la ingesta de azúcar y las medidas antropométricas (Te Morenga et al., 2013). El efecto de la ingesta dietética de azúcar sobre el peso parece ser el resultado de la medida en que el aumento o la disminución de la ingesta en individuos influye en la ingesta de energía porque no hay cambios aparentes en el peso cuando las proporciones de la energía total derivada del azúcar se modifican en el contexto de un estricto equilibrio energético (Te Morenga, Howatson, Jones, & Mann, 2014). Viviendo en un mundo donde la prevalencia de la obesidad está alcanzando máximos históricos (Ajejas Bazan et al., 2018; Faruque et al., 2019), especialmente en niños, y habiendo revisado la literatura sobre la ingesta de azúcares, la información sobre la relación entre ellos y las variables nutricionales / antropométricas / características demográficas es relativamente escasa. Varias teorías han intentado explicar el aumento de los niveles de obesidad; y los patrones alterados de consumo de azúcar pueden desempeñar un papel, ya que se ha demostrado que los cambios en los niveles de ingesta de azúcar ocurren simultáneamente con cambios en las tasas de obesidad (Faruque et al., 2019).

El objetivo del presente estudio es identificar la ingesta total de azúcares y su asociación con la ingesta de macro y micronutrientes junto con medidas antropométricas en niños valencianos de 6 a 8 años.

6.2 Metodología

Este estudio es parte de un estudio más amplio (ANIVA) centrado en el patrón dietético y los hábitos de la población de la muestra, cuyos resultados se compilan y derivan en una intervención nutricional cuando es necesario (Morales-Suárez-Varela et al., 2015). El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por la Secretaría Autonómica de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana y el Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki y se obtuvo el consentimiento por escrito de todos los padres/tutores de los niños.

6.2.1. Población y muestra

En este estudio transversal se utilizó una muestra de 2237 escolares, de los cuales 1098 eran niños (49,1%) y 1139 niñas (50,9%), de entre 6 y 8 años pertenecientes a la Comunidad Valenciana (España) dentro del estudio ANIVA (Morales-Suárez-Varela et al., 2015).

La recogida de datos se inició con la presentación a los colegios de una carta de presentación formal acompañada de la autorización del proyecto por parte de la Secretaría Autonómica de Educación y Formación y la Universitat de València. Posteriormente, se concertó una reunión con el director del colegio y la asociación de padres para presentar el estudio. Después de la aceptación por ambas partes antes mencionadas, el colegio fue considerada un centro participante.

Un total de 21 colegios participaron en el estudio, los colegios fueron seleccionados aleatoriamente dentro de la Comunidad Valenciana y todos los colegios contactados aceptaron participar. Inicialmente se reclutaron 2563 niños y se envió una carta a sus padres o tutores con el consentimiento informado adjunto. Para 2324 niños, los padres/tutores dieron su consentimiento informado para participar en el estudio, de los cuales 4 tuvieron que ser excluidos por tener un diagnóstico clínico de una enfermedad crónica que afectaba su dieta. Después de que se devolvió el consentimiento, la encuesta que debían completar los padres o tutores se entregó a los 2320 niños elegibles. Esta encuesta consistió en una descripción del estudio, donde se indicó explícitamente que los datos recogidos serían confidenciales de acuerdo con la LOPD, instrucciones de cumplimentación y un breve cuestionario destinado a conocer el nivel de estudios de los padres o tutores y la actividad física del alumno, así como un registro de la ingesta dietética. Un total de 2262 niños devolvieron diarios de alimentación completos y cuestionarios. De estos niños, 24 estuvieron ausentes durante el día designado para la toma de medidas antropométricas dejando una muestra final de 2237 niños. El proceso de reclutamiento y selección se detalla en el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 12.

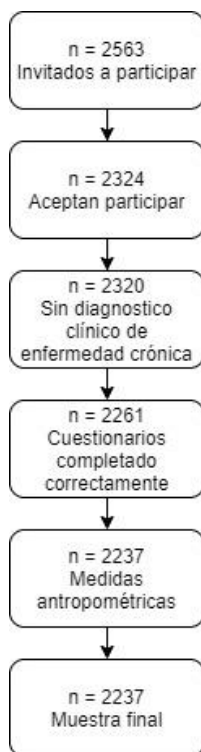


Figure 12. Diagrama de flujo de la población de estudio

6.2.2. Medidas antropométricas

Las medidas antropométricas tomadas durante el examen de salud se realizaron siguiendo los procedimientos estándar descritos por la OMS (World Health Organization, 2006), con niños descalzos y vestidos ligeros. Las medidas antropométricas se tomaron dos veces y se promediaron. Los datos antropométricos recogidos fueron el peso y el porcentaje de grasa corporal, utilizando una báscula de composición corporal con análisis de impedancia bioeléctrica Soehnle Body Balance Comfort Select 63760[®] con una capacidad de 150kg y una precisión de 0,1kg, la altura, a través de un estadiómetro portátil SECA 213[®] que permite medir hasta 205cm con división en milímetros y circunferencia cintura-cadera

mediante cinta métrica flexible pero no extensible. El ICC se calculó dividiendo la medida de la cintura por la medida de la cadera para cada individuo.

Una vez registrados los valores obtenidos para cada individuo, se utilizó el software WHO AnthroPlus® (Departamento de Salud Mundial de Nutrición, Ginebra, Suiza) para calcular el IMC para la edad (z-score), peso para la edad (z-score) y talla para la edad (z-score) con el fin de obtener una comparación entre los valores reales obtenidos en la medición de cada niño y aquellos valores de crecimiento que serían óptimos. Los valores de desviación estándar utilizados en el estudio se rigen por los patrones internacionales de crecimiento infantil de la OMS (World Health Organization, 2006).

6.2.3. Evaluación de la dieta

El análisis de la ingesta dietética se realizó a través de un diario de alimentación de tres días, uno de los cuales fue fin de semana/festivo, previamente validado para una población pediátrica. El cuestionario utilizado fue diseñado específicamente para ser utilizado con el software DIAL® (Departamento de Nutrición (UCM) & Alce Ingeniería, SL Madrid, Madrid, España.), que proporciona una valoración detallada de la dieta mediante la generación de macro y datos de micronutrientes correspondientes a cada individuo, que se incluirían en una base de datos para su posterior análisis estadístico. El software ha sido validado previamente y la base de datos de alimentos se actualizó por última vez en agosto de 2018. La base de datos tiene una tabla de composición nutricional, que contiene amplia información sobre la composición en términos de energía, proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra, minerales, vitaminas, colesterol, ácidos grasos, aminoácidos, etc. (hasta un total de aproximadamente 140 componentes diferentes), para más de 800 de los alimentos más comunes. La información de un producto se puede ubicar no solo por el nombre más común,

sino también usando nombres locales, regionales o nacionales, junto con la posibilidad de buscar usando el nombre científico y su equivalencia en inglés. El software también utiliza una tabla de medidas caseras, con alrededor de 1860 entradas, con las unidades y raciones más utilizadas. Por lo tanto, la ingesta de nutrientes se estima utilizando tanto el tipo de alimento consumido como la cantidad. El software también permite estimar las ingestas recomendadas de energía y nutrientes según las características individuales de una persona: edad, sexo, peso, actividad física.

Las tablas para la población española de 6 a 8 años elaboradas por la FESNAD en 2010 se utilizaron para la comparación de la IDR cuando estuvieron disponibles (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010). La IDR es el nivel de ingesta dietética diaria promedio que es suficiente para satisfacer las necesidades de nutrientes de casi todas las personas sanas (97 a 98%) en una etapa de la vida y un grupo de sexo en particular.

La adherencia a la dieta mediterránea se midió mediante el cuestionario KIDMED (Serra-Majem, Lluís et al., 2004) que se desarrolló para evaluar rápida y fácilmente el grado de adherencia a la dieta mediterránea, que dadas las características de la población de estudio debería ser el patrón dietético más prevalente (Serra-Majem, Lluís et al., 2004). La prueba KIDMED se ha utilizado con éxito en numerosos estudios previos (Alacid et al., 2014; Dura Trave & Castroviejo Gandarias, 2011; Navarro-González et al., 2014; Rodríguez, F. et al., 2013; San Mauro-Martin et al., 2016; Štefan et al., 2017). El grado de adherencia a la dieta mediterránea se evaluó en base a la ingesta de compuestos dietéticos asociados positiva y negativamente con la dieta mediterránea. A los productos asociados positivamente (verduras, legumbres, frutas, frutos secos, cereales, pescado, productos lácteos, aceite) se les asignó un valor de +1, mientras que a los productos asociados negativamente (dulces,

comidas rápidas) se les asignó un valor de -1. La adherencia se dividió en 3 niveles: ≥ 8 buena; 4-7 media; y ≤ 3 baja.

6.2.4. Actividad física

Para evaluar la actividad física de los niños, se pidió a los padres que informaran del número de días a la semana que sus hijos practicaban actividad física y la duración de estas sesiones en minutos. El cuestionario utilizado se basó en la ENSE 2011-2012 realizada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2014). La actividad física se clasificó en dos niveles: adecuada (al menos 60min de actividad física de moderada a vigorosa al día) e inadecuada (menos de 60min de actividad física de moderada a vigorosa al día) (World Health Organization Regional Office for Europe, European Commission, 2016). Además, se pidió a los padres que informaran sobre la frecuencia semanal de actividad sedentaria de sus hijos, como las horas que pasan viendo televisión, en el ordenador y jugando a videojuegos.

6.2.5. Nivel socioeducativo

El entorno del niño se evaluó mediante preguntas sobre la educación del padre / tutor que se clasificó en: sin estudios, estudios primarios, estudios secundarios, o estudios universitarios y estudios universitarios de posgrado.

6.2.6. Análisis estadístico

La verificación de datos se realizó tanto manual como estadísticamente con valores atípicos para las variables medidas y derivadas identificadas por z-scores, y con verificación cruzada con las hojas de recolección de datos originales.

Se calcularon estadísticas descriptivas para las medidas antropométricas y los macro y micronutrientes, y los resultados se expresaron como media±desviación estándar. La normalidad de la distribución de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se han calculado los cuartiles de la ingesta de azúcar para niños y niñas.

La muestra se estratificó de acuerdo con los cuartiles específicos del sexo de ingesta total de azúcar o el porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar. El primer cuartil se definió como un grupo de bajo consumo de azúcar (P25), el segundo y tercer cuartiles como el grupo de consumo medio de azúcar (P25-P75) y el cuarto cuartil como el grupo de alto consumo de azúcar (P75). Las diferencias entre P25, P25-P75 y P75 para todas las variables estudiadas se presentan en las tablas.

La posible asociación entre variables antropométricas, macro y micronutrientes en relación con la ingesta de azúcar se analizó con un test post hoc de Tukey ANOVA de una vía ya que todas las variables estaban distribuidas normalmente.

En el caso específico de la posible asociación entre las variables antropométricas y el porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar, un análisis de regresión múltiple ajustado por edad y actividad física después de la estratificación según cuartiles de porcentaje de energía total derivada de azúcar total por sexo. Se realizó la ingesta para obtener los coeficientes R^2 .

Para todos los análisis, se consideró que los valores de $p < 0,05$ indicaban significación estadística (prueba de dos colas). El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS® Statistics v.24 para Windows.

6.3 Resultados

El estudio incluyó a 2237 niños: 1098 niños y 1139 niñas ($p=0,371$).

La ingesta total de azúcar consumida por los niños de 6 a 8 años estudiados se presenta en la Tabla 9, mientras que el desglose de la ingesta de azúcar estratificado por sexo se muestra en la Tabla 10. La ingesta total media de azúcar fue de $93,77\pm 25,72$ g/día (22% a 25 % de la ingesta total de energía) con niños que presentaron una ingesta de $96,24\pm 24,34$ g/día (23% a 26% de la ingesta total de energía) y niñas $91,38\pm 26,78$ g/día (22% a 24% de la ingesta total de energía). La mediana de la ingesta fue de 91,85g/día (22% a 24% de la ingesta total de energía) para la muestra total con 94,90g/día (22% a 25% de la ingesta total de energía) para los niños y 88,80g/día (21% a 24 % de la ingesta energética total) para las niñas. Las diferencias entre niños y niñas para la ingesta total de azúcar ($p<0,001$), glucosa ($p<0,001$), fructosa ($p<0,001$), sacarosa ($p=0,036$) y lactosa ($p=0,021$) fueron significativas, pero no se encontraron diferencias para la galactosa. ($p=1,000$) o maltosa ($p=0,344$). Se identificó que la ingesta de azúcar de más del 50% de los niños que participaron en el estudio estaba por encima de la ingesta diaria recomendada para adultos de 90g.

Tabla 9. Ingesta total de azúcar

	Ingesta total de azúcar (g)												
	Media	Mediana	DE	RIQ	Min	Max	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
Total (n=2237)	93,77	91,85	25,72	32,10	24,60	348,00	55,40	63,80	76,90	91,85	109,00	125,00	136,00
Niños (n=1098)	96,24	94,90	24,34	32,10	24,60	250,00	58,28	66,94	79,90	94,90	112,00	127,00	138,00
Niñas (n=1139)	91,38	88,80	26,78	31,50	25,10	348,00	53,02	61,30	74,50	88,80	106,00	122,00	133,00

DE: desviación estándar; RIQ: rango intercuartilico.

Tabla 10. Desglose de la ingesta total de azúcar

	Total (n=2237)					Niños (n=1098)					Niñas (n=1139)					p-valor	
	Media	DE	Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	Min		Max
Ingesta total azúcar (g)	93,77	25,72	24,60	348,00	96,24	24,34	24,60	250,00	91,38	26,78	25,10	348,00					
Glucosa (g)	8,10	4,40	0,00	43,40	8,46	4,46	0,18	35,10	7,75	4,31	0,00	43,40					<0,001
Fructosa (g)	11,04	6,10	0,00	56,30	11,55	6,24	0,14	45,30	10,55	5,93	0,00	56,30					<0,001
Galactosa (g)	0,16	0,35	0,00	3,10	0,16	0,34	0,00	2,20	0,16	0,35	0,00	3,10					1,000
Sucrosa (g)	22,70	13,33	0,09	276,00	23,30	11,28	0,35	133,00	22,12	15,04	0,09	276,00					0,036
Maltosa (g)	0,13	0,25	0,00	2,80	0,13	0,25	0,00	2,40	0,14	0,25	0,00	2,80					0,344
Lactosa (g)	14,58	7,29	0,00	68,40	14,94	7,10	0,00	55,60	14,23	7,46	0,00	68,40					0,021

DE: desviación estándar.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

Según la ingesta dietética de azúcar estratificada por percentiles específicos por sexo, 276 niños (12,3%) se agruparon en el P25 (<79,9g/día), 542 se agruparon en el P25-P75 (79,9-112,0g/día) con P50 siendo una ingesta de 94,9g/día de azúcar y 267 (11,9%) se agruparon en el P75 (>112,0g/día); Al mismo tiempo, 324 niñas (14,5%) se agruparon en P25 (<74,5g/día), 526 se agruparon en el P25-P75 (74,5-106,0g/día) siendo P50 una ingesta de 88,8g/día de azúcar y 284 (12,7%) en P75 (>106,0g/día).

La Tabla 11 muestra algunas características sociodemográficas estratificadas como el nivel de educación de los padres, la actividad física y la adherencia a la puntuación de la dieta mediterránea. Se encontraron diferencias significativas en cuanto al nivel de educación de los padres para ambos sexos. No se encontraron diferencias significativas para el nivel de actividad física y solo en el grupo de niñas se encontraron diferencias significativas en la adherencia a la dieta mediterránea. La adherencia en las niñas con ingestas elevadas de azúcar fue peor que en aquellas con ingestas más bajas.

En la Tabla 12 muestran algunas características sociodemográficas estratificadas como el nivel de educación de los padres, la actividad física y la adherencia a la dieta mediterránea en relación con el porcentaje de la ingesta energética total procedente de la ingesta de azúcar. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al nivel de educación de los padres, la actividad física o la adherencia a la dieta mediterránea para ninguno de los grupos.

Tabla 12. Características sociodemográficas según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar
Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21,07±12,09%)

	Niños (n=1098)						Niñas (n=1139)					
	Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar			Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar			Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar			Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar		
	P25 (<14,99%) (n=274)	P25-P75 (14,99-21,17%) (n=549)	P75 (>21,17%) (n=275)	p-valor ^a	P25 (<14,61%) (n=284)	P25-P75 (14,61-20,90%) (n=570)	P75 (>20,90%) (n=285)	p-valor ^b	P25 (<14,61%) (n=284)	P25-P75 (14,61-20,90%) (n=570)	P75 (>20,90%) (n=285)	p-valor ^c
	%	%	%		%	%	%	%	%	%	%	
Nivel educativo paterno												
Bajo	32,4	27,0	28,7	0,257	31,9	27,7	28,3	0,411	31,9	27,7	28,3	0,479
Medio	34,6	34,2	34,3	0,991	35,1	33,9	34,6	0,999	35,1	33,9	34,6	0,999
Alto	33,1	38,8	36,9	0,293	33,0	38,4	37,1	0,311	33,0	38,4	37,1	0,442
Nivel educativo materno												
Bajo	16,7	13,6	15,2	0,480	16,3	14,1	14,4	0,693	16,3	14,1	14,4	0,818
Medio	38,0	34,3	34,2	0,533	38,7	34,0	35,1	0,679	38,7	34,0	35,1	0,679
Alto	45,3	52,1	50,6	0,177	45,0	51,8	50,6	0,176	45,0	51,8	50,6	0,225
Nivel actividad física												
Inadecuado	17,7	17,3	17,1	0,968	18,3	16,8	18,3	0,700	18,3	16,8	18,3	0,994
Adecuado	82,3	82,7	82,9	0,968	81,7	83,2	81,7	0,700	81,7	83,2	81,7	0,994
Adherencia dieta mediterránea												
Baja	4,9	5,6	6,0	0,828	4,7	5,6	6,1	0,742	4,7	5,6	6,1	0,965
Media	45,6	42,4	41,6	0,575	44,9	42,4	43,1	0,767	44,9	42,4	43,1	0,894
Alta	49,5	52,1	52,4	0,763	50,3	52,0	50,8	0,899	50,3	52,0	50,8	0,979

Porcentajes se compararon usando con el test de Chi-cuadrado. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños. ^b Comparación entre niñas. ^c Comparación entre todos.

La Tabla 13 resume los valores medios de edad, peso, altura, IMC, circunferencia de cintura y cadera, ICC y PGC según sexo y cantidad de azúcar ingerida. Se observaron diferencias significativas en edad ($p=0,026$), z-score de peso ($p=0,003$), z-score de altura ($p=0,030$), z-score de IMC ($p=0,013$), circunferencia de la cadera ($p=0,041$), y porcentaje de grasa ($p=0,024$) en el grupo de niños, mientras que se observaron diferencias significativas en el z-score del peso ($p=0,018$), el IMC ($p=0,042$), el z-score del IMC ($p=0,007$), la circunferencia de la cintura ($p=0,002$) y porcentaje de grasa ($p=0,001$) en el grupo de niñas.

Tabla 13. Características antropométricas según ingesta total de azúcar
Ingesta total azúcar: (93.77±25.72 g)

	Niños (n=1098)						Niñas (n=1139)								
	Ingesta total azúcar (96.24±24.34g)			Ingesta total azúcar (91.38±26.78g)											
	P25-P75 (79.9-112.0g) (n=542)		P75 (>112.0g) (n=280)	P25-P75 (74.5-106.0g) (n=526)		P75 (>106.0g) (n=289)									
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	p-valor ^a	p-valor ^b	p-valor ^c				
Edad (años)	7.31	1.04	7.24	1.01	7.44	1.03	7.34	1.03	7.29	1.02	7.32	1.03	0.826	0.178	0.001
Peso (kg)	29.15	7.98	28.74	6.92	29.31	7.16	29.46	7.50	28.81	7.05	28.27	6.95	0.117	0.332	0.001
Peso z-score	2.54	11.61	1.15	4.24	0.79	1.08	1.78	8.64	0.91	2.33	0.77	2.32	0.018	0.001	0.001
Altura (m)	1.28	0.08	1.28	0.08	1.29	0.08	1.29	0.08	1.28	0.08	1.27	0.08	0.183	0.306	0.001
Altura z-score	1.91	9.86	1.05	5.18	0.55	1.01	1.40	8.06	1.04	5.76	0.75	4.13	0.424	0.120	0.001
IMC	17.41	3.20	17.04	2.56	17.25	2.57	17.58	2.95	17.26	2.85	17.01	2.57	0.042	0.057	0.002
IMC z-score	2.27	13.14	0.88	4.10	0.66	1.14	1.54	7.91	0.68	1.75	0.54	1.41	0.007	0.002	0.007
Cintura (cm)	60.43	9.65	61.28	6.84	61.02	7.62	61.41	7.75	60.78	7.13	59.32	7.59	0.002	0.007	0.007
Cadera (cm)	69.16	10.08	70.78	7.07	70.48	7.83	70.86	8.20	70.07	8.39	69.28	7.82	0.039	0.083	0.007
ICC	0.87	0.05	0.86	0.56	1.20	5.48	0.89	0.46	0.87	0.28	0.85	0.05	0.312	0.272	0.001
PCC	16.79	10.74	16.09	9.10	18.43	6.87	18.55	10.17	16.84	9.43	20.59	7.08	0.001	0.001	0.001

DE: desviación estándar; ICC: índice cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal; PCC: porcentaje de grasa corporal.
Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0.05 se considera estadísticamente significativo.
^a Comparación entre niños. ^b Comparación entre niñas. ^c Comparación entre todos.

La Tabla 14 muestra los valores antropométricos medios de los niños estudiados en relación con los grupos específicos de sexo de la ingesta total de azúcar ajustada por la ingesta total de energía. Se observaron diferencias significativas en el peso z-score ($p=0,049$), circunferencia de la cintura ($p=0,010$) y PGC ($p<0,001$) en el grupo de niños, mientras que se observaron diferencias significativas en peso ($p=0,050$), peso z-score ($p=0,020$), altura ($p=0,005$), altura z-score ($p=0,038$), IMC z-score ($p=0,014$), circunferencia de la cintura ($p=0,009$), circunferencia de la cadera ($p=0,003$) y PGC ($p<0,001$) en el grupo de niñas. No se encontraron diferencias significativas para el IMC o el ICC.

Tabla 14. Características antropométricas según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar
Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21.07±12.09%)

	Niños (n=1098)														
	Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21.15±11.90%)				Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (14.61±20.90%)				Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (>20.90%)						
	P25 (n=274)	P25-P75 (n=549)	P75 (n=275)	P75 (n=284)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)			
Peso (kg)	29.37	8.14	29.03	7.01	28.55	6.83	0.413	29.69	7.25	28.76	7.15	28.25	7.08	0.050	0.163
Peso z score	2.17	10.50	1.33	5.54	0.81	1.16	0.049	1.85	9.24	0.91	2.25	0.82	2.36	0.020	0.010
Altura (m)	1.30	0.09	1.29	0.08	1.28	0.08	0.242	1.30	0.08	1.29	0.08	1.27	0.09	0.005	<0.001
Altura z score	1.80	9.75	1.08	5.29	0.59	1.10	0.067	1.88	10.20	0.83	1.71	0.64	1.46	0.038	0.016
IMC	17.24	3.05	17.21	2.70	17.10	2.49	0.791	17.39	2.84	17.29	2.86	17.21	2.75	0.755	0.877
IMC z score	1.85	11.88	1.11	5.77	0.64	1.20	0.141	1.56	8.45	0.68	1.71	0.64	1.46	0.014	0.037
Cintura (cm)	60.95	9.65	61.65	7.07	59.76	6.92	0.010	61.54	7.64	60.91	7.29	58.91	7.39	0.009	<0.001
Cadera (cm)	69.78	10.07	70.83	7.22	69.82	7.51	0.145	71.08	8.14	70.30	7.98	68.64	8.56	0.003	0.002
ICC	0.87	0.06	0.87	0.06	0.96	2.81	0.232	0.90	0.48	0.87	0.05	0.88	0.31	0.430	0.862
PGC	16.17	10.46	16.00	9.02	19.02	6.78	<0.001	18.13	9.85	16.79	9.67	21.59	6.20	<0.001	<0.001

DE: desviación estándar; ICC: índice cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal; PGC: porcentaje grasa corporal.
Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0.05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños. ^b Comparación entre niñas. ^c Comparación entre todos.

En la Tabla 15 se muestran los resultados (coeficiente de determinación R^2) del análisis de regresión múltiple ajustado por edad y actividad física después de la estratificación según cuartiles específicos de sexo del porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar para la posible asociación entre las variables antropométricas y el porcentaje de la energía total derivada de la ingesta total de azúcar. Si bien el R^2 no indica si las variables independientes son una causa de los cambios en la variable dependiente, sí nos permite saber qué tan bien la pertenencia a un grupo específico de ingesta de azúcar predice los valores antropométricos. Los valores de R^2 más altos (~ 0.3) se encontraron para el peso y la altura con los valores p correspondientes todos < 0.05 . Esto significaría que el modelo explica $\sim 30\%$ de la variación dentro de los datos y también indica significación estadística. El IMC también presentó significancia estadística para todos los grupos, mientras que la cintura y la cadera fueron significativas en todos los grupos, excepto en los niños P25. El ICC solo fue estadísticamente significativo en niños P25, niños P25-P75 y niñas P25-P75. Los valores R^2 para los z-scores fueron bajos, entre 0.001 y 0.113 y la significación estadística solo se encontró en el grupo de niños P75 para el z-score del peso y el z-score del IMC. Mientras tanto, el PGC presenta los valores de R^2 más bajos (0,001-0,006) y no se encontró significación estadística en ninguno de los grupos.

Tabla 15. Resultados del análisis de regresión múltiple ajustado de la posible asociación entre las variables antropométricas y el porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar

	Niños (n=1098)				Niñas (n=1139)							
	Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21,15±11,90%)		Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (14,99,21,17%) (n=549)		Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (>21,17%) (n=275)		Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (14,61,20,90%) (n=570)					
	R ²	p-valor	R ²	p-valor	R ²	p-valor	R ²	p-valor				
Peso (kg)	0,298	0,001	0,303	0,001	0,322	0,001	0,270	0,001	0,308	0,001	0,312	0,001
Peso z-score	0,004	0,664	0,004	0,959	0,065	0,007	0,006	0,462	0,003	0,919	0,001	0,421
Altura (m)	0,331	0,001	0,328	0,001	0,401	0,001	0,283	0,001	0,324	0,001	0,399	0,001
Altura z-score	0,006	0,818	0,001	0,366	0,003	0,317	0,003	0,232	0,002	0,643	0,001	0,289
IMC	0,079	0,001	0,084	0,001	0,099	0,001	0,055	0,001	0,089	0,001	0,094	0,001
IMC z-score	0,004	0,556	0,004	0,939	0,113	0,001	0,004	0,640	0,001	0,283	0,001	0,687
Cintura (cm)	0,114	0,113	0,129	0,001	0,118	0,001	0,095	0,001	0,131	0,001	0,123	0,001
Cadera (cm)	0,001	0,701	0,219	0,001	0,173	0,001	0,156	0,001	0,213	0,001	0,182	0,001
ICC	0,016	0,014	0,020	0,001	0,001	0,716	0,007	0,184	0,015	0,001	0,001	0,713
PGC	0,001	0,404	0,001	0,748	0,006	0,202	0,003	0,468	0,001	0,466	0,003	0,405

ICC: índice cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal; PGC: porcentaje grasa corporal.
P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

La Tabla 16 muestra la ingesta de macronutrientes según el sexo y la ingesta de azúcares. Para ambos grupos, niños y niñas, en promedio, presentaron mayores ingestas de energía total, proteínas, carbohidratos, monosacáridos (glucosa, fructosa y galactosa), disacáridos (lactosa, maltosa y sacarosa), fibra, colesterol y lípidos cuando la ingesta de azúcar fue mayor. La ingesta de ácidos grasos fue significativamente mayor entre los niños con mayor ingesta de azúcar para SFA, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, MUFA, palmitoleico, ácido oleico, PUFA, PUFA ω -6, ácido linoleico, ácido linolénico, pero para PUFA ω -3 el grupo de niños P25-P75 presentó los valores de ingesta más altos.

TOTAL SUGAR INTAKE AND MACRO AND MICRONUTRIENTS
IN CHILDREN AGED 6-8 YEARS: THE ANIVA STUDY

Tabla 16. Ingesta de macronutrientes según sexo e ingesta total de azúcar
Ingesta total de azúcar (93,77±25,72 g)

	Niños (n=1098)										Niñas (n=1139)									
	Ingesta total de azúcar (96,24±24,34g)					Ingesta total de azúcar (>112,0g) (n=280)					Ingesta total de azúcar (74,5-106,0g) (n=526)					Ingesta total de azúcar (>106,0g) (n=289)				
	P25 (<79,9g) (n=276)	Media	DE	P75 (79,9-112,0g) (n=542)	P-valor ^a	P25 (<74,5g) (n=324)	Media	DE	P75 (74,5-106,0g) (n=526)	P-valor ^a	P25 (<106,0g) (n=289)	Media	DE	P75 (>106,0g) (n=289)	P-valor ^b	P-valor ^c				
Energía 1500-1700kcal	2004,67	2270,34	356,60	2270,34	<0,001	1939,44	328,49	2197,29	<0,001	2540,01	609,11	<0,001	<0,001							
Proteínas 19g	86,96	21,23	18,85	104,04	<0,001	82,99	21,12	89,54	<0,001	98,12	24,14	<0,001	<0,001							
Carbohidratos 130g	202,13	43,85	233,57	35,58	<0,001	191,19	36,83	222,81	<0,001	269,47	55,52	<0,001	<0,001							
Glucosa (g)	5,95	2,89	8,76	4,06	<0,001	5,41	2,68	8,09	<0,001	11,40	6,20	<0,001	<0,001							
Fructosa (g)	8,34	4,33	11,98	5,88	<0,001	7,48	3,94	11,05	<0,001	15,11	8,20	<0,001	<0,001							
Galactosa (g)	0,05	0,18	0,19	0,37	<0,001	0,08	0,24	0,17	<0,001	0,28	0,49	<0,001	<0,001							
Lactosa (g)	11,96	6,06	15,47	6,27	<0,001	11,59	6,28	14,64	<0,001	18,24	9,80	<0,001	<0,001							
Maltosa (g)	0,08	0,16	0,15	0,27	<0,001	0,08	0,17	0,15	<0,001	0,25	0,37	<0,001	<0,001							
Sucrosa (g)	15,82	6,86	24,16	8,98	<0,001	14,52	7,01	23,04	<0,001	28,21	13,41	<0,001	<0,001							
Fibra 2,5g	16,96	5,67	19,34	8,17	<0,001	15,86	4,55	18,79	<0,001	21,65	13,41	<0,001	<0,001							
Colesterol (mg)	327,18	102,53	353,77	101,43	<0,001	304,94	85,77	344,10	<0,001	369,79	117,50	<0,001	<0,001							
Lípidos (g)	92,88	21,82	103,42	23,00	<0,001	91,37	21,22	101,45	<0,001	114,14	37,72	<0,001	<0,001							
SFA (g)	30,71	7,24	34,72	7,68	<0,001	29,38	6,89	33,89	<0,001	39,17	11,87	<0,001	<0,001							
Ácido Mirístico (g)	2,31	0,83	2,66	0,89	<0,001	2,15	0,81	2,57	<0,001	3,01	1,68	<0,001	<0,001							
Ácido Palmítico (g)	16,59	3,99	18,42	4,37	<0,001	15,90	3,79	17,90	<0,001	20,34	5,89	<0,001	<0,001							
Ácido Estearico (g)	6,83	1,78	7,66	1,99	<0,001	6,58	1,78	7,56	<0,001	8,65	2,48	<0,001	<0,001							
MUFA (g)	40,88	11,44	45,42	12,18	<0,001	40,25	11,67	44,61	<0,001	50,85	22,83	<0,001	<0,001							
Ácido Palmítico (g)	1,51	0,40	1,66	0,43	<0,001	1,45	0,40	1,60	<0,001	1,72	0,56	<0,001	<0,001							
Ácido Oleico (g)	37,25	10,71	41,65	11,38	<0,001	37,09	11,03	40,89	<0,001	46,88	22,18	<0,001	<0,001							
PUFA (g)	11,72	3,39	12,95	4,08	<0,001	11,44	3,46	12,71	<0,001	13,76	4,85	<0,001	<0,001							
PUFA ω-3 0,9g	7,00	4,38	8,66	4,53	<0,001	7,68	4,00	8,20	<0,001	8,87	5,49	<0,001	<0,001							
PUFA ω-3 0,9g	0,94	0,73	1,31	0,84	<0,001	1,09	0,71	1,20	<0,001	1,21	0,94	<0,001	<0,001							
Ácido Linoleico 10g	9,41	2,97	10,37	3,40	<0,001	9,28	3,01	10,24	<0,001	11,16	4,06	<0,001	<0,001							
Ácido Linoleico 0,9g	1,03	0,35	1,22	0,64	<0,001	1,03	0,35	1,18	<0,001	1,30	0,65	<0,001	<0,001							
Ácido Araquidónico (g)	0,17	0,09	0,18	0,10	<0,001	0,15	0,08	0,17	<0,001	0,17	0,10	<0,001	<0,001							

DE: desviación estándar; SFA: ácido graso saturado; MUFA: ácido graso monoinsaturado; PUFA: ácido graso poliinsaturado.
Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños; ^b Comparación entre niñas; ^c Comparación entre todos.

La Tabla 17 muestra la ingesta de macronutrientes estratificada por cuartiles específicos por sexo del porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar. El porcentaje de energía total derivada de las proteínas disminuyó a medida que aumentaba el porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar, mientras que lo contrario fue cierto para los carbohidratos, glucosa, fructosa, galactosa, lactosa, maltosa y sacarosa. Para la ingesta de fibra, los grupos P25-P75 presentaron la ingesta más alta por 1000kcal. Para los macronutrientes restantes estudiados, la ingesta por 1000 kcal disminuyó cuando aumentaba el porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar. El ácido mirístico fue el único nutriente que no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

TOTAL SUGAR INTAKE AND MACRO AND MICRONUTRIENTS
IN CHILDREN AGED 6-8 YEARS: THE ANIVA STUDY

Tabla 17. Ingesta de macronutrientes según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar
Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21.07±12.09%)

	Niños (n=1098)										Niñas (n=1139)									
	Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21.15±11.90%)					Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (20.99±12.26%)					Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (14.61±20.90%)					Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (>20.90%)				
	P25 (n=274)	P25-P75 (n=549)	P75 (n=275)	P-valor ^a	P25 (n=284)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)	P-valor ^b	P25 (n=284)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)	P-valor ^b	P25 (n=284)	P25-P75 (n=570)	P75 (n=285)	P-valor ^b				
Energía	2004.67	345.14	2270.34	356.60	716.33	1939.44	328.49	2197.29	359.56	2168.21	672.69	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Proteínas	16.91	2.87	16.52	2.40	15.72	2.37	16.98	2.97	16.51	2.38	16.52	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Carbohidratos	38.72	5.49	41.43	4.64	44.91	4.22	38.50	5.64	41.32	4.62	44.73	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Glucosa	1.05	0.53	1.53	0.66	2.15	1.06	<0.001	1.02	1.51	0.65	2.13	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Fructosa	1.47	0.77	2.10	0.98	2.83	1.41	<0.001	1.44	2.06	0.97	2.81	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Galactosa	0.01	0.04	0.03	0.06	0.10	<0.001	0.01	0.04	0.03	0.06	0.09	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Lactosa	2.21	1.18	2.73	1.20	2.50	1.62	<0.001	2.17	2.71	1.21	3.45	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Maltosa	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.06	<0.001	0.01	0.03	0.02	0.04	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Sucrosa	2.83	1.24	4.31	1.61	5.99	3.02	<0.001	2.73	4.24	1.59	5.94	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Fibra	8.08	2.12	8.54	2.74	8.24	1.95	<0.001	8.07	2.16	8.51	2.72	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Colesterol	159.79	44.50	156.24	37.58	146.76	40.45	<0.001	160.75	45.30	155.84	37.28	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Lípidos	48.14	4.78	45.18	4.47	41.88	4.66	<0.001	48.38	4.84	45.31	4.44	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
SFA	15.45	2.38	15.21	2.19	14.95	2.38	0.007	15.49	2.41	15.22	2.20	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Ácido Mirístico	1.14	0.41	1.16	0.35	1.17	0.38	0.360	1.14	0.41	1.15	0.35	0.117	0.37	0.445	0.844	0.844				
Ácido Palmítico	8.33	1.27	8.08	1.22	7.63	1.31	0.001	8.36	1.27	7.64	1.29	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Ácido Estearico	3.42	0.63	3.38	0.64	3.30	0.73	0.038	3.44	0.64	3.37	0.64	0.71	0.010	0.010	0.047	0.047				
MUFA	21.43	3.95	19.80	3.15	18.09	2.98	<0.001	21.57	4.00	19.87	3.16	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Ácido Palmítico	0.75	0.15	0.72	0.14	0.67	0.14	<0.001	0.76	0.15	0.72	0.14	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Ácido Oleico	19.63	3.94	18.17	3.12	16.61	2.97	<0.001	19.76	3.99	18.23	3.13	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
PUFA	6.03	1.42	5.65	1.7	5.04	1.02	<0.001	6.07	1.41	5.67	1.20	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
PUFA ω-6	3.87	2.01	3.71	1.75	3.11	1.63	<0.001	3.91	2.03	3.71	1.76	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
PUFA ω-3	0.53	0.36	0.54	0.34	0.46	0.35	0.002	0.53	0.37	0.54	0.34	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003				
Ácido Linoleico	4.86	1.25	4.54	1.05	4.06	0.90	<0.001	4.91	1.26	4.55	1.07	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Ácido Linolénico	0.54	0.22	0.52	0.15	0.48	0.16	<0.001	0.55	0.23	0.52	0.15	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Ácido Araquidónico	0.08	0.04	0.07	0.03	0.07	0.03	<0.001	0.08	0.04	0.07	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				

Los valores se presentan como % de energía total para Proteínas, Carbohidratos, Glucosa, Fructosa, Galactosa, Maltosa, Sacarosa y como unidad/1000 kcal para Fibra, Colesterol, Lípidos.

SFA, Ácido Mirístico, Ácido Palmítico, MUFA, Palmitoleico, Ácido, Ácido Oleico, PUFA, ω-6 PUFA, ω-3 PUFA, Ácido Linoleico y Ácido Araquidónico.

DE: desviación estándar; SFA: ácido graso saturado; MUFA: ácido graso monoinsaturado; PUFA: ácido graso poliinsaturado.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0.05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños. ^b Comparación entre niñas. ^c Comparación entre todos.

En la Tabla 18 se muestra la ingesta de micronutrientes según el sexo y la ingesta de azúcar. Hubo una mayor ingesta de micronutrientes entre los niños con P75 vs P25, en todos los micronutrientes estudiados que presentaron significancia estadística ($p < 0.05$). No se observaron diferencias en la ingesta de vitamina B1 y ácido fólico en ninguno de los dos sexos.

Tabla 18. Ingesta de micronutrientes según sexo e ingesta total de azúcar

	Ingesta total azúcar (93,77±25,72 g)											
	Niños (n=1098)						Niñas (n=1139)					
	P25 (<79,9g) (n=276)	P25-P75 (79,9-112,0g) (n=542)	P75 (>112,0g) (n=280)	P- valor ^a	Media	DE	P25 (<74,5g) (n=324)	P25-P75 (74,5-106,0g) (n=526)	P75 (>106,0g) (n=289)	P- valor ^b	Media	DE
Minerales IDR												
Ca 800 mg	832,20	201,39	1051,02	1051,02	571,89	1099,67	757,48	1045,39	947,15	544,91	1185,26	1289,60
Fe 9 mg	12,24	3,23	13,46	13,46	1,61	1,32	1,18	1,78	1,46	0,64	1,66	0,80
I 120µg	89,50	27,07	105,72	105,72	62,20	123,57	113,06	26,75	98,74	27,51	113,75	38,58
Mg 170 mg	259,14	65,34	300,21	300,21	64,44	349,33	122,89	56,44	287,14	55,19	336,08	106,74
Zinc 6,5 mg	8,95	1,95	9,92	9,92	2,08	11,07	3,90	1,92	9,56	2,02	10,65	2,80
Vitaminas IDR												
A 450 µg	866,14	1051,02	985,54	985,54	571,89	1099,67	757,48	1045,39	947,15	544,91	1185,26	1289,60
B1 0,8 mg	1,67	2,54	1,61	1,61	1,32	1,74	1,18	1,78	1,46	0,64	1,66	0,80
B2 1,1 mg	1,67	0,42	1,95	1,95	0,41	2,29	0,71	0,47	1,90	0,46	2,20	0,70
B6 1,0 mg	1,90	0,51	2,17	2,17	0,59	2,45	1,14	0,56	2,08	0,58	2,34	0,99
Folato 200 µg	7,87	15,40	10,24	10,24	17,86	16,56	37,81	8,98	19,13	10,68	19,91	13,30
B12 1,2 µg	5,67	4,74	5,95	5,95	2,83	6,96	5,08	3,02	5,80	2,64	6,19	2,71
C 45 mg	78,48	35,93	104,77	104,77	49,33	129,95	59,72	36,94	99,95	42,05	131,08	85,81
D 5 µg	2,84	2,94	3,03	3,03	2,36	3,51	2,39	2,39	2,90	2,24	3,44	2,86
E 7,0 mg	6,96	2,53	8,12	8,12	3,17	9,55	3,95	2,36	7,93	2,85	3,33	4,34

DE: desviación estándar.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños. ^b Comparación entre niñas. ^c Comparación entre todos.

La Tabla 19 muestra la ingesta de micronutrientes por 1000kcal estratificada por cuartiles específicos por sexo del porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar. La ingesta de calcio, yodo, magnesio, vitamina B2 y vitamina C aumentó a medida que aumentaba el porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar. Para la ingesta de hierro y vitamina B6, los grupos P25-P75 presentaron las ingestas más altas. No se observaron diferencias en la ingesta de zinc, vitamina A, vitamina B1, vitamina D o vitamina E en ninguno de los dos sexos. Si se estratifica por sexo, en los niños la ingesta de folato y vitamina B12 aumentó a medida que aumentaba el porcentaje de energía total derivada de la ingesta total de azúcar y en las niñas esto también fue cierto para el folato.

Tabla 19. Ingesta de micronutrientes según porcentaje de energía total ingerida proveniente de ingesta total de azúcar

	Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (21.07±12.09%) Niños (n=1098)											
	Niños (n=1098)				Niñas (n=1139)				Niños (n=1139)			
	Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (<14,99%) (n=274)			Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (>21,17%) (n=275)			Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (14,61-20,90%) (n=570)			Porcentaje de energía total ingerida proveniente de la ingesta total de azúcar (>20,90%) (n=285)		
	Media	DE	P-valor ^a	Media	DE	P-valor ^a	Media	DE	P-valor ^a	Media	DE	P-valor ^a
Minerales												
Ca (mg)	395,48	91,70	<0,001	498,00	115,29	<0,001	393,19	91,09	446,32	97,19	498,01	114,10
Fe (mg)	5,91	1,34	0,004	5,73	1,47	0,004	5,93	1,38	6,02	1,53	5,76	1,44
I (µg)	43,58	14,96	0,002	47,31	12,40	0,002	43,57	15,39	46,03	19,56	47,45	12,38
Mg (mg)	124,96	24,90	<0,001	133,51	21,67	<0,001	125,26	25,67	132,72	21,53	136,57	23,24
Zinc (mg)	4,34	0,75	0,364	4,35	0,73	0,364	4,36	0,76	4,37	0,73	4,36	0,73
Vitaminas												
A (µg)	430,90	485,35	0,993	433,51	333,26	0,993	435,03	513,31	428,63	246,95	439,16	202,50
B1 (mg)	0,74	0,87	0,173	0,65	0,17	0,173	0,75	0,91	0,71	0,67	0,65	0,17
B2 (mg)	0,79	0,18	<0,001	0,93	0,21	<0,001	0,79	0,18	0,86	0,19	0,93	0,21
B6 (mg)	0,91	0,22	0,26	0,96	0,24	0,26	0,91	0,22	0,96	0,21	0,94	0,25
Folato (µg)	3,91	7,63	0,018	5,44	10,13	0,018	3,93	7,71	5,01	9,67	5,38	9,93
B12 (µg)	2,69	1,73	0,038	2,46	0,81	0,038	2,71	1,82	2,66	1,22	2,49	0,82
C (mg)	37,79	18,38	<0,001	54,19	24,43	<0,001	37,36	18,08	46,43	20,35	54,12	24,51
D (µg)	1,32	1,20	1,32	1,22	0,96	0,097	1,30	1,21	1,38	1,13	1,25	0,96
E (mg)	3,57	1,15	0,107	3,42	1,00	0,107	3,56	1,14	3,56	1,07	3,44	0,99

Los valores se presentan como unidad/1000kcal.

DE: desviación estándar.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

^a Comparación entre niños. ^b Comparación entre niñas. ^c Comparación entre todos.

Comparando la ingesta de macro con la IDR, se observó una ingesta superior a la recomendada para energía en todos los grupos con la ingesta de proteínas cuadruplicando la IDR y la ingesta de carbohidratos 1,5 a 2 veces mayor que la IDR. La ingesta de fibra y PUFA ω -6 fue menor que la recomendada en todos los grupos para ambos sexos, mientras que la ingesta de ácido linoleico fue menor que la IDR en el grupo P25 de niños y niñas. Los requisitos de ingesta de yodo solo fueron satisfechos por el grupo P75 en niños. Se observó una ingesta insuficiente de folato y vitamina D en todos los grupos estudiados, siendo de particular interés los resultados para folato ya que las ingestas más altas encontradas, en los grupos P75, representan menos del 10% de la IDR. Mientras tanto, la ingesta de vitamina E fue menor que la IDR en los grupos de niños P25 y en el grupo de niñas P25 y P75.

6.4 Discusión

Este estudio proporciona datos de ingesta total de azúcar para niños valencianos (españoles) donde la ingesta media es de $93,77 \pm 25,72$ g/día (22% a 25% de la ingesta energética total) y la mediana de 91,85g/día (22% a 24% de la ingesta total de energía). Se identifica que la ingesta de azúcares de más del 50% de los niños que participan en el estudio está por encima de las recomendaciones de la Unión Europea para adultos de 90g/día o 20% de la energía total. Dada la masa corporal de los niños de la edad estudiada en comparación con el adulto medio, para el que se establecen estas recomendaciones, sería lógico que la ingesta total óptima de azúcar para una población de 6 a 8 años sea bastante menor, lo que significa que un aún mayor porcentaje de niños excedería las recomendaciones. La ingesta alta de azúcar total se asocia con un mayor PGC y una ingesta desequilibrada de macro y micronutrientes. El resultado de que la ingesta alta de azúcar se asocie con un mayor PGC podría interpretarse como una ingesta excesiva de azúcar total es responsable, al menos en parte, de los escolares obesos metabólicos de peso normal que presentan un patrón dietético inadecuado.

El consumo medio de azúcar de $93,77 \pm 25,72$ g/día en niños de 6 a 8 años es superior al descrito en el estudio ANIBES, cuyo objetivo era evaluar la ingesta y el gasto energético en una muestra representativa nacional de la población española 9-75 años, que identificó una ingesta media total de azúcar de 91,6g/día para el grupo de edad de 9 a 12 años (Ruiz et al., 2015; Ruiz et al., 2017; Ruiz & Varela-Moreiras, 2017). Al igual que en este estudio, se encontraron diferencias en términos de sexo, y el estudio ANIBES identificó un mayor consumo de azúcar en los hombres en comparación con las mujeres (Ruiz et al., 2015; Ruiz et al., 2017; Ruiz & Varela-Moreiras, 2017). Una revisión sobre el consumo de azúcar de

encuestas representativas a nivel nacional en todo el mundo (Newens & Walton, 2016) encontró que para los 15 estudios realizados en niños entre 4 y 10 años de edad y que tenían información sobre el consumo total de azúcar, el consumo total de azúcar varió de 83,6g/día a 167g/día y que el porcentaje de energía total que representa el azúcar fue de 17% a 34,8%. En todos los estudios revisados, los niños presentaron mayores ingestas totales de azúcar que las niñas. Por lo tanto, los resultados de este estudio estarían en línea con los hallazgos de esta revisión para la ingesta total de azúcar, el porcentaje de energía total y la disparidad de sexo en la ingesta de azúcar. El estudio europeo EDIFIC encontró que la ingesta total de azúcar en niños de 2 a 9 años variaba de 77g/día (19% de la energía total) a 114g/día (30% de la energía total) (Svensson et al., 2014). Un estudio canadiense encontró que los niños de 4 a 8 años consumían 120g/día de azúcar, equivalente al 26% de la energía total (Langlois & Garriguet, 2011). Un estudio portugués en niños de 5 a 9 años encontró que la ingesta media total de azúcar era de 100,0g/día y el 22,7% de la energía total (Marinho et al., 2019). Mientras tanto, un estudio holandés encontró una ingesta media de 135g/día, que representa el 28% de la energía total (Sluik, van Lee, Engelen, & Feskens, 2016), y una media de 143,1g/día o el 25,8% de la energía total en niños de 7 y 8 años (Azaïs-Braesco, Sluik, Maillot, Kok, & Moreno, 2017) con los niños volviendo a tener valores más altos de ingesta de azúcar. Dos estudios que utilizaron información sobre niños franceses encontraron ingestas medias de azúcar de 93,6g/día o 20,7% de la energía total (Azaïs-Braesco et al., 2017) y 98,6g/día o 22,2% de la energía total (Newens & Walton, 2016). Parecería que los resultados de este estudio para la ingesta total de azúcar están en línea con los encontrados anteriormente por otros estudios en grupos de edad similares y el hallazgo de que los niños tienen una ingesta total de azúcar más alta también está de acuerdo con los estudios antes mencionados. En este estudio, se identifica que la ingesta total de energía excedió la IDR en

todos los grupos, lo que también se observa en estudios previos en grupos de edad similares (Newens & Walton, 2016) pero no en otros (Börnhorst et al., 2014; Health Canada, 2012) y esta ingesta calórica excesiva se asocia con niveles más altos de la ingesta total de azúcar (Newens & Walton, 2016). En general, hay un mayor consumo de macronutrientes en los grupos P75, pero ningún grupo cumple con las IDR de fibra y PUFA ω -6. Cabe señalar que la ingesta de carbohidratos supera las recomendaciones en todos los grupos estudiados y la reducción de su ingesta podría ser beneficiosa para ayudar a lograr una dieta más equilibrada. En cuanto a la ingesta de micronutrientes, fundamental en el grupo de edad estudiado para un adecuado crecimiento y desarrollo, existen algunas deficiencias importantes. La muestra es notablemente deficiente en folato y los grupos con las ingestas más altas solo alcanzan alrededor del 8% de la recomendación diaria. En lactantes y niños, la deficiencia de folato puede provocar retraso del crecimiento o una tasa de crecimiento lenta, cabeza anormalmente pequeña, anemia megaloblástica, diarrea, úlceras orales, deterioro neurológico, irritabilidad, retraso en el desarrollo, convulsiones, ceguera y ataxia cerebelosa (Kliegman & St. Geme, 2019). La ingesta recomendada de yodo solo la cumplen los grupos P75 y la ingesta de vitamina E está en el límite de la IDR en los grupos P25. Al comparar los resultados obtenidos con la encuesta ENALIA (López-Sobaler et al., 2017), el presente estudio detecta una menor ingesta en al menos la mitad de los grupos estudiados. Dados los resultados en ingestas dietéticas que aparecen en este estudio, la asociación negativa entre una ingesta alta de azúcar y una ingesta dietética más baja de micronutrientes debe reconsiderarse ya que parece que podría estar relacionada principalmente con patrones de alimentación inadecuados y no con la ingesta total de azúcar per se, aunque un alto consumo de azúcares puede contribuir a un modelo dietético inadecuado (Louie & Tapsell, 2015a; Moshtaghian et al., 2016). Si la mayoría de los azúcares totales procedieran de fuentes

alimentarias saludables como frutas, verduras o productos lácteos, las deficiencias de nutrientes identificadas en este estudio no deberían haberse detectado ya que la ingesta de azúcar iría acompañada de la ingesta de los nutrientes necesarios. Esto nos lleva a pensar que los azúcares consumidos principalmente por los niños en este estudio son azúcares añadidos y cualquier asociación negativa entre el azúcar de la dieta y la calidad de la dieta se expone mejor al referirse al azúcar añadido que al azúcar total (Louie & Tapsell, 2015b).

Algunos estudios como Malik et al. y Stern et al., observaron una asociación positiva entre la ingesta de azúcar y el aumento de peso y la circunferencia de la cintura (Malik, Vasanti S., Schulze, & Hu, 2006; Stern et al., 2017). Sin embargo, en este estudio, antropométricamente hablando, las únicas diferencias encontradas entre los grupos de ingesta total de azúcar P25 y P75 se encuentran en la circunferencia de la cadera y el PGC en los niños y el IMC, la circunferencia de la cintura y el PGC en las niñas. Sin embargo, al comparar los grupos P25 y P75 según el porcentaje de energía total del azúcar, se encuentran diferencias en el z-score de peso, z-score de altura, circunferencia de cintura y PGC en los niños y peso, z-score de peso, altura, z-score de altura, z-score del IMC, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera y PGC en las niñas. Para todos los valores, excepto el PGC, el grupo P75 presentó valores más bajos que el grupo P25, lo que significa que a medida que aumentaba el porcentaje de calorías derivadas del azúcar en la dieta de un niño, sus valores antropométricos disminuían. Sin embargo, se encuentra lo opuesto para el PGC, ya que aquellos que consumen un mayor porcentaje de calorías provenientes del azúcar tienen PGC significativamente más altos, $19.02 \pm 6.78\%$ para los niños y $21.59 \pm 6.20\%$ para las niñas.

El PGC se selecciona como resultado en vista de la medida en que las comorbilidades de la obesidad contribuyen a la carga global de enfermedades no transmisibles (Joint

WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, 2002). Este aumento identificado en el porcentaje de grasa entre niños y niñas con un alto consumo de azúcar es consistente con algunos estudios previos (Bigornia et al., 2015; Lavery, Magee, Monteiro, Saxena, & Millett, 2015). Un metaanálisis previo mostró una relación entre la ingesta de azúcar y el peso corporal, pero ninguna entre la ingesta de azúcar y la adiposidad en los niños (Te Morenga et al., 2013), que es exactamente lo contrario de lo observado en este estudio. Una de las explicaciones presentadas para la asociación entre la ingesta de azúcar y el peso corporal es la medida en que la ingesta de azúcar influye en la ingesta total de energía (Te Morenga et al., 2013; Te Morenga et al., 2014), lo que también se refleja en este estudio, ya que una mayor ingesta de azúcar se asocia con una mayor ingesta total de energía. Sin embargo, en este estudio, la mayor ingesta total de energía de los grupos P75 se acompaña de un aumento en el porcentaje de la ingesta total que representan los azúcares, alrededor de un 5% de aumento. Un aumento en la proporción de azúcar consumida podría significar que los niños en los grupos P75 están reemplazando las opciones de alimentos más saludables con alimentos ricos en azúcares y calorías, lo que a su vez puede explicar la asociación entre la adiposidad y la ingesta de azúcar. Esto también podría explicar por qué la adherencia a la dieta mediterránea en las niñas con ingestas altas de azúcar fue peor que en aquellas con ingestas más bajas, estas niñas pueden estar consumiendo una mayor cantidad de calorías vacías sin valor nutricional.

Anteriormente, los aumentos en la proporción de la ingesta energética derivada de los azúcares no se habían asociado con cambios de peso (Te Morenga et al., 2014). Sin embargo, se sabe que las dietas isocalóricas que difieren en la composición de macronutrientes pueden resultar en una distribución preferencial del almacenamiento de energía hacia la grasa corporal y pueden, a largo plazo, alterar las proporciones de grasa

corporal y masa libre de grasa (Hall, K. D. & Guo, 2017). Un estudio anterior encontró que no hay diferencia en la fuente de calorías cuando se trata de diferencias de grasa corporal entre dietas isocalóricas controladas que varían en la proporción de carbohidratos a grasas (Hall, K. D. & Guo, 2017). Sin embargo, es posible que las dietas isocalóricas que difieren en carbohidratos y grasas puedan tener efectos generales sobre la salud no relacionados con la grasa corporal total, como los carbohidratos que juegan un papel en la determinación de la ubicación de las reservas de grasa corporal (Lim, Mietus-Snyder, Valente, Schwarz, & Lustig, 2010; Schwarz et al., 2015; Westman et al., 2007). Un análisis más profundo de las fuentes de las calorías totales consumidas por los niños estudiados puede ayudar a arrojar más luz sobre la asociación entre la ingesta dietética y los valores antropométricos.

Aunque la asociación identificada de la ingesta de azúcar en las medidas antropométricas es relativamente modesta, es probable que una reducción de la ingesta tenga relevancia para la salud pública, especialmente en el contexto de la modificación de varios factores de riesgo que tienen efectos sinérgicos en términos de riesgo cardiovascular (Jackson, Lawes, Bennett, Milne, & Rodgers, 2005; Khan et al., 2019; Morales-Suárez-Varela et al., 2019). Un metaanálisis anterior concluyó que el azúcar total no se asoció con la incidencia de enfermedades cardiovasculares en análisis cuantiles extremos o en modelos de dosis-respuesta lineales y no lineales, pero se observó una asociación dañina con la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en modelos de dosis-respuesta no lineales con un umbral de daño en ingestas superiores a 133g/día (26% de la ingesta energética total) (Khan et al., 2019). Aunque la comprensión de la medida en que los cambios en la ingesta energética y el peso corporal influyen en el efecto del azúcar sobre el riesgo cardiovascular

es de interés inherente, los beneficios para la salud pública e individual que cabría esperar que se deriven de la reducción en la ingesta de azúcar no deben depender de la comprensión previa de este mecanismo (Te Morenga et al., 2014).

El estudio actual identificó que un alto nivel de educación de los padres se asocia con el alto consumo de azúcares, lo que contrasta con otros estudios publicados anteriormente en los que un mayor nivel de educación de los padres se asocia con patrones de alimentación más saludables (Pawellek et al., 2017; Thompson et al., 2009; Xie, Gilliland, Li, & Rockett, 2003). Sin embargo, en los países en desarrollo, la obesidad infantil es más prevalente en los sectores más ricos de la población (Lobstein et al., 2004), mientras que una revisión de estudios en adultos encontró que el tamaño corporal relativo es mayor entre las personas con ingresos más bajos, particularmente entre las mujeres (McLaren, 2007).

Los niveles de educación de los padres se utilizan a menudo como una medida del estado socioeconómico del hogar, así como del ingreso familiar. Los sujetos con educación superior tienen más ingresos para gastar en alimentos y son más conscientes de su salud. No solo serán más propensos y capaces de adoptar hábitos dietéticos mucho más saludables, sino que esto también afectará sus elecciones con respecto a la dieta de sus hijos. Los alimentos con alto contenido de azúcares añadidos son menos costosos que los alimentos con alta densidad de nutrientes (Drewnowski, 2007; Popkin & Nielsen, 2003) y la ingesta de azúcares añadidos está directamente relacionada con la cantidad de dinero disponible para alimentos (Drewnowski & Specter, 2004). El bajo costo y la alta palatabilidad de los azúcares y grasas agregados pueden explicar por qué las familias de bajos ingresos tienen tasas más altas de sobrepeso y obesidad (Andrieu, Darmon, & Drewnowski, 2006; Drewnowski & Darmon, 2005; Drewnowski, 2007).

En las últimas décadas, los entornos alimentarios y domésticos han cambiado enormemente y hay más familias en las que trabajan ambos padres, y las limitaciones de tiempo se han convertido en un factor crucial para determinar los tipos de alimentos consumidos (St-Onge et al., 2003). Los resultados de este estudio enfatizan la necesidad de programas de educación nutricional para los padres.

6.4.1. Limitaciones

Una de las limitaciones de este estudio es que la evaluación de los datos dietéticos es un desafío, especialmente dada la complejidad de las relaciones entre los diferentes macro y micronutrientes en esta etapa crítica de la vida y la falta de valores de referencia adecuados para la comparación. Las diferencias metodológicas pueden explicar diferentes hallazgos. La ingesta de azúcar en muchos estudios se evalúa mediante un cuestionario de azúcar agregada, mientras que en el estudio actual se utilizó un cuestionario dietético de tres días para calcular la ingesta total de azúcar. Este estudio es observacional y los hallazgos deben ser comprobados idealmente mediante análisis de sangre.

Centrarse únicamente en la ingesta total de azúcar puede ser una visión demasiado estrecha sobre este tema dado que, al evaluar el riesgo asociado con un solo grupo de alimentos, siempre se debe considerar que existen interacciones entre los grupos de alimentos. Si estas interacciones no se identifican o contabilizan adecuadamente, pueden influir en los resultados y las conclusiones que se deriven de ellas.

Otra limitación de este estudio es que la ingesta de azúcar y los datos sobre posibles factores de confusión solo se evalúan en un momento en el tiempo y no durante un seguimiento. Por lo tanto, existe la posibilidad de informes insuficientes o excesivos con respecto a la adecuación de la ingesta de micronutrientes.

La fortaleza de este estudio basado en la comunidad es su gran tamaño de muestra con un cuestionario prospectivo de frecuencia alimentaria de tres días con información completa de toda la ingesta de cada niño. Se estimó el consumo real de alimentos a nivel individual para proporcionar datos resumidos a nivel de subpoblación o población, niños en España.

6.4.2. Conclusiones

La ingesta media total de azúcares de la muestra fue de $93,77 \pm 25,72$ g/día, presentando los niños una ingesta de $96,24 \pm 24,34$ g/día y las niñas $91,38 \pm 26,78$ g/día y todos ellos por encima de la ingesta de referencia establecida para adultos, lo que debería conducir a una reflexión sobre la adecuación de las dietas de los niños estudiados y la necesidad de reducir la ingesta de azúcar para mejorar las perspectivas generales de salud. Los valores antropométricos de niñas con alto consumo de azúcares se relacionan con valores más bajos en términos de peso z-score, IMC z-score y circunferencia de cintura y valores más altos de PGC mientras que los niños con altos niveles de azúcar presentan valores más bajos para peso z-score y altura z-score y valores más altos para el PGC. En general, en esta población de niños, una mayor ingesta de azúcar se asocia con un peso z-score más bajo, un IMC z-score más bajo, una circunferencia de cintura más baja y una circunferencia de cadera más baja. Sin embargo, a la inversa, se encuentra que una mayor ingesta de azúcar también se asocia con un PGC significativamente mayor. Los hallazgos apoyan la idea de que se podría esperar que la reducción de la ingesta de azúcar reduzca el porcentaje de grasa en el cuerpo y, por lo tanto, la reduzca o incluso la elimine como factor de riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta.

Los padres cuyos hijos consumen más azúcar tienen un mayor nivel de educación. La adherencia a la dieta mediterránea en las niñas con ingestas elevadas de azúcar es peor que en aquellas con ingestas más bajas.

En términos dietéticos, los niños con la mayor ingesta de azúcar consumen más calorías; sin embargo, todos los niños consumen mucho más de las recomendaciones de energía total y, por lo tanto, de macronutrientes, pero no logran la ingesta recomendada de fibra. Para la ingesta de micronutrientes, no se observa un patrón consistente asociado con la ingesta de azúcar. En comparación con las IDR de macro y micronutrientes disponibles, la ingesta de fibra, PUFA ω -6, yodo, ácido fólico, vitamina D y vitamina E es insuficiente en la mayoría de la muestra.

En conclusión, en base a estos resultados no está claro cuál es el efecto de hasta un promedio del 21% de la energía proveniente de azúcares totales sobre la obesidad infantil y se necesitan más investigaciones en la población pediátrica. Sin embargo, una intervención nutricional para reducir la ingesta total de azúcar en los niños puede tener el potencial de reducir el PGC y reducir el riesgo de múltiples comorbilidades.

CAPÍTULO VII

ARTÍCULO 4.

**ACTIGRAPHIC SLEEP AND DIETARY MACRONUTRIENT INTAKE IN
CHILDREN AGED 6–9 YEARS OLD: A PILOT STUDY**

**SUEÑO ACTIGRÁFICO E INGESTA DIETÉTICA DE MACRONUTRIENTES EN
NIÑOS DE 6 A 9 AÑOS. UN ESTUDIO PILOTO**

7.1. Introducción

Una nutrición adecuada durante la infancia es fundamental para promover un correcto crecimiento y desarrollo. Es fundamental que los niños reciban una dieta que contenga cantidades adecuadas de energía, macro y micronutrientes que les permitan alcanzar su potencial de crecimiento y desarrollo. La dieta es uno de los numerosos factores, que cuando se agrupan se conocen como el entorno obesogénico, que se asocian con el peso en la niñez (Kleiser, Mensink, Scheidt-Nave, & Kurth, 2009; Magriplis, Emmanuella, Farajian, Risvas, Panagiotakos, & Zampelas, 2015). Otro factor obesogénico que se asocia con el aumento de las tasas de sobrepeso y obesidad infantil es el sueño (Cappuccio et al., 2008; Fatima, Doi, & Mamun, 2016).

Los estudios observan que la falta de sueño podría ser uno de los factores modificables que promueven una ingesta nutricional inadecuada y contribuyen a un comportamiento de consumo de alimentos poco saludable y un aumento de peso excesivo (Cappuccio et al., 2008; Hogenkamp et al., 2013; Tatone-Tokuda et al., 2012). En la última década, el aumento de la prevalencia de la obesidad se ha asociado con la reducción de las horas de sueño (Matricciani, Olds, & Petkov, 2012). Estudios previos transversales y prospectivos identifican una relación entre una duración más corta del sueño y un aumento de la obesidad en los niños, incluso después de un ajuste de variables confusoras que incluyen comportamientos importantes relacionados con la obesidad (Chen, Xiaoli, Beydoun, & Wang, 2008; Nielsen, Danielsen, & Sørensen, 2011). Un metaanálisis reciente (Chaput et al., 2016), identificó que la reducción del sueño se relacionaba consistentemente con un mayor riesgo de tener sobrepeso u obesidad y su efecto es aún más pronunciado en los niños. Además, estudios recientes muestran que no solo la duración del sueño contribuye

a la obesidad, sino que también las alteraciones en la calidad del sueño podrían desempeñar un papel importante (Blumfield, Bei, Zimberg, & Cain, 2018; Golley, Maher, Matricciani, & Olds, 2013; Kjeldsen et al., 2014).

Numerosos hallazgos sugieren que la falta de sueño está relacionada con una preferencia por opciones de alimentos más pobres, incluidos los alimentos energéticamente densos y con mayor contenido de grasas y azúcares refinados (Bel et al., 2013; Heath et al., 2012; St-Onge et al., 2011). Con respecto a la composición de macronutrientes, dormir menos se asocia con una mayor proporción de calorías provenientes de las grasas (Grandner, Kripke, Naidoo, & Langer, 2010), sin embargo, los mecanismos subyacentes a esta relación siguen sin estar claros.

Algunas hipótesis proponen que la relación entre la reducción del sueño y la ingesta excesiva de alimentos se basa en razones sociales, conductuales y hedónicas (Magriplis, Emmanuela, Farajian, Panagiotakos, Risvas, & Zampelas, 2019; Pérez-Farinós et al., 2017). En un entorno que ofrece un fácil acceso a alimentos ultra apetitosos o refrigerios calóricos, el retraso en la hora de acostarse o la reducción del sueño aumentan el tiempo potencial disponible para comer mientras se realizan actividades sedentarias (Chaput, 2014). Por otro lado, el retraso en la hora de acostarse favorece el despertar más tarde y las alteraciones del sueño inducen somnolencia y cansancio diurno, lo que estimula la ingesta de alimentos (Westerlund, Ray, & Roos, 2009). Estos factores influyen en la disminución de la actividad física durante el día y por tanto se reduce el gasto energético. En resumen, la corta duración del sueño favorecería la ingesta excesiva de alimentos al reducir las oportunidades de actividad física y mejorar las oportunidades de comer en exceso.

Ante la posibilidad de que los niños puedan ser susceptibles a alteraciones del sueño que puedan favorecer el riesgo de ingesta excesiva de alimentos y teniendo en cuenta que el

sueño es un factor modificable, es importante continuar con la investigación que tiene como objetivo explicar la influencia y determinar la importancia de un sueño adecuado para que se pueden desarrollar políticas e intervenciones con programas de gestión de la nutrición. Estudios anteriores han demostrado que las intervenciones sobre el sueño son eficaces para la prevención de la obesidad infantil (Paul et al., 2011; Taylor et al., 2018). Los acelerómetros se han utilizado en la investigación del sueño durante más de 20 años (Sadeh, 2011) y se han validado para su uso en poblaciones pediátricas (Bélanger, Bernier, Paquet, Simard, & Carrier, 2013; Hyde et al., 2007; Meltzer, Montgomery-Downs, Insana, & Walsh, 2012; Morgenthaler et al., 2007). La actigrafía permite un registro más objetivo de los parámetros del sueño, como la duración, la eficiencia y la variabilidad del sueño, que el informe tradicional de los padres y al mismo tiempo es menos intrusivo que la polisomnografía (Meltzer et al., 2012).

El propósito del presente estudio es analizar la relación entre la duración del sueño, la eficiencia y la variabilidad en la duración del sueño medidas objetivamente con la ingesta de energía y macronutrientes en niños de entre 6 y 9 años.

7.2. Material y métodos

7.2.1. Diseño del estudio y población

Los sujetos de este estudio piloto transversal fueron niños sanos de 6-9 años reclutados de cuatro poblaciones españolas en el área rural de la provincia de Valencia (Figura 13). El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por la Secretaría Autonómica de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana y el Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki. Los participantes y los padres/tutores fueron debidamente informados de los objetivos y métodos del estudio y firmaron el consentimiento informado por escrito antes de su inclusión en el estudio.

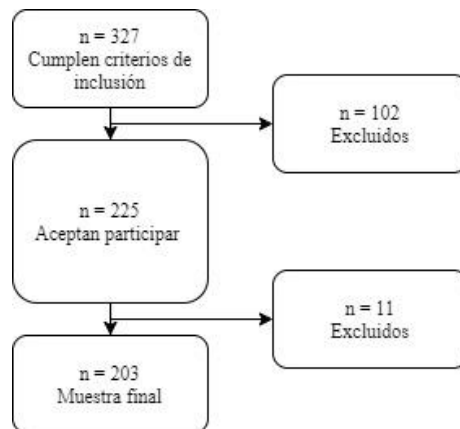


Figura 13. Diagrama de flujo de la población de estudio

Entre noviembre de 2018 y marzo de 2019 se invitó a las familias a participar en el estudio por parte de pediatras locales de los Centros de Atención Primaria de Catadau y Alginet (Valencia, España). Los pediatras se comunicaron primero por teléfono con cada familia dentro del área de influencia del centro de atención primaria con niños dentro del rango de edad elegible. El estudio se ofreció a la población pediátrica sana dentro del área de influencia, se excluyeron los niños con un diagnóstico de enfermedad crónica, incluidos trastornos respiratorios y del sueño. Las familias fueron informadas personalmente del estudio, se les pidió participar y se obtuvo el consentimiento informado. Después, se recogieron primero las medidas antropométricas y se les proporcionó a los participantes un registro de alimentos de 3 días, un registro de sueño y un acelerómetro de muñeca, que se usó durante al menos 7 días.

7.2.2. Medidas antropométricas

Para la toma de medidas antropométricas, se midió a los niños con ropa ligera y sin zapatos. El peso se midió en una báscula de composición corporal con análisis de impedancia bioeléctrica TANITA BC545N[®] al 0.1kg más cercano. La masa grasa también se estimó en la misma escala digital mediante un sistema de análisis de impedancia biológica. La altura se midió al milímetro más cercano con un estadiómetro montado en la pared, con los niños de pie contra la pared y la barbilla paralela al piso. Con base en la edad, el sexo, el peso y la altura, se calculan el IMC z-score mediante el software WHO AnthroPlus[®] (World Health Organization, 2011). Los niños se clasificaron en 5 categorías con respecto al IMC z-score con los siguientes puntos de corte: <-2,0, >1,0, >2,0, >3,0 que definen emaciación, sobrepeso,

obesidad y obesidad mórbida respectivamente (de Onis, Mercedes et al., 2007; de Onis, Mercedes & Lobstein, 2010).

Los perímetros de cintura y cadera se midieron con una cinta flexible no extensible, midiendo la cintura en el punto medio entre el margen inferior de la costilla menos palpable y la parte superior de la cresta ilíaca y la cadera alrededor de la porción más ancha de los glúteos. Estas variables se utilizaron para calcular el ICC. Se midió un conjunto de pliegues cutáneos tres veces consecutivas en el lado izquierdo del cuerpo, con un Plicómetro Medidor Pániculo Adiposo Holtain LTD® al 0,2 mm más cercano a una presión constante de 10g/mm².

7.2.3. Evaluación del sueño

Los patrones y la duración del sueño se evaluaron mediante un cuestionario/diario de sueño y actigrafía. Los padres participantes completaron un diario de sueño que evaluó la calidad y cantidad del sueño. El diario incluía información sobre la hora de despertarse, la hora de acostarse, la duración del sueño y las alteraciones del sueño. Los parámetros objetivos del sueño (duración del sueño, eficiencia y variabilidad) se evaluaron mediante actigrafía. Se pidió a los niños que llevaran un acelerómetro de tres ejes GeneActiv® en la muñeca de la mano no dominante. El acelerómetro GeneActiv® registra continuamente la actividad, la temperatura ambiental y la exposición a la luz. Los detalles específicos del algoritmo no están disponibles debido a que se trata de un software propiedad de Activinsights LTD. Los participantes no podían operar el acelerómetro ni tenían acceso a los datos recopilados. El dispositivo permite transferir y guardar datos sin procesar como código abierto o csv. Los datos se pueden analizar en paquetes estadísticos como IBM SPSS Statistics® y R.

Todos los participantes usaron el acelerómetro de forma continua durante 7 días y noches consecutivas, y tenían instrucciones de solo quitárselo durante los deportes acuáticos o de alto contacto. Los datos de actigrafía se analizaron utilizando el software GeneActiv v 1.2[®] y se resumieron en epochs de 60 segundos. La salida de datos brutos incluyó la aceleración en 3 ejes, la intensidad de la actividad física y las mediciones del sueño/vigilia. La actigrafía permite estimar periodos de sueño midiendo la falta de movimiento, establecido por un umbral, pero no es posible separar las diferentes etapas del sueño. El acelerómetro GeneActiv[®] no ha sido validado para las investigaciones del sueño en niños, pero su validez se ha demostrado para estudios de sueño en adultos (te Lindert & Van Someren, 2013; van Hees et al., 2018) y también para examinar la actividad física en edades pediátricas (Duncan et al., 2016; Phillips et al., 2013). Además, cabe recordar que este estudio no tuvo como objetivo estudiar los problemas del sueño, sino analizar la calidad y cantidad del sueño con la ingesta dietética.

Las grabaciones debían tener al menos 7 noches de sueño válidos para ser elegibles para el análisis, incluidas 5 noches entre semana y un fin de semana (2 noches). Las variables de interés fueron las puntuaciones medias de la duración del sueño los días de semana (domingo a jueves) y los días de fin de semana (viernes y sábado), calculadas mediante actigrafía a partir de las horas estimadas de acostarse y despertarse en función de los movimientos registrados. Otra variable de interés fue la eficiencia del sueño o el tiempo dormido en la cama, que depende de la fragmentación del sueño y la latencia del inicio del sueño, en comparación con el tiempo total en la cama, estimado por los movimientos registrados durante el tiempo en la cama. Se considera que una eficiencia del sueño normal es del 85% o más (Ohayon et al., 2017). La última variable analizada fue la variabilidad habitual del sueño, la desviación estándar intrasujeto de la duración media del sueño a lo

largo de siete noches.

Las recomendaciones de sueño para el rango de edad estudiado son entre 9 y 12 horas de sueño diarias (Hirshkowitz et al., 2015; Paruthi et al., 2016; Sociedad Valenciana de Pediatría, 2019), sin embargo, un error fundamental al relacionar los datos de actigrafía de duración del sueño con las horas recomendadas de sueño es que las recomendaciones se basan en una opinión de consenso basada principalmente en datos de sueño reportado por los padres. En este estudio, se tomó como recomendación mínima de sueño 9 horas siguiendo datos recientes sobre valores normales de sueño nocturno pediátrico medidos por actigrafía para el rango de edad estudiado (Galland, Barbara C. et al., 2018). Teniendo esto en cuenta, la duración del sueño se dividió en dos categorías, cumpliendo y no cumpliendo con las recomendaciones de sueño (≥ 9 h y < 9 h). Posteriormente, el grupo que no cumplió se subdividió en tres categorías < 7 h, ≥ 7 a < 8 h, y ≥ 8 a < 9 h.

7.2.4. Evaluación de la dieta

Se pidió a las familias que registraran los alimentos y bebidas consumidos en un registro de alimentos de 3 días que constaba de 2 días laborables y 1 fin de semana o día festivo. Los participantes recibieron instrucciones verbales y escritas para especificar el momento en que se consumieron los alimentos (desayuno, almuerzo, comida, merienda, cena o snack) y la ubicación, el tipo de comida con el nombre de la marca si es posible y el tamaño de la porción. Los datos dietéticos se gestionaron con el software DIAL[®] (Departamento de Nutrición (UCM) y Alce Ingeniería, S.L., 2016). Esta herramienta informática validada transforma los datos de ingesta de alimentos en energía (kcal) y nutrientes (g, mg, mcg)/día. Las principales variables de interés fueron la ingesta energética media diaria (kcal), los carbohidratos (g), las grasas (g) y las proteínas (g).

7.2.5. Análisis estadístico

Las estadísticas de resumen de las características demográficas se calcularon como medias y desviaciones estándar. La normalidad de las variables cuantitativas se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los parámetros del sueño (duración subjetiva, variabilidad y eficiencia) y las variables de resultado de la ingesta dietética (ingesta de energía, carbohidratos, grasas y proteínas) se expresaron de forma continua. La duración del sueño actigráfico se analizó primero de forma continua y luego por las categorías en las que se dividió (≥ 9 h y < 9 h, y esta última subdividida en < 7 h, ≥ 7 a < 8 h y ≥ 8 a < 9 h). Los datos disponibles de los registros actigráficos de días laborables y fines de semana se analizaron por separado. Los participantes con datos inverosímiles sobre el sueño y la ingesta de energía fueron excluidos de sus respectivos análisis.

La relación entre los valores actigráficos de sueño, incluidas las variables continuas y categóricas, y la ingesta dietética [ingesta total de energía (kcal/día), carbohidratos totales (g/día), grasas totales (g/día) e ingestas totales de proteínas (g/día)] se calcularon primero como media y desviación estándar. Además, se evaluó la relación entre los parámetros actigráficos del sueño, la duración subjetiva del sueño y la ingesta dietética mediante un análisis de regresión lineal multivariable. Los resultados se presentaron como coeficientes β no estandarizados (β) e intervalos de confianza del 95%, los valores de $p < 0,1$ se consideraron estadísticamente significativos. También se llevó a cabo un análisis de regresión lineal multivariable ajustando por el sexo, la edad, el porcentaje de grasa corporal y el ICC.

Dado que se trataba de un estudio piloto, no se evaluaron todas las variables relacionadas con el sueño, el enfoque se centró exclusivamente en las variables de ingesta dietética. En el futuro, también se evaluarán variables antropométricas en relación con los parámetros del sueño con el fin de determinar la relación entre antropometría y sueño. Por

la misma razón, dada la naturaleza preliminar del estudio y el pequeño tamaño de la muestra, no se realizó ningún análisis de poder. En el futuro, con un estudio más amplio de prevalencia, se llevarán a cabo todos los análisis relevantes. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM SPSS Statistics® v.26 para Windows.

7.3. Resultados

Las características generales de la población de estudio (n=203), incluida la duración del sueño y los datos de nutrición, se presentan en la Tabla 20. La edad media de la muestra total del estudio fue de $7,4\pm 1,1$ años y las niñas representaron el 49,8% de la muestra. La IMC z-score promedio de la muestra fue de $0,8\pm 1,3$. Según los criterios de la OMS, el 56,7% tenían peso normal, el 25,1% tenían sobrepeso y el 17,8% eran obesos (obesos: 14,8% y obesos mórbidos: 3,0%). La IMC z-score no difirió significativamente entre los sexos, mientras que las niñas tenían un porcentaje de grasa corporal significativamente más alto que los niños y los niños tenían un ICC más alto.

Tabla 20. Características generales, parámetros de sueño actigráficos e ingesta dietética

	Total (n=203)		Niños (n=102)		Niñas (n=101)		p-valor
	Mediana	DE/%	Mediana	DE/%	Mediana	DE/%	
Características generales							
Edad (años)	7,4	1,1	7,2	1,1	7,5	1,1	0,025
6 años n (%)	59	29,1	36	34,6	23	22,8	
7 años n (%)	60	29,6	31	30,4	29	28,7	
8 años n (%)	39	19,2	16	15,7	23	22,8	0,134
9 años n (%)	46	22,7	19	18,6	27	26,7	
IMC Z-score	0,8	1,3	0,9	1,5	0,7	1,1	0,159
Obesidad mórbida n (%)	6	3,0	4	3,9	2	2,0	
Obesidad n (%)	30	14,8	19	18,8	11	10,8	
Sobrepeso n (%)	51	25,1	23	22,8	28	27,5	0,342
Normal n (%)	115	56,7	55	54,5	60	58,8	
Emaciación n (%)	1	0,5	0	0	1	1	
Grasa (%)	15,5	6,5	13,7	7	17,4	5,3	0,001
ICC (cm)	0,88	0,05	0,89	0,46	0,87	0,05	0,001
Parámetros de sueño actigráficos							
Duración entre semana (h y min)	7h 44,1min	54,6min	7h 38,9min	57,6min	7h 49,1min Q	51,3min	0,187
≥9h n (%)	11	5,4	5	4,9	6	5,9	
<9h n (%)	192	94,6	96	95,0	95	94,1	0,507
<7h, n (%)	36	17,7	25	24,8	11	10,8	
>7 a <8h n (%)	76	37,4	34	33,7	42	41,2	0,078
≥8 a <9h n (%)	80	39,4	37	36,6	43	42,3	
Duración fin de semana (h y min)	7h 44,8min	1h 5,8min	7h 36,0min	1h 9,9min	7h 53,6min	1h 0,4min	0,057
≥9h n (%)	19	9,4	9	8,9	10	9,8	
<9h n (%)	183	90,1	93	62,1	90	88,2	0,358
<7h n (%)	45	22,2	29	28,7	16	15,7	
>7 a <8h n (%)	72	35,5	37	36,6	35	34,3	0,065
≥8 a <9h n (%)	67	33	26	25,7	41	40,2	
Eficiencia entre semana (%)	80,5	8,3	78,9	8,4	82,1	7,8	0,005
>85% n (%)	66	32,5	30	29,7	36	35,3	
<85% n (%)	137	67,5	71	70,3	66	64,7	0,242
Eficiencia fin de semana (%)	79,4	9,4	78,9	9,8	79,9	8,9	0,454
>85% n (%)	64	31,5	28	27,7	36	35,3	
<85% n (%)	139	68,5	73	72,3	66	64,7	0,291
Variedad habitual (min)	55,8	29,2	57,4	32,1	54	26,2	0,429

Tabla 20. Características generales, parámetros se sueño actigráficos e ingesta dietética (cont.)

	Total (n=203)		Niños (n=102)		Niñas (n=101)		p-valor
	Media	n	Media	n	Media	n	
Ingesta dietética IDR							
Energía (kcal/día)	2396		712	2429	839	2363	0,512
6-8 años: Niños: 1400-1700 kcal/día; Niñas: 1300-1600 kcal/día							
9 años: Niños: 1800-2300 kcal/día; Niñas: 1700-2000 kcal/día							
Proteínas (g/d)	109,4		60,7	113,2	79,2	105,6	0,377
6-8 años: 19 g/día							
9 años: 34 g/día							
Grasas (g/d)	108,8		48,9	110	58,2	107,7	0,746
6-8 años: 25 g/día							
9 años: 35 g/día							
Carbohidratos (g/d)	234,2		41,5	236,9	39,1	231,5	0,357
6-9 años: 130 g/día							

ICC: índice cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA y el porcentaje con el test de Chi-cuadrado. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

En cuanto a la duración del sueño, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los sexos. La duración media del sueño entre semana fue de 7h 44min±54,6min y la duración media los fines de semana fue de 7h 44min±1h 5,8min, medida mediante actigrafía de 7 días. No se observaron diferencias estadísticas cuando se categorizó la duración del sueño. La eficiencia media del sueño durante la semana fue de 80,5±8,3% y la eficiencia del sueño de fin de semana fue de 79,4±9,4%, pero solo se encontraron diferencias estadísticas entre sexos en la variable de día de la semana. La variabilidad media del sueño habitual fue de 55,8±29,2min.

El consumo energético medio diario fue de 2396±712kcal, con macronutrientes distribuidos de la siguiente manera: proteína 109,4±60,7g/día, grasa 108,8±48g/día y carbohidratos 234,2±41,5g/día. Todos los valores superaron notablemente las recomendaciones nutricionales diarias según el Instituto de Medicina de las Academias Nacionales (Institute of Medicine of the National Academies, 2019). No se observaron diferencias estadísticas entre niños y niñas.

Las asociaciones entre la duración del sueño actigráfico, la eficiencia y la variabilidad habitual del sueño con la ingesta dietética se presentan en la Tabla 21. Los resultados mostraron que aquellos con tiempos de sueño más cortos tenían más probabilidades de tener un mayor consumo de alimentos. Cuando la duración del sueño se consideraba una variable continua, se observaron diferencias significativas para los valores de energía, grasas y proteínas durante la semana (energía: 2397,7±714,2kcal, grasa 109,01±48,04g/día y proteína 109,5±60,9g/día). Si se categorizaba la duración del sueño, también se observaron diferencias significativas para energía, grasa y proteína (energía: 2412,6±730,5kcal, grasa 110,06±49,13g/día y proteína 110,6±62,2g/día). En los niños con una duración de sueño muy corta (<7h) durante los días de semana, la ingesta media de energía, grasas y proteínas

fue mayor que en los que duermen más tiempo (energía: $2619,1 \pm 1328,3$ kcal, grasa $122,78 \pm 94,11$ g/día, proteína $127,2 \pm 128,4$ g/día y carbohidratos $240,97 \pm 37,28$ g/día). Se observaron resultados similares durante el fin de semana (energía: $2642,9 \pm 1180,8$ kcal, grasa $126,32 \pm 82,79$ g/día, proteína $123,9 \pm 115,2$ g/día y carbohidratos $242,62 \pm 38,93$ g/día) pero sin significación estadística. Si se clasificaba la eficiencia del sueño durante el fin de semana, también se observaron diferencias significativas para la energía y los carbohidratos (energía: $2364,3 \pm 396,8$ kcal y carbohidratos $237,4 \pm 42,9$ g/día). En este caso, aquellos con baja eficiencia de sueño durante el fin de semana consumían menos calorías que la media, pero aún consumían más carbohidratos. La única diferencia significativa en relación con la variabilidad del sueño habitual aparecía en la cantidad de ingesta proteica (proteína $109,6 \pm 61,0$ g/día).

ACTIGRAPHIC SLEEP AND DIETARY MACRONUTRIENT INTAKE
IN CHILDREN AGED 6–9 YEARS OLD: A PILOT STUDY

Tabla 21. Ingesta según los parámetros de sueño actigráficos

	Energía, kcal		Grasas, g		Proteínas, g		Carbohidratos, g		p-valor
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Duración	2397,7	714,2	109,0	48,0	109,5	60,9	234,2	41,6	0,329
Entre semana Continuo									
Entre semana Categórico									
>9h	2136,6	177,1	90,7	10,9	90,4	21,1	230,5	34,4	
<9h	2412,6	730,5	110,1	49,1	110,6	63,2	234,4	42,0	0,351
<7h	2619,1	1328,3	122,8	94,1	127,2	128,4	241,0	37,3	
>7 a <8h	2371,8	399,3	107,8	23,3	107,3	25,1	233,2	39,5	0,754
>8 a <9h	2358,4	577,1	106,5	36,2	106,2	36,0	232,6	46,4	
Fin de semana Continuo									
Fin de semana Categórico									
>9h	2395,1	714,1	109,0	48,0	109,5	60,9	232,4	41,0	0,436
<9h	2404,2	746,7	109,7	50,2	110,1	63,7	109,7	50,2	0,933
<7h	2642,9	1180,8	126,3	82,8	123,9	115,2	242,6	38,9	
>7 a <8h	2257,8	422,4	100,1	23,9	98,1	22,6	230,7	43,5	0,766
>8 a <9h	2384,0	563,8	108,1	37,3	108,9	35,34	232,7	41,7	
Eficiencia									
Entre semana									
>85%	2397,7	714,2	109,0	48,0	109,5	60,9	234,2	41,6	0,195
<85%	2383,7	1030,6	109,7	72,0	114,1	97,0	225,8	35,7	0,226
<85%	2404,4	499,8	108,7	30,9	107,3	31,5	238,2	41,6	0,936
Fin de semana									
>85%	2397,7	714,2	109,0	48,0	109,5	60,9	234,2	41,6	0,015
<85%	2470,1	1132,7	115,8	78,5	120,1	102,3	227,3	38,0	0,052
<85%	2364,3	396,8	106,1	23,4	104,6	23,9	237,4	42,9	0,032
Variabilidad habitual									
	2398,9	715,8	109,1	48,2	109,6	61,0	234,2	41,7	0,757

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

Las relaciones entre la duración del sueño, la eficiencia del sueño y la variabilidad del sueño habitual con la ingesta dietética se presentan en la Tabla 22. Los resultados fueron estadísticamente significativos para los parámetros de los días de la semana. Se evidenció una correlación negativa entre la duración del sueño durante la semana y la ingesta de macronutrientes. Más precisamente, para la muestra en su conjunto y considerando la duración del sueño como una variable continua, se observó una disminución significativa de la ingesta de energía [β (IC95%)=-170,17(-276,59, -63,76);p=0,002], grasa [β (IC95%)=-11,43(-18,59, -4,20);p=0,002] y proteína [β (IC95%)=-13,84(-22,90, -4,75);p=0,003] por cada hora adicional de sueño durante la semana. Para la categoría que incluía a todos los niños que dormían menos de 9 horas al día, se observó una disminución significativa de la ingesta de energía [β (IC95%)=-172,76(-293,62, -51,90);p=0,001], grasa [β (IC95%)=-11,53(-19,66, -3,39);p=0,006] y proteína [β (IC95%)=-14,28(-24,59, -3,97);p=0,007] por cada hora adicional de sueño. En los niños que dormían menos de 7 horas al día, se observó una disminución significativa en la ingesta energética por cada hora adicional de sueño [β (IC95%)=-883,42(-1621,78, -145,00);p=0,020]. Esta relación también se observó para la grasa [β (IC95%)=-62,82(-115,09, -10,54);p=0,020] y proteína [β (IC95%)=-80,11(-152,24, -7,98);p=0,031]. Además, se identificó una relación negativa entre la eficiencia del sueño durante la semana y el fin de semana y la ingesta de carbohidratos, [β (IC95%)=-0,72(-1,41, -0,04);p=0,039] y [β (IC95%)=-82,57(-143,00, -22,14);p=0,008]. En el grupo con una eficiencia del sueño de fin de semana por debajo del 85% se observaron diferencias significativas para la ingesta de energía [β (IC95%)=-811,38(-1509,00, 113,55);p=0,023] y carbohidratos [β (IC95%)=-0,82(-158,27, -7,12);p=0,032].

ACTIGRAPHIC SLEEP AND DIETARY MACRONUTRIENT INTAKE
IN CHILDREN AGED 6-9 YEARS OLD: A PILOT STUDY

Tabla 22. Relación entre parámetros de sueño actigráficos e ingesta dietética

	Energía, kcal			Grasas, g			Proteínas, g			Carbohidratos, g		
	β	p-valor	95% IC	β	p-valor	95% IC	β	p-valor	95% IC	β	p-valor	95% IC
Duración (h)												
Entre semana Continuo	-170,17	0,002	-276,59, -63,76	-11,43	0,002	-18,59, -4,20	-13,84	0,002	-22,90, -4,75	-3,14	0,003	-9,47, 3,10
Entre semana												
Categorío												
≥9h	15,79	0,941	-459,29, 487,87	4,75	0,713	-24,16, 33,66	-9,38	0,713	-65,27, 46,51	1,21	0,719	-90,57, 92,80
<9h	-172,76	0,001	-293,62, -51,90	-11,53	0,006	-19,66, -3,39	-14,28	0,007	-24,59, 3,97	-3,35	0,007	-10,43, 3,72
<7h	-883,42	0,020	-1621,78, -145,00	-62,82	0,020	-115,09, -10,54	-80,11	0,031	-152,24, -7,98	0,86	0,031	-21,58, 23,31
≥7 a <8h	35,81	0,825	-286,26, 357,88	0,209	0,982	-18,58, 19,00	4,10	0,687	-16,14, 24,35	1,26	0,937	-30,57, 33,11
≥8 a <9h	-144,70	0,562	-639,38, 349,97	-8,23	0,598	-39,24, 22,76	-2,38	0,878	-33,33, 28,56	-11,84	0,878	-51,58, 27,89
Fin de semana Continuo	-25,57	0,503	-100,67, 49,52	-0,92	0,506	-5,98, 4,13	-2,16	0,506	-8,56, 4,23	-1,73	0,719	-6,10, 2,63
Fin de semana												
Categorío												
≥9h	-98,18	0,378	-327,09, 130,72	-4,72	0,463	-17,97, 8,53	-7,36	0,463	-25,48, 10,75	-7,11	0,469	-27,39, 13,15
<9h	-25,60	0,522	-104,37, 53,17	-0,671	0,803	-5,97, 4,63	-1,92	0,803	-8,63, 4,78	-2,57	0,263	-7,01, 1,95
<7h	-68,91	0,476	-262,39, 124,56	-3,27	0,630	-16,88, 10,33	-3,70	0,696	-22,65, 15,25	-5,36	0,088	-11,57, 0,83
≥7 a <8h	-2,73	0,944	-80,43, 74,97	0,48	0,826	-3,91, 4,88	-1,02	0,625	-5,18, 3,13	-0,786	0,845	-8,76, 7,19
≥8 a <9h	56,03	0,442	-88,53, 200,61	3,26	0,497	-6,29, 12,82	0,12	0,978	-8,97, 9,23	7,17	0,181	-3,41, 17,75
Eficiencia (%)												
Entre semana	-1,49	0,805	-13,39, -10,41	0,13	0,753	-0,67, 0,93	0,14	0,775	-0,86, 1,16	-0,72	0,039	-1,41, -0,04
>85%	1088,11	0,842	-9798,81, 11975,04	-27,79	0,942	-788,26, 732,67	119,36	0,817	-904,90, 1143,63	228,19	0,226	-144,37, 600,75
<85%	63,47	0,914	-1098,00, 1295,55	17,09	0,638	-54,61, 88,79	-14,08	0,704	-87,27, 59,11	-4,51	0,936	-105,00, 97,43
Fin de semana	-57,32	0,915	-1113,77, -999,14	22,43	0,534	-48,57, 93,43	27,32	0,550	-62,62, 117,27	-82,57	0,008	-143,00, -22,14
>85%	4254,11	0,403	-5837,14, 14345,37	228,55	0,517	-475,77, 929,87	241,58	0,599	-672,59, 1155,76	327,30	0,052	-3,11, 657,73
<85%	-811,38	0,023	-1509,00, 113,55	-29,02	0,166	-70,21, 12,17	-40,48	0,061	-82,83, 1,87	-82,70	0,032	-158,27, -7,12
Variabilidad habitual (min)	0,46	0,791	-2,93, 3,84	-0,01	0,917	-0,24, 0,22	0,17	0,234	-0,11, 0,46	-0,02	0,917	-0,22, 0,18

IC: intervalo de confianza.

β representa el cambio en la energía (en kcal / día) o la ingesta de macronutrientes (en g / día) por cada hora adicional de sueño, punto porcentual de eficiencia del sueño o minuto de variabilidad habitual del sueño.

Las relaciones entre la duración del sueño actigráfico, la eficiencia del sueño y la variabilidad del sueño habitual con la ingesta dietética ajustada por edad, sexo, grasa corporal y proporción cintura-cadera se presentan en la Tabla 23. Para la muestra en su conjunto y considerando la duración del sueño como una variable continua, se observó una disminución significativa de la ingesta de energía [β (IC95%)=-165,45(-274,01, -56,88);p=0,003], grasa [β (IC95%)=-11,14(-18,44, -3,84);p=0,003] y proteína [β (IC95%)=-13,27(-22,52, -4,02);p=0,005] por cada hora adicional de sueño durante la semana. Para la categoría que incluía a todos los niños que dormían menos de 9 horas al día, se observó una disminución significativa en la ingesta de energía [β (IC95%)=-167,08(-290,98, -43,18);p=0,008], grasa [β (IC95%)=-11,11(-19,44, -2,78);p=0,0069] y proteína [β (IC95%)=-13,76(-24,30, -3,22);p=0,011] por cada hora adicional de sueño. La relación negativa estadísticamente significativa entre la eficiencia del sueño durante la semana y el fin de semana y la ingesta de carbohidratos se perdió después del ajuste. En el grupo con una eficiencia del sueño de fin de semana por debajo del 85% se observaron diferencias significativas para la ingesta de energía [β (IC95%)=-847,43(-1566,77, 128,09);p=0,021] y carbohidratos [β (IC95%)=-83,96(-161,76, -6,15);p=0,035] mientras que en el grupo de eficiencia del sueño superior al 85% durante el fin de semana se encontró una relación positiva con la ingesta de carbohidratos [β (IC95%)=337,05(3,32, 670,77);p=0,048]. La variabilidad del sueño habitual muestra una relación positiva significativa con la ingesta de proteínas [β (IC95%)=0,32(0,03, 0,62);p=0,031].

Tabla 23. Relación ajustada entre parámetros de sueño actigráficos e ingesta dietética

	Energía, kcal			Grasas, g			Proteínas, g			Carbohidratos, g		
	β	p-valor	95% IC	β	p-valor	95% IC	β	p-valor	95% IC	β	p-valor	95% IC
Duración (h)												
Entre semana	-165,45	0,003	-274,01, -56,88	-11,14	0,003	-18,44, -3,84	-13,27	0,005	-22,52, -4,02	-3,13	0,339	-9,57, 3,31
Continuo												
Entre semana												
Categórico												
>9h	214,5	0,421	-414,25, 843,25	7,92	0,666	-36,59, 52,44	3,93	0,908	-79,18, 87,05	32,46	0,339	-126,32, 191,25
<9h	-167,08	0,008	-290,98, -43,18	-11,11	0,009	-19,44, -2,78	-13,76	0,011	-24,30, -3,22	-3,33	0,366	-10,56, 3,90
Fin de semana												
Continuo												
Entre semana	-23,66	0,543	-100,16, 52,84	-0,95	0,717	-6,09, 4,20	-1,88	0,567	-8,39, 46,61	-1,37	0,543	-5,82, 3,07
Fin de semana												
Categórico												
>9h	-18,49	0,665	-108,11, 71,13	-1,91	0,465	-7,36, 3,54	-0,13	0,967	-6,84, 6,58	0,86	0,810	-6,75, 8,46
<9h	-23,92	0,703	-147,39, 99,57	0,60	0,886	-7,69, 8,90	-2,37	0,656	-12,88, 8,13	-4,46	0,215	-11,54, 2,61
Eficiencia (%)												
Entre semana	-11,81	0,984	-1177,82, 1154,20	10,56	0,791	-67,83, 88,95	23,59	0,639	-75,42, 122,61	-41,01	0,233	-108,58, 26,56
Continuo												
>85%	2410,57	0,672	-893,42, 13748,60	90,52	0,819	-697,63, 878,68	267,11	0,618	-797,83, 1332,05	145,94	0,433	-223,97, 515,86
<85%	79,20	0,894	-1090,53, 1248,94	18,34	0,611	-52,79, 89,48	-12,55	0,735	-85,81, 60,72	-4,47	0,931	-106,80, 97,86
Fin de semana												
>85%	-433,78	0,311	-1277,26, 409,69	-10,66	0,683	-62,17, 40,85	-23,34	0,385	-76,24, 29,57	-52,57	0,160	-126,09, 20,94
<85%	5294,27	0,307	-4980,20, 15568,74	301,40	0,401	-411,49, 1014,30	335,35	0,473	-593,30, 1264,01	337,05	0,048	3,32, 670,77
Continuo												
>85%	-847,43	0,021	-1566,77, 128,09	-32,17	0,136	-74,56, 10,22	-40,56	0,067	-83,94, 2,82	-83,96	0,035	-161,76, 6,15
<85%												
Variancia												
habitual (min)	2,82	0,111	-0,65, 6,30	0,18	0,133	-0,05, 0,41	0,32	0,031	0,03, 0,62	-0,02	0,814	-0,23, 0,18

IC: intervalo de confianza.

β representa el cambio en la energía (en kcal / día) o la ingesta de macronutrientes (en g / día) por cada hora adicional de sueño, punto porcentual de eficiencia del sueño o minuto de variabilidad habitual del sueño.

7.4. Discusión

Los principales hallazgos de este estudio son que después del ajuste, la duración más corta del sueño entre semana, cuando se estudia de forma continua o categórica, se relaciona con un aumento de la ingesta de energía proveniente de proteínas y grasas; la eficiencia inadecuada del sueño durante el fin de semana (~85%) se relaciona con una mayor ingesta de energía y carbohidratos; y una mayor variabilidad habitual del sueño se relaciona con una mayor ingesta de proteínas. La relación entre una menor eficiencia del sueño durante la semana y un aumento mínimo en la ingesta de carbohidratos se pierde después del ajuste. El ajuste del análisis de regresión lineal multivariable produce resultados muy similares a los del análisis no ajustado lo que nos lleva a pensar que el sueño puede ser una variable no dependiente de los factores de confusión estudiados (edad, sexo, grasa corporal e ICC) cuando se estudia en relación con la ingesta de energía y macronutrientes.

Estudios anteriores ya habían encontrado asociaciones significativas entre la privación del sueño y una mayor ingesta calórica, tanto en poblaciones adultas (Chaput, 2014; Crispim, C. A. et al., 2011; Grandner et al., 2010; Nedeltcheva et al., 2008; St-Onge, 2013) como pediátricas (Golley et al., 2013; Hart et al., 2013; Kjeldsen et al., 2014). Al comparar los resultados de este estudio con los estudios en adultos, parece que los niños pueden ser más susceptibles a la reducción del sueño que los adultos (Cappuccio et al., 2008), ya que los adultos solo muestran una asociación significativa cuando la duración del sueño es extremadamente corta (<5h) (Dashti et al., 2016). Según este estudio, los niños con <7h de sueño ya presentarían un impacto significativo en la ingesta. Aquí radica la importancia de desarrollar estrategias para mejorar los comportamientos del sueño, ya que los países del sur de Europa se caracterizan por una duración del sueño mucho más corta que el resto de

Europa (Garaulet et al., 2011). Además, se observó una asociación más fuerte que la observada en investigaciones anteriores (Westerlund et al., 2009) para la ingesta de alimentos y la duración del sueño entre semana en comparación con las noches de fin de semana, lo que sugiere que la diferencia en los patrones de comportamiento y el horario diario o el tiempo entre los días escolares y los fines de semana juega un papel importante que requiere más investigaciones.

Con la implementación de la actigrafía en la investigación, los parámetros del sueño relacionados con la cantidad y la calidad son la norma en este campo, con importantes implicaciones para la práctica clínica (Matricciani, Paquet, Galland, Short, & Olds, 2019). En este estudio, la baja eficiencia del sueño en comparación con las pautas de sueño publicadas es sorprendente (Galland, Barbara, Meredith-Jones, Terrill, & Taylor, 2014; Ohayon et al., 2017). Esto puede deberse a la inquietud en el sueño de los niños que hace que las mediciones de actigrafía sean menos fiables que en las investigaciones de adultos y por lo cual sería necesario desarrollar algoritmos apropiados para mejorar los estudios (Ronnlund, Elovainio, Virtanen, Matomaki, & Lapinleimu, 2016). A pesar de esto, la actigrafía nos permite tener una visión representativa y fiable de la calidad y cantidad del sueño con un método no invasivo. En esta investigación no se encuentra una relación negativa entre la eficiencia del sueño durante la semana y la ingesta calórica como en informes anteriores (Crispim, C. A. et al., 2011; Dashti et al., 2016; Kovács et al., 2014). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en este estudio se encuentra una correlación negativa significativa entre la eficiencia del sueño durante la semana y la ingesta de carbohidratos. Sin embargo, el cambio en la ingesta de carbohidratos es mínimo, no es estadísticamente significativo y desaparece después del ajuste, probablemente debido a las limitaciones del

tamaño de la muestra. Una posible causa de esta asociación podría ser que los patrones de sueño ineficaces en los días escolares provocan fatiga diurna y cambios de comportamiento (Fuligni & Hardway, 2006) que inducen un aumento de la ingesta (St-Onge et al., 2012). La disminución de la eficiencia del sueño durante los fines de semana se asocia con una mayor ingesta de carbohidratos en este estudio, mientras que aquellos que no alcanzan el umbral establecido para una eficiencia adecuada del 85% (Ohayon et al., 2017) también tienen una mayor ingesta energética, como se informó en otros estudios previos (Crispim, C. A. et al., 2011; Dashti et al., 2016; Kovács et al., 2014). Esta relación entre una peor eficiencia del sueño y una mayor ingesta calórica y de carbohidratos puede ser más marcada durante el fin de semana dado que la ingesta de alimentos durante los fines de semana es normalmente mayor en bebidas azucaradas y grasas, y menor en alimentos integrales, lo que lleva a un mayor aporte energético y de carbohidratos (Haines, P. S., Hama, Guilkey, & Popkin, 2003; Monteiro et al., 2017; Rothausen et al., 2012; Rothausen, Matthiessen, Andersen, Brockhoff, & Tetens, 2013).

Este estudio investiga también la relación entre la variabilidad habitual del sueño y la ingesta de alimentos y encuentra una relación positiva significativa con la ingesta de proteínas. En cambio, otros estudios han encontrado una alta variabilidad habitual del sueño asociada con una dieta pobre en proteínas que promueve la obesidad (Kjeldsen et al., 2014), tal vez porque esos estudios estudian diferentes grupos de edad o calculan la variable de diferentes maneras. En este estudio no se evalúa el momento y la fragmentación del sueño, además, tampoco se evalúa el tiempo de consumo de las comidas ya que no se requiere especificar el horario de las comidas en el diario de alimentos, pero informes recientes brindan datos interesantes sobre la influencia de la hora de acostarse y la fragmentación del sueño en la ingesta calórica (Dashti et al., 2016; Golley et al., 2013; Kovács et al., 2014). El

ritmo circadiano ha sido analizado previamente observando que la ingesta tardía contribuye a mantener una fase de retraso, esto conduce a una menor duración del sueño debido al retraso de la hora de acostarse, lo que luego ofrece más horas disponibles para comer, estableciendo un círculo vicioso (Baron, Reid, Van Horn, & Zee, 2013). El horario del sueño y de las comidas podrían ser aspectos diferentes del mismo patrón de conducta obesogénica (Golley et al., 2013).

En cuanto a la relación entre el sueño y la ingesta de macronutrientes, la privación del sueño se asocia con un mayor consumo de grasas y proteínas en los niños que duermen <7h durante la semana. Se encuentra la misma asociación entre la eficiencia del sueño durante la semana y la ingesta de carbohidratos. La asociación de macronutrientes y sueño ha sido ampliamente estudiada, casi siempre observando un aumento en la ingesta de grasas en relación con una menor duración del sueño (Grandner et al., 2010) y una mayor ingesta de refrigerios y consumo de alimentos densos en energía con alto contenido de carbohidratos (Kjeldsen et al., 2014; Nedeltcheva et al., 2008; Spiegel et al., 2004). Sin embargo, si bien en este estudio se observa un aumento en la ingesta de grasas, no se obtienen resultados relevantes en relación a los carbohidratos. El hallazgo de la correlación entre el aumento de la ingesta de proteínas y la reducción del sueño es digno de mención, ya que no se ha observado en estudios previos. Algunos informes han evidenciado la asociación entre una mayor ingesta de proteínas y la obesidad, basando este hallazgo en la influencia del momento de la ingesta de macronutrientes en el ciclo circadiano (Xiao, Garaulet, & Scheer, 2019), en particular, ingerir proteínas 4 horas antes de dormir puede predisponer a las personas a una mayor ingesta calórica (Baron et al., 2013). Dado que el presente estudio no evalúa el tiempo de ingesta, no se puede establecer una relación directa. Es posible que una mayor ingesta de proteínas en este estudio se vea influida por el horario tardío de la cena en España, muy cerca

de la hora de acostarse, lo que favorecería una mayor ingesta calórica. Investigaciones adicionales ayudarían a establecer la dirección de las asociaciones entre el sueño, el horario de las comidas y la ingesta de energía.

Estudios anteriores han observado una relación bidireccional entre el sueño y la ingesta de alimentos (Frank et al., 2017). Se han propuesto diferentes mecanismos biológicos para explicar la asociación entre el sueño y la ingesta de alimentos. Investigaciones anteriores indican que las alteraciones en los factores homeostáticos, emocionales, conductuales y ambientales relacionados con la reducción del sueño pueden influir entre sí y explicar los mecanismos que relacionan la corta duración del sueño y el aumento de la ingesta de energía (Lundahl & Nelson, 2015). La reducción de la duración del sueño también puede influir en la dieta simplemente proporcionando más tiempo y oportunidades para comer y beber, sin embargo, la reducción del sueño también puede alterar el control neuroendocrino del apetito a través de cambios en los niveles de leptina y grelina (Hart et al., 2013; Spiegel et al., 2004; Taheri, Lin, Austin, Young, & Mignot, 2004), lo que resulta en un estado hormonal que puede afectar el hambre y el apetito que predispone a comer en exceso (Spiegel et al., 2004; St-Onge et al., 2011). Tales alteraciones influyen en la respuesta a los estímulos alimentarios. Cuando el entorno alimentario se controla cuidadosamente, la privación del sueño se asocia con una menor secreción de la hormona de la saciedad leptina y una mayor secreción de la hormona estimulante del hambre grelina, que puede inducir sensación de hambre y, por lo tanto, aumentar la ingesta de alimentos y contribuir a un aumento de la obesidad (Hart et al., 2013). La interrupción del sueño aumenta la susceptibilidad de las regiones cerebrales asociadas con la motivación, la recompensa y la toma de decisiones en respuesta a estímulos placenteros como alimentos o refrigerios sabrosos ricos en calorías y ricos en carbohidratos (Chaput, 2014; Hogenkamp et al., 2013;

St-Onge, Wolfe, Sy, Shechter, & Hirsch, 2014). Algunos estudios de neuroimagen han demostrado que la reducción del sueño induce un aumento de la actividad en los centros de recompensa del cerebro en respuesta a una comida apetecible (St-Onge et al., 2012; St-Onge et al., 2014). La privación del sueño se ha relacionado con un menor control de los impulsos inhibidores, lo que conduce a un aumento de la conducta alimentaria hedonista (Goel, Rao, Durmer, & Dinges, 2009). Dado que los niños todavía están desarrollando controles de comportamiento, el efecto del patrón de sueño irregular sobre la ingesta emocional e impulsiva de alimentos muy sabrosos podría ser mayor. El sueño induce fatiga y estrés durante el día y otros síntomas emocionales (Lemola, Ledermann, & Friedman, 2013), lo que da como resultado una sensación de menos energía que puede aumentar la ingesta de alimentos para compensar el déficit energético causado por el aumento del tiempo de vigilia (Hogenkamp et al., 2013). Por ejemplo, las bebidas con cafeína reducen la duración del sueño; sin embargo, las personas privadas de sueño pueden consumir más bebidas con cafeína para sentirse más alerta. Como se mencionó anteriormente, en este estudio el impacto de la privación del sueño se observa desde una reducción del sueño a menos de 7h en los niños en edad escolar, mientras que los adultos requieren menos de 5 h para mostrar efectos significativos. Sin embargo, esto debe tenerse en cuenta junto con los requisitos de sueño para cada grupo, ya que los niños tienen requisitos de sueño más largos que los adultos, por lo que el porcentaje de reducción puede ser similar, pero el tiempo total requerido para dormir sigue siendo notablemente más alto en los niños. Ante esta mayor vulnerabilidad, la mejora de los patrones de sueño puede ser especialmente importante para optimizar las estrategias de intervención en la prevención de la obesidad en los niños, para evitar el desarrollo de conductas impulsivas o emocionales frente a la comida.

Fomentar una hora de acostarse más temprana disminuiría el tiempo de vigilia en un ambiente que promueve comer en exceso. La hora de acostarse más tardía favorece el tiempo disponible por la noche, cuando se priorizan las actividades sedentarias y generalmente se acompañan de alimentos densos en energía que contribuyen a aumentar la ingesta energética (Kant & Graubard, 2014). El tipo de comida consumida durante o después de la cena no se evaluó específicamente en esta investigación, por lo que no se puede establecer una asociación. El estudio de la ingesta nocturna de alimentos junto con el momento en que se realizan junto con los parámetros del sueño puede mejorar la comprensión de la relación entre el sueño y la ingesta (Crispim, C. A. et al., 2011).

7.4.1. Fortalezas y limitaciones

Las fortalezas de este estudio incluyen la medición objetiva de los parámetros del sueño mediante actigrafía en niños de este rango de edad, ya que, hasta el momento, la mayoría de los estudios solo se han realizado con encuestas a los padres o autoinformes, medidas cuya validez no está bien establecida, y la actigrafía se había limitado habitualmente a niños mayores de 8 años. Aunque se evalúan los cambios agudos en el sueño (1 semana), este período de tiempo es más largo que en otros estudios.

Entre las limitaciones, está que la muestra de estudio es pequeña, y sería necesario ampliarla para encontrar asociaciones más significativas. El principal problema que se encuentra en los estudios con tamaños de muestra pequeños es la interpretación de los resultados, en particular los intervalos de confianza y los valores p. Otra limitación proviene de la posibilidad de resultados falsos positivos o de la sobreestimación de la magnitud de la asociación. Existen también limitaciones asociadas con el análisis estadístico cuando es necesario el ajuste por factores de confusión mediante métodos como la regresión logística

o lineal multivariante. Cuando el tamaño de la muestra es pequeño, estos métodos pueden producir resultados poco fiables. Respecto a la evaluación dietética, debe tenerse en cuenta que se basa en el informe de los padres y las ingestas durante el horario escolar no pueden evaluarse objetivamente, aunque los registros parecen ser bastante representativos de las ingestas reales. Para futuras investigaciones sería interesante registrar la hora de las comidas para tener más información disponible para analizar la asociación entre el sueño y la ingesta dietética. Finalmente, aunque las variables de actigrafía no son tan fiables como en las investigaciones de adultos debido a la inquietud en el sueño en la edad escolar, brindan una visión general bastante precisa de los parámetros del sueño en la edad pediátrica, pero aún es necesario desarrollar un algoritmo específico para la evaluación del sueño de los niños.

7.4.2. Conclusiones

En conclusión, el presente estudio apoya que: la disminución de la duración del sueño está relacionada con una mayor ingesta de energía, particularmente con una mayor ingesta de proteínas y grasas; una menor eficiencia del sueño está relacionada con una mayor ingesta de carbohidratos y una mayor variabilidad habitual del sueño está relacionada con una mayor ingesta de proteínas. Estos resultados son similares a los hallazgos anteriores, pero el mecanismo subyacente a este vínculo aún no está claro. Se necesitan más estudios longitudinales y experimentales dada la importancia de identificar conductas de sueño saludables que puedan integrarse en los programas de intervención nutricional.

CAPÍTULO VIII

ARTÍCULO 5.

**PREVALENCIA DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y SU ASOCIACIÓN CON
ANTROPOMETRÍA Y DIETA EN NIÑOS (DE SEIS A NUEVE AÑOS): ESTUDIO
ANIVA**

**PREVALENCE OF ARTERIAL HYPERTENSION AND ITS ASSOCIATION WITH
ANTHROPOMETRY AND DIET IN CHILDREN (6 TO 9 YEARS OLD): ANIVA
STUDY**

8.1. Introducción

Los estudios más recientes llevados a cabo en población infantil alertan de un importante cambio en los hábitos alimentarios que va acompañado a su vez de una creciente tasa de sobrepeso y obesidad (Perez-Farinos et al., 2013). Este aumento de la prevalencia del exceso de peso constituye un importante factor de riesgo para el desarrollo de ciertas enfermedades crónicas en la infancia como puede ser la hipertensión arterial (HA) (Xi et al., 2015). Este hecho junto con su asociación con la HA en la edad adulta (Chen, X. & Wang, 2008) realza la importancia de monitorizar los niveles de PA en la edad pediátrica. Un niño con HA tiene mayor riesgo de convertirse en un adulto hipertenso (Rademacher et al., 2009).

Otros índices aparte de los más comúnmente utilizados, presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD), como la presión arterial media (PAM) o la presión de pulso (PP) (Armario, del Rey, Ceresuela-Eito, & Martín-Baranera, 2000), han demostrado ser buenos predictores de eventos cardiovasculares en adultos (Franklin et al., 2009) y podrían ser una opción interesante en la monitorización de la población pediátrica.

A nivel mundial, se ha detectado un aumento de la prevalencia de la HA pediátrica a nivel general y específicamente en edades tempranas se ha observado un incremento de la prevalencia de 1.7% en 1998 a 3.2% en el año 2000 (González Jiménez et al., 2011; Serrano et al., 2013). En lo que se refiere a los niveles de obesidad, en España se estima que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en los niños es superior al 35% (Martínez-Vizcaíno et al., 2012; Perez-Farinos et al., 2013).

Dentro de los factores importantes presentes durante la infancia que pueden influir en el desarrollo posterior de enfermedades cardiovasculares se encuentra la dieta inadecuada (Raj, 2012). La infancia es una etapa clave para la adquisición de hábitos alimentarios

saludables que perduren hasta la edad adulta y favorecer la prevención del desarrollo de futuras enfermedades.

Existen estudios que asocian el incremento de la HA en edad pediátrica con la obesidad (Zhao, Wang, Xue, & Wang, 2017). Pero a su vez, hay una falta de información sobre la asociación entre alimentación, indicadores de adiposidad y PA en la población pediátrica española (González Jiménez et al., 2011; Serrano et al., 2013). Los hábitos alimentarios no saludables en la infancia pueden conducir a la aparición de deficiencias nutricionales, y si se permite que estos hábitos se consoliden, pueden en la edad adulta conducir a una serie de problemas y trastornos asociados a la alimentación (Lytle, 2002).

En cuanto a la relación de la PA con nutrientes específicos, un incremento de la ingesta de fructosa se ha relacionado con el incremento de HA (Jalal, Smits, Johnson, & Chonchol, 2010) mientras que una reducción de 4.4g/día de la ingesta de sal condujo a una reducción en la PA de 5/3mm de Hg en sujetos con HA y 2/1mm de Hg en sujetos normotensos (He, Li, & MacGregor, 2013). Un aumento de la ingesta de potasio, sin el uso de medicamentos antihipertensivos, de 20mmol/día produjo una reducción de 4.9/2.7mm de Hg (Whelton et al., 1997). Hay que señalar que los nutrientes no se ingieren de manera individual sino como parte de una dieta en la que los diferentes macro y micronutrientes ingeridos pueden interactuar (Hu, F. B., 2002) lo que dificulta enormemente el poder aislar los efectos de un nutriente individual.

Los objetivos de este estudio son conocer prevalencia de normotensión arterial (NA), prehipertensión arterial (PHA) e HA en niños de 6 a 9 años de la provincia de Valencia y valorar la posible asociación entre las medidas antropométricas, la ingesta diaria de macro y micronutrientes y los valores de cardiovasculares (PAS, PAD, FC, PAM, PP).

8.2. Metodología

El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por la Secretaría Autonómica de Educación y Formación de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Generalidad Valenciana y el Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión Ética de Investigación Experimental de la Universitat de València. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki y se obtuvo el consentimiento por escrito de todos los padres/tutores de los niños.

El protocolo de estudio establece que el primer paso es el contacto con la dirección del colegio y la presentación del mismo ante el Consejo Escolar u otra autoridad competente que designe el colegio. Una vez, el colegio acepta participar, se envía una carta a los padres o tutores de todos los alumnos entre 6 y 9 años donde se describen los objetivos y procedimientos e invitándoles a participar en el estudio. Su aceptación a participar queda reflejada con la firma del consentimiento informado que acompaña a la hoja explicativa.

8.2.1. Población y muestra

Inicialmente se identificaron 1072 niños de 6 a 9 años que cumplían los criterios de inclusión y se les invitó a participar. De los invitados, 665 aceptaron participar y no fue necesario excluir ninguno por tener diagnóstico clínico de enfermedad crónica. Se recibieron 655 registros de alimentos completados correctamente. Finalmente se tomó las medidas antropométricas de 652 alumnos ya que 3 alumnos se ausentaron el día de la medición. La tasa de participación fue del 60,82 %. La muestra final estaba compuesta de 652 alumnos de 10 colegios primarias distintas (8 colegios públicos y dos colegios concertados/privados).

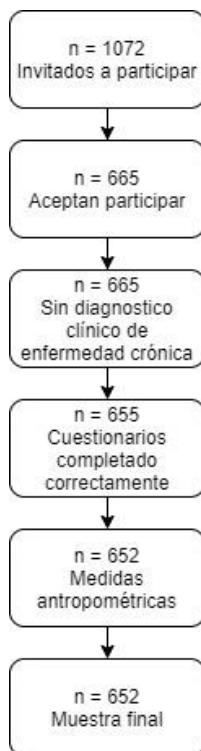


Figura 14. Diagrama de flujo de la población de estudio

8.2.2. Medidas antropométricas

Para la toma de medidas antropométricas y valores de PA, se utilizó un aula habilitada adecuadamente para ello por cada centro educativo que aseguraba la intimidad y un ambiente relajado para los alumnos participantes. Se siguieron los procedimientos estándar descritos por la OMS (World Health Organization, 2006) para la toma de medidas antropométricas y los protocolos establecidos por la Asociación Española de Pediatría (de la Cerda Ojeda, F. & Herrero Hernando, 2014) para la toma de los valores de PA. Se utilizó una báscula SECA 861[®], para medir el peso y un estadiómetro de pared SECA 222[®] para

medir la altura. La media de las medidas de peso y altura se usó para calcular el IMC. El PGC se obtuvo usando un analizador de la composición corporal por segmentación TANITA 418[®] de ocho electrodos. Las mediciones se llevaron a cabo por la mañana, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, con los niños descalzos, en ayunas y después de orinar y permanecer en reposo 15 minutos.

La medición de los pliegues cutáneos se realizó tres veces usando el Plicómetro Medidor Pánículo Adiposo Holtain LTD[®] con una precisión de 0,2mm y presión constante de 10g/mm² entre las válvulas. La medida del pliegue tricípital se realizó sobre el músculo tríceps en el punto equidistante entre la parte inferior de la apófisis olecraneana y la protuberancia ósea del hombro. La medida del pliegue bicipital se realizó en el punto medio de la región ventral del bíceps braquial. La medida del pliegue suprailíaco se realizó en la línea axilar media inmediatamente superior a la cresta iliaca. La medida del pliegue abdominal se realizó en el pliegue horizontal 3cm a la derecha y 1cm por debajo del punto medio del ombligo.

Las medidas de las circunferencias de cintura y cadera se realizaron con una cinta métrica flexible e inextensible. La medición de la circunferencia de cintura se realizó en el punto medio entre la décima costilla y la cresta ilíaca al final de una respiración normal. La medición de la circunferencia de cadera se realizó en el punto de máxima circunferencia sobre los glúteos, colocando la cinta en un plano horizontal al suelo al final de una respiración normal.

La PA y la FC se midieron tres veces usando un tensiómetro automático OMRON-M5-I (Omron Healthcare Europe BV, Hoofddorp, Países Bajos) y la media de las tres medidas se utilizó para el análisis. Las medidas se realizaron de acorde con las recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre la PA Alta en Niños y Adolescentes del

Programa Nacional de Educación en Hipertensión Arterial (American Academy of Pediatrics, 2004). Estando estas espaciadas cinco minutos entre sí, habiendo descansado los escolares durante al menos cinco minutos antes de la primera medida, en un ambiente tranquilo, con el niño sentado y el brazo derecho en posición semiflexionada a nivel del corazón y eligiendo el tamaño más apropiado del manguito. La presión arterial media (PAM) y la presión de pulso (PP) se calcularon de la siguiente manera: $PAM = PAD + (0,333 \times (PAS - PAD))$ y $PP = PAS - PAD$. Las categorías de PA se establecieron, de acuerdo con el percentil según sexo, edad y altura, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre la PA Alta en Niños y Adolescentes del Programa Nacional de Educación en Hipertensión Arterial (American Academy of Pediatrics, 2004), de la siguiente manera: PHA, cuando el promedio de la PAS o PAD fue \geq percentil 90 e e HA, cuando el promedio de la PAS o PAD fue \geq percentil 95.

8.2.3. Evaluación de la dieta

Para evaluar la dieta se utilizó un cuestionario rellenado por los padres/tutores que incluía preguntas sobre el historial médico del niño incluyendo alergias o intolerancias alimentarias, así como preguntas referentes al estilo de vida. A los padres/tutores se les proporcionó información para poder estimar correctamente la ingesta de alimentos y bebidas las 24 horas durante un periodo de tres días, dos lectivo y uno festivo (Barrett-Connor, 1991; Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010). Para valorar la ingesta dietética se utilizó el programa DIAL[®] (Departamento de Nutrición (UCM) y Alce Ingeniería, S.L., 2016), previamente validado para evaluar las dietas y para gestionar los datos nutricionales. Este software abierto incluye una lista de los

alimentos más comunes disponibles en España y permite agregar nuevos alimentos y/o incluir la composición nutricional de alimentos.

8.2.4. Análisis estadístico

Antes del análisis e interpretación de los datos, se comprobó la normalidad de la distribución de las variables continuas utilizando diagramas de probabilidad normal y la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Dado que todas las variables tenían una distribución normal en el análisis se utilizaron pruebas paramétricas. Las variables antropométricas y de PA se presentaron como $\text{media} \pm \text{DE}$. Las diferencias entre los sexos en las variables cuantitativas se analizaron mediante la prueba t de Student. Para examinar la relación entre cada componente cardiovascular (PAS, PAD, FC, PAM, y PP) e indicadores de adiposidad (IMC, PGC, circunferencia cadera, circunferencia de cintura, ICC, pliegue tricipital, pliegue bicipital, pliegue abdominal y pliegue suprailíaco) se estimaron los coeficientes de correlación parciales, ajustados por edad y sexo. Utilizando los límites de IMC calculados con el software informático Anthro Plus[®] (World Health Organization, 2011), se clasificó a los niños como de bajo peso, peso normal, sobrepeso y obesidad. Los indicadores de adiposidad restantes se categorizaron como bajo (primer cuartil), medio (segundo y tercer cuartil) y alto (cuarto cuartil). Se utilizó el ANCOVA para evaluar las diferencias de medias de cada componente de PA (PAS, PAD, PAM y PP) entre las categorías de IMC, PGC, ICC, pliegue tricipital, pliegue bicipital, pliegue suprailíaco, pliegue abdominal, macronutrientes y micronutrientes que se controlaron por edad y se estratificaron por sexo. Se probaron las hipótesis post-hoc por pares usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. Se utilizó la prueba de chi-cuadrado para comparar las diferencias entre las

variables. Los datos se analizaron con el software IBM SPSS Statistics® v.22 para Windows y el criterio de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

8.3. Resultados

Los resultados obtenidos para las características generales y valores de PA se muestran en la Tabla 24. Los resultados mostraron una diferencia significativa en los indicadores antropométricos y la PA por sexo. Los niños los que presentan un mayor peso ($p \leq 0,05$), altura ($p \leq 0,05$) y circunferencia de cadera ($p \leq 0,05$). Mientras las niñas presentan mayor PGC ($p \leq 0,05$), pliegue bicipital ($p \leq 0,05$), pliegue suprailíaco ($p \leq 0,05$), y FC ($p \leq 0,05$). No se encontraron diferencias significativas entre las categorías de PA entre niños y niñas.

Tabla 24. Características básicas según sexo

	Total (n=652)		Niños (n=309)		Niñas (n=343)		p-valor
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Edad (años)	7,12	0,95	7,18	0,96	7,07	0,93	0,123
Peso (kg)	27,84	6,52	28,61	6,95	27,15	6,03	0,004
Altura (cm)	1,28	0,80	1,29	0,81	1,27	0,78	0,004
IMC (kg/m ²)	16,81	2,55	16,95	2,70	16,69	2,41	0,202
PGC	22,77	4,80	21,80	5,10	23,64	4,32	<0,001
Perímetro cintura (cm)	60,71	19,00	60,89	6,51	60,55	25,48	0,818
Perímetro cadera (cm)	68,20	6,80	68,83	7,18	67,63	6,41	0,024
ICC (cm/cm)	1,02	3,46	1,16	5,01	0,89	0,42	0,319
Plegue tricipital (mm)	11,80	4,65	11,48	4,59	12,08	4,70	0,102
Plegue bicipital (mm)	7,18	3,30	6,87	3,19	7,45	3,37	0,024
Plegue abdominal (mm)	10,69	5,50	10,35	5,53	11,00	5,47	0,129
Plegue suprailíaco (mm)	7,33	4,23	6,81	4,05	7,81	4,34	0,003
PAS (mm Hg)	98,22	11,67	99,13	11,53	97,41	11,74	0,060
PAD (mmHg)	66,59	25,40	65,43	8,99	67,63	33,98	0,271
FC (ppm)	88,48	13,52	87,03	13,33	89,80	13,57	0,009
PAM (mmHg)	75,75	17,79	75,29	8,57	76,16	23,15	0,531
PP (mmHg)	31,63	25,81	33,69	9,99	29,77	34,22	0,053

FC: frecuencia cardíaca; ICC: índice cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal; PAD: presión arterial diastólica; PAM: presión arterial media (PAD + [0,33 × (PAS - PAD)]); PAS: presión arterial sistólica; PGC: porcentaje de grasa corporal; PP: presión de pulso (PAS-PAD).

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

Los coeficientes de correlación parcial entre PA y los indicadores de adiposidad, controlado por edad se muestran en la Tabla 25. Se identificaron correlaciones significativas entre la PAS y las medidas antropométricas estudiadas del total de los escolares ($p < 0.05$). Destacaron la correlación significativa de la PAS y PP con el perímetro de cintura, la correlación de PAD con todas las medidas antropométricas y la correlación significativa entre PAM y las medidas antropométricas en los niños. En ambos sexos se observó una correlación entre la PP y el perímetro de cintura.

Tabla 25. Coeficientes de correlaciones parciales (R²) ajustados por edad

	IMC	PGC	Cintura	Plegue tricaptal	Plegue bicaptal	Plegue abdominal	Plegue suprailíaco
Presión arterial sistólica							
Total	0,240	0,175	0,078	0,203	0,239	0,266	0,234
Niños	0,231	0,182	0,326	0,172	0,197	0,268	0,218
Niñas	0,245	0,207	0,035	0,241	0,290	0,274	0,268
Presión arterial diastólica							
Total	0,032	0,011	0,011	0,010	0,045	0,040	0,047
Niños	0,138	0,180	0,182	0,151	0,124	0,206	0,157
Niñas	0,015	-0,047	0,001	-0,025	0,030	0,004	0,023
Presión arterial media							
Total	0,082	0,048	0,027	0,053	0,094	0,094	0,094
Niños	0,197	0,204	0,269	0,179	0,172	0,260	0,204
Niñas	0,055	-0,010	0,007	0,016	0,077	0,049	0,067
Presión de pulso							
Total	0,077	0,069	0,540	0,082	0,064	0,081	0,060
Niños	0,142	0,048	0,213	0,063	0,117	0,124	0,110
Niñas	0,069	0,117	0,011	0,108	0,070	0,090	0,069

IMC: índice de masa corporal; PGC: porcentaje de grasa corporal

Presión arterial media: (Presión arterial diastólica + $[\frac{1}{3} \times (\text{Presión arterial sistólica} - \text{Presión arterial diastólica})]$).

Presión de pulso: (Presión arterial sistólica - Presión arterial diastólica).

P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo.

En la Figura 15, se muestra la prevalencia de PA por sexo y edad. Los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de los escolares tiene NA con un 83,9% del total, sin diferencia significativa entre sexos. Las prevalencias estimadas de PHA e HA en la muestra total fueron de 8,1% y 8,0% respectivamente. Las niñas presentan una PHA mayor, con un 9,3%, con respecto a los niños que presentan un 5,2% pero esta diferencia no es significativa. Los niños presentan porcentajes mayores de HA, con un 8,4%, frente a un 6,4% de las niñas, pero nuevamente esta diferencia no es significativa.

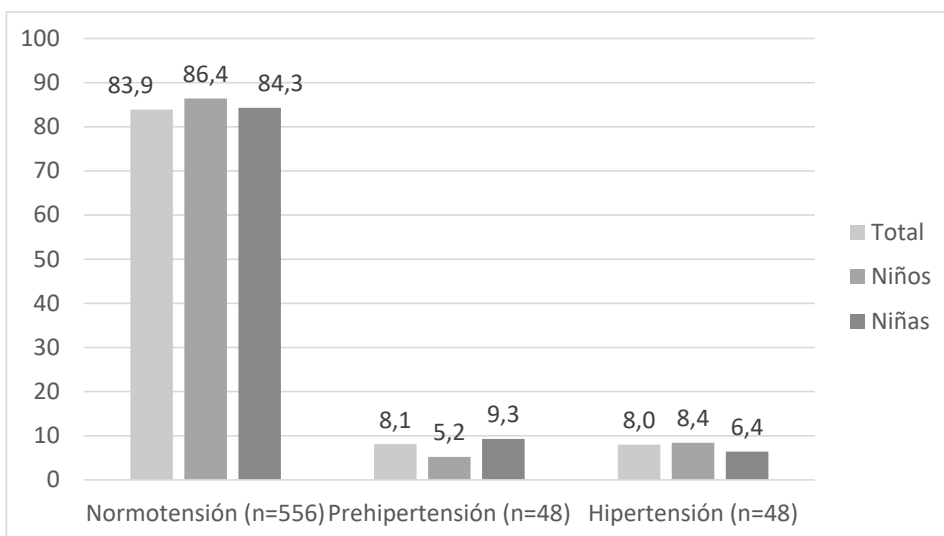


Figura 15. Prevalencia de normotensión, prehipertensión e hipertensión en niños, por sexo y en la muestra total

En la Tabla 26 se presentan los resultados de la ingesta de macronutrientes y micronutrientes según los grupos de PA. Los niños presentan un perfil de consumo similar al descrito para el total de escolares. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la ingesta de hidratos de carbono, azúcar simple, fibra soluble, PUFA y colesterol según la PA. Los niños con hipertensión presentaron una mayor ingesta de estos macronutrientes. Se observó que a mayor nivel de PA existía un mayor consumo de hidratos de carbono. Se detectaron también diferencias estadísticamente significativas para la ingesta de fibra insoluble y de SFA que eran menores en el grupo de HA. En las niñas, se observó un aumento de la PA asociado al consumo de lípidos, y especialmente de SFA al mismo tiempo que valores normales de PA se asociaron con niveles más elevados de MUFA y PUFA. No se identificaron diferencias en el consumo de azúcares simples, fibra soluble e insoluble entre los grupos de PA.

Se encontraron asociaciones significativas con la PA para todos los micronutrientes estudiados en la muestra total. En los niños no se identificaron diferencias significativas mientras que, en las niñas, se observaron relaciones entre el sodio y el calcio con la HA y entre el potasio y la PHA.

Como puede verse en la Tabla 26, se observó una ingesta superior a la IDR (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010) para calorías, proteínas, hidratos de carbono y lípidos en la muestra total.

Tabla 26. Ingesta de macronutrientes y micronutrientes según sexo y presión arterial

Macronutrientes/DR	Total (n=652)			Niños (n=309)			Niños (n=343)										
	NA (n=547)	PHA (n=55)	P-valor	NA (n=267)	PHA (n=16)	HA (n=26)	NA (n=289)	PHA (n=52)	HA (n=22)								
Alúminos (g/día)	2159,13	481,00	0,207	2157,84	477,79	1949	350,40	2075	488,29	0,152	1981,56	452,82	2085,09	295,21	2157,95	452,45	0,106
20-90																	
Proteínas (g/día)	82,84	74,72	0,151	82,60	73,90	63,73	46,26	62,42	49,16	0,228	64,98	186,43	72,20	34,26	69,19	40,09	0,971
75-100 (%)																	
Carbohidratos (g/día)	434,58	620,70	0,001	437,73	625,29	832,12	977,79	932,00	1044,41	0,001	1037,40	1003,22	513,67	756,00	706,45	919,87	0,008
250-275 (%)																	
Azúcar (g/día)	108,27	66,02	0,026	108,26	65,72	126,90	71,03	142,32	84,86	0,018	148,60	142,02	106,01	52,13	119,32	66,38	0,159
<30																	
Fibra soluble (g/día)	4,74	5,69	0,001	4,78	5,71	7,91	5,11	7,91	7,34	0,016	8,79	12,10	5,81	5,38	7,50	8,71	0,354
10-20 (%)																	
Fibra insoluble (g/día)	5,63	4,11	0,038	5,63	4,09	4,01	3,05	3,73	3,40	0,019	3,90	7,04	5,74	3,53	4,51	2,98	0,313
15 (%)																	
Lípidos (g/día)	91,18	39,54	0,001	90,97	39,61	67,62	46,32	65,10	48,58	0,001	58,82	49,43	82,69	38,20	80,60	52,22	0,010
67-78 (%)																	
SFA (g)	30,90	11,64	0,034	30,89	11,81	24,93	13,53	23,90	13,38	0,002	22,31	14,43	28,71	11,05	31,69	24,41	0,002
<1,38 (%)																	
MUFAs (g)	50,93	23,52	0,054	50,90	23,70	57,83	34,40	60,11	34,10	0,078	64,63	34,61	48,65	26,16	55,48	37,30	0,027
15-18 (%)																	
PUFAs (g)	15,10	8,59	0,001	15,14	8,72	19,87	12,75	19,85	12,64	0,001	21,77	13,46	15,56	10,86	19,46	16,09	0,040
3-33 (%)																	
ω6/ω3	6,46	1,71	0,984	6,48	1,72	6,04	1,62	6,34	2,05	0,555	6,50	1,73	6,30	1,64	7,10	1,94	0,231
4:1 (10)																	
Colesterol (mg/día)	312,43	150,35	0,005	311,60	150,00	263,44	179,57	239,90	168,30	0,025	236,79	173,23	281,62	135,11	264,73	157,00	0,152
<50																	

Tabla 26. Ingesta de macronutrientes y micronutrientes según sexo y presión arterial (cont.)

	Total (n=652)		NIHAs (n=309)		NIHAs (n=343)												
	NA (n=547)	PHA (n=53)	NA (n=267)	PHA (n=16)	NA (n=289)	PHA (n=32)											
			P-valor	HA (n=26)	P-valor	HA (n=22)											
Micronutrientes IDR																	
Sodio (mg/día) /200	1425,22	1898,70	0,027	1479,30	1291,42	1455,34	1091,21	1470,10	1131,79	0,997	1384,46	1262,36	1841,20	922,53	1833,61	1209,90	0,042
Fósforo (mg/día) /2000	184,02	1375,22	0,011	1898,66	1354,23	2028,62	1284,04	1978,01	1354,43	0,895	1769,92	1319,18	2333,59	1006,79	2248,82	1203,60	0,022
Magnesio (mg/día) /70	238,20	112,83	0,024	231,75	110,30	263,58	118,25	237,03	111,08	0,514	232,47	105,74	256,22	73,04	255,63	89,67	0,088
Calo (kg/día) /500	586,83	783,39	0,021	608,18	516,47	604,59	472,33	626,29	497,27	0,984	556,52	504,32	746,22	378,90	752,69	451,92	0,042

IDR: Ingesta dietética recomendada; HA: hipertensión; MUFA: ácidos grasos monoinsaturados; NA: normotensión; PHA: ácidos grasos poliinsaturados; SFA: ácidos grasos saturados.

Media y desviación estándar se compararon usando el test ANOVA. P-valor <0,05 se considera estadísticamente significativo

(1) Las necesidades energéticas están calculadas para una actividad moderada para una actividad ligera para una actividad alta aumentar un 20%

(2) Calculados en base a las recomendaciones de la población española, estableciendo un porcentaje 15-20%

(3) Calculados en base a las recomendaciones para la población española, estableciendo un porcentaje 15-20%

(4) Las recomendaciones de fibra son 25g/día la relación, calculados en base a las recomendaciones españolas⁽⁸⁾. En la que establecen un porcentaje 30% para la fibra soluble

(5) Se estable por diferencia entre la fibra total y la fibra soluble

(6) Calculado en base a la población española, estableciendo un porcentaje 30-38%

(7) SFA no pueden superar el 8% del total de porcentaje de grasa.

(8) MUFA 20% de las grasas totales

(9) PUFA 4% de las grasas totales

(10) Las últimas recomendaciones sugieren que siempre que los PUFA ω-3 y PUFA ω-6 se encuentren entre los niveles señalados no habría que recomendar un cociente específico

Dentro de los micronutrientes estudiados, las ingestas de sodio y de magnesio son superiores a la IDR (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010) mientras que la ingesta de calcio es deficitaria. Los valores de potasio están aumentados en todos los grupos, excepto en el grupo con NA y en los niños con HA.

8.4. Discusión

La prevalencia de PA alta en niños de 6 a 9 años de Valencia es del 8,4% y 6,4% en niños y niñas, respectivamente. La prevalencia de PHA e HA en la muestra total es del 8,1% y 8,0%, respectivamente. Los resultados confirman una mayoría de escolares con NA (83,9%), con los niños presentando mayores tasas de HA (8,4%) y las niñas de PHA (9,3%).

Se encuentra una relación positiva entre la PA y el IMC, el PGC, el perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues. Se identifica además una asociación entre los macro y micronutrientes ingeridos y los valores de PA.

Diferentes estudios en la población pediátrica ha presentado una gran variabilidad en la prevalencia de HA. Existen estudios en los que las prevalencias observadas superan los del presente estudio como un estudio en niños Chinos con un 23% (Chen, Bin & Li, 2011), uno de Brasil con un 19,9% (Crispim, P. A. A., Peixoto, Maria do Rosário Gondim, & Jardim, Paulo César Brandão Veiga, 2014) y otro de Seychelles con 12% (Chiolero et al., 2007) mientras que existen otros estudios con resultados muy similares a los de este estudio, como uno llevado a cabo en Estados Unidos con un 6,4% (Lo et al., 2013). Si comparamos los resultados de este estudio con un estudio realizado recientemente en España, específicamente en la Comunidad de Castilla la Mancha (Martín-Espinosa et al., 2017) se observó una prevalencia de HA del 18,2%, superior a los valores de este estudio.

Las posibles justificaciones para esta variabilidad incluyen las diferencias en la metodología utilizada para medir la PA, las diferencias en las tendencias de obesidad (Serra Majem, Lluís et al., 2003) y la inclusión de escolares de diferentes razas/etnias.

La relación en niños entre indicadores antropométricos de adiposidad y los diferentes componentes de la PA se ha demostrado en varios estudios. El estudio de Eisenmann et al.

informó que el IMC, el ICC, los pliegues cutáneos y el PGC se correlacionaron moderada y positivamente con PAS, PAD y PAM (Eisenmann, Wrede, & Heelan, 2005). Otros estudios sugieren que, en general, un perímetro de cintura elevado en los escolares, y especialmente en los niños, puede estar asociado a elevaciones los valores de la PA, PAM, PP (Drozd et al., 2009; Plachta-Danielzik, Landsberg, Johannsen, Lange, & Müller, 2008). Esto apoya la idea que los niños con mayor adiposidad son más propensos a tener un mayor riesgo de HA, independientemente del componente de PA utilizado para su valoración.

En estudios en adultos, se ha observado que la grasa abdominal puede afectar a la morbilidad y la mortalidad (Larsson et al., 1984). Esta relación también se ha descrito en niños (Santos-Beneit et al., 2015) y se puede estimar que al menos algunas de las consecuencias negativas establecidas en adultos podrían también afectar a los niños. Esta posibilidad es de especial relevancia dado que la grasa corporal y su distribución a nivel central o abdominal constituye un factor de gran relevancia en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares como la HA (Martínez-Vizcaíno et al., 2012) en adolescentes y adultos, pero aún se necesitan nuevos estudios para evaluar esta asociación en la edad pediátrica (Zachariah et al., 2014).

Tanto en niños como en niñas la ingesta de hidratos de carbono y de azúcares simples supera la IDR (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), 2010). En los niños se encuentra una mayor asociación de HA con el consumo de hidratos de carbono, especialmente con el consumo de azúcares simples. Esta asociación entre el consumo de azúcares simples y el aumento de la PA se ha demostrado previamente en estudios clínicos y epidemiológicos (Jalal et al., 2010; Orlando, Cazzaniga, Giussani, Palestini, & Genovesi, 2018).

En niñas a su vez se observa una asociación entre la ingesta de lípidos y la PA alta. Esta elevación de la PA puede estar justificada por el tipo de grasa consumida ya que datos transversales sugieren que la grasa saturada afecta adversamente la función vascular, mientras que la grasa poliinsaturada tiene efectos beneficiosos al aumentar la vasodilatación dependiente del endotelio (Ndanuko, Tapsell, Charlton, Neale, & Batterham, 2016). Estudios recientes en adultos han sugerido que dietas altas en grasas saturadas podrían conducir a un exceso de deposición de grasa corporal (Hall, W. L., 2009; Moreno, Sarría, Lázaro, & Bueno, 2000) con el consecuente riesgo del aumento de la PA. Las recomendaciones de la OMS (World Health Organization, 2008) sugieren que siempre que la ingesta de PUFA ω -6 y PUFA ω -3 se encuentren entre los niveles señalados, 2,5-3,5% y 0,5-2%, respectivamente no se recomienda ningún cociente específico.

En cuanto a los micronutrientes, en las niñas se observa un aumento muy acusado de la ingesta de sodio, cuyo consumo excesivo está relacionado con un aumento en la PA (Ortega Anta, Jiménez Ortega, Perea Sánchez, Cuadrado Soto, & López-Sobaler, 2016). Numerosos estudios previos han puesto de manifiesto esta relación entre la ingesta de sodio y el aumento de la PA (Ndanuko et al., 2016; Schröder, Schmelz, & Marrugat, 2002) mientras que un metaanálisis mostró que una reducción moderada de la ingesta causa caídas significativas en la PA. Otros estudios sugieren que el sodio no es el principal condicionante de la PA, sino que actúa en conjunto con otros minerales (Geleijnse, Kok, & Grobbee, 2003) por lo que el aumento de PA puede estar inducido también por una baja ingesta de calcio y potasio.

Los resultados obtenidos en relación con los demás macro y micronutrientes no son concluyentes y son necesarios más estudios con un mayor tamaño muestral.

La HA es un problema grave, infradiagnosticado y mal controlado (Abdulle et al., 2006; Hansen, Gunn, & Kaelber, 2007), en el cual diversos factores relacionados con la nutrición y el estilo de vida pueden jugar un papel importante desde la infancia. Aunque las pautas más conocidas para el control de la PA son la restricción en la ingesta de sodio y el control del peso, pequeñas modificaciones en la dieta y el estilo de vida, aumentando la ingesta de verduras y frutas, y la actividad física parecen tener un gran impacto su control (Appel et al., 2003; Elmer et al., 2006; Saneei, Salehi-Abargouei, Esmailzadeh, & Azadbakht, 2014). Igualmente, una reducción en el consumo de grasas saturada y un consumo adecuado de calcio, magnesio, proteínas y fibra, pueden tener gran importancia en la lucha contra la HA (Beegom & Singh, 1997; Beilin, 1994; Burke et al., 2001; Sacks et al., 1995; Salonen, Tuomilehto, & Tanskanen, 1983; Wang, L., Manson, Buring, Lee, & Sesso, 2008).

8.4.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la mayoría de los escolares presentan valores normales de PA. Un pequeño porcentaje de escolares tiene PHA y HA. Los niños presentan mayores porcentajes de HA y las niñas de PHA. Los valores de PA aumentan en función del IMC, PGC, perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues. Es importante identificar estos factores en la niñez intermedia para poder establecer unos hábitos alimentarios y de estilo de vida saludables que persistan durante la adolescencia y hasta la edad adulta para prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas de este trabajo son numerosas y variadas según los diferentes contenidos. Para facilitar su presentación, se enumeran según las publicaciones de las que se derivan.

Artículo 1. ASSESSMENT OF DIETARY IODINE INTAKE IN SCHOOL AGE
CHILDREN: THE CROSS-SECTIONAL ANIVA STUDY

Dados los resultados obtenidos en el estudio, podemos concluir:

- i. El 79,1% de los niños valencianos de 6 a 8 años estudiados no cumplen con la IDR de yodo.
- ii. La ingesta de alimentos con alto contenido de yodo está por debajo de las recomendaciones, por lo que las instituciones deben concienciar a las familias sobre la necesidad de la ingesta de sal yodada para la prevención de patologías derivadas de la deficiencia de yodo.
- iii. En España, con una ingesta adecuada de lácteos y sal yodada se podrían alcanzar los niveles recomendados para los niños en edad escolar.
- iv. La prevención de la deficiencia de yodo debe realizarse especialmente en edades de crecimiento. dada la importancia de este mineral en la formación de estructuras corporales.

Artículo 2. TOTAL BODY SKELETAL MUSCLE MASS AND DIET IN CHILDREN
AGED 6–8 YEARS: ANIVA STUDY

Dados los resultados obtenidos en el estudio, podemos concluir:

- v. Más del 60% de los niños que participaron en este estudio tenían MME por encima de los niveles normales para su edad y sexo.
- vi. La adherencia a la dieta mediterránea de los niños no se relacionó con el MME total.
- vii. Al mismo tiempo, el consumo de calorías en exceso o comer en exceso se asocia con MME, y los niños que comen en exceso tienen valores de MME más bajos.
- viii. Las diferencias en la ingesta de otros macro y micronutrientes no parecían ser suficientes para determinar un cambio en la MME de un niño.
- ix. Se necesita una actualización de estudios previos sobre MME en niños, y la literatura sobre este tema debe ampliarse, especialmente con estudios que relacionen específicamente la ingesta nutricional de los niños.
- x. La MME en niños puede actuar en el futuro como una variable epidemiológicamente relevante para producir más información sobre el metabolismo en niños.

Artículo 3. TOTAL SUGAR INTAKE AND MACRO AND MICRONUTRIENTS IN
CHILDREN AGED 6–8 YEARS: THE ANIVA STUDY

Dados los resultados obtenidos en el estudio, podemos concluir:

- xi. En base a estos resultados no está claro cuál es el efecto de hasta un promedio del 21% de la energía proveniente de azúcares totales sobre la obesidad infantil y se necesitan más investigaciones en la población pediátrica.
- xii. Una intervención nutricional para reducir la ingesta total de azúcar en los niños puede tener el potencial de reducir el porcentaje de grasa corporal y reducir el riesgo de múltiples comorbilidades.

Artículo 4. ACTIGRAPHIC SLEEP AND DIETARY MACRONUTRIENT INTAKE IN
CHILDREN AGED 6–9 YEARS OLD: A PILOT STUDY

Dados los resultados obtenidos en el estudio, podemos concluir:

- xiii. La disminución de la duración del sueño está relacionada con una mayor ingesta de energía, particularmente con una mayor ingesta de proteínas y grasas.
- xiv. Una menor eficiencia del sueño está relacionada con una mayor ingesta de carbohidratos y
- xv. Una mayor variabilidad habitual del sueño está relacionada con una mayor ingesta de proteínas.

Artículo 5. PREVALENCIA DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y SU ASOCIACIÓN
CON ANTROPOMETRÍA Y DIETA EN NIÑOS (DE SEIS A NUEVE
AÑOS): ESTUDIO ANIVA

Dados los resultados obtenidos en el estudio, podemos concluir:

- xvi. Existe un mayor porcentaje de niños normotensos aunque también nos encontramos con un pequeño porcentaje de escolares prehipertensos e hipertensos
- xvii. Los niños presentan mayores porcentajes de hipertensión y las niñas de prehipertensión.
- xviii. Los valores de PA se aumentan en función del índice de masa corporal, porcentaje de masa grasa, perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues (tricipital, bicipital, suprailíaco y abdominal) constituyendo indicadores antropométricos asociados a la hipertensión

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., . . . Aguilar-Salinas, C. A. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, *390*(10113), 2627-2642.
- Abdulle, A. M., Nagelkerke, N. J., Abouchacra, S., Pathan, J. Y., Adem, A., & Obineche, E. N. (2006). Under-treatment and under diagnosis of hypertension: A serious problem in the united arab emirates. *BMC Cardiovascular Disorders*, *6*(1), 24.
- Abu, E. O., Bord, S., Horner, A., Chatterjee, V., & Compston, J. (1997). The expression of thyroid hormone receptors in human bone. *Bone*, *21*(2), 137-142.
- Action for Children. (2008). *Stuck in the middle: The importance of supporting six to 13 year olds.* (). London, UK: Action for Children.
- Activinsights Ltd. (2019). GENEActiv original. Recuperado de <https://www.activinsights.com/actigraphy/geneactiv-original/>
- Agostinis-Sobrinho, C., Ramírez-Vélez, R., García-Hermoso, A., Rosário, R., Moreira, C., Lopes, L., . . . Santos, R. (2018). The combined association of adherence to Mediterranean diet, muscular and cardiorespiratory fitness on low-grade inflammation in adolescents: A pooled analysis. *European Journal of Nutrition*, , 1-8.
- Ajejas Bazan, M. J., Jimenez-Trujillo, M. I., Warnberg, J., Dominguez Fernandez, S., Lopez-de-Andres, A., & Perez-Farinos, N. (2018). Prevalence of childhood overweight/obesity in Spain 1993-2011 and associated risk factors in 2011 prevalencia de sobrepeso y obesidad inf. [Prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil en Espana (1993-2011) y factores asociados en 2011] *Nutricion Hospitalaria*, *35*(1), 84-89.

- Alacid, F., Vaquero-Cristóbal, R., Sánchez-Pato, A., Muyor, J. M., & López-Miñarro, P. Á. (2014). Adhesión a la dieta mediterránea y relación con los parámetros antropométricos de mujeres jóvenes kayakistas. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 121-127.
- Aldámiz-Echevarría, L., Vallo, A., Sanjurjo, P., Elorz, J., Prieto, J. A., Ruiz, J. I., & Rodríguez-Soriano, J. (2004). Influence of diet on atherogenic risk in children with renal transplants. *Pediatric Nephrology*, 19(9), 1039-1045.
- Alonso, M. (2003). Crecimiento y desarrollo: Una visión integral. In L. Serra Majem, J. Aranceta Bartrina & F. Rodríguez Santos (Eds.), *Crecimiento y desarrollo. estudio enKid* (). Barcelona, Spain: Masson.
- American Academy of Pediatrics. (2004). National high blood pressure education program working group on high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*, 114(Supplement 2), 555-576.
- American Academy of Pediatrics. (2017). Screening & treating kids for high blood pressure: AAP report explained. Recuperado de <https://www.healthychildren.org/English/health-issues/conditions/heart/Pages/High-Blood-Pressure-in-Children.aspx>
- American Academy of Pediatrics. (2021). Sleep. Recuperado de <https://www.healthychildren.org/English/healthy-living/sleep/Pages/default.aspx>
- American Diabetes Association. (2020). 2. classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes-2020. *Diabetes Care*, 43(Suppl 1), S14-S31.
- American Psychiatric Association. (2013). In American Psychiatric Association (Ed.), *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. DSM-V*. Washington D.C.:

- Andersson, M., Takkouche, B., Egli, I., Allen, H. E., & Benoist, B. d. (2005). Current global iodine status and progress over the last decade towards the elimination of iodine deficiency. *Bulletin of the World Health Organization*, 83, 518-525.
- Andrieu, E., Darmon, N., & Drewnowski, A. (2006). Low-cost diets: More energy, fewer nutrients. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(3), 434.
- Appel, L. J., Champagne, C. M., Harsha, D. W., Cooper, L. S., Obarzanek, E., Elmer, P. J., . . . Svetkey, L. P. (2003). Effects of comprehensive lifestyle modification on blood pressure control: Main results of the PREMIER clinical trial. *JAMA: Journal of the American Medical Association*,
- Armario, P., del Rey, R. H., Ceresuela-Eito, L., & Martín-Baranera, M. (2000). Presión del pulso como factor pronóstico en los pacientes hipertensos. *Hipertensión Y Riesgo Vascular*, 17(7), 325-331.
- Arredondo-García, J., Méndez-Herrera, A., Medina-Cortina, H., & Pimentel-Hernández, C. (2017). Agua: La importancia de una ingesta adecuada en pediatría. *Acta Pediátrica De México*, 38(2), 116-124.
- Arrizabalaga, J. J., Jalón, M., Espada, M., Cañas, M., Arena, J. M., & Vila, L. (2018). Estado de nutrición de yodo y prevalencia de concentraciones anormales de TSH en la población escolar de 6-7 años de la comunidad autónoma del país vasco. *Endocrinología, Diabetes Y Nutrición*, 65(5), 247-254.
- Arrizabalaga, J. J., Jalón, M., Espada, M., Cañas, M., & Latorre, P. M. (2015). Concentración de yodo en la leche ultrapasteurizada de vaca. aplicaciones en la práctica clínica y en la nutrición comunitaria. *Medicina Clínica*, 145(2), 55-61.
- Arrizabalaga, J. J., Larrañaga, N., Espada, M., Amiano, P., Bidaurrazaga, J., Latorre, K., & Gorostiza, E. (2012). Evolución del estado de nutrición de yodo en los escolares de la comunidad autónoma del país vasco. *Endocrinología Y Nutrición*, 59(8), 474-484.

- Arroba, M. (2003). Crecimiento y desarrollo a lo largo de la infancia: Necesidad de instrumentos de monitorización y evaluación. In L. Serra Majem, J. Aranceta Bartrina & F. Rodríguez Santos (Eds.), *Crecimiento y desarrollo. estudio enKid* (). Barcelona, Spain: Masson.
- Azaïs-Braesco, V., Sluik, D., Maillot, M., Kok, F., & Moreno, L. A. (2017). A review of total & added sugar intakes and dietary sources in Europe. *Nutrition Journal*, *16*(1), 6.
- Bach, A., Serra-Majem, L., Carrasco, J. L., Roman, B., Ngo, J., Bertomeu, I., & Obrador, B. (2006). The use of indexes evaluating the adherence to the Mediterranean diet in epidemiological studies: A review. *Public Health Nutrition*, *9*(1a), 132-146.
- Badimon, L., Vilahur, G., & Padro, T. (2010). Nutraceuticals and atherosclerosis: Human trials. *Cardiovascular Therapeutics*, *28*(4), 202-215.
- Baron, K. G., Reid, K. J., Van Horn, L., & Zee, P. C. (2013). Contribution of evening macronutrient intake to total caloric intake and body mass index. *Appetite*, *60*, 246-251.
- Barrett-Connor, E. (1991). Nutrition epidemiology: How do we know what they ate? *The American Journal of Clinical Nutrition*, *54*(1), 182S-187S.
- Bassett, J. D., & Williams, G. R. (2008). Critical role of the hypothalamic–pituitary–thyroid axis in bone. *Bone*, *43*(3), 418-426.
- Bastida-Pozuelo, M., & Sanchez-Ortuno, M. (2016). Preliminary analysis of the concurrent validity of the Spanish translation of the BEARS sleep screening tool for children. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, *23*(8), 513-520.
- Beegom, R., & Singh, R. B. (1997). Association of higher saturated fat intake with higher risk of hypertension in an urban population of Trivandrum in South India. *International Journal of Cardiology*, *58*(1), 63-70.

- Beesdo, K., Knappe, S., & Pine, D. S. (2009). Anxiety and anxiety disorders in children and adolescents: Developmental issues and implications for DSM-V. *The Psychiatric Clinics of North America*, 32(3), 483-524.
- Beilin, L. J. (1994). Vegetarian and other complex diets, fats, fiber, and hypertension. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5), 1130S-1135S.
- Bel, S., Michels, N., De Vriendt, T., Patterson, E., Cuenca-García, M., Diethelm, K., . . . Leclercq, C. (2013). Association between self-reported sleep duration and dietary quality in European adolescents. *British Journal of Nutrition*, 110(5), 949-959.
- Bélanger, M., Bernier, A., Paquet, J., Simard, V., & Carrier, J. (2013). Validating actigraphy as a measure of sleep for preschool children. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 9(07), 701-706.
- Benson, A. C., Torode, M. E., & Fiatarone Singh, M. A. (2006). Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1(4), 222-231.
- Bianchi, S. M., & Robinson, J. (1997). What did you do today? children's use of time, family composition, and the acquisition of social capital. *Journal of Marriage and the Family*, , 332-344.
- Bibiloni, M. d. M., Martínez, E., Llull, R., Pons, A., & Tur, J. A. (2012). Western and Mediterranean dietary patterns among Balearic Islands' adolescents: Socio-economic and lifestyle determinants. *Public Health Nutrition*, 15(4), 683-692.
- Biddle, S. J., Ciaccioni, S., Thomas, G., & Vergeer, I. (2019). Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 146-155.
- Bigornia, S. J., LaValley, M. P., Noel, S. E., Moore, L. L., Ness, A. R., & Newby, P. (2015). Sugar-sweetened beverage consumption and central and total adiposity in

- older children: A prospective study accounting for dietary reporting errors. *Public Health Nutrition*, 18(7), 1155-1163.
- Blanchard, A. R., Taylor, B. A., Thompson, P. D., Lepley, L. K., White, C. M., Corso, L. M., . . . Pescatello, L. S. (2018). The influence of resting blood pressure on muscle strength in healthy adults. *Blood Pressure Monitoring*, 23(4), 185-190.
- Blumfield, M. L., Bei, B., Zimberg, I. Z., & Cain, S. W. (2018). Dietary disinhibition mediates the relationship between poor sleep quality and body weight. *Appetite*, 120, 602-608.
- Bogin, B., Azcorra, H., Wilson, H. J., Vázquez-Vázquez, A., Avila-Escalante, M. L., Castillo-Burguete, M. T., . . . Dickinson, F. (2014). Globalization and children's diets: The case of maya of mexico and central america. *AnthropologicAl Review*, 77(1), 11-32.
- Booth, S. (2016). Teaching kids to eat healthy. Recuperado de <https://www.webmd.com/parenting/guide/food-smart-kids#1>
- Börnhorst, C., Huybrechts, I., Hebestreit, A., Krogh, V., De Decker, A., Barba, G., . . . Loit, H. (2014). Usual energy and macronutrient intakes in 2–9-year-old European children. *International Journal of Obesity*, 38(S2), S115.
- Bosy-Westphal, A., Later, W., Hitze, B., Sato, T., Kossel, E., Gluer, C. C., . . . Muller, M. J. (2008). Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. *Obesity Facts*, 1(6), 319-324.
- Bradlee, M. L., Mustafa, J., Singer, M. R., & Moore, L. L. (2017). High-protein foods and physical activity protect against age-related muscle loss and functional decline. *The Journals of Gerontology: Series A*, 73(1), 88-94.

- Brooks-Gunn, J., & Duncan, G. J. (1997). The effects of poverty on children. *The Future of Children*, , 55-71.
- Burke, V., Hodgson, J. M., Beilin, L. J., Giangulioi, N., Rogers, P., & Puddey, I. B. (2001). Dietary protein and soluble fiber reduce ambulatory blood pressure in treated hypertensives. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 38(4), 821-826.
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., 3rd, Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213.
- Cameron, J. D., Sigal, R. J., Kenny, G. P., Alberga, A. S., Prud'homme, D., Phillips, P., . . . Goldfield, G. (2016). Body composition and energy intake—skeletal muscle mass is the strongest predictor of food intake in obese adolescents: The HEARTY trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6), 611-617.
- Campbell, K. J., Crawford, D. A., Salmon, J., Carver, A., Garnett, S. P., & Baur, L. A. (2007). Associations between the home food environment and obesity-promoting eating behaviors in adolescence. *Obesity*, 15(3), 719-730.
- Capdevila Bert, R., Marsal Mora, J., Pujol Salud, J., & Anguera Farran, R. (2010). Estudio de prevalencia de la deficiencia de yodo en una población escolarizada de 6 años. Paper presented at the *Anales De Pediatría*, , 72(5) 331-338.
- Cappuccio, F. P., Taggart, F. M., Kandala, N., Currie, A., Peile, E., Stranges, S., & Miller, M. A. (2008). Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults. *Sleep*, 31(5), 619-626.
- Carbajal Azcona, Á. (2013). *Manual de nutrición y dietética* (2ª ed.). Madrid, Spain: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/manual-de-nutricion>

- Carbone, J. W., McClung, J. P., & Pasiakos, S. M. (2012). Skeletal muscle responses to negative energy balance: Effects of dietary protein. *Advances in Nutrition*, 3(2), 119-126.
- Carralero García, P., Hoyos Miranda, F. R., Deblas Sandoval, Á., & López García, M. (2013). Calidad del sueño según el pittsburgh sleep quality index en una muestra de pacientes recibiendo cuidados paliativos. *Medicina Paliativa*, 20(2), 44-48.
- Carrascosa Lezcano, A., Fernández García, J., Fernández Ramos, C., Ferrández Longás, A., López-Siguero, J., Sánchez González, E., . . . Grupo Colaborador Español,. (2008). Estudio transversal español de crecimiento 2008. parte II: Valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *Anales De Pediatría*, 68(6), 552-569.
- Casado Górriz, M., Casado Górriz, I., & Díaz Grávalos, G. J. (1999). La alimentación de los escolares de trece años del municipio de zaragoza. *Revista Española De Salud Pública*, 73, 497-506.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). National diabetes statistics report, 2020. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services, , 12-15.
- Cevallos Mendoza, A. M. (2020). *Eficiencia de los micronutrientes en la desnutrición de la población infantil del centro de salud gonzalo cordero crespó período julio 2018-julio 2019*. (Unpublished Universidad Estatal de Bolívar,
- Chaput, J. (2014). Sleep patterns, diet quality and energy balance. *Physiology & Behavior*, 134, 86-91.
- Chaput, J., Gray, C. E., Poitras, V. J., Carson, V., Gruber, R., Olds, T., . . . Sampson, M. (2016). Systematic review of the relationships between sleep duration and health

- indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6), S266-S282.
- Chechik, G., Meilijson, I., & Ruppin, E. (1998). Synaptic pruning in development: A computational account. *Neural Computation*, 10(7), 1759-1777.
- Chen, B., & Li, H. (2011). Waist circumference as an indicator of high blood pressure in preschool obese children. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 20(4), 557-562.
- Chen, X., Beydoun, M. A., & Wang, Y. (2008). Is sleep duration associated with childhood obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity*, 16(2), 265-274.
- Chen, X., & Wang, Y. (2008). Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: A systematic review and meta-regression analysis. *Circulation*, 117(25), 3171-3180.
- Chervin, R. D., Hedger, K., Dillon, J. E., & Pituch, K. J. (2000). Pediatric sleep questionnaire (PSQ): Validity and reliability of scales for sleep-disordered breathing, snoring, sleepiness, and behavioral problems. *Sleep Medicine*, 1(1), 21-32.
- Children's Bureau. (2018).
Importance of good nutrition for kids and young children. Recuperado de <https://www.all4kids.org/news/blog/importance-of-good-nutrition-for-young-children/#:~:text=Children%20who%20do%20not%20have%20a%20well-balanced%20diet,type%20%20diabetes%2C%20elevated%20cholesterol%20and%20emotional%20problems.>
- Chiolero, A., Madeleine, G., Gabriel, A., Burnier, M., Paccaud, F., & Bovet, P. (2007). Prevalence of elevated blood pressure and association with overweight in children of a rapidly developing country. *Journal of Human Hypertension*, 21(2), 120.
- Chun, O. K., Chung, C. E., Wang, Y., Padgitt, A., & Song, W. O. (2010). Changes in intakes of total and added sugar and their contribution to energy intake in the US. *Nutrients*, 2(8), 834-854.

- Church, T. S., Thomas, D. M., Tudor-Locke, C., Katzmarzyk, P. T., Earnest, C. P., Rodarte, R. Q., . . . Bouchard, C. (2011). Trends over 5 decades in US occupation-related physical activity and their associations with obesity. *PloS One*, *6*(5), e19657.
- Cockerham, W. C. (2007). New directions in health lifestyle research. *International Journal of Public Health*, *52*(6), 327-328.
- Collins, W. (2003). Middle childhood and early adolescence: Growth and change. *Consortium Connections*, *13*(2), 1-2.
- Cossio Bolaños, M. A., Andruske, C. L., De Arruda, M., Sulla-Torres, J., Urra-Albornoz, C., Rivera-Portugal, M., . . . Gómez-Campos, R. (2019). Muscle mass in children and adolescents: Proposed equations and reference values for assessment. *Frontiers in Endocrinology*, *10*, 583.
- Crispim, C. A., Zimberg, I. Z., dos Reis, B. G., Diniz, R. M., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Relationship between food intake and sleep pattern in healthy individuals. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *7*(06), 659-664.
- Crispim, P. A. A., Peixoto, Maria do Rosário Gondim, & Jardim, Paulo César Brandão Veiga. (2014). Risk factors associated with high blood pressure in two-to five-year-old children. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, *102*(1), 39-46.
- Curilem Gatica, C., Almagià Flores, A., Rodríguez Rodríguez, F., Yuing Farias, T., Berral de la Rosa, Francisco, Martínez Salazar, C., . . . Cristi Montero, C. (2016). Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: Directrices y recomendaciones. *Nutricion Hospitalaria*, *33*(3), 734-738.
- Currie, A., Shields, M. A., & Price, S. W. (2007). The child health/family income gradient: Evidence from england. *Journal of Health Economics*, *26*(2), 213-232.
- Dashti, H. S., Zuurbier, L. A., de Jonge, E., Voortman, T., Jacques, P. F., Lamon-Fava, S., . . . Ordovás, J. M. (2016). Actigraphic sleep fragmentation, efficiency and duration

- associate with dietary intake in the rotterdam study. *Journal of Sleep Research*, 25(4), 404-411.
- de Batlle, J., Garcia-Aymerich, J., Barraza-Villarreal, A., Anto, J. M., & Romieu, I. (2008). Mediterranean diet is associated with reduced asthma and rhinitis in mexican children. *Allergy*, 63(10), 1310-1316.
- de Girolami, D. H., & Soria, F. (2003). Capítulo 14. Mediciones antropométricas. In D. H. De Girolami (Ed.), *Fundamentos de valoración nutricional y composición corporal* (). Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- de la Cerda Ojeda, F., & Herrero Hernando, C. (2014). Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protocolos Diagnósticos Y Terapéuticos En Pediatría*, 1, 171-189.
- de la Cruz Sánchez, E., & Pino-Ortega, J. (2009). *Estilos de vida relacionado con la salud*. Murcia, Spain: Universidad de Murcia.
- de Onis, M., & Lobstein, T. (2010). Defining obesity risk status in the general childhood population: Which cut-offs should we use? *International Journal of Pediatric Obesity*, 5(6), 458-460.
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85, 660-667.
- de Onis, M., Onyango, A. W., Van den Broeck, J., Chumlea, W. C., & Martorell, R. (2004). Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food and Nutrition Bulletin*, 25(1 Suppl), S27-36.
- de Waal, A. (2008). *Why middle childhood is so critical* . (). London, UK: Civitas.

- DelGiudice, M. (2018). Middle childhood: An evolutionary-developmental synthesis. In N. Halfon, Forrest, CB, Lerner, RM & E. Faustman (Eds.), *Handbook of life course health development* (1st ed., pp. 95-107) Springer.
- Departamento de Nutrición (UCM) y Alce Ingeniería, S.L. (2016). Programa DIAL para la evaluación de dietas y gestión de datos de alimentación [computer software] UCM.
- Després, J. (2006). Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Annals of Medicine*, 38(1), 52-63.
- Deurenberg, P., Pieters, J. J., & Hautvast, J. G. (1990). The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *British Journal of Nutrition*, 63(2), 293-303.
- Dezenberg, C. V., Nagy, T. R., Gower, B. A., Johnson, R., & Goran, M. I. (1999). Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *International Journal of Obesity*, 23(3), 253-259.
- Diab, L., & Krebs, N. F. (2018). Vitamin excess and deficiency. *Pediatrics in Review*, 39(4), 161-179.
- Diez-Gañan, L., Galán Labaca, I., León Domínguez, C., Gandarillas Grande, A., Torras Belén, Z., & Alcaraz Cebrián, F. (2007). Food, energy and nutrient intake in children aged 5-12 in the autonomous community of Madrid, Spain: Results of the 2001/2002 children's nutrition survey. *Revista Espanola De Salud Publica*, 81(5), 543-558.
- Drewnowski, A. (2007). The real contribution of added sugars and fats to obesity. *Epidemiologic Reviews*, 29(1), 160-171.
- Drewnowski, A., & Darmon, N. (2005). The economics of obesity: Dietary energy density and energy cost-. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 265S-273S.
- Drewnowski, A., & Specter, S. E. (2004). Poverty and obesity: The role of energy density and energy costs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(1), 6-16.

- Drozd, D., Kwinta, P., Korohoda, P., Pietrzyk, J. A., Drozd, M., & Sancewicz-Pach, K. (2009). Correlation between fat mass and blood pressure in healthy children. *Pediatric Nephrology*, 24(9), 1735-1740.
- Duncan, M. J., Wilson, S., Tallis, J., & Eyre, E. (2016). Validation of the phillips et al. GENEActiv accelerometer wrist cut-points in children aged 5–8 years old. *European Journal of Pediatrics*, 175(12), 2019-2021.
- Dunn, J. T., Haar, F. v. d., International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, & World Health Organization. (1990). *A practical guide to the correction of iodine deficiency* [SI]: International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders.
- Dura Trave, T., & Castroviejo Gandarias, A. (2011). Adherence to a Mediterranean diet in a college population. [Adherencia a la dieta mediterránea en la población universitaria] *Nutricion Hospitalaria*, 26(3), 602-608.
- Durá-Travé, T., & Gallinas-Victoriano, F. (2014a). Caloric and nutrient intake in children with attention deficit hyperactivity disorder treated with extended-release methylphenidate: Analysis of a cross-sectional nutrition survey. *JRSM Open*, 5(2), 2042533313517690.
- Durá-Travé, T., & Gallinas-Victoriano, F. (2014b). Dietary pattern among schoolchildren with normal nutritional status in Navarre, Spain. *Nutrients*, 6(4), 1475-1487.
- Eccles, J. S. (1999). The development of children ages 6 to 14. *The Future of Children*, 9(2), 30-44.
- Eisenmann, J., Wrede, J., & Heelan, K. (2005). Associations between adiposity, family history of CHD and blood pressure in 3–8 year-old children. *Journal of Human Hypertension*, 19(9), 675.

- Elmer, P. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Simons-Morton, D., Stevens, V. J., Young, D. R., . . . Svetkey, L. P. (2006). Effects of comprehensive lifestyle modification on diet, weight, physical fitness, and blood pressure control: 18-month results of a randomized trial. *Annals of Internal Medicine, 144*(7), 485-495.
- Faruque, S., Tong, J., Lacmanovic, V., Agbonghae, C., Minaya, D. M., & Czaja, K. (2019). The dose makes the poison: Sugar and obesity in the united states—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 69*(3)
- Fatima, Y., Doi, S., & Mamun, A. (2016). Sleep quality and obesity in young subjects: A meta-analysis. *Obesity Reviews, 17*(11), 1154-1166.
- Fattore, E., Botta, F., Agostoni, C., & Bosetti, C. (2016). Effects of free sugars on blood pressure and lipids: A systematic review and meta-analysis of nutritional isoenergetic intervention trials. *The American Journal of Clinical Nutrition, 105*(1), 42-56.
- Faulstich, M. E., Carey, M. P., Ruggiero, L., Enyart, P., & Gresham, F. (1986). Assessment of depression in childhood and adolescence: An evaluation of the center for epidemiological studies depression scale for children (CES-DC). *The American Journal of Psychiatry, 143*(8), 1024-1027.
- Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). (2010). In Cuervo M., Abete I., Baladia E., Corbalan M., Manera M., Basulto J. and Martinez A. (Eds.), *Ingestas dietéticas De Referencia (IDR) para la población española*. Pamplona, Spain: EUNSA/Astrolabio.
- Fernandez-Barres, S., Romaguera, D., Valvi, D., Martinez, D., Vioque, J., Navarrete-Munoz, E. M., . . . INMA Project. (2016). Mediterranean dietary pattern in pregnant women and offspring risk of overweight and abdominal obesity in early childhood: The INMA birth cohort study. *Pediatric Obesity, 11*(6), 491-499.

- Foo, L. H., Zhang, Q., Zhu, K., Ma, G., Greenfield, H., & Fraser, D. R. (2007). Influence of body composition, muscle strength, diet and physical activity on total body and forearm bone mass in chinese adolescent girls. *British Journal of Nutrition*, 98(6), 1281-1287.
- Food and Agriculture Organization. (2021). Food-based dietary guidelines - Spain. Recuperado de <https://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/spain/en/>
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. (2011). Dietary reference intake: EAR, RDA, AI, acceptable macronutrient distribution ranges, and UL. Recuperado de <http://www.nationalacademies.org/hmd/~/media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DR I-Tables/5Summary%20TableTables%2014.pdf?la=en>
- Frank, S., Gonzalez, K., Lee-Ang, L., Young, M. C., Tamez, M., & Mattei, J. (2017). Diet and sleep physiology: Public health and clinical implications. *Frontiers in Neurology*, 8, 393.
- Franklin, S. S., Lopez, V. A., Wong, N. D., Mitchell, G. F., Larson, M. G., Vasan, R. S., & Levy, D. (2009). Single versus combined blood pressure components and risk for cardiovascular disease: The Framingham heart study. *Circulation*, 119(2), 243-250.
- Fryers, T., & Brugha, T. (2013). Childhood determinants of adult psychiatric disorder. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health*, 9, 1-50.
- Fuligni, A. J., & Hardway, C. (2006). Daily variation in adolescents' sleep, activities, and psychological well-being. *Journal of Research on Adolescence*, 16(3), 353-378.
- Fundación Dieta Mediterránea. (2010). Pirámide de la Dieta Mediterránea: un estilo de vida actual. Recuperado de https://dietamediterranea.com/piramidedm/piramide_CASTELLANO.pdf

- Fundación Española de la Nutrición. (2013). In Varela Moreiras G. (Ed.), *Libro blanco de la nutrición en España* (1st ed.). Madrid, Spain: Fundación Española de la Nutrición.
- Fundación Española de la Nutrición. (2014). Hábitos alimentarios. Recuperado de <https://www.fen.org.es/blog/habitos-alimentarios/>
- Galland, B. C., Short, M. A., Terrill, P., Rigney, G., Haszard, J. J., Coussens, S., . . . Biggs, S. N. (2018). Establishing normal values for pediatric nighttime sleep measured by actigraphy: A systematic review and meta-analysis. *Sleep, 41*(4), zsy017.
- Galland, B., Meredith-Jones, K., Terrill, P., & Taylor, R. (2014). Challenges and emerging technologies within the field of pediatric actigraphy. *Frontiers in Psychiatry, 5*, 99.
- Garaulet, M., Ortega, F., Ruiz, J., Rey-Lopez, J., Beghin, L., Manios, Y., . . . Kafatos, A. (2011). Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents: Effect of physical activity and dietary habits. the HELENA study. *International Journal of Obesity, 35*(10), 1308.
- García Cabrera, S., Herrera Fernández, N., Rodríguez Hernández, C., Nissensohn, M., Román-Viñas, B., & Serra-Majem, L. (2015). KIDMED test; prevalence of low adherence to the mediterranean diet in children and young; a systematic review. *Nutricion Hospitalaria, 32*(6), 2390-2399.
- Geleijnse, J. M., Kok, F. J., & Grobbee, D. E. (2003). Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: A metaregression analysis of randomised trials. *Journal of Human Hypertension, 17*(7), 471.
- Gil Hernández, A. (2017). In Fontana L., Sanchez de Medina Contreras, F (Eds.), *Tratado de nutrición. tomo I. bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición* (3rd ed.). Madrid, Spain: Médica Panamericana.
- Goel, N., Rao, H., Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2009). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Seminars in Neurology, 29*(04), 320-339.

- Goindi, G., Karmarkar, M. G., Kapil, U., & Jagannathan, J. (1995). Estimation of losses of iodine during different cooking procedures. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 4(2), 225-227.
- Goldfein, K. R., & Slavin, J. L. (2015). Why sugar is added to food: Food science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 644-656.
- Golley, R. K., Maher, C., Matricciani, L., & Olds, T. (2013). Sleep duration or bedtime? exploring the association between sleep timing behaviour, diet and BMI in children and adolescents. *International Journal of Obesity*, 37(4), 546.
- González Jiménez, E. (2013). Composición corporal: Estudio y utilidad clínica. *Endocrinología Y Nutrición*, 60(2), 69-75.
- González Jiménez, E., Aguilar Cordero, M., García García, C. J., López, G., Álvarez Ferré, J., & Padilla López, C. (2011). Prevalencia de sobrepeso y obesidad nutricional e hipertensión arterial y su relación con indicadores antropométricos en una población de escolares de granada y su provincia. *Nutrición Hospitalaria*, 26(5), 1004-1010.
- González-Jiménez, E., Montero-Alonso, M. Á, & Schmidt-Rio Valle, J. (2013). Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 1993-1998.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., . . . Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059-1064.
- Goran, M. I., Driscoll, P., Johnson, R., Nagy, T. R., & Hunter, G. (1996). Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63(3), 299-305.

- Gracepoint Inc. (2021). Middle childhood development theory introduction. Recuperado de <https://www.gracepointwellness.org/1272-child-development-theory-middle-childhood-8-11>
- Grandner, M. A., Kripke, D. F., Naidoo, N., & Langer, R. D. (2010). Relationships among dietary nutrients and subjective sleep, objective sleep, and napping in women. *Sleep Medicine, 11*(2), 180-184.
- Griggs, J., & Walker, R. (2008). *The costs of child poverty for individuals and society: A literature review*. (). Oxford, UK: York Publishing Services for Joseph Rowntree Foundation.
- Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), & Aranceta Bartrina J, Arija Val V, Maíz Aldalur E, Martínez de Victoria Muñoz E, Ortega Anta RM, Pérez-Rodrigo C, Quiles Izquierdo J, Rodríguez Martín A, Román Viñas B, Salvador i Castell G, Tur Marí JA, Varela Moreiras G, Serra Majem L. (2016). Guías alimentarias para la población española (SENC, diciembre 2016); la nueva pirámide de la alimentación saludable. *Nutrición Hospitalaria, 33*(Supl.8), 1-48.
- Grupo de Sueño de la Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria. (2008). Cuestionarios de sueño. Recuperado de <http://www.aepap.org/gtsiaepap/gtsueno/CSHQesp.pdf>
- Guimaraes-Ferreira, L., Cholewa, J. M., Naimo, M. A., Zhi, X., Magagnin, D., de Sá, Rafele Bis Dal Ponte, . . . Zanchi, N. E. (2014). Synergistic effects of resistance training and protein intake: Practical aspects. *Nutrition, 30*(10), 1097-1103.
- Gutiérrez Hervás, A. I., Cortés Castell, E., Juste Ruíz, M., Gil Guillén, V., & Rizo Baeza, M. M. (2017). Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by

- different skinfolds equations and waist-to-height ratio. *Nutricion Hospitalaria*, 34(5), 1299-1304.
- Ha, V., Sievenpiper, J. L., de Souza, R. J., Chiavaroli, L., Wang, D. D., Cozma, A. I., . . . Dibuono, M. (2012). Effect of fructose on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Hypertension*, 59(4), 787-795.
- Hachem, F., Capone, R., Yannakoulia, M., Dermeni, S., Hwalla, N., & Kalaitzidis, C. (2016). The Mediterranean diet: A sustainable consumption pattern. *Mediterra 2016. Zero Waste in the Mediterranean. Natural Resources, Food and Knowledge/International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)–Paris: Presses De(TRUNCADO)*, , 243.
- Haines, J., Haycraft, E., Lytle, L., Nicklaus, S., Kok, F. J., Merdji, M., . . . Hughes, S. O. (2019). Nurturing children's healthy eating: Position statement. *Appetite*, 137, 124-133.
- Haines, P. S., Hama, M. Y., Guilkey, D. K., & Popkin, B. M. (2003). Weekend eating in the united states is linked with greater energy, fat, and alcohol intake. *Obesity Research*, 11(8), 945-949.
- Hall, K. D., & Guo, J. (2017). Obesity energetics: Body weight regulation and the effects of diet composition. *Gastroenterology*, 152(7), 1718-1727. e3.
- Hall, W. L. (2009). Dietary saturated and unsaturated fats as determinants of blood pressure and vascular function. *Nutrition Research Reviews*, 22(1), 18-38.
- Hansen, M. L., Gunn, P. W., & Kaelber, D. C. (2007). Underdiagnosis of hypertension in children and adolescents. *Jama*, 298(8), 874-879.
- Harold, G. T., & Hay, D. F. (2005). Normal development in middle childhood. *Psychiatry*, 4(6), 3-5.

Hart, C. N., Carskadon, M. A., Considine, R. V., Fava, J. L., Lawton, J., Raynor, H. A., . . .

Wing, R. (2013). Changes in children's sleep duration on food intake, weight, and leptin. *Pediatrics*, *132*(6), 1473-1480.

Hartup, W. W. (1992). Peer relations in early and middle childhood. In V. B. Van Hasselt, & M. Hersen (Eds.), *Handbook of social development. A lifespan perspective* (1st ed., pp. 257-281) Springer.

He, F. J., Li, J., & MacGregor, G. A. (2013). Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. *The Cochrane Library*,

Health Canada. (2012). *Do canadian children meet their nutrient requirements through food intake alone?* (). Ottawa, Canada: Health Canada.

Heath, G., Roach, G. D., Dorrian, J., Ferguson, S. A., Darwent, D., & Sargent, C. (2012). The effect of sleep restriction on snacking behaviour during a week of simulated shiftwork. *Accident Analysis & Prevention*, *45*, 62-67.

Herbert, J. (2013). Update on children's reference intakes. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/267822/Childrens_RIs.pdf

Herd, P., Goesling, B., & House, J. S. (2007). Socioeconomic position and health: The differential effects of education versus income on the onset versus progression of health problems. *Journal of Health and Social Behavior*, *48*(3), 223-238.

Hernández, M., Castellet, J., Narvaiza, J., Rincón, J., Ruiz, E., Sánchez, E., . . . Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. (1988). *Curvas y tablas de crecimiento* . (). Bilbao, Spain: Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre. Recuperado de https://www.fundacionorbegozo.com/wp-content/uploads/pdf/estudios_1988.pdf

- Heymsfield, S. B., Gonzalez, M. C., Lu, J., Jia, G., & Zheng, J. (2015). Skeletal muscle mass and quality: Evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia. *Proceedings of the Nutrition Society*, 74(4), 355-366.
- Hill, S. E., Prokosch, M. L., DelPriore, D. J., Griskevicius, V., & Kramer, A. (2016). Low childhood socioeconomic status promotes eating in the absence of energy need. *Psychological Science*, 27(3), 354-364.
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., . . . Kheirandish-Gozal, L. (2015). National sleep foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40-43.
- Hoffman, D. J., Toro-Ramos, T., Sawaya, A. L., Roberts, S. B., & Rondo, P. (2012). Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in brazilian children. *Annals of Human Biology*, 39(2), 156-160.
- Hogekamp, P. S., Nilsson, E., Nilsson, V. C., Chapman, C. D., Vogel, H., Lundberg, L. S., . . . Broman, J. (2013). Acute sleep deprivation increases portion size and affects food choice in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 38(9), 1668-1674.
- Hu, D., Zhou, S., Crowley-McHattan, Z. J., & Liu, Z. (2021). Factors that influence participation in physical activity in school-aged children and adolescents: A systematic review from the social ecological model perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3147.
- Hu, E. A., Toledo, E., Diez-Espino, J., Estruch, R., Corella, D., Salas-Salvado, J., . . . Fiol, M. (2013). Lifestyles and risk factors associated with adherence to the Mediterranean diet: A baseline assessment of the PREDIMED trial. *PLoS One*, 8(4), e60166.
- Hu, F. B. (2002). Dietary pattern analysis: A new direction in nutritional epidemiology. *Current Opinion in Lipidology*, 13(1), 3-9.

- Huang, T. T., Watkins, M. P., & Goran, M. I. (2003). Predicting total body fat from anthropometry in latino children. *Obesity Research, 11*(10), 1192-1199.
- Huysentruyt, K., Laire, D., Van Avondt, T., De Schepper, J., & Vandenplas, Y. (2016). Energy and macronutrient intakes and adherence to dietary guidelines of infants and toddlers in Belgium. *European Journal of Nutrition, 55*(4), 1595-1604.
- Hyde, M., O'Driscoll, D. M., Binette, S., Galang, C., Tan, S. K., Verginis, N., . . . Horne, R. S. (2007). Validation of actigraphy for determining sleep and wake in children with sleep disordered breathing. *Journal of Sleep Research, 16*(2), 213-216.
- Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, & Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (2000). *Dietary reference intakes: Applications in dietary assessment*. Washington (DC): National Academies Press (US).
- Institute of Medicine of the National Academies. (2019). Dietary reference intakes: Macronutrients. Recuperado de http://www.nationalacademies.org/hmd/~media/Files/Agendas/Activity%20Files/Nutrition/DRI-Tables/8_Macronutrient%20Summary.pdf?la=en
- Iodine Global Network. (2012). Iodine status by region > Western & central Europe > Spain. Recuperado de <https://www.ign.org/spain.htm>
- Islam, M. M. (2019). Social determinants of health and related inequalities: Confusion and implications. *Frontiers in Public Health, 7*, 11.
- Istiqomah, E., Gurnida, D. A., Hilmanto, D., Hakim, D. D. L., & Fauziah, P. N. (2019). Waist circumference and waist-hip ratio as screening tools for hypertension in children aged 6–11 years. *Paediatrica Indonesiana, 59*(5), 265-270.

- Ito, T., Sugiura, H., Ito, Y., Noritake, K., & Ochi, N. (2021). Relationship between the skeletal muscle mass index and physical activity of Japanese children: A cross-sectional, observational study. *PloS One*, *16*(5), e0251025.
- Jackson, R., Lawes, C. M., Bennett, D. A., Milne, R. J., & Rodgers, A. (2005). Treatment with drugs to lower blood pressure and blood cholesterol based on an individual's absolute cardiovascular risk. *The Lancet*, *365*(9457), 434-441.
- Jalal, D. I., Smits, G., Johnson, R. J., & Chonchol, M. (2010). Increased fructose associates with elevated blood pressure. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*, *21*(9), 1543-1549.
- Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *7*(1), 1-16.
- Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. (2002). *Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation*. (No. 916). Geneva: World Health Organization.
- Kandice Mah, V., & Lee Ford-Jones, E. (2012). Spotlight on middle childhood: Rejuvenating the 'forgotten years'. *Paediatrics & Child Health*, *17*(2), 81-83.
- Kant, A. K., & Graubard, B. I. (2014). Association of self-reported sleep duration with eating behaviors of American adults: NHANES 2005–2010. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *100*(3), 938-947.
- Karakelides, H., & Nair, K. S. (2005). Sarcopenia of aging and its metabolic impact. *Current Topics in Developmental Biology*, *68*, 123-148.
- Kerstetter, J. E., O'Brien, K. O., & Insogna, K. L. (2003a). Dietary protein, calcium metabolism, and skeletal homeostasis revisited. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *78*(3), 584S-592S.

- Kerstetter, J. E., O'Brien, K. O., & Insogna, K. L. (2003b). Low protein intake: The impact on calcium and bone homeostasis in humans. *The Journal of Nutrition*, *133*(3), 855S-861S.
- Khan, T. A., Tayyiba, M., Agarwal, A., Mejia, S. B., de Souza, R. J., Wolever, T. M., . . . Sievenpiper, J. L. (2019). Relation of total sugars, sucrose, fructose, and added sugars with the risk of cardiovascular disease: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. Paper presented at the *Mayo Clinic Proceedings*, *94*(12) 2399-2414.
- Kim, J. Y., Moon, S. J., Kim, K. R., Sohn, C. Y., & Oh, J. J. (1998). Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in normal korean adults. *Yonsei Medical Journal*, *39*(4), 355-362.
- Kim, K., Hong, S., & Kim, E. Y. (2016). Reference values of skeletal muscle mass for korean children and adolescents using data from the korean national health and nutrition examination survey 2009-2011. *PLoS One*, *11*(4), e0153383.
- Kindler, J. M., Lewis, R. D., & Hamrick, M. W. (2015). Skeletal muscle and pediatric bone development. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity*, *22*(6), 467-474.
- Kitts, D. D. (2010). Sucrose: From field to table. carbohydrate news. Recuperado de <http://www.sugar.ca/SUGAR/media/Sugar-Main/News/CarboNews2010.pdf>
- Kjeldsen, J. S., Hjorth, M. F., Andersen, R., Michaelsen, K. F., Tetens, I., Astrup, A., . . . Sjödin, A. (2014). Short sleep duration and large variability in sleep duration are independently associated with dietary risk factors for obesity in danish school children. *International Journal of Obesity*, *38*(1), 32.

- Kleiser, C., Mensink, G. B., Scheidt-Nave, C., & Kurth, B. (2009). HuSKY: A healthy nutrition score based on food intake of children and adolescents in germany. *British Journal of Nutrition*, 102(4), 610-618.
- Kliegman, R., & St. Geme, J. (2019). In Blum N., Shah S., Tasker R. and Wilson K. (Eds.), *Nelson textbook of pediatrics* (21st ed.). Philadelphia, USA: Elsevier Health Sciences.
- Koletzko, B., Demmelmair, H., Grote, V., Prell, C., & Weber, M. (2016). High protein intake in young children and increased weight gain and obesity risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 103(2), 303-304.
- Kovács, E., Siani, A., Konstabel, K., Hadjigeorgiou, C., De Bourdeaudhuij, I., Eiben, G., . . . Pala, V. (2014). Adherence to the obesity-related lifestyle intervention targets in the IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, 38(S2), S144.
- Kynde, I., Johnsen, N. F., Wedderkopp, N., Bygbjerg, I. C., Helge, J. W., & Heitmann, B. L. (2010). Intake of total dietary sugar and fibre is associated with insulin resistance among danish 8–10-and 14–16-year-old girls but not boys. European youth heart studies I and II. *Public Health Nutrition*, 13(10), 1669-1674.
- Laframboise, H. L. (1973). Health policy: Breaking the problem down into more manageable segments. *Canadian Medical Association Journal*, 108(3), 388-91 passim.
- Lalonde, M. (1974). In Minister of Supply and Services Canada (Ed.), *A new perspective on the health of Canadians*. Ottawa, Canada: Public Health Agency of Canada.
- Lamb, M. M., Frederiksen, B., Seifert, J. A., Kroehl, M., Rewers, M., & Norris, J. M. (2015). Sugar intake is associated with progression from islet autoimmunity to type 1 diabetes: The diabetes autoimmunity study in the young. *Diabetologia*, 58(9), 2027-2034.

- Langlois, K., & Garriguet, D. (2011). Sugar consumption among Canadians of all ages. *Health Reports, 22*(3), 23.
- Larsson, B., Svardsudd, K., Welin, L., Wilhelmsen, L., Björntorp, P., & Tibblin, G. (1984). Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *BMJ (Clinical Research Ed.), 288*, 1401-1404.
- Laurberg, P., Nøhr, S., Pedersen, K., Hreidarsson, A., Andersen, S., Pedersen, I. B., . . . Ovesen, L. (2000). Thyroid disorders in mild iodine deficiency. *Thyroid, 10*(11), 951-963.
- Lavery, A. A., Magee, L., Monteiro, C. A., Saxena, S., & Millett, C. (2015). Sugar and artificially sweetened beverage consumption and adiposity changes: National longitudinal study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 12*(1), 137.
- Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models-. *The American Journal of Clinical Nutrition, 72*(3), 796-803.
- Lemola, S., Ledermann, T., & Friedman, E. M. (2013). Variability of sleep duration is related to subjective sleep quality and subjective well-being: An actigraphy study. *PloS One, 8*(8), e71292.
- León-Muñoz, L. M., Guallar-Castillón, P., Graciani, A., López-García, E., Mesas, A. E., Aguilera, M. T., . . . Rodríguez-Artalejo, F. (2012). Adherence to the Mediterranean diet pattern has declined in Spanish Adults-3. *The Journal of Nutrition, 142*(10), 1843-1850.

- Lim, J. S., Mietus-Snyder, M., Valente, A., Schwarz, J., & Lustig, R. H. (2010). The role of fructose in the pathogenesis of NAFLD and the metabolic syndrome. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 7(5), 251.
- Lo, J. C., Sinaiko, A., Chandra, M., Daley, M. F., Greenspan, L. C., Parker, E. D., . . . O'Connor, P. J. (2013). Prehypertension and hypertension in community-based pediatric practice. *Pediatrics*, 131(2), e415-24.
- Lobstein, T., Baur, L., & Uauy, R. (2004). Obesity in children and young people: A crisis in public health. *Obesity Reviews*, 5, 4-85.
- Lohman, T., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). In Lohman T., Roche A. F. and Martorell R. (Eds.), *Anthropometric standardization reference manual* (1st ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- López-Sobaler, A. M., Aparicio, A., González-Rodríguez, L. G., Cuadrado-Soto, E., Rubio, J., Marcos, V., . . . Dal Re, M. Á. (2017). Adequacy of usual vitamin and mineral intake in Spanish children and adolescents: ENALIA study. *Nutrients*, 9(2), 131.
- Louie, J. C. Y., & Tapsell, L. C. (2015a). Association between intake of total vs added sugar on diet quality: A systematic review. *Nutrition Reviews*, 73(12), 837-857.
- Louie, J. C. Y., & Tapsell, L. C. (2015b). Intake of total and added sugars and nutrient dilution in Australian children and adolescents. *British Journal of Nutrition*, 114(11), 1875-1886.
- Lundahl, A., & Nelson, T. D. (2015). Sleep and food intake: A multisystem review of mechanisms in children and adults. *Journal of Health Psychology*, 20(6), 794-805.
- Lustig, R. H., Schmidt, L. A., & Brindis, C. D. (2012). Public health: The toxic truth about sugar. *Nature*, 482(7383), 27.

- Lytle, L. A. (2002). Nutritional issues for adolescents. *Journal of the American Dietetic Association, 102*(3), S8-S12.
- Macías, J., & Royuela, A. (1996). La versión española del índice de calidad de sueño de pittsburgh. *Informaciones Psiquiátricas, 146*(4), 465-472.
- Maddah, M., Mohtasham-Amiri, Z., Rashidi, A., & Karandish, M. (2007). Height and weight of urban preschool children in relation to their mothers' educational levels and employment status in rasht city, northern iran. *Maternal & Child Nutrition, 3*(1), 52-57.
- Magriplis, E., Farajian, P., Panagiotakos, D. B., Risvas, G., & Zampelas, A. (2019). The relationship between behavioral factors, weight status and a dietary pattern in primary school aged children: The GRECO study. *Clinical Nutrition, 38*(1), 310-316.
- Magriplis, E., Farajian, P., Risvas, G., Panagiotakos, D., & Zampelas, A. (2015). Newly derived children-based food index. an index that may detect childhood overweight and obesity. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 66*(6), 623-632.
- Mahan, L. K., & Raymond, J. L. (2017). *Krause dietoterapia* (14th ed.). Barcelona, Spain: Elsevier España.
- Malik, V. S., Schulze, M. B., & Hu, F. B. (2006). Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: A systematic review-. *The American Journal of Clinical Nutrition, 84*(2), 274-288.
- Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Despres, J. P., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care, 33*(11), 2477-2483.
- Marinho, A. R., Severo, M., Correia, D., Lobato, L., Vilela, S., Oliveira, A., . . . IAN-AF Consortium. (2019). Total, added and free sugar intakes, dietary sources and

- determinants of consumption in Portugal: The national food, nutrition and physical activity survey (IAN-AF 2015–2016). *Public Health Nutrition*, , 1-13.
- Markovich, A. N., Gendron, M. A., & Corkum, P. V. (2015). Validating the children's sleep habits questionnaire against polysomnography and actigraphy in school-aged children. *Frontiers in Psychiatry*, 5, 188.
- Marmot, M., Friel, S., Bell, R., Houweling, T. A., Taylor, S., & Commission on Social Determinants of Health. (2008). Closing the gap in a generation: Health equity through action on the social determinants of health. *The Lancet*, 372(9650), 1661-1669.
- Martín-Espinosa, N., Díez-Fernández, A., Sánchez-López, M., Rivero-Merino, I., Lucas-De La Cruz, L., Solera-Martínez, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2017). Prevalence of high blood pressure and association with obesity in Spanish schoolchildren aged 4–6 years old. *PloS One*, 12(1), e0170926.
- Martínez-González, M. Á, Corella, D., Salas-Salvadó, J., Ros, E., Covas, M. I., Fiol, M., . . . Lamuela-Raventós, R. M. (2012). Cohort profile: Design and methods of the PREDIMED study. *International Journal of Epidemiology*, 41(2), 377-385.
- Martínez-Vizcaíno, V., Martínez, M. S., Pacheco, B. N., López, M. S., García-Prieto, J. C., Nino, C. T., . . . Rodríguez-Artalejo, F. (2012). Trends in excess of weight, underweight and adiposity among Spanish children from 2004 to 2010: The cuenca study. *Public Health Nutrition*, 15(12), 2170-2174.
- Mataix Verdú, J. (2015a). *Nutrición y alimentación humana. tomo I. Nutrientes y alimentos* (2nd ed. rev. ed.). Madrid, Spain: Ergon.
- Mataix Verdú, J. (2015b). *Nutrición y alimentación humana. tomo II. situaciones fisiológicas y patológicas* (2nd ed. rev. ed.). Madrid, Spain: Ergon.

- Matricciani, L., Olds, T., & Petkov, J. (2012). In search of lost sleep: Secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. *Sleep Medicine Reviews, 16*(3), 203-211.
- Matricciani, L., Paquet, C., Galland, B., Short, M., & Olds, T. (2019). Children's sleep and health: A meta-review. *Sleep Medicine Reviews,*
- Maunder, E. M., Nel, J. H., Steyn, N. P., Kruger, H. S., & Labadarios, D. (2015). Added sugar, macro-and micronutrient intakes and anthropometry of children in a developing world context. *PLoS One, 10*(11), e0142059.
- McCarthy, H., Samani-Radia, D., Jebb, S., & Prentice, A. (2014). Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatric Obesity, 9*(4), 249-259.
- McCordle, B. W. (2015). Cardiovascular consequences of childhood obesity. *Canadian Journal of Cardiology, 31*(2), 124-130.
- McLaren, L. (2007). Socioeconomic status and obesity. *Epidemiologic Reviews, 29*(1), 29-48.
- Meltzer, L. J., Montgomery-Downs, H. E., Insana, S. P., & Walsh, C. M. (2012). Use of actigraphy for assessment in pediatric sleep research. *Sleep Medicine Reviews, 16*(5), 463-475.
- Midorikawa, T., Ohta, M., Torii, S., & Sakamoto, S. (2018). Lean soft tissue mass measured using dual-energy X-ray absorptiometry is an effective index for assessing change in leg skeletal muscle mass following exercise training. *Journal of Clinical Densitometry,*
- Mikkonen, J., & Raphael, D. (2010). *Social determinants of health: The canadian facts.* Toronto, Canada: York University School of Health Policy and Management.
- Real decreto 1424/1983, de 27 de abril, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la obtención, circulación y venta de la sal y salmueras comestibles.

(1983). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/1983/06/01/pdfs/A15261-15264.pdf>

Real decreto 1634/2011, de 14 de noviembre, por el que se modifica el real decreto 1424/1983, de 27 de abril, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la obtención, circulación y venta de la sal y salmueras comestibles. (2011).

Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2011/11/25/pdfs/BOE-A-2011-18537.pdf>

Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. (2015). Recomendaciones sobre actividad física, sedentarismo y tiempo de pantalla. Recuperado de

https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Tabla_resumen_Recomendaciones_ActivFisica.pdf

Ministerio de Sanidad y Consumo. (2006). *Encuesta nacional de salud. España 2006*.

Madrid, Spain: Ministerio de Sanidad y Consumo.

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2014). In Suárez Cardona M., Neira

León M., Pastor Sanz M. T. & Ichaso Hernández-Rubio, María de los Santos(Eds.), *Encuesta nacional de salud. España 2011/12. actividad física, descanso y ocio. serie informes monográficos nº 4*. Madrid: inisterio de Sanidad, Servicios Sociales e

Igualdad. Recuperado de

http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2011/informesMonograficos/Act_fis_desc_ocio.4.pdf

Monteiro, L. S., Hassan, B. K., Estima, C. C. P., Souza, A. d. M., Verly Junior, E.,

Sichieri, R., & Pereira, R. A. (2017). Food consumption according to the days of the Week–National food survey, 2008-2009. *Revista De Saude Publica*, 51, 93.

Moon, S. (2014). Low skeletal muscle mass is associated with insulin resistance, diabetes, and metabolic syndrome in the korean population: The korea national health and

- nutrition examination survey (KNHANES) 2009-2010. *Endocrine Journal*, 61(1), 61-70.
- Moore, L. M., Fals, A. M., Jennelle, P. J., Green, J. F., Pepe, J., & Richard, T. (2015). Analysis of pediatric waist to hip ratio relationship to metabolic syndrome markers. *Journal of Pediatric Health Care*, 29(4), 319-324.
- Morales-Suárez-Varela, M., Mohino-Chocano, M., Soler, C., Llopis-Morales, A., Peraita-Costa, I., & Llopis-González, A. (2019). Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): Estudio ANIVA. *Nutrición Hospitalaria*, 36(1), 133-141.
- Morales-Suárez-Varela, M., Rubio-López, N., Ruso, C., Llopis-Gonzalez, A., Ruiz-Rojo, E., Redondo, M., & Pico, Y. (2015). Anthropometric status and nutritional intake in children (6–9 years) in Valencia (Spain): The ANIVA study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 16082-16095.
- Moreiras Tuni, O., Carbajal Azcona, A., Cabrera Forneiro, L., & Cuadrado Vives, C. (2018). *Tablas de composición de alimentos. guía de prácticas* (19ª ed.). Madrid: Pirámide.
- Moreno, L. A., Sarría, A., Lázaro, A., & Bueno, M. (2000). Dietary fat intake and body mass index in Spanish children—. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(5), 1399s-1403s.
- Morgenthaler, T., Alessi, C., Friedman, L., Owens, J., Kapur, V., Boehlecke, B., . . . Lee-Chiong, T. (2007). Practice parameters for the use of actigraphy in the assessment of sleep and sleep disorders: An update for 2007. *Sleep*, 30(4), 519-529.
- Moshtaghian, H., Louie, J. C. Y., Charlton, K. E., Probst, Y. C., Gopinath, B., Mitchell, P., & Flood, V. M. (2016). Added sugar intake that exceeds current recommendations is associated with nutrient dilution in older australians. *Nutrition*, 32(9), 937-942.

- Murphy, S. P., & Barr, S. I. (2011). Practice paper of the american dietetic association: Using the dietary reference intakes. *Journal of the American Dietetic Association*, 111(5), 762-770.
- National Health Service. (2017). How does sugar in our diet affect our health? Recuperado de <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/how-does-sugar-in-our-diet-affect-our-health/>
- National Institutes of Health Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center. (2018). Osteoporosis. Recuperado de <https://www.bones.nih.gov/health-info/bone/osteoporosis>
- National Research Council (US) Panel to Review the Status of Basic Research on School-Age Children. (1984). *Development during middle childhood: The years from six to twelve*. (). Washington D.C., USA: National Academies Press.
- Navarro-González, I., López-Nicolás, R., Rodríguez-Tadeo, A., Ros-Berruezo, G., Martínez-Marín, M., & Doménech-Asensi, G. (2014). Adherence to the Mediterranean diet by nursing students of Murcia (Spain). *Nutricion Hospitalaria*, 30(1), 165-172.
- Ndanuko, R. N., Tapsell, L. C., Charlton, K. E., Neale, E. P., & Batterham, M. J. (2016). Dietary patterns and blood pressure in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Advances in Nutrition*, 7(1), 76-89.
- Nedeltcheva, A. V., Kilkus, J. M., Imperial, J., Kasza, K., Schoeller, D. A., & Penev, P. D. (2008). Sleep curtailment is accompanied by increased intake of calories from snacks. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(1), 126-133.
- Netting, M. J., Middleton, P. F., & Makrides, M. (2014). Does maternal diet during pregnancy and lactation affect outcomes in offspring? A systematic review of food-

- based approaches. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 30(11-12), 1225-1241.
- Newens, K., & Walton, J. (2016). A review of sugar consumption from nationally representative dietary surveys across the world. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(2), 225-240.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., . . . Abera, S. F. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: A systematic analysis for the global burden of disease study 2013. *The Lancet*, 384(9945), 766-781.
- Nielsen, L., Danielsen, K., & Sørensen, T. (2011). Short sleep duration as a possible cause of obesity: Critical analysis of the epidemiological evidence. *Obesity Reviews*, 12(2), 78-92.
- NIH Office of Dietary Supplements. (2018). Nutrient recommendations: Dietary references intakes (DRI). Recuperado de https://ods.od.nih.gov/Health_Information/Dietary_Reference_Intakes.aspx
- Ohayon, M., Wickwire, E. M., Hirshkowitz, M., Albert, S. M., Avidan, A., Daly, F. J., . . . Gozal, D. (2017). National sleep foundation's sleep quality recommendations: First report. *Sleep Health*, 3(1), 6-19.
- Ojha, S., Saroha, V., Symonds, M. E., & Budge, H. (2013). Excess nutrient supply in early life and its later metabolic consequences. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 40(11), 817-823.
- Orlando, A., Cazzaniga, E., Giussani, M., Palestini, P., & Genovesi, S. (2018). Hypertension in children: Role of obesity, simple carbohydrates, and uric acid. *Frontiers in Public Health*, 6

- Ortega Anta, R. M., Jiménez Ortega, A. I., Perea Sánchez, J. M., Cuadrado Soto, E., & López-Sobaler, A. M. (2016). Pautas nutricionales en prevención y control de la hipertensión arterial. *Nutrición Hospitalaria*, 33, 53-58.
- Ortega, R., Requejo, A., & López-Sobaler, A. (2006). Modelos de cuestionarios para realización de estudios dietéticos en la valoración del estado nutricional. *Nutriguía. Manual De Nutrición Clínica En Atención Primaria. Complutense*, , 456-459.
- Owens, J. A., & Dalzell, V. (2005). Use of the 'BEARS' sleep screening tool in a pediatric residents' continuity clinic: A pilot study. *Sleep Medicine*, 6(1), 63-69.
- Owens, J. A., Spirito, A., & McGuinn, M. (2000). The children's sleep habits questionnaire (CSHQ): Psychometric properties of a survey instrument for school-aged children. *Sleep-New York*, 23(8), 1043-1052.
- Owens, J., Maxim, R., McGuinn, M., Nobile, C., Msall, M., & Alario, A. (1999). Television-viewing habits and sleep disturbance in school children. *Pediatrics*, 104(3), e27.
- Pacheco, D., & Sleep Foundation. (2020). Children and sleep. Recuperado de <https://www.sleepfoundation.org/children-and-sleep>
- Park, B. S., & Yoon, J. S. (2013). Relative skeletal muscle mass is associated with development of metabolic syndrome. *Diabetes & Metabolism Journal*, 37(6), 458-464.
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., . . . Quan, S. F. (2016). Consensus statement of the american academy of sleep medicine on the recommended amount of sleep for healthy children: Methodology and discussion. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 12(11), 1549-1561.

- Paul, I. M., Savage, J. S., Anzman, S. L., Beiler, J. S., Marini, M. E., Stokes, J. L., & Birch, L. L. (2011). Preventing obesity during infancy: A pilot study. *Obesity, 19*(2), 353-361.
- Pawellek, I., Grote, V., Theurich, M., Closa-Monasterolo, R., Stolarczyk, A., Verduci, E., . . . Koletzko, B. (2017). Factors associated with sugar intake and sugar sources in European children from 1 to 8 years of age. *European Journal of Clinical Nutrition, 71*(1), 25.
- Pawlinska-Chmara, R., & Wronka, I. (2007). Assessment of the effect of socioeconomic factors on the prevalence of respiratory disorders in children. *Journal of Physiology and Pharmacology, 58*(5), 523-529.
- Pearce, E. N. (.). (2017). In Pearce E. N. (Ed.), *Iodine deficiency disorders and their elimination*. Cham, Switzerland: Springer.
- Pearce, E. N. (2014). Iodine deficiency in children. *Endocrine Development, 26*, 130-138.
- Pelham Jr, W. E., Gnagy, E. M., Greenslade, K. E., & Milich, R. (1992). Teacher ratings of DSM-III-R symptoms for the disruptive behavior disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 31*(2), 210-218.
- Peña Quintana, L., Ros Mar, L., González Santana, D., & Rial González, R. (2010). Capítulo 3. alimentación del preescolar y escolar. In Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica, & Asociación Española de Pediatría (Eds.), *Protocolos diagnóstico-terapéuticos de gastroenterología, hepatología y nutrición pediátrica SEGHNPAEP* (pp. 297-305). Madrid: Ergon.
- Perez Gallardo, L., Bayona, I., Mingo, T., & Rubiales, C. (2011). Performance of nutritional education programmes to prevent obesity in children through a pilot study in soria. [Utilidad de los programas de educación nutricional para prevenir la obesidad

- infantil a través de un estudio piloto en Soria] *Nutrición Hospitalaria*, 26(5), 1161-1167.
- Pérez-Farinós, N., Villar-Villalba, C., Sobaler, A. M. L., Saavedra, María Ángeles Dal Re, Aparicio, A., Sanz, S. S., . . . Anta, R. M. O. (2017). The relationship between hours of sleep, screen time and frequency of food and drink consumption in Spain in the 2011 and 2013 ALADINO: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 17(1), 1-12.
- Pérez-Farinós, N., López-Sobaler, A. M., Dal Re, M. A., Villar, C., Labrado, E., Robledo, T., & Ortega, R. M. (2013). The ALADINO study: A national study of prevalence of overweight and obesity in Spanish children in 2011. *BioMed Research International*, 2013, 163687.
- Peris Roig, B., Atienzar Herráez, N., Merchante Alfaro, A., Calvo Rigual, F., & Selfa Moreno, S. (2006). Bocio endémico y déficit de yodo: ¿ Sigue siendo una realidad en España? Paper presented at the *Anales De Pediatría*, , 65(3) 234-240.
- Phillips, L. R., Parfitt, G., & Rowlands, A. V. (2013). Calibration of the GENEActiv accelerometer for assessment of physical activity intensity in children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(2), 124-128.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York, USA: Basic Books.
- Pietrobelli, A., Peroni, D., & Faith, M. (2003). Pediatric body composition in clinical studies: Which methods in which situations? *Acta Diabetologica*, 40(1), s270-s273.
- Pin Arboledas, G., Cubel Alarcón, M., Martín González, G., Lluch Roselló, A., & Morell Salort, M. (2011). Habits and problems with sleep from 6 to 14 years in the valencian community. children's own view. [Hábitos y problemas con el sueño de los 6 a los 14 años en la Comunidad Valenciana. Opinión de los propios niños] *Anales De Pediatría (Barcelona, Spain : 2003)*, 74(2), 103-115.

- Plachta-Danielzik, S., Landsberg, B., Johannsen, M., Lange, D., & Müller, M. J. (2008). Association of different obesity indices with blood pressure and blood lipids in children and adolescents. *British Journal of Nutrition*, *100*(1), 208-218.
- Poortmans, J. R., Boisseau, N., Moraine, J., Moreno-Reyes, R., & Goldman, S. (2005). Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *37*(2), 316-322.
- Popkin, B. M., Adair, L. S., & Ng, S. W. (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, *70*(1), 3-21.
- Popkin, B. M., & Nielsen, S. J. (2003). The sweetening of the world's diet. *Obesity Research*, *11*(11), 1325-1332.
- Prado, E. L., & Dewey, K. G. (2014). Nutrition and brain development in early life. *Nutrition Reviews*, *72*(4), 267-284.
- Quihui, L., Valencia, M. E., Crompton, D. W., Phillips, S., Hagan, P., Morales, G., & Díaz-Camacho, S. P. (2006). Role of the employment status and education of mothers in the prevalence of intestinal parasitic infections in mexican rural schoolchildren. *BMC Public Health*, *6*(1), 1-8.
- Rademacher, E. R., Jacobs, D. R., Jr, Moran, A., Steinberger, J., Prineas, R. J., & Sinaiko, A. (2009). Relation of blood pressure and body mass index during childhood to cardiovascular risk factor levels in young adults. *Journal of Hypertension*, *27*(9), 1766-1774.
- Radloff, L. S. (1977). The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied Psychological Measurement*, *1*(3), 385-401.
- Raj, M. (2012). Obesity and cardiovascular risk in children and adolescents. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, *16*(1), 13-19.

- Rasbold, A. H., Adamic, R., Anderson, M. P., Campbell, J. E., Horm, D. M., Sitton, L. K., & Sisson, S. B. (2016). Macronutrient and micronutrient intakes of children in oklahoma child-care centres, USA. *Public Health Nutrition*, 19(8), 1498-1505.
- Rasmussen, L. B., Ovesen, L., & Christiansen, E. (1999). Day-to-day and within-day variation in urinary iodine excretion. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(5), 401-407.
- Reinhardt Pedersen, C., Madsen, M., & Kohler, L. (2005). Does financial strain explain the association between children's morbidity and parental non-employment? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 59(4), 316-321.
- Remer, T., Johnner, S. A., Gartner, R., Thamm, M., & Kriener, E. (2010). Iodine deficiency in infancy - a risk for cognitive development. [Jodmangel im Sauglingsalter - ein Risiko für die kognitive Entwicklung] *Deutsche Medizinische Wochenschrift (1946)*, 135(31-32), 1551-1556.
- Renzella, J., Townsend, N., Jewell, J., Breda, J., Roberts, N., Rayner, M., & Wickramasinghe, K. (2018). *What national and subnational interventions and policies based on Mediterranean and Nordic diets are recommended or implemented in the who European: Region and is there evidence of effectiveness in reducing noncommunicable diseases?* (). Geneva: World Health Organization.
- Rippe, J. M., & Angelopoulos, T. J. (2013). Sucrose, high-fructose corn syrup, and fructose, their metabolism and potential health effects: What do we really know? *Advances in Nutrition*, 4(2), 236-245.
- Rivkees, S. A., Bode, H. H., & Crawford, J. D. (1988). Long-term growth in juvenile acquired hypothyroidism. *New England Journal of Medicine*, 318(10), 599-602.
- Rodriguez, G., Moreno, L., Blay, M., Blay, V., Fleta, J., Sarria, A., & Bueno, M. (2005). Body fat measurement in adolescents: Comparison of skinfold thickness equations

- with dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(10), 1158-1166.
- Rodriguez, F., Palma, X., Romo, A., Escobar, D., Aragu, B., Espinoza, L., . . . Galvez, J. (2013). Eating habits, physical activity and socioeconomic level in university students of Chile. [Habitos alimentarios, actividad fisica y nivel socioeconomico en estudiantes universitarios de Chile] *Nutricion Hospitalaria*, 28(2), 447-455.
- Rodríguez-Bautista, Y. P., Correa-Bautista, J. E., González-Jiménez, E., Schmidt-RioValle, J., & Ramirez-Velez, R. (2015). Values of waist/hip ratio among children and adolescents from bogotá, colombia: The FUPRECOL study. *Nutrición Hospitalaria*, 32(5), 2054-2061.
- Ronnlund, H., Elovainio, M., Virtanen, I., Matomaki, J., & Lapinleimu, H. (2016). Poor parental sleep and the reported sleep quality of their children. *Pediatrics*, 137(4), 10.1542/peds.2015-3425. Epub 2016 Mar 24.
- Ros, L. (2000). Alimentación del escolar. In M. Bueno, A. Sarría & J. Pérez-González (Eds.), *Nutrición en pediatría* (). Madrid, Spain: Ergon.
- Rothausen, B. W., Matthiessen, J., Andersen, L. F., Brockhoff, P. B., & Tetens, I. (2013). Dietary patterns on weekdays and weekend days in 4–14-year-old danish children. *British Journal of Nutrition*, 109(9), 1704-1713.
- Rothausen, B. W., Matthiessen, J., Hoppe, C., Brockhoff, P. B., Andersen, L. F., & Tetens, I. (2012). Differences in danish children's diet quality on weekdays v. weekend days. *Public Health Nutrition*, 15(9), 1653-1660.
- Roy, B. D. (2008). Milk: The new sports drink? A review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5(1), 15.
- Royuela Rico, A., & Macías Fernández, J. (1997). Propiedades clinimétricas de la versión castellana del cuestionario de pittsburg. *Vigilia-Sueño*, 9(2), 81-94.

- Ruiz, E., Ávila, J., Valero, T., Del Pozo, S., Rodriguez, P., Aranceta-Bartrina, J., . . . Serra-Majem, L. (2015). Energy intake, profile, and dietary sources in the Spanish population: Findings of the ANIBES study. *Nutrients*, 7(6), 4739-4762.
- Ruiz, E., Rodriguez, P., Valero, T., Ávila, J., Aranceta-Bartrina, J., Gil, Á, . . . Varela-Moreiras, G. (2017). Dietary intake of individual (free and intrinsic) sugars and food sources in the Spanish population: Findings from the ANIBES study. *Nutrients*, 9(3), 275.
- Ruiz, E., & Varela-Moreiras, G. (2017). Adecuación de la ingesta de azúcares totales y añadidos en la dieta española a las recomendaciones: Estudio ANIBES. *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 45-52.
- Sacks, F. M., Obarzanek, E., Windhauser, M. M., Svetkey, L. P., Vollmer, W. M., McCullough, M., . . . Proschan, M. A. (1995). Rationale and design of the dietary approaches to stop hypertension trial (DASH): A multicenter controlled-feeding study of dietary patterns to lower blood pressure. *Annals of Epidemiology*, 5(2), 108-118.
- Sadeh, A. (2011). The role and validity of actigraphy in sleep medicine: An update. *Sleep Medicine Reviews*, 15(4), 259-267.
- Salonen, J. T., Tuomilehto, J., & Tanskanen, A. (1983). Relation of blood pressure to reported intake of salt, saturated fats, and alcohol in healthy middle-aged population. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 37(1), 32-37.
- San Mauro-Martin, I., Onrubia-Gonzalez-De la Aleja, J., Garicano-Vilar, E., Cadenato-Ruiz, C., Hernandez-Villa, I., Rodriguez-Alonso, P., . . . Garcia de Angulo-Garcia de Arbolea, B. (2016). Analysis of the nutritional status and body composition of persons with intellectual disability. [Análisis del estado nutricional y composición corporal de personas con discapacidad intelectual] *Revista De Neurologia*, 62(11), 493-501.

- Sánchez Hernández, M. O., Delgado, B., Ángel Carrasco, M., & Pablo Holgado-Tello, F. (2018). Facetas de la "escala de depresión del centro de estudios epidemiológicos para niños y adolescentes"(CES-DC) en españoles: Validación empírica. *Behavioral Psychology/Psicología Conductual*, 26(3)
- Sánchez-García, R., Reyes-Morales, H., & González-Unzaga, M. A. (2014). Preferencias alimentarias y estado de nutrición en niños escolares de la ciudad de México. *Boletín Médico Del Hospital Infantil De México*, 71(6), 358-366.
- Saneei, P., Salehi-Abargouei, A., Esmailzadeh, A., & Azadbakht, L. (2014). Influence of dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(12), 1253-1261.
- Santos-Beneit, G., Sotos-Prieto, M., Pocock, S., Redondo, J., Fuster, V., & Peñalvo, J. L. (2015). Asociación entre antropometría y presión arterial alta en una muestra representativa de preescolares de Madrid. *Revista Española De Cardiología*, 68(6), 477-484.
- Schnettler, B., Miranda, H., Lobos, G., Orellana, L., Sepúlveda, J., Denegri, M., . . . Grunert, K. G. (2015). Eating habits and subjective well-being. A typology of students in Chilean state universities. *Appetite*, 89, 203-214.
- Schnittker, J. (2004). Education and the changing shape of the income gradient in health. *Journal of Health and Social Behavior*, 45(3), 286-305.
- Schofield, W. N. (1985). Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Human Nutrition. Clinical Nutrition*, 39 Suppl 1, 5-41.
- Scholer, S. J., Hickson, G. B., & Ray, W. A. (1999). Sociodemographic factors identify US infants at high risk of injury mortality. *Pediatrics*, 103(6 Pt 1), 1183-1188.

- Schröder, H., Fitó, M., Estruch, R., Martínez-González, M. A., Corella, D., Salas-Salvadó, J., . . . Fiol, M. (2011). A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *The Journal of Nutrition*, *141*(6), 1140-1145.
- Schröder, H., Schmelz, E., & Marrugat, J. (2002). Relationship between diet and blood pressure in a representative Mediterranean population. *European Journal of Nutrition*, *41*(4), 161-167.
- Schwarz, J., Noworolski, S. M., Wen, M. J., Dyachenko, A., Prior, J. L., Weinberg, M. E., . . . Bersot, T. P. (2015). Effect of a high-fructose weight-maintaining diet on lipogenesis and liver fat. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *100*(6), 2434-2442.
- Scientific Advisory Committee on Nutrition. (2013). *Adoption of children's reference intakes for labelling purposes*. London, UK: Scientific Advisory Committee on Nutrition.
- Seguin, L., Xu, Q., Gauvin, L., Zunzunegui, M. V., Potvin, L., & Frohlich, K. L. (2005). Understanding the dimensions of socioeconomic status that influence toddlers' health: Unique impact of lack of money for basic needs in Quebec's birth cohort. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *59*(1), 42-48.
- Seifer, R., Sameroff, A. J., Dickstein, S., Hayden, L. C., & Schiller, M. (1996). Parental psychopathology and sleep variation in children. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics*, *5*(3), 715-728.
- Serra Majem, L., Ribas Barba, L., Aranceta Bartrina, J., Pérez Rodrigo, C., Saavedra Santana, P., & Peña Quintana, L. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. resultados del estudio enKid (1998-2000). *Medicina Clínica*, *121*(19), 725-732.

- Serra Majem, L., Ribas Barba, L., Armas Navarro, A., Alvarez Leon, E., Sierra, A., & Equipo de investigacion de ENCA. (2000). Energy and nutrient intake and risk of inadequate intakes in Canary Islands (1997-98). [Ingesta de energia y nutrientes y riesgo de ingestas inadecuadas en Canarias (1997-98)] *Archivos Latinoamericanos De Nutricion*, 50(1 Suppl 1), 7-22.
- Serra-Majem, L., Ribas Barba, L., & Henríquez Sánchez, P. (2016). Capítulo 30 Evaluación del estado nutricional. In J. Fernández-Crehuet Navajas, J. J. Gestal Otero, M. Delgado Rodríguez, F. Bolúmar Montrull, R. Herruzo Cabrera, L. Serra Majem & F. Rodríguez Artalejo (Eds.), *Piédrola Gil. medicina preventiva y salud pública* (12th ed., pp. 370-384). Barcelona, Spain: Elsevier España.
- Serra-Majem, L., Ribas, L., Ngo, J., Ortega, R. M., García, A., Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2004). Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. development of KIDMED, Mediterranean diet quality index in children and adolescents. *Public Health Nutrition*, 7(7), 931-935.
- Serrano, M. D. M., Armesilla, M. D. C., Moreno, M. M. C., de Espinosa, M. G., López-Ejeda, N., Álvarez, J. R. M., . . . Romero-Collazos, J. F. (2013). Asociación entre adiposidad corporal y presión arterial entre los 6 y los 16 años. análisis en una población escolar madrileña. *Revista Española De Cardiología*, 66(2), 110-115.
- Simopoulos, A. P. (2001). The mediterranean diets: What is so special about the diet of Greece? the scientific evidence. *The Journal of Nutrition*, 131(11), 3065S-3073S.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, , 709-723.

- Sluik, D., van Lee, L., Engelen, A., & Feskens, E. (2016). Total, free, and added sugar consumption and adherence to guidelines: The dutch national food consumption survey 2007–2010. *Nutrients*, 8(2), 70.
- Sobradillo, B., Aguirre, A., Aresti, U., Bilbao, A., Fernández-Ramos, C., Lizárraga, A., . . . Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. (2004). *Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal)*. (). Bilbao, Spain: Fundación Faustino Orbeago Eizaguirre. Recuperado de https://www.fundacionorbeago.com/wp-content/uploads/pdf/estudios_2004.pdf
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2015). Pirámide de alimentación saludable 2015. Recuperado de <http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/piramide-de-la-alimentacion-saludable-senc-2015>
- Sociedad Valenciana de Pediatría. (2019). ¿Cuántas horas de sueño son las recomendadas en función de la edad de los niños? Recuperado de <https://socvalped.com/educacion/2019/horas-sueno-recomendadas-ninos-edad-infancia/>
- Sofi, F., Abbate, R., Gensini, G. F., & Casini, A. (2010). Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: An updated systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(5), 1189-1196.
- Sofi, F., Cesari, F., Abbate, R., Gensini, G. F., & Casini, A. (2008). Adherence to Mediterranean diet and health status: Meta-analysis. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 337, a1344.
- Soldin, O. P. (2002). Controversies in urinary iodine determinations. *Clinical Biochemistry*, 35(8), 575-579.

- Soriguer, F., García-Fuentes, E., Gutierrez-Repiso, C., Rojo-Martínez, G., Velasco, I., Goday, A., . . . Vendrell, J. (2012). Iodine intake in the adult population. di@bet.es study. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 31(6), 882-888.
- Sorof, J., & Daniels, S. (2002). Obesity hypertension in children: A problem of epidemic proportions. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 40(4), 441-447.
- Spiegel, K., Leproult, R., L'Hermite-Balériaux, M., Copinschi, G., Penev, P. D., & Van Cauter, E. (2004). Leptin levels are dependent on sleep duration: Relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(11), 5762-5771.
- Spillane, W. J. (2006). *Optimising sweet taste in foods*. Boca raton, FL: CRC Press.
- Srikanthan, P., & Karlamangla, A. S. (2011). Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. findings from the third national health and nutrition examination survey. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(9), 2898-2903.
- Stanbury, J. B., & Hetzel, B. S. (1980). In Stanbury J. B., Hetzel B. S. (Eds.), *Endemic goiter and endemic cretinism; iodine nutrition in health and disease*. New York, NY (USA): Wiley.
- Steene-Johannessen, J., Anderssen, S. A., Kolle, E., & Andersen, L. B. (2009). Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1361-1367.
- Štefan, L., Prosoli, R., Juranko, D., Čule, M., Milinović, I., Novak, D., & Sporiš, G. (2017). The reliability of the Mediterranean diet quality index (KIDMED) questionnaire. *Nutrients*, 9(4), 419.
- Stern, D., Middaugh, N., Rice, M. S., Laden, F., López-Ridaura, R., Rosner, B., . . . Lajous, M. (2017). Changes in sugar-sweetened soda consumption, weight, and waist

- circumference: 2-year cohort of mexican women. *American Journal of Public Health*, 107(11), 1801-1808.
- St-Onge, M. (2013). The role of sleep duration in the regulation of energy balance: Effects on energy intakes and expenditure. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 9(01), 73-80.
- St-Onge, M., Keller, K. L., & Heymsfield, S. B. (2003). Changes in childhood food consumption patterns: A cause for concern in light of increasing body weights. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(6), 1068-1073.
- St-Onge, M., McReynolds, A., Trivedi, Z. B., Roberts, A. L., Sy, M., & Hirsch, J. (2012). Sleep restriction leads to increased activation of brain regions sensitive to food stimuli. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 95(4), 818-824.
- St-Onge, M., Roberts, A. L., Chen, J., Kelleman, M., O'Keeffe, M., RoyChoudhury, A., & Jones, P. J. (2011). Short sleep duration increases energy intakes but does not change energy expenditure in normal-weight individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(2), 410-416.
- St-Onge, M., Wolfe, S., Sy, M., Shechter, A., & Hirsch, J. (2014). Sleep restriction increases the neuronal response to unhealthy food in normal-weight individuals. *International Journal of Obesity*, 38(3), 411.
- Supreme Scientific Health Council, Ministry of Health and Welfare of Greece. (1999). Dietary guidelines for adults in Greece. *Archives of Hellenic Medicine*, 16, 516-524.
- Svensson, Å, Larsson, C., Eiben, G., Lanfer, A., Pala, V., Hebestreit, A., . . . Koni, A. (2014). European children's sugar intake on weekdays versus weekends: The IDEFICS study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68(7), 822.
- Szaflarski, J. P., Schmithorst, V. J., Altaye, M., Byars, A. W., Ret, J., Plante, E., & Holland, S. K. (2006). A longitudinal functional magnetic resonance imaging study of language development in children 5 to 11 years old. *Annals of Neurology: Official*

-
- Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 59(5), 796-807.
- Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Medicine*, 1(3), e62.
- Tarim, O. (2011). Thyroid hormones and growth in health and disease. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 3(2), 51-55.
- Tatone-Tokuda, F., Dubois, L., Ramsay, T., Girard, M., Touchette, E., Petit, D., & Montplaisir, J. Y. (2012). Sex differences in the association between sleep duration, diet and body mass index: A birth cohort study. *Journal of Sleep Research*, 21(4), 448-460.
- Taylor, R. W., Gray, A. R., Heath, A. M., Galland, B. C., Lawrence, J., Sayers, R., . . . Hanna, M. (2018). Sleep, nutrition, and physical activity interventions to prevent obesity in infancy: Follow-up of the prevention of overweight in infancy (POI) randomized controlled trial at ages 3.5 and 5 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 108(2), 228-236.
- te Lindert, B. H., & Van Someren, E. J. (2013). Sleep estimates using microelectromechanical systems (MEMS). *Sleep*, 36(5), 781-789.
- Te Morenga, L., Howatson, A., Jones, R., & Mann, J. (2014). Dietary sugars and cardiometabolic risk: Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids-. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(1), 65-79.
- Te Morenga, L., Mallard, S., & Mann, J. (2013). Dietary sugars and body weight: Systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ*, 346, e7492.

- Regulation (EU) no 1169/2011 of the European parliament and of the council of 25 october 2011 on the provision of food information to consumers, (2011).
- Thompson, F. E., McNeel, T. S., Dowling, E. C., Midthune, D., Morrisette, M., & Zeruto, C. A. (2009). Interrelationships of added sugars intake, socioeconomic status, and race/ethnicity in adults in the united states: National health interview survey, 2005. *Journal of the American Dietetic Association, 109*(8), 1376-1383.
- Toga, A. W., Thompson, P. M., & Sowell, E. R. (2006). Mapping brain maturation. *Focus, 29*(3), 148-390.
- Tognon, G., Hebestreit, A., Lanfer, A., Moreno, L., Pala, V., Siani, A., . . . Molnár, D. (2014). Mediterranean diet, overweight and body composition in children from eight European countries: Cross-sectional and prospective results from the IDEFICS study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 24*(2), 205-213.
- Trichopoulou, A., Kouris-Blazos, A., Wahlqvist, M. L., Gnardellis, C., Lagiou, P., Polychronopoulos, E., . . . Trichopoulos, D. (1995). Diet and overall survival in elderly people. *BMJ (Clinical Research Ed.), 311*(7018), 1457-1460.
- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., & Poos, M. (2002). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 102*(11), 1621.
- Trumbo, P., Yates AA - Schlicker,S., Schlicker, S., & Poos, M. (2001). Dietary reference intakes: Vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *Journal of the American Dietetic Association, 101*(3), 294-301.
- Tsilas, C. S., de Souza, R. J., Mejia, S. B., Mirrahimi, A., Cozma, A. I., Jayalath, V. H., . . . Sievenpiper, J. L. (2017). Relation of total sugars, fructose and sucrose with incident type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies.

- CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal De L'Association Medicale Canadienne*, 189(20), E711-E720.
- Unni, U., Ramakrishnan, G., Raj, T., Kishore, R., Thomas, T., Vaz, M., & Kurpad, A. (2009). Muscle mass and functional correlates of insulin sensitivity in lean young indian men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(10), 1206.
- van Hees, V. T., Sabia, S., Jones, S. E., Wood, A. R., Anderson, K. N., Kivimäki, M., . . . Trenell, M. (2018). Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. *Scientific Reports*, 8(1), 12975.
- Varela-Moreiras, G., Ruiz, E., Valero, T., Avila, J. M., & del Pozo, S. (2013). The Spanish diet: An update. *Nutricion Hospitalaria*, 28 Suppl 5, 13-20.
- Varzakas, T., Labropoulos, A., & Anestis, S. (2012). *Sweeteners: Nutritional aspects, applications, and production technology*. Boca raton, FL: CRC Press.
- Verschueren, K. (2015). Middle childhood teacher–child relationships: Insights from an attachment perspective and remaining challenges. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2015(148), 77-91.
- Victorino, C. C., & Gauthier, A. H. (2009). The social determinants of child health: Variations across health outcomes—a population-based cross-sectional analysis. *BMC Pediatrics*, 9(1), 1-12.
- Vila Ballester, L., Donnay Candil, S., Iglesias Reymunde, T., Soriguer Escofet, F., Tortosa Henzi, F., Torrejón Jaramillo, S., . . . Puig-Domingo, M. (2010). Evaluación de los hábitos alimentarios relacionados con la ingesta de yodo, el estado nutricional de yodo y disfunción tiroidea en cuatro poblaciones no seleccionadas (proyecto tirobus). *Endocrinología Y Nutrición*, 57(9), 407-413.
- Vila, M. T., Torres, A. M., & Soto, B. B. (2007). Versión española del pediatric sleep questionnaire. un instrumento útil en la investigación de los trastornos del sueño en la

- infancia. análisis de su fiabilidad. Paper presented at the *Anales De Pediatría*, , 66(2) 121-128.
- Vila, L., Donnay, S., Arena, J., Arrizabalaga, J. J., Pineda, J., Garcia-Fuentes, E., . . . Gutiérrez-Repiso, C. (2016). Iodine status and thyroid function among Spanish schoolchildren aged 6-7 years: The tirokid study. *The British Journal of Nutrition*, 115(9), 1623-1631.
- Villa, L. (2010). Avances en la erradicación de la deficiencia de yodo en españa. *Endocrinología Y Nutrición: Órgano De La Sociedad Española De Endocrinología Y Nutrición*, 57(3), 87-89.
- Vitoria, I., & Dalmau, J. (2011). El agua: Bebida recomendable para una adecuada nutrición en la infancia. *Acta Pediatr Esp*, 69(6), 259-266.
- Vos, M. B., Kaar, J. L., Welsh, J. A., Van Horn, L. V., Feig, D. I., Anderson, C. A. M., . . . and Council on Hypertension. (2017). Added sugars and cardiovascular disease risk in children: A scientific statement from the american heart association. *Circulation*, 135(19), e1017-e1034.
- Wang, L., Manson, J. E., Buring, J. E., Lee, I., & Sesso, H. D. (2008). Dietary intake of dairy products, calcium, and vitamin D and the risk of hypertension in middle-aged and older women. *Hypertension*, 51(4), 1073-1079.
- Wang, J., Horlick, M., Thornton, J. C., Levine, L. S., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N., Jr. (1999). Correlations between skeletal muscle mass and bone mass in children 6-18 years: Influences of sex, ethnicity, and pubertal status. *Growth, Development, and Aging : GDA*, 63(3), 99-109.
- Wayne, E., Koutras, D., & Alexander, W. (1964). *Clinical aspects of iodine metabolism*. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.

- Webber, C. E., & Barr, R. D. (2012). Age-and gender-dependent values of skeletal muscle mass in healthy children and adolescents. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 3(1), 25-29.
- Weissman, M. M., Orvaschel, H., & Padian, N. (1980). Children's symptom and social functioning: Self-report scales. *Journal of Nervous and Mental Disorders*, 168(12), 736-740.
- Wendel, D., Weber, D., Leonard, M. B., Magge, S. N., Kelly, A., Stallings, V. A., . . . Zemel, B. S. (2017). Body composition estimation using skinfolds in children with and without health conditions affecting growth and body composition. *Ann.Hum.Biol.*, 44(2), 108-120.
- Westerlund, L., Ray, C., & Roos, E. (2009). Associations between sleeping habits and food consumption patterns among 10–11-year-old children in finland. *British Journal of Nutrition*, 102(10), 1531-1537.
- Westman, E. C., Feinman, R. D., Mavropoulos, J. C., Vernon, M. C., Volek, J. S., Wortman, J. A., . . . Phinney, S. D. (2007). Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86(2), 276-284.
- Whelton, P. K., He, J., Cutler, J. A., Brancati, F. L., Appel, L. J., Follmann, D., & Klag, M. J. (1997). Effects of oral potassium on blood pressure: Meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Jama*, 277(20), 1624-1632.
- Willett, W. C., Sacks, F., Trichopoulou, A., Drescher, G., Ferro-Luzzi, A., Helsing, E., & Trichopoulos, D. (1995). Mediterranean diet pyramid: A cultural model for healthy eating. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61(6 Suppl), 1402S-1406S.
- William Li, H. C., Chung, O. K. J., & Ho, K. Y. (2010). Center for epidemiologic studies depression scale for children: Psychometric testing of the chinese version. *Journal of Advanced Nursing*, 66(11), 2582-2591.

- Wisbaum, W., & United Nations Children's Emergency Fund. (2011). *La desnutrición infantil. causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento.* (). Madrid, Spain: UNICEF España.
- Wittekind, A., & Walton, J. (2014). Worldwide trends in dietary sugars intake. *Nutrition Research Reviews*, 27(2), 330-345.
- Wolfe, R. R. (2006). The underappreciated role of muscle in health and disease-. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(3), 475-482.
- World Health Assembly. (2006). *Constitution of the world health organization.* (No. 45th). World Health Organization. Recuperado de https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf
- World Health Organization. (2003). In Wilkinson R. G., Marmot M. (Eds.), *Social determinants of health: The solid facts* (2nd ed.). Copenhagen, Denmark: World Health Organization Europe.
- World Health Organization. (2004). Global strategy on diet, physical activity and health.
- World Health Organization. (2005). *WHO STEPS surveillance manual: The WHO STEPwise approach to chronic disease risk factor surveillance.* (). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2006). WHO child growth standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development.
- World Health Organization. (2007). *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: A guide for programme managers.* (). Geneva, Switzerland: World Health Organization.

- World Health Organization. (2008). Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids. *From the Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition*, , 10-14.
- World Health Organization. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. (). Geneva, Switzerland: World Health Organization. Recuperado de <https://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf>
- World Health Organization. (2011). WHO anthro for personal computers, version 3.2.2, 2011: Software for assessing growth and development of the world's children [computer software]. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. Geneva: World Health Organization. Recuperado de http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugar_intake_information_note_en.pdf?ua=1
- World Health Organization. (2016). *Sustaining the elimination of iodine deficiency disorders (IDD)*. (). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- World Health Organization. (2021). Obesity and overweight. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- World Health Organization Consultation on Obesity. (1999). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic: Report of a WHO consultation*. (No. 894). Geneva, Switzerland: World Health Organization. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>

- World Health Organization Expert Committee on Physical Status. (1995). *Physical status: The use of and interpretation of anthropometry. report of a WHO expert committee.* (No. 854). Geneva, Switzerland: World Health Organization. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37003/WHO_TRS_854.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- World Health Organization Regional Office for Europe, European Commission. (2016). Spain, physical activity factsheet. Recuperado de http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/288125/SPAIN-Physical-Activity-Factsheet.pdf
- World Health Organization, & Canadian Public Health Association. (1987). Ottawa charter for health promotion. *Bulletin of the Pan American Health Organization (PAHO)*, 21(2), 200-204.
- World Health Organization, International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, & United Nations Children's Fund. (1994). *Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization.* Geneva: World Health Organization.
- Xi, B., Zhang, T., Zhang, M., Liu, F., Zong, X., Zhao, M., & Wang, Y. (2015). Trends in elevated blood pressure among US children and adolescents: 1999–2012. *American Journal of Hypertension*, 29(2), 217-225.
- Xiao, Q., Garaulet, M., & Scheer, F. A. (2019). Meal timing and obesity: Interactions with macronutrient intake and chronotype. *International Journal of Obesity*, , 1.
- Xie, B., Gilliland, F. D., Li, Y., & Rockett, H. R. (2003). Effects of ethnicity, family income, and education on dietary intake among adolescents. *Preventive Medicine*, 36(1), 30-40.


- Zachariah, J. P., Graham, D. A., de Ferranti, S. D., Vasan, R. S., Newburger, J. W., & Mitchell, G. F. (2014). Temporal trends in pulse pressure and mean arterial pressure during the rise of pediatric obesity in US children. *Journal of the American Heart Association*, 3(3), e000725.
- Zhao, Y., Wang, L., Xue, B., & Wang, Y. (2017). Associations between general and central obesity and hypertension among children: The childhood obesity study in china mega-cities. *Scientific Reports*, 7(1), 16895.
- Zimmermann, M. B. (2009). Iodine deficiency. *Endocrine Reviews*, 30(4), 376-408.
- Zimmermann, M. B. (2011). The role of iodine in human growth and development. Paper presented at the *Seminars in Cell & Developmental Biology*, , 22(6) 645-652.
- Zubiaur Cantalapiedra, A., Ruiz Pérez, L., Sanguino López, L., Sánchez Serrano, F., Alfayate Guerra, R., Sánchez-Paya, J., . . . Flores Serrano, J. (2007). Situación nutricional de yodo en la población escolar de alicante. Paper presented at the *Anales De Pediatría*, , 66(3) 260-266.

CAPÍTULO IV

ANEXOS

Article

Assessment of Dietary Iodine Intake in School Age Children: The Cross-Sectional ANIVA Study

María Morales-Suárez-Varela ^{1,2,*} , Isabel Peraita-Costa ^{1,2}, Agustín Llopis-Morales ¹ and Agustín Llopis-Gonzalez ^{1,2}

¹ Department of Preventive Medicine and Public Health, Food Sciences, Toxicology and Legal Medicine, School of Pharmacy, University of Valencia, Vicent Andres Estelles Avenue, Burjassot, 46100 Valencia, Spain; ivperaitacosta@hotmail.es (I.P.-C.); agustinllopis@gmail.com (A.L.-M.); agustin.llopis@uv.es (A.L.-G.)

² Biomedical Research Consortium in Epidemiology and Public Health Network (CIBERESP), Monforte de Lemos Avenue, 3-5, Pavillion 11 Floor 0, 28029 Madrid, Spain

* Correspondence: maria.m.morales@uv.es; Tel.: +34-96-354-4951

Received: 19 October 2018; Accepted: 23 November 2018; Published: 3 December 2018



Abstract: Iodine deficiency is one of the most important health problems in the world. It intervenes in the synthesis of thyroid hormones, which carry out important functions, so that a deficit of this mineral causes alterations of different kinds such as those related to growth. The objective of the present study was to know the prevalence of iodine deficit in the diet of Valencian children from 6 to 8 years old and their relationship with anthropometry. The analysis of the dietary intake was carried out through questionnaires. Thirteen schools participated in the study. The sample studied consists of 661 school children belonging to the Valencian Community, between 6 and 8 years of age: 298 boys and 363 girls. 79.12% of the children did not meet recommended daily iodine intakes. When comparing the groups of girls and boys with an inadequate intake, in general, girls show worse nutritional adequacy. When comparing the groups of girls and boys with sufficient iodine intake, no statistically significant differences were observed. No immediate effects of iodine deficiency on children's anthropometry were observed. Intake of dairy products, fish and iodized salt is recommended, since they can contribute to the diet the iodine required to avoid a deficiency.

Keywords: iodine; children; deficiency; iodine sources; intake; nutrition

1. Introduction

Iodine is an essential element that is carried to the body through dietary intake. As an essential nutrient, iodine plays an important role in the synthesis of thyroid hormone (TH) [1]. The body of a healthy adult individual contains between 15 and 20 mg of iodine of which 70–80% is found in the thyroid [2,3].

Inadequate iodine intake affects the physical and mental development of millions of people around the world [4,5]. Until recently, the problem of iodine deficiency (ID) was basically focused on endemic goiter [6], but recent research has shown that there are other disorders, iodine deficiency disorders (IDD), that may lead to the increase in neonatal mortality and the number of miscarriages, congenital anomalies with permanent neuromotor damage, hearing defects and diminished intellectual capacity and growth [2,7]. In fact, the World Health Organization (WHO) considers ID the main global preventable cause of brain damage in the fetus and infant, and of psychomotor retardation in young children [8].

Even mild early ID may cause lasting and irreparable effects such as neonatal hypothyroidism, low intelligence, skeletal disorders including short stature, and other growth retardation issues [9,10]. Iodine is essential for the synthesis of TH [10] and TH aid in the regulation of fat metabolism, glucose

utilization and protein production [11,12]. TH may also affect bone and muscle development in growing and developing children through the TH receptors present in bone cells and through the hypothalamic-pituitary-thyroid axis [13,14].

The latest data indicate that a total of 25 countries are those that are in situation of ID, so it remains a public health problem in the world. The WHO estimates that 740 million people are currently affected by goiter. Spain was considered by the WHO until 2004 as a country with ID. According to the latest data collected by the IGN, the average levels of ioduria of the Spanish population are 117 µg/L, which indicates that it is at a level of sufficiency [15].

Childhood is a stage in which habits and eating patterns are acquired. A correct diet is necessary so that the growth is optimal and to avoid malnutrition or deficiency diseases, but nowadays, the prevention of future nutritional-based diseases and the establishment of healthy habits is also established as an objective. The assessment of nutritional status allows us to know if the nutrient supply is adequate according to age and sex [16].

In Spain, there is a multidisciplinary working group of the Spanish Society of Endocrinology and Nutrition (SEEN) on disorders related to ID, active for 25 years. Despite this, the application of public health prevention programs has been scarce. In 2005, the Ministry of Health and Consumer Affairs in collaboration with SEEN and United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF) Spain, developed a campaign to encourage the replacement of common salt by iodized salt among pregnant women and the Health Ministries of Andalusia, Catalonia, Galicia, and Basque Country introduced the recommendation of the prescription of potassium iodide during pregnancy and lactation [17].

The objective of the present study is to determine the prevalence of compliance within school children from 6 to 8 years of age in the Valencian Community with the corresponding established Recommended Daily Intake (RDI) values of dietary iodine intake.

This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving human subjects/patients were approved by the ethics committee of the Universitat de Valencia. Written informed consent was obtained from all subjects.

2. Methods

2.1. Population and Sample

The sample studied consisted of 661 schoolchildren belonging to the Valencian Community, between 6 and 8 years of age part of the ANIVA (Antropometria y Nutricion Infantil de Valencia) study, of which 298 were boys (45.08%) and 363 girls (54.92%).

Data collection began with the presentation to the schools of a formal letter and the authorization of the project by the Ministry of Education, Culture and Sport and the University of Valencia. Subsequently, a meeting was arranged with the director and parents' association to present the study. After approval, the school was considered a participating center.

A total of 13 schools participated in the study. The schools were randomly selected within the Valencian Community and all schools contacted agreed to participate. A letter was sent to the parents or guardians with the informed consent attached. After consent was returned, the survey to be completed by parents or guardians was given. This survey consisted of a description of the study, a brief questionnaire aimed at knowing the level of studies of the parents or guardians and the physical activity of the student, as well as a record of the dietary intake (Figure 1).

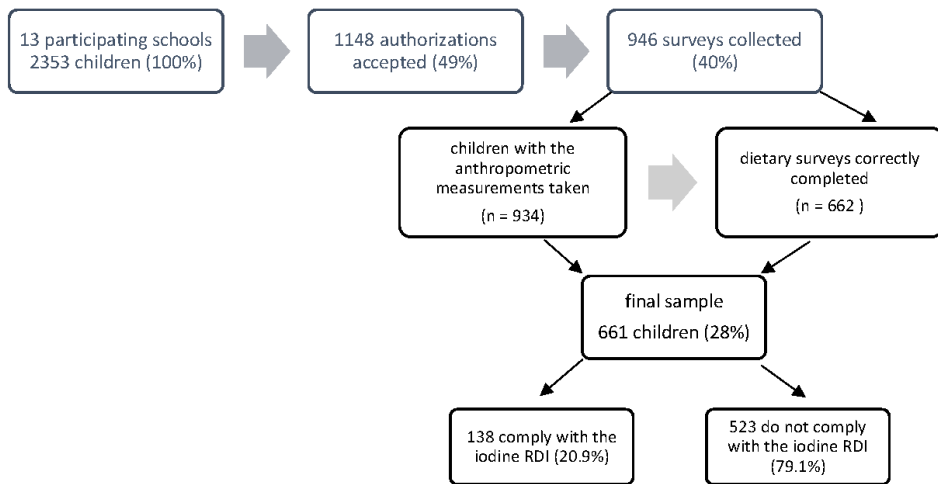


Figure 1. Flow diagram of the study population. RDI: Recommended Daily Intake.

2.2. Anthropometric Measures

The anthropometric data collected were the weight, using a Soehnle electronic scale model 63,760 with a capacity of 150 kg and a precision of 0.1 kg, the height, through a Seca 213 portable stadiometer that allows measuring up to 250 cm with division in millimeters and waist-hip circumference through a tape measure.

Once the values obtained for each individual were recorded, the WHO Anthro software version 3.2.2 of January 2011 (World Health Department of Nutrition, Geneva, Switzerland), the Body Mass Index (BMI) for the age (z-score), the weight for age (z-score) and height for age (z-score). In this way we obtain a comparison between the real values obtained in the measurement of the child and those values of growth that would be optimal. The standard deviation values used in the study are governed by the WHO International Child Growth Standards [18].

2.3. Diet Assessment

The analysis of the dietary intake was carried out through questionnaires of food intake records consumed, previously validated for a pediatric population, over the course of three days, one of which was a holiday. The analysis of the data recorded in the questionnaires was made through the DIAL software for assessing diets and food calculations (Department of Nutrition (UCM) & Alce Ingeniería, S.L. Madrid, Madrid, Spain.), which provides a detailed assessment of the diet by generating macro and micronutrient data corresponding to each individual, these would be included in a database for analysis statistical later. The software has been previously validated and the nutrient database was last updated in August 2018. The database has a table of nutritional composition of more than 800 foods, which contains a vast information on the composition of energy, proteins, lipids, carbohydrates, fiber, minerals, vitamins, cholesterol, fatty acids, amino acids, etc. (up to a total of about 140 different components) of the most common foods. The information of a product can be located not only by the most common name, but also incorporates an extensive list of local, regional or national names, up to more than 2000 different names, to which must be added the possibility of searching through the scientific name and also its equivalence in English. It also uses a table of homemade measurements, with about 1860 entries, with units and rations usually used. Therefore, nutrient intake is estimated using both the type of food consumed and the quantity. The software also allows to estimate the recommended intakes of energy and nutrients according to the individual characteristics of a person: age, sex, weight, physical activity. The questionnaire used was specifically designed to be used with

the DIAL software by the Universidad Complutense Department of Nutrition who are one of the developers of the software.

Iodine intake has been assessed using a dietary intake questionnaire in order to be able to compare these values with the established recommended dietary intake values. This study is part of a larger study (ANIVA) centered on the dietary pattern and habits of the sample population whose results are compiled and derive into nutritional intervention when required.

The tables for the Spanish population of 6 to 8 years old prepared by the Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) in 2010 were used for RDI comparison [19]. RDI is the average daily dietary intake level that is sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97–98 percent) healthy individuals in a particular life stage and gender group while Estimated Average Requirement (EAR) is the daily nutrient level estimated to meet the requirements of half the healthy individuals in a particular life stage and gender group [19]. When an RDI cannot be determined Adequate Intake (AI) is used and defined as the average daily nutrient intake level based on observed or experimentally-determined approximations or estimates of nutrient intake by a group (or groups) of apparently healthy people that are assumed to be adequate [19].

2.4. Physical Activity

The questionnaire used was based on the National Health Survey 2011–2012 conducted by the Ministry of Health, Social Services and Equality of Spain (2013).

The frequency of physical activity carried out by the child was assessed according to: does not perform physical activity; performs physical exercise less than once a month; performs physical exercise one or more times a month but less than once a week; performs physical exercise weekly for a time of less than 2 h; or performs physical exercise weekly for 2 h or more.

2.5. Socio-Educational Level

The child's environment was assessed through questions about the education of the parent/guardian/tutor which was classified into: without studies; primary studies, secondary studies; or university studies and postgraduate university studies.

2.6. Statistical Analysis

The results obtained were analyzed and are reflected in the present study, expressing the values of the means together with their standard deviations for quantitative variables and as a percentage for qualitative ones.

Pearson's ANOVA and Chi-square Test were applied to determine the possible significant differences of the study groups, the first one being applied to the quantitative variables and the second one to the qualitative ones. The computer programs used for the statistical analysis were SPSS (IBM Corp., Armonk, New York, United States of America) and Epidat (Servicio de Epidemiología de la Dirección Xeral de Saúde Pública de la Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, A Coruña, Spain). 95% ($p \leq 0.05$) was taken as a level of statistical significance.

3. Results

The basic characteristics stratified by iodine RDI compliance and sex are summarized in Table 1. A total of 79.1% of the sample had inadequate iodine intake, 56.2% of girls and 43.8% of boys. Schoolchildren who do not comply with the iodine RDI are those who perform an inappropriate physical activity practice ($p = 0.006$). In addition, girls who do not meet the iodine RDI perform less physical activity than boys ($p = 0.001$). However, no statistically significant differences were found according to gender, BMI or educational level of the father/mother.

Table 2 summarizes the nutritional inadequacy according to iodine intake and sex. Average iodine intake in children with adequate intake was $174.9 \pm 168.2 \mu\text{g}/\text{day}$, in contrast, that of children with inadequate intake was $87.9 \pm 17.7 \mu\text{g}/\text{day}$. When comparing groups of girls and boys with inadequate iodine intake, in general, girls show a worse nutritional adequacy. On the other hand, when comparing the groups of girls and boys with sufficient iodine intake, no statistically significant differences were observed between the sexes.

Table 3 analyzes the data regarding the percentage of intake of foods studied by gender and with respect to the compliance or not of the RDI of iodine. In the results it is observed, in spite of not finding statistically significant differences, within the children who comply with the RDI of the iodine, boys are the ones who fulfill a regular intake of fish and dairy products, while, in the schoolchildren who do not comply with RDIs of iodine girls are who meet the regular intake of fish and dairy.

Table 1. Anthropometric characteristics of schoolchildren in relation to iodine intake.

Variables	RDI Compliant (n = 138; 20.9%)				RDI Non-Compliant (n = 523; 79.1%)				p-Value	
	Boys (n = 69; 50%)		Girls (n = 69; 50%)		Boys (n = 229; 43.8%)		Girls (n = 294; 56.2%)			p-Value (Boys vs. Girls)
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
Age (years)	7.5	1.1	7.5	1.1	7.5	1.1	7.6	1.1	0.350	0.642
Weight (kg)	29.9	7.2	29.8	7.2	30.7	8.2	31.2	8.5	0.508	0.126
Height (m)	1.3	0.1	1.3	0.1	1.3	0.1	1.3	0.1	1	0.493
Weight z-score	0.9	1.1	0.7	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	0.634	0.141
Height z-score	0.7	1.0	0.5	1.1	0.7	1.0	0.7	1.1	0.831	0.353
BMI z-score	0.8	1.2	0.7	1.0	0.8	1.4	0.8	1.4	1	0.364
Mothers' educational level (%)										
Low	17.5		13.0		21.8		26.5		0.215	0.061
Average	42.0		42.0		45.5		37.8		0.077	0.368
High	40.5		44.9		32.7		35.7		0.479	0.255
Fathers' educational level (%)										
Low	37.7		36.2		41.5		38.1		0.431	0.789
Average	40.6		43.5		38.9		38.4		0.920	0.882
High	21.7		20.3		19.7		23.5		0.293	0.755
Level of physical activity (%)										
Inadequate	36.2		47.8		40.2		56.1		0.001	0.006
Adequate	63.8		52.2		59.8		43.9		0.001	0.001

RDI, Recommended Daily Intake; Mean and SD were compared with the ANOVA Test and % with the chi-square test; p-Value < 0.05 is considered statistically significant. BMI: Body Mass Index.

Table 2. Nutritional insufficiency in relation to iodine and gender consumption.

Nutrients	RDIs	RDI Compliant (n = 138; 20.9%)				RDI Non-Compliant (n = 523; 79.1%)				p-Value (Total)	
		Boys (n = 69; 50%)		Girls (n = 69; 50%)		Boys (n = 229; 73.8%)		Girls (n = 294; 56.2%)			
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
Iodine (µg)	<EAR	174.9	168.2	149.8	34.4	0.227	18.7	85.5	13.8	0.013	0.001
Iodine (µg)	<EAR	138.0*	33.0**	136.0*	35.0**	0.620	88.0*	85.3*	30.0**	0.069***	0.001
Total energy (kcal)	>EAR	2587.3	401.9	2533.6	504.0	0.760	2204.8	2071.6	363.2	0.001	0.001
Proteins (g)	>EAR	113.5	18.5	110.6	24.3	0.433	89.6	84.5	20.7	0.006	0.001
Carbohydrates (g)	<EAR	257.9	47.4	248.4	60.9	0.307	228.5	210.2	37.7	0.001	0.001
Fat (g)	>EAR	117.9	24.3	118.1	24.4	0.950	99.4	95.56	23.6	0.062	0.001
Cholesterol (mg)	>EAR	433.7	119.6	434.8	109.7	0.955	320.6	299.6	93.6	0.014	0.001
Dietary fiber (g)	<AI	20.2	5.7	19.0	5.4	0.190	18.2	16.7	5.3	0.039	0.003
Vitamin B1 (mg)	<EAR	1.7	0.5	1.7	0.8	0.857	1.5	1.4	0.5	0.101	0.001
Vitamin B2 (mg)	<EAR	2.3	0.6	2.5	2.4	0.410	1.9	1.7	0.5	0.001	0.001
Niacin (mg)	<EAR	46.0	9.8	43.9	10.8	0.244	34.7	32.9	8.3	0.013	0.001
Vitamin B6 (mg)	<EAR	2.5	0.7	2.7	2.4	0.396	2.1	2.0	0.6	0.044	0.001
Folic acid (µg)	<EAR	282.5	94.6	280.4	94.6	0.893	237.9	226.5	80.9	0.105	0.001
Vitamin B12 (µg)	<EAR	8.2	3.6	7.9	3.4	0.582	6.8	5.8	3.2	0.041	0.001
Vitamin C	<EAR	113.0	53.1	114.3	60.3	0.891	100.5	90.3	43.4	0.012	0.001
Biotin (µg)	<EAR	35.1	8.8	33.8	8.0	0.345	28.2	25.6	8.6	0.001	0.001
Ac. Pantothenic (mg)	<EAR	6.8	1.1	6.8	1.7	0.966	5.6	5.1	1.3	0.001	0.001
Vitamin A (µg)	<EAR	1174.4	599.0	1246.2	888.1	0.578	1113.5	864.0	437.9	0.005	0.011
Vitamin D (µg)	<EAR	4.4	2.7	4.6	3.7	0.742	3.2	3.2	2.4	0.969	0.001
Vitamin E (mg)	<EAR	10.6	3.5	10.0	4.1	0.374	8.0	7.9	3.1	0.908	0.001
Calcium (mg)	<EAR	1166.4	234.2	1187.1	378.6	0.699	926.1	873.2	229.9	0.008	0.001
Iron (mg)	<EAR	15.8	5.2	15.1	4.6	0.405	13.3	12.3	3.9	0.010	0.001
Magnesium (mg)	<AI	343.4	77.5	338.9	79.9	0.736	276.2	263.5	60.2	0.031	0.001
Zinc (mg)	<EAR	11.3	1.8	11.0	2.5	0.471	9.3	8.8	2.1	0.004	0.001
Selenium (mg)	<EAR	154.5	39.3	143.6	40.6	0.111	107.3	103.9	28.9	0.080	0.001
Sodium (mg)	<EAR	2921.7	733.8	2945.4	1060.7	0.878	2209.0	2054.3	637.6	0.010	0.001
Potassium (mg)	<EAR	3356.8	544.4	3396.8	797.3	0.731	2725.5	2684.0	2088.8	0.771	0.001
Fluoride (µg)	<AI	376.3	297.9	344.0	195.6	0.453	335.1	321.6	61.0	0.610	0.243
Phosphorus (mg)	<EAR	1800.8	275.5	1808.5	390.9	0.894	1415.3	269.6	1327.4	0.001	0.001

AI: Adequate intake; TEV: Total energy value; EAR: Estimated average requirement; RDI: Recommended daily intake; EAR values: carbohydrates (50–60% TEV); proteins (10–15% TEV); calcium (20 mg/g); fat (30–35% TEV); thiamin (0.8 mg/day); riboflavin (1.2 mg/day); niacin (12 mg/day); vitamin B6 (1.4 mg/day); biotin (12 µg/day); vitamin B12 (1.5 µg/day); folic acid (200 µg/day); vitamin C (55 mg/day); vitamin A (400 µg/day); vitamin E (8 mg/day); calcium (800 mg/day); phosphorus (700 mg/day); iron (9 mg/day); zinc (10 mg/day); iodine (90 µg/day); selenium (30 µg/day); AI: pantothenic acid (3 mg/day); magnesium (180 mg/day); fluorine (1000 µg/day); A consumption of carbohydrates <50% TEV, proteins > 15% TEV, and fats > 35% TEV was considered inadequate; Mean and SD were compared with the Student's t-test; p-Value <0.05 is considered statistically significant. * Median. ** Interquartile range. *** Median and interquartile range were compared with the Mann–Whitney U test; p-Value < 0.05 is considered statistically significant.

Table 3. Consumption of fish and dairy products of the sample studied by gender and with respect to the suitability of the iodine RDI.

Consumption of Fish and Dairy Products	RDI Compliant (n = 138; 20.9%)			RDI non-Compliant (n = 523; 79.1%)			p-Value (Compliant Boys vs. Non-Compliant Boys)	p-Value (Compliant Girls vs. Non-Compliant Girls)
	Boys (n = 69; 50%) %	Girls (n = 69; 50%) %	p-Value (Compliant vs. Non-Compliant)	Boys (n = 229; 73.8%) %	Girls (n = 294; 56.2%) %	p-Value (Compliant vs. Non-Compliant)		
Regular consumption of fish (at least 2 or 3 times / week)	Compliant	20.3	15.9	0.659	19.2	21.1	0.843	0.337
	Non-compliant	79.7	84.1		80.8	78.9		
Consumption of dairy products at breakfast	Compliant	8.7	4.3	0.493	3.1	6.1	0.094	0.778
	Non-compliant	91.3	95.7		96.9	93.9		
Consumption 2 yogurts and / or 40 g of cheese per day	Compliant	30.4	29.0	1.000	19.7	23.8	0.058	0.370
	Non-compliant	69.6	71.0		80.3	76.2		

RDI: Recommended Daily Intake; % were compared with the chi-square test; p-Value <0.05 is considered statistically significant.

4. Discussion

The US Institute of Medicine recommends the intake of 90 µg daily of iodine for children under 4–8 years of age [20] and WHO 120 µg daily of iodine for those aged 6–12 years [5]. On the other hand, the EFSA estimates that adequate iodine intake for children between 4 and 10 years of age is 90 µg/day [21]. The results obtained in the study warn of an insufficiency of the iodine intake of 79.1% of the Valencian children between 6 and 8 years studied when the 90 µg/day cutoff is used given that it is the recommended intake according to age, sex, weight, and physical activity of the population studied as determined by FESNAD.

Daily ioduria excretion is considered the most reliable measurement of iodine nutritional status of an individual [22–24], however, previous studies, using different dietary iodine intake assessment methods than the present study, have shown a correlation between ioduria levels and dietary intake assessment results [25,26]. The reason iodine nutritional status is not measured using ioduria levels here is that the present work is part of a larger observational research study centered on the nutritional intake of a pediatric population where dietary pattern and habits are the main focus since one of the main objectives is to be able to establish adequate dietary intervention recommendations.

Due to the lack of similar studies assessing dietary iodine intake, the results of this study are compared to those of studies in which ioduria was assessed. Ioduria studies are carried out in schoolchildren because they constitute a group congregated in the same place and are representative of the general state of ID. experts at an international level have determined that they are the tracer group to measure the impact of interventions for the eradication of IDD [27]. The fluctuations in concentrations within a population reflect changes in iodine nutritional status which may result from changes in societal and commercial practices while fluctuations within an individual can be the result of differences in daily iodine intake. water consumption and/or physical activity [22].

Studies have been conducted in different areas of Spain, which reflect iodine sufficiency in the majority of the school population. A study carried out in Lleida in 6-year-old children shows a median ioduria of 234.41 µg/L [28]. In a study in the Basque Country, the median iodine ranged between 131–161 µg/L for the same age range [29]. The Tirokid study, which includes 11 Spanish communities, determined in 2016 an adequate level of iodine in 44.1% of children aged 6 to 7 years and a median iodine level of 173 µg/L. Within the Valencian Community, one study showed a median ioduria of 155 µg/L in children aged 6–14 years and ranged from 155–165 µg/L in the age range of 6–8 years [30]. Another one carried out a year later in children from 6 to 11 years old indicated that the median level of iodide was 188 µg/L, and among school children from 6 to 8 years old the values of this were between 137.5–204 µg/L [31]. The children of our sample (20.88%) were below the adequacy iodide levels of schoolchildren in the studies carried out in Alicante (86.5%) [31], Lleida (67.49%) [28], or the Tirokid study (44.1%) [30].

It was considered important to analyze the students' environment in order to determine possible external factors could affect nutritional intake. The educational level of the parents was predominantly secondary studies, however, among the group of children who meet the iodine RDI there were more parents with university education. The mothers had more schooling in relation to the fathers, especially those who met the iodine RDI. In a previous study, a parental low level of education was associated with insufficient iodine intake while a high level of education was associated with higher intake of both iodized salt and milk [32]. The "Tirobus project", carried out on the general population, did not show significant differences between iodine intake according to education and occupation [33].

Physical activity is another factor to consider. In the present study, schoolchildren who did not comply with the iodine RDI were those who performed an inappropriate level of physical activity. In addition, girls who do not meet the iodine RDI performed less physical activity than boys. In children over 5 years of age, daily physical activity of at least one hour and of moderate to vigorous intensity is recommended. The promotion of outdoor physical activity and limiting the use of the screen is also intended [34].

In our study, among school children that met the iodine RDI and those who did not, there were significant differences in energy intake and the majority of macro and micronutrients studied. Intakes were unbalanced and the energy intake exceeded the recommendations for this age group. If this continues, it could result in an inadequate supply of micronutrients of great relevance in metabolism, development, and growth, and, in turn, an increase in the possibility of obesity and chronic cardiovascular diseases.

Among the foods that contribute the most iodine are seafood and dairy products. Fish intake in most of our study sample was less than 2 times a week, similar to the results obtained in a 2015 study [31]. In the Tirokid study, median fish intake was twice a week [32]. In a 2010, a relationship was established between fish intake and attendance at the school canteen, with a lower intake of fish among children who do not go to the canteen. They associate this relationship with the fact that the school canteen ensures the contribution of fish since the menu is made following nutritional recommendations [28]. Regarding dairy products, more than 90% of the schoolchildren did not consume them at breakfast. The children in the group who complied with the iodine RDI were those who consumed more of these products at breakfast. The intake of dairy products in meals other than breakfast seemed to occur more frequently, however, most students would have difficulty ingesting the 2–3 currently recommended dairy rations that would comprise their daily iodine intake [35]. The milk intake values of our sample differ from those of the Tirokid study, since 81% of the children in that study ingested 2 or more dairy products a day, and 80% ate cheese at least once a week [32]. As for Lleida schoolchildren, 90.65% drank milk daily, and it was determined that the risk of iodine deficit among those who only consumed milk one day a week was greater than those who did it daily [28]. Among the students in our study, we did not find significant differences between the groups regarding the intake of fish, cheese, and yoghurts or dairy products at breakfast, so possibly the adequacy or not of the iodine RDI in our sample was given to the intake of milk in other foods not reported, or the intake of foods that provide iodine. It is also possible to consider the different cooking methods since the process of food production reduces its iodine content in different degrees, being on average 20% in the case of frying, 23% in roasting, and 58% in boiling [36].

As we have mentioned before, the composition in iodine of different foods is affected by different elements, therefore knowing the composition in this element in fortified foods or those that benefit from the contribution of animal iodine that produces them can facilitate the adequacy of the population to the established recommendations.

In the study carried out in 2015, an average concentration of iodide in UHT milk in Spain was determined which fluctuated throughout the year. They calculated that a ration of milk provided around 50 µg/day of iodine, 42% of what children from 6 to 8 years would need. Although no statistically significant differences were found, the skimmed milk possessed the most iodine, then the semi-skimmed, and finally the whole milk [37].

On the other hand, iodized salt in Spain is a fortified product chosen for its daily intake as a vehicle for the supply of iodine. The intake of half a tablespoon of coffee or of iodized salt a day provides 150 µg of iodine [38]. Therefore, the WHO recommends that in order to achieve an adaptation to iodine intake 90% of households should consume iodized salt, as well as the universalization of iodized salt.

5. Limitations

One of the main limitations of the study is that while the difference in mean iodine intake between the RDI compliant and non-compliant group is large—87.0 µg for boys and 65.2 µg for girls—the non-compliant group almost meets the RDI which for iodine in this age group is 90 µg/day. The mean intakes for non-compliant boys and girls are 97.6% and 93.9% of the RDI respectively. The fact that the non-compliant group is so close to meeting the RDI could account in part for the lack of significant differences in the anthropometric values of the children studied.

Another limitation is derived from the selected values of iodine in the foods which may impact the estimated iodine intake. These values were not selected by the authors and are a proprietary part of the DIAL software package which could not be evaluated by the authors. However, the software is validated for dietary intake estimation, has been updated very recently and therefore its reliability is not in question.

Finally, the results in this study need to be interpreted with caution given that no biochemical biomarkers of iodine status were collected and the estimated intake values could not be contrasted. Future studies should aim to include both dietary and biochemical data to present a more complete picture of iodine status.

6. Conclusions

From these results it has been concluded that 79.1% of the Valencian children aged 6 to 8 years studied do not comply with the iodine RDI. The intake of foods with a high iodine content is below the recommendations, therefore, the institutions should make families aware of the need for the intake of iodized salt for the prevention of pathologies derived from ID. In Spain, with an adequate intake of dairy products and iodized salt, the levels recommended for children of school age could be achieved. The prevention of ID should be done especially at growing ages, given the importance of this mineral in the formation of body structures.

Author Contributions: M.M.-S.-V.: Study design, data analysis, drafting the article, critical revision of the article, and final approval of the version to be published. I.P.-C.: Data analysis, drafting the article, critical revision of the article, and final approval of the version to be published. A.L.-M.: Data collection, data analysis, and final approval of the version to be published. A.L.-G.: Study design, data analysis, critical revision of the article, and final approval of the version to be published.

Funding: This research received no specific grant from any funding agency, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflicts of Interest: The authors report no conflict of interest.

References

1. Ma, Z.F.; Skeaff, S.A. *Iodine Deficiency Disorders and Their Elimination*; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2017.
2. Zimmermann, M.B. Iodine Deficiency. *Endocr. Rev.* **2009**, *30*, 376–408. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Wayne, E.J.; Koutras, D.A. *Clinical Aspects of Iodine Metabolism*; Blackwell Scientific Publications: Oxford, UK, 1964.
4. Andersson, M.; Takkouche, B.; Egli, I.; Allen, H.E.; Benoist, B.D. Current Global Iodine Status and Progress Over the Last Decade Towards the Elimination of Iodine Deficiency. *Bull. World Health Organ.* **2005**, *83*, 518–525. [[PubMed](#)]
5. World Health Organization. *Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination: A Guide for Programme Managers*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2007.
6. Laurberg, P.; Nøhr, S.; Pedersen, K.; Hreidarsson, A.; Andersen, S.; Pedersen, I.B.; Knudsen, N.; Perrild, H.; Jørgensen, T.; Ovesen, L. Thyroid Disorders in Mild Iodine Deficiency. *Thyroid* **2000**, *10*, 951–963. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Zimmermann, M.B. The Role of Iodine in Human Growth and Development. *Semin. Cell Dev. Biol.* **2011**, *26*, 645–652. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
8. World Health Organization. *Sustaining the Elimination of Iodine Deficiency Disorders (IDD)*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2005; Volume 6.
9. Remer, T.; Johnner, S.A.; Gartner, R.; Thamm, M.; Kriener, E. Iodine Deficiency in Infancy—A Risk for Cognitive Development. *Dtsch. Med. Wochenschr.* **2010**, *135*, 1551–1556. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
10. Pearce, E.N. Iodine Deficiency in Children. *Endocr. Dev.* **2014**, *26*, 130–138. [[PubMed](#)]
11. Tarim, O. Thyroid Hormones and Growth in Health and Disease. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.* **2011**, *3*, 51–55. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Rivkees, S.A.; Bode, H.H.; Crawford, J.D. Long-Term Growth in Juvenile Acquired Hypothyroidism. *N. Engl. J. Med.* **1988**, *318*, 599–602. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

13. Abu, E.O.; Bord, S.; Horner, A.; Chatterjee, V.; Compston, J. The Expression of Thyroid Hormone Receptors in Human Bone. *Bone* **1997**, *21*, 137–142. [CrossRef]
14. Bassett, J.D.; Williams, G.R. Critical Role of the Hypothalamic-pituitary-thyroid Axis in Bone. *Bone* **2008**, *43*, 418–426. [CrossRef] [PubMed]
15. Iodine Global Network (IGN). *Two Decades of Progress against Iodine Deficiency: 1993–2015*; IGN: Ottawa, ON, Canada, 2016; Volume 2017.
16. Ma taix Verdú, J.; Nutrición, Y. *Alimentación Humana. II. Situaciones Fisiológicas Y Patológicas*, 2nd ed.; Ergon: Madrid, Spain, 2009.
17. Vila, L. Avances En La Erradicación De La Deficiencia De Yodo En España. *Endocrinología Nutrición* **2010**, *57*, 87–89. [CrossRef] [PubMed]
18. World Health Organization (WHO). *Child Growth Standards: Length/Height-for-Age. Weight-for-Age. Weight-for-Length. Weight-for-Height and Body Mass Index for Age*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2006; Volume 2018.
19. Cuervo, M.; Abete, I.; Baladia, E.; Corbalan, M.; Manera, M.; Basulto, J.; Martínez, A. *Ingestas Dietéticas De Referencia (IDR) Para La Población Española*; EUNSA/Astrolabio: Pamplona, Spain, 2010.
20. Trumbo, P.; Yates, A.A.; Schlicker, S.; Poos, M. Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *J. Am. Diet. Assoc.* **2001**, *101*, 294–301. [CrossRef]
21. Arrizabalaga, J.J.; Jalón, M.; Espada, M.; Cañas, M.; Arena, J.M.; Vila, L. Estado De Nutrición De Yodo Y Prevalencia De Concentraciones Anormales De TSH En La Población Escolar De 6-7 Años De La Comunidad Autónoma Del País Vasco. *Endocrinol. Diabetes Nutr.* **2018**, *65*, 245–310. [CrossRef] [PubMed]
22. Soldin, O.P. Controversies in Urinary Iodine Determinations. *Clin. Biochem.* **2002**, *35*, 575–579. [CrossRef]
23. World Health Organization; International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders; UNICEF. *Indicators for Assessing Iodine Deficiency Disorders and their Control through Salt Iodization*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1994.
24. Stanbury, J.B.; Hetzel, B.S. *Endemic Goiter and Endemic Cretinism; Iodine Nutrition in Health and Disease*; Wiley: New York, NY, USA, 1980.
25. Rasmussen, L.B.; Ovesen, L.; Christiansen, E. Day-to-Day and within-Day Variation in Urinary Iodine Excretion. *Eur. J. Clin. Nutr.* **1999**, *53*, 401. [CrossRef] [PubMed]
26. Kim, J.Y.; Moon, S.J.; Kim, K.R.; Sohn, C.Y.; Oh, J.J. Dietary Iodine Intake and Urinary Iodine Excretion in Normal Korean Adults. *Yonsei Med. J.* **1998**, *39*, 355–362. [CrossRef] [PubMed]
27. Dunn, J.T.; Haar, F.V.D. *A Practical Guide to the Correction of Iodine Deficiency*; International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders: The Hague, The Netherlands, 1990; Volume 3.
28. Bert, R.C.; Mora, J.M.; Salud, J.P.; Farran, R.A. Estudio De Prevalencia De La Deficiencia De Yodo En Una Población Escolarizada De 6 Años. *Anales Pediatría* **2010**, *72*, 331–338. [CrossRef] [PubMed]
29. Arrizabalaga, J.J.; Larrañaga, N.; Espada, M.; Amiano, P.; Bidaurrezaga, J.; Latorre, K.; Gorostiza, E. Evolución Del Estado De Nutrición De Yodo En Los Escolares De La Comunidad Autónoma Del País Vasco. *Endocrinol. Nutr.* **2012**, *59*, 474–484. [CrossRef] [PubMed]
30. Roig, B.P.; Herráez, N.A.; Alfaro, A.M.; Rigual, F.C.; Moreno, S.S. Bocio Endémico Y Déficit De Yodo: ¿sigue Siendo Una Realidad En España? *Anales Pediatría* **2006**, *65*, 234–240. [CrossRef]
31. Cantalapiedra, A.Z.; Pérez, L.R.; López, L.S.; Serrano, F.S.; Guerra, R.A.; Sánchez-Paya, J.; Alfonso, A.P.; Serrano, J.F. Situación Nutricional De Yodo En La Población Escolar De Alicante. *Anales Pediatría* **2007**, *66*, 260–266. [CrossRef]
32. Vila, L.; Donnay, S.; Arena, J.; Arrizabalaga, J.; Pineda, J.; Garcia-Fuentes, E.; García-Rey, C.; Marín, J.; Serra-Prat, M.; Velasco, I. Iodine Status and Thyroid Function among Spanish Schoolchildren Aged 6–7 Years: The Tiroid Study. *Br. J. Nutr.* **2016**, *115*, 1623–1631. [CrossRef] [PubMed]
33. Ballester, L.V.; Candil, S.D.; Reymunde, T.I.; Escofet, F.S.; Henzi, F.T.; Jaramillo, S.T.; Alcázar, J.; Tapias, M.J.; Torres, Y.; Puig-Domingo, M. Evaluación De Los Hábitos Alimentarios Relacionados Con La Ingesta De Yodo. El Estado Nutricional De Yodo Y Disfunción Tiroidea En Cuatro Poblaciones no Seleccionadas (Proyecto Tiobus). *Endocrinol. Nutr.* **2010**, *57*, 407–413. [CrossRef] [PubMed]
34. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. *Recomendaciones Sobre Actividad Física. Sedentarismo Y Tiempo De Pantalla*. 2015, 2018. Available online: https://www.msccs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Tabla_resumen_Recomendaciones_ActivFisica.pdf (accessed on 11 April 2018).

35. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Pirámide De Alimentación Saludable. 2015, 2018. Available online: <http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/piramide-de-la-alimentacion-saludable-senc-2015> (accessed on 11 April 2018).
36. Goindi, G.; Karmarkar, M.; Kapil, U.; Jagannathan, J. Estimation of Losses of Iodine during Different Cooking Procedures. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* **1995**, *4*, 225–227. [[PubMed](#)]
37. Arrizabalaga, J.J.; Jalón, M.; Espada, M.; Cañas, M.; Latorre, P.M. Concentración De Yodo En La Leche Ultrapasteurizada De Vaca. Aplicaciones En La Práctica Clínica Y En La Nutrición Comunitaria. *Med. Clin.* **2015**, *145*, 55–61. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
38. Real Decreto 1424/1983. De 27 De Abril. Por El Que Se Aprueba La Reglamentación Técnico-Sanitaria Para La Obtención. Circulación Y Venta De La Sal Y Salmueras Comestibles. (BOE Núm. 130. De 1 De Junio De 1983). 1983. Available online: <https://www.boe.es/boe/dias/1983/06/01/pdfs/A15261-15264.pdf> (accessed on 31 May 2018).



© 2018 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Total body skeletal muscle mass and diet in children aged 6–8 years: ANIVA Study

Maria Morales-Suarez-Varela, Isabel Peraita-Costa, Carlos Guillamon Escudero, Agustin Llopis-Morales, and Agustin Llopis-Gonzalez

Abstract: The objective was to assess if there was any relationship between the amount of skeletal muscle mass (SMM) in children aged 6–8 years and their nutritional intake. The Valencian Anthropometry and Child Nutrition (ANIVA) study is a cross-sectional study with children aged between 6–8 years ($n = 1988$) from schools in Valencia. Children were distributed into 4 groups for comparison: normal and high SMM and by sex. Anthropometric data were obtained following World Health Organization protocols. Nutritional intake was measured using a prospective 3-day food journal and the KIDMED questionnaire. Of the whole child sample, 63.9% had high SMM values. No differences were found in adherence to a Mediterranean diet or absolute energy intake. Significant differences were found in the proportion of energy intake in relation to estimated energy requirements and between nutritional intake of certain macro or micronutrients with SMM. This study provides values of SMM for children. Children's adherence to a Mediterranean diet was not related to total SMM. At the same time, the consumption of excess calories or overeating is associated with SMM, with those children overeating more having lower SMM values. The differences in the intake of the other macro- and micronutrients were not associated with children's SMM.

Key words: skeletal muscle mass, children, energy intake, anthropometric, diet, ANIVA.

Résumé : L'objectif est d'évaluer s'il existe un lien entre la quantité de masse musculaire squelettique (« SMM ») chez les enfants de 6 à 8 ans et l'apport nutritionnel. L'étude ANIVA (Anthropométrie et nutrition infantile à Valence) est une étude transversale menée auprès d'enfants âgés de 6 à 8 ans ($n = 1988$) et provenant d'écoles de Valence. À des fins de comparaison, on répartit les enfants dans quatre groupes: sexe, SMM normale et élevée. Les données anthropométriques sont obtenues selon les protocoles de l'Organisation mondiale de la Santé. L'apport nutritionnel est mesuré à l'aide d'un cahier alimentaire prospectif de trois jours et du questionnaire KIDMED. Sur l'ensemble de l'échantillon d'enfants, 63,9 % présentent des valeurs élevées de SMM. On ne note aucune différence entre l'adhésion au régime méditerranéen ou à l'apport énergétique absolu. Des différences significatives sont observées entre la proportion d'apport énergétique et les besoins énergétiques estimés et entre l'apport nutritionnel de certains macro ou micronutriments et la SMM. Cette étude procure des valeurs de SMM chez les enfants. L'adhésion des enfants à un régime méditerranéen n'est pas liée à la SMM totale. En même temps, la consommation de calories en trop ou trop manger est associée à la SMM; les enfants mangeant trop présentent une SMM plus faible. Les différences entre la consommation des macro- et micronutriments ne sont pas associées à la SMM des enfants. [Traduit par la Rédaction]

Mots-clés : masse musculaire squelettique, enfants, apport énergétique, anthropométrie, régime, ANIVA.

Introduction

An important modifiable factor that affects the musculoskeletal system is diet (Carbone et al. 2012; Koltzko et al. 2016; Rasbold et al. 2016). Understanding the role of dietary patterns and individual nutrients in maintaining skeletal muscle health is advantageous. Nutrients are not eaten in isolation and when eaten together over a period of time can have interactive and cumulative effects (Hu 2002). It is, therefore, relevant to investigate overall dietary patterns to explain the effects of nutrition on health.

A Mediterranean diet is characterized by the consumption of vegetable oil, fruits, vegetables, legumes, cereals, nuts, moderate intake of dairy, fish, poultry, and eggs and low intake of red meats (Willett et al. 1995). Higher adherence to a Mediterranean diet has been associated with a significant improvement in health status and may reduce the risk of chronic noncommunicable diseases

since childhood (Agostinis-Sobrinho et al. 2018; Badimon et al. 2010; de Batlle et al. 2008; Fernandez-Barres et al. 2016; Netting et al. 2014; Renzella et al. 2018; Simopoulos 2001; Sofi et al. 2008, 2010).

Skeletal muscle mass (SMM) significantly affects locomotion and maintenance of posture and, as the most abundant insulin-sensitive tissue, plays a crucial role in systemic glucose metabolism (Benson et al. 2006; Steene-Johannessen et al. 2009). Given the rapid musculoskeletal development during the first years of life, maintaining appropriate energy balance and following appropriate dietary recommendations along with regular physical activity will aid in promoting optimal musculoskeletal development during growth (Kindler et al. 2015). In addition, SMM plays a key role in preventing the risk of certain diseases such as obesity, which is reaching historic highs in children (Ajejas Bazan et al.

Received 16 September 2018. Accepted 11 January 2019.

M. Morales-Suarez-Varela, I. Peraita-Costa, and A. Llopis-Gonzalez. Public Health and Environmental Care Unit, Department of Preventive Medicine and Public Health, University of Valencia, Av. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100, Burjassot, Spain; CIBER of Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Av. Monforte de Lemos, 3-5. Pabellón 11. Planta 0 28029 Madrid, Spain.

C. Guillamon Escudero and A. Llopis-Morales. Public Health and Environmental Care Unit, Department of Preventive Medicine and Public Health, University of Valencia, Av. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100, Burjassot, Spain.

Corresponding author: M. Morales-Suarez-Varela (email: maria.m.morales@uv.es).

Copyright remains with the author(s) or their institution(s). Permission for reuse (free in most cases) can be obtained from [RightsLink](https://www.copyright.com).

2018), cardiovascular diseases, insulin resistance, diabetes, sarcopenia, and osteoporosis (Wolfe 2006).

The relevance of SMM in metabolic terms increases from an individual's childhood to advanced age (Goodpaster et al. 2006; Karakelides and Nair 2005). Furthermore, high body-fat levels may act in synergism with less SMM because adiposity is also closely related to insulin resistance (Després 2006). Thus, SMM ratios and measures of fatness, such as the skeletal muscle-to-body fat ratio, could well predict the development of metabolic disease (Park and Yoon 2013).

The use of SMM as a surveillance tool is limited by the absence of normative data across the age spectrum for children and adolescents that would enable the identification of those with low or high SMM values (Pietrobelli et al. 2003). This variable often goes unnoticed and strategies should be developed to preserve and/or increase SMM since childhood. Childhood is a period of human life in which adopting good lifestyle habits is key, and in which the family and socioeconomic situation is decisive (Campbell et al. 2007; Hill et al. 2016).

Given this and having reviewed the literature about SMM, it was discovered that information about pediatric SMM and its relationship with nutrition in children is lacking. This can be most important, especially in the earliest human development stages when the adoption of eating patterns or healthy lifestyles are in full swing. From this starting point, the present study is an approach to see the interrelation between the total amount of SMM with macro- and micronutrient intake and adherence to a Mediterranean diet.

To the best of the authors' knowledge, no previous study has specifically sought to determine SMM values for Spanish children and their relation to diet. The aim of this study was to obtain SMM and nutritional intake data in Spanish children aged 6–8 years with the main objective of studying the relationship between SMM values and absolute macro- and micronutrient intake and the secondary objective of studying the relationship between SMM values and adherence to the Mediterranean diet.

Materials and methods

The study protocol was reviewed and approved by the University of Valencia Institutional Review Board (UV, Ethics Committee 2014/29630). It complies with the Declaration of Helsinki guidelines and was approved by the Autonomous Secretariat of Education, Generalitat Valenciana, Valencia, Spain, and written consent was obtained from all children's parents/guardians.

Participants

This cross-sectional study used the Anthropometry and Child Nutrition of Valencia (ANIVA) (Morales-Suárez-Varela et al. 2015) data from Valencia, Spain, of children aged 6 to 9 years. For this study, only children aged 6 to 8 years were selected. The ANIVA data of the Valencian children aged 6–8 years who had undergone an anthropometric examination between January 2017 and March 2018 for this study were analyzed (Morales-Suárez-Varela et al. 2015). The survey followed a stratified multiple-stage grouped probability sampling procedure to select a representative sample of children enrolled in public and private schools in Valencia. Only children for whom parental consent was obtained were measured in this study. Data on date of birth and sex were collected together with anthropometry data. Measurements were taken at various times throughout the school day, with no constraints imposed on prior meals, drinks, or exercise patterns, which is a situation that would pertain to a clinical setting. Children were individually coded and data remained anonymous. Children were selected by random sampling with conglomerates in 2 stages: (i) schools were selected from the lists provided by the Regional Educational Authorities (i.e., public vs private vs state-assisted), a factor used as an approximate indicator of socioeconomic status; and (ii) classrooms and students were selected.

Before beginning the study, it was presented to the Board of Governors of each participating school. A letter was sent to the parents/legal guardians of all children invited to participate in this study. The letter explained the objectives and tests that would be carried out and indicated that all parents/guardians would have to give their written informed consent for their child to participate in the study. It was also indicated that the collected data would remain confidential in accordance with the Spanish Personal Data Protection Act.

For all the children, the following inclusion criteria were applied: (i) aged between 6 and 8 years; (ii) enrolled in 1 of the 21 selected schools; and (iii) informed consent signed by parent/guardian. The exclusion criteria were (i) clinical diagnosis of chronic disease with dietary prescription; (ii) absence from school on the days arranged to take the body weight and height measures; and (iii) incomplete dietary records. The initial sample included 2323 children of both sexes, of whom 9.51% declined or refused to participate ($n = 221$). The subjects who presented chronic disease with dietary prescription ($n = 2$), did not complete the dietary records ($n = 75$), and were not present on the day that anthropometric measurements were taken ($n = 37$) were not included in the study. The overall percentage of participation was 90.49% and the final sample included 1988 children (Fig. 1).

Examination protocol and measurements

Parents or legal guardians were interviewed using a questionnaire to obtain information about the age, sex, medical history, medications, and the use of vitamin and mineral supplements of their children.

Anthropometric measurements and body composition

The anthropometric measurements taken during the health examination were taken following the standard procedures described by the World Health Organization (WHO) 2006, with children barefoot and wearing light clothing. Anthropometric measurements were taken twice and averaged. Weight (kg) was measured on a calibrated electronic digital scale (TANITA BC45N; Tanita, Tokyo, Japan; accuracy of 0.05 kg). Height (cm) was measured with an accuracy of 0.1 cm using a stadiometer (SECA 213; seca GmbH & Co. KG., Hamburg, Germany).

SMM

To evaluate SMM, the Lee body weight and height model equation (Lee et al. 2000) was used with the obtained anthropometric measurement data of weight and height along with age, sex, and race. Having obtained the results, children were classified according to the amount of SMM in kilograms using the normality ranges obtained through Webber and Barr equations (Webber and Barr 2012) based on age, sex, and ethnicity, with the following ranges of normality of the results: boys aged 6 years [3.268–11.048 kg], boys aged 7 years [3.965–13.031 kg], boys aged 8 years [4.504–14.872 kg], girls aged 6 years [3.744–7.963 kg], girls aged 7 years [4.152–9.007 kg], and girls aged 8 years [4.615–10.107 kg].

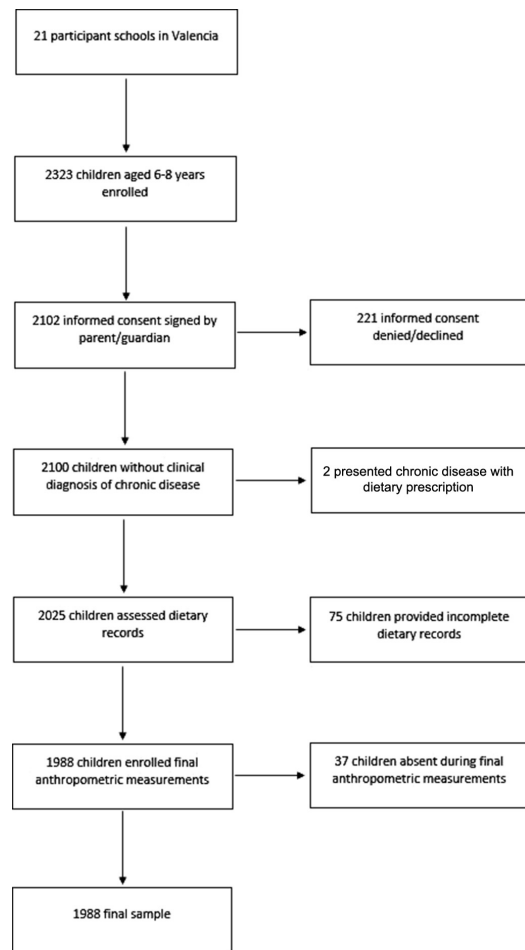
After checking the results, which were adjusted for age and sex of SMM in kilograms, children that fell beyond (further than) the normal ranges were grouped into the high SMM group, children that fell within the normal ranges were grouped into the normal SMM group, and children that fell below the normal range were classified as low SMM.

Physical activity

To assess children's physical activity, parents were asked to report the number of days per week that their children practiced physical activity and the duration of these sessions in minutes (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad 2014). Physical activity was classified into 5 levels:

- Sedentary: no physical activity.
- Lightly active: physically active (60 min) less than once a month.

Fig. 1. Recruitment of children for participation.



- Moderately active: physically active (60 min) at least once a month but less than once a week.
- Very active: physically active (60 min) once or twice a week.
- Extremely active: physically active (60 min) more than twice a week.

Nutritional intake

To assess intake of macronutrients and micronutrients, parents and legal guardians were asked to record all the foods eaten and beverages drunk by their child over a 3-day period, and they had to include a nonschool day (e.g., Saturday or Sunday) (Barrett-Connor 1991; Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes 2000; Ortega et al. 2006).

Parents/legal guardians were provided with written guidance as to how to properly complete dietary records and calculate portion sizes with household measurements (e.g., cup, different size plates, soup spoons, etc.). The same explanations were provided to the caregivers responsible for the children in school canteens. In

addition, parents and caregivers received an email and a support phone number, which they could use to help solve any problems that they faced when completing the diary. To help with coding, parents were asked to provide labels of the foods that the child ate, details of brand names, added ingredients, and recipes of homemade dishes, whenever possible.

Intake of macronutrients and micronutrients was calculated using the DIAL computer software, version. 2.16 (Department of Nutrition (UCM) y Alce Ingeniería, S.L. 2016), which has been previously validated in Spain to evaluate diets and to manage nutritional data. This software includes a list of some of the enriched foods commonly available in Spain and other foodstuff that can be added to the database. With this characteristic, the nutritional composition of some packaged foods taken from the food labels presented by parents and guardians were able to be included. The people responsible for inputting data in the DIAL software of the food diaries were Degree of Human Nutrition and Dietetics graduates and specialized food professionals from other health branches.

In addition, for each child participant, usual adherence to the Mediterranean diet was measured using the KIDMED questionnaire (Serra-Majem et al. 2004). This test was developed to quickly and easily assess the degree of adherence to the Mediterranean diet, which because of the characteristics of the study population should be the most prevalent dietary pattern (Serra-Majem et al. 2004). The KIDMED test has been successfully tested in numerous studies (Alacid et al. 2014; Dura Trave and Castroviejo Gandarias 2011; Navarro-González et al. 2014; Rodríguez et al. 2013; San Mauro-Martin et al. 2016; Serra-Majem et al. 2004; Štefan et al. 2017). The degree of a child’s adherence to a traditional Mediterranean diet was assessed based on intake of dietary compounds positively and negatively associated with a Mediterranean diet. Products positively associated (vegetables, legumes, fruits, nuts, cereal, fish, dairy products, oil) were assigned a value of +1 whereas intake of products with a negative association (sweets, fast foods) were assigned a value of -1. Adherence was split into 3 levels: ≥8 good; 4–7 average; and ≤3 poor.

Comparison with estimated energy requirement (EER) and dietary references intakes (DRIs)

Energy intake was compared with EER, which was calculated by multiplying the basal metabolic rate, calculated using the Schofield equations, by an activity factor determined by sex and level of physical activity (Schofield 1985). The intake of macro- and micronutrients was compared with the DRIs (National Institutes of Health Office of Dietary Supplements 2018; Trumbo et al. 2002) whenever possible.

Statistical analysis

Data checking was performed both manually and statistically with outliers for the measured and derived variables identified by z scores, and by cross-checking against the original data collection sheets.

Descriptive statistics were calculated for adherence to a Mediterranean diet, energy intake, and the macro- and micronutrients, and the results were expressed as means ± SD. The frequency and proportion of each aforementioned variable were calculated separately for boys and girls and separating the groups with high SMM and normal SMM. A comparison of practicing physical activity was made with the χ^2 test.

An association that linked adherence to a Mediterranean diet, energy intake, and macro- and micronutrients in relation with normal versus high SMM per sex was analyzed with a 1-way ANOVA Tukey’s post hoc test for the normally distributed variables or a Kruskal–Wallis test was performed. The Mann–Whitney U test was used in the cases in which the normality hypothesis was not met. The level of significance was established at $p < 0.05$. The

Appl. Physiol. Nutr. Metab. Downloaded from www.nrcresearchpress.com by UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES on 08/26/19 For personal use only.

Table 1. Anthropometric variables and physical activity according to sex and SMM.

Variable	Boys (N = 977, 46.14%)		p*	Girls (N = 1011, 50.86%)		p†
	Normal SMM (n = 87, 8.90%)	High SMM (n = 890, 91.10%)		Normal SMM (n = 631, 62.41%)	High SMM (n = 380, 37.59%)	
Age (y)	8.09±0.48	7.20±1.02	0.001	7.33±0.94	7.31±1.14	0.724
Weight (kg)	23.65±2.58	29.61±7.48	0.000	25.37±3.99	35.27±7.27	0.000
Height (m)	1.30±0.08	1.29±0.09	0.145	1.28±0.08	1.30±0.09	0.001
BMI (kg/m ²)	15.00±1.26	17.40±2.80	0.000	15.91±1.62	19.77±2.85	0.000
Physical activity			0.517			0.648
Sedentary	4 (4.6)	25 (2.8)		15 (2.4)	10 (2.6)	
Lightly active	2 (2.3)	37 (4.2)		51 (8.1)	39 (10.3)	
Moderately active	8 (9.2)	52 (5.8)		58 (9.2)	27 (7.1)	
Very active	12 (13.8)	162 (18.2)		173 (27.4)	93 (24.5)	
Extremely active	60 (69.0)	545 (61.2)		295 (46.8)	181 (47.6)	
Missing	1 (1.1)	69 (7.8)		39 (6.2)	30 (7.9)	

Note: Values are presented as means ± SD or n (%). p < 0.05 is considered statistically significant. SMM, skeletal muscle mass.

*Comparison between boys with normal SMM versus boys with high SMM.

†Comparison between girls with normal SMM versus girls with high SMM.

statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics version 24 for Windows (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA).

Results

This study included 1988 children: 977 boys (49.14%) and 1011 girls (50.86%), (p = 0.280) whose principal characteristics can be seen in Table 1. Only Caucasian subjects participated in the study. For boys, 8.90% fell within the normal SMM category while the remaining 91.09% were categorized as having high SMM (p = 0.001). In the sample of girls, 62.41% had normal SMM and 37.58% high SMM (p = 0.001). No children with SMM below the normal range were found for any age or sex (Table 2).

There was a significant difference in age between SMM groups for boys (8.09 years of age for normal SMM vs 7.20 years of age for high SMM) but not for girls (7.33 years of age for normal SMM vs 7.31 years of age for high SMM). Significant differences in height were only found in girls with those with high SMM being taller (1.30 m vs 1.28 m). For weight and body mass index (BMI), significant differences between the SMM groups were found for both boys and girls. The children in the high SMM group had higher weights and BMIs. No differences were found in the level of physical activity practiced by the children studied.

Adherence to the Mediterranean diet according to sex and the amount of SMM is shown in Table 2. No significant differences in diet pattern adherence level are observed for either boys or girls when comparing the normal SMM group versus the high SMM group within each sex. There are significant differences (p = 0.001) in the number of children in each adherence level within each sex and SMM level group. Of the sample as a whole, 93.7% presented an adherence to the Mediterranean diet pattern classified as average or good. In each individual group (boys normal SMM, boys high SMM, girls normal SMM, and girls high SMM), over 90% of children had a level of adherence classified as average or good. There are no significant differences (p = 0.036) in absolute diet pattern adherence scores between the normal SMM and high SMM groups for either boys or girls. However, there is a significant difference in absolute diet pattern adherence scores when all 4 groups are compared together.

Table 3 shows EER, total energy intake, and the relationship between their values. For both boys and girls there were significant differences (p = 0.001) in the EER when comparing the normal SMM group versus the high SMM group within each sex. EER was higher in the high SMM for both boys and girls. For total energy intake, no significant differences were observed when comparing the normal SMM group versus the high SMM group within each sex. The mean total energy intake was lower in girls than in boys. Total energy intake was lower in girls when comparing between

Table 2. Mediterranean diet adherence according to sex and SMM.

	Boys (n = 977, 46.14%)				
	Normal SMM (n = 87, 8.90%)		High SMM (n = 890, 91.10%)		p†
	n	%*	n	%*	
Poor (n = 76, 7.8%)	3	3.4	73	8.2	0.111
Average (n = 474, 48.5%)	40	46.0	434	48.8	0.618
Good (n = 427, 43.7%)	44	50.1	383	43.0	0.203
Total					0.001‡
Score (mean ± SD)	7.44±2.198		6.96±2.349		0.068
	0.036§				
	Girls (n = 1011, 50.86%)				
	Normal SMM (n = 631, 62.41%)		High SMM (n = 380, 37.59%)		p†
	n	%*	n	%†	
Poor (n = 50, 5.0%)	33	5.2	17	4.5	0.619
Average (n = 496, 49.0%)	318	50.4	178	46.8	0.268
Good (n = 465, 46.0%)	280	44.4	185	48.7	0.184
Total					0.001‡
Score (mean ± SD)	7.21±2.225		7.26±2.175		0.727
	0.036§				

Note: p < 0.05 is considered statistically significant. SMM, skeletal muscle mass. *Percentage within SMM group.

†Comparison between normal SMM and high SMM within a sex and adherence group.

‡Comparison between percentage of poor, average, and good adherence within a sex and SMM group.

§Comparison between all 6 groups within a sex.

boys with normal SMM versus girls with normal SMM and boys with high SMM versus girls with high SMM.

There were also significant differences (p = 0.001) in the percentage of EER the actual energy intake represents and in the difference between the values for EER and actual energy intake (Table 3). In both boys and girls, the normal SMM group had higher values; actual energy intake represented a higher percentage of the EER, and the difference between EER and actual energy intake was larger. Boys with normal SMM had a caloric intake 28.5% above the EER and consumed 498 kcals beyond the recommended value while boys with high SMM had a caloric intake 18.6% above the EER and consumed 304 kcals beyond the recommended value. Girls with normal SMM had a caloric intake 39.7% above the EER and consumed 622 kcals beyond the recommended

Appl. Physiol. Nutr. Metab. Downloaded from www.nrcresearchpress.com by UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES on 08/26/19. For personal use only.

Table 3. EER and actual energy intake per day.

	Boys (n = 977, 46.14%)			Girls (n = 1011, 50.86%)		
	Normal SMM (n = 87, 8.90%)	High SMM (n = 890, 91.10%)	p*	Normal SMM (n = 631, 62.41%)	High SMM (n = 380, 37.59%)	p†
EER‡	1745±99	1902±236	0.001	1566±82	1884±212	0.001
Energy	2243±402	2255±471	0.812	2188±418	2137±490	0.072
% EER	128.5	118.6	0.001	139.7	113.4	0.001
Δ Energy–EER	498±414	304±527	0.001	622±426	254±534	0.001

Note: Values are presented as means ± SD unless stated otherwise. *p* < 0.05 is considered statistically significant (ANOVA test). DRI, dietary reference intake; EER, estimated energy requirement; SMM, skeletal muscle mass.

*Comparison between boys with normal SMM versus boys with high SMM.

†Comparison between girls with normal SMM versus girls with high SMM.

‡Calculated using Schofield equation for basal metabolic rate multiplied by an activity factor (Schofield 1985).

Table 4. Macronutrients intake according to sex and SMM.

	Boys (n = 977, 46.14%)			Girls (n = 1011, 50.86%)			DRI
	Normal SMM (n = 87, 8.90%)	High SMM (n = 890, 91.10%)	p*	Normal SMM (n = 631, 62.41%)	High SMM (n = 380, 37.59%)	p†	
Protein (g)	90.0±17.3	93.6±25.1	0.195	88.9±18.7	88.6±24.1	0.784	19
Carbohydrate (g)	232.3±50.3	232.5±48.6	0.981	222.6±45.2	216.0±49.8	0.033	130
Lipid (g)	102.9±23.2	102.5±27.7	0.909	101.4±15.2	98.2±28.9	0.065	ND
Fatty acids (g)							
SFA	34.1±8.4	34.3±8.7	0.813	33.7±8.9	32.5±8.9	0.035	ND
SFA <i>cis</i>	31.7±26.1	33.6±27.7	0.552	32.9±25.6	34.3±27.6	0.407	ND
SFA <i>trans</i>	0.8±0.5	0.8±0.5	0.962	0.8±0.5	0.7±0.5	0.108	ND
MUFA	45.8±12.9	45.2±15.2	0.712	44.5±13.9	43.7±16.2	0.354	ND
MUFA <i>cis</i>	30.5±11.4	30.0±14.7	0.731	29.4±13.1	39.0±14.8	0.722	ND
MUFA <i>trans</i>	0.3±0.3	0.4±0.3	0.475	0.4±0.3	0.3±0.3	0.027	ND
PUFA	13.1±3.9	12.8±4.1	0.490	12.6±4.2	12.2±4.4	0.141	ND
PUFA <i>cis</i>	6.7±3.5	6.4±3.6	0.516	6.2±3.5	6.3±3.5	0.742	ND
PUFA <i>trans</i>	0.2±0.1	0.2±0.1	0.628	0.2±0.1	0.2±0.1	0.218	ND
Myristic acid	2.5±0.9	2.6±0.9	0.224	2.6±1.1	2.4±9.2	0.034	ND
Palmitic acid	18.3±4.3	18.2±4.9	0.907	17.9±4.6	17.3±4.8	0.058	ND
Stearic acid	7.6±2.0	7.6±2.2	0.942	7.5±2.1	7.3±2.2	0.156	ND
Palmitoleic acid	1.6±0.4	1.6±0.5	0.780	1.6±0.5	1.5±0.5	0.084	ND
Oleic acid	41.9±12.2	41.4±14.3	0.750	40.9±13.1	40.2±15.5	0.511	ND
Linoleic acid	10.6±3.5	10.2±3.4	0.322	10.2±3.5	10.0±3.8	0.409	10.0
Linolenic acid	1.1±0.4	1.2±0.6	0.356	1.2±0.5	1.1±0.5	0.173	0.9
Arachidonic acid	0.2±0.0	0.2±0.1	0.657	0.2±0.1	0.2±0.1	0.469	ND

Note: Values are presented as means ± SD. *p* < 0.05 is considered statistically significant. DRI, dietary reference intake; MUFA, monounsaturated fatty acids; ND, not determined; PUFA, polyunsaturated fatty acids; SFA, saturated fatty acids; SMM, skeletal muscle mass.

*Comparison between boys with normal SMM versus boys with high SMM.

†Comparison between girls with normal SMM versus girls with high SMM.

value while girls with high SMM had a caloric intake 13.4% above the EER and consumed 254 kcals beyond the recommended value.

Intake of macronutrients by children according to sex and the amount of SMM are shown in Table 4. In the group of boys, no significant differences were found for any macronutrient, whereas significant differences were observed in the amount of carbohydrates (*p* = 0.033), saturated fatty acids (SFA) (*p* = 0.035), *trans*-monounsaturated fatty acids (MUFA) (*p* = 0.027) and myristic acid (*p* = 0.034) consumed by the group of girls.

Intake of carbohydrates in the group of girls was lower for the high SMM group, despite not showing any significant differences in protein intake. SFA, *trans*-MUFA, and myristic acid were eaten in smaller amounts by the group of girls with high SMM.

Intake of all the macronutrients that were compared with DRI was higher than these recommendations in both sexes, with protein intake being especially relevant as it exceeded the DRI by more than 400%.

Micronutrients intake by children according to sex and amount of SMM are shown in Table 5. In the group of girls, no significant differences were found between any of the micronutrients, and were only found for calcium (*p* = 0.025) in the group of boys, with boys with high SMM having a higher intake of this micronutrient.

Of the micronutrients listed in Table 5, all intakes were higher than the DRI, with the exception of calcium for which DRI was not reached in any of the groups.

Discussion

This study provides SMM data for Valencian (Spanish) children. It was identified that the SMM of 63.9% of the children who participated in this study was above the normal level for their age and sex. No other studies that classify children according to their amount of SMM to determine possible associations with diet have been found. The studies available on pediatric SMM for the most part center on determining average values in a population, estimating SMM values through a specific method or study the correlation between SMM and other factors (Kim et al. 2016; Lee et al. 2000; McCarthy et al. 2014; Poortmans et al. 2005; Wang et al. 1999). Enough significant differences in the studied adherence to a Mediterranean diet, macro- and micronutrients were not found to justify the differences found in SMM. For this reason, the differences in the child population of this study in SMM may be due to the high intake of calories and, consequently, children's total weight. Further research is required to verify this hypothesis.

Table 5. Micronutrients intake according to sex and SMM.

	Boys (n = 977, 46.14%)			Girls (n = 1011, 50.86%)			DRI
	Normal SMM (n = 87, 8.90%)	High SMM (n = 890, 91.10%)	p*	Normal SMM (n = 631, 62.41%)	High SMM (n = 380, 37.59%)	p†	
Mineral (mg)							
Ca	925.9±244.7	990.4±257.2	0.025	952.7±267.1	927.8±256.9	0.145	1000
Fe	14.0±6.2	13.4±4.6	0.276	13.0±4.0	12.5±4.4	0.090	10
Mg	283.7±67.9	297.9±83.7	0.126	284.0±66.0	279.4±82.3	0.327	130
Zinc	9.7±2.0	9.9±2.58	0.558	9.5±2.2	9.3±9.4	0.155	5
Vitamin (µg)							
Vitamin A	938.1±482.8	973.5±791.6	0.681	956.0±841.9	935.6±949.6	0.722	400
Vitamin E	8.0±3.0	8.0±3.3	0.921	7.8±3.1	7.6±3.1	0.261	7
Folate	248.3±112.7	246.3±83.6	0.839	239.9±86.6	235.8±123.1	0.542	200

Note: Values are presented as means ± SD. p < 0.05 is considered statistically significant. DRI: dietary reference intake; SMM: skeletal muscle mass.

*Comparison between boys with normal SMM versus boys with high SMM.

†Comparison between girls with normal SMM versus girls with high SMM.

SMM is a very interesting variable from the current epidemiological point of view (Moon 2014; Srikanthan and Karlamangla 2011; Unni et al. 2009). For many years, studies have shown that one of the main variables to consider when assessing children's health status is BMI (Ng et al. 2014; Sorof and Daniels 2002). Although BMI is an interesting epidemiological indicator of body composition that is easy to apply, it presents biases when separating fatty tissue from muscle tissue. In this case as well, since SMM was calculated using both height and weight it would be expected that differences in these values exist between the SMM groups. For these reasons, not only was the children's SMM calculated, but also a comparison was performed between the normal and high SMM groups to observe any possible differences between groups from a nutritional point of view.

Adherence to a Mediterranean diet was studied to determine if there were qualitative differences in the nutritional intake between the groups while quantitative differences were explored using total energy intake and EER. Poor adherence to the Mediterranean diet in children overall has been identified to be ~11% in Spain (García Cabrera et al. 2015), while a study with Spanish children aged similarly to those studied here identified the prevalence of low adherence as 2.1% (Perez Gallardo et al. 2011). The prevalence in this study of low adherence to the Mediterranean diet is 6.3%. On the other hand, the prevalence of good/high adherence in this study is 44.9% while other European studies have found values of 31.8% for Spain (Tognon et al. 2014).

Energy intakes in this study (boys normal SMM: 2243 kcal, boys high SMM: 225 kcal 5, girls normal SMM: 2188 kcal, girls high SMM: 2137 kcal) are higher than the recommended for age, sex, and physical activity level. Other studies on Spanish pediatric populations have found daily average energy intakes in the range of 1760–2677 kcal (Aldámiz-Echevarría et al. 2004; Casado Górriz et al. 1999; Durá-Travé and Gallinas-Victoriano 2014a, 2014b; Serra Majem et al. 2000). In this study, there were no significant differences in energy intake between the normal and high SMM groups; therefore, energy intake was not associated with SMM. A previous study carried out in Canada found a correlation between total SMM and energy intake (Cameron et al. 2016) where a higher energy intake was associated with higher SMM values. However, in that study there is no stratification of the sample according to SMM.

The fact that large differences between intakes of macro- and micronutrients were not found between the groups led us to suggest the hypothesis that diet pattern may not be as linked to muscle mass maintenance, at least not within the normal ranges for these age groups. Notwithstanding, a higher calorie intake than that recommended, especially the protein intake that exceeded recommendations by 400% on average, may have played a key role (Carbone et al. 2012) in maintaining these high SMM

levels, which could also be determined by physical activity, especially by strength training adapted to children's ages, and not so much by differences in macronutrients (Guimaraes-Ferreira et al. 2014; Midorikawa et al. 2018). However, it is true that the population included no children who did strength training with loads as such, and the significances found for the sports normally practiced by the children did not suffice to find a relationship between the children's physical exercise and their amounts of SMM. Other studies have also observed an increase in protein intake in children in relation to DRI (Koletzko et al. 2016; Rasbold et al. 2016). Therefore, despite the scarce current literature on SMM in children, there are reasons to suspect, especially after reading the works of authors like Bradlee et al. (2017), that the large amount of protein eaten in both the normal SMM and high SMM group members could act as a preventive factor of muscle deterioration, and could be responsible along with the high calorie loads of the high SMM levels in the sample.

Calcium was the only studied micronutrient to yield significant results for the group of boys. When this result was compared with those of Foo et al. (2007), it was found that, in the study with Chinese adolescent girls, a positive association between intake of calcium from milk and a greater muscle mass exist, unlike in the group of girls in this study for whom no significant differences were found. In line with previous statements, the fact that the group with the highest SMM in boys consumed more calcium is a consequence of higher milk intake, which contains large amounts of protein, and could be related to the larger amount of SMM in this group (Roy 2008). The intakes of the remaining micronutrients were adequate for the DRI of the studied age range, which coincides with the study by López-Sobaler et al. (2017) in Spain, and showed no differences according to SMM.

The study approach was not without its limitations: information about SMM and diet in children was lacking, and limitations of the Lee 2 formula for calculating SMM were found even though the equation has been previously validated for determination of SMM (Lee et al. 2000). The predictive equation of SMM proposed by Lee 2 uses the variables of age, weight, height, and ethnicity of individuals, and offers certain limitations as to the results because, in some situations, an altered SMM prediction can take place despite it being a valid formula to calculate SMM in children (Curilem Gatica et al. 2016).

Conclusion

More than 60% of the children who participated in this study had SMM above normal levels for their age and sex. The adherence to a Mediterranean diet of the children was not related to total SMM. At the same time, the consumption of excess calories or overeating is associated with SMM, with those children overeating

more having lower SMM values. The differences in eating the other macro- and micronutrients did not seem to be enough to determine a change in a child's SMM.

An update of previous studies into SMM in children is needed, and the literature on this topic needs extending, especially with studies that specifically target children's nutritional intake. SMM in children can act in the future as an epidemiologically relevant variable to yield more information about metabolism in children.

Conflict of interest statement

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors wish to thank the University of Valencia and the Master's Program in Personalized and Community Nutrition. **Author contributions:** M.M.-S.-V., conceptualization, methodology, validation, formal analysis, investigation, writing – original draft preparation, writing – review and editing, and final approval of the version to be published. I.P.-C., validation, formal analysis, investigation, writing – review and editing, and final approval of the version to be published. C.G.E., data curation, validation, formal analysis, investigation, writing – original draft preparation, and final approval of the version to be published. A.L.-M., data curation, validation, formal analysis, investigation, and final approval of the version to be published. A.L.-G., conceptualization, methodology, validation, formal analysis, investigation, writing – review and editing, and final approval of the version to be published.

References

Agostinis-Sobrinho, C., Ramírez-Vélez, R., García-Hermoso, A., Rosário, R., Moreira, C., Lopes, L. et al. 2018. The combined association of adherence to Mediterranean diet, muscular and cardiorespiratory fitness on low-grade inflammation in adolescents: a pooled analysis. *Eur. J. Nutr.* 1–8. [Epub ahead of print]. doi:10.1007/s00394-018-0182-0. PMID:30178141.

Ajejas Bazan, M.J., Jimenez-Trujillo, M.L., Wamberg, J., Dominguez Fernandez, S., Lopez-de-Andres, A., and Perez-Farinos, N. 2018. Prevalence of childhood overweight/obesity in Spain 1993–2011 and associated risk factors in 2011 Prevalencia de sobrepeso y obesidad inf. *Nutr. Hosp.* 35(1): 84–89. PMID:29565154.

Alacid, F., Vaquero-Cristobal, R., Sanchez-Pato, A., Muoy, J.M., and Lopez-Minarro, P.A. 2014. Habit based consumptions in the mediterranean diet and the relationship with anthropometric parameters in young female kayakers. *Nutr. Hosp.* 29(1): 121–127. PMID:24483969.

Aldámiz-Echevarría, L., Vallo, A., Sanjurjo, P., Elorz, J., Prieto, J.A., Ruiz, J.I., and Rodríguez-Soriano, J. 2004. Influence of diet on atherogenic risk in children with renal transplants. *Pediatr. Nephrol.* 19(9): 1039–1045. PMID:15258843.

Badimon, L., Vilahur, G., and Padro, T. 2010. Nutraceuticals and atherosclerosis: human trials. *Cardiovasc. Ther.* 28(4): 202–215. doi:10.1111/j.1755-5922.2010.00189.x. PMID:20633023.

Barrett-Connor, E. 1991. Nutrition epidemiology: how do we know what they ate? *Am. J. Clin. Nutr.* 54(1): 182S–187S. doi:10.1093/ajcn/54.1.182S. PMID:2053559.

Benson, A.C., Torode, M.E., and Fatarone Singh, M.A. 2006. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *Int. J. Pediatr. Obes.* 1(4): 222–231. doi:10.1080/17477160600962864. PMID:17907329.

Bradlee, M.L., Mustafa, J., Singer, M.R., and Moore, L.L. 2017. High-protein foods and physical activity protect against age-related muscle loss and functional decline. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 73(1): 88–94. PMID:28549098.

Cameron, J.D., Sigal, R.J., Kenny, G.P., Alberga, A.S., Prud'homme, D., Phillips, P. et al. 2016. Body composition and energy intake-skeletal muscle mass is the strongest predictor of food intake in obese adolescents: The HEARTY trial. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 41(6): 611–617. doi:10.1139/apnm-2015-0479. PMID:27111402.

Campbell, K.J., Crawford, D.A., Salmon, J., Carver, A., Garnett, S.P., and Baur, L.A. 2007. Associations between the home food environment and obesity-promoting eating behaviors in adolescence. *Obesity (Silver Spring)*, 15(3): 719–730. doi:10.1038/oby.2007.553. PMID:17372323.

Carbone, J.W., McClung, J.P., and Pasiakos, S.M. 2012. Skeletal muscle responses to negative energy balance: effects of dietary protein. *Adv. Nutr.* 3(2): 119–126. doi:10.3945/an.111.001792. PMID:22516719.

Casado Górriz, M., Casado Górriz, I., and Díaz Grávalos, G.J. 1999. La alimentación de los escolares de trece años del municipio de Zaragoza. *Rev. Esp. Salud Publica*, 73: 497–506.

Curriel Gatica, C., Almagià Flores, A., Rodríguez Rodríguez, F., Yuing Fariás, T., Berral de la Rosa, F., Martínez Salazar, C. et al. 2016. Evaluación de la com-

posición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones. *Nutr. Hosp.* 33(3): 734–738.

de Batlle, J., García-Aymerich, J., Barraza-Villarreal, A., Anto, J.M., and Romieu, I. 2008. Mediterranean diet is associated with reduced asthma and rhinitis in Mexican children. *Allergy*, 63(10): 1310–1316. doi:10.1111/j.1398-9995.2008.01722.x. PMID:18782109.

Department of Nutrition (UCM) y Alice Ingeniería, S.L. 2016. DIAL Software for Assessing Diets and Food Calculations.

Després, J. 2006. Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Ann. Med.* 38(1): 52–63. doi:10.1080/07853890500383895. PMID:16448989.

Dura Trave, T., and Castroviejo Gandarias, A. 2011. Adherence to a Mediterranean diet in a college population. *Nutr. Hosp.* 26(3): 602–608. PMID:21892581.

Durá-Travé, T., and Gallinas-Victoriano, F. 2014a. Caloric and nutrient intake in children with attention deficit hyperactivity disorder treated with extended-release methylphenidate: analysis of a cross-sectional nutrition survey. *JRSM Open*, 5(2): 2042533313517690. PMID:25057372.

Durá-Travé, T., and Gallinas-Victoriano, F. 2014b. Dietary pattern among school-children with normal nutritional status in Navarre, Spain. *Nutrients*, 6(4): 1475–1487. doi:10.3390/nu6041475. PMID:24732017.

Fernandez-Barres, S., Romaguera, D., Valvi, D., Martínez, D., Vioque, J., Navarrete-Munoz, E.M. et al. 2016. Mediterranean dietary pattern in pregnant women and offspring risk of overweight and abdominal obesity in early childhood: the INMA birth cohort study. *Pediatr. Obes.* 11(6): 491–499. doi:10.1111/ijpo.12092. PMID:26763767.

Foo, L.H., Zhang, Q., Zhu, K., Ma, G., Greenfield, H., and Fraser, D.R. 2007. Influence of body composition, muscle strength, diet and physical activity on total body and forearm bone mass in Chinese adolescent girls. *Br. J. Nutr.* 98(6): 1281–1287. doi:10.1017/S0007114507787421. PMID:17640423.

García Cabrera, S., Herrera Fernández, N., Rodríguez Hernández, C., Nissensohn, M., Román-Viñas, B., and Serra-Majem, L. 2015. KIDMED test: prevalence of low adherence to the Mediterranean Diet in children and young: a systematic review. *Nutr. Hosp.* 32(6): 2390–2399. PMID:26667685.

Goodpaster, B.H., Park, S.W., Harris, T.B., Kritchevsky, S.B., Nevitt, M., Schwartz, A.V. et al. 2006. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 61(10): 1059–1064. doi:10.1093/geron/61.10.1059. PMID:17071199.

Guimaraes-Ferreira, L., Cholewa, J.M., Naimo, M.A., Zhi, X., Magagnin, D., de Sá, R.B. et al. 2014. Synergistic effects of resistance training and protein intake: practical aspects. *Nutrition*, 30(10): 1097–1103. doi:10.1016/j.nut.2013.12.017. PMID:24751198.

Hill, S.E., Prokosch, M.L., DelPriore, D.J., Griskevicius, V., and Kramer, A. 2016. Low childhood socioeconomic status promotes eating in the absence of energy need. *Psychol. Sci.* 27(3): 354–364. doi:10.1177/0956797615621901. PMID:26842316.

Hu, F.B. 2002. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr. Opin. Lipidol.* 13(1): 3–9. doi:10.1097/00041433-200202000-00020. PMID:11790957.

Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. 2000. *DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. National Academies Press, Washington, DC, USA. PMID:25057725.

Karakelides, H., and Nair, K.S. 2005. Sarcopenia of aging and its metabolic impact. *Curr. Top. Dev. Biol.* 68: 123–148. doi:10.1016/S0070-2153(05)68005-2. PMID:16124998.

Kim, K., Hong, S., and Kim, E.Y. 2016. Reference values of skeletal muscle mass for Korean children and adolescents using data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2011. *PLoS ONE*, 11(4): e0153383. doi:10.1371/journal.pone.0153383. PMID:27073844.

Kindler, J.M., Lewis, R.D., and Hamrick, M.W. 2015. Skeletal muscle and pediatric bone development. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.* 22(6): 467–474. doi:10.1097/MED.0000000000000201. PMID:26414082.

Koletzko, B., Demmelmaier, H., Grote, V., Prell, C., and Weber, M. 2016. High protein intake in young children and increased weight gain and obesity risk. *Am. J. Clin. Nutr.* 103(2): 303–304. doi:10.3945/ajcn.115.128009. PMID:26791192.

Lee, R.C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., and Heymsfield, S.B. 2000. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am. J. Clin. Nutr.* 72(3): 796–803. doi:10.1093/ajcn/72.3.796. PMID:10966902.

López-Sobaler, A.M., Aparicio, A., González-Rodríguez, L.G., Cuadrado-Soto, E., Rubio, J., Marcos, V. et al. 2017. Adequacy of usual vitamin and mineral intake in Spanish children and adolescents: ENALIA study. *Nutrients*, 9(2): 131. doi:10.3390/nu9020131.

McCarthy, H., Samani-Radia, D., Jebb, S., and Prentice, A. 2014. Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatr. Obes.* 9(4): 249–259. doi:10.1111/2047-6310.2013.01068.x. PMID:23776133.

Midorikawa, T., Ohta, M., Torii, S., and Sakamoto, S. 2018. Lean soft tissue mass measured using dual-energy X-ray absorptiometry is an effective index for assessing change in leg skeletal muscle mass following exercise training. *J. Clin. Densitom.* 21(3): 394–398. doi:10.1016/j.jocd.2018.03.008. PMID:29703658.

Appl. Physiol. Nutr. Metab. Downloaded from www.nrcresearchpress.com by UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES on 08/26/19. For personal use only.

- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. 2014. Encuesta Nacional de Salud. España 2011/12. Actividad física, descanso y ocio. Serie Informes monográficos n° 4.
- Moon, S. 2014. Low skeletal muscle mass is associated with insulin resistance, diabetes, and metabolic syndrome in the Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2009–2010. *Endocr. J.* **61**(1): 61–70. doi:10.1507/endocr.EJ13-0244. PMID:24088600.
- Morales-Suárez-Varela, M., Rubio-López, N., Russo, C., Llopis-Gonzalez, A., Ruiz-Rojo, E., Redondo, M., and Pico, Y. 2015. Anthropometric status and nutritional intake in children (6–9 years) in Valencia (Spain): The ANIVA Study. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*, **12**(12): 16082–16095. doi:10.3390/ijerph121215045.
- National Institutes of Health Office of Dietary Supplements. 2018. Nutrient Recommendations: Dietary References Intakes (DRI). Available from https://ods.od.nih.gov/Health_Information/Dietary_Reference_Intakes.aspx.
- Navarro-González, I., López-Nicolás, R., Rodríguez-Tadeo, A., Ros-Berrueto, G., Martínez-Marín, M., and Doménech-Asensi, G. 2014. Adherence to the Mediterranean diet by nursing students of Murcia (Spain). *Nutr. Hosp.* **30**(1): 165–172. PMID:25137276.
- Netting, M.J., Middleton, P.F., and Makrides, M. 2014. Does maternal diet during pregnancy and lactation affect outcomes in offspring? A systematic review of food-based approaches. *Nutrition*, **30**(11–12): 1225–1241. PMID:25280403.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C. et al. 2014. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, **384**(9945): 766–781. doi:10.1016/S0140-6736(14)60460-8. PMID:24880830.
- Ortega, R., Requejo, A., and López-Sobaler, A. 2006. Modelos de cuestionarios para realización de estudios dietéticos en la valoración del estado nutricional. pp. 456–459.
- Park, B.S., and Yoon, J.S. 2013. Relative skeletal muscle mass is associated with development of metabolic syndrome. *Diabetes Metab. J.* **37**(6): 458–464. doi:10.4093/dmj.2013.37.6.458. PMID:24404517.
- Perez Gallardo, L., Bayona, I., Mingo, T., and Rubiales, C. 2011. Performance of nutritional education programmes to prevent obesity in children through a pilot study in Soria. *Nutr. Hosp.* **26**(5): 1161–1167. PMID:22072368.
- Pietrobelli, A., Peroni, D., and Faith, M. 2003. Pediatric body composition in clinical studies: which methods in which situations? *Acta Diabetol.* **40**(s1): s270–s273. doi:10.1007/s00592-003-0084-0. PMID:14618491.
- Poortmans, J.R., Boisseau, N., Moraine, J., Moreno-Reyes, R., and Goldman, S. 2005. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.* **37**(2): 316–322. doi:10.1249/01.MSS.0000152804.93039.CE. PMID:15692329.
- Rasbold, A.H., Adamiec, R., Anderson, M.P., Campbell, J.E., Horm, D.M., Sitton, L.K., and Sisson, S.B. 2016. Macronutrient and micronutrient intakes of children in Oklahoma child-care centres. *USA. Publ. Health Nutr.* **19**(8): 1498–1505. doi:10.1017/S1368890015002372. PMID:26278280.
- Renzella, J., Townsend, N., Jewell, J., Breda, J., Roberts, N., Rayner, M., and Wickramasinghe, K. 2018. What National and Subnational interventions and policies based on Mediterranean and Nordic Diets are recommended or implemented in the WHO European Region, and is there evidence of effectiveness in reducing noncommunicable diseases? World Health Organization, Geneva.
- Rodríguez, F., Palma, X., Romo, A., Escobar, D., Aragu, B., Espinoza, L. et al. 2013. Eating habits, physical activity and socioeconomic level in university students of Chile. *Nutr. Hosp.* **28**(2): 447–455. PMID:23822697.
- Roy, B.D. 2008. Milk: the new sports drink? A review. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **5**(1): 15. doi:10.1186/1550-2783-5-15. PMID:18831752.
- San Mauro-Martin, I., Onrubia-Gonzalez-De la Aleja, J., Garicano-Vilar, E., Cadenato-Ruiz, C., Hernandez-Villa, I., Rodriguez-Alonso, P. et al. 2016. Analysis of the nutritional status and body composition of persons with intellectual disability. *Rev. Neurol.* **62**(11): 493–501. PMID:27222083.
- Schofield, W.N. 1985. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.* **39**(Suppl 1): 5–41. PMID:4044297.
- Serra Majem, L., Ribas Barba, L., Armas Navarro, A., Alvarez Leon, E., Sierra, A., and Equipo de investigación de ENCA. 2000. Energy and nutrient intake and risk of inadequate intakes in Canary Islands (1997–98). *Arch. Latinoam. Nutr.* **50**(1 Suppl 1): 7–22. [Article in Spanish.] PMID:11370474.
- Serra-Majem, L., Ribas, L., Ngo, J., Ortega, R.M., Garcia, A., Perez-Rodrigo, C., and Aranceta, J. 2004. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Publ. Health Nutr.* **7**(7): 931–935. PMID:15482620.
- Simopoulos, A.P. 2001. The Mediterranean diets: what is so special about the diet of Greece? The scientific evidence. *J. Nutr.* **131**(11): 3065S–3073S. PMID:11694649.
- Sofi, F., Cesari, F., Abbate, R., Gensini, G.F., and Casini, A. 2008. Adherence to Mediterranean diet and health status: meta-analysis. *BMJ*. **337**: a1344. doi:10.1136/bmj.a1344. PMID:18786971.
- Sofi, F., Abbate, R., Gensini, G.F., and Casini, A. 2010. Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: an updated systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* **92**(5): 1189–1196. doi:10.3945/ajcn.2010.29673. PMID:20810976.
- Sorof, J., and Daniels, S. 2002. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension*, **40**(4): 441–447. doi:10.1161/01.HYP.0000032940.33466.12. PMID:12364344.
- Srikanthan, P., and Karlamangla, A.S. 2011. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **96**(9): 2898–2903. PMID:21778224.
- Steenes-Johannessen, J., Andersen, S.A., Koll, E., and Andersen, L.B. 2009. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Med. Sci. Sports Exerc.* **41**(7): 1361–1367. doi:10.1249/MSS.0b013e31819aaae5. PMID:19516166.
- Štefan, L., Prošli, R., Juranko, D., Čule, M., Milinović, I., Novak, D., and Šporič, G. 2017. The reliability of the Mediterranean diet quality index (KIDMED) questionnaire. *Nutrients*, **9**(4): 419. doi:10.3390/nu9040419.
- Togmon, G., Hebestreit, A., Lanfer, A., Moreno, L., Pala, V., Siani, A. et al. 2014. Mediterranean diet, overweight and body composition in children from eight European countries: cross-sectional and prospective results from the IDEFICS study. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **24**(2): 205–213. doi:10.1016/j.numecd.2013.04.013. PMID:23870847.
- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A.A., and Poo, M. 2002. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J. Am. Diet Assoc.* **102**(11): 1621–1630. doi:10.1016/S0002-8223(02)90346-9. PMID:12449285.
- Unni, U., Ramakrishnan, G., Raj, T., Kishore, R., Thomas, T., Vaz, M., and Kurpad, A. 2009. Muscle mass and functional correlates of insulin sensitivity in lean young Indian men. *Eur. J. Clin. Nutr.* **63**(10): 1206–1212. doi:10.1038/ejcn.2009.32. PMID:19471290.
- Wang, J., Horlick, M., Thornton, J.C., Levine, L.S., Heymsfield, S.B., and Pierson, R.N., Jr. 1999. Correlations between skeletal muscle mass and bone mass in children 6–18 years: influences of sex, ethnicity, and pubertal status. *Growth Dev. Aging*, **63**(3): 99–109. PMID:10925102.
- Webber, C.E., and Barr, R.D. 2012. Age- and gender-dependent values of skeletal muscle mass in healthy children and adolescents. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle*, **3**(1): 25–29. doi:10.1007/s13539-011-0042-6. PMID:22451073.
- Willett, W.C., Sacks, F., Trichopoulos, A., Drescher, G., Ferro-Luzzi, A., Helsing, E., and Trichopoulos, D. 1995. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am. J. Clin. Nutr.* **61**(6 Suppl): 1402S–1406S. doi:10.1093/ajcn/61.6.1402S. PMID:7754995.
- Wolfe, R.R. 2006. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* **84**(3): 475–482. doi:10.1093/ajcn/84.3.475. PMID:16960159.
- WHO. 2006. WHO child growth standards: length/height for age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age, methods and development. World Health Organization.

Appl. Physiol. Nutr. Metab. Downloaded from www.nrcresearchpress.com by UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES on 08/26/19
For personal use only.

Article

Total Sugar Intake and Macro and Micronutrients in Children Aged 6–8 Years: The ANIVA Study

María Morales-Suarez-Varela ^{1,2,*} , Isabel Peraita-Costa ^{1,2}, Agustín Llopis-Morales ¹, Yolanda Picó ^{2,3,4}, Maira Bes-Rastrollo ^{5,6}  and Agustín Llopis-Gonzalez ^{1,2}

¹ Unit of Public Health and Environmental Care, Department of Preventive Medicine and Public Health, Food Sciences, Toxicology and Forensic Medicine, School of Pharmacy, University of Valencia, Av. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain; ivperaitacosta@hotmail.es (I.P.-C.); agustinllopis@gmail.com (A.L.-M.); agustin.llopis@uv.es (A.L.-G.)

² CIBER of Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Instituto de Salud Carlos III, Av. Monforte de Lemos, 3-5. Pabellón 11. Planta 0 28029 Madrid, Madrid, Spain; Yolanda.Pico@uv.es

³ Environmental and Food Safety Research Group (SAMA-UV), School of Pharmacy, University of Valencia, Av. Vicent Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain

⁴ Research Center on Desertification (CIDE, UV-CSIC-GV), Carretera Moncada-Náquera, Km 4,5 46113 Moncada, Valencia, Spain

⁵ Navarra's Health Research Institute (IdiSNA), C/Irunlarrea 3, 31008 Pamplona, Navarra, Spain; mbes@unav.es

⁶ CIBER of Physiopathology of Obesity and Nutrition (CIBERObn), Instituto de Salud Carlos III, Av. Monforte de Lemos, 3-5. Pabellón 11. Planta 0 28029 Madrid, Madrid, Spain

* Correspondence: maria.m.morales@uv.es; Tel.: +34-96-3544951

Received: 9 December 2019; Accepted: 25 January 2020; Published: 29 January 2020



Abstract: The objective of this study was to study the association between total sugar intake (TSI) levels of children aged 6–8 years old, nutrient intake and anthropometry. Food and beverage intakes were collected by a prospective three-day recall questionnaire. The 2237 children were distributed into three groups according to TSI percentiles. Mean TSI was 93.77 ± 25.72 g/day, 22%–25% of total caloric intake, with boys presenting an intake of 96.24 ± 24.34 g/day and girls 91.38 ± 26.78 g/day. Greater TSI was associated with higher body fat, parental education, energy intake, nutrients/1000 kcal, and lower weight z-scores, BMI z-scores, waist circumferences, and hip circumferences. Weight, height, and waist circumference had the highest R^2 while body fat had the lowest. The percentage of total energy derived (%E) from protein decreased as the %E from TSI increased, while the opposite was true for carbohydrates and saccharides, while for fiber intake, the medium groups presented the highest intake/1000 kcal. For the remaining macronutrients studied, intake/1000 kcal decreased when the %E from TSI increased. Calcium, iodine, magnesium, vitamin B2, folate, and vitamin C intake increased as the %E from TSI increased, while the opposite was true for vitamin B12. Fiber, ω -6 PUFA, iodine, folate, vitamin D, and vitamin E intakes were insufficient across most of the sample. TSI levels in children were identified to exceed adult recommendations. It is not clear what the effect of up to an average of 21% of energy coming from total sugars has on childhood obesity and further research is needed in the pediatric population, however, opportunities exist to improve sugar intake patterns.

Keywords: sugar intake; children; eating patterns; body composition; public health nutrition

1. Introduction

The main function of sugar is to provide the body with energy after breaking down into glucose, but from a nutritional perspective, sugar is not an essential nutrient, as glucose may be produced by the body from fat and protein [1]. However, a healthy diet contains at least some amount of naturally

occurring sugars, because these are integral parts of fruit, vegetables, dairy, and grains [2]. Dietary sugar intake has gained prominence as a highly controversial subject in regard to public health [3–5]. Children are exposed to an ever-increasing number of convenience and fast foods high in fat and sugar and are vulnerable to their appeal which may contribute to the increased prevalence of overweight and obesity among children [6].

Sugar has several functional properties in food and currently no other sweetener can duplicate all or even many of them [7]. These properties are derived from the sensory and physical properties of sugar and its reactions and interactions with the other ingredients [8]. The most notable function of sugar in food is its sweet taste which serves as a sensory cue for energy as well as a source of pleasure. Sweetness is an innate taste, and it has been argued that a preference for sweetness evolved to ensure that animals and humans chose non-toxic foods high in calories [8]. Sweetness also improves the palatability of food thus increasing the probability that they will be consumed. Sugar contributes to the flavor profile of a food by interacting with other ingredients to enhance or lessen certain flavors. Sugar can also affect the physical properties of food, such as volume and texture, to a significant degree, and sometimes specific sugars are used as bulking or texturizing agents or as part of the fermentation process [8,9]. The hygroscopic nature of sugar plays a crucial role in food preservation, as it reduces water activity in foods making it unavailable for chemical or biochemical reactions [8–10].

Although conflicting studies demonstrate some uncertainty on this topic, it is plausible that sugar consumption may be a factor that has driven changes in obesity rates [11]. While some studies have found that sugar intake is associated with the risk of developing some diet-related chronic diseases, such as obesity, metabolic syndrome, diabetes, cardiovascular and musculoskeletal diseases, dental caries, and hyperactivity [12–16], recent systematic reviews and meta-analysis have shown that sugar per se does not appear to increase body weight nor is it associated with diet-related diseases, except for dental caries, under isocaloric conditions [17–20]. Other than energy intake, energy expenditure constitutes the most important factor in the energy balance formula, and physical activity is the only modifiable variable that affects energy expenditure [11,21]. Although energy intakes have not increased significantly, there has been a decrease in physical activity which may result in significant changes in body weight and/or composition [6].

In this study, the term “sugar” has been used to refer to total sugar which is defined as all monosaccharides and disaccharides added to foods and beverages by the manufacturer, cook or consumer and, also, sugars naturally present in honey, syrups, fruit juices, fruit concentrates as well as in milk, fruit, and vegetables [22]. Currently there is no official pediatric sugar intake recommendation, the only available recommendation for sugar is the adult reference intake which is established at a maximum of 90 g per day [23]. Considering the lack of official reference intakes for the pediatric population, the Institute of Grocery Distribution proposed a reference intake of 85 g per day for children under 18 years old [24] which was rejected by the UK Department of Health [25]; therefore, no official pediatric reference intakes are available for comparison. The formulas for daily energy requirements prepared by the Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) in 2010 [26] yield a recommended daily caloric intake of between 1500 and 1700 kcal for the Spanish population of 6 to 8 years old depending on age, height, weight, and physical activity level. Taking these values, the proposed reference intake of 90 g of sugar would represent a little above 20% of total daily caloric intake.

Regarding the provenance of this sugar, the World Health Organization (WHO) and the Spanish Society of Community Nutrition (SENC) recommend that the population average intake of free sugar (monosaccharides and disaccharides added to foods and beverages by the manufacturer, cook or consumer, and sugars naturally present in honey, syrups, fruit juices, and fruit juice concentrates) should not exceed 10% of total caloric intake and also advise that consumption is optional and should be occasional, considering that a reduction to below 5% would produce additional benefits for health [1,27]. The basis for this goal is that high intakes of sugars are associated with decreased nutrient density and risk of weight gain, especially when consumed as beverages [16].

Childhood is an important period in human life in which implementing good lifestyle habits is essential. Early childhood is the most rapid period of development and following a balanced diet at this stage is essential to ensure optimal growth and development [28]. Currently, 60% of Spanish population suffer from being overweight or obese, being this especially worrying in children because it affects 8% of girls and 13% of boys [29]. This places Spain as the second country in Europe with more obese people [29]. This information highlights the importance of monitoring nutritional status and implementing health education programs in children [28]. Sugar intake is not an isolated component of the diet; therefore, it needs to be evaluated along with the total dietary pattern (macro and micronutrients). Dietary surveys provide insight into dietary habits and food intake and help estimate the adequacy of nutrient intake of different groups in a population [28].

Very little data are available regarding the total intake of sugars in children, their relationship with macro and micronutrients from diet and their association with anthropometric data and no data exist for Spanish population of this age. A meta-analysis has confirmed the relation between sugar intake and anthropometric measures [17]. The effect of dietary sugar intake on weight appears to result from the extent to which increasing or decreasing intakes in free-living individuals influence energy intakes, because no change in weight is apparent when proportions of total energy derived from sugar are altered in the context of strict energy balance [30]. Living in a world where the prevalence of obesity is reaching historic highs [11,31], especially in children, and having reviewed literature about sugars intake, information about the relationship between them and nutrition/anthropometric variables/demographic characteristics is relatively scarce. Several theories have attempted to explain the rising levels of obesity, and altered patterns of sugar consumption may play a role, as changes in sugar intake levels have been shown to occur simultaneously to changes in obesity rates [11].

The objective of the present study was to identify total sugar intake and its association with macro and micronutrient intake along with anthropometric measures in Valencian children aged 6 to 8 years old.

2. Materials and Methods

This study is part of a larger study (ANIVA) centered on the dietary pattern and habits of the sample population whose results are compiled and derive into nutritional intervention when required [32]. The study protocol was reviewed and approved by the University of Valencia Institutional Review Board Ethics Committee (2014/29630). It complies with the Declaration of Helsinki Guidelines, was approved by the Autonomous Secretariat of Education, Generalitat Valenciana, Valencia (Spain), and written consent was obtained from all children's parents/guardians.

2.1. Population and Sample

This cross-sectional study used a sample of 2237 schoolchildren, of which 1098 were boys (49.1%) and 1139 girls (50.9%), between 6 and 8 years of age belonging to the Valencian Community (Spain) and part of the ANIVA (Anthropometry and Child Nutrition of Valencia) Study [32].

Data collection began with a presentation to the schools of a formal introductory letter accompanied by the authorization of the project by the Autonomous Secretariat of Education and the University of Valencia. Subsequently, a meeting was arranged with the school director and parent's association to present the study. After acceptance by both aforementioned parties, the school was considered a participating center.

A total of 21 schools participated in the study. The schools were randomly selected within the Valencian Community and all schools contacted agreed to participate. Two thousand two hundred and fifty-six children were initially recruited, and a letter was sent to their parents or guardians with the informed consent attached. For 2324 children, the parents/guardians gave informed consent to participate in the study of which 4 had to be excluded due to the fact of a clinical diagnosis of a chronic illness affecting their diet. After consent was returned, the survey to be completed by parents or guardians was given to the 2320 eligible children. This survey consisted of a description of the

study, where it was explicitly stated that the collected data would remain confidential in accordance with the Spanish Personal Data Protection Act, instructions for completion and a brief questionnaire aimed at knowing the level of studies of the parents or guardians and the physical activity of the student, as well as a record of dietary intake. A total of 2262 children returned complete food journals and questionnaires. Of these children, 24 were absent during the day designated for the taking of anthropometric measurements leaving a final sample of 2237 children. The recruitment and selection process is detailed in the flowchart presented in Figure 1.

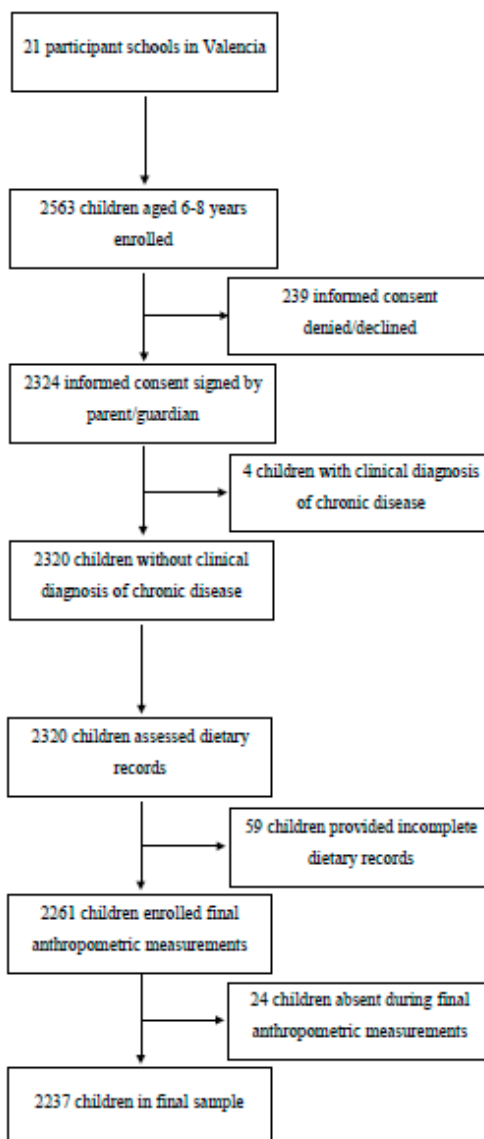


Figure 1. Recruitment of children for participation.

2.2. Anthropometric Measures

The anthropometric measurements taken during the health examination were taken following the standard procedures described by the WHO [33], with children barefoot and wearing light clothing. Anthropometric measurements were taken twice and averaged. The anthropometric data collected were the weight and body fat percentage, using a Soehnle Body Balance Comfort Select 63760 calibrated electronic digital scale with a capacity of 150 kg and a precision of 0.1 kg, the height, through a Seca 213 portable stadiometer that allows measuring up to 250 cm with division in millimeters and waist–hip circumference through a tape measure. The waist/hip index was calculated by dividing the waist measure by hip measure for each individual.

Once the values obtained for each individual were recorded, the WHO Anthro software version 3.2.2 of January 2011 (World Health Department of Nutrition, Geneva, Switzerland) was used to calculate body mass index (BMI) for age (z-score), weight for age (z-score), and height for age (z-score) in order to obtain a comparison between the real values obtained in the measurement of each child and those growth values that would be optimal. The standard deviation values used in the study are governed by the WHO International Child Growth Standards [33].

2.3. Diet Assessment

The analysis of the dietary intake was carried out through a three day, one of which was a weekend/holiday, food journal previously validated for a pediatric population. The questionnaire used was specifically designed to be used with the DIAL software for diet assessment and food calculations (Department of Nutrition (UCM) & Alce Ingeniería, S.L. Madrid, Madrid, Spain) which provides a detailed assessment of the diet by generating macro and micronutrient data corresponding to each individual which would be included in a database for later statistical analysis [34]. The software has been previously validated and the food database was last updated in August 2018. The database has a nutritional composition table which contains vast information on the composition in terms of energy, proteins, lipids, carbohydrates, fiber, minerals, vitamins, cholesterol, fatty acids, amino acids, etc. (up to a total of about 140 different components), for more than 800 of the most common foods. The information of a product can be located not only by the most common name but also by using local, regional or national names along with the possibility of searching using the scientific name and its equivalence in English. The software also uses a table of homemade measurements, with about 1860 entries, with the units and rations most commonly used. Therefore, nutrient intake is estimated using both the type of food consumed and the quantity. The software also allows to estimate the recommended intakes of energy and nutrients according to the individual characteristics of a person: age, sex, weight, and physical activity.

The tables for the Spanish population of 6 to 8 years old prepared by FESNAD in 2010 were used for recommended daily intake (RDI) comparison when available [26]. The RDI is the average daily dietary intake level that is sufficient to meet the nutrient requirements of nearly all (97–98 percent) healthy individuals in a particular life stage and gender group.

Adherence to the Mediterranean diet was measured using the KIDMED questionnaire [35] which was developed to quickly and easily assess the degree of adherence to the Mediterranean diet which, given the characteristics of the study population, should be the most prevalent dietary pattern [35]. The KIDMED test has been successfully used in numerous previous studies [36–41]. The degree of adherence to the Mediterranean diet was assessed based on intake of dietary compounds positively and negatively associated with the Mediterranean diet. Products positively associated (i.e., vegetables, legumes, fruits, nuts, cereal, fish, dairy products, oil) were assigned a value of +1, whereas products negatively associated (i.e., sweets, fast foods) were assigned a value of −1. Adherence was split into 3 levels: ≥ 8 optimum; 4–7 average; and ≤ 3 low.

2.4. Physical Activity

To assess children's physical activity, parents were asked to report the number of days a week that their children practiced physical activity and the duration of these sessions in minutes. The questionnaire used was based on the National Health Survey 2011–2012 conducted by the Ministry of Health, Social Services, and Equality of Spain [42]. Physical activity was classified at two levels: adequate (at least 60 min of moderate to vigorous physical activity a day) and inadequate (less than 60 min of moderate to vigorous physical activity a day) [43]. In addition, parents were asked to report their children's weekly frequency of sedentary activity, such as the hours spent watching TV, on the computer, and playing video games.

2.5. Socio-Educational Level

The child's environment was assessed through questions about the education of the parent/guardian which was classified into: without studies; primary studies, secondary studies; or university studies and postgraduate university studies.

2.6. Statistical Analysis

Data checking was performed both manually and statistically with outliers for the measured and derived variables identified by z-scores and with cross-checking against the original data collection sheets.

Descriptive statistics were calculated for anthropometric measures, and the macro and micronutrients, and the results were expressed as means \pm standard deviations (SDs). Normality of the distribution of continuous variables was assessed by the Kolmogorov–Smirnov test. The quartiles of sugar intake for boys and girls were calculated.

The sample was stratified according to sex-specific quartiles of either or both total sugar intake and percentage of total energy derived from total sugar intake. The 1st quartile was defined as a low sugar consumption group (P25), the 2nd and 3rd quartiles as the medium sugar consumption group (P25–P75), and 4th quartile as the high sugar consumption group (P75). Differences between P25, P25–P75, and P75 for all studied variables are presented in the tables.

The possible association between anthropometric variables, macro and micronutrients in relation with sugar intake was analyzed with a one-way ANOVA Tukey's post-hoc test, as all variables were normally distributed.

In the specific case of the possible association between anthropometric variables and the percentage of total energy derived from total sugar intake, a multiple regression analysis adjusted for age and physical activity after stratification according to sex-specific quartiles of percentage of total energy derived from total sugar intake was performed to obtain R^2 coefficients.

For all analyses, values of $p < 0.05$ were considered to indicate statistical significance (two-tailed test). The statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics v.24 for Windows.

3. Results

The study included 2237 children: 1098 boys and 1139 girls ($p = 0.371$).

The total sugar intake consumed by the studied 6–8 years old children is presented in Table 1, while sugar intake breakdown stratified by gender is shown in Table 2. Mean total sugar intake WAS 93.77 ± 25.72 g/day (22% to 25% of total energy intake) with boys presenting an intake of 96.24 ± 24.34 g/day (23% to 26% of total energy intake) and girls 91.38 ± 26.78 g/day (22% to 24% of total energy intake). Median intakes were 91.85 g/day (22% to 24% of total energy intake) for the total sample with 94.90 g/day (22% to 25% of total energy intake) for boys and 88.80 g/day (21% to 24% of total energy intake) for girls. Differences between boys and girls for total sugar intake ($p < 0.001$), glucose ($p < 0.001$), fructose ($p < 0.001$), sucrose ($p = 0.036$) and lactose ($p = 0.021$) were significant, but no differences were found for galactose ($p = 1.000$) or maltose ($p = 0.344$). It was identified that the sugar

intake of more than 50% of children who participated in the study was above the recommended adult daily intake of 90 g.

Table 1. Total sugar intake consumed by 6–8 years old children ($n = 2237$) in Valencia, Spain, 2018.

Participants	Total Sugar Intake (g)												
	Mean	Median	SD	IQR	Minimum	Maximum	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
Total ($n = 2237$)	93.77	91.85	25.72	32.10	24.60	348.00	55.40	63.80	76.90	91.85	109.00	125.00	136.00
Boys ($n = 1098$)	96.24	94.90	24.34	32.10	24.60	250.00	58.28	66.94	79.90	94.90	112.00	127.00	138.00
Girls ($n = 1139$)	91.38	88.80	26.78	31.50	25.10	348.00	53.02	61.30	74.50	88.80	106.00	122.00	133.00

SD: standard deviation; IQR: interquartile range.

Based on dietary intake of sugar stratified by sex-specific percentiles, 276 boys (12.3%) were grouped in the P25 (<79.9 g/day), 542 were grouped in the P25–P75 (79.9–112.0 g/day) with P50 being an intake of 94.9 g/day of sugar and 267 (11.9%) were grouped in the P75 (>112.0 g/day); at the same time, 324 girls (14.5%) were grouped in P25 (<74.5 g/day), 526 were grouped in the P25–P75 (74.5–106.0 g/day) with P50 being an intake of 88.8 g/day of sugar and 284 (12.7%) in P75 (>106.0 g/day).

Table 3 shows some stratified sociodemographic characteristics such as parent's level of education, physical activity, and adherence to the Mediterranean diet score. Significant differences were found regarding the parental education level for both genders. No significant differences were found for level physical activity and only in the group of girls were significant differences in Mediterranean diet adherence found. Adherence in girls with high sugar intakes was worse than in those with lower intakes.

Table 4 shows some stratified sociodemographic characteristics, such as parent's level of education, physical activity, and adherence to the Mediterranean diet score, in relation to % of total energy intake from sugar intake. No significant differences were found regarding the parental education level, physical activity or in Mediterranean diet adherence for any of the groups.

Table 5 summarizes the mean values of age, weight, height, BMI, waist and hip circumferences, waist/hip index, and % fat according to gender and the amount of sugar intake. Significant differences were observed in age ($p = 0.026$), weight z-score ($p = 0.003$), height z-score ($p = 0.030$), BMI z-score ($p = 0.013$), hip circumference ($p = 0.041$), and % fat ($p = 0.024$) in the boys group, whereas significant differences were observed in weight z-score ($p = 0.018$), BMI ($p = 0.042$), BMI z-score ($p = 0.007$), waist circumference ($p = 0.002$), and % fat ($p = 0.001$) in the group of girls.

Table 6 shows the mean anthropometric values of the children studied in relation to sex-specific groups of total sugar intake adjusted for total energy intake. Significant differences were observed in weight z-score ($p = 0.049$), waist circumference ($p = 0.010$), and % fat ($p < 0.001$) in the boys group, whereas significant differences were observed in weigh ($p = 0.050$), weight z-score ($p = 0.020$), height ($p = 0.005$), height z-score ($p = 0.038$), BMI z-score ($p = 0.014$), waist circumference ($p = 0.009$), hip circumference ($p = 0.003$), and % fat ($p < 0.001$) in the group of girls. No significant differences were found for BMI or waist/hip index.

Table 2. Breakdown of total sugar intake consumed by 6–8 years old children (*n* = 2237) in Valencia, Spain, 2018.

Sugars	Total (<i>n</i> = 2237)				Boys (<i>n</i> = 1098)				Girls (<i>n</i> = 1139)				<i>p</i> -Value ^{a,a}
	Mean	SD	Minimum	Maximum	Mean	SD	Minimum	Maximum	Mean	SD	Minimum	Maximum	
Total sugar intake (g)	93.77	25.72	24.60	348.00	96.24	24.34	24.60	250.00	91.38	26.78	25.10	348.00	<0.001
Glucose (g)	8.10	4.40	0.00	43.40	8.46	4.46	0.18	35.10	7.75	4.31	0.00	43.40	<0.001
Fructose (g)	11.04	6.10	0.00	56.30	11.55	6.24	0.14	45.30	10.55	5.93	0.00	56.30	<0.001
Galactose (g)	0.16	0.35	0.00	3.10	0.16	0.34	0.00	2.20	0.16	0.35	0.00	3.10	1.000
Sucrose (g)	22.70	13.33	0.09	276.00	23.30	11.28	0.35	133.00	22.12	15.04	0.09	276.00	0.036
Maltose (g)	0.13	0.25	0.00	2.80	0.13	0.25	0.00	2.40	0.14	0.25	0.00	2.80	0.344
Lactose (g)	14.58	7.29	0.00	68.40	14.94	7.10	0.00	55.60	14.23	7.46	0.00	68.40	0.021

SD: standard deviation. ^a *p*-Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Mean and SD of boys versus girls were compared with the ANOVA Test.

Table 3. Sociodemographic characteristics of schoolchildren in relation to sugar intake consumed by 6–8 years old children (*n* = 2237) in Valencia, Spain, 2018.

Characteristics	Boys (<i>n</i> = 1098)				Girls (<i>n</i> = 1139)				<i>p</i> -Value ^{a,b}	<i>p</i> -Value ^{a,c}
	Simple Sugars Intake (96.24 ± 24.34 g)		Simple Sugars Intake (91.38 ± 26.78 g)		Simple Sugars Intake (93.77 ± 25.72 g)		Simple Sugars Intake (91.38 ± 26.78 g)			
	P25 (<79.9 g) (<i>n</i> = 276)	P75 (>112.0 g) (<i>n</i> = 280)	<i>p</i> -Value ^{a,a}	%	P25 (<74.5 g) (<i>n</i> = 324)	P75 (74.5–106.0 g) (<i>n</i> = 526)	<i>p</i> -Value ^{a,b}	%	P25 (>106.0 g) (<i>n</i> = 289)	%
Low	31.4	20.0	<0.001	28.0	31.5	28.5	0.017	20.6	20.6	<0.001
Average	36.4	28.5	<0.001	34.6	30.5	33.8	0.016	32.1	32.1	<0.001
High	32.2	51.5	<0.001	37.5	38.0	37.7	0.003	47.3	47.3	0.025
Low	18.7	8.2	<0.001	11.1	17.3	16.8	0.025	11.6	11.6	<0.001
Average	39.3	26.8	<0.001	35.9	35.0	32.3	0.023	27.9	27.9	<0.001
High	42.1	65.1	<0.001	52.9	47.7	50.9	0.003	60.5	60.5	0.194
Inadequate	14.3	10.4	0.233	14.6	22.3	21.1	0.778	23.2	23.2	<0.001
Adequate	85.7	89.6	0.233	85.4	77.7	78.9	0.778	76.8	76.8	<0.001
Low	7.5	4.1	0.172	6.5	3.7	5.1	0.623	4.4	4.4	0.189
Average	46.3	42.3	0.594	43.7	36.6	43.4	0.013	48.4	48.4	0.073
Optimum	46.3	53.6	0.236	49.8	59.8	51.5	0.006	47.3	47.3	0.010

SD: standard deviation. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. ^a *p*-Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Table 4. Sociodemographic characteristics of schoolchildren in relation to % of total energy intake from sugar consumed by 6–8 years old children (*n* = 2237) in Valencia, Spain, 2018.

Characteristics	% of Total Energy from Sugar (21.07 ± 12.09%)					
	Boys (<i>n</i> = 1098)			Girls (<i>n</i> = 1139)		
	% of Total Energy from Sugar (21.15 ± 11.90%)		% of Total Energy from Sugar (20.99 ± 12.26%)			
	P25 (<14.99%) (<i>n</i> = 274)	P75 (>21.17%) (<i>n</i> = 275)	<i>p</i> -Value ^a	P25 (<14.61%) (<i>n</i> = 284)	P75 (>20.90%) (<i>n</i> = 285)	<i>p</i> -Value ^{a,b}
	%	%		%	%	<i>p</i> -Value ^{a,c}
	Fathers' educational level					
Low	32.4	27.0	0.257	31.9	27.7	0.411
Average	34.6	34.2	0.991	35.1	33.9	0.918
High	33.1	38.8	0.293	33.0	38.4	0.311
	Mothers' educational level					
Low	16.7	13.6	0.480	16.3	14.1	0.693
Average	38.0	34.3	0.533	38.7	34.0	0.396
High	45.3	52.1	0.177	45.0	51.8	0.176
	Level of physical activity					
Inadequate	17.7	17.3	0.968	18.3	16.8	0.700
Adequate	82.3	82.7	0.968	81.7	83.2	0.700
	Mediterranean diet adherence					
Low	4.9	5.6	0.828	4.7	5.6	0.742
Average	45.6	42.4	0.575	44.9	42.4	0.767
Optimum	49.5	52.1	0.763	50.3	52.0	0.899

SD; standard deviation. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. ^a *p*-Value < 0.05 considered statistically significant. ^b Comparison between all boys. ^c Comparison between all girls.

Table 5. Anthropometric characteristics of schoolchildren in relation to sugar intake consumed by 6–8 years old children ($n = 2237$) in Valencia, Spain, 2018.

Characteristics	Simple Sugars Intake (93.77 ± 25.72 g)												
	Boys ($n = 1098$)						Girls ($n = 1139$)						
	Simple Sugars Intake (96.24 ± 24.34 g)						Simple Sugars Intake (91.38 ± 26.78 g)						
	P25 (<79.9 g) ($n = 276$)	P25–P75 (79.9–112.0 g) ($n = 542$)	P75 (>112.0 g) ($n = 280$)	Mean	SD	p -Value **	P25 (<74.5 g) ($n = 324$)	P25–P75 (74.5–106.0 g) ($n = 526$)	P75 (>106.0 g) ($n = 289$)	Mean	SD	p -Value ^{a,b}	p -Value ^{a,c}
Age (years)	7.31	7.24	7.44	7.44	1.03	0.026	7.34	7.29	7.32	7.32	1.03	0.826	0.178
Weight (kg)	29.15	28.74	29.31	29.31	7.16	0.518	29.46	28.81	28.27	28.27	6.95	0.117	0.332
Weight z-score	2.54	1.15	4.24	0.79	1.08	0.003	1.78	0.91	2.33	0.77	2.32	0.018	0.001
Height (m)	1.28	1.28	1.29	1.29	0.08	0.605	1.29	1.28	1.27	1.27	0.08	0.183	0.306
Height z-score	1.91	0.86	1.05	0.55	1.01	0.030	1.40	0.86	1.04	0.75	1.01	0.424	0.120
BMI	17.41	17.04	17.25	17.25	2.57	0.173	17.58	17.26	17.01	17.01	2.57	0.042	0.057
BMI z-score	2.27	1.314	0.88	0.66	1.14	0.013	1.54	0.68	1.75	0.54	1.41	0.007	0.002
Waist (cm)	60.43	61.28	6.84	61.02	7.62	0.397	61.41	7.75	60.78	7.13	59.32	7.59	0.002
Hip (cm)	69.16	70.78	7.07	70.48	7.83	0.041	70.86	8.20	70.07	8.39	69.28	7.82	0.083
Waist/hip Index	0.87	0.05	0.86	0.56	1.20	5.48	0.89	0.46	0.87	0.28	0.85	0.05	0.272
Fat percentage	16.79	10.74	16.09	9.10	18.43	6.87	18.55	10.17	16.84	9.43	20.59	7.08	0.001

SD: standard deviation. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. * p -Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Table 6. Anthropometric characteristics of schoolchildren in relation to % of total energy intake from sugar consumed by 6–8 years old children ($n = 2237$) in Valencia, Spain, 2018.

Characteristics	% of Total Energy from Sugar (21.07 ± 12.09%)														
	Boys ($n = 1098$)						Girls ($n = 1139$)								
	% of Total Energy from Sugar (21.15 ± 11.90%)			% of Total Energy from Sugar (20.99 ± 12.26%)			P25			P75					
	P25 (<14.99%) ($n = 274$)	P25–P75 (14.99%–21.17%) ($n = 549$)	P75 (>21.17%) ($n = 275$)	P-Value **	Mean	SD	P25 (<14.61%) ($n = 284$)	P25–P75 (14.61%–20.90%) ($n = 570$)	P75 (>20.90%) ($n = 285$)	P-Value * ^{a,b}	Mean	SD			
Weight (kg)	29.37	8.14	29.03	7.01	28.55	6.83	0.413	29.69	7.25	28.76	7.15	28.25	7.08	0.050	0.163
Weight z-score	2.17	10.50	1.33	5.54	0.81	1.16	0.049	1.85	9.24	0.91	2.25	0.82	2.36	0.020	0.010
Height (m)	1.30	0.09	1.29	0.08	1.28	0.08	0.242	1.30	0.08	1.29	0.08	1.27	0.09	0.005	<0.001
Height z-score	1.80	9.75	1.08	5.29	0.59	1.10	0.067	1.88	10.20	0.83	1.71	0.64	1.46	0.038	0.016
BMI	17.24	3.05	17.21	2.70	17.10	2.49	0.791	17.39	2.84	17.29	2.86	17.21	2.75	0.755	0.877
BMI z-score	1.85	11.88	1.11	5.77	0.64	1.20	0.141	1.56	8.45	0.68	1.71	0.64	1.46	0.014	0.037
Waist (cm)	60.95	9.65	61.65	7.07	59.76	6.92	0.010	61.54	7.64	60.91	7.29	58.91	7.39	0.009	<0.001
Hip (cm)	69.78	10.07	70.83	7.22	69.82	7.51	0.145	71.08	8.14	70.30	7.98	68.64	8.56	0.003	0.002
Waist/hip Index	0.87	0.06	0.87	0.06	0.96	2.81	0.232	0.90	0.48	0.87	0.05	0.88	0.31	0.430	0.862
Fat percentage	16.17	10.46	16.00	9.02	19.02	6.78	<0.001	18.13	9.85	16.79	9.67	21.59	6.20	<0.001	<0.001

SD: standard deviation. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. * p -Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Table 7 shows the results (R^2 coefficient of determination) of the multiple regression analysis adjusted for age and physical activity after stratification according to sex-specific quartiles of percentage of total energy derived from total sugar intake for the possible association between anthropometric variables and the percentage of total energy derived from total sugar intake. While the R^2 does not indicate whether the independent variables are a cause of the changes in the dependent variable, it does permit us to know how well belonging to a specific sugar intake group predicts anthropometric values. The highest R^2 values (~ 0.3) were found for weight and height with the corresponding p -values all < 0.05 . This would mean that the model explains $\sim 30\%$ of the variation within the data and also indicates statistical significance. Body mass index also presents statistical significance for all groups while waist and hip are significant in all groups except the boys P25. Waist/hip index is only statistically significant in boys P25, boys P25-P75, and girls P25-P75. The R^2 values for the z-scores are low, between 0.001 and 0.113, and statistical significance was only found in the boys P75 group for weight z-score and BMI z-score. Meanwhile, fat percentage presented the lowest R^2 values (0.001–0.006) and no statistical significance was found in any of the groups.

Table 8 shows macronutrient intake according to gender and sugars intake. For both groups, boys and girls, on average, presented higher intakes of total energy, protein, carbohydrates, monosaccharides (glucose, fructose and galactose), disaccharides (lactose, maltose and sucrose), fiber, cholesterol, and lipids when sugar intake was higher. The intake of fatty acids was significantly higher among children with higher sugar intakes for SFA, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, MUFA, palmitoleic, oleic acid, PUFA, ω -6 PUFA, linoleic acid, linolenic acid but for ω -3 PUFA the boys P25-P75 group presented the highest intake values.

Table 9 shows the intake of macronutrients stratified by sex-specific quartiles of percentage of total energy derived from total sugar intake. The percentage of total energy derived from protein decreases as the percentage of total energy derived from total sugar intake increases while the opposite is true for carbohydrates, glucose, fructose, galactose, lactose, maltose and sucrose. For fiber intake, the P25-P75 groups present the highest intake per 1000 kcal. For the remaining macronutrients studied, intake per 1000 kcal decreases when the percentage of total energy derived from total sugar intake increases. Myristic acid is the only nutrient that does not present statistically significant differences among the groups.

Table 10 shows the intake of micronutrients according to gender and sugar intake. There was a higher intake of micronutrients among children with P75 versus P25, in all studied micronutrients that presented statistical significance ($p < 0.05$). No differences in the intake of vitamin B1 and folate in either gender were observed.

Table 11 shows the intake of micronutrients per 1000 kcal stratified by sex-specific quartiles of percentage of total energy derived from total sugar intake. The intake of calcium, iodine, magnesium, vitamin B2 and vitamin C increased as the percentage of total energy derived from total sugar intake increased. For iron and vitamin B6 intake, the P25-P75 groups presented the highest intakes. No differences in the intakes of zinc, vitamin A, vitamin B1, vitamin D or vitamin E in either gender were observed. If stratified by sex, in boys, the intake of folate and vitamin B12 increases as the percentage of total energy derived from total sugar intake increases and, in girls, this was also true for folate.

Table 7. Results of the adjusted multiple regression analysis of the possible association between anthropometric variables and the percentage of total energy derived from total sugar intake by 6–8 years old children ($n = 2237$) in Valencia, Spain, 2018.

Characteristics	Boys ($n = 1098$)						Girls ($n = 1139$)					
	% of Total Energy from Sugar (21.15% ± 11.90%)			% of Total Energy from Sugar (20.99% ± 12.26%)								
	P25 (<14.99%) ($n = 274$)	P25–P75 (14.995–21.17%) ($n = 549$)	P75 (>21.17%) ($n = 275$)	P25 (<14.61%) ($n = 284$)	P25–P75 (14.61%–20.90%) ($n = 570$)	P75 (>20.90%) ($n = 285$)						
R ²	p-Value	R ²	p-Value	R ²	p-Value	R ²	p-Value	R ²	p-Value	R ²	p-Value	
Weight (kg)	0.298	0.001	0.303	0.001	0.322	0.001	0.270	0.001	0.308	0.001	0.312	0.001
Weight z-score	0.004	0.664	0.004	0.959	0.065	0.007	0.006	0.462	0.003	0.919	0.001	0.421
Height (m)	0.331	0.001	0.328	0.001	0.401	0.001	0.283	0.001	0.324	0.001	0.399	0.001
Height z-score	0.006	0.818	0.001	0.366	0.003	0.317	0.003	0.232	0.002	0.643	0.001	0.289
BMI	0.079	0.001	0.084	0.001	0.099	0.001	0.055	0.001	0.089	0.001	0.094	0.001
BMI z-score	0.004	0.556	0.004	0.939	0.113	0.001	0.004	0.640	0.001	0.283	0.009	0.687
Waist (cm)	0.114	0.113	0.129	0.001	0.118	0.001	0.095	0.001	0.131	0.001	0.123	0.001
Hip (cm)	0.001	0.701	0.219	0.001	0.173	0.001	0.156	0.001	0.213	0.001	0.182	0.001
Waist/hip Index	0.016	0.014	0.020	0.001	0.001	0.716	0.007	0.184	0.015	0.001	0.001	0.713
Fat percentage	0.001	0.404	0.001	0.748	0.006	0.202	0.003	0.468	0.001	0.466	0.003	0.405

* p-value < 0.05 considered statistically significant.

Table 8. Macronutrients intake consumed by 6–8-years old children ($n = 2237$) in Valencia, Spain, 2018.

Macronutrient RDI	Simple Sugars Intake (93.77 ± 25.72 g)															
	Boys ($n = 1098$)						Girls ($n = 1139$)									
	Simple Sugars Intake (96.24 ± 24.34 g)			Simple Sugars Intake (91.38 ± 26.78 g)			P25–P75 (74.5–106.0 g) ($n = 526$)			P75 (>106.0 g) ($n = 289$)						
	P25 (<79.9 g) ($n = 276$)	SD	Mean	P25 (79.9–112.0 g) ($n = 542$)	SD	Mean	P25 (<74.5 g) ($n = 324$)	SD	Mean	P25–P75 (74.5–106.0 g) ($n = 526$)	SD	Mean	P75 (>106.0 g) ($n = 289$)	p-Value * ^a	p-Value * ^b	p-Value * ^c
Energy 1500–1700 kcal	2004.67	345.14	2270.34	356.60	2630.55	663.38	1939.44	328.49	2197.29	359.56	2540.01	609.11	<0.001	<0.001	<0.001	
Protein 19 g	86.96	21.23	93.35	18.85	104.04	38.91	82.99	21.12	89.54	18.41	98.12	24.14	<0.001	<0.001	<0.001	
Carbohydrate 130 g	202.13	43.85	233.57	35.58	281.32	54.39	191.19	36.83	222.81	35.02	269.47	55.52	<0.001	<0.001	<0.001	
Glucose (g)	5.95	2.89	8.76	4.06	11.85	5.41	5.41	2.68	8.09	3.47	11.40	6.20	<0.001	<0.001	<0.001	
Fructose (g)	8.34	4.33	11.98	5.88	15.69	7.32	7.48	3.94	11.05	5.02	15.11	8.20	<0.001	<0.001	<0.001	
Galactose (g)	0.05	0.18	0.19	0.37	0.23	0.42	0.08	0.24	0.17	0.36	0.28	0.49	<0.001	<0.001	<0.001	
Lactose (g)	11.96	6.06	15.47	6.27	18.32	9.24	11.59	6.28	14.64	6.65	18.24	9.80	<0.001	<0.001	<0.001	
Maltose (g)	0.08	0.16	0.15	0.27	0.18	0.30	0.08	0.17	0.15	0.25	0.21	0.37	<0.001	<0.001	<0.001	
Sucrose (g)	15.82	6.86	24.16	8.98	33.36	15.05	14.52	7.01	23.04	8.89	34.47	28.21	<0.001	<0.001	<0.001	
Fiber 25 g	16.96	5.67	19.34	8.17	21.23	7.03	15.86	4.55	18.79	5.28	21.65	13.41	<0.001	<0.001	<0.001	
Cholesterol (mg)	327.18	102.53	353.77	101.43	392.19	259.85	304.94	85.77	344.10	106.30	369.79	117.50	<0.001	<0.001	<0.001	
Lipid (g)	92.88	21.82	103.42	23.00	116.51	40.17	91.37	21.22	101.45	23.49	114.14	37.72	<0.001	<0.001	<0.001	
SFA (g)	30.71	7.24	34.72	7.68	38.92	11.12	29.38	6.89	33.89	7.74	39.17	11.87	<0.001	<0.001	<0.001	
Myristic Acid (g)	2.31	0.83	2.66	0.89	2.92	1.09	2.15	0.81	2.57	0.86	3.01	1.68	<0.001	<0.001	<0.001	
Palmitic Acid (g)	16.59	3.99	18.42	4.37	20.38	6.71	15.90	3.79	17.90	4.33	20.34	5.89	<0.001	<0.001	<0.001	
Stearic Acid (g)	6.83	1.78	7.66	1.99	8.50	2.78	6.58	1.78	7.56	1.99	8.65	2.48	<0.001	<0.001	<0.001	
MUFA (g)	40.88	11.44	45.42	12.18	52.32	23.81	40.25	11.67	44.61	12.42	50.85	22.83	<0.001	<0.001	<0.001	
Palmitoleic Acid (g)	1.51	0.40	1.66	0.43	1.74	0.59	1.45	0.40	1.60	0.45	1.72	0.56	<0.001	<0.001	<0.001	
Oleic Acid (g)	37.25	10.71	41.65	11.38	47.98	22.75	37.09	11.03	40.89	11.71	46.88	22.18	<0.001	<0.001	<0.001	
PUFA (g)	11.72	3.39	12.95	4.08	14.14	4.69	11.44	3.46	12.71	4.38	13.76	4.85	<0.001	<0.001	<0.001	
ω-6 PUFA 10 g	7.00	4.38	8.66	4.53	8.90	5.01	7.68	4.00	8.20	4.67	8.87	5.49	<0.001	<0.001	<0.001	
ω-3 PUFA 0.9 g	0.94	0.73	1.31	0.84	1.26	0.92	1.09	0.71	1.20	0.86	1.21	0.94	<0.001	<0.001	<0.001	
Linoleic Acid 10 g	9.41	2.97	10.37	3.40	11.35	3.73	9.28	3.01	10.24	3.75	11.16	4.06	<0.001	<0.001	<0.001	
Linolenic Acid 0.9 g	1.03	0.35	1.22	0.64	1.31	0.57	1.03	0.35	1.18	0.54	1.30	0.65	<0.001	<0.001	<0.001	
Arachidonic Acid (g)	0.17	0.09	0.18	0.10	0.16	0.09	0.15	0.08	0.17	0.09	0.17	0.10	<0.001	<0.001	<0.001	

SD: standard deviation; SFA: saturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. * p-Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Table 9. Macronutrients intake consumed by percentage of total energy derived from total sugar intake by 6–8 years old children (*n* = 2237) in Valencia, Spain, 2018.

Macronutrient	% of Total Energy from Sugar (21.07 ± 12.09%)												
	Boys (<i>n</i> = 1098)						Girls (<i>n</i> = 1139)						
	% of Total Energy from Sugar (21.15% ± 11.90%)			% of Total Energy from Sugar (20.99% ± 12.26%)			P25–P75 (14.61%–20.90%)			P75 (>20.90%)			
	P25 (<14.99%) (<i>n</i> = 274)	SD	Mean	SD	Mean	SD	P25 (<14.61%) (<i>n</i> = 284)	SD	Mean	SD	Mean	SD	P-Value * ^c
Energy (kcal)	2004.67	345.14	2270.34	356.60	2236.68	716.33	1939.44	328.49	2197.29	359.56	2168.21	672.69	<0.001
Protein	16.91	2.87	16.52	2.40	15.72	2.37	16.98	2.97	16.51	2.38	16.52	2.57	<0.001
Carbohydrate	38.72	5.49	41.43	4.64	44.91	4.22	38.50	5.64	41.32	4.62	44.73	4.22	<0.001
Glucose	1.05	0.53	1.53	0.66	2.15	1.06	1.02	0.51	1.51	0.65	2.13	1.04	<0.001
Fructose	1.47	0.77	2.10	0.98	2.83	1.41	1.44	0.75	2.06	0.97	2.81	1.39	<0.001
Galactose	0.01	0.04	0.03	0.06	0.10	0.00	0.01	0.04	0.03	0.06	0.09	0.09	<0.001
Lactose	2.21	1.18	2.73	1.20	2.50	1.62	2.17	1.16	2.71	1.21	3.45	1.59	<0.001
Maltose	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.06	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.06	<0.001
Sucrose	2.83	1.24	4.31	1.61	5.99	3.02	2.73	1.19	4.24	1.59	5.94	2.94	<0.001
Fiber (g)	8.08	2.12	8.54	2.74	8.24	1.95	8.07	2.16	8.51	2.72	8.29	1.94	<0.001
Cholesterol (mg)	159.79	44.50	156.24	37.58	146.76	40.45	160.75	45.30	155.84	37.28	148.18	41.38	<0.001
Lipid (g)	48.14	4.78	45.18	4.47	41.88	4.66	48.38	4.84	45.31	4.44	41.97	4.64	<0.001
SFA (g)	15.45	2.38	15.21	2.19	14.95	2.38	15.49	2.41	15.22	2.20	14.94	2.33	0.011
Myristic Acid (g)	1.14	0.41	1.16	0.35	1.17	0.38	1.14	0.41	1.15	0.35	1.17	0.37	0.445
Palmitic Acid (g)	8.33	1.27	8.08	1.22	7.63	1.31	8.36	1.27	8.09	1.22	7.64	1.29	<0.001
Stearic Acid (g)	3.42	0.63	3.38	0.64	3.30	0.73	3.44	0.64	3.37	0.64	3.30	0.71	0.047
MUFA (g)	21.43	3.95	19.80	3.15	18.09	2.98	21.57	4.00	19.87	3.16	18.12	3.00	<0.001
Palmitoleic Acid (g)	0.75	0.15	0.72	0.14	0.67	0.14	0.76	0.15	0.72	0.14	0.67	0.14	<0.001
Oleic Acid (g)	19.63	3.94	18.17	3.12	16.61	2.97	19.76	3.99	18.23	3.13	16.64	2.99	<0.001
PUFA (g)	6.03	1.42	5.65	1.7	5.04	1.02	6.07	1.41	5.67	1.20	5.05	1.00	<0.001
ω-6 PUFA (g)	3.87	2.01	3.71	1.75	3.11	1.63	3.91	2.03	3.71	1.76	3.13	1.62	<0.001
ω-3 PUFA (g)	0.53	0.36	0.54	0.34	0.46	0.35	0.53	0.37	0.54	0.34	0.47	0.34	0.003
Linoleic Acid (g)	4.86	1.25	4.54	1.05	4.06	0.90	4.91	1.26	4.55	1.07	4.07	0.88	<0.001
Linolenic Acid (g)	0.54	0.22	0.52	0.15	0.48	0.16	0.55	0.23	0.52	0.15	0.48	0.16	<0.001
Arachidonic Acid (g)	0.08	0.04	0.07	0.03	0.07	0.03	0.08	0.04	0.07	0.04	0.07	0.03	<0.001

Values are presented as % of total energy for protein, carbohydrate, glucose, fructose, galactose, lactose, maltose, and sucrose and as unit/1000 kcal for fiber, cholesterol, lipid, SFA, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, MUFA, palmitoleic acid, oleic acid, PUFA, ω-6 PUFA, ω-3 PUFA, linoleic acid, linolenic acid, and arachidonic acid. SDs: standard deviation; SFA: saturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. * *p*-Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Table 10. Micronutrients intake consumed by 6–8 years old children (n = 2237) in Valencia, Spain, 2018.

Micronutrient RDI	Simple Sugars Intake (93.77 ± 25.72 g)													
	Boys (n = 1098)						Girls (n = 1139)							
	Mean	SD	P25 (<79.9 g) (n = 276)	P25–P75 (79.9–112.0 g) (n = 542)	P75 (>112.0 g) (n = 280)	p-Value *a	Mean	SD	P25 (<74.5 g) (n = 324)	P25–P75 (74.5–106.0 g) (n = 526)	P75 (>106.0 g) (n = 289)	p-Value *b	p-Value *c	
Mineral RDI														
Ca 800 mg	832.20	201.39	1010.05	219.31	1062.73	311.12	<0.001	797.50	208.97	967.86	215.00	1156.60	327.88	<0.001
Fe 9 mg	12.24	3.23	13.46	3.87	15.80	7.84	<0.001	11.62	3.46	12.93	3.54	14.88	6.01	<0.001
I 120 µg	89.50	27.07	105.72	62.20	123.57	113.06	<0.001	86.14	26.75	98.74	27.51	113.75	38.58	<0.001
Mg 170 mg	259.14	65.34	300.21	64.44	349.33	122.89	<0.001	247.57	56.44	287.14	55.19	336.08	106.74	<0.001
Zinc 6.5 mg	8.95	1.95	9.92	2.08	11.07	3.90	<0.001	8.52	1.92	9.56	2.02	10.65	2.80	<0.001
Vitamin RDI														
A 450 µg	866.14	1051.02	985.54	571.89	1099.67	757.48	<0.001	832.38	1045.39	947.15	544.91	1185.26	1289.60	<0.001
B1 0.8 mg	1.67	2.54	1.61	1.32	1.74	1.18	0.672	1.48	1.78	1.46	0.64	1.66	0.80	0.918
B2 1.1 mg	1.67	0.42	1.95	0.41	2.29	0.71	<0.001	1.60	0.47	1.90	0.46	2.20	0.70	<0.001
B6 1.0 mg	1.90	0.51	2.17	0.59	2.45	1.14	<0.001	1.80	0.56	2.08	0.58	2.34	0.99	<0.001
Folate 200 µg	7.87	15.40	10.24	17.86	16.56	37.81	0.247	8.98	19.13	10.68	19.91	13.30	27.23	0.235
B12 1.2 µg	5.67	4.74	5.95	2.83	6.96	5.08	<0.001	5.15	3.02	5.80	2.64	6.19	2.71	<0.001
C 45 mg	78.48	35.93	104.77	49.33	129.95	59.72	<0.001	77.53	36.94	99.95	42.05	131.08	85.81	<0.001
D 5 µg	2.84	2.94	3.03	2.36	3.51	3.45	<0.001	2.56	2.39	2.90	2.24	3.44	2.86	<0.001
E 7.0 mg	6.96	2.53	8.12	3.17	9.55	3.95	0.017	6.68	2.36	7.93	2.85	3.33	4.34	<0.001

SD: standard deviation. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. * p-Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Table 11. Micronutrient intake consumed by percentage of total energy derived from total sugar intake by 6–8 years old children (*n* = 2237) in Valencia, Spain, 2018.

Micronutrient	% of Total Energy from Sugar (21.07 ± 12.09%)												
	Boys (<i>n</i> = 1098)						Girls (<i>n</i> = 1139)						
	% of Total Energy from Sugar (21.15% ± 11.90%)						% of Total Energy from Sugar (20.99% ± 12.26%)						
	P25 (<14.99%) (<i>n</i> = 274)	SD	Mean	SD	P75 (>21.17%) (<i>n</i> = 275)	<i>p</i> -Value ^{a,c}	P25 (<14.61%) (<i>n</i> = 294)	SD	Mean	SD	P75 (>20.90%) (<i>n</i> = 285)	<i>p</i> -Value ^{a,b}	<i>p</i> -Value ^{a,c}
Mineral													
Ca (mg)	395.48	91.70	449.65	97.23	498.00	115.29	393.19	91.09	446.32	97.19	498.01	114.10	<0.001
Fe (mg)	5.91	1.34	6.04	1.54	5.73	1.47	5.93	1.38	6.02	1.53	5.76	1.44	0.015
I (µg)	43.58	14.96	46.27	19.83	47.31	12.40	43.57	15.39	46.03	19.56	47.45	12.38	0.003
Mg (mg)	124.96	24.90	133.51	21.67	136.45	23.08	125.26	25.67	132.72	21.53	136.57	23.24	<0.001
Zinc (mg)	4.34	0.75	4.39	0.73	4.35	0.73	4.36	0.76	4.37	0.73	4.36	0.73	0.898
Vitamin													
A (µg)	430.90	485.35	432.28	250.20	433.51	333.26	435.03	513.31	428.63	246.95	439.16	202.50	0.856
B1 (mg)	0.74	0.87	0.71	0.67	0.65	0.17	0.73	0.91	0.71	0.67	0.65	0.17	0.123
B2 (mg)	0.79	0.18	0.87	0.19	0.93	0.21	<0.001	0.79	0.18	0.86	0.19	0.93	0.21
B6 (mg)	0.91	0.22	0.96	0.24	0.93	0.26	<0.001	0.91	0.22	0.96	0.21	0.94	0.25
Folate (µg)	3.91	7.63	5.08	9.76	5.44	10.13	3.93	7.71	5.01	9.67	5.38	9.93	0.038
B12 (µg)	2.69	1.73	2.67	1.23	2.46	0.81	2.71	1.82	2.66	1.22	2.49	0.82	0.051
C (mg)	37.79	18.38	46.97	20.48	54.19	24.43	<0.001	37.36	18.08	46.43	20.35	54.12	<0.001
D (µg)	1.32	1.20	1.38	1.13	1.22	0.96	1.30	1.21	1.38	1.13	1.25	0.96	0.132
E (mg)	3.57	1.15	3.56	1.05	3.42	1.00	3.56	1.14	3.56	1.07	3.44	0.99	0.184

Values are presented as unit/1000 kcal. SD: standard deviation. Mean and SD were compared with the ANOVA Test. * *p*-Value < 0.05 considered statistically significant. ^a Comparison between all boys. ^b Comparison between all girls. ^c Comparison between all children.

Comparing the intake of macro with the RDI, an intake higher than recommended for energy was observed in all groups with the intake of protein quadrupling the RDI and carbohydrate intake 1.5 to 2 times higher than the RDI. Fiber and ω -6 PUFA intake were lower than recommended in all groups for both genders while linoleic acid intake was lower than the RDI in the P25 group of both boys and girls. Iodine intake requirements were only met by the P75 group in boys. Insufficient folate and vitamin D intakes were observed in all groups studied with the results for folate being of particular interest as the highest intakes found, in the P75 groups, representing less than 10% of the RDI. Meanwhile, vitamin E intake was lower than the RDI in the P25 group of boys and the P25 and P75 groups of girls.

4. Discussion

This study provided total sugar intake data for Valencian children (Spanish) where the mean intake was 93.77 ± 25.72 g/day (22% to 25% of total energy intake) and the median 91.85 g/day (22% to 24% of total energy intake). It was identified that sugars intake by more than 50% of children who participated in the study was above the EU recommendations of 90 g/day or 20% of total energy for adults. Given the body mass of children of the age studied compared to the average adult, for which these recommendations were established, it would be logical that the optimal total sugar intake for a population 4–8 years old would be quite lower, meaning that an even higher percentage of children would exceed recommendations. High total sugar intake was associated with higher fat percentage and unbalanced macro and micronutrients intakes. The result of high sugar intake being associated with higher body fat percentage could be interpreted as excessive total sugar intake being responsible, at least in part, for metabolically obese but normal weight children who present an inadequate dietary pattern.

The mean sugar consumption of 93.77 ± 25.72 g/day in children 6–8 years old was higher than that described in the ANIBES study, the goal of which was to evaluate energy intake and energy expenditure in a nationally representative sample of the Spanish population 9–75 years old and which identified a mean total sugar intake of 91.6 g/day for the 9–12 years old age group [44–46]. As in this study, differences in terms of gender were found with the ANIBES study identifying a higher consumption of sugar in males compared to females [44–46]. A review of the sugar consumption from nationally representative surveys across the world [47] found that for the 15 studies conducted on children between 4 and 10 years of age and which had information on total sugar consumption, total sugar consumption varied from 83.6 g/day to 167 g/day, and that the percentage of total energy that total sugar represented was from 17% to 34.8%. In all the reviewed studies, boys presented higher total sugar intakes than girls. The results from this study would therefore be in line with the findings of this review for total sugar intake, percentage of total energy, and gender disparity in sugar intakes. The European EDIFIC study found that total sugar intake in 2–9 years olds varied from 77 g/day (19% total energy) to 114 g/day (30%) [48]. A Canadian study found that children 4–8 years old consumed 120 g/day of total sugar equivalent to 26% of total energy [49]. A Portuguese study on 5–9 years olds found mean total sugar intake to be 100.0 g/day and 22.7% of total energy [50]. Meanwhile, a Dutch study found a median intake of 135 g/day, representing 28% of total energy [51], and a mean of 143.1 g/day or 25.8% of total energy in children 7 and 8 years old [52] with boys once again having higher sugar intake values. Two studies using information on French children found mean sugar intakes of 93.6 g/day or 20.7% of total energy [52] and 98.6 g/day or 22.2% of total energy [47]. It would seem that our results for total sugar intake fall in line with those previously found by other studies in similar age groups and the finding that boys have higher total sugar intakes are also in accordance with the aforementioned studies.

In this study, it was identified that total energy intake exceeded the RDI in all groups which was also seen in previous studies in similar age groups [47] but not in others [53,54], and this excess caloric intake is associated with higher levels of total sugar intake [47]. In general, there was a higher consumption of macronutrients in the P75 group, but no group met the RDIs for fiber and ω -6 PUFA. It must be noted that carbohydrate intake exceeded recommendations in all studied groups, and the

reduction of its intake might be beneficial in aiding to achieve a more balanced diet. Regarding the intake of micronutrients, fundamental in the studied age group for proper growth and development, there were some significant deficiencies. The sample was noticeably deficient in folate with the groups with the highest intakes only reaching about 8% of the daily recommendation. In infants and children, folate deficiency can lead to failure to thrive or slow growth rate, an abnormally small head, megaloblastic anemia, diarrhea, oral ulcers, neurological deterioration, irritability, developmental delay, seizures, blindness, and cerebellar ataxia [55]. Recommended intake for iodine was only met by the P75 groups, and intakes of vitamin E were borderline with the RDI in the P25 groups. When comparing the results obtained with the ENALIA [56] survey, the current study detected a lower intake in at least half of the studied groups. Given the results in dietary intakes that appear in this study, the negative association between high sugar intake and lower dietary intakes of micronutrients must be reconsidered, as it appears that it could be related mainly with inadequate eating patterns and not with total sugar intake per se, although, a high consumption of sugars may contribute to an inadequate dietary model [57,58]. If the majority of total sugars came from healthy food sources such as fruits, vegetables or dairy products, the nutrient deficiencies identified in this study should not have been detected, as the intake of sugar would be accompanied by the intake of the necessary nutrients. This leads us to think that the sugars mainly consumed by the children in this study were added sugars, and any negative association between dietary sugar and diet quality is better exposed by referring to added sugar rather than total sugar [59].

Some studies, such Malik et al. [60] and Stern et al. [61], observed a positive association between sugar intake and weight gain and waist circumference [60,61]. However, in this study, anthropometrically speaking, the only differences found between the P25 and P75 total sugar intake groups were in hip circumference and body fat percentage in boys and BMI and waist circumference and body fat percentage in girls. However, when comparing the P25 and P75 groups according to the percentage of total energy from sugar, differences were found in weight z-score, height z-score, waist circumference and % fat in boys and weight, weight z-score, height, height z-score, BMI z-score, waist circumference, hip circumference, and % fat in girls. For all values except for % fat, the P75 group presented lower values than the P25 group, meaning that as the percentage of calories derived from sugar in a child's diet increased, their anthropometric values decreased. The opposite was found for % fat, however, with those consuming a higher percentage of calories from sugar having significantly higher body fat percentages: 19.02 ± 6.78 for boys and 21.59 ± 6.20 for girls.

Body fat percentage was selected as an outcome in view of the extent to which comorbidities of obesity contribute to the global burden of non-communicable disease [16]. This identified increase in fat percentage among boys and girls with high sugar intake is consistent with some previous studies [62,63]. A previous meta-analysis shows a relation between sugar intake and body weight but none between sugar intake and adiposity in kids [17], which is exactly the opposite of what is observed in this study. One of the explanations presented for the association between sugar intake and body weight is the extent to which sugar intake influences total energy intake [17,30] which is also reflected in this study, as a higher sugar intake is associated with a higher total energy intake. However, in this study, the higher total energy intake of the P75 groups is accompanied by an increase in the percentage of total intake that sugars accounts for—around a 5% increase. An increase in the proportion of sugar consumed could mean that the children in the P75 groups are replacing healthier food options with foods high in sugars and calories which in turn may explain the association between adiposity and sugar intake. This could also explain why Mediterranean diet adherence in girls with high sugar intakes was worse than in those with lower intakes; these girls may be consuming a higher quantity of empty calories without nutritional value.

Previously, increases in the proportion of energy intake derived from sugars have not been associated with weight changes [30]. However, it is known that isocaloric diets differing in macronutrient composition may result in preferential partitioning of energy storage toward body fat and may over the long term alter the proportions of body fat and fat-free mass [64]. A previous study found that

there was no difference in the source of calories when it comes to body fat differences among controlled isocaloric diets varying in the ratio of carbohydrate to fat [64]. Nevertheless, it is possible that isocaloric diets differing in carbohydrate and fat may have overall health effects unrelated to total body fat such as carbohydrates playing a role in determining the location of body fat stores [65–67]. A more in-depth analysis of the sources of the total calories consumed by the studied children may help to shed more light on the association between dietary intakes and anthropometric values.

Although the association identified of sugar intake on anthropometric measures was relatively modest, a reduction of intake is likely to have public health relevance, especially in the context of the modification of several risk factors that have synergistic effects in terms of cardiovascular risk [68–70]. A previous meta-analysis concluded that total sugar was not associated with cardiovascular disease incidence in extreme quantile analyses or in linear and nonlinear dose-response models but a harmful association with cardiovascular disease mortality was seen in nonlinear dose-response models with a threshold for harm above intakes of 133 g/day (26% total energy intake) [70]. Although an understanding of the extent to which changes in energy intake and body weight influence the effect of sugar on cardiovascular risk is of inherent interest, the individual and public health benefits that might be expected to arise from the reduction in intake of sugar should not be dependent on the previous understanding of this mechanism [30].

The current study identified that a high level of parental education is associated with the high consumption of sugars which is contrary to other previously published studies in which a higher level of parental education is associated with healthier eating patterns [71–73]. However, in developing countries, childhood obesity is most prevalent in the wealthier sections of the population [74], while a review of studies on adults found relative body size to be greater among those with lower income, particularly among women [75].

Parental education levels are often used as a measure of household socioeconomic status as well as the family income. Subjects with higher education have more income to spend on food and are more health conscious. They will not only be more likely and able to adopt much healthier dietary habits themselves, but this will also affect their choices regarding their children's diet. Foods high in added sugars are less costly than foods with high nutrient density [76,77] and added sugars intake is directly related to the amount of food money available [78]. The low cost and high palatability of added sugars and fats may explain why low-income families have higher rates of overweight and obesity [76,79,80].

Over the past few decades, food and home environments have changed tremendously and there are more families in which both parents work, and time constraints have become a crucial factor in determining the types of foods consumed [6]. The results of our study emphasize the need for nutrition education programs for parents.

Strengths and Limitations

One of the limitations of this study was that the assessment of dietary data was challenging, especially given the complexity of the relationships between the different macro and micronutrients in this critical stage of life and the lack of appropriate reference values for comparison. Methodological differences may account for different findings. Sugar intake in many studies is assessed using a questionnaire of added sugar, where in the current study, a dietary questionnaire of three days was used to calculate total sugar intake. This study was observational, and the findings should be ideally proofed by blood analysis.

To focus solely on total sugar intake may be a too narrow view on this topic given that when evaluating the risk associated with a single food group, one always must consider that there are interactions among food groups. If these interactions are not appropriately identified or accounted for, they may influence the results and conclusions derived from them.

Another limitation of this study was that sugar intake and data on potential confounders were only assessed at one moment in time and not during a follow-up. Therefore, there exists the possibility of under or overreporting in regard to the adequacy of micronutrient intake.

The strength of this community-based study is its large sample size with a prospective food frequency questionnaire of three days with complete information of all intake for each child. Actual food consumption at the individual level was estimated to provide summary data at the subpopulation or population level for children in Spain.

5. Conclusions

The mean total sugar intake of the sample was 93.77 ± 25.72 g/day with boys presenting an intake of 96.24 ± 24.34 g/day and girls 91.38 ± 26.78 g/day and all being above the established reference intake for adults which should lead to a reflection on the adequacy of the diets of the children studied and the necessity to reduce sugar intake to improve overall health perspectives. The anthropometric values of girls with high sugars intake related to lower values in terms of weight z-score, BMI z-score, and waist circumference and higher values of percentage of body fat, while boys with high sugars presented lower values for weight z-score and height z-score and higher values for percentage of body fat. Overall, in this population of children, higher sugar intake was associated with lower weight z-score, lower BMI z-score, lower waist circumference, and lower hip circumference. However, conversely, it was found that higher sugar intake was also associated with significantly higher body fat. The findings support the idea that reducing sugar intakes might be expected to reduce the percentage of fat in the body therefore reducing or even eliminating it as a risk factor for diet-related chronic diseases.

Parents whose children consumed more sugar had a higher level of education. Mediterranean diet adherence in girls with high sugar intakes was worse than in those with lower intakes.

In dietary terms, children with the highest sugar intake consumed more calories; however, all children were consuming well beyond the recommendations for total energy and, thus, for macronutrients, yet were not achieving the recommended fiber intakes. For micronutrient intake, no consistent pattern associated with sugar intake was observed. When compared with available macro and micronutrient RDIs, fiber, ω -6 PUFA, iodine, folate, vitamin D, and vitamin E intakes were insufficient across the majority of the sample.

In conclusion, it is not clear based on these results what the effect of up to an average of 21% of energy coming from total sugars has on childhood obesity and further research is needed in the pediatric population. However, a nutritional intervention to lower total sugar intake in children may have the potential to reduce body fat percentage leading to a decreased risk for multiple comorbidities associated with overweight and obesity and improving overall health.

Author Contributions: Conceptualization, M.M.-S.-V. and A.L.-G.; Data curation, M.M.-S.-V., I.P.-C. and A.L.-G.; Formal analysis, M.M.-S.-V., I.P.-C., A.L.-M., Y.P., M.B.-R. and A.L.-G.; Investigation, M.M.-S.-V., I.P.-C. and A.L.-M.; Methodology, M.M.-S.-V.; Project administration, M.M.-S.-V.; Supervision, M.M.-S.-V.; Writing—original draft, M.M.-S.-V., I.P.-C., A.L.-M., Y.P., M.B.-R. and A.L.-G.; Writing—review and editing, M.M.-S.-V., I.P.-C., A.L.-M., Y.P., M.B.-R. and A.L.-G. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This study received no specific funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. World Health Organization. *Guideline: Sugars Intake for Adults and Children*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2015.
2. Chun, O.K.; Chung, C.E.; Wang, Y.; Padgett, A.; Song, W.O. Changes in intakes of total and added sugar and their contribution to energy intake in the US. *Nutrients* **2010**, *2*, 834–854. [[CrossRef](#)]
3. Wittkind, A.; Walton, J. Worldwide trends in dietary sugars intake. *Nutr. Res. Rev.* **2014**, *27*, 330–345. [[CrossRef](#)]
4. Rippe, J.M.; Angelopoulos, T.J. Sucrose, high-fructose corn syrup, and fructose, their metabolism and potential health effects: What do we really know? *Adv. Nutr.* **2013**, *4*, 236–245. [[CrossRef](#)]
5. Lustig, R.H.; Schmidt, L.A.; Brindis, C.D. Public health: The toxic truth about sugar. *Nature* **2012**, *482*, 27. [[CrossRef](#)]

6. St-Onge, M.; Keller, K.L.; Heymsfield, S.B. Changes in childhood food consumption patterns: A cause for concern in light of increasing body weights. *Am. J. Clin. Nutr.* **2003**, *78*, 1068–1073. [CrossRef]
7. Goldfein, K.R.; Slavin, J.L. Why sugar is added to food: Food science 101. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* **2015**, *14*, 644–656. [CrossRef]
8. Spillane, W.J. *Optimising Sweet Taste in Foods*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2006.
9. Varzakas, T.; Labropoulos, A.; Anestis, S. *Sweeteners: Nutritional Aspects, Applications, and Production Technology*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2012.
10. Kitts, D.D. Sucrose: From Field to Table. Carbohydrate News. 2010. Available online: <http://www.sugar.ca/SUGAR/media/Sugar-Main/News/CarboNews2010.pdf> (accessed on 9 September 2019).
11. Faruque, S.; Tong, J.; Lacmanovic, V.; Agbonghae, C.; Minaya, D.M.; Czaja, K. The dose makes the poison: Sugar and obesity in the United States—A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* **2019**, *69*, 219–223. [CrossRef]
12. Vos, M.B.; Kaar, J.L.; Welsh, J.A.; Van Horn, L.V.; Feig, D.I.; Anderson, C.A.M.; Patel, M.J.; Cruz Munos, J.; Krebs, N.F.; Xanthakos, S.A.; et al. Added sugars and cardiovascular disease risk in children: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* **2017**, *135*, e1017–e1034. [CrossRef]
13. Malik, V.S.; Popkin, B.M.; Bray, G.A.; Despres, J.P.; Willett, W.C.; Hu, F.B. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care* **2010**, *33*, 2477–2483. [CrossRef]
14. Lamb, M.M.; Frederiksen, B.; Seifert, J.A.; Kroehl, M.; Rewers, M.; Norris, J.M. Sugar intake is associated with progression from islet autoimmunity to type 1 diabetes: The diabetes autoimmunity study in the young. *Diabetologia* **2015**, *58*, 2027–2034. [CrossRef]
15. Kynde, I.; Johnsen, N.F.; Wedderkopp, N.; Bygbjerg, I.C.; Helge, J.W.; Heitmann, B.L. Intake of total dietary sugar and fibre is associated with insulin resistance among Danish 8–10- and 14–16-year-old girls but not boys. European Youth Heart Studies I and II. *Public Health Nutr.* **2010**, *13*, 1669–1674.
16. Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. *Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases: WHO Technical Report Series 916*; WHO: Geneva, Switzerland, 2002.
17. Te Morenga, L.; Mallard, S.; Mann, J. Dietary sugars and body weight: Systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ* **2012**, *346*, e7492.
18. Fattore, E.; Botta, F.; Agostoni, C.; Bosetti, C. Effects of free sugars on blood pressure and lipids: A systematic review and meta-analysis of nutritional isoenergetic intervention trials. *Am. J. Clin. Nutr.* **2016**, *105*, 42–56. [CrossRef]
19. Tsilas, C.S.; de Souza, R.J.; Mejia, S.B.; Mirrahimi, A.; Cozma, A.I.; Jayalath, V.H.; Ha, V.; Tawfik, R.; Di Buono, M.; Jenkins, A.L.; et al. Relation of total sugars, fructose and sucrose with incident type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *CMAJ* **2017**, *189*, E711–E720.
20. Ha, V.; Sievenpiper, J.L.; de Souza, R.J.; Chiavaroli, L.; Wang, D.D.; Cozma, A.I.; Mirrahimi, A.; Yu, M.E.; Carleton, A.J.; DiBuono, M. Effect of fructose on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Hypertension* **2012**, *59*, 787–795.
21. Church, T.S.; Thomas, D.M.; Tudor-Locke, C.; Katzmarzyk, P.T.; Earnest, C.P.; Rodarte, R.Q.; Martin, C.K.; Blair, S.N.; Bouchard, C. Trends over 5 decades in US occupation-related Physical activity and their associations with obesity. *PLoS ONE* **2011**, *6*, e19657.
22. National Health Service. How Does SUGAR in Our Diet Affect Our Health? 2017. Available online: <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/how-does-sugar-in-our-diet-affect-our-health/> (accessed on 9 September 2019).
23. The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation (EU) no 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the Provision of Food Information to Consumers. *Off. J. Eur. Union* **2011**, *54*, L304/1–L304/88.
24. Scientific Advisory Committee on Nutrition. *Adoption of Children’s Reference Intakes for Labelling Purposes*; 2013. Available online: https://web.archive.org/web/20140714150423/http://www.sacn.gov.uk/pdfs/sacn1305_childrens_ris.pdf (accessed on 17 November 2019).
25. Herbert, J.; Department of Health of the United Kingdom. Update on Children’s Reference Intakes. 2013. Available online: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/267822/Childrens_RIs.pdf (accessed on 3 June 2019).
26. Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). Ingestas Dietéticas De Referencia (IDR) Para La Población Española, 2010. *Act. Dietética* **2010**, *14*, 196–197. [CrossRef]

27. Aranceta Bartrina, J.; Arijia Val, V.; Maíz Aldalur, E.; Martínez de Victoria Muñoz, E.; Ortega Anta, R.M.; Pérez-Rodrigo, C.; Quiles Izquierdo, J.; Rodríguez Martín, A.; Román Viñas, B.; Salvador i Castell, G.; et al. Guías Alimentarias Para La Población Española (SENC, Diciembre 2016); La Nueva Pirámide De La Alimentación Saludable. *Nutrición Hospitalaria* **2016**, *33*, 1–48.
28. Huysentruyt, K.; Laire, D.; Van Avondt, T.; De Schepper, J.; Vandenplas, Y. Energy and macronutrient intakes and adherence to dietary guidelines of infants and toddlers in Belgium. *Eur. J. Nutr.* **2016**, *55*, 1595–1604.
29. Abarca-Gómez, L.; Abdeen, Z.A.; Hamid, Z.A.; Abu-Rmeileh, N.M.; Acosta-Cazares, B.; Acuin, C.; Adams, R.J.; Aekplakorn, W.; Afsana, K.; Aguilar-Salinas, C.A. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* **2017**, *390*, 2627–2642.
30. Te Morenga, L.A.; Howatson, A.J.; Jones, R.M.; Mann, J. Dietary sugars and cardiometabolic risk: Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids. *Am. J. Clin. Nutr.* **2014**, *100*, 65–79. [PubMed]
31. Ajejas Bazan, M.J.; Jimenez-Trujillo, M.I.; Warnberg, J.; Dominguez Fernandez, S.; Lopez-de-Andres, A.; Perez-Farinos, N. Prevalence of childhood overweight/obesity in Spain 1993–2011 and associated risk factors in 2011 Prevalencia de sobrepeso y obesidad infa. *Nutr. Hosp.* **2018**, *35*, 84–89. [PubMed]
32. Morales-Suárez-Varela, M.; Rubio-López, N.; Ruso, C.; Llopis-Gonzalez, A.; Ruiz-Rojo, E.; Redondo, M.; Pico, Y. Anthropometric Status and Nutritional Intake in Children (6–9 Years) in Valencia (Spain): The ANIVA Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2015**, *12*, 16082–16095.
33. World Health Organization. *WHO Child Growth Standards: Length/Height for Age, Weight-For-Age, Weight-For-Length, Weight-For-Height and Body Mass Index-For-Age, Methods and Development*; World Health Organization, 2006. Available online: https://www.who.int/childgrowth/standards/Technical_report.pdf?ua=1 (accessed on 18 June 2019).
34. Department of Nutrition (UCM); Alce Ingeniería, S.L. DIAL Software for Assessing Diets and Food Calculations [computer software]. 2016. Available online: <https://www.alceingenieria.net/nutricion/descarga.htm> (accessed on 18 June 2019).
35. Serra-Majem, L.; Ribas, L.; Ngo, J.; Ortega, R.M.; García, A.; Pérez-Rodrigo, C.; Aranceta, J. Food, Youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean diet quality index in children and adolescents. *Public Health Nutr.* **2004**, *7*, 931–935. [PubMed]
36. Alacid, F.; Vaquero-Cristobal, R.; Sanchez-Pato, A.; Muyor, J.M.; Lopez-Minarro, P.A. Habit based consumptions in the Mediterranean diet and the relationship with anthropometric parameters in young female kayakers. *Nutr. Hosp.* **2014**, *29*, 121–127.
37. Dura Trave, T.; Castroviejo Gandarias, A. Adherence to a Mediterranean diet in a college population. *Nutr. Hosp.* **2011**, *26*, 602–608.
38. Navarro-González, I.; López-Nicolás, R.; Rodríguez-Tadeo, A.; Ros-Berrueto, G.; Martínez-Marín, M.; Doménech-Asensi, G. Adherence to the Mediterranean diet by nursing students of Murcia (Spain). *Nutr. Hosp.* **2014**, *30*, 165–172.
39. Rodríguez, F.; Palma, X.; Romo, A.; Escobar, D.; Aragu, B.; Espinoza, L.; McMillan, N.; Galvez, J. Eating habits, physical activity and socioeconomic level in university students of Chile. *Nutr. Hosp.* **2013**, *28*, 447–455.
40. San Mauro-Martin, I.; Onrubia-Gonzalez-De la Aleja, J.; Garicano-Vilar, E.; Cadenato-Ruiz, C.; Hernandez-Villa, I.; Rodriguez-Alonso, P.; Pina-Ordunez, D.; Fortunet-Garrido, E.; Villacorta-Perez, P.; Sanz-Guisado, C.; et al. Analysis of the nutritional status and body composition of persons with intellectual disability. *Rev. Neurol.* **2016**, *62*, 493–501.
41. Štefan, L.; Proslol, R.; Juranko, D.; Čule, M.; Milinović, I.; Novak, D.; Sporiš, G. The Reliability of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) Questionnaire. *Nutrients* **2017**, *9*, 419. [CrossRef] [PubMed]
42. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Encuesta Nacional De Salud. España 2011/12. Actividad Física, Descanso Y Ocio. Serie Informes Monográficos N° 4. 2014. Available online: https://www.msbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2011/informesMonograficos/Act_fis_desc_ocio.4.pdf (accessed on 4 March 2019).
43. World Health Organization Regional Office for Europe, European Commission. Spain, Physical Activity Factsheet. 2018. Available online: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/382580/spain-eng.pdf?ua=1 (accessed on 19 June 2019).

44. Ruiz, E.; Rodriguez, P.; Valero, T.; Ávila, J.; Aranceta-Bartrina, J.; Gil, Á.; González-Gross, M.; Ortega, R.; Serra-Majem, L.; Varela-Moreiras, G. Dietary intake of individual (free and intrinsic) sugars and food sources in the Spanish population: Findings from the ANIBES study. *Nutrients* **2017**, *9*, 275. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Ruiz, E.; Ávila, J.M.; Valero, T.; del Pozo, S.; Rodriguez, P.; Aranceta-Bartrina, J.; Gil, Á.; González-Gross, M.; Ortega, R.M.; Serra-Majem, L. Energy intake, profile, and dietary sources in the Spanish population: Findings of the ANIBES study. *Nutrients* **2015**, *7*, 4739–4762. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
46. Ruiz, E.; Varela-Moreiras, G. Adecuación de la ingesta de azúcares totales Y añadidos en la dieta española a las recomendaciones: Estudio ANIBES. *Nutr. Hosp.* **2017**, *34*, 45–52. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
47. Newens, K.; Walton, J. A Review of Sugar Consumption from Nationally Representative Dietary Surveys Across the World. *J. Hum. Nutr. Diet.* **2016**, *29*, 225–240. [[CrossRef](#)]
48. Svensson, Å.; Larsson, C.; Eiben, G.; Lanfer, A.; Pala, V.; Hebestreit, A.; Huybrechts, I.; Fernández-Alvira, J.; Russo, P.; Koni, A. European children’s sugar intake on weekdays versus weekends: The IDEFICS Study. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2014**, *68*, 822. [[CrossRef](#)]
49. Langlois, K.; Garriguet, D. Sugar Consumption among Canadians of all Ages. *Health Rep.* **2011**, *22*, 23.
50. Marinho, A.R.; Severo, M.; Correia, D.; Lobato, L.; Vilela, S.; Oliveira, A.; Ramos, E.; Torres, D.; Lopes, C.; IAN-AF Consortium. Total, added and free sugar intakes, dietary sources and determinants of consumption in Portugal: The national food, nutrition and physical activity survey (IAN-AF 2015–2016). *Public Health Nutr.* **2019**, 1–13. [[CrossRef](#)]
51. Sluik, D.; van Lee, L.; Engelen, A.; Feskens, E. Total, free, and added sugar consumption and adherence to guidelines: The Dutch national food consumption survey 2007–2010. *Nutrients* **2016**, *8*, 70. [[CrossRef](#)]
52. Azaïs-Braesco, V.; Sluik, D.; Maillot, M.; Kok, F.; Moreno, L.A. A Review of Total & Added Sugar Intakes and Dietary Sources in Europe. *Nutr. J.* **2017**, *16*, 6.
53. Health Canada. Do Canadian Children Meet Their Nutrient Requirements through Food Intake Alone? Health Canada 2012. Available online: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-nutrition-surveillance/health-nutrition-surveys/canadian-community-health-survey-cchs/canadian-children-meet-their-nutrient-requirements-through-food-intake-alone-health-canada-2012.html> (accessed on 18 October 2019).
54. Börnhorst, C.; Huybrechts, I.; Hebestreit, A.; Krogh, V.; De Decker, A.; Barba, G.; Moreno, L.; Lissner, L.; Tomaritis, M.; Loit, H. Usual Energy and Macronutrient Intakes in 2–9-Year-Old European Children. *Int. J. Obes.* **2014**, *38*, S115. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
55. Kliegman, R.; St. Geme, J. *Nelson Textbook of Pediatrics*, 21st ed.; Elsevier Health Sciences: Philadelphia, PA, USA, 2019.
56. López-Sobaler, A.M.; Aparicio, A.; González-Rodríguez, L.G.; Cuadrado-Soto, E.; Rubio, J.; Marcos, V.; Sanchidrián, R.; Santos, S.; Pérez-Farinós, N.; Dal Re, M.Á. Adequacy of usual vitamin and mineral intake in Spanish children and adolescents: ENALIA Study. *Nutrients* **2017**, *9*, 131. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
57. Louie, J.C.Y.; Tapsell, L.C. Intake of total and added sugars and nutrient dilution in Australian children and adolescents. *Br. J. Nutr.* **2015**, *114*, 1875–1886. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
58. Moshaghian, H.; Louie, J.C.Y.; Charlton, K.E.; Probst, Y.C.; Gopinath, B.; Mitchell, P.; Flood, V.M. Added sugar intake that exceeds current recommendations is associated with nutrient dilution in older Australians. *Nutrition* **2016**, *32*, 937–942. [[CrossRef](#)]
59. Louie, J.C.Y.; Tapsell, L.C. Association between intake of total vs added sugar on diet quality: A systematic review. *Nutr. Rev.* **2015**, *73*, 837–857. [[CrossRef](#)]
60. Malik, V.S.; Schulze, M.B.; Hu, F.B. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: A systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.* **2006**, *84*, 274–288. [[CrossRef](#)]
61. Stern, D.; Middaugh, N.; Rice, M.S.; Laden, F.; López-Ridaura, R.; Rosner, B.; Willett, W.; Lajous, M. Changes in sugar-sweetened soda consumption, weight, and waist circumference: 2-year cohort of Mexican women. *Am. J. Public Health* **2017**, *107*, 1801–1808. [[CrossRef](#)]
62. Laverty, A.A.; Magee, L.; Monteiro, C.A.; Saxena, S.; Millett, C. Sugar and artificially sweetened beverage consumption and adiposity changes: National longitudinal study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2015**, *12*, 137. [[CrossRef](#)]
63. Bigornia, S.J.; LaValley, M.P.; Noel, S.E.; Moore, L.L.; Ness, A.R.; Newby, P. Sugar-sweetened beverage consumption and central and total adiposity in older children: A prospective study accounting for dietary reporting errors. *Public Health Nutr.* **2015**, *18*, 1155–1163. [[CrossRef](#)]


64. Hall, K.D.; Guo, J. Obesity energetics: Body weight regulation and the effects of diet composition. *Gastroenterology* **2017**, *152*, 1718–1727.e3. [CrossRef]
65. Westman, E.C.; Feinman, R.D.; Mavropoulos, J.C.; Vernon, M.C.; Volek, J.S.; Wortman, J.A.; Yancy, W.S.; Phinney, S.D. Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* **2007**, *86*, 276–284. [CrossRef]
66. Schwarz, J.; Noworolski, S.M.; Wen, M.J.; Dyachenko, A.; Prior, J.L.; Weinberg, M.E.; Herraiz, L.A.; Tai, V.W.; Bergeron, N.; Bersot, T.P. Effect of a high-fructose weight-maintaining diet on lipogenesis and liver fat. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **2015**, *100*, 2434–2442. [CrossRef] [PubMed]
67. Lim, J.S.; Mietus-Snyder, M.; Valente, A.; Schwarz, J.; Lustig, R.H. The role of fructose in the pathogenesis of NAFLD and the metabolic syndrome. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* **2010**, *7*, 251. [CrossRef] [PubMed]
68. Jackson, R.; Lawes, C.M.; Bennett, D.A.; Milne, R.J.; Rodgers, A. Treatment with drugs to lower blood pressure and blood cholesterol based on an individual’s absolute cardiovascular risk. *Lancet* **2005**, *365*, 434–441. [CrossRef]
69. Morales-Suárez-Varela, M.; Mohino-Chocano, M.; Soler, C.; Llopis-Morales, A.; Peraita-Costa, I.; Llopis-González, A. Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): Estudio ANIVA. *Nutr. Hosp.* **2019**, *36*, 133–141. [PubMed]
70. Khan, T.A.; Tayyiba, M.; Agarwal, A.; Mejia, S.B.; de Souza, R.J.; Wolever, T.M.; Leiter, L.A.; Kendall, C.W.; Jenkins, D.J.; Sievenpiper, J.L. Relation of total sugars, sucrose, fructose, and added sugars with the risk of cardiovascular disease: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Mayo Clin. Proc.* **2019**, *94*, 2399–2414. [CrossRef]
71. Pawellek, I.; Grote, V.; Theurich, M.; Closa-Monasterolo, R.; Stolarczyk, A.; Verduci, E.; Xhonneux, A.; Koletzko, B. Factors associated with sugar intake and sugar sources in EUROPEAN children from 1 to 8 years of age. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2017**, *71*, 25. [CrossRef]
72. Xie, B.; Gilliland, F.D.; Li, Y.; Rockett, H.R. Effects of ethnicity, family income, and education on dietary intake among adolescents. *Prev. Med.* **2003**, *36*, 30–40. [CrossRef]
73. Thompson, F.E.; McNeel, T.S.; Dowling, E.C.; Midthune, D.; Morrissette, M.; Zeruto, C.A. Interrelationships of added sugars intake, socioeconomic status, and race/ethnicity in adults in the United States: National health interview survey, 2005. *J. Am. Diet. Assoc.* **2009**, *109*, 1376–1383. [CrossRef]
74. Lobstein, T.; Baur, L.; Uauy, R. Obesity in children and young people: A crisis in public health. *Obes. Rev.* **2004**, *5*, 4–85. [CrossRef]
75. McLaren, L. Socioeconomic Status and Obesity. *Epidemiol. Rev.* **2007**, *29*, 29–48. [CrossRef] [PubMed]
76. Drewnowski, A. The real contribution of added sugars and fats to obesity. *Epidemiol. Rev.* **2007**, *29*, 160–171. [CrossRef] [PubMed]
77. Popkin, B.M.; Nielsen, S.J. The Sweetening of the World’s Diet. *Obes. Res.* **2003**, *11*, 1325–1332. [CrossRef] [PubMed]
78. Drewnowski, A.; Specter, S.E. Poverty and Obesity: The Role of Energy Density and Energy Costs. *Am. J. Clin. Nutr.* **2004**, *79*, 6–16. [CrossRef] [PubMed]
79. Drewnowski, A.; Darmon, N. The Economics of Obesity: Dietary Energy Density and Energy Cost. *Am. J. Clin. Nutr.* **2005**, *82*, 265S–273S. [CrossRef] [PubMed]
80. Andrieu, E.; Darmon, N.; Drewnowski, A. Low-Cost Diets: More Energy, Fewer Nutrients. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2006**, *60*, 434. [CrossRef]



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Article

Actigraphic Sleep and Dietary Macronutrient Intake in Children Aged 6–9 Years Old: A Pilot Study

Silvia Coronado Ferrer ¹, Isabel Peraita-Costa ^{1,2}, Agustín Llopis-Morales ¹, Yolanda Picó ^{2,3}, José Miguel Soriano ⁴, F. Javier Nieto ⁵, Agustín Llopis-González ^{1,2} and María Morales-Suarez-Varela ^{1,2,*} 

¹ Unit of Preventive Medicine and Public Health, Department of Preventive Medicine and Public Health, Food Sciences, Toxicology and Forensic Medicine, University of Valencia, Avda. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain; scoronadoferrer@gmail.com (S.C.F.); ivperaitacosta@hotmail.es (I.P.-C.); agustinllopis@gmail.com (A.L.-M.); agustin.llopis@uv.es (A.L.-G.)

² CIBER in Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Institute of Health Carlos III, Avda. Monforte de Lemos 3-5, Pabellón 11, Planta 0, 28029 Madrid, Spain; yolanda.pico@uv.es

³ Environmental and Food Safety Research Group of the University of Valencia (SAMA-UV), Desertification Research Centre CIDE (CSIC-UV-GV), Moncada-Naquera Road km 4.5, 46113 Moncada, Valencia, Spain

⁴ Unit of Nutrition and Bromatology, Department of Preventive Medicine and Public Health, Food Sciences, Toxicology and Forensic Medicine, University of Valencia, Avda. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain; jose.soriano@uv.es

⁵ College of Public Health and Health Sciences, Oregon State University, 123 Women's Building, Corvallis, OR 97331, USA; javier.nieto@oregonstate.edu

* Correspondence: maria.m.morales@uv.es; Tel.: +34-96-3544951; Fax: +34-96-3544954

Received: 8 October 2019; Accepted: 22 October 2019; Published: 24 October 2019



Abstract: The objective of this study was to examine the relationship between different sleep parameters and energy and macronutrient intake in school-aged children. A total of 203 children 6 to 9 years of age participated in this cross-sectional study. Anthropometric measurements were taken first. Diet was assessed with 3-day food logs and sleep was measured with a questionnaire on sleep quality and a wrist actigraph worn for at least 7 days. A decrease of 165.45 kcal was observed per each additional hour of sleep during the week (β (95% CI) = -165.45 (-274.01 , -56.88); $p = 0.003$). This relationship was also observed for fat (β (95% CI) = -11.14 (-18.44 , -3.84); $p = 0.003$) and protein (β (95% CI) = -13.27 (-22.52 , -4.02); $p = 0.005$). An increase in weekend sleep efficiencies for those under the recommended threshold of 85% also had a similar association with energy (β (95% CI) = -847.43 (-1566.77 , 128.09); $p = 0.021$) and carbohydrate (β (95% CI) = -83.96 (-161.76 , -6.15); $p = 0.035$) intake. An increase in habitual sleep variability was related with a slight increase in protein intake (β (95% CI) = 0.32 (0.031 , 0.62); $p = 0.031$). Children who slept less had a higher energy intake, especially from fat and protein and those who presented inefficient sleep had a higher carbohydrate intake. Strategies to enhance sleep quality and quantity combined with dietary recommendations could help to improve energy and macronutrient intake levels in children.

Keywords: dietary intake; energy; fat; protein; carbohydrate; sleep duration

1. Introduction

Adequate nutrition during childhood is essential to promote correct growth and development. It is vital that children are provided with a diet containing adequate quantities of energy, macro- and micronutrients to allow them reach their growth and development potential. Diet is one of the numerous factors that have been associated with childhood weight status [1,2], which, when grouped

together, are known as the obesogenic environment. Another obesogenic factor that has been associated to the increase of child overweight and obesity is sleep [3,4].

Studies have observed that sleep deprivation might be one of the modifiable factors that promote inadequate nutritional intake and contribute to unhealthy food consumption behavior and excess weight gain [4–6]. In the last decade, the increased prevalence of obesity has been associated with sleep curtailment [7]. Previous cross-sectional and prospective studies have identified a relationship between shorter sleep duration and increased obesity in children, even after covariate adjustment including important obesity-related behaviors [8,9]. A recent meta-analysis [10] identified that reduced sleep was consistently related to a greater risk of being overweight or obese and its effect was even more pronounced in children. In addition, recent studies have shown that not only sleep duration contributes to obesity, but also timing, quality and sleep disturbances could play an important role [11–13].

Numerous findings suggested that reduced and poor sleep were linked to increased snacking and preference for poorer food choices, including energy-dense foods and snacks with higher fat and refined sugar content [14–16]. With respect to macronutrient composition, sleeping less is associated with an intake of a higher proportion of calories from fats [17], however, the mechanisms underlying this relationship remain unclear.

Some hypotheses have proposed that the relationship between reduced sleep and excess food intake is based on social, behavioral and hedonic reasons [18,19]. In an environment that offers free access to ultra-palatable foods or caloric snacks, delayed bedtime or reduced sleep increases the potential time available to eat while engaging in sedentary activities [20]. On the other hand, delayed bedtime favors later wake up times and sleep disturbances induce daytime sleepiness and tiredness, which stimulates food intake [21]. These factors influence the decrease of physical activity during the day and therefore, energy expenditure is reduced. In summary, short sleep duration would favor excess food intake by reducing opportunities for physical activity and enhancing opportunities to overeat.

Given the possibility that children may be susceptible to sleep alterations that may favor the risk of excess food intake and that sleep is a modifiable factor, it is important to continue with research that aims to explain the influence and determine the importance of adequate sleep so that policies and interventions for nutrition management programs can be developed. Previous studies have demonstrated that sleep interventions are effective for child obesity prevention [22,23]. Accelerometers have been used in sleep research for over 20 years [24] and have been validated for use in pediatric populations [25–28]. Actigraphy allows for a more objective recording of sleep parameters, such as sleep duration, efficiency, and variability, than traditional parent-report and is less intrusive than polysomnography [27].

The purpose of the current study was to analyze the relationship between objectively measured sleep duration, efficiency and variability in sleep duration with energy and macronutrient intake in children between 6 and 9 years old.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design and Population

The subjects of this pilot cross-sectional study were healthy children aged 6–9 years recruited from four Spanish populations in the rural area of the province of Valencia (Figure 1). The study was approved by the Autonomous Secretariat of Education, Ministry of Education, Culture and Sports as well as the Human Research Ethics Committee of the Ethics Committee in Experimental Research of the University of Valencia (2014/29630) and respected of the fundamental principles established in the World Medical Association Declaration of Helsinki. Participants and parents or guardians were properly informed of the objectives and methods of the study and signed written informed consent prior to enrollment.

Between November 2018 and March 2019, families were invited to participate in the study by local pediatricians of the Primary Care Centers in Catadau and Alginet (Valencia, Spain). Pediatricians

first contacted each family within the catchment of the primary care center with children within the eligible age range by telephone. The study was offered to the healthy pediatric population within the catchment area, children with a diagnosis of chronic illness, including sleep and breathing disorders, were excluded. Families were personally informed of the study, asked to participate, and informed consent was obtained. Then, anthropometric measurements were first collected and participants were provided with a 3-day food log, sleep log and a wrist actigraph, which was worn for at least 7 days.

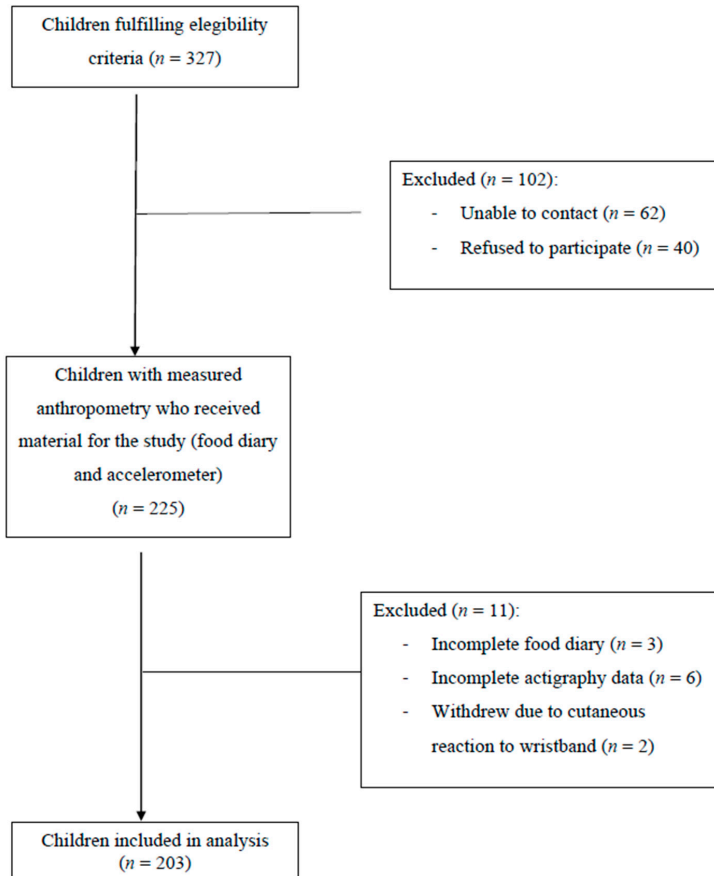


Figure 1. Flow diagram.

A trained pediatrician measured anthropometric variables; children were measured wearing light clothes and without shoes. Weight was measured on a digital scale (Tanita BC-545N; Arlington Heights, IL) to the nearest 0.1 kg. Fat mass was also estimated on the same digital scale by a bio impedance analysis system. Height was measured to the nearest millimeter with a wall mounted stadiometer, with children standing straight against the wall and chin parallel to the floor. Based on age, sex, weight and height, body mass index (BMI), z-score, and percentiles were calculated with WHO AnthroPlus software version 3.3.2 (World Health Organization, Geneva, Switzerland). Children were classified into 5 categories regarding BMI z-score: BMI Z-score cut-points of <-2.0 , >1.0 , >2.0 , >3.0 are recommended to define wasted, overweight, obese and major obese [29,30].

Waist circumference (WC) and hip circumference (HC) were measured with a flexible but non-stretchable tape, measuring WC at the midpoint between the lower margin of the least palpable

rib and the top of the iliac crest and HC around the widest portion of the buttocks. These variables were used to calculate waist to hip ratio (WHR) (WC in cm divided by HC in cm). A set of skinfold thicknesses were measured three consecutive times on the left side of the body with a skinfold caliper (Holtain Ltd.; Crymych, UK) to the nearest 0.2 mm at a constant pressure of 10 g/mm².

2.2. Sleep Assessment

Sleep timing, patterns and duration were assessed using a questionnaire/sleep diary and actigraphy. Participants completed a parent-reported questionnaire/sleep diary that assessed sleep quality and quantity. The diary included information about wake up time, bedtime, sleep duration and sleep disturbances. Objective sleep parameters (sleep duration, efficiency and variability) were assessed using actigraphy. Children were asked to wear a GeneActiv tri-axis actigraph (Activinsights LTD, Cambs, UK) [31] on the wrist of their non-dominant hand. The GeneActiv accelerometer continuously records activity, environmental temperature and light exposure. Specific algorithm details are not available due to this being proprietary software of Activinsights LTD. The accelerometer could not be operated by the participants, nor did they have access to the data collected. The device allows for raw data to be transferred and saved as an open source or csv. The data can then be analyzed in statistical packages such as SPSS (IBM Corp., Armonk, United States) and R (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)

All the participants wore the actigraph continuously for 7 consecutive days and nights, and it was only removed during water or high contact sports (e.g., swimming, karate, football) which was recorded in the sleep diary. Actigraphy data was analyzed using GeneActiv Software v 1.2 (Activinsights Ltd., Kimbolton, UK) and summarized into 60 s epochs. Raw data output included acceleration in 3 axes, physical activity intensity and sleep/wake measurements. Actigraphy allows the estimation of periods of sleep measuring the lack of movement, established by a threshold, but it is not possible to separate the different stages of sleep. The GeneActiv actigraph has not been validated for children sleep research but its validity has been demonstrated for adult sleep studies [32,33] and also for examining physical activity in pediatric ages [34,35]. In addition, our study did not aim to study sleep problems, but to analyze the quality and quantity of sleep with dietary intake.

Recordings must have had at least 7 nights of valid actigraphic measured sleep to be eligible for analysis, including 5 weekday nights and one weekend (2 nights). Variables of interest were mean scores of sleep duration between weekdays (Sunday–Thursday) and weekend days (Friday and Saturday), calculated by actigraphy from estimated bedtime and wake-up times based on recorded movements. Another variable of interest was sleep efficiency or the time spent asleep while in bed, which depends on sleep fragmentation and sleep onset latency, compared with total time in bed, estimated by recorded movements during the time in bed period. A normal sleep efficiency is considered to be 85% or higher [36]. The last variable analyzed was habitual sleep variability, the intrasubject standard deviation of the average sleep duration across seven nights. The recommendations of sleep for the age range studied is between 9 and 12 hours of sleep daily [37–39]; however, a fundamental error in relating the actigraphy data sleep duration to sleep recommended hours is that recommendations are built on consensus opinion from papers that are primarily from parent report. In this study, 9 hours was taken as the recommendation following recent data on normal values for pediatric nighttime sleep measured by actigraphy for the age range studied [40]. Taking this into account, sleep duration was divided into two categories: compliant and non-compliant with sleep recommendations (≥ 9 h and < 9 h). After, the non-compliant group was subdivided into three categories < 7 h, ≥ 7 to < 8 h, ≥ 8 to < 9 h.

2.3. Dietary Intake

Families were asked to record food and beverages consumed in a 3-day food-dairy consisting of 2 weekdays and 1 weekend/holiday day. Participants were given verbal and written instructions to specify the time when food was consumed (breakfast, brunch, lunch, afternoon snack, dinner or extra snack) and the location, the type of food with brand name if possible and portion size. Dietary data was

managed with DIAL software for assessing diets and food calculations for Windows, version 3.0.0.12 (Department of Nutrition UCM & Alce Ingenieria S.L.; Madrid, Spain). This validated computer tool transforms food intake data into energy and nutrients in units (g, mg, mcg)/day [41]. The main variables of interest were daily mean energy intake (kcal), carbohydrates (g), fat (g) and proteins (g).

2.4. Statistical Analysis

Summary statistics of demographic characteristics were calculated as means and standard deviations. The normality of the quantitative variables was assessed using the Kolmogorov–Smirnov test. Sleep parameters (subjective duration, variability and efficiency) and dietary intake outcome variables (energy, carbohydrate, fat and protein intakes) were expressed continuously. Actigraphic sleep duration was first analyzed continuously and then by the categories it was divided into, (≥ 9 h and < 9 h, with the latter further subdivided into < 7 h, ≥ 7 to < 8 h and ≥ 8 to < 9 h). Available weekday and weekend data from actigraphic records were analyzed separately. Participants with implausible sleep and energy intake data were excluded from their respective analyses.

First, the relationship between actigraphy sleep parameters, including continuous and categorical variables, and dietary intake (total energy intake (kcal/day), total carbohydrate (g/day), total fat (g/day) and total protein intakes (g/day)) was calculated as means and standard deviation. Furthermore, the relationship between actigraphic sleep parameters, subjective sleep duration and dietary intake was assessed using a multivariable linear regression analysis. The results were presented as unstandardized β -coefficients (β) and 95% confidence intervals, p -values < 0.1 was considered statistically significant. An adjusted multivariable linear regression analysis was also carried out with sex, age, percentage of body fat and waist to hip ratio as the confounding factors adjusted for.

Since this was a pilot study, not all variables related to sleep were assessed, as focus was exclusively on dietary intake variables. In the future, anthropometric variables will also be evaluated in relation to sleep parameters in order to determine the relationship between weight and sleep. For the same reason, given the preliminary nature of the study and the small sample size, no power analysis was conducted. In the future, with a broader study of prevalence, all relevant analyses will be carried out. All statistical analyses were performed using IBM SPSS 22 Statistics for Windows (IBM Corp, Armonk, NY, USA).

3. Results

The general characteristics of the study population ($n = 203$), including sleep duration and nutrition data, are presented in Table 1. The mean age of the total study sample was 7.4 (Standard deviation (SD) = 1.1) years old, with girls representing 49.8% of the sample and being significantly older. The average BMI z-score of the sample was 0.8 (SD = 1.3). According to WHO criteria, 56.7% were normal weight, 25.1% were overweight and 17.8% were obese (obese: 14.8% and major obese: 3.0%). The BMI z-score did not differ significantly between the sexes while girls had a significantly higher body fat percentage than boys, and boys had higher WHR.

Regarding sleep duration, no statistically significant difference was found between the sexes. The mean weekday sleep duration was 7 h 44 min (SD = 54.6 min) and the mean duration on weekends was 7 h 44 min (SD = 1 h 5.8 min), measured by 7-day actigraphy. No statistical differences were observed when sleep duration was categorized. The mean weekday sleep efficiency was 80.5% (SD = 8.3) and the weekend sleep efficiency was 79.4% (SD = 9.4), but statistical differences between sexes were only found in the weekday variable. The mean habitual sleep variability was 55.8 (SD = 29.2) min.

Average daily energy consumption was 2396 (SD = 712) kcal, with macronutrients distributed as follows: protein 109.4 (SD = 60.7) g/day, fat 108.8 (SD = 48) g/day and carbohydrates 234.2 (SD = 41.5) g/day. All values strikingly exceed the daily nutritional recommendations according to the Institute of Medicine of the National Academies [42]. No statistical differences between boys and girls were observed.

Table 1. General characteristics.

	All (n = 203)	Male (n = 102)	Female (n = 101)	P Value
General Characteristics				
Age (years)	7.4 (1.1)	7.2 (1.1)	7.5 (1.1)	0.025
6 years old n (%)	59 (29.1)	36 (34.6)	23 (22.8)	0.134
7 years old n (%)	60 (29.6)	31 (30.4)	29 (28.7)	
8 years old n (%)	39 (19.2)	16 (15.7)	23 (22.8)	
9 years old n (%)	46 (22.7)	19 (18.6)	27 (26.7)	0.159
BMI Z-score	0.8 (1.3)	0.9 (1.5)	0.7 (1.1)	
Major Obese n (%)	6 (3.0)	4 (3.9)	2 (2.0)	
Obese n (%)	30 (14.8)	19 (18.8)	11 (10.8)	0.342
Overweight n (%)	51 (25.1)	23 (22.8)	28 (27.5)	
Normal n (%)	115 (56.7)	55 (54.5)	60 (58.8)	
Wasted n (%)	1 (0.5)	0 (0)	1 (1)	0.001
Body fat (%)	15.5 (6.5)	13.7 (7)	17.4 (5.3)	
WHR (cm)	0.88 (0.05)	0.89 (0.46)	0.87 (0.05)	
Actigraphic Sleep Parameters				
Sleep duration week (h and min)	7 h 44.1 min (54.6 min)	7 h 38.9 min (57.6 min)	7 h 49.1 min (51.3 min)	0.187
≥9 h n (%)	11 (5.4)	5 (4.9)	6 (5.9)	0.507
<9 h n (%)	192 (94.6)	96 (95.0)	95 (94.1)	
<7 h, n (%)	36 (17.7)	25 (24.8)	11 (10.8)	
≥7 to <8 h n (%)	76 (37.4)	34 (33.7)	42 (41.2)	0.078
≥8 to <9 h n (%)	80 (39.4)	37 (36.6)	43 (42.3)	
Sleep duration weekend (h and min)	7 h 44.8 min (1 h 5.8 min)	7 h 36.0 min (1 h 9.9 min)	7 h 53.6 min (1 h 0.4 min)	0.057
≥9 h n (%)	19 (9.4)	9 (8.9)	10 (9.8)	0.358
<9 h n (%)	183 (90.1)	93 (62.1)	90 (88.2)	
<7 h n (%)	45 (22.2)	29 (28.7)	16 (15.7)	
≥7 to <8 h n (%)	72 (35.5)	37 (36.6)	35 (34.3)	0.065
≥8 to <9 h n (%)	67 (33)	26 (25.7)	41 (40.2)	
Sleep Efficiency weekday (%)	80.5 (8.3)	78.9 (8.4)	82.1 (7.8)	0.005
≥85% n (%)	66 (32.5)	30 (29.7)	36 (35.3)	0.242
<85% n (%)	137 (67.5)	71 (70.3)	66 (64.7)	
Sleep Efficiency weekend (%)	79.4 (9.4)	78.9 (9.8)	79.9 (8.9)	0.454
≥85% n (%)	64 (31.5)	28 (27.7)	36 (35.3)	0.291
<85%, n (%)	139 (68.5)	73 (72.3)	66 (64.7)	
Habitual sleep variability (min)	55.8 (29.2)	57.4 (32.1)	54 (26.2)	0.429
Dietary intake				
Energy (kcal/day)	2396 (712)	2429 (839)	2363 (560)	0.512
6–8 years: Boys 1400–1700 kcal/day; Girls: 1300–1600 kcal/day *				0.377
9 years: Boys 1800–2300 kcal/day; Girls: 1700–2000 kcal/day *				
Protein (g/day)	109.4 (60.7)	113.2 (79.2)	105.6 (33.1)	
6–8 years: 19 g/day * 9 years: 34 g/day *				0.746
Fat (g/day)	108.8 (48.9)	110 (58.2)	107.7 (35.1)	
6–8 years: 25 g/day * 9 years: 35 g/day *				
Carbohydrate (g/day)	234.2 (41.5)	236.9 (39.1)	231.5 (43.8)	0.357
6–9 years: 130 g/day *				

Values expressed as mean (standard deviation) or n (%). Abbreviations: BMI, body mass index; WHR, waist to hip ratio.* Dietary Reference Intakes (Institute of Medicine of the American Academy of Sciences).

Associations between actigraphic sleep duration, efficiency and habitual sleep variability with dietary intake are presented in Table 2. The results show that those with shorter times of sleep are more likely to have a higher food consumption. When sleep duration was considered a continuous variable, significant differences were observed for weekday values of energy, fat and protein (Energy: 2397.7 (SD = 714.2) kcal, Fat 109.01 (SD = 48.04) g/day and Protein 109.5 (SD = 60.9) g/day). When sleep duration was categorized, significant differences were also observed for energy, fat and protein (Energy: 2412.6 (SD = 730.5) kcal, Fat 110.06 (SD = 49.13) g/day and Protein 110.6 (SD = 62.2) g/day). In children with a very short sleep duration (<7 h) during weekdays, mean energy, fat and protein intake were higher than in longer sleepers (Energy: 2619.1 (SD = 1328.3) kcal, Fat 122.78 (SD = 94.11) g/day, Protein 127.2 (SD = 128.4) g/day and Carbohydrates 240.97 (SD = 37.28) g/day). Similar results were observed during weekend (Energy: 2642.9 (SD = 1180.8) kcal, Fat 126.32 (SD = 82.79) g/day, Protein 123.9 (SD = 115.2) g/day) and Carbohydrates 242.62 (SD = 38.93) g/day) but without statistical significance. When weekend sleep efficiency was categorized, significant differences were also observed for energy and carbohydrates (Energy: 2364.3 (SD = 396.8) kcal, and Carbohydrates 237.4 (SD = 42.9) g/day). In this case, those with low weekend sleep efficiency consume less calories than the mean but still consume more carbohydrates. The only significant difference in relation to habitual sleep variability appears in the amount of protein intake (Protein 109.6 (SD = 61.0) g/day).

Table 2. Dietary intake according to actigraphic sleep parameters.

	Energy, kcal 2396 (712)	P Value	Fat, g 109.4 (60.7)	P Value	Protein, g 108.8 (48.9)	P Value	Carbohydrate, g 234.2 (41.5)	P Value
Sleep Duration								
Weekday Continuous								
Weekday Categorical								
≥9 h	2397.7 (714.2)	0.002	109.0 (48.0)	0.002	109.5 (60.9)	0.003	234.2 (41.6)	0.329
<9 h	2136.6 (177.1)		90.7 (10.9)		90.4 (21.1)		230.5 (34.4)	
<7 h	2412.6 (730.5)	0.005	110.1 (49.1)	0.006	110.6 (62.2)	0.007	234.4 (42.0)	0.351
≥7 to <8 h	2619.1 (1328.3)		122.8 (94.1)		127.2 (128.4)		241.0 (37.3)	
≥8 to <9 h	2371.8 (399.3)	0.152	107.8 (23.3)	0.215	107.3 (25.1)	0.186	233.2 (39.5)	0.754
Weekend Continuous								
Weekend Categorical								
≥9 h	2397.7 (714.2)	0.503	109.0 (48.0)	0.719	109.5 (60.9)	0.506	234.2 (41.6)	0.436
<9 h	2395.1 (714.1)		109.0 (48.0)		109.5 (60.9)		232.4 (41.0)	
<7 h	2404.2 (746.7)	0.655	109.7 (50.2)	0.933	110.1 (63.7)	0.613	109.7 (50.2)	0.933
≥7 to <8 h	2642.9 (1180.8)		126.3 (82.8)		123.9 (115.2)		242.6 (38.9)	
≥8 to <9 h	2257.8 (422.4)	0.940	100.1 (23.9)	0.809	98.1 (22.6)	0.785	230.7 (43.5)	0.766
	2384.0 (563.8)		108.1 (37.3)		108.9 (35.34)		232.7 (41.7)	
Sleep Efficiency								
Weekday								
≥85%	2397.7 (714.2)	0.971	109.0 (48.0)	0.776	109.5 (60.9)	0.660	234.2 (41.6)	0.195
<85%	2383.7 (1030.6)	0.842	109.7 (72.0)	0.942	114.1 (97.0)	0.817	225.8 (35.7)	0.226
Weekend	2404.4 (499.8)	0.914	108.7 (30.9)	0.638	107.3 (31.5)	0.704	238.2 (43.7)	0.936
≥85%	2397.7 (714.2)	0.914	109.0 (48.0)	0.629	109.5 (60.9)	0.508	234.2 (41.6)	0.015
<85%	2470.1 (1132.7)	0.403	115.8 (78.5)	0.517	120.1 (102.3)	0.599	227.3 (38.0)	0.052
	2364.3 (396.8)	0.023	106.1 (23.4)	0.166	104.6 (23.9)	0.061	237.4 (42.9)	0.032
Habitual Sleep Variability								
	2398.9 (715.8)	0.106	109.1 (48.2)	0.132	109.6 (61.0)	0.024	234.2 (41.7)	0.757

Values expressed as mean (standard deviation).

The relationship between actigraphic sleep duration, sleep efficiency and habitual sleep variability with dietary intake is presented in Table 3. The results were statistically significant for weekday parameters. A negative correlation was evident between weekday sleep duration and macronutrient intake. More precisely, for the sample as a whole and considering sleep duration as a continuous variable, a significant decrease in energy (β (95% CI) = -170.17 (-276.59 , -63.76); $p = 0.002$), fat (β (95% CI) = -11.43 (-18.59 , -4.20); $p = 0.002$) and protein (β (95% CI) = -13.84 (-22.90 , -4.75); $p = 0.003$) intake was observed per each additional hour of sleep during the week. For the category that included all children who slept less than 9 hours a day, a significant decrease in energy (β (95% CI) = -172.76 (-293.62 , -51.90); $p = 0.001$), fat (β (95% CI) = -11.53 (-19.66 , -3.39); $p = 0.006$) and protein (β (95% CI) = -14.28 (-24.59 , -3.97); $p = 0.007$) intake was observed per each additional hour of sleep. In children who slept less than 7 hours a day, a significant decrease in energy intake was observed per each additional hour of sleep (β (95% CI) = -883.42 (-1621.78 , -145.00); $p = 0.020$). This relationship was also observed for fat (β (95% CI) = -62.82 (-115.09 , -10.54); $p = 0.020$) and protein (β (95% CI) = -80.11 (-152.24 , -7.98); $p = 0.031$). Furthermore, a negative relation between weekday and weekend sleep efficiency and carbohydrate intake, (β (95% CI) = -0.72 (-1.41 , -0.04); $p = 0.039$) and (β (95% CI) = -82.57 (-143.00 , -22.14); $p = 0.008$), was identified. In the group with weekend sleep efficiency below 85% significant differences were observed for energy (β (95% CI) = -811.38 (-1509.00 , 113.55); $p = 0.023$) and carbohydrate (β (95% CI) = -0.82 (-158.27 , -7.12); $p = 0.032$) intake.

Table 3. Relationship between actigraphic sleep parameters and dietary intake.

	Energy, kcal		Fat, g		Protein, g		Carbohydrate, g	
	β (95% CI) *	P Value	β (95% CI) *	P Value	β (95% CI) *	P Value	β (95% CI) *	P Value
Sleep Duration (h)								
Weekday Continuous	-170.17 (-276.59, -63.76)	0.002	-11.43 (-18.59, -4.20)	0.002	-13.84 (-22.90, -4.75)	0.003	-3.14 (-9.47, 3.10)	0.329
Weekday Categorical								
≥ 9 h	15.79 (-459.29, 487.87)	0.941	4.75 (-24.16, 33.66)	0.713	-9.38 (-65.27, 46.51)	0.719	1.21 (-90.57, 92.80)	0.978
< 9 h	-172.76 (-293.62, -51.90)	0.001	-11.53 (-19.66, -3.39)	0.006	-14.28 (-24.59, 3.97)	0.007	-3.35 (-10.43, 3.72)	0.351
< 7 h	-883.42 (-1621.78, -145.00)	0.020	-62.82 (-115.09, -10.54)	0.020	-80.11 (-152.24, -7.98)	0.031	0.86 (-21.58, 23.31)	0.938
≥ 7 to < 8 h	35.81 (-286.26, 357.88)	0.825	0.209 (-18.58, 19.00)	0.982	4.10 (-16.14, 24.35)	0.687	1.26 (-30.57, 33.11)	0.937
≥ 8 to < 9 h	-144.70 (-639.38, 349.97)	0.562	-8.23 (-39.24, 22.76)	0.598	-2.38 (-33.33, 28.56)	0.878	-11.84 (-51.58, 27.89)	0.555
Weekend Continuous	-25.57 (-100.67, 49.52)	0.503	-0.92 (-5.98, 4.13)	0.506	-2.16 (-8.56, 4.23)	0.719	-1.73 (-6.10, 2.63)	0.436
Weekend Categorical								
≥ 9 h	-98.18 (-327.09, 130.72)	0.378	-4.72 (-17.97, 8.53)	0.463	-7.36 (-25.48, 10.75)	0.403	-7.11 (-27.39, 13.15)	0.469
< 9 h	-25.60 (-104.37, 53.17)	0.522	-0.671 (-5.97, 4.63)	0.803	-1.92 (-8.63, 4.78)	0.573	-2.57 (-7.01, 1.95)	0.263
< 7 h	-68.91 (-262.39, 124.56)	0.476	-3.27 (-16.88, 10.33)	0.630	-3.70 (-22.65, 15.25)	0.696	-5.36 (-11.57, 0.83)	0.088
≥ 7 to < 8 h	-2.73 (-80.43, 74.97)	0.944	0.48 (-3.91, 4.88)	0.826	-1.02 (-5.18, 3.13)	0.625	-0.786 (-8.76, 7.19)	0.845
≥ 8 to < 9 h	56.03 (-88.53, 200.61)	0.442	3.26 (-6.29, 12.82)	0.497	0.12 (-8.97, 9.23)	0.978	7.17 (-3.41, 17.75)	0.181
Sleep Efficiency (%)								
Weekday	-1.49 (-13.39, -10.41)	0.805	0.13 (-0.67, -0.93)	0.753	0.14 (-0.86, -1.16)	0.775	-0.72 (-1.41, -0.04)	0.039
$\geq 85\%$	1088.11 (-9798.81, -11,975.04)	0.842	-27.79 (-788.26, 732.67)	0.942	119.36 (-904.90, 1143.63)	0.817	228.19 (-144.37, 600.75)	0.226
$< 85\%$	63.47 (-1098.00, 1225.55)	0.914	17.09 (-54.61, 88.79)	0.638	-14.08 (-87.27, 59.11)	0.704	-4.51 (-105.00, 97.43)	0.936

Table 3. Cont.

	Energy, kcal		Fat, g		Protein, g		Carbohydrate, g	
	β (95% CI) *	P Value	β (95% CI) *	P Value	β (95% CI) *	P Value	β (95% CI) *	P Value
Weekend	-57.32 (-1113.77, -999.14)	0.915	22.43 (-48.57, 93.43)	0.534	27.32 (-62.62, 117.27)	0.550	-82.57 (-143.00-22.14)	0.008
≥85%	4254.11 (-5837.14-14,345.37)	0.403	228.55 (-475.77, 929.87)	0.517	241.58 (-672.59, 1155.76)	0.599	327.31 (-3.11, 657.73)	0.052
<85%	-811.38 (-1509.00, 113.55)	0.023	-29.02 (-70.21, 12.17)	0.166	-40.48 (-82.83, 1.87)	0.061	-82.70 (-158.27, -7.12)	0.032
Habitual Sleep Variability (min)	0.46 (-2.93, 3.84)	0.791	-0.01 (-0.24, 0.22)	0.917	0.17 (-0.11, 0.46)	0.234	-0.02 (-0.22, 0.18)	0.917

* Association coefficients are shown as β (95% CIs). β represents the change in energy (in kcal/day) or macronutrient intake (in g/day) per each additional hour of sleep, percentage point of sleep efficiency or minute of habitual sleep variability. Abbreviations: CI, confidence interval. Actigraphic and subjective sleep durations were divided into four categories.

The relationship between actigraphic sleep duration, sleep efficiency and habitual sleep variability with dietary intake adjusted for age, sex, body fat and waist to hip ratio is presented in Table 4. For the sample as a whole and considering sleep duration as a continuous variable, a significant decrease in energy (β (95% CI) = -165.45 (-274.01 , -56.88); $p = 0.003$), fat (β (95% CI) = -11.14 (-18.44 , -3.84); $p = 0.003$) and protein (β (95% CI) = -13.27 (-22.52 , -4.02); $p = 0.005$) intake was observed per each additional hour of sleep during the week. For the category that included all children who slept less than 9 hours a day, a significant decrease in energy (β (95% CI) = -167.08 (-290.98 , -43.18); $p = 0.008$), fat (β (95% CI) = -11.11 (-19.44 , -2.78); $p = 0.0069$) and protein (β (95% CI) = -13.76 (-24.30 , -3.22); $p = 0.011$) intake was observed per each additional hour of sleep. The statistically significant negative relation between weekday and weekend sleep efficiency and carbohydrate intake was lost after adjustment. In the group with weekend sleep efficiency below 85%, significant differences were observed for energy (β (95% CI) = -847.43 (-1566.77 , 128.09); $p = 0.021$) and carbohydrate (β (95% CI) = -83.96 (-161.76 , -6.15); $p = 0.035$) intake while in the group above 85% weekend sleep efficiency, a positive relation was found with carbohydrate intake (β (95% CI) = 337.05 (3.32 , 670.77); $p = 0.048$). Habitual sleep variability shows a significant positive relation with protein intake (β (95% CI) = 0.32 (0.03 , 0.62); $p = 0.031$).

Table 4. Adjusted relationship between actigraphic sleep parameters and dietary intake.

	Energy, kcal		Fat, g		Protein, g		Carbohydrate, g	
	β (95% CI)*	P Value	β (95% CI)*	P Value	β (95% CI)*	P Value	β (95% CI)*	P Value
Sleep Duration (h)								
Weekday Continuous	-165.45 (-274.01, -56.88)	0.003	-11.14 (-18.44, -3.84)	0.003	-13.27 (-22.52, -4.02)	0.005	-3.13 (-9.57, 3.31)	0.339
Weekday Categorical								
≥9 h	214.5 (-414.25, 843.25)	0.421	7.92 (-36.59, 52.44)	0.666	3.93 (-79.18, 87.05)	0.908	32.46 (-126.32, 191.25)	0.339
<9 h	-167.08 (-290.98, -43.18)	0.008	-11.11 (-19.44, -2.78)	0.009	-13.76 (-24.30, -3.22)	0.011	-3.33 (-10.56, 3.90)	0.366
Weekend Continuous	-23.66 (-100.16, 52.84)	0.543	-0.95 (-6.09, 4.20)	0.717	-1.88 (-8.39, 46.61)	0.567	-1.37 (-5.82, 3.07)	0.543
Weekend Categorical								
≥9 h	-18.49 (-108.11, 71.13)	0.665	-1.91 (-7.36, 3.54)	0.465	-0.13 (-6.84, 6.58)	0.967	0.86 (-6.75, 8.46)	0.810
<9 h	-23.92 (-147.39, 99.57)	0.703	0.60 (-7.69, 8.90)	0.886	-2.37 (-12.88, 8.13)	0.656	-4.46 (-11.54, 2.61)	0.215
Sleep Efficiency (%)								
Weekday	-11.81 (-1177.82, 1154.20)	0.984	10.56 (-67.83, 88.95)	0.791	23.59 (-75.42, 122.61)	0.639	-41.01 (-108.58, 26.56)	0.233
≥85%	2410.57 (-8937.42, 13748.60)	0.672	90.52 (-697.63, 878.68)	0.819	267.11 (-797.83, 1332.05)	0.618	145.94 (-223.97, 515.86)	0.433
<85%	79.20 (-1090.53, 1248.94)	0.894	18.34 (-52.79, 89.48)	0.611	-12.55 (-85.81, 60.72)	0.735	-4.47 (-106.80, 97.86)	0.931
Weekend	-433.78 (-1277.36, 409.69)	0.311	-10.66 (-62.17, 40.85)	0.683	-23.34 (-76.24, 29.57)	0.385	-52.57 (-126.09, 20.94)	0.160
≥85%	5294.27 (-4980.20, 15,568.74)	0.307	301.40 (-411.49, 1014.30)	0.401	335.35 (-593.30, 1264.01)	0.473	337.05 (3.32, 670.77)	0.048
<85%	-847.43 (-1566.77, 128.09)	0.021	-32.17 (-74.56, 10.22)	0.136	-40.56 (-83.94, 2.82)	0.067	-83.96 (-161.76, -6.15)	0.035
Habitual Sleep Variability (min)	2.82 (-0.65, 6.30)	0.111	0.18 (-0.05, 0.41)	0.133	0.32 (0.03, 0.62)	0.031	-0.02 (-0.23, 0.18)	0.814

* Association coefficients are shown as β (95% CIs). β represents the change in energy (in kcal/day) or macronutrient intake (in g/day) per each additional hour of sleep, percentage point of sleep efficiency or minute of habitual sleep variability. Abbreviations: CI, confidence interval.

4. Discussion

The main findings of our study were that after adjustment, shorter weekday sleep duration, when studied either continuously or categorically, was related with increased energy intake coming from protein and fat, inadequate (<85%) weekend sleep efficiency was related with increased energy and carbohydrate intake, and higher habitual sleep variability was related to higher protein intake. The relationship between lower weekday sleep efficiency and a minimal increase in carbohydrate intake was lost after adjustment. The adjustment of the multivariable linear regression analysis produces results very similar to those of the unadjusted analysis, which leads us to believe that sleep may be a variable not dependent on the confounders studied (age, sex, body fat and waist to hip ratio) when studied in relation to energy and macronutrient intake.

Prior studies have already found significant associations between sleep deprivation and higher caloric intake, both in adult [17,20,43–45] and pediatric populations [11,13,46]. Comparing the results of this study with adult studies, it seems that children may be more susceptible to sleep curtailment than adults [4], since adults only showed significant association when sleep duration was extremely short (<5 h) [47]. According to this study, children with <7 h of sleep would already present a significant impact on intake. Here lies the importance of developing strategies for improving sleep behaviors as the countries of southern Europe are characterized by a much shorter sleep duration than the rest of Europe [48]. In addition, a stronger association than seen in previous research [21] was observed for food intake and weekday sleep duration compared with weekend nights, suggesting that difference in behavioral patterns and daily schedule or timing between schooldays and weekends plays an important role that requires further investigation.

With the implementation of actigraphy in research, sleep parameters relating to quantity and quality are the norm in the field, with important implications for clinical practice [49]. In this study, the low sleep efficiency compared to published sleep guidelines is striking [36,50]. This may be due to the restlessness in the sleep of children which makes actigraphy measurements less reliable than in adult studies and appropriate algorithms should be developed to improve the studies [51]. Nevertheless, actigraphy allows us to have a representative and trustworthy vision of the quality and quantity of the sleep with a non-invasive method. In this research, a negative relationship between weekday sleep efficiency and caloric intake was not found as in previous reports [45,47,52]. However, it must be noted that in this study, a significant negative correlation between weekday sleep efficiency and carbohydrate intake was found; however, the change in carbohydrate intake was minimal, not statistically significant and disappeared after adjustment, probably due to the limitations of our sample size. One possible cause of this association could be that inefficient sleep patterns on school days lead to daytime fatigue and behavioral changes [53] that induce increased intake and snacks [54]. In this study, a decreased weekend sleep efficiency was associated with an increased intake of carbohydrates, while those that did not meet the established threshold for adequate efficiency of 85% [36] also had a higher energy intake, as reported in other previous studies [45,47,52]. This relationship between worse sleep efficiency and higher caloric and carbohydrate intakes may be more marked during the weekend given that food intake during weekends is normally higher in soft drinks, other sugary drinks and fats, and lower in whole foods, leading to higher energy and carbohydrate intakes during weekends [55–58].

The relationship between habitual sleep variability and food intake was also investigated and a significant positive relation was found with protein intake. Other studies have found high habitual sleep variability associated with a poor obesity-promoting diet [13], perhaps because those studies studied different age groups or calculated the variable in different ways. Timing and fragmentation of sleep were not evaluated in this study and neither was time of meal consumption, since it was not required to specify the time of meals in the food diary, but recent reports have provided interesting data about the influence of late bedtime and sleep fragmentation on caloric intake [11,47,52]. Circadian timing has been analyzed previously, observing that late eating contributes to maintain a phase delay, which leads to a shorter sleep duration due to delaying bedtime, which then offers more hours available

for eating, establishing a vicious circle [59]. Sleep and meal timing could be different aspects of the same obesogenic conduct pattern [11].

Regarding the relationship between sleep and macronutrient intake, sleep deprivation was associated with an increased consumption of fat and protein in children who slept <7 hours during the week. The same association was found between weekday sleep efficiency and carbohydrate intake. Macronutrient and sleep association has been widely studied, almost always observing an increase in fat intake in relation to a shorter sleep duration [17] and increased intake of snack and energy-dense food consumption high in carbohydrates [13,44,60]. However, while an increase in fat intake was observed in this study, no relevant results in relation to carbohydrates were obtained. Furthermore, the finding of the correlation between increased protein intake and reduced sleep is noteworthy, as it has not been observed in previous studies. Some reports have evidenced the association between a greater intake of proteins and obesity, basing this finding on the influence of the timing of macronutrient intake on the circadian cycle [61], particularly, eating protein 4 hours before sleep may predispose individuals to greater caloric intake [59]. Given that the present study did not assess the time of intakes, a direct relationship cannot be established. It is possible that the higher intake of protein in this study was influenced by the late timing of dinner in Spain, which is very close to bedtime and thus would favor a greater caloric intake. Further investigations would help to establish the direction of associations between sleep, meal timing and energy intake.

Previous studies have observed a bidirectional relationship between sleep and food intake [62]. Different biological mechanisms have been proposed to explain the association between sleep and food intake. Previous research indicated that alterations in homeostatic, emotional, behavioral and environmental factors related to sleep curtailment may influence each other, explaining mechanisms linking short sleep duration and increased energy intake [63]. Curtailed sleep duration may also influence diet by simply providing more time and opportunity for eating and drinking; however, reduced sleep can also alter neuroendocrine control of appetite via changes in the levels of leptin and ghrelin [46,60,64], resulting in a hormonal state which may affect hunger and appetite predisposing overeating [14,60]. Such alterations influence response to food stimuli. When food environment is carefully controlled, sleep deprivation is associated with a lower secretion of the satiety hormone leptin and a higher secretion of hunger-stimulating hormone ghrelin, which may induce hunger feelings, and therefore, increase food intake and contribute to increased obesity [46]. Disrupted sleep increase susceptibility of brain regions associated with motivation, reward, and decision making in response to pleasurable stimuli like palatable calorie-dense and carbohydrate-rich food or snacks [5,20,65]. Furthermore, some neuroimaging studies evidenced that sleep curtailment induces an increased activity in brain reward centers in response to palatable food [54,65]. Moreover, sleep deprivation has been related to lower inhibitory impulse control, leading to increased hedonistic eating conduct [66]. Since children are still developing behavioral controls, the effect of irregular sleep pattern on emotional and impulsive eating of highly palatable food could be greater. Moreover, sleep induces daytime fatigue and stress and other emotional symptoms [67], resulting in a sensation of less energy that can increase food intake to compensate for the energy deficit caused by increased waking time [5]. For example, caffeinated drinks reduce sleep duration; however, people who are sleep deprived may consume more caffeinated drinks to feel more alert. As mentioned previously, in this study, the impact of sleep deprivation was observed from a reduction in sleep to below 7 hours in school-aged children, while adults require less than 5 h to show significant effects. However, this should be taken into consideration along with the sleep requirements for each group as children have longer sleep requirements than adults so the percentage in reduction may be similar but the overall time required for sleep remains noticeably higher in children. Given this increased vulnerability, improving sleep patterns may be especially important to optimize intervention strategies in the prevention of obesity in children, to avoid the development of impulsive or emotional conducts in front of food.

In addition, encouraging an earlier bedtime would decrease waking time in an environment that promotes overeating. Later bedtime favors time available at night when sedentary activities are

prioritized and usually accompanied by snacks or energy-dense foods that contribute to increasing energy intake [68]. The type of food consumed during or after dinner was not specifically assessed in this research, so an association cannot be established. Studying nocturnal food intakes along with the timing of them along with sleep parameters can improve the understanding of the relationship between sleep and intake [45].

The strengths of this study include the objective measurement of sleep parameters by actigraphy in children in this age range, as to date, most studies have only been conducted with parental or self-report surveys, a measure whose validity has not been well established, and actigraphy was usually used in children over 8 years of age. Although acute changes in sleep (1 week) were assessed, this period of time is longer than in other studies. Among the limitations is that the study sample was small and it would be necessary to enlarge it to find more significant associations. The main issue found in studies with small sample sizes is the interpretation of the results, in particular, the confidence intervals and *p*-values. Another limitation stems from the possibility of false-positive results or the overestimation of the magnitude of the association. There are also limitations associated with the statistical analysis when adjustment for confounders using methods such as multivariate linear or logistic regression is necessary. When the sample size is small, these methods can produce unreliable results. In addition, regarding dietary assessment, it should be noted that it relies on parental report and intakes during school hours cannot be objectively assessed, although the records appear to be fairly representative of real intakes. Moreover, for future research, it would be interesting to register the time of meals to have more information available to analyze the association between sleep and dietary intake. Finally, although the actigraphy variables are not as reliable as in adult research because of the restlessness in sleep in scholar age, they give a fairly accurate overview of sleep parameters in pediatric age, but it should be necessary to developed specific algorithm for children sleep assessment.

5. Conclusions

In conclusion, the present study supports that decreased sleep duration is related to higher energy intake, particularly with higher protein and fat intake, lower sleep efficiency is related to higher carbohydrate intake, and higher habitual sleep variability is related to higher protein intake. These results are similar to previous findings but the mechanism underlying this link are still unclear. Further longitudinal and experimental studies are needed given the importance in identify healthy sleeping behaviors that may be integrated in nutritional intervention programs.

Author Contributions: Conceptualization: A.L.-G.; M.M.-S.-V., Data curation: S.C.F.; M.M.-S.-V., Formal analysis: S.C.F.; I.P.-C.; A.L.-M.; Y.P.; J.M.S.; F.J.N.; A.L.-G.; M.M.-S.-V., Writing—original draft: S.C.F.; I.P.-C.; M.M.-S.-V., Writing—review & editing: S.C.F.; I.P.-C.; A.L.-M.; Y.P.; J.M.S.; F.J.N.; A.L.-G.; M.M.-S.-V.

Funding: This study received no funding.

Acknowledgments: We thank the families who participated in this. We would also thank the staff of Alginet and Catadau Primary Care Centers for their support in conducting this study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Kleiser, C.; Mensink, G.B.; Scheidt-Nave, C.; Kurth, B. HuSKY: A Healthy Nutrition Score Based on Food Intake of Children and Adolescents in Germany. *Br. J. Nutr.* **2009**, *102*, 610–618. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Magriplis, E.; Farajian, P.; Risvas, G.; Panagiotakos, D.; Zampelas, A. Newly Derived Children-Based Food Index. An Index that may Detect Childhood Overweight and Obesity. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2015**, *66*, 623–632. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Fatima, Y.; Doi, S.A.R.; Mamun, A.A. Sleep Quality and Obesity in Young Subjects: a Meta-Analysis. *Obes. Rev.* **2016**, *17*, 1154–1166. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Cappuccio, F.P.; Taggart, F.M.; Kandala, N.; Currie, A.; Peile, E.; Stranges, S.; Miller, M.A. Meta-Analysis of Short Sleep Duration and Obesity in Children and Adults. *Sleep* **2008**, *31*, 619–626. [[CrossRef](#)]

5. Hogenkamp, P.S.; Nilsson, E.; Nilsson, V.C.; Chapman, C.D.; Vogel, H.; Lundberg, L.S.; Zarei, S.; Cedernaes, J.; Rångtjell, F.H.; Broman, J. Acute Sleep Deprivation Increases Portion Size and Affects Food Choice in Young Men. *Psychoneuroendocrinology* **2013**, *38*, 1668–1674. [[CrossRef](#)]
6. Tatone-Tokuda, F.; Dubois, L.; Ramsay, T.; Girard, M.; Touchette, E.; Petit, D.; Montplaisir, J.Y. Sex Differences in the Association between Sleep Duration, Diet and Body Mass Index: A Birth Cohort Study. *J. Sleep Res.* **2012**, *21*, 448–460. [[CrossRef](#)]
7. Matricciani, L.; Olds, T.; Petkov, J. In Search of Lost Sleep: Secular Trends in the Sleep Time of School-Aged Children and Adolescents. *Sleep Med. Rev.* **2012**, *16*, 203–211. [[CrossRef](#)]
8. Chen, X.; Beydoun, M.A.; Wang, Y. Is Sleep Duration Associated with Childhood Obesity? A Systematic Review and Meta-analysis. *Obesity* **2008**, *16*, 265–274. [[CrossRef](#)]
9. Nielsen, L.; Danielsen, K.; Sørensen, T. Short Sleep Duration as a Possible Cause of Obesity: Critical Analysis of the Epidemiological Evidence. *Obes. Rev.* **2011**, *12*, 78–92. [[CrossRef](#)]
10. Chaput, J.; Gray, C.E.; Poitras, V.J.; Carson, V.; Gruber, R.; Olds, T.; Weiss, S.K.; Connor Gorber, S.; Kho, M.E.; Sampson, M. Systematic Review of the Relationships between Sleep Duration and Health Indicators in School-Aged Children and Youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2016**, *41*, S266–S282. [[CrossRef](#)]
11. Golley, R.K.; Maher, C.; Matricciani, L.; Olds, T. Sleep Duration or Bedtime? Exploring the Association between Sleep Timing Behaviour, Diet and BMI in Children and Adolescents. *Int. J. Obes.* **2013**, *37*, 546. [[CrossRef](#)]
12. Blumfield, M.L.; Bei, B.; Zimberg, I.Z.; Cain, S.W. Dietary Disinhibition Mediates the Relationship between Poor Sleep Quality and Body Weight. *Appetite* **2018**, *120*, 602–608. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Kjeldsen, J.S.; Hjorth, M.F.; Andersen, R.; Michaelsen, K.F.; Tetens, I.; Astrup, A.; Chaput, J.; Sjödin, A. Short Sleep Duration and Large Variability in Sleep Duration are Independently Associated with Dietary Risk Factors for Obesity in Danish School Children. *Int. J. Obes.* **2014**, *38*, 32. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. St-Onge, M.; Roberts, A.L.; Chen, J.; Kelleman, M.; O’Keeffe, M.; RoyChoudhury, A.; Jones, P.J. Short Sleep Duration Increases Energy Intakes but Does Not Change Energy Expenditure in Normal-Weight Individuals. *Am. J. Clin. Nutr.* **2011**, *94*, 410–416. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Heath, G.; Roach, G.D.; Dorrian, J.; Ferguson, S.A.; Darwent, D.; Sargent, C. The Effect of Sleep Restriction on Snacking Behaviour during a Week of Simulated Shiftwork. *Accid. Anal. Prev.* **2012**, *45*, 62–67. [[CrossRef](#)]
16. Bel, S.; Michels, N.; De Vriendt, T.; Patterson, E.; Cuenca-García, M.; Diethelm, K.; Gutin, B.; Grammatikaki, E.; Manios, Y.; Leclercq, C. Association between Self-Reported Sleep Duration and Dietary Quality in European Adolescents. *Br. J. Nutr.* **2013**, *110*, 949–959. [[CrossRef](#)]
17. Grandner, M.A.; Kripke, D.F.; Naidoo, N.; Langer, R.D. Relationships among Dietary Nutrients and Subjective Sleep, Objective Sleep, and Napping in Women. *Sleep Med.* **2010**, *11*, 180–184. [[CrossRef](#)]
18. Magriplis, E.; Farajian, P.; Panagiotakos, D.B.; Risvas, G.; Zampelas, A. The Relationship between Behavioral Factors, Weight Status and a Dietary Pattern in Primary School Aged Children: The GRECO Study. *Clin. Nutr.* **2019**, *38*, 310–316. [[CrossRef](#)]
19. Pérez-Farinós, N.; Villar-Villalba, C.; Sobaler, A.M.L.; Saavedra, M.Á.D.R.; Aparicio, A.; Sanz, S.S.; de Dios, T.R.; Castrodeza-Sanz, J.J.; Anta, R.M.O. The Relationship between Hours of Sleep, Screen Time and Frequency of Food and Drink Consumption in Spain in the 2011 and 2013 ALADINO: A Cross-Sectional Study. *BMC Public Health* **2017**, *17*, 33.
20. Chaput, J. Sleep Patterns, Diet Quality and Energy Balance. *Physiol. Behav.* **2014**, *134*, 86–91. [[CrossRef](#)]
21. Westerlund, L.; Ray, C.; Roos, E. Associations between Sleeping Habits and Food Consumption Patterns among 10–11-Year-Old Children in Finland. *Br. J. Nutr.* **2009**, *102*, 1531–1537. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Taylor, R.W.; Gray, A.R.; Heath, A.M.; Galland, B.C.; Lawrence, J.; Sayers, R.; Healey, D.; Tannock, G.W.; Meredith-Jones, K.A.; Hanna, M. Sleep, Nutrition, and Physical Activity Interventions to Prevent Obesity in Infancy: Follow-Up of the Prevention of Overweight in Infancy (POI) Randomized Controlled Trial at Ages 3.5 and 5 Y. *Am. J. Clin. Nutr.* **2018**, *108*, 228–236. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Paul, I.M.; Savage, J.S.; Anzman, S.L.; Beiler, J.S.; Marini, M.E.; Stokes, J.L.; Birch, L.L. Preventing Obesity during Infancy: A Pilot Study. *Obesity* **2011**, *19*, 353–361. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Sadeh, A. The Role and Validity of Actigraphy in Sleep Medicine: An Update. *Sleep Med. Rev.* **2011**, *15*, 259–267. [[CrossRef](#)]
25. Bélanger, M.; Bernier, A.; Paquet, J.; Simard, V.; Carrier, J. Validating Actigraphy as a Measure of Sleep for Preschool Children. *J. Clin. Sleep Med.* **2013**, *9*, 701–706. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

26. Hyde, M.; O'DRISCOLL, D.M.; Binette, S.; Galang, C.; Tan, S.K.; Verginis, N.; Davey, M.J.; Horne, R.S. Validation of Actigraphy for Determining Sleep and Wake in Children with Sleep Disordered Breathing. *J. Sleep Res.* **2007**, *16*, 213–216. [[CrossRef](#)]
27. Meltzer, L.J.; Montgomery-Downs, H.E.; Insana, S.P.; Walsh, C.M. Use of Actigraphy for Assessment in Pediatric Sleep Research. *Sleep Med. Rev.* **2012**, *16*, 463–475. [[CrossRef](#)]
28. Morgenthaler, T.; Alessi, C.; Friedman, L.; Owens, J.; Kapur, V.; Boehlecke, B.; Brown, T.; Chesson Jr, A.; Coleman, J.; Lee-Chiong, T. Practice Parameters for the use of Actigraphy in the Assessment of Sleep and Sleep Disorders: An Update for 2007. *Sleep* **2007**, *30*, 519–529. [[CrossRef](#)]
29. De Onis, M.; Lobstein, T. Defining Obesity Risk Status in the General Childhood Population: Which Cut-Offs should we use? *Int. J. Pediatr. Obes.* **2010**, *5*, 458–460. [[CrossRef](#)]
30. De Onis, M.; Onyango, A.W.; Borghi, E.; Siyam, A.; Nishida, C.; Siekmann, J. Development of a WHO Growth Reference for School-Aged Children and Adolescents. *Bull. World Health Organ.* **2007**, *85*, 660–667. [[CrossRef](#)]
31. Activinsights Ltd. *GENEActiv Original*; Activinsights Ltd.: Kimbolton, UK, 2019.
32. Van Hees, V.T.; Sabia, S.; Jones, S.E.; Wood, A.R.; Anderson, K.N.; Kivimäki, M.; Frayling, T.M.; Pack, A.I.; Bucan, M.; Trenell, M. Estimating Sleep Parameters using an Accelerometer without Sleep Diary. *Sci. Rep.* **2018**, *8*, 12975. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Te Lindert, B.H.; Van Someren, E.J. Sleep Estimates using Microelectromechanical Systems (MEMS). *Sleep* **2013**, *36*, 781–789. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Phillips, L.R.; Parfitt, G.; Rowlands, A.V. Calibration of the GENEActiv Accelerometer for Assessment of Physical Activity Intensity in Children. *J. Sci. Med. Sport* **2013**, *16*, 124–128. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Duncan, M.J.; Wilson, S.; Tallis, J.; Eyre, E. Validation of the Phillips Et Al. GENEActiv Accelerometer Wrist Cut-Points in Children Aged 5–8 Years Old. *Eur. J. Pediatr.* **2016**, *175*, 2019–2021. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Ohayon, M.; Wickwire, E.M.; Hirshkowitz, M.; Albert, S.M.; Avidan, A.; Daly, F.J.; Dauvilliers, Y.; Ferri, R.; Fung, C.; Gozal, D. National Sleep Foundation's Sleep Quality Recommendations: First Report. *Sleep Health* **2017**, *3*, 6–19. [[CrossRef](#)]
37. Sociedad Valenciana de Pediatría. *Cuántas Horas De Sueño Son Las Recomendadas En Función De La Edad De Los Niños*; Sociedad Valenciana de Pediatría: Valencia, Spain, 2019.
38. Hirshkowitz, M.; Whiton, K.; Albert, S.M.; Alessi, C.; Bruni, O.; DonCarlos, L.; Hazen, N.; Herman, J.; Katz, E.S.; Kheirandish-Gozal, L. National Sleep Foundation's Sleep Time Duration Recommendations: Methodology and Results Summary. *Sleep Health* **2015**, *1*, 40–43. [[CrossRef](#)]
39. Paruthi, S.; Brooks, L.J.; D'Ambrosio, C.; Hall, W.A.; Kotagal, S.; Lloyd, R.M.; Malow, B.A.; Maski, K.; Nichols, C.; Quan, S.F. Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine on the Recommended Amount of Sleep for Healthy Children: Methodology and Discussion. *J. Clin. Sleep Med.* **2016**, *12*, 1549–1561. [[CrossRef](#)]
40. Galland, B.C.; Short, M.A.; Terrill, P.; Rigney, G.; Haszard, J.J.; Coussens, S.; Foster-Owens, M.; Biggs, S.N. Establishing Normal Values for Pediatric Nighttime Sleep Measured by Actigraphy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep* **2018**, *41*, zsy017. [[CrossRef](#)]
41. Department of Nutrition (UCM) y Alce Ingeniería, S.L. *DIAL Software for Assessing Diets and Food Calculations*; Universidad Complutense de Madrid: Madrid, Spain, 2016.
42. Institute of Medicine of the National Academies. *Dietary Reference Intakes: Macronutrients*; Institute of Medicine of The National Academies: Washington, DC, USA, 2019.
43. St-Onge, M. The Role of Sleep Duration in the Regulation of Energy Balance: Effects on Energy Intakes and Expenditure. *J. Clin. Sleep Med.* **2013**, *9*, 73–80. [[CrossRef](#)]
44. Nedeltcheva, A.V.; Kilkus, J.M.; Imperial, J.; Kasza, K.; Schoeller, D.A.; Penev, P.D. Sleep Curtailment is Accompanied by Increased Intake of Calories from Snacks. *Am. J. Clin. Nutr.* **2008**, *89*, 126–133. [[CrossRef](#)]
45. Crispim, C.A.; Zimberg, I.Z.; dos Reis, B.G.; Diniz, R.M.; Tufik, S.; de Mello, M.T. Relationship between Food Intake and Sleep Pattern in Healthy Individuals. *J. Clin. Sleep Med.* **2011**, *7*, 659–664. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
46. Hart, C.N.; Carskadon, M.A.; Considine, R.V.; Fava, J.L.; Lawton, J.; Raynor, H.A.; Jelalian, E.; Owens, J.; Wing, R. Changes in Children's Sleep Duration on Food Intake, Weight, and Leptin. *Pediatrics* **2013**, *132*, 1473–1480. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
47. Dashti, H.S.; Zuurbier, L.A.; de Jonge, E.; Voortman, T.; Jacques, P.F.; Lamon-Fava, S.; Scheer, F.A.; Kieft-De Jong, J.C.; Hofman, A.; Ordovás, J.M. Actigraphic Sleep Fragmentation, Efficiency and Duration Associate with Dietary Intake in the Rotterdam Study. *J. Sleep Res.* **2016**, *25*, 404–411. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

48. Garaulet, M.; Ortega, F.; Ruiz, J.; Rey-Lopez, J.; Beghin, L.; Manios, Y.; Cuenca-Garcia, M.; Plada, M.; Diethelm, K.; Kafatos, A. Short Sleep Duration is Associated with Increased Obesity Markers in European Adolescents: Effect of Physical Activity and Dietary Habits. The HELENA Study. *Int. J. Obes.* **2011**, *35*, 1308. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Matricciani, L.; Paquet, C.; Galland, B.; Short, M.; Olds, T. Children's Sleep and Health: A Meta-Review. *Sleep Med. Rev.* **2019**, *46*, 136–150. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Galland, B.; Meredith-Jones, K.; Terrill, P.; Taylor, R. Challenges and Emerging Technologies within the Field of Pediatric Actigraphy. *Front. Psychiatry* **2014**, *5*, 99. [[CrossRef](#)]
51. Ronnlund, H.; Elovainio, M.; Virtanen, I.; Matomaki, J.; Lapinleimu, H. Poor Parental Sleep and the Reported Sleep Quality of their Children. *Pediatrics* **2016**, *137*, e20153425. [[CrossRef](#)]
52. Kovács, E.; Siani, A.; Konstabel, K.; Hadjigeorgiou, C.; De Bourdeaudhuij, I.; Eiben, G.; Lissner, L.; Gwozdz, W.; Reisch, L.; Pala, V. Adherence to the Obesity-Related Lifestyle Intervention Targets in the IDEFICS Study. *Int. J. Obes.* **2014**, *38*, S144. [[CrossRef](#)]
53. Fuligni, A.J.; Hardway, C. Daily Variation in Adolescents' Sleep, Activities, and Psychological Well-being. *J. Res. Adolesc.* **2006**, *16*, 353–378. [[CrossRef](#)]
54. St-Onge, M.; McReynolds, A.; Trivedi, Z.B.; Roberts, A.L.; Sy, M.; Hirsch, J. Sleep Restriction Leads to Increased Activation of Brain Regions Sensitive to Food Stimuli. *Am. J. Clin. Nutr.* **2012**, *95*, 818–824. [[CrossRef](#)]
55. Rothausen, B.W.; Matthiessen, J.; Andersen, L.F.; Brockhoff, P.B.; Tetens, I. Dietary Patterns on Weekdays and Weekend Days in 4–14-Year-Old Danish Children. *Br. J. Nutr.* **2013**, *109*, 1704–1713. [[CrossRef](#)]
56. Rothausen, B.W.; Matthiessen, J.; Hoppe, C.; Brockhoff, P.B.; Andersen, L.F.; Tetens, I. Differences in Danish Children's Diet Quality on Weekdays V. Weekend Days. *Public Health Nutr.* **2012**, *15*, 1653–1660. [[CrossRef](#)]
57. Haines, P.S.; Hama, M.Y.; Guilkey, D.K.; Popkin, B.M. Weekend Eating in the United States Is Linked with Greater Energy, Fat, and Alcohol Intake. *Obes. Res.* **2003**, *11*, 945–949. [[CrossRef](#)]
58. Monteiro, L.S.; Hassan, B.K.; Estima, C.C.P.; Souza, A.d.M.; Verly Junior, E.; Sichieri, R.; Pereira, R.A. Food Consumption according to the Days of the Week—National Food Survey, 2008–2009. *Rev. Saude Publica* **2017**, *51*, 93. [[CrossRef](#)]
59. Baron, K.G.; Reid, K.J.; Van Horn, L.; Zee, P.C. Contribution of Evening Macronutrient Intake to Total Caloric Intake and Body Mass Index. *Appetite* **2013**, *60*, 246–251. [[CrossRef](#)]
60. Spiegel, K.; Leproult, R.; L'Hermite-Balériaux, M.; Copinschi, G.; Penev, P.D.; Van Cauter, E. Leptin Levels are Dependent on Sleep Duration: Relationships with Sympathovagal Balance, Carbohydrate Regulation, Cortisol, and Thyrotropin. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **2004**, *89*, 5762–5771. [[CrossRef](#)]
61. Xiao, Q.; Garaulet, M.; Scheer, F.A. Meal Timing and Obesity: Interactions with Macronutrient Intake and Chronotype. *Int. J. Obes.* **2019**, *43*, 1701–1711. [[CrossRef](#)]
62. Frank, S.; Gonzalez, K.; Lee-Ang, L.; Young, M.C.; Tamez, M.; Mattei, J. Diet and Sleep Physiology: Public Health and Clinical Implications. *Front. Neurol.* **2017**, *8*, 393. [[CrossRef](#)]
63. Lundahl, A.; Nelson, T.D. Sleep and Food Intake: A Multisystem Review of Mechanisms in Children and Adults. *J. Health Psychol.* **2015**, *20*, 794–805. [[CrossRef](#)]
64. Taheri, S.; Lin, L.; Austin, D.; Young, T.; Mignot, E. Short Sleep Duration is Associated with Reduced Leptin, Elevated Ghrelin, and Increased Body Mass Index. *PLoS Med.* **2004**, *1*, e62. [[CrossRef](#)]
65. St-Onge, M.; Wolfe, S.; Sy, M.; Shechter, A.; Hirsch, J. Sleep Restriction Increases the Neuronal Response to Unhealthy Food in Normal-Weight Individuals. *Int. J. Obes.* **2014**, *38*, 411. [[CrossRef](#)]
66. Goel, N.; Rao, H.; Durmer, J.S.; Dinges, D.F. Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Semin. Neurol.* **2009**, *29*, 320–339. [[CrossRef](#)]
67. Lemola, S.; Ledermann, T.; Friedman, E.M. Variability of Sleep Duration Is Related to Subjective Sleep Quality and Subjective Well-being: An Actigraphy Study. *PLoS ONE* **2013**, *8*, e71292. [[CrossRef](#)]
68. Kant, A.K.; Graubard, B.I. Association of Self-Reported Sleep Duration with Eating Behaviors of American Adults: NHANES 2005–2010. *Am. J. Clin. Nutr.* **2014**, *100*, 938–947. [[CrossRef](#)]





Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): estudio ANIVA

Prevalence of arterial hypertension and its association with anthropometry and diet in children (6 to 9 years old): ANIVA study

María Morales-Suárez-Varela^{1,2}, M.^a Carmen Mohino Chocano¹, Carla Soler^{3,4,5}, Agustín Llopis-Morales¹, Isabel Peraita-Costa^{1,2} y Agustín Llopis-González^{1,2}

¹Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal. Facultad de Farmacia. Universitat de València. Burjassot, Valencia. ²CIBER en Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Madrid. ³Grupo de Ciencia de los Alimentos con Base en la Evidencia y Experimentación. Instituto de Ciencia de los Materiales. Universitat de València. Valencia. ⁴Unidad de Investigación Conjunta en Endocrinología, Nutrición y Dietética Clínica. Universidad de Valencia-Instituto de Investigación Sanitaria La Fe. Valencia. ⁵Departamento de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia

Resumen

Introducción: estudios recientes alertan de cambios en los hábitos alimentarios y de un aumento del sobrepeso en niños como posibles factores de riesgo de una hipertensión temprana.

Objetivos: conocer la prevalencia de normotensión, prehipertensión e hipertensión en los niños estudiados y valorar su posible asociación con la dieta e indicadores antropométricos.

Métodos: se realizó un estudio transversal dentro del Proyecto "Antropometría y Nutrición Infantil de Valencia" (ANIVA), donde se valoró dieta, presión arterial y antropometría en 652 niños/as de entre seis y nueve años. Se aplicaron los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para identificar normotensos, prehipertensos e hipertensos.

Resultados: existe una mayor prevalencia de normotensos (83,9%, $p < 0,05$). La prevalencia de prehipertensos e hipertensos es de un 8,1% y 8,0%, respectivamente. Los niños presentan mayores niveles de hipertensión (8,4%), mientras que las niñas presentan mayor prevalencia de prehipertensión (9,3%). En los niños se identifican valores significativamente mayores en el peso, la altura y la circunferencia de cadera. Las niñas presentan significativamente mayor porcentaje de masa grasa, pliegue bicipital, pliegue suprailíaco y frecuencia cardíaca. Se encontraron correlaciones significativas entre los indicadores antropométricos y la presión arterial por sexo, destacando la correlación perímetro de cintura-presión arterial en los niños. Se observan diferencias significativas entre los nutrientes ingeridos en la dieta y la presión arterial.

Conclusiones: se identifica una prevalencia de hipertensión del 8% en niños de 6-9 años de la provincia de Valencia. Los valores de presión arterial aumentan en función del índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa, el perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues. Se identifica un patrón dietético asociado a la hipertensión en niños.

Palabras clave:

Dieta. Antropometría. Obesidad. Presión arterial. Niños. Nutrición.

Abstract

Introduction: recent studies warn of changes in dietary habits and an increase in overweight children as possible risk factors for early hypertension.

Objectives: to know the prevalence of normotension, prehypertension and hypertension in the children studied, and to evaluate its possible association with diet and anthropometric indicators.

Methods: a cross-sectional study was carried out within the Project "Anthropometry and Child Nutrition of Valencia" (ANIVA), where diet, blood pressure, and anthropometry were evaluated in 652 children between six and nine years old. The World Health Organization (WHO) criteria to identify normotensive, prehypertensive and hypertensive were applied.

Results: there is a higher prevalence of normotensive (83.9%, $p < 0.05$). The prevalence of prehypertensive and hypertensive patients is 8.1% and 8.0%, respectively. Boys have higher levels of hypertension (8.4%), while girls have a higher prevalence of prehypertension (9.3%). In boys, significantly higher values are identified for the weight, height and hip circumference. Girls present significantly higher percentage of fat mass, bicipital fold, suprailiac fold, and heart rate. Significant correlations were found between the anthropometric indicators and blood pressure by sex, highlighting the waist circumference-blood pressure correlation in boys. Significant differences are observed between the nutrients ingested in the diet and blood pressure.

Conclusions: a prevalence of hypertension of 8% in children aged 6-9 years of the province of Valencia is identified. The blood pressure values increase according to the body mass index, percentage of fat mass, waist circumference and the set of folds. A dietary pattern associated with hypertension in children is identified.

Key words:

Diet. Anthropometry. Obesity. Blood pressure. Children. Nutrition.

Recibido: 07/06/2018 • Aceptado: 11/07/2018

Morales-Suárez-Varela M, Mohino Chocano MC, Soler C, Llopis-Morales A, Peraita-Costa I, Llopis-González A. Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): estudio ANIVA. *Nutr Hosp* 2019;36(1):133-141

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02105>

Correspondencia:

María Morales Suárez-Varela. Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal. Facultad de Farmacia. Universitat de València. Avda. Vicente Andrés Estellés, s/n. 46100 Burjassot, Valencia
e-mail: maria.m.morales@uv.es

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los estudios epidemiológicos realizados en la población pediátrica alertan de cambios en los patrones alimentarios y de un aumento del sobrepeso y de la obesidad (1). Esta situación constituye un factor de riesgo para padecer ciertas enfermedades crónicas como la hipertensión arterial (PA) en la infancia (2). Este hecho ha alertado de la importancia de llevar a cabo una mayor monitorización de las mediciones de la PA en los niños. La importancia de monitorizar los niveles de PA en la edad pediátrica se basa en su asociación con la PA en la edad adulta (3). Un niño con cifras elevadas de PA tiene más riesgo de convertirse en un adulto hipertenso, que es el principal factor de riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (4).

Aunque han aumentado los casos de PA en la población pediátrica en todo el mundo, solo unos pocos estudios han valorado la PA en edades tempranas, detectando un incremento de la prevalencia de 1,7% en 1998 a 3,2% en el año 2000 (5,6). También hay que destacar que en niños españoles se ha estimado que la prevalencia de sobrepeso y obesidad es superior al 35% (1,7).

Una inadecuada alimentación durante la infancia puede ser un factor importante para el desarrollo de futuras enfermedades cardiovasculares (8). Se trata, además, de un periodo clave para adquirir pautas de comportamiento que conformarán la calidad nutricional de la vida adulta. Por ello, es una etapa en la que educar para adquirir correctos hábitos alimentarios puede prevenir futuras enfermedades en el adulto. En la actualidad, estudios realizados en población infantil sugieren una posible elevación de los niveles de la PA relacionada con la obesidad (9). Hay pocos estudios que valoren la asociación entre alimentación, indicadores de adiposidad y PA en escolares españoles (5,6) y ninguno se ha realizado en la Comunidad Valenciana.

Durante la infancia, por tanto, la influencia de ciertas alteraciones en los hábitos alimentarios puede conducir a patrones dietéticos alterados tanto de macro como de micronutrientes y, como consecuencia de ello, a la aparición de deficiencias nutricionales que pueden conducir en el futuro a una falta de diversificación de la dieta, abuso de dietas de cafetería y una importante influencia de factores externos sobre la conducta alimentaria (10). Se ha relacionado el incremento de la ingesta de fructosa con el incremento de PA (30). Mientras que un metaanálisis reciente demuestra que una reducción de la ingesta de sal (cloruro de sodio) de media de 4,4 g/d condujo a una reducción en PA por 5/3 mmHg en sujetos hipertensos y 2/1 mmHg en sujetos normotensos (11), otro metaanálisis que incluye 29 ensayos clínicos aleatorizados mostró que el aumento de la ingesta de potasio de 20 mmol/d condujo a una reducción de 4,9 mmHg y 2,7 mmHg en PA sistólica y PA diastólica, respectivamente, sin el uso de medicamentos antihipertensivos (12). Aunque la investigación del efecto de los nutrientes individuales en la PA no está establecida, estos nutrientes se ingieren en los alimentos, y la comida es consumida como dietas enteras, lo que dificulta su evaluación individual. Además, en la ingestas de macro y micronutrientes pueden ocurrir interacciones (13).

Normalmente, las mediciones de PA solo incluyen la presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD), pero otros índices, como la presión arterial media (PAM) o la presión de pulso (PP) (14), también han demostrado ser predictores independientes de los eventos cardiovasculares en individuos adultos tanto normotensos como hipertensos (15).

Los objetivos de este estudio fueron conocer la prevalencia de normotensión, prehipertensión e hipertensión en escolares de la provincia de Valencia, en edades comprendidas entre seis y nueve años, así como valorar la posible asociación entre los indicadores antropométricos, ingesta diaria de macronutrientes y micronutrientes y los valores de PA.

OBJETIVOS

Los objetivos propuestos a alcanzar con el desarrollo de este estudio fueron los siguientes: conocer la prevalencia de normotensión, prehipertensión e hipertensión; valorar la posible asociación entre los principales indicadores antropométricos y los valores cardiovasculares (PAS, PAD, frecuencia cardíaca [FC], PAM, PP) en escolares y evaluar la ingesta diaria de nutrientes en los escolares valencianos de ambos sexos y su relación con los niveles de presión arterial (normotensos, prehipertensos e hipertensos); así como la evaluación de la ingesta diaria de macronutrientes y micronutrientes en relación con los niveles de PA.

MATERIAL Y MÉTODOS

MUESTRA

La muestra inicial fue de 1.072 niños de seis a nueve años, de ambos sexos, de los cuales el 37,96% declinó la participación ($n = 407$). Los niños que no completaron correctamente el registro ($n = 10$) o no se presentaron en la toma de las medidas antropométricas y de PA ($n = 3$) fueron excluidos. La tasa de participación en este estudio, dentro del proyecto "Antropometría y Nutrición Infantil de Valencia" (ANIVA), fue del 60,82%. La muestra final estuvo compuesta por 652 niños, pertenecientes a diez escuelas primarias (ocho centros públicos, dos centros privados) de la provincia de Valencia.

METODOLOGÍA

Para poder llevar a cabo el estudio fue necesario que este cumpliera con las directrices de la Declaración de Helsinki y que fuera aprobado por la Secretaría Autonómica de Educación, Consellería de Educación, Cultura y Deporte, así como la Universidad de Valencia (aprobación del Comité Ético: 2014/29630). La metodología del estudio implica la presentación del mismo al Consejo Escolar de cada escuela participante. A continuación, se envió una carta a los padres o tutores de todos los niños invitándolos a participar en el estudio. En ella se describieron

los objetivos y procedimientos de este y el documento de consentimiento informado que deberían firmar para poder participar. A continuación, se explicó el proyecto en clase a todos los niños cuyos padres aceptaron la participación en el estudio.

Cada centro educativo facilitó un aula donde poder realizar todas las determinaciones (antropométricas y cardiovasculares) garantizando con ello condiciones de intimidad y un ambiente relajado para los alumnos participantes. La toma de medidas antropométricas siguió los procedimientos estándar descritos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (16) y para la toma de la PA se siguieron los protocolos establecidos por la Asociación Española de Pediatría (AEP) (17). Para minimizar la variabilidad interobservador, las variables se midieron en cada escuela utilizando condiciones estandarizadas. El peso, la altura y el porcentaje de masa grasa se midieron en dos ocasiones con el niño descalzo y con ropa ligera. El peso se midió con una escala (Seca® 861, Vogel y Halke, Hamburgo, Alemania) y la altura, con un estadiómetro de pared (Seca® 222, Vogel y Halke, Hamburgo, Alemania). El niño debía situarse bajo el antropómetro, en posición antropométrica y con la cabeza orientada según el plano de Frankfort. La media de las dos medidas de peso y altura se usó para calcular el índice de masa corporal (IMC, kg/m²). Se calculó el porcentaje de masa grasa usando una Tanita® de ocho electrodos, sistema de análisis de bioimpedancia Segmental-418 (Tanita Corp. Tokio, Japón). Se realizaron dos lecturas por la mañana, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, con el niño descalzo, en ayunas y después de orinar y 15 minutos de descanso.

La medición de los pliegues cutáneos se realizó en tres ocasiones usando un calibre Holtain Ltd. (precisión de 0,2 mm y presión constante de 10 g/mm² entre las válvulas). La determinación del pliegue tricótipal se realizó en la región superior del brazo (región posterior, sobre el músculo tríceps), concretamente, en el punto equidistante entre la parte inferior de la apófisis olecraneal y la protuberancia ósea del hombro. En el caso del pliegue bicótipal, la medición fue realizada en el punto medio a nivel de la región ventral del bíceps braquial. El pliegue suprailiaco se mide en la línea axilar media, inmediatamente superior a la cresta iliaca. Respecto al pliegue abdominal, se midió en un pliegue cutáneo horizontal 3 cm a la derecha y 1 cm por debajo del punto medio del ombligo. La circunferencia de la cintura se calculó como el promedio de tres mediciones usando una cinta métrica para medición de perímetros + IMC (Quirumed S.L., modelo: SKBMI-64) flexible e inextensible en el punto medio entre la décima costilla y la cresta iliaca al final de una respiración normal (exhalación). La circunferencia de cadera se midió en el lado derecho como el promedio de tres mediciones usando una cinta métrica flexible e inextensible en el punto de máxima circunferencia sobre los glúteos, colocando la cinta en un plano horizontal al suelo y al final de una respiración normal (exhalación). La medida de cintura/cadera se utilizó para calcular el índice cintura-cadera.

Los niveles de PA y de frecuencia cardíaca se midieron en tres ocasiones, con un intervalo de cinco minutos, con el sujeto descansando durante al menos cinco minutos antes de la primera medición. Para ello se usó un tensiómetro automático

Omron-M5-I (Omron Healthcare Europe BV, Hoofddorp, Países Bajos), en un ambiente tranquilo y calmado, con el niño sentado y el brazo derecho en posición semiflexionada a nivel del corazón y eligiendo el tamaño más apropiado del manguito de acuerdo con las recomendaciones del Grupo de Trabajo del Programa Nacional de Hipertensión Arterial sobre la PA alta en Niños y Adolescentes (18). La media de las tres lecturas se consideró para el análisis. La PAM y la PP se calcularon de la siguiente manera: $PAM = PAD + (0,333 \times [PAS - PAD])$ y $PP = PAS - PAD$. Según el Grupo de Trabajo del Programa Nacional de "Educación sobre la Alta Presión Arterial" sobre la PA alta en niños y adolescentes (18), las categorías de PA alta en los escolares se establecieron de acuerdo con el percentil de sexo, edad y talla de la siguiente manera: prehipertensión, cuando el promedio de la PAS o PAD fue mayor que o igual al percentil 90, e hipertensión, cuando el promedio de la PAS o PAD era mayor o igual al percentil 95.

Para evaluar el estado nutricional, se entregó un cuestionario a los padres o tutores en el cual debían cumplimentar el historial médico, con alergias o intolerancias alimentarias, la medicación, el uso de suplementos minerales y vitamínicos de sus hijos, así como el ejercicio físico que realizan. También se les proporcionó a los padres o tutores y comedores escolares información para poder estimar correctamente la ingesta de alimentos y bebidas consumidas por sus hijos. Para poder llevar a cabo esta evaluación, fue necesario que los padres o tutores anotaran todos los alimentos y bebidas consumidos por sus hijos durante las 24 horas en un período de tres días, dos lectivos y uno festivo (19,20). Se les pidió que anotaran con detalle los ingredientes y el tamaño de porciones y cantidad, así como las marcas de los alimentos y bebidas consumidas. Para calcular la ingesta de calorías, macronutrientes y micronutrientes se utilizó el programa DIAL® v2.16 (21), desarrollado por el Departamento de Nutrición y Dietética de la Universidad Complutense de Madrid y validado previamente en España para evaluar las dietas y para gestionar los datos nutricionales. Este *software* abierto incluye una lista de algunos de los alimentos más comunes disponibles en España y también es posible agregar otros alimentos o incluir la composición nutricional de los alimentos envasados tomados de las etiquetas de los alimentos.

Para el análisis y la interpretación de las variables se verificó la normalidad de la distribución de las variables continuas utilizando procedimientos tanto gráficos (diagrama de probabilidad normal) como estadísticos (prueba de Kolmogorov-Smirnov). Todas las variables tenían una distribución normal; por lo tanto, se utilizó la prueba paramétrica en el análisis. Las variables antropométricas y de PA se presentaron como media y desviación estándar (DE). Las diferencias de sexo en las variables cuantitativas se analizaron mediante una prueba t de Student. Se estimaron los coeficientes de correlación parciales para examinar la relación entre cada componente cardiovascular (PAS, PAD, FC, PAM y PP) e indicadores de adiposidad (IMC, porcentaje de masa grasa, circunferencia cadera, circunferencia de cintura, índice cintura-cadera, pliegue tricótipal, pliegue bicótipal, pliegue abdominal y pliegue suprailiaco), controlado por edad y por sexo. Categorizamos porcentaje masa grasa, pliegue tricótipal, pliegue

bicipital, pliegue suprailiaco, pliegue abdominal, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera e índice cintura-cadera como bajo (primer cuartil), medio (segundo y tercer cuartil) y alto (cuarto cuartil). Los niños se clasificaron como bajo peso, peso normal, sobrepeso y obesidad de acuerdo con los límites de IMC calculados con el *software* informático Anthro Plus®. Los modelos ANCOVA se utilizaron para evaluar las diferencias de medias en cada componente de PA (PAS, PAD, PAM y PP) entre las categorías IMC, porcentaje de masa grasa, índice de cintura-cadera, pliegue tricipital, pliegue bicipital, pliegue suprailiaco, pliegue abdominal, macronutrientes y micronutrientes, que se controlan por edad en la muestra total, y también se estratificó por sexo. Las hipótesis *post hoc* por pares se probaron usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. La prueba de Chi-cuadrado se utilizó para comparar las diferencias entre las variables. Los datos se transfirieron luego al *software* IBM SPSS 22 Statistic. El criterio de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos identifican que hay una diferencia significativa en los indicadores antropométricos y la PA por sexo. Son los niños los que presentan mayor peso ($p \leq 0,05$), altura ($p \leq 0,05$) y circunferencia de cadera ($p \leq 0,05$), mientras que las niñas presentan mayor porcentaje de masa gra-

sa ($p \leq 0,05$), pliegue bicipital ($p \leq 0,05$), pliegue suprailiaco ($p \leq 0,05$) y frecuencia cardiaca ($p \leq 0,05$). No se encontraron diferencias significativas entre normotenso, prehipertenso e hipertenso entre niños y niñas. Las estadísticas que resumen todas las variables se muestran en la tabla I.

Al valorar la correlación entre la PA (PAS, PAD, PAM y PP) y los indicadores antropométricos (IMC, porcentaje de masa grasa, perímetro de cintura, pliegue tricipital, pliegue bicipital, pliegue abdominal y pliegue suprailiaco) se identificaron correlaciones significativas entre la PAS y las medidas antropométricas estudiadas del total de los escolares ($p < 0,05$). En los niños, destaca la correlación significativa de la PAS y PP con el perímetro de cintura. También se identifica una correlación de PAD de los niños con todas las medidas antropométricas estudiadas. En ambos sexos destacamos la correlación entre la PP con el perímetro de cintura. Por último, en los niños hay una correlación significativa entre PAM y las medidas antropométricas estudiadas, mientras que en las niñas esta correlación no se produce. Los coeficientes de correlación parcial entre PA y los indicadores de adiposidad controlados por edad se muestran en la tabla II.

En la figura 1 se muestra la prevalencia de PA por sexo y edad. Los resultados obtenidos confirman una prevalencia mayor de normotensos, con un 83,9%, sin diferencia significativa entre sexos ($p = 0,467$), y son los niños los que presentan un mayor porcentaje de normotensión, con un 86,4%. Las estimaciones de prehipertensión e hipertensión fueron del 8,1% sin diferencia significativa entre sexos ($p = 0,650$) y 8,0% sin diferencia sig-

Tabla I. Características básicas de los escolares de seis a nueve años en función de sus medidas antropométricas y de la presión arterial por sexo

	Total (n = 652)	Niños (n = 309)	Niñas (n = 343)	p valor*
Edad	7,12 ± 0,95	7,18 ± 0,96	7,07 ± 0,93	0,123
Peso (kg)	27,84 ± 6,52	28,61 ± 6,95	27,15 ± 6,03	0,004
Altura (cm)	1,28 ± 0,80	1,29 ± 0,81	1,27 ± 0,78	0,004
IMC (kg/m ²)	16,81 ± 2,55	16,95 ± 2,70	16,69 ± 2,41	0,202
% masa grasa	22,77 ± 4,80	21,80 ± 5,10	23,64 ± 4,32	< 0,001
Perím. cintura (cm)	60,71 ± 19,00	60,89 ± 6,51	60,55 ± 25,48	0,818
Perím. cadera (cm)	68,20 ± 6,80	68,83 ± 7,18	67,63 ± 6,41	0,024
Índice cintura-cadera (cm/cm)	1,02 ± 3,46	1,16 ± 5,01	0,89 ± 0,42	0,319
Pl. tricipital (mm)	11,80 ± 4,65	11,48 ± 4,59	12,08 ± 4,70	0,102
Pl. bicipital (mm)	7,18 ± 3,30	6,87 ± 3,19	7,45 ± 3,37	0,024
Pl. abdominal (mm)	10,69 ± 5,50	10,35 ± 5,53	11,00 ± 5,47	0,129
Pl. suprailiaco (mm)	7,33 ± 4,23	6,81 ± 4,05	7,81 ± 4,34	0,003
PAS (mmHg)	98,22 ± 11,67	99,13 ± 11,53	97,41 ± 11,74	0,060
PAD (mmHg)	66,59 ± 25,40	65,43 ± 8,99	67,63 ± 33,98	0,271
FC (ppm)	88,48 ± 13,52	87,03 ± 13,33	89,80 ± 13,57	0,009
PAM (mmHg)	75,75 ± 17,79	75,29 ± 8,57	76,16 ± 23,15	0,531
PP (mmHg)	31,63 ± 25,81	33,69 ± 9,99	29,77 ± 34,22	0,053

*Test de ANOVA. En cursiva cuando p valor ≤ 0,05. Los datos se presentan por media ± DE. FC: frecuencia cardiaca; IMC: índice de masa corporal; PAD: presión arterial diastólica; PAM: presión arterial media (PAD + [0,33 × (PAS - PAD)]); PAS: presión arterial sistólica; PP: presión de pulso (PAS-PAD).

Tabla II. Coeficientes de correlaciones parciales (r) de presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media y presión de pulso con IMC, % MG, perímetro de cintura, pliegue tricípital, pliegue bicípital, pliegue abdominal y pliegue suprailiaco controlado por edad

		IMC	% MG	Perím. cintura	Pliegue tricípital	Pliegue bicípital	Pliegue abdominal	Pliegue suprailiaco
PAS	Total	0,240	0,175	0,078	0,203	0,239	0,266	0,234
	Niños	0,231	0,182	0,326	0,172	0,197	0,268	0,218
	Niñas	0,245	0,207	0,035	0,241	0,290	0,274	0,268
PAD	Total	0,032	0,011	0,011	0,010	0,045	0,040	0,047
	Niños	0,138	0,180	0,182	0,151	0,124	0,206	0,157
	Niñas	0,015	-0,047	0,001	-0,025	0,030	0,004	0,023
PAM	Total	0,082	0,048	0,027	0,053	0,094	0,094	0,094
	Niños	0,197	0,204	0,269	0,179	0,172	0,260	0,204
	Niñas	0,055	-0,010	0,007	0,016	0,077	0,049	0,067
PP	Total	0,077	0,069	0,540	0,082	0,064	0,081	0,060
	Niños	0,142	0,048	0,213	0,063	0,117	0,124	0,110
	Niñas	0,069	0,117	0,011	0,108	0,070	0,090	0,069

En cursiva los coeficientes fueron significativos ($p < 0,05$). % MG: % de masa grasa; IMC: índice de masa corporal; PAD: presión arterial diastólica; PAM: presión arterial media ($PAD + [0,33 \times (PAS - PAD)]$); PAS: presión arterial sistólica; PP: presión de pulso ($PAS - PAD$).

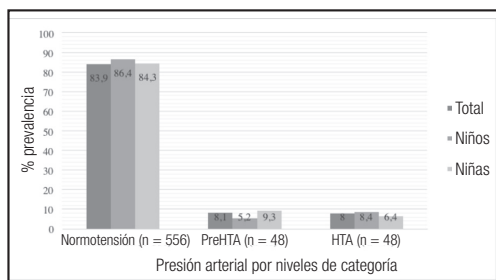


Figura 1.

Prevalencia de normotensos, prehipertensión e hipertensión en niños, por sexo y en la muestra total. PreHTA: prehipertensión; HTA: hipertensión.

nificativa entre sexos ($p = 0,906$), respectivamente. Las niñas presentan una prehipertensión mayor, con un 9,3%, con respecto a los niños, que presentan un 5,2%. Los niños presentan porcentajes mayores de hipertensión, con un 8,4% frente al 6,4% de las niñas. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las estimaciones de prevalencia de prehipertensión e hipertensión por grupos de sexo.

Los resultados obtenidos de la valoración de la ingesta media diaria de los diferentes macronutrientes y micronutrientes asociada a los valores de PA (normotensos, prehipertensos e hipertensos) que presentan los escolares muestran que hay una relación entre los nutrientes ingeridos en la dieta y los valores de PA de los sujetos. Como puede observarse en la tabla III, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($\leq 0,05$) entre la ingesta de hidratos de carbono, azúcar simple, fibra soluble, ácidos grasos poliinsaturados y colesterol y la PA. Se

identificó mayor ingesta de estos macronutrientes entre los niños que presentaban hipertensión arterial. Al aumentar el consumo de hidratos de carbono, aumenta el porcentaje de fibra y de azúcares sencillos. Atendiendo a estas tres variables, y distinguiendo por diferentes valores de PA, se observa un aumento en los niveles de PA a medida que el consumo de hidratos de carbono es mayor. También se observan diferencias estadísticamente significativas para la ingesta de fibra insoluble y de ácidos grasos saturados, que presentan niveles más bajos de consumo en el grupo de hipertensos. Los niños presentan un perfil de consumo de macro y micronutrientes similar al descrito para el total de niños estudiados.

Respecto a las niñas, los resultados obtenidos ponen de manifiesto un progresivo aumento de la PA asociado al consumo de lípidos, y especialmente de AGS, de la dieta. Del mismo modo, se evidencian valores normales de tensión arterial con niveles más elevados de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, sin identificar diferencias en el consumo de azúcares simples, fibra soluble e insoluble.

En relación con los micronutrientes estudiados (sodio, potasio, magnesio y calcio), también se encontraron asociaciones significativas con PA en todos los escolares. Entre los niños no se identifican diferencias significativas. Entre las niñas, se observa una relación entre sodio e hipertensas, potasio y prehipertensas y calcio e hipertensas.

Al comparar la ingesta diaria de los diferentes nutrientes analizados en el estudio con la IDR (20) de los niños españoles, y considerando los objetivos nutricionales para la población española de 2011 (18) en el cálculo de la IDR de algunos macronutrientes, se muestra un aumento en la ingesta calorías, proteínas, hidratos de carbono y lípidos en el total de niños estudiados, con algunas excepciones, como podemos observar en la tabla III.

Tabla III. Características de ingesta media diaria de los diferentes macronutrientes y micronutrientes, según la presión arterial (normotensos, prehipertensos e hipertensos), de los escolares de seis a nueve años de ambos sexos

	Total (n = 652)					Niños (n = 309)					Niñas (n = 343)					IDR
	Normotenso (n = 547)	PreHTA (n = 53)	HTA (n = 52)	p valor*		Normotenso (n = 267)	PreHTA (n = 16)	HTA (n = 26)	P valor*		Normotenso (n = 289)	PreHTA (n = 32)	HTA (n = 22)	P valor*		
	Macronutrientes															
Calorías (kcal)	2.159,13 ± 481,00	2.051,62 ± 321,39	2.108,06 ± 451,22	0,207		2.157,84 ± 477,79	1.949 ± 350,40	2.075 ± 488,29	0,152		1.981,56 ± 452,82	2.085,09 ± 295,21	2.157,95 ± 452,45	0,106	2.000 (kcal/ día) (1)	
Proteínas (g)	82,84 ± 74,72	75,92 ± 35,40	63,84 ± 45,25	0,151		82,60 ± 73,90	63,73 ± 46,26	62,42 ± 49,16	0,228		64,98 ± 186,43	72,20 ± 34,26	69,19 ± 40,09	0,971	75-100 (g/ día) (2)	
Hidratos de carbono (g)	434,58 ± 620,70	514,23 ± 720,11	867,15 ± 999,17	0,001		437,73 ± 625,29	832,12 ± 977,79	952,00 ± 1.044,41	0,001		1.037,40 ± 1.003,22	519,87 ± 736,80	706,45 ± 919,87	0,008	250-275 (g/día) (3)	
Azúcar simple (g)	108,27 ± 66,02	105,71 ± 51,27	133,08 ± 78,20	0,026		108,26 ± 65,72	126,90 ± 71,03	142,32 ± 84,86	0,018		148,60 ± 142,02	106,01 ± 52,13	119,32 ± 66,38	0,159	< 50 (g/día)	
Fibra soluble (g)	4,74 ± 5,69	5,01 ± 4,20	8,04 ± 8,00	0,001		4,78 ± 5,71	5,95 ± 5,11	7,91 ± 7,34	0,016		8,79 ± 12,10	5,81 ± 5,38	7,50 ± 8,71	0,354	7,5 (g/día) (4)	
Fibra insoluble (g)	5,63 ± 4,11	5,35 ± 3,01	4,19 ± 10,50	0,038		5,63 ± 4,09	4,01 ± 3,05	3,73 ± 3,40	0,019		3,90 ± 7,04	5,74 ± 3,53	4,51 ± 2,98	0,313	15 (g/día) (5)	
Lípidos (g)	91,18 ± 39,54	83,57 ± 37,62	70,06 ± 50,17	0,001		90,97 ± 39,61	67,62 ± 46,52	65,10 ± 48,58	0,001		59,82 ± 49,43	82,69 ± 38,20	80,60 ± 52,22	0,010	67-78 (g/día) (6)	
AGS (g)	30,90 ± 11,64	29,36 ± 11,30	26,82 ± 19,01	0,034		30,89 ± 11,81	24,93 ± 13,53	23,90 ± 13,38	0,002		22,31 ± 14,43	28,71 ± 11,05	31,69 ± 24,41	0,002	< 5,36 g (7)	
AGM (g)	50,93 ± 23,52	48,63 ± 25,84	58,65 ± 35,57	0,054		50,90 ± 23,70	57,83 ± 34,40	60,11 ± 34,10	0,078		64,63 ± 34,61	48,65 ± 26,16	55,48 ± 37,30	0,027	13,4 g (8)	
AGP (g)	15,10 ± 8,59	15,49 ± 10,07	20,02 ± 14,40	0,001		15,14 ± 8,72	19,97 ± 12,75	19,85 ± 12,64	0,001		21,77 ± 13,46	15,56 ± 10,86	19,46 ± 16,09	0,040	3,35 g (9)	
Ratio omg 6/ omg 3	6,46 ± 1,71	6,33 ± 1,68	6,60 ± 2,01	0,984		6,48 ± 1,72	6,04 ± 1,62	6,34 ± 2,05	0,555		6,50 ± 1,73	6,30 ± 1,64	7,10 ± 1,94	0,231	4:1 (10)	
Colesterol (mg)	312,43 ± 150,35	292,55 ± 137,12	246,49 ± 161,94	0,005		311,60 ± 150,00	263,44 ± 179,57	239,90 ± 168,30	0,025		226,79 ± 173,23	281,62 ± 135,11	264,73 ± 157,00	0,152	< 300 (mg/ día)	

*Iesi de ANOVA. En cursiva cuando p valores $\leq 0,05$. AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos polinsaturados; AGS: ácidos grasos saturados; IDR: ingesta dietética recomendada; HTA: hipertensión; PreHTA: prehipertensión; (1) Las necesidades energéticas están calculadas para una actividad moderada. Para una actividad ligera/se debería reducir un 10% y para actividad alta aumentar un 20%. (2) Calculados con base en las recomendaciones para la población española, estableciendo un porcentaje de 50-55%. (3) Calculados con base en las recomendaciones para la población española, estableciendo un porcentaje de 15-20%. (4) Las recomendaciones de fibra son 25 g/día, calculado con base en las recomendaciones españolas (40), en las que se establece un porcentaje del 30% para la fibra soluble. (5) Se estableció por diferencia entre la fibra total y la fibra soluble. (6) Calculado con base en la población española, estableciendo un porcentaje del 30-35%. (7) AGS no pueden superar el 6% del total de porcentaje de grasa. (8) AGM 20% de las grasas totales. (9) AGP 4% de las grasas totales. (10) Las últimas recomendaciones sugieren que siempre que los ácidos grasos polinsaturados omega 3 y omega 6 se encuentren entre los niveles señalados no habría que recomendar un cociente específico.

(Continúa en la página siguiente)

Tabla III (Cont.). Características de ingesta media diaria de los diferentes macronutrientes y micronutrientes, según la presión arterial (normotensos, prehipertensos e hipertensos), de los escolares de seis a nueve años de ambos sexos

	Total (n = 652)					Niños (n = 309)					Niñas (n = 343)					
	Normotenso (n = 547)	PreHTA (n = 53)	HTA (n = 52)	p valor*	Normotenso (n = 267)	PreHTA (n = 16)	HTA (n = 26)	P valor*	Normotenso (n = 289)	PreHTA (n = 32)	HTA (n = 22)	p valor*	Normotenso (n = 289)	PreHTA (n = 32)	HTA (n = 22)	p valor*
	Micronutrientes															
Sodio (mg)	1.425,22 ± 1.310,46	1.898,70 ± 930,02	1.608,73 ± 1.182,05	0,027	1.479,30 ± 1.291,42	1.455,34 ± 1.091,21	1.470,10 ± 1.133,79	0,997	1.384,46 ± 1.262,36	1.841,20 ± 922,53	1.853,61 ± 1.209,90	0,042	1.384,46 ± 1.262,36	1.841,20 ± 922,53	1.853,61 ± 1.209,90	0,042
Potasio (mg)	1.842,02 ± 1.375,22	2.398,26 ± 1.019,45	2.064,94 ± 1.289,61	0,011	1.898,66 ± 1.354,23	2.028,62 ± 1.284,04	1.978,01 ± 1.354,43	0,895	1.769,92 ± 1.319,18	2.333,59 ± 1.006,79	2.248,82 ± 1.203,60	0,022	1.769,92 ± 1.319,18	2.333,59 ± 1.006,79	2.248,82 ± 1.203,60	0,022
Magnesio (mg)	228,20 ± 112,83	242,25 ± 100,77	232,74 ± 100,46	0,024	231,75 ± 110,30	263,58 ± 118,25	237,03 ± 111,08	0,514	222,47 ± 105,74	256,22 ± 73,04	255,63 ± 89,67	0,088	222,47 ± 105,74	256,22 ± 73,04	255,63 ± 89,67	0,088
Calcio (mg)	586,83 ± 523,92	783,39 ± 404,80	662,14 ± 476,10	0,021	608,18 ± 516,47	604,59 ± 472,33	626,29 ± 497,27	0,984	556,52 ± 504,32	746,22 ± 378,90	752,69 ± 451,92	0,042	556,52 ± 504,32	746,22 ± 378,90	752,69 ± 451,92	0,042

**t*-test de ANOVA. En cursiva cuando p valor es ≤ 0,05. AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; AGS: ácidos grasos saturados; IDR: ingesta dietética recomendada; HTA: hipertensión; PreHTA: prehipertensión. (1) Las necesidades energéticas están calculadas para una actividad moderada. Para una actividad ligera/severitaria reducir un 10% y para actividad alta aumentar un 20%. (2) Calculados con base en las recomendaciones para la población española, estableciendo un porcentaje de 50-55%. (3) Calculados con base en las recomendaciones para la población española, estableciendo un porcentaje 15-20%. (4) Las recomendaciones de fibra son 25 g/día, calculado con base en las recomendaciones españolas (40), en las que se establece un porcentaje del 30% para la fibra soluble. (5) Se estable por diferencia entre la fibra total y la fibra soluble. (6) Calculado con base en la población española, estableciendo un porcentaje del 30-35%. (7) AGS no pueden superar el 6% del total de porcentaje de grasa. (8) AGM 20% de las grasas totales. (9) AGP 4% de las grasas totales. (10) Las últimas recomendaciones sugieren que siempre que los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6 se encuentren entre los niveles señalados no habría que recomendar un cociente específico.

En cuanto a los micronutrientes, tanto los valores de sodio como los de magnesio son superiores con respecto a la IDR (16). Los valores de potasio están aumentados en todos los grupos, excepto en normotensos y niños hipertensos. Por último, cabe destacar que la ingesta de calcio es inadecuadamente baja entre los escolares.

DISCUSIÓN

Este estudio muestra que la prevalencia de PA alta en niños de seis a nueve años de la provincia de Valencia fue del 8,4% y 6,4% en niños y niñas, respectivamente. Además, la prevalencia de prehipertensión e hipertensión en la muestra total fue del 8,1% y 8,0%, respectivamente. Con todo ello, los resultados confirman una prevalencia de escolares normotensos (83,9%) y si hacemos una separación por sexo, comprobamos que los niños presentan mayores tasas de hipertensión (8,4%) y las niñas, de prehipertensión (9,3%).

Respecto a la relación entre los indicadores antropométricos y los valores de PA se ha encontrado una relación positiva: la PA aumenta en función del índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa, perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues (tricipital, bicipital, suprailiaco y abdominal), siendo el perímetro de cintura un indicador antropométrico asociado a la hipertensión arterial en niños. Del mismo modo, el estudio identifica la asociación entre los macronutrientes y micronutrientes ingeridos en la dieta y los valores de PA.

En diferentes estudios realizados en la población pediátrica de todo el mundo se ha informado de una variabilidad significativa de la prevalencia de hipertensión (> p95); los datos publicados para la población de escolares superan los del presente estudio, como muestran los estudios de los niños chinos, con un 23% (22); los de Brasil, con un 19,9% (23); y de Seychelles, con un 12% (24). Sin embargo, otros estudios muestran porcentajes muy similares a nuestros resultados, como el de en Minnesota y California, con un 6,4% (25). Si comparamos nuestros resultados con un estudio realizado recientemente en España, en la Comunidad de Castilla-La Mancha (26) observamos que la prevalencia de hipertensión en dicha comunidad es mayor, ya que presenta un porcentaje del 18,2%.

Las posibles razones para explicar esta variabilidad en los niveles de PA incluyen las diferencias en los procedimientos utilizados para la medición de la PA a través de estos estudios, las diferencias en las tendencias de la obesidad (27) y las muestras que incluyen niños de diferentes etnias.

La relación entre indicadores antropométricos con diferentes componentes de PA en niños se ha demostrado en varios estudios. Eisenmann y cols. informaron de que el IMC, la CC, la suma de pliegues cutáneos y el porcentaje de masa grasa se correlacionaron moderada y positivamente con PAS, PAD y PAM (28). Nuestros resultados sugieren que, en general, un perímetro de cintura elevado en los escolares, y especialmente en los niños, puede estar asociado a elevaciones

en los valores de la PA, PAM y PP (29,30), lo que refuerza que los niños con más adiposidad son más propensos a tener un mayor riesgo de hipertensión, independientemente del componente PA utilizado en su valoración.

Como demuestran los estudios en adultos (31), la cantidad de grasa abdominal puede afectar a la morbilidad y la mortalidad en personas obesas. Esta relación también se describe en niños (32) y se puede estimar que al menos algunas de las consecuencias negativas para la salud asociadas a la obesidad podrían afectar a los niños obesos desde temprana edad. Esto enfatiza aún más la necesidad de diagnosticar la obesidad durante la infancia e iniciar el tratamiento temprano. Este dato resulta importante si tenemos en cuenta que la grasa corporal y su distribución a nivel central o abdominal constituyen un factor de gran relevancia en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión arterial (7) en adolescentes y adultos. No obstante, se necesitan estudios longitudinales para evaluar esta asociación en la edad adulta (33).

Además, si estos datos los asociamos a la dieta de los escolares, observamos que hay un consumo elevado de hidratos de carbono y de azúcares simples. Tanto en los niños como en las niñas esta ingesta supera la ingesta diaria recomendada (20), pero es en los niños donde encontramos mayor asociación de hipertensión con el consumo de hidratos de carbono y, muy especialmente, con los azúcares simples. La asociación entre el consumo de azúcares simples y el aumento de la PA se demuestra mediante estudios clínicos y epidemiológicos (34,35). En la Encuesta Nacional de Salud, se observó una correlación entre el consumo de bebidas azucaradas con mayores niveles de la tensión arterial.

También contemplamos la asociación entre la ingesta de lípidos y la PA alta en niñas. Esta elevación de la PA puede estar justificada por el tipo de grasa que ha sido ingerida en la dieta. Los datos transversales sugieren que la grasa saturada afecta adversamente la función vascular, mientras que la grasa poliinsaturada tiene efectos beneficiosos al aumentar la vasodilatación dependiente del endotelio (36). Además, estudios recientes realizados en adultos parecen sugerir que las dietas altas en grasas saturadas podrían, con el tiempo, conducir a un exceso de deposición de grasa corporal (37,38) con el riesgo de aumento de la PA. Con respecto a la ratio omega 6/omega 3, las últimas recomendaciones (39) sugieren que siempre que los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6 se encuentren entre los niveles señalados, 2,5-3,5% y 0,5-2%, respectivamente, no se recomienda ningún cociente específico.

En cuanto a los micronutrientes, nos encontramos un consumo elevado de sodio si lo comparamos con la IDR (20). El consumo excesivo de sodio está relacionado con un aumento en la PA (40) pero es en las niñas donde observamos un aumento muy acusado de la ingesta de este mineral. Muchos estudios ponen de manifiesto la existencia de una relación directa entre una ingesta de sodio y un aumento de la PA (36,41). Recientemente, un metaanálisis mostró que una reducción moderada de sodio causa caídas significativas e importantes en la PA. Otros estudios sugieren que el sodio no es el principal condicionante de la PA, sino que actúa en conexión con otros minerales (42),

lo cual implicaría que el aumento de PA puede estar inducido por una baja ingesta de calcio y potasio.

No obstante, los resultados obtenidos en relación con los demás macronutrientes y micronutrientes no son concluyentes, por lo que se deberían llevar a cabo más estudios en los que el tamaño muestral fuera mayor.

Considerando que la hipertensión es un problema grave, infradiagnosticado y mal controlado (43,44), diversos factores relacionados con la nutrición y el estilo de vida pueden jugar un papel importante para su control desde la infancia. Aunque las pautas más conocidas son la restricción en la ingesta de sodio y el control de peso, también conviene destacar que la mejora de la dieta, aumentando la ingesta de verduras y frutas, y la actividad física parecen tener un gran impacto en el control de los valores de PA (45-47). Asimismo, un menor consumo de grasa saturada (con aumento de AGM y omega-3), el aporte adecuado de calcio, magnesio, proteínas y fibra, y la mejora de la capacidad antioxidante de la dieta pueden tener gran importancia en la lucha contra la hipertensión (48-53).

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio muestran un mayor porcentaje de niños normotensos en la provincia de Valencia, aunque también nos encontramos con un pequeño porcentaje de escolares pVrehipertensos e hipertensos. Los niños presentan mayores porcentajes de hipertensión y las niñas, de prehipertensión. Los valores de PA aumentan en función del índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa, el perímetro de cintura y el conjunto de los pliegues (tricipital, bicipital, suprailiaco y abdominal), constituyendo indicadores antropométricos asociados a la hipertensión. Es importante identificar estos factores en la infancia para poder establecer unos patrones alimentarios adecuados que tienen que persistir durante la adolescencia y hasta la edad adulta para prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez-Farinos N, López-Sobaler AM, Dal Re MA, Villar C, Labrado E, Robledo T, et al. The ALADINO study: a national study of prevalence of overweight and obesity in Spanish children in 2011. *Biomed Res Int* 2013;2013:163687.
2. Xi B, Zhang T, Zhang M, Liu F, Zong X, Zhao M, et al. Trends in elevated blood pressure among US children and adolescents: 1999-2012. *Am J Hypertens* 2015;29(2):217-25.
3. Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation* 2008;117(25):3171-80.
4. Rademacher ER, Jacobs DR Jr, Moran A, Steinberger J, Prineas RJ, Sinaiko A. Relation of blood pressure and body mass index during childhood to cardiovascular risk factor levels in young adults. *J Hypertens* 2009;27(9):1766-74.
5. Serrano MDM, Armesilla MDC, Moreno MMC, De Espinosa MG, López-Ejeda N, Álvarez JRM, et al. Asociación entre adiposidad corporal y presión arterial entre los 6 y los 16 años. Análisis en una población escolar madrileña. *Rev Esp Cardiol* 2013;66(2):110-5.
6. González Jiménez E, Aguilar Cordero M, García García CJ, López G, Álvarez Ferré J, Padilla López C. Prevalencia de sobrepeso y obesidad nutricional e hipertensión arterial y su relación con indicadores antropométricos en una población de escolares de Granada y su provincia. *Nutr Hosp* 2011;26(5):1004-10.
7. Martínez-Vizcaino V, Martínez MS, Pacheco BN, López MS, García-Prieto JC, Nino CT, et al. Trends in excess of weight, underweight and adiposity among

- Spanish children from 2004 to 2010: the Cuenca Study. *Public Health Nutr* 2012;15(12):2170-4.
8. Raj M. Obesity and cardiovascular risk in children and adolescents. *Indian J Endocrinol Metab* 2012;16(1):13-9.
 9. Zhao Y, Wang L, Xue B, Wang Y. Associations between general and central obesity and hypertension among children: The Childhood Obesity Study in China Mega-Cities. *Sci Rep* 2017;7(1):16895.
 10. Lytle LA. Nutritional issues for adolescents. *J Am Diet Assoc* 2002;102(3):S8-S12.
 11. He FJ, Li J, MacGregor GA. Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. *The Cochrane Library* 2013.
 12. Whelton PK, He J, Cutler JA, Brancati FL, Appel LJ, Follmann D, et al. Effects of oral potassium on blood pressure: meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *JAMA* 1997;277(20):1624-32.
 13. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13(1):3-9.
 14. Armario P, Del Rey RH, Ceresuela-Eito L, Martín-Baranera M. Presión del pulso como factor pronóstico en los pacientes hipertensos. *Hipertens Riesgo Vasc* 2000;17(7):325-31.
 15. Franklin SS, López VA, Wong ND, Mitchell GF, Larson MG, Vasan RS, et al. Single versus combined blood pressure components and risk for cardiovascular disease: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2009;119(2):243-50.
 16. World Health Organization (WHO). WHO child growth standards: length/height for age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age, methods and development. Geneva: WHO; 2006.
 17. De la Cerda Ojeda F, Herrero Hernando C. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protoc Diagn Ter Pediatr* 2014;1:171-89.
 18. American Academy of Pediatrics. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 2004;114(Suppl 2):555-76.
 19. Barrett-Connor E. Nutrition epidemiology: how do we know what they ate? *Am J Clin Nutr* 1991;54(1):182S-7S.
 20. Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). Ingestas dietéticas de referencia (IDR) para la población española, 2010. *Actividad Dietética* 2010;14(4):196-197.
 21. Departamento de Nutrición (UCM), Alce Ingeniería, S.L. Programa DIAL para la evaluación de dietas y gestión de datos de alimentación. 2016.
 22. Chen B, Li H. Waist circumference as an indicator of high blood pressure in preschool obese children. *Asia Pac J Clin Nutr* 2011;20(4):557-62.
 23. Crispim PAA, Peixoto Gondim MR, Brandão Veiga Jardim PC. Risk factors associated with high blood pressure in two- to five-year-old children. *Arq Bras Cardiol* 2014;102(1):39-46.
 24. Chiolero A, Madeleine G, Gabriel A, Burnier M, Paccaud F, Bovet P. Prevalence of elevated blood pressure and association with overweight in children of a rapidly developing country. *J Hum Hypertens* 2007;21(2):120.
 25. Lo JC, Sinaiko A, Chandra M, Daley MF, Greenspan LC, Parker ED, et al. Prehypertension and hypertension in community-based pediatric practice. *Pediatrics* 2013;131(2):e415-24.
 26. Martín-Espinosa N, Díez-Fernández A, Sánchez-López M, Rivero-Merino I, Lucas-De La Cruz L, Solera-Martínez M, et al. Prevalence of high blood pressure and association with obesity in Spanish schoolchildren aged 4-6 years old. *PloS One* 2017;12(1):e0170926.
 27. Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Med Clin* 2003;121(19):725-32.
 28. Eisenmann J, Wrede J, Heelan K. Associations between adiposity, family history of CHD and blood pressure in 3-8 year-old children. *J Hum Hypertens* 2005;19(9):675.
 29. Drozd D, Kwintá P, Korohoda P, Pietrzyk JA, Drozd M, Sancewicz-Pach K. Correlation between fat mass and blood pressure in healthy children. *Pediatr Nephrol* 2009;24(9):1735-40.
 30. Plachta-Danielzik S, Landsberg B, Johannsen M, Lange D, Müller MJ. Association of different obesity indices with blood pressure and blood lipids in children and adolescents. *Br J Nutr* 2008;100(1):208-18.
 31. Larsson B, Svardstedt K, Welin L, Wilhelmsen L, Björntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *BMJ* 1984;288:1401-4.
 32. Santos-Beneit G, Sotos-Prieto M, Pocock S, Redondo J, Fuster V, Peñalvo JL. Asociación entre antropometría y presión arterial alta en una muestra representativa de preescolares de Madrid. *Rev Esp Cardiol* 2015;68(6):477-84.
 33. Zachariah JP, Graham DA, De Ferranti SD, Vasan RS, Newburger JW, Mitchell GF. Temporal trends in pulse pressure and mean arterial pressure during the rise of pediatric obesity in US children. *J Am Heart Assoc* 2014;3(3):e000725.
 34. Jalal DI, Smits G, Johnson RJ, Chonchol M. Increased fructose associates with elevated blood pressure. *J Am Soc Nephrol* 2010;21(9):1543-9.
 35. Orlando A, Cazzaniga E, Giussani M, Palestini P, Genovesi S. Hypertension in children: role of obesity, simple carbohydrates, and uric acid. *Front Public Health* 2018;6.
 36. Ndanuko RN, Tapsell LC, Charlton KE, Neale EP, Batterham MJ. Dietary patterns and blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Adv Nutr* 2016;7(1):76-89.
 37. Hall WL. Dietary saturated and unsaturated fats as determinants of blood pressure and vascular function. *Nutr Res Rev* 2009;22(1):18-38.
 38. Moreno LA, Sarria A, Lázaro A, Bueno M. Dietary fat intake and body mass index in Spanish children. *Am J Clin Nutr* 2000;72(5):1399S-403S.
 39. Food and Agriculture Organization, World Health Organization. Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat and fatty acids. Geneva: WHO; 2008.
 40. Ortega Anta RM, Jiménez Ortega AI, Perea Sánchez JM, Cuadrado Soto E, López-Sobaler AM. Pautas nutricionales en prevención y control de la hipertensión arterial. *Nutr Hosp* 2016;33:53-8.
 41. Schröder H, Schmelz E, Marrugat J. Relationship between diet and blood pressure in a representative Mediterranean population. *Eur J Nutr* 2002;41(4):161-7.
 42. Geleijnse JM, Kok FJ, Grobbee DE. Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: a meta-regression analysis of randomised trials. *J Hum Hypertens* 2003;17(7):471.
 43. Abdulle AM, Nagelkerke NJ, Abouchakra S, Pathan JY, Adem A, Obineche EN. Under-treatment and under diagnosis of hypertension: a serious problem in the United Arab Emirates. *BMC Cardiovasc Dis* 2006;6(1):24.
 44. Hansen ML, Gunn PW, Kaelber DC. Underdiagnosis of hypertension in children and adolescents. *JAMA* 2007;298(8):874-9.
 45. Appel LJ, Champagne CM, Harsha DW, Cooper LS, Obarzanek E, Elmer PJ, et al. Effects of comprehensive lifestyle modification on blood pressure control: main results of the PREMIER clinical trial. *JAMA* 2003;289(16):2083-93.
 46. Elmer PJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Simons-Morton D, Stevens VJ, Young DR, et al. Effects of comprehensive lifestyle modification on diet, weight, physical fitness, and blood pressure control: 18-month results of a randomized trial. *Ann Intern Med* 2006;144(7):485-95.
 47. Saneei P, Salehi-Abargouei A, Esmailzadeh A, Azadbakht L. Influence of dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet on blood pressure: a systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014;24(12):1253-61.
 48. Burke V, Hodgson JM, Beilin LJ, Giangiulio N, Rogers P, Puddey IB. Dietary protein and soluble fiber reduce ambulatory blood pressure in treated hypertensives. *Hypertension* 2001;38(4):821-6.
 49. Sacks FM, Obarzanek E, Windhauser MM, Svetkey LP, Vollmer WM, McCullough M, et al. Rationale and design of the dietary approaches to stop hypertension trial (DASH): a multicenter controlled-feeding study of dietary patterns to lower blood pressure. *Ann Epidemiol* 1995;5(2):108-18.
 50. Beilin LJ. Vegetarian and other complex diets, fats, fiber, and hypertension. *Am J Clin Nutr* 1994;59(5):1130S-5S.
 51. Beegom R, Singh RB. Association of higher saturated fat intake with higher risk of hypertension in an urban population of Trivandrum in south India. *Int J Cardiol* 1997;58(1):63-70.
 52. Wang L, Manson JE, Buring JE, Lee I, Sesso HD. Dietary intake of dairy products, calcium, and vitamin D and the risk of hypertension in middle-aged and older women. *Hypertension* 2008;51(4):1073-9.
 53. Salonen JT, Tuomilehto J, Tanskanen A. Relation of blood pressure to reported intake of salt, saturated fats, and alcohol in healthy middle-aged population. *J Epidemiol Community Health* 1983;37(1):32-7.



DEL 3 AL 6 DE SEPTIEMBRE DE 2019

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
OVIEDO 2019



CERTIFICADO DE PÓSTER ELECTRÓNICO

El Comité Científico del **XXXVII Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE)**, **XIV Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)** y **XVIII Congreso de la Sociedad Española de Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS)**, celebrado en Oviedo los días 3 al 6 de septiembre de 2019, certifica que

MARIA MORALES SUAREZ-VARELA

ha presentado el **póster electrónico** titulado

SKELETAL MUSCLE MASS AND DIET IN CHILDREN OF THE ANIVA STUDY

cuyos autores son

I. Peraita-Costa, M. Morales Suarez-Varela, A. Llopis Morales, A. Llopis Gonzalez

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Oviedo a 6 de septiembre de 2019.


Comité Científico

*XXXVII Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XIV
Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE) y XVIII
Congreso de la Sociedad Española de Sociedad Española de Salud Pública y
Administración Sanitaria (SESPAS)*



CERTIFICADO DE PÓSTER ELECTRÓNICO


El Comité Científico del **XXXVII Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE)**, **XIV Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)** y **XVIII Congreso de la Sociedad Española de Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS)**, celebrado en Oviedo los días 3 al 6 de septiembre de 2019, certifica que ha sido presentado como **póster electrónico** el trabajo titulado

SKELETAL MUSCLE MASS AND DIET IN CHILDREN OF THE ANIVA STUDY

cuyos autores son

I. Peraita-Costa, M. Morales Suarez-Varela, A. Llopis Morales, A. Llopis Gonzalez

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Oviedo a 6 de septiembre de 2019.


Comité Científico

*XXXVII Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), XIV
Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE) y XVIII
Congreso de la Sociedad Española de Sociedad Española de Salud Pública y
Administración Sanitaria (SESPAS)*

CERTIFICADO DE VIDEO

El Comité Científico del **I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)**, celebrado los días 21, 22, 23, 29 y 30 de Octubre de 2020, certifica que

MARÍA MORALES SUAREZ-VARELA


ha presentado el **Video** titulado

**TOTAL SUGAR INTAKE AND MACRO AND MICRONUTRIENTS IN CHILDREN
AGED 6–8 YEARS: THE ANIVA STUDY**

cuyos autores son

M. Morales-Suarez-Varela, I. Peraita-Costa, A. Llopis-Morales, Y. Picó, M. Bes-Rastrollo, A. Llopis-Gonzalez

Y para que así conste, se expide el presente certificado a 30 de octubre de 2020.


Comité Científico

*I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da
Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)*

CERTIFICADO DE VIDEO

El Comité Científico del **I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)**, celebrado los días 21, 22, 23, 29 y 30 de Octubre de 2020, certifica que ha sido presentado como **Video** el trabajo titulado

TOTAL SUGAR INTAKE AND MACRO AND MICRONUTRIENTS IN CHILDREN AGED 6–8 YEARS: THE ANIVA STUDY

cuyos autores son

M. Morales-Suarez-Varela, I. Peraita-Costa, A. Llopis-Morales, Y. Picó, M. Bes-Rastrollo, A. Llopis-Gonzalez

Y para que así conste, se expide el presente certificado en a 30 de octubre de 2020.


Comité Científico

*I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da
Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)*

CERTIFICADO DE PÓSTER ELECTRÓNICO CON DEFENSA

El Comité Científico del XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y XIII Congreso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE), celebrado en Lisboa los días 11 al 14 de septiembre de 2018, certifica que

MARIA MORALES SUAREZ-VARELA

ha presentado el **póster electrónico con defensa** titulado

FACTORES DETERMINANTES DEL EXCESO DE PESO EN ESCOLARES

cuyos autores son

AB. Lopez Anton, I. Peraita Costa, A. Colomar Savall, A. Llopis Morales, M. Morales Suarez-Varela

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Lisboa a 14 de septiembre de 2018.


Comité Científico

*XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y XIII
Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)*

CERTIFICADO DE PÓSTER ELECTRÓNICO

El Comité Científico del XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y XIII Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE), celebrado en Lisboa los días 11 al 14 de septiembre de 2018, certifica que ha sido presentado como **póster electrónico con defensa** el trabajo titulado

FACTORES DETERMINANTES DEL EXCESO DE PESO EN ESCOLARES

cuyos autores son

AB. Lopez Anton, I. Peraita Costa, A. Colomar Savall, A. Llopis Morales, M. Morales Suarez-Varela

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Lisboa a 14 de septiembre de 2018.


Comité Científico

XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y XIII
Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)

CERTIFICADO DE VIDEO

El Comité Científico del **I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)**, celebrado los días 21, 22, 23, 29 y 30 de Octubre de 2020, certifica que

MARÍA MORALES SUAREZ-VARELA

ha presentado el **Video** titulado

**ACTIGRAPHIC SLEEP AND DIETARY MACRONUTRIENT INTAKE IN CHILDREN
AGED 6–9 YEARS OLD: A PILOT STUDY**

cuyos autores son

S. Coronado Ferrer, I. Peraita-Costa, A. Llopis-Morales, Y. Picó, JM. Soriano, FJ. Nieto,
A. Llopis-González, M. Morales-Suarez-Varela

Y para que así conste, se expide el presente certificado a 30 de octubre de 2020.


Comité Científico

*I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da
Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)*

CERTIFICADO DE VIDEO


El Comité Científico del **I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)**, celebrado los días 21, 22, 23, 29 y 30 de Octubre de 2020, certifica que ha sido presentado como **Video** el trabajo titulado

ACTIGRAPHIC SLEEP AND DIETARY MACRONUTRIENT INTAKE IN CHILDREN AGED 6–9 YEARS OLD: A PILOT STUDY

cuyos autores son

S. Coronado Ferrer, I. Peraita-Costa, A. Llopis-Morales, Y. Picó, JM. Soriano, FJ. Nieto,
A. Llopis-González, M. Morales-Suarez-Varela

Y para que así conste, se expide el presente certificado en a 30 de octubre de 2020.


Comité Científico

*I Congreso Virtual de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) y da
Associação Portuguesa de Epidemiologia (APE)*