

VNIVERSITAT Đ VALÈNCIA

VNIVERSITAT
Đ VALÈNCIA

 **Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport**



TESIS DOCTORAL

PROGRAMA DE DOCTORADO 3161 EN CIENCIAS DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

**“TRAINING AND DETRAINING IN OLDER ADULTS: PHYSICAL AND
COGNITIVE CHANGES AFTER TWO YEARS OF EFAM-UV”**

**“ENTRENAMIENTO Y DESENTRENAMIENTO EN EL ADULTO
MAYOR: CAMBIOS EN LA FUNCIÓN FÍSICA Y PSÍQUICA TRAS
DOS AÑOS DE EFAM-UV”**

PRESENTADA POR:

D^a. ANA CORDELLAT MARZAL

DIRIGIDA POR:

Dra. CRISTINA BLASCO LAFARGA

Dra. ANABEL FORTE DELTELL

Valencia, Marzo de 2019

La presente tesis ha sido depositada en el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Valencia, por D^a. Ana Cordellat Marzal, con NIF 21001049-W.

Valencia, 14 de marzo de 2019

Las Dras. Cristina Blasco Lafarga y Anabel Forte Deltell, en su condición de directoras de la Tesis Doctoral presentada por la Doctoranda D^a. Ana Cordellat Marzal, con NIF 21001049-W, titulada:

Entrenamiento y desentrenamiento en el adulto mayor: cambios en la función física y psíquica tras dos años de EFAM-UV©.

por la presente emiten su opinión favorable para el depósito e inicio de la tramitación y posterior defensa de la citada Tesis Doctoral.

Datos de la Doctoranda:

D^a. Ana Cordellat Marzal

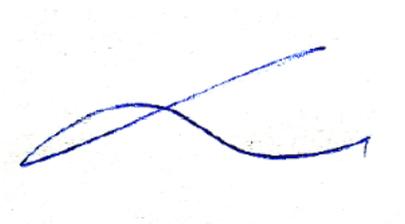
NIF 21001049-W

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Tesis Depositada en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

(Departamento de Educación Física y Deportiva)

Valencia, 14 de marzo de 2019.



Dra. Cristina Blasco Lafarga



Dra. Anabel Forte Deltell

Nota previa 1: El uso del género masculino durante la redacción del texto se debe exclusivamente a una mayor fluidez en la redacción del mismo. No se pretende excluir a la mujer ni incidir en estereotipos relativos al género.

Nota previa 2: Las imágenes presentadas corresponden a usuarios del programa EFAM-UV©, en señal de agradecimiento a su participación y porque sin ellos no sería posible seguir investigando en este campo. Tal y como se explica en el apartado de metodología han firmado un consentimiento dando permiso para su utilización respetando así las normas éticas.

A mis padres, a mi hermana y a ti

AGRADECIMIENTOS

Aventurarse en un proceso complejo requiere de una buena compañía. Si además se tiene la suerte de tener por directoras a dos apasionadas de la complejidad desde dos puntos diferentes, el proceso se convierte en una gran aventura muy provechosa.

Gracias Cristina por haber dedicado muchas horas, no solamente durante estos intensos meses, si no mucho antes, cuando decidiste que podía formar parte de tu grupo de trabajo. Gracias por abrirme las puertas a un mundo como el de los mayores, aprender en cada minuto que pasaba, y por supuesto, por trazar un camino que ni en mi cabeza se podía haber esbozado.

Gracias Anabel porque has sabido aportar tu punto de vista matemático (y literario). Sé que no ha sido un momento fácil, pero con tu sonrisa y buen hacer has logrado que este camino sea mucho más productivo.

En sinergia habéis intentado que mi “yo” literario nazca, aunque no sé si con mucho éxito.

A mis padres, porque siempre me habéis apoyado en todas las decisiones. Gracias. Aunque siempre habéis dicho que no sabíais cómo se debe educar, deberíais estar muy orgullosos con el ejemplo que nos habéis dado. Lucha, constancia y fuerza, palabras que se demuestran cada día, y vosotros representáis a las tres.

A mi hermana, porque siempre has estado ahí, has sabido animarme, escucharme y aconsejarme. Gracias, de verdad.

A mis abuelos, porque me malcriasteis demasiado. *Iaio*, gracias por todo, por compartir ilusiones y pasión por el deporte. Sé que me habéis estado viendo todo este tiempo y dándome ánimos para seguir.

Ainoa, qué decirte. Siempre ha habido palabras y sonrisas de apoyo que nos han hecho mirar hacia delante, seguir, y nunca retroceder. Eres más que un ejemplo de optimismo. Gracias por todas las clases vividas, y las que nos quedan todavía. Pablo, gracias por aportar ese punto de vista más crítico y, también más jovial. Al resto del equipo, Robert y Gema, hace ya unos años que nos conocemos y hemos continuado por la misma senda,

gracias por vuestros ánimos. Nacho, por dejarme acompañarte en los primeros pasos del programa.

A las respectivas parejas de mis directoras, gracias.

Chavalín, gracias por decirme continuamente “no pasa nada”, animarme y siempre preocuparte por mis avances.

Por supuesto, no puedo olvidarme de los máximos responsables de este proyecto, nuestros mayores. Sin vuestra confianza depositada desde el minuto cero, no hubiera sido posible este estudio continuado a lo largo de estos años. Toni, gracias por traernos a una de las usuarias más constantes en nuestro programa.

Als meus amics, Ernest, Mireia, Sandra i Bàrbara. Gràcies perquè els moments durs al vostre costat són molt més senzills, gràcies per animar-me des del primer moment i sempre estar preparats per a donar bons consells.

Y por último, porque sin canciones como esta no hubiera sido posible:

“If you knew who I’m looking at, you’d think I’m lying”.

PUBLICACIONES Y DIVULGACIÓN DE RESULTADOS

PUBLICACIONES EN REVISTAS

Cordellat A; Blasco-Lafarga C; Monteagudo P; Roldan A; Velasco MC. (2016). Balance Changes in Trained and Untrained Elderly undergoing a five-Months Multicomponent Training Program. 019833 - *Sport Mont.* 14-3, pp. 25-29. Montenegrin Sports Academy. ISSN 1451-7485.

CONTRIBUCIONES A CONGRESOS

Cordellat A, Roldán A, Monteagudo P, Blasco-Lafarga C. (2017, febrero). *Influencia de la función física sobre la adherencia en el programa EFAM-UV©*. Póster presentado en el V Congreso de la Sociedad Valenciana de Geriátrica y Gerontología, Valencia, España.

Cordellat A, Monteagudo P, Roldán A, Martínez-Navarro N, Blasco-Lafarga C. (2017, febrero). *Entrenamiento neuromotor en el adulto mayor: beneficios tras un año en EFAM-UV©*. Comunicación presentada en el X Curso de Medicina y Traumatología del Deporte, Toledo, España.

Cordellat A, Monteagudo P, Roldán A, Blasco-Lafarga C. (2017, julio). *Improvements in executive function might improve long term adherence to EFAM-UV© neuromotor training program*. Comunicación presentada en el 22º Congreso Anual del Colegio Europeo de las Ciencias del Deporte, Ruhr, Alemania.

Roldán A, Cordellat A, Monteagudo P, Blasco-Lafarga C. (2017, julio). *Comparison with the standards to analyse physical improvements after EFAM-UV© neuromotor training program*. Comunicación presentada en el 22º Congreso Anual del Colegio Europeo de las Ciencias del Deporte, Ruhr, Alemania.

Cordellat A, Forte-Deltell A, Monteagudo P, Roldán A, Blasco-Lafarga C. (2018, julio). *Training and detraining changes assessment express as daily gains and losses*. Comunicación presentada en el 23º Congreso Anual del Colegio Europeo de las Ciencias del Deporte, Dublín, Irlanda.

ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiii
NOMENCLATURA DE LAS VARIABLES SEGÚN MOMENTO DE MUESTREO ..	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxiii

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1. El envejecimiento en datos.....	5
1.2. Inactividad física y sedentarismo en los Adultos Mayores.....	10
1.3. Efectos del entrenamiento en los adultos mayores	16
1.3.1. Aclaración terminológica.....	16
1.3.2. Entrenabilidad del adulto mayor.....	18
1.3.3. Consideraciones básicas sobre la fuerza en el adulto mayor.....	20
1.3.4. Consideraciones básicas sobre la aptitud cardiorrespiratoria	23
1.3.5. Consideraciones básicas sobre la agilidad o equilibrio dinámico	25
1.3.6. Consideraciones básicas sobre la función cognitiva	28
1.4. El desentrenamiento y sus consecuencias	31
1.5. Programas de entrenamiento a largo plazo: seguimiento longitudinal con atención al desentrenamiento.....	34
1.5.1. El desentrenamiento en los programas basados en el trabajo fuerza con resistencias.....	35
1.5.2. El desentrenamiento en los programas basados en paseos	37
1.5.3. El desentrenamiento en los programas basados en trabajo multicomponente.....	39
1.5.4. El desentrenamiento en los programas basados en trabajo multicomponente más cognitivo	41
1.6. Importancia de la participación efectiva en los programas de ejercicio físico	42
1.7. Planteamiento del problema	45
1.8. Objetivos e hipótesis.....	47
1.8.1. Objetivos generales	47
1.8.2. Objetivos específicos	48
1.8.3. Hipótesis	49
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....	51
2.1. Diseño y población del estudio	53
2.1.1. Población de estudio	53
2.1.2. Temporización del estudio	55
2.1.3. Intervención EFAM-UV©.....	57

2.2.	Instrumentos de evaluación y variables del estudio	61
2.2.1.	Estatura y composición corporal	61
2.2.2.	Tensión arterial.....	62
2.2.3.	Fuerza en las extremidades inferiores	62
2.2.4.	Agilidad	63
2.2.5.	Aptitud cardiorrespiratoria.....	64
2.2.6.	Función ejecutiva.....	65
2.2.7.	Calidad de vida relacionada con la salud: Cuestionario SF-12	66
2.3.	Tratamiento y análisis de los datos	67
2.3.1.	Análisis de la independencia física	69
2.3.2.	Impacto de la asistencia	70
2.3.3.	Análisis estadístico.....	73
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		75
3.1.	Descripción de la población	77
3.1.1.	Características iniciales de los participantes	77
3.2.	Estadística inferencial	84
3.2.1.	Efectos del programa EFAM-UV© sobre la función física sin tener en cuenta los días de entrenamiento	85
3.2.2.	Efectos del programa respecto a la independencia en la función física ..	99
3.2.3.	Evolución del comportamiento para la variable cognitiva.....	112
3.2.4.	Sobre la valoración global del impacto de EFAM-UV© en las capacidades físicas y cognitivas	117
3.2.5.	Evolución de la función física y psíquica en función de la participación efectiva.....	119
CHAPTER 4: CONCLUSIONS.....		129
4.1.	Conclusions	131
4.2.	Limitations and future studies	134
CAPÍTULO 5: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		139
CAPÍTULO 6: ANEXOS		151

ANEXO 1: HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	153
ANEXO 2: CERTIFICADO DEL COMITÉ DE ÉTICA.....	157
ANEXO 3: CUESTIONARIO SF-12	161

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

6MM	6 minutos marcha
AVD	Actividades de la vida diaria
CV	Calidad de vida
CVRS	Calidad de vida relacionada con la salud
EES	Extremidades superiores
EEI	Extremidades inferiores
MET	Equivalente metabólico de la tarea, del inglés <i>metabolic equivalent task</i> .
STROOP	Test de colores y palabras
SyL₃₀	Sentarse y levantarse en 30 segundos
TAS	Tensión arterial sistólica
TAD	Tensión arterial diastólica
TUG	Levantarse y dar la vuelta al cono, del inglés <i>time-up-and-go</i>
R_{TE:TD}	Ratio o cociente que relaciona el tiempo de entrenamiento y el tiempo de desentrenamiento
RDE	Ratios días entrenados
RDD	Ratio días desentrenados

NOMENCLATURA DE LAS VARIABLES SEGÚN MOMENTO DE MUESTREO

ES_{Gn}	Valor que toma el tamaño del efecto, donde n se refiere a G1 o G2
ES_{Gn_Ey}	Valor que toma el tamaño del efecto para el grupo de referencia en el periodo de entrenamiento, donde y se refiere al primer o segundo periodo (1 o 2)
ES_{Gn_Dy}	Valor que toma el tamaño del efecto para el grupo de referencia en el periodo de desentrenamiento, donde y se refiere al primer o segundo periodo (1 o 2)
ES_{Int1}	Valor que toma el tamaño del efecto cuando se compara el Pre ₁ vs Pre ₂ (tanto para G1 como para G2)
ES_{Int2}	Valor que toma el tamaño del efecto cuando se compara el Pre ₂ vs Pre ₃ (sólo G2)
ES_{Int3}	Valor que toma el tamaño del efecto para la intervención global (sólo G2)
ES_Int_n	Tamaño del efecto al comparar los cambios tras los dos periodos de entrenamiento entre sí, donde n se refiere a Entrenamiento o Desentrenamiento

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN GENERAL

Tabla 1. Valores de referencia en VO ₂ max en función de la edad	23
Tabla 2. Valores de referencia de VO ₂ max en el percentil 5.....	24
Tabla 3. Valores que toma el percentil 95 en la prueba TUG según diferentes poblaciones	27

Capítulo 2: METODOLOGÍA

Tabla 4. Diseño de la investigación	57
Tabla 5. Estructura de una sesión básica con trabajo de habilidad motriz en EFAM-UV©	60
Tabla 6. Resumen de test y variables resultantes.....	67
Tabla 7. Valores de referencia para la función física según el rango de edad y género.....	70

Capítulo 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 8. Características basales de la composición corporal para G1.....	78
Tabla 9. Características basales de la composición corporal para G2.....	78
Tabla 10. Características basales de la tensión arterial y calidad de vida relacionada con la salud del G1	81
Tabla 11. Características basales de la tensión arterial y calidad de vida relacionada con la salud del G2	81
Tabla 12. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la aptitud cardiorrespiratoria para G1: test 6MM expresado en metros.....	87
Tabla 13. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la aptitud cardiorrespiratoria para G2: test 6MM expresado en metros.....	88
Tabla 14. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la fuerza en extremidades inferiores para G1: test SyL ₃₀ expresado en repeticiones	91
Tabla 15. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la fuerza en extremidades inferiores para G2: test SyL ₃₀ expresado en repeticiones	92
Tabla 16. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la agilidad para G1: test TUG expresado en segundos	95

Tabla 17. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la agilidad para G2: test TUG expresado en segundos	96
Tabla 18. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la función ejecutiva para G1: test STROOP expresado en aciertos	112
Tabla 19. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la función ejecutiva para G2: test STROOP expresado en aciertos	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN GENERAL

Figura 1. Evolución de la población española 2014-2064.	7
Figura 2. Evolución de la percepción de salud (eje Y) entre los años 1987-2017 (eje X).	9

Capítulo 2: METODOLOGÍA

Figura 3. Diagrama de flujo de la muestra a lo largo del programa EFAM-UV©.	55
Figura 4. Temporización: evaluaciones, entrenamiento y desentrenamiento.	56
Figura 5. Secuencia de evaluación de las diferentes variables del estudio.	57
Figura 6. Taxonomía del programa EFAM-UV©.	59
Figura 7. Temporalización del programa EFAM-UV©.	59
Figura 8. Tallímetro SECA 206.	61
Figura 9. Báscula BC-601.	61
Figura 10. Tensiómetro OMROM M3.	62
Figura 11. Proceso del test Sentarse y Levantarse (SyL ₃₀).	63
Figura 12. Proceso del test levantarse, darle la vuelta al cono y sentarse (TUG).	64
Figura 13. Test de aptitud cardiorrespiratoria (6MM).	65
Figura 14. Momentos de muestreo y ratios de entrenamiento (RDE) y desentrenamiento (RDD) a lo largo de toda la intervención.	71
Figura 15. Comparación entre la fórmula del z-score y la fórmula utilizada para expresar los ratios en valores z.	72

Capítulo 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 16. Resultados de la evaluación inicial para la función física.	84
Figura 17. Categorización de la aptitud cardiorrespiratoria para G1.	103
Figura 18. Categorización de la aptitud cardiorrespiratoria para G2.	104
Figura 19. Categorización de la fuerza en extremidades inferiores para G1.	106
Figura 20. Categorización de la fuerza en extremidades inferiores para G2.	107
Figura 21. Categorización de la agilidad para G1.	109
Figura 22. Categorización de la agilidad para G2.	109
Figura 23. Cambios en la función física y cognitiva a lo largo de dos años en EFAM-UV©.	121

RESUMEN

La actividad física es una potente herramienta no farmacológica capaz de promover un envejecimiento de éxito. No obstante, a pesar de que los periodos de desentrenamiento son frecuentes entre los adultos mayores, no se han comprobado sus consecuencias en los tres ámbitos del movimiento en conjunto (bioenergético, neuromuscular y cognitivo) ni a corto ni a largo plazo. Además, hay estadísticos que permiten comparar efectos entre variables, periodos y otros estudios (tamaño del efecto), pero no consideran la participación efectiva en el entrenamiento. Con el objetivo de comparar los efectos del programa EFAM-UV© sobre la entrenabilidad y el desentrenamiento de las capacidades físicas y cognitivas, 47 adultos mayores sanos participaron en este programa a lo largo de uno o dos años (G1; n= 47; 69,61±5,78 a; y G2, subgrupo de G1, n=25; 69,74±5,36 a, respectivamente) con 8 meses de entrenamiento y 3 de desentrenamiento. El mes restante se evaluó de los test: 6MWT, SyL₃₀, TUG, y STROOP (inhibición). Sin tener en cuenta los días entrenados en la intervención, la agilidad fue la capacidad más susceptible al entrenamiento al comparar Pre1 con Pre3 –en el inicio del tercer curso– [TUG: 6,96(1,5) vs 5,59(0,74) s], seguida de la aptitud cardiorrespiratoria [6MWT: 518,21(71,6) vs 558,45(80,2) m] y la fuerza [SyL₃₀: 15,17(3,17) vs 16,55(3,81) repeticiones]. El tamaño del efecto fue moderado (G1) o grande (G2) en el 1º curso, y pequeño, en el 2º curso para el entrenamiento. La participación efectiva se consideró mediante el *ratio de días entrenados* (RDE, efecto del entrenamiento partido por los días entrenados) y *ratio de días desentrenados* (RDD, dividido por los días desentrenados), a partir de resultados estandarizados (z-RDE y z-RDD). Estos índices revelaron que la fuerza fue la que realmente mayores ganancias obtuvo en el 2º curso. Mientras que en el entrenamiento se mejoró más en el 1º curso, en el desentrenamiento, y comparando los dos periodos, las mayores pérdidas se obtuvieron en el 2º año, excepto para la función ejecutiva que siguió mejorando incluso sin entrenar [STROOP: 28,92(9,22) vs 36,67(11,18) aciertos]. Además, la fuerza fue la capacidad que mayores pérdidas mostró en ambos análisis, confirmando su dependencia del estímulo. Para completar el estudio, y valorar los efectos del programa en términos de independencia funcional, se realizó un análisis de frecuencias considerando 4 categorías: a lo largo del programa, 1)

mantiene la independencia; 2) se alcanza; 3) se pierde y 4) se mantiene la dependencia. Observando estos cambios, la aptitud cardiorrespiratoria y la fuerza se situaron en niveles de independencia tras los dos entrenamientos, mientras que la agilidad respondió más a largo plazo. El descenso acusado de la fuerza durante el segundo periodo de desentrenamiento se hizo patente también en la categorización. Capacidades condicionales como la fuerza y la aptitud cardiorrespiratoria parecen más sensibles al entrenamiento y desentrenamiento en estas poblaciones, requiriendo continuidad en los programas, mientras capacidades más complejas como la agilidad y la función ejecutiva se retienen mejor.

ABSTRACT

Physical activity is a powerful non-pharmacological tool able to promote healthy aging. Periods of detraining are frequent among older adults. However, their consequences haven't been tested in the three prerequisites of movement as a whole (bioenergetic, neuromuscular and cognitive) either in the short or long term. In addition, there are statistics that allow comparing effects between outcomes, periods and other studies (effect size, ES), but they do not consider effective participation in training. In order to compare the effects of the EFAM-UV© program on trainability and the detraining of physical and cognitive abilities, 47 healthy older adults participated in this program throughout one or two years (G1; n = 47; 69.61 ± 5.78 y & G2, subgroup of G1, n = 25, 69.74 ± 5.36 y, respectively), with 8 months of training and 3 of detraining. The tests were evaluated during the remaining month: 6MWT, STS₃₀, TUG, and STROOP (inhibition). Without taking into account the training days, the agility was the capacity most sensitive to training when comparing Pre1 to Pre3 –at the beginning of the third year- [TUG: 6.96 (1.5) vs 5.59 (0.74) s], followed by cardiorespiratory fitness [6MWT: 518.21 (71.6) vs 558.45 (80.2) m] and strength [STS₃₀: 15.17 (3.17) vs 16.55 (3.81) repetitions]. ES was moderate (G1) or large (G2) in the 1st year, and small, in the 2nd year of training. Effective participation was considered through the *training-days' ratio* (TDR, effect of training divided by the training days) and the *detraining-days' ratio* (DDR, divided by days of detraining), from the standardized results (z-TDR and z-DDR). The new values reveal that strength achieved the greater gain during the 2nd year. Whilst gains were larger in the 1st year when considering training, in detraining, and comparing both periods, the greater losses were obtained in the 2nd year, except for the executive function which continued to improve even without training [STROOP: 28.92 (9.22) vs 36.67 (11.18) right items]. Furthermore, strength was the capacity which showed greater losses in both analyses, confirming its dependence on stimuli. To complete the study and assess the effects of the program in terms of functional independence, a frequency analysis was carried out considering 4 categories: during the program, 1) independence maintenance; 2) achievement; 3) loss, and 4) dependence maintenance. Taking into account these changes, cardiorespiratory fitness and strength kept at levels

of independence after the two training periods, while agility responded more in the long term. The substantial decrease in strength during the second period of detraining was also evident in this categorization analysis. Conditional capacities such as strength and cardiorespiratory fitness are found to be more sensitive to training and detraining, which requires continuity, whilst more complex capabilities such as agility and executive function display greater retention.

CAPÍTULO 1:
INTRODUCCIÓN
GENERAL

La línea de entrenamiento con adultos mayores del grupo UIRFIDE (Unidad de Investigación en Rendimiento Físico y Deportivo) se inició en el 2009, con la aplicación de un trabajo neuromuscular en pacientes de la UCE en el Hospital de Alicante, que dio lugar a la tesis de Sisamón (2012) bajo el título de “Prevención del déficit funcional en pacientes ancianos hospitalizados por enfermedad aguda: estudio preliminar de un programa de fuerza”. Esta orientación del entrenamiento, claramente neuromuscular en su inicio, evolucionó para poder cubrir las demandas de mejora cardiorrespiratoria esperables en un programa periodizado para adultos mayores sanos, y se complementó con una nueva orientación, la cognitiva, gracias a la beca pre-doctoral concedida por la Generalitat Valenciana (val i+D), en el 2010, al Dr. Ignacio Martínez Navarro y su directora, la profesora Cristina Blasco Lafarga. De esta unión, se desarrolló un programa dirigido al entrenamiento con adultos mayores sanos, que dio como resultado la tesis “Efectos de un programa de entrenamiento funcional sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la función ejecutiva y la capacidad condicional en los adultos mayores”.

En los años siguientes, y bajo la dirección de la Dra. Blasco-Lafarga, en el grupo de trabajo UIRFIDE hemos seguido mejorando el programa hasta configurar una metodología de entrenamiento neuromotor abierta y dinámica pero bien estructurada y definida, específica y sistematizada con el objetivo de re-educar las habilidades que se van durmiendo poco a poco en los adultos mayores, acuñada con el término EFAM-UV© (Entrenamiento Funcional en el Adulto Mayor, Universidad de Valencia).

Paralelamente, esta metodología continuaba adaptándose al entorno hospitalario, hasta que en el 2013, una nueva ayuda pre-doctoral (Val i+D) concedida a la Dra. Gema Sanchis Soler, pudo consolidar al programa EFAM-UV^H©, dando como resultado la tesis “Incidencia de un programa de entrenamiento funcional cognitivo en pacientes de la

unidad de hospitalización a domicilio”, dirigida por la misma directora. Con esta beca, en vez de trabajar en el hospital, se entrenó en las casas de los pacientes que formaban parte de la asistencia domiciliaria.

En este contexto, durante los inicios del programa EFAM-UV© en adultos mayores sanos, yo me uní a las sesiones del programa en forma de prácticas extracurriculares ya en el curso 2011-2012, y esto me permitió formar parte del desarrollo y evolución del programa casi desde sus inicios. Esta colaboración en el proyecto es la que me ha permitido obtener los datos que aquí se analizan y, en particular, me ha dado la oportunidad de dar luz a un estudio longitudinal, con el fin de observar qué ocurre con el envejecimiento y los programas de ejercicio físico a largo plazo. ¿Puede el ejercicio físico contribuir a ralentizar o mantener el deterioro de las capacidades físicas y cognitivas en esta etapa de involución? ¿Los periodos de descanso que se asocian al periodo vacacional escolar son demasiado largos y conllevan la pérdida de las adaptaciones? ¿Cómo evoluciona la ganancia física y psíquica, si la hay, en los adultos mayores sometidos a estímulos periodizados pero grupales? ¿O quizá la estabilidad de los resultados ya representa una ganancia en cuanto a la funcionalidad? ¿Dónde está el efecto techo para un tipo de estímulo?

Muchas preguntas como estas son las que preocupan a la sociedad en estos momentos debido a que el aumento en la esperanza de vida, deriva en una población cada vez más envejecida que conlleva un incremento en la tasa de morbilidad, una mayor asistencia al hospital, así como, un aumento en el tiempo que se pasa hospitalizado, es decir, crecen los gastos públicos haciendo tambalear a las arcas del Estado de cara a los años venideros.

La presente tesis es una oportunidad para profundizar en estos aspectos, además del colofón a una etapa personal de 7 años en los que de la mano del proyecto EFAM-UV© he aprendido que el entrenamiento puede y debe ser una herramienta potente al servicio de la sociedad, sobre todo para la población de aquellos adultos mayores que empiezan a tener problemas de función ejecutiva y/o de movilidad.

1.1. El envejecimiento en datos

En los informes publicados en el año 2000 (IMSERSO, 2000), ya se empezaba a augurar un cambio en la tendencia del crecimiento poblacional. Empezaban la descripción del informe con “España crece mayor”. Se intuía que, en el año 2020, habría un 20,1% de la población española que se situaría con 65 años o más. Y efectivamente, el último informe del año 2018, ya se indica que en el año 2015 había un 18,7%, y se continúa estimando que se llegará al 20,2% en el 2020. Otra proyección que se lanzaba era que los octogenarios superarían los dos millones, y esta cifra se alcanzó en el 2011. Estas cifras que parece que se van cumpliendo un poco antes de lo predicho desembocan en una pregunta: ¿Cómo afrontan este reto los organismos que promueven políticas saludables? A lo largo de este punto vamos a ir descubriendo nuevos datos con el objetivo de enmarcar las características que conforma la parte de la sociedad que está formada por los adultos mayores y también trataremos de explicar algunas de las posiciones que se han tomado desde las Administraciones.

Poniendo primero el foco de atención a nivel mundial, los datos facilitados por el informe de personas mayores del 2016 (IMSERSO, 2017) mostraron que Japón (26,3%), Italia (22,4%) y Alemania (21,2%) eran los países que más personas mayores por encima de 65 años tenían en el año 2015. Así mismo, la previsión para el año 2060 es que, Japón se encontrará de nuevo encabezando la lista con un 36,7%. A nivel nacional, en el año 2015, había un 18,7% de población que representaba a los mayores de 65 años, donde 12,7% eran aquellos que tenían entre 65 y 79 años, mientras que los octogenarios representaban el 6% restante. Las proyecciones para el 2060, auguran una subida de un 5% para las personas de entre 65 y 79 años, mientras que para los mayores de 80 será de un 11,9%. Así pues, un 35,6% de la población mundial tendrá más de 65 años (ligeramente por detrás del líder, Japón).

Entre otros motivos, el fenómeno por el que se triplica este sector poblacional en España, solo puede ser entendido por un aumento muy importante en la esperanza de vida en nuestro país, que en el 2015 se situaba ya en torno a los 83 años: 80,1 años para los hombres y 85,8 para las mujeres. No obstante, se prevé que esta diferencia entre géneros se reduzca según avancen los años. En general, a nivel mundial, la esperanza de

vida media se sitúa alrededor de los 71,4 años, pero el valor cambia mucho dependiendo del nivel de desarrollo del país. Y en concreto, aquellos países con ingresos altos tienen una esperanza de vida por encima de los 80 años.

Por otro lado, y a pesar de las diferentes estimaciones iniciales, nos encontramos ante un momento de cambio en el crecimiento poblacional desde el 2012, y es que se ha detectado un lento retroceso a nivel general. Se estima que entre el 2050 y 2060 la población total disminuirá pero el grupo de mayores de 65 años solo bajará en un 0,1% (INE, 2018), es decir, es la tasa de natalidad se está viendo reducida. En la figura 1 podemos apreciar como España languidece demográficamente debido a un bajo crecimiento anual y a un incremento del grupo de mayores de 65 años (INE, 2018). El color rojo representa a las mujeres y el azul a los hombres. Nótese que cada barra de estos histogramas representa el número de habitantes (eje X) para una determinada edad (eje Y).

Se trata de una figura especialmente ilustrativa para comprender la evolución demográfica en nuestro país, pues nos permite analizar los principales cambios, tanto los ya pasados como la predicción futura, concretándola a lo largo de seis etapas entre 2014 y 2064.

Entre otros fenómenos:

- Según avanzan los años, la pirámide se invierte, es decir, en el 2064 la tasa de mujeres de 85 años casi triplicará a las recién nacidas. En el caso de los hombres se duplicará. Esto significa que el género predominante en la vejez será el femenino. Como consecuencia, la franja poblacional de 100 años entre las mujeres, se duplicará respecto a los hombres en el 2064.
- La inversión de la pirámide también se da debido a que en la franja de 0 a 10 años existe una disminución casi a la mitad entre las cifras del 2014 frente a las del 2064, confirmándose el decremento de la tasa de natalidad.
- En el 2014, la franja de edad donde hubo una mayor concentración de habitantes para ambos géneros, fue entre los 35 y 40 años. Esta concentración irá aumentando de forma equivalente tanto para hombres como mujeres, llegando a situarse sobre los 75 años en el 2054. En la previsión para el 2064, llama la

atención que en las mujeres encontraremos este máximo valor de habitantes en torno a los 85 años, mientras que en los hombres se sitúa aún a los 55 años.

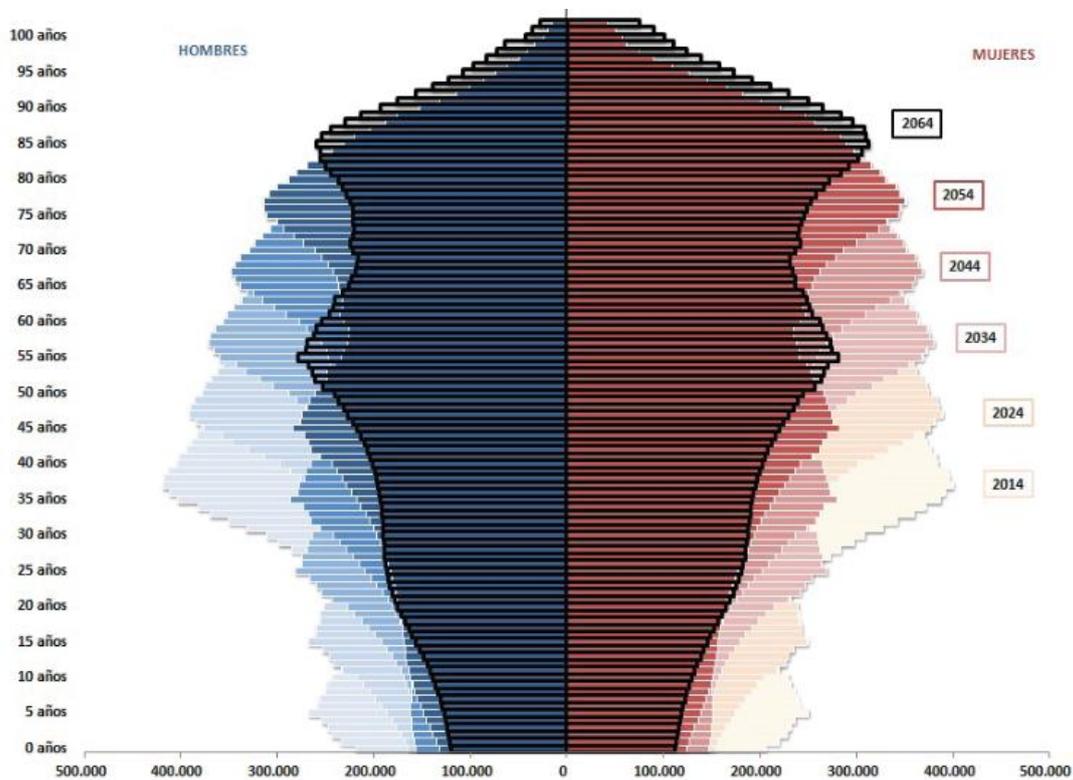


Figura 1. Evolución de la población española 2014-2064.

Fuente: INE (2018)

Este aumento de las personas mayores es todo un reto para las arcas del país. En el año 2050 se estima que habrá 76 pensionistas por cada 100 personas en edad activa (Gómez, 2017). De hecho, el gasto sanitario en España durante el 2017 se situó en un 6,26% del PIB. Los servicios hospitalarios y especializados son donde se destina la mayor cantidad de dinero, y en el 2016 representaron un 62,4% de los gastos sanitarios totales (Ministerio de Sanidad, 2018), y como ya hemos visto, la tendencia se prevé a la alza. Por otro lado, y dado que no se trata de sólo vivir más, sino también de vivir bien, uno de los objetivos que se plantean es cómo mantener la calidad de vida a pesar del aumento de la edad, dado que el envejecimiento va acompañado de una mayor morbilidad (INE, 2018).

Antes de seguir avanzado, es importante definir el concepto de calidad de vida (CV), sin ser esta una tarea fácil debido a la gran cantidad de acepciones que tiene. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (1994, p. 28) la define como “la percepción del individuo sobre su posición en la vida dentro del contexto cultural y el sistema de valores en el que vive y con respecto a sus metas, expectativas, normas y preocupaciones”. Por otro lado, Felce y Perry (1995, p. 69) señalan que es “la combinación de las condiciones de vida y la satisfacción personal ponderadas por la escala de valores, aspiraciones y expectativas personales”. En ambas definiciones se reafirma la relación directa entre calidad de vida y percepción subjetiva, es decir, en función de cómo y dónde haya vivido la persona, se modificará la percepción de bienestar. Sin embargo, en la encuesta realizada para determinar la “percepción del estado de salud”, se ha utilizado el concepto “calidad de vida relacionado con la salud” (CVRS), que ha sido definido por muchos autores, por ejemplo Naughton, Shumaker, Anderson, y Czajkowski (1996) como “la percepción subjetiva por el estado de salud actual, de la capacidad para realizar aquellas actividades importantes para el individuo” (en Botero de Mejía y Pico Merchán, 2007, p. 17). La diferencia fundamental entre ambos conceptos (CV y CVRS) reside en que este último incorpora la percepción del paciente para evaluar su salud (Botero de Mejía y Pico Merchán, 2007).

Los resultados ante la pregunta: “En los últimos 12 meses, ¿diría que su estado de salud ha sido muy bueno, bueno, regular o malo?”, contenida en la Encuesta Nacional de Salud del 2017, muestran que la percepción del estado de salud ha ido incrementándose positivamente en cada franja de edad desde el año 1987 hasta el 2017 en España (Ministerio de Sanidad, 2017) (Figura 2). No obstante, los mayores de 75 años son los que han experimentado una ligera disminución en estos valores, cosa que demuestra que el aumento de la esperanza de vida no va acompañado de una mejor percepción del estado de salud.

Las causas que pueden provocar esta disminución en la percepción del estado de salud son multifactoriales. Entre ellas encontramos: bajos ingresos económicos, sentimiento de soledad, problemas visuales, estilo de vida sedentario, incapacidad funcional, bajo nivel de estudios, falta de apoyo emocional, falta de apoyo social (Azpiazu-Garrido et al.,

2002). Esta menor calidad de vida se detecta, en mayor medida, entre el género femenino (Azpiazu-Garrido et al., 2002), pudiendo ser explicado por su longevidad.

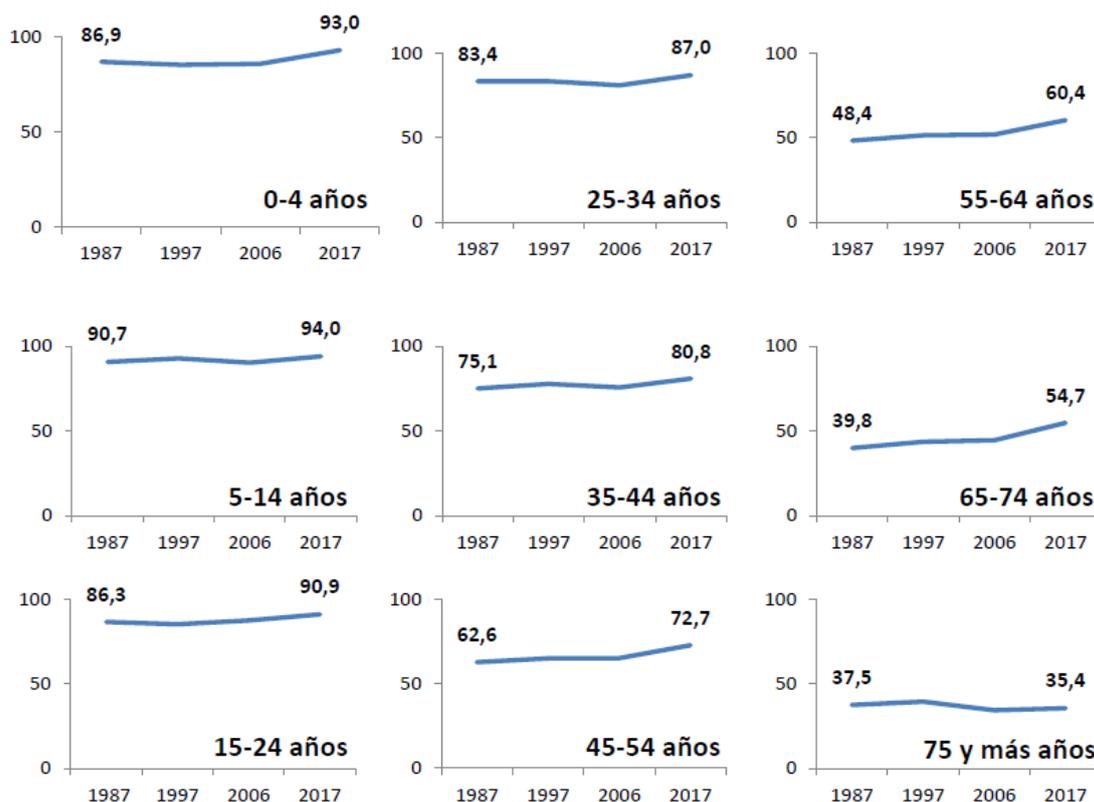


Figura 2. Evolución de la percepción de salud (eje Y) entre los años 1987-2017 (eje X).

Fuente: Ministerio de Sanidad (2017).

Nota. El rango de la percepción de la salud oscila entre 0 (peor percepción) y 100 (mejor percepción).

Justo en el otro extremo, el hecho de que la esperanza de vida vaya en aumento, se debe entre otros, a factores laborales como la mejora en las condiciones de trabajo así como la utilización de máquinas para trabajos que ponían en riesgo la salud de las personas; económicos, como la mejora de las condiciones salariales y como consecuencia, poder vivir con una mayor calidad de vida; y sobre todo, a la ciencia, debido a los avances en medicina y farmacia que han permitido disminuir las cifras de muerte por enfermedades así como el número de las patologías crónicas.

Llegado a este punto es necesario recordar que, no obstante, junto a estas mejoras se ha producido un aumento de la inactividad física, y que según la Organización Mundial de la Salud, este fenómeno se sitúa en cuarta posición como factor de riesgo para padecer enfermedades cardiovasculares, ocupando las tres primeras posiciones la dislipidemia, la diabetes y la hipertensión, respectivamente (OMS, 2010).

1.2. Inactividad física y sedentarismo en los Adultos Mayores

En la actualidad, se estima que la inactividad física está relacionada con aproximadamente 3,2 millones de muertes (OMS, 2010). Si además, tenemos en cuenta que según aumenta la edad, el sedentarismo se incrementa y el nivel de actividad física disminuye (Zakkoyya, Kyriakos, Kenneth, y Soham, 2017), se puede ver la importancia de promover, de un modo u otro, el movimiento entre los adultos mayores ya que, los otros factores de riesgo, se pueden ver atenuados gracias a la práctica de actividad física. Por ejemplo, en su tesis publicada recientemente, Sanchis-Soler (2017) evidenció la importancia de un programa de ejercicio físico en pacientes pluripatológicos, donde gracias a la intervención multicomponente-cognitiva (EFAM^H-UV©) consiguieron reducir sus visitas al hospital y mejorar sus niveles de función física.

Los beneficios de ser activos ya empezaron a difundirse a finales del siglo XX, donde Chodzko-Zajko (1996) publicó los beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales gracias a una práctica de actividad física regular, entre los que destacamos, regulación hormonal, mejora del descanso, mejora de la capacidad funcional, mejora del bienestar general, adquisición de habilidades, reducción del estrés, integración social, mejora de las relaciones intergeneracionales, entre otras. Dos décadas después, existe más evidencia en favor de la actividad física, sobre todo, se ha incrementado el interés por el beneficio que supone a nivel cognitivo (Bherer, Erickson, y Liu-Ambrose, 2013). Siguiendo con las aportaciones del grupo, la tesis publicada por Martínez-Navarro (2014) profundiza sobre el hecho de que uno de los aspectos más afectados con el envejecimiento es la función ejecutiva. No obstante, tras ocho meses de entrenamiento, el grupo de entrenamiento multicomponente-cognitivo (programa EFAM-UV©), mostró una mayor mejora de esta

habilidad que los grupos de memorización y gimnasia de mantenimiento, otorgando un valor añadido al movimiento con requerimientos cognitivos.

Volviendo sobre el coste socio-sanitario, ser ciudadanos físicamente activos le repercute a la sociedad a través de una reducción en los costes, una mejora en la productividad y promoviendo una imagen positiva de los adultos mayores (Chodzko-Zajko, 1996). Si, además, la evidencia científica confirma los beneficios comentados a nivel individual, se requiere de la intervención de las instituciones, así como de más investigación sobre los efectos de ambos factores (sedentarismo e inactividad), y del contrapunto ofrecido por el movimiento, sobre todo en los efectos a largo plazo, tal y como analizaremos en el presente estudio.

Reconocido la existencia de este problema y previo a adentrarnos en la problemática que conlleva el sedentarismo y la inactividad física entre los adultos mayores, definiremos qué se entiende por ambos conceptos, para entender mejor sus consecuencias.

El comportamiento sedentario describe conductas donde la energía utilizada es menor de 1,5 METs (del inglés, *metabolic equivalent task*) referidas a posición sedente o recostada (por ejemplo, ver la televisión, conducir, leer,...) (Sedentary Behaviour Research Network, 2012). Un MET se corresponde con 3,5 mL/min/kg y se trata de la cantidad de oxígeno necesaria para el mantenimiento durante 1 minuto de las funciones metabólicas del organismo con el individuo en reposo y sentado (Subirats-Bayego, Subirats-Vila, y Soteras-Martínez, 2012). En cambio, por inactividad física se entiende no alcanzar los niveles mínimos de actividad física recomendados (Lee et al., 2012) . Hay que tener en cuenta que existen muchas personas que son físicamente activas, pero tienen altos niveles de comportamiento sedentario.

Las recomendaciones mínimas de actividad física propuestas por la OMS (2010) para los mayores de 65 años, se basan en realizar 150 minutos semanales de actividad física moderada a intensa (pudiendo alcanzar los 300 minutos si se quiere mayores beneficios) o, entre 75 y 150 minutos (considerado como límite superior) de actividad aeróbica vigorosa, o su combinación. Además, de 2 días de ejercicios de fuerza y 3 días de equilibrio a la semana con el objetivo de prevenir las caídas. No obstante, en la literatura

encontramos gran cantidad de estudios que remarcan que no se alcanzan estas cifras. Por ejemplo, encuestas realizadas concluyen que existe más de un 60% en la población americana que no alcanza los niveles mínimos de actividad física requeridos e incluso un 31% que no realiza actividad física en absoluto (Schutzer y Graves, 2004). O en la población inglesa de entre 60 y 64 años, se obtuvo que tan solo un 2,2% seguían las recomendaciones (1,8% las mujeres y un 2,4% los hombres), tanto en el trabajo cardiovascular como el neuromuscular (Golubic et al., 2014). En un estudio con adultos mayores italianos, a los que siguieron a lo largo de 9 años, observaron que tan solo el 5% cumplía las recomendaciones (Martínez-Gomez et al., 2017).

Para entender mejor ambos conceptos podemos apoyarnos en los instrumentos que se utilizan para recoger y analizar este tipo de información. Estos pueden ser objetivos como la acelerometría (Gorman et al., 2014), o subjetivos, a través de cuestionarios, como por ejemplo el IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*). Este cuestionario es de los más utilizados ya que formula preguntas referentes sobre la actividad física a lo largo de los 7 días anteriores y recoge todo tipo de actividad (tiempo libre, mantenimiento del hogar, ocupacionales y transporte). Sus resultados categorizan la actividad física según 3 niveles (Mantilla-Tolosa y Gómez-Conesa, 2007):

- Baja, no alcanza la categoría media.
- Media, considera los siguientes criterios:
 - 3 o más días de actividad física vigorosa por lo menos 20 minutos por día.
 - 5 o más días de actividad física de intensidad moderada o caminar por lo menos 30 minutos.
 - 5 o más días de cualquier combinación de actividad física leve, moderada o vigorosa que alcancen un registro de 600 METs-minuto/semana.
- Alta, deben cumplir los siguientes requerimientos:
 - 3 o más días de actividad física vigorosa o que acumulen 1500 METs-minuto/semana.
 - 7 o más días de cualquier combinación de actividad física leve, moderada o vigorosa que alcancen un registro de 3000 METs-minuto/semana.

El Ministerio de Sanidad (2017) publicó los resultados tomados en el año 2016, referentes a la encuesta realizada sobre el nivel de actividad física (IPAQ) de los españoles de entre 15 y 69 años, separado por géneros. Se obtuvo que, los hombres evaluados presentaban un nivel alto de actividad física en un porcentaje mayor que las mujeres (30,3% y 18,4%, respectivamente), al contrario para el nivel bajo (37% para mujeres y 33,5% para hombres). Es decir, excepto para el nivel medio, las mujeres siempre presentan peores valores. Si a esto le sumamos que la prevalencia de sedentarismo fue mayor en mujeres (40%) que en hombres (32%), y que a partir de los 65 años en ambos géneros, va en aumento la situación empeora hasta alcanzar unas cifras de sedentarismo del 76,2% para mujeres y del 58,7% en hombres a los 85 años (Ministerio de Sanidad, 2017), el género femenino es un sector en el cual se debe promocionar y facilitar la actividad física, y posteriormente, consolidar su mantenimiento a largo plazo, sobre todo teniendo en cuenta que paradójicamente se trata del género con mayor esperanza de vida.

El estudio llevado a cabo por Martínez-Gomez, Guallar-Castillon, y Rodríguez-Artalejo (2016) con el objetivo de valorar la asociación entre el tiempo en sedestación y la mortalidad en la población española de más de 60 años, mostró que aquellos que pasaban un mayor tiempo sentados, aumentaban el riesgo de mortalidad. Estos resultados se encuentran en línea con los estudios llevados a cabo por Patel et al. (2010) y Bao et al. (2014), debido a que un mayor tiempo en sedestación conlleva una mayor probabilidad de padecer enfermedades crónicas. De hecho, se estima que cada vez que se incrementa en una hora el tiempo en sedestación, se aumenta en un 7% el riesgo de mortalidad (Martínez-Gomez et al., 2016).

Continuando con los inconvenientes causados ahora, por un nivel bajo de actividad física, en el reciente estudio llevado a cabo por Patel et al. (2017) en población americana, también observaron que la inactividad física estaba relacionada con la mortalidad, si se comparaba con aquellos que andaban más de dos horas a la semana. Con tan solo realizar una o dos veces por semana las recomendaciones mínimas, se reducía el riesgo de mortalidad a un 20%. De hecho, en la revisión llevada a cabo por Hupin et al. (2015), observaron como en personas sedentarias (mayores de 60 años) que se iniciaron en la práctica de actividad física con tan solo 15 minutos diarios fueron

capaces de reducir en un 22% todas las causas de riesgo de mortalidad. Siguiendo con estos autores, encontraron que quien alcanzó los 150 minutos semanales, las redujeron en un 28%, y aquellos que superaron el tiempo recomendado, fue de un 35%. Cabe destacar también los resultados que obtuvieron Lear et al. (2017) ya que a partir de 1250 minutos a la semana de una actividad física moderada e intensa, ya se encuentra una meseta en los beneficios. Es importante conocer que los 150 minutos establecidos semanalmente, fue una política que se decidió en Canadá sin apoyo científico (Warburton y Bredin, 2016), por tanto, aunque no se llegue a los minutos establecidos, es fundamental moverse.

Al analizar ambos conceptos y sus consecuencias se evidencia que el objetivo es doble con aquellas personas que son sedentarias e inactivas debido a padecer un riesgo de mortalidad más elevado (Warburton y Bredin, 2016). Además de realizar actividad física, hay que reducir el tiempo sentado a menos de 4 horas/día. Según el estudio llevado a cabo por Lee et al. (2012), en España se podría aumentar entre un 0,75-0,99 años la esperanza de vida si la inactividad física desapareciera.

En un estudio más reciente de este autor (Martínez-Gomez et al., 2017) se refuerzan dichas conclusiones ya que realizaron un seguimiento durante 9 años a un grupo de adultos mayores de 65 años, y cada 3 años se les volvió a preguntar acerca de sus capacidades físicas (equilibrio, marcha y sentarse y levantarse de la silla) y sobre su realización diaria de actividad física. En los resultados añadieron como covariables el índice de masa corporal (IMC), tipo de fumadores (nunca, anteriormente o actualmente) e ingesta de alcohol (mayor o menor de 30 gramos diarios). Uno de los principales resultados que obtuvieron fue que aquellos sujetos que mantuvieron unos niveles mínimos de actividad física diaria atenuaron la disminución de su rendimiento físico, mientras que aquellos que siguieron con una vida inactiva, experimentaron una gran disminución en el mismo.

Así pues, los cambios en los niveles de actividad física tienen consecuencias directas sobre la mortalidad (Zakkoyya et al., 2017). Por tanto, cuanto más se aumente el tiempo de actividad física, menor riesgo de mortalidad, tal y como han reflejado los anteriores estudios. La clave reside en ser físicamente activo desde los primeros instantes de la

edad adulta y así retrasar al máximo el posible deterioro físico (Stenholm et al., 2016). Y este hecho es especialmente relevante en las mujeres, pues atendiendo a Martínez-Gomez et al. (2017), la mayoría de las personas inactivas son: muy mayores, padecen varias enfermedades y tienen un bajo nivel educativo. Y de nuevo, entre las mujeres encontramos una mayor prevalencia.

Como veremos más adelante, especialmente en este colectivo no bastará con participar en programas de actividad física, y será importante tener especial énfasis con la asistencia. Tal y como constatan las recomendaciones de la OMS (2010), ya no queda duda de la importancia de moverse y, sobre todo, de moverse con cierta intensidad.

El efecto cardioprotector de la actividad física está ganando mucho terreno gracias a los diferentes estudios longitudinales recientemente publicados (Barengo, Antikainen, Borodulin, Harald, y Jousilahti, 2017; Stenholm, Shardell, Bandinelli, Guralnik, y Ferrucci, 2015). No importa qué tipo de actividad sea, sino que, lo importante es ser activo, como por ejemplo, realizar los quehaceres del hogar (Zakkoyya et al., 2017), y una actividad física que se sitúe en unos niveles entre moderada y alta (Barengo et al., 2017), aunque con niveles moderados ya se han encontrado beneficios. Por tanto, es necesario concienciar a la gente que lo realmente importante es restar tiempo en sedestación y que nunca es tarde para incrementar los niveles de actividad física y obtener beneficios sobre la salud.

Sea cual sea el tiempo que se acumule de movimiento, lo importante es siempre sumar minutos activos y seguir comportamientos saludables. Este tipo de comportamientos son no fumar, nutrición adecuada, descanso suficiente, limitado consumo de alcohol, entre otros.

Hasta el momento hemos estado refiriéndonos a las patologías que puede conllevar la inmovilidad y el sedentarismo, pero todavía no hemos hablado de la merma de las capacidades cognitivas a causa del propio envejecimiento, merma acelerada por los estímulos mencionados y otros hábitos no saludables (Anstey et al., 2014). Y justo en el otro extremo, en la contención de estas pérdidas, se demostró que formar parte de redes sociales, participar en actividades de ocio cognitivas y la actividad física son tres pilares que pueden ayudar a retrasar el deterioro cognitivo y prevenir la demencia

(Fratiglioni, Paillard-Borg, y Winblad, 2004). Más concretamente, en la revisión llevada a cabo por Bherer et al. (2013) demostraron que la actividad física presenta el mayor efecto protector contra los efectos nocivos del envejecimiento y la cognición. También el ejercicio físico, sea a través de programas aeróbicos, neuromusculares o multicomponente, ha demostrado mejoras en la función cognitiva. Y un dato muy esperanzador es que las mujeres presentan una mayor mejora frente a los hombres en dicha función, sin importar cuál de los tres tipos de entrenamiento sigan (Barha, Davis, Falck, Nagamatsu, y Liu-Ambrose, 2017).

En cuanto a la relación de la vida sedentaria con la patología en el ámbito cognitivo, todavía no se puede asegurar que un mayor tiempo en sedestación aumentará el riesgo de padecer alguna demencia, pero sí que se puede afirmar que aumentar la actividad física o seguir un entrenamiento estructurado es la mejor forma de promover un envejecimiento cognitivo saludable (Falck, Davis, y Liu-Ambrose, 2017).

Puesto que el análisis de la población española del 2016, pone de manifiesto que un 23% de las mujeres y un 16% de los hombres de más de 45 años tienen dificultad para recordar o concentrarse (Ministerio de Sanidad, 2017), será interesante enfatizar sobre la necesidad de implementar programas de actividad física o entrenamiento en general a lo largo de esta franja poblacional, para que los efectos del envejecimiento se atenúen y se contribuya a retrasar el deterioro cognitivo. Igualmente interesante será seguir investigando sobre el efecto de los programas específicos para adultos mayores que incidan sobre el trabajo cognitivo. El uso de estas estrategias no farmacológicas podría reducir los futuros costes (OMS, 2015).

1.3. Efectos del entrenamiento en los adultos mayores

1.3.1. Aclaración terminológica

A continuación, con la finalidad de que el lector puede entender con facilidad a qué nos estamos refiriendo en cada caso, se recogen una serie de conceptos que serán necesarios para la comprensión del posterior texto:

- **Actividad física:** cualquier acción corporal producida por los músculos esqueléticos que conlleva un gasto calórico.
- **Desentrenamiento:** entendido como la pérdida parcial o completa de las adaptaciones anatómicas, fisiológicas de rendimiento, como consecuencia de una reducción o cese del entrenamiento (Mujika y Padilla, 2000a).
- **Ejercicio físico:** se ha definido como una subcategoría de la actividad física con la diferencia que está planificada, estructurada y tiene propósitos concretos como mejorar la función física.
- **Entrenamiento:** proceso psicopedagógico que persigue la mejora del rendimiento deportivo mediante el desarrollo de factores condicionales, motores e informacionales de acuerdo con el conocimiento científico y empírico (modificado de Legaz-Arrese, 2013, p. 12).
- **Entrenamiento multicomponente-cognitivo:** orientación del entrenamiento enfocado a trabajar las funciones cognitivas a la vez que las físicas, realizando ejercicios dirigidos para mejorar la fuerza, la aptitud cardiorrespiratoria, el equilibrio y la agilidad de forma concurrente.
- **Entrenabilidad:** según Malina y Bouchard (1991) “the responsiveness of developing individuals at different stages of growth and maturation to the training stimulus” (en Bollettieri, 2001, p. 243).
- **Inactividad física:** no alcanzar los niveles mínimos de actividad física recomendados (Lee et al., 2012), considerados estos como 150 minutos semanales de actividad física moderada o entre 75 y 150 minutos de actividad física intensa.
- **R_{TE:TD}:** este cociente expresa la relación entre el tiempo de entrenamiento y el tiempo de desentrenamiento (en semanas). El resultado de este cociente puede

ser superior a uno, cuando las semanas de entrenamiento son mayores a las del desentrenamiento, igual a 1 porque se dedica el mismo tiempo a cada periodo, e inferior a 1 cuando el número de semanas destinadas al desentrenamiento sea mayor que las dedicadas al entrenamiento.

- **Ratios Días Entrenados (RDE):** con el fin de evaluar el efecto real del entrenamiento se ha creado esta medida, que propone dividir la cantidad de cambio durante el periodo del entrenamiento por el número de días reales entrenados.
- **Ratio Días Desentrenados (RDD):** este ratio tiene el mismo fin que el anterior. La diferencia radica en que en esta medida se divide la cantidad de cambio por el número de días desentrenados.

1.3.2. Entrenabilidad del adulto mayor

Así pues, el ejercicio físico se ha definido como una subcategoría de la actividad física con la diferencia que está planificada, estructurada y tiene propósitos concretos como mejorar la función física. Cuando este ejercicio se planifica y organiza de forma sistemática para mejorar a corto, medio o largo plazo las capacidades de sus participantes, y permitirles superar retos o estímulos crecientes, hablamos de programas de entrenamiento basados en el ejercicio físico. Persiguiendo estas características, se han ido planteando multitud de programas entre los cuales destacamos los programas de fuerza, los programas aeróbicos y los multimodales o multicomponente, por ser los más aceptados (Zengarini y Cherubini, 2019). Estos tres tipos han demostrado sus beneficios y las revisiones realizadas durante el último año así lo corroboran, como se señala a continuación.

De acuerdo con la revisión de López et al. (2018), el trabajo de fuerza ha mostrado mejoras en los niveles de activación muscular, potencia y sobre otras variables funcionales cuando se realiza con regularidad, es decir, una frecuencia semanal de entre 1 a 6 días, un volumen de 1 a 3 series de 6-15 repeticiones y con una intensidad entre el

30-70% de 1RM. En cuanto a la orientación aeróbica, la revisión llevada a cabo por Bouaziz et al. (2017) ha demostrado que el entrenamiento aeróbico tiene beneficios sobre la capacidad cardiovascular, el control de la glucosa y la hipertensión, las variables funcionales, la función cognitiva y la calidad de vida, cuando se realiza con una frecuencia semanal de entre 2 a 6 días, siendo 3 días en la mayor parte de estudios. Con respecto a la intensidad, esta revisión no da pautas concretas, ya que se han utilizado diferentes parámetros para controlarla (frecuencia cardíaca de reserva, umbral ventilatorio, consumo de oxígeno entre otros). El tipo de ejercicio más común en la mayoría de los programas aeróbicos ha sido andar (en cinta o al aire libre), aunque también hay algunos que han llevado a cabo el entrenamiento a través de ciclismo o remo (Bouaziz et al., 2017).

Hace aproximadamente una década, surgieron los programas multicomponente, es decir, intervenciones donde se combinan tareas dirigidas a trabajar, fuerza, resistencia, equilibrio, flexibilidad y coordinación en una misma sesión. La revisión de Bouaziz et al. (2016) expone las ventajas que proporciona sobre la aptitud cardiorrespiratoria, función neuromuscular y calidad de vida al participar en este tipo de programas.

La participación en estos tres tipos de programa (fuerza, aeróbico y multicomponente) ha demostrado ser beneficiosa sobre la función cognitiva (Northey, Cherbuin, Pumpa, Smees, y Rattray, 2017).

Por otro lado, frente a los problemas que conlleva el inmovilismo y vistas las ventajas tanto a nivel fisiológico como cognitivo que tiene el ejercicio físico, se ha publicado mucha literatura acerca de cuáles son los límites en las manifestaciones condicionales que se deben evitar ya que pueden conducir a caer en fragilidad o, dependencia, situación que se debe mantener alejada de cualquier persona. Recientemente, se ha publicado una compilación de pruebas con el objetivo de evaluar cinco aspectos fundamentales de la función física, que son: postura, flexibilidad, equilibrio, aptitud cardiovascular y fuerza, mostrando un total de 15 pruebas con sus correspondientes valores normativos (Laflin y Lewis, 2017), debido a la importancia que tiene conocer en qué percentil se sitúan los adultos mayores y saber si eso corresponde a valores cercanos o alejados a la dependencia.

Es por ello, que en los próximos puntos se revisará y analizará las importantes ventajas que tiene mantener unos niveles óptimos tanto de fuerza, de aptitud cardiovascular como agilidad o equilibrio dinámico, ya que son tres de los cinco bloques introducidos en el artículo citado anteriormente, además de ser tres pilares que pueden conducir a envejecer con éxito a aquellos adultos mayores con la función física y psíquica mínimamente preservada (Blasco-Lafarga, Martínez-Navarro, et al., 2016). La postura no se analizará debido a la menor literatura existente. Y respecto a la flexibilidad en las extremidades superiores, a pesar de que existe mucha literatura apoyando al test que evalúa la amplitud de movimiento del hombro (*Back Scratch Test*), establecer un punto de corte que prediga el riesgo de discapacidad es limitado (Laflin y Lewis, 2017).

A modo de aclaración, aunque la velocidad de paso está influenciada tanto por la capacidad neuromuscular como cardiorrespiratoria, cuando se van sumando años, la marcha pasa de ser un movimiento automatizado a un movimiento voluntario, es decir, requiere de funciones cognitivas, por tanto, se ha creído conveniente analizarla dentro del apartado de agilidad o equilibrio dinámico. De la misma forma, otras observaciones como la amplitud de movimiento del tobillo al realizar una prueba de marcha, ya nos estarán indicando si existe alguna restricción de movimiento, y por tanto, podríamos considerarlo como una prueba secundaria asociada a esta evaluación de la marcha.

Así pues, a continuación, repasaremos algunas consideraciones básicas sobre la fuerza, la capacidad cardiorrespiratoria, la agilidad y el equilibrio –incluida la marcha-, y la función ejecutiva, en relación a los adultos mayores. Estas cuatro líneas podrían ser los objetivos fundamentales que debería perseguir cualquier graduado en CAFD al empezar a entrenar a esta población, pues conseguir que se alejen del umbral de la dependencia en cualquiera de estos cuatro ámbitos contribuiría a facilitar un envejecimiento exitoso.

1.3.3. Consideraciones básicas sobre la fuerza en el adulto mayor

El músculo es uno de los principales subsistemas predictor de la pérdida de movilidad (Stenholm et al., 2015). Según autores, la masa muscular decrece entre un 3 y 8% a partir de la década de los 30 (Flack et al., 2011), es decir, una disminución entre el 30-50%

entre los 40 y 80 años (Akima et al., 2001). En cuanto a la fuerza muscular disminuye cada 10 años, aproximadamente un 15% (Papa, Dong, y Hassan, 2017). De hecho se considera que a la edad de 80 años, se tiene un 40% menos de la fuerza que se tiene a los 20 (Doherty, Vandervoort, y Brown, 1993), y que a partir de los 75 años existe una disminución considerable del rendimiento físico. No obstante, si la persona se mantiene activa se podría mantener la masa muscular, ya que es una de las grandes perjudicadas con el sedentarismo (Wright y Middleton, 2018). Las 4 principales causas que conducen a la sarcopenia son: 1) reducción en el volumen de la fibras; 2) reducción del número total de fibras; 3) combinación de las anteriores; 4) cambios en la arquitectura muscular (Granacher, Zahner, y Gollhofer, 2008b).

En un reciente estudio longitudinal de 5 años de seguimiento, se observó que la pérdida de fuerza muscular es el factor independiente más significativo junto con la pérdida de masa ósea para ambos géneros (Kim et al., 2017). Las extremidades inferiores son las que más se ven afectadas por la pérdida de masa muscular puesto que están involucradas en la mayor parte de las actividades de la vida diaria, por tanto, esa disminución repercutirá de forma directa sobre los niveles de actividad física, disminuyendo con la edad (Granacher, Zahner, y Gollhofer, 2008a).

El trabajo de fuerza no solo se recomienda por sus beneficios a nivel muscular, sino también por la mejora sobre el peso, biomarcadores de la diabetes tipo 2, control del movimiento, velocidad de paso, función cognitiva y autoconfianza (Westcott, 2012). Además, también ha resultado todo un éxito en adultos mayores con problemas de movilidad, para retardar la aparición de la sarcopenia y así mantener unos niveles óptimos de función física (Liu y Latham, 2009). Y sobre todo, en la prevención de las caídas (Deandrea et al., 2010; Page, 2010).

Entre los muchos autores que analizan la importancia de niveles adecuados de fuerza, Wang, Yeh, y Hu (2011) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de valorar a los dos años qué capacidad física era la más determinante en predecir la no-movilidad. De entre 7 evaluaciones, fue el test de sentarse y levantarse 5 veces (Bohannon, 1995), cuando se ajustaba por sexo y edad. En trabajos posteriores, se reafirmó la validez del test para predecir discapacidad de las extremidades inferiores, estableciendo un punto de corte

que fuera igual o mayor a 10 segundos (Makizako et al., 2016). O la alternativa propuesta por Rikli y Jones (1999) de conseguir el mayor número de repeticiones en 30 segundos, pudiendo consultar también sus puntos de corte para predecir la dependencia (Rikli y Jones, 2013).

Otro estudio prospectivo llevado a cabo por Leong et al. (2015) con una media de 4 años de seguimiento en una población de entre 35 y 70 años, observaron que la fuerza isométrica de prensión en miembros superiores es un predictor más potente de mortalidad que la tensión arterial sistólica e incluso que la cantidad de minutos de actividad física. Esta capacidad se relacionó indirectamente con enfermedades cardiovasculares como por ejemplo, el infarto de miocardio. En cambio, no se relacionó con visitas al hospital por neumonía, lesiones por caída o fracturas. Entre otras ventajas, medir la fuerza de prensión es simple y muy eficiente.

Y por último, el test isocinético es otra prueba de referencia para evaluar la fuerza muscular (Bottaro, Russo, y de Oliveira, 2005). El problema de este test son las diferentes velocidades a las cuales se puede ejecutar, donde generalmente se ha establecido en 60º por segundo (Pereira et al., 2018; Pisciotano, Pinto, Szejnfeld, y Castro, 2013) y que requiere de equipamiento específico, lo que provoca una mayor dificultad para realizar los estudios. Recientemente se han publicado valores de referencia (en percentiles) para mujeres adultas mayores, estratificado cada 5 años desde los 60 hasta los 84 años (Pereira et al., 2018), y se puede apreciar que los valores de fuerza también disminuyen según avanzan los años e incluso la tasa de deterioro es mayor, cuanto más bajo es el percentil.

Tratando de establecer un nexo de unión entre el test isocinético y los test funcionales como puede ser el de sentarse y levantarse, bien en su versión explosiva (5 repeticiones en el menor tiempo posible) o resistencia (número de repeticiones en 30 segundos), se observó entre las mujeres que, el rendimiento valorado a través de 6 variables neuromusculares de las extremidades inferiores con movimiento isocinético (flexión y extensión de cadera; flexión y extensión de rodilla; y flexión plantar y dorsal de tobillo) explicaron el 48% y el 35%, respectivamente, de los test funcionales (McCarthy, Horvat, Holtsberg, y Wisenbaker, 2004).

1.3.4. Consideraciones básicas sobre la aptitud cardiorrespiratoria

Generalmente, la aptitud cardiorrespiratoria se ha medido a través del volumen de oxígeno máximo (VO_2max) o VO_2 pico, siendo esta segunda medida un valor sub-máximo por el riesgo que puede entrañar la realización de una prueba máxima entre los adultos mayores. Es por ello, que este valor es el que principalmente se encuentra en la literatura para medir la aptitud cardiorrespiratoria, siendo importante su evaluación por considerarlo un predictor de riesgo cardiovascular (Myers et al., 2002).

Generalmente, las mujeres tienen valores más pequeños que los hombres y según avanza la edad, también los valores disminuyen (Neder, Nery, Peres, y Whipp, 2001). A partir de la tercera década, el consumo de oxígeno empieza a disminuir (Cartee, Hepple, Bamman, y Zierath, 2016). Myers et al. (2002) observaron que un aumento de 1 MET (3,5 mL/min/kg) aumentaba en un 12% la supervivencia. Rogers, Hagberg, Martin III, Ehsani, y Holloszy (1990) obtuvieron que adultos mayores hombres sedentarios (61,4 años) tuvieron un descenso del VO_2max de un 12% por década, y los hombres entrenados (62 años) tuvieron una disminución de un 3,3% por década.

En la Tabla 1 podemos encontrar valores de referencia desde los 20 hasta los 79 años de edad, teniendo en cuenta el género:

Tabla 1.

Valores de referencia en VO_2max (mL/min/kg) en función de la edad

	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
Mujeres	37,9±9,9	30,9±8,1	27,9±7,8	24,2±6,1	20,7±5,0	18,3±3,6
Hombres	47,9±10,9	42,9±9,8	38,8±9,6	33,8±9,1	29,4±8,0	25,8±7,1

Fuente: Myers et al. (2017)

Y en la Tabla 2 podemos ver el percentil 5, es decir, el más bajo, para cada rango de edad y género:

Tabla 2.

Valores de referencia de VO₂max (mL/min/kg) en el percentil 5

	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
Mujeres	21,7	19,0	17,0	16,0	13,4	13,1
Hombres	29,0	27,2	24,2	20,9	17,4	16,3

Fuente: Kaminsky, Arena, y Myers (2015)

Situarse con niveles inferiores a los mostrados en la tabla anterior conduce a tener un alto riesgo de enfermedad cardiovascular ya que cuanto menor sea el valor, mayor probabilidad se tiene de presentar problemas de índole metabólica o cardiovascular (Myers, McAuley, Despres, Arena, y Kokkinos, 2015).

Las condiciones de evaluación no siempre permiten obtener la aptitud cardiorrespiratoria a través de una prueba continua e incremental para obtener el VO₂max o pico, sobre todo por el número de participantes que puede haber en los programas de ejercicio físico de adultos mayores. Para calcular este valor generalmente se hace en un laboratorio con un tapiz rodante o bicicleta, y los adultos mayores necesitan primero una fase de familiarización para poder llevar a cabo la prueba lo que conlleva un mayor tiempo y gasto económico.

Es por ello que se recurre a otras pruebas como por ejemplo, el 6 minutos marcha (Rikli y Jones, 1999) donde el objetivo es recorrer la máxima distancia en el tiempo indicado, lo que permite evaluar a varias personas a la vez y además, la acción fundamental se realiza sobre un pavimento conocido, lo cual no se requiere de una fase de familiarización tan extensa como en la primera. Otra ventaja que presenta es que existen rectas de regresión para predecir los valores de VO₂max en función de los metros obtenidos en el 6 minutos marcha (Mänttari et al., 2018), lo cual es una gran ventaja si se quiere comparar los datos obtenidos con la medición más utilizada en la evaluación cardiorrespiratoria.

Por último, el *step-test* de la batería del *Senior Fitness Test* (Rikli y Jones, 1999), se ha planteado como una alternativa al comentado anteriormente, donde la principal ventaja que presenta es que se requiere de muy poco espacio y de un ahorro en el tiempo empleado ya que tan solo son 2 minutos. Mientras que entre los inconvenientes se puede encontrar que los resultados podrían ser inferiores a lo esperado ya que todas aquellas personas intervenidas quirúrgicamente de cadera o con alguna patología en esa articulación, es posible que obtengan valores más bajos ya que es un test altamente coordinativo y con un componente neuromuscular muy exigente para todos los músculos flexores de cadera.

1.3.5. Consideraciones básicas sobre la agilidad o equilibrio dinámico

Cuando hablamos de la agilidad y el equilibrio dinámico en los adultos mayores, frecuentemente nos referimos al buen uso y la preservación de la capacidad de marcha. Entre otras cosas, porque el control de la marcha es complejo ya que requiere de procesos que incluyen al sistema motor, perceptual y cognitivo (Fritz y Lusardi, 2009; Peel, Alapatt, Jones, y Hubbard, 2018). Es por ello que la velocidad de paso habitual se viene considerando como un predictor de mortalidad. Fritz y Lusardi (2009) establecieron qué velocidad era necesaria para ser dependiente o independiente en las actividades de la vida diaria. Un par de años más tarde, en el 2011, Studenski y colaboradores desarrollaron una curva donde se relacionaba la esperanza de vida según la velocidad de paso que se tuviera.

El límite considerado para una velocidad de paso saludable es de 1,0 m/s y si está por encima de 1,2 m/s es excepcional (Studenski et al., 2011), o incluso llegando a 1,4 m/s (Fritz y Lusardi, 2009). Mientras que andar por debajo de 0,6 m/s (Studenski et al., 2003) o de 0,8 m/s (Abellan et al., 2009; Studenski et al., 2011) aumenta el riesgo de tener una mala función y salud.

En esta misma línea, cuando los programas de entrenamiento mejoran entre un 0,08 y 0,14 m/s ya es considerado un cambio significativo (Perera, Mody, Woodman, y Studenski, 2006). Mientras que cambios que aumenten en un 0,1 m/s la velocidad de

paso en mayores frágiles, se considera como un muy buen predictor de salud, y si esa misma cantidad se disminuye se traduce en estancias más largas en los hospitales, más enfermedades,...con lo cual se aumentan los costes sanitarios (Purser et al., 2005).

Recientemente, un estudio ha mostrado que la velocidad de paso puede variar entre países a causa de diferencias en las medidas antropométricas. Por ejemplo, los valores normativos para los japoneses difieren en 1,44 segundos de los caucásicos (Mikos et al., 2018), es por ello que será importante elegir valores normativos específicos para la población que queramos comparar. De ahí la importancia de valores normativos que presenten valores específicos para cada cultura.

Entre las pruebas para evaluar la velocidad de paso encontramos gran variedad, tanto por distancias a recorrer (desde 5 metros hasta el máximo que se pueda alcanzar en determinados minutos) como por la velocidad elegida, siendo la velocidad de paso confortable o velocidad máxima, las dos más comunes. Esta heterogeneidad entre pruebas es debida según si nos encontramos en un ámbito hospitalario o con sujetos que no padecen ninguna patología.

Otras pruebas basadas en la marcha pero encaminadas a evaluar el equilibrio dinámico son el test de “Levantarse, dar la vuelta al cono, volver y sentarse” conocido como “*Time Up&Go*” procedente de la batería Senior Fitness Test (Rikli y Jones, 1999), y la “marcha en tándem” (*Tandem Walk*) donde el objetivo es conseguir andar durante 15 pasos con una superficie estrecha, tanto con ojos abiertos como cerrados (Robertson y Gregory, 2017). Respecto al primer test, sí que existen puntos de corte estratificados cada 5 años que predicen riesgo de sufrir dependencia funcional (Rikli y Jones, 2013), aunque a pesar de la población los valores pueden variar (Tabla 3). En cuanto a la segunda prueba, el riesgo no se valora a través del tiempo, si no de los puntos de apoyo fuera de la línea estrecha que se debería seguir (Cohen et al., 2013) o la cantidad de apoyos bien realizados (Wrisley, Marchetti, Kuharsky, y Whitney, 2004).

Tabla 3.

Valores que toma el percentil 95 en la prueba TUG (en segundos) según diferentes poblaciones

		Población americana (Rikli y Jones, et al., 2012) 2013)	Población española (Gusi et al., 2012)	Población española (Pondal y Del Ser, 2008)	Población brasileña (Vagetti et al., 2015)	Población portuguesa (Gouveia et al., 2013)
M U J E R E S	60-64	5,0	5,11		4,76	5,3
	65-69	5,3	5,20		4,87	6,0
	70-74	5,6	6,00	6,00	5,12	6,5
	75-79	6,0	6,04	5,00	5,19	7,7
	80-84	6,5	6,8	8,00	5,20	
	>85	7,1	6,46	9,00		
H O M B R E S	60-64	4,8	4,93			4,8
	65-69	5,1	4,90			5,4
	70-74	5,5	5,15	5,00		5,9
	75-79	5,9	5,70	5,00		6,9
	80-84	6,4	6,19	5,00		
	>85	7,1	6,87	6,00		

Fuente: elaboración propia.

Dichas pruebas, suelen verse combinadas con una tarea adicional, considerándose estos test como doble tarea (*dual-task*), como por ejemplo, andar a la vez que se van diciendo nombres de animales (Nordin, Moe-Nilssen, Ramnemark, y Lundin-Olsson, 2010), andar y realizar una cuenta atrás (Yamada, Tanaka, Nagai, Aoyama, y Ichihashi, 2010), o ejecutar tareas de la vida diaria como andar abrochándose los botones o transportando una bandeja con vasos (Yang, Chen, Lee, Cheng, y Wang, 2007).

El paradigma de la doble tarea se empezó a utilizar con el primer objetivo de predecir las caídas pero se observó que tanto evaluar la marcha únicamente como con doble tarea, se predecía de igual forma el riesgo (Menant, Schoene, Sarofim, y Lord, 2014). Como segundo objetivo fue observar el deterioro de la función cognitiva, por la

creciente evidencia que está aportando la literatura sobre la relación entre la velocidad de paso y la cognición (Peel et al., 2018).

Cuanto menor sea la velocidad de paso, más se aumenta la probabilidad de padecer deterioro cognitivo, ya que una baja velocidad de paso es un precursor para disminuir la participación sobre la actividad física (Best et al., 2017). Moverse menos está relacionado con un peor estado de ánimo debido a una disminución en las relaciones sociales y un aumento del tiempo en soledad (Falck et al., 2017). Por tanto, realizar estas pruebas resulta muy eficiente, obteniendo mucha información con un gasto económico y temporal bajo.

1.3.6. Consideraciones básicas sobre la función cognitiva

Hasta el momento hemos hecho referencia de funciones cognitivas o función ejecutiva. No obstante, para poder entender bien a qué nos estamos refiriendo cuando hablamos de función ejecutiva, y de si mejora a través del ejercicio físico, definamos primero qué es la función cognitiva o las habilidades cognitivas. A pesar de no ser esta una capacidad que generalmente se ha evaluado, nosotros sí la consideramos importante porque engloba a la persona y la evalúa de forma integral.

Por función cognitiva se entiende “todos los procesos mentales que nos permiten recibir, seleccionar, almacenar, transformar, elaborar y recuperar la información del ambiente, con lo cual nos ayuda a entender y relacionarnos con el mundo que nos rodea” (Recuperado de <https://www.cognifit.com/es/funciones-cerebrales>). Y dentro de las habilidades cognitivas podemos destacar la orientación, las gnosias, la atención, las praxias, el lenguaje, la memoria, la cognición social, las habilidades visoespaciales y la función ejecutiva (Recuperado de <https://www.neuronup.com/es/areas/functions>). A lo largo de este trabajo nos centramos sobre la función ejecutiva por ser una de las actividades mentales más complejas, necesaria para planificar, organizar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento para adaptarse eficazmente al entorno y alcanzar metas (Muñoz-Céspedes y Tirapu-Ustárroz, 2004). Dentro de esta, existen tres ejes vertebradores como son la memoria de trabajo, la inhibición y flexibilidad cognitiva,

las cuales son habilidades esenciales tanto para la salud mental como física; de éxito en la escuela y en la vida; y de desarrollo cognitivo, social y psicológico (Diamond, 2013). Esta autora, define a cada una como:

- Memoria de trabajo: mantener una información relevante en la mente y trabajar con ella (por ejemplo, utilizar una información para resolver un problema).
- Inhibición: capacidad de controlar por uno mismo la atención, el comportamiento, pensamientos y/o emociones para anular una fuerte predisposición interna o una señal externa muy atractiva.
- Flexibilidad cognitiva: cambiar perspectivas o enfoques a un problema, ajustándose a las nuevas demandas, reglas o prioridades.

La función cognitiva se deteriora con el envejecimiento (Salthouse, 2004). De entre las habilidades cognitivas podemos diferenciar entre aquellas que pertenecen a la inteligencia cristalizada (por ejemplo, vocabulario y conocimiento general) y otras a la inteligencia fluida (capacidad que tienen las personas para procesar y aprender nueva información, solucionar problemas, etc.) (Salthouse, 2012). La función ejecutiva pertenece a esta última, esto quiere decir que tiene una mayor tasa de deterioro que la cristalizada (Salthouse, 2012). No obstante, existen estudios que demuestran que la función ejecutiva puede mejorar a lo largo de la vida y, sobre todo, que el ejercicio físico es uno de los caminos (Levin, Netz, y Ziv, 2017), aspecto clave sobre el que debemos conocer más para llevarlo a la práctica. A pesar de ello, existen estudios concluyendo que el entrenamiento sobre la inhibición puede mejorar la capacidad de mejorar la atención a los estímulos, pero la capacidad de inhibir no mejora tanto, o en algunos casos, nada (Diamond, 2013).

La reciente revisión llevada a cabo por Levin et al. (2017) analizó la relación entre la mejora en las funciones cognitivas (velocidad de procesamiento, memoria, inhibición, atención y coste de doble tarea) y el tipo de mejora física (movilidad, equilibrio y velocidad psicomotriz). También se preguntó si las intervenciones que han tratado de mejorar ambas funciones han utilizado ejercicio combinado o entrenamiento físico y cognitivo por separado. Ambos tipos de entrenamiento mostraron ventajas para mejorar las funciones cognitivas estudiadas, pero concluyeron que era preferible una

intervención combinada o intervención físico-cognitiva, que no aquellas donde tan solo se trabajara una cualidad aislada. Una de las principales limitaciones que encuentra esta revisión es que existen intervenciones y baterías de evaluación muy variadas, por lo que establecer conclusiones, sobre cuál es mejor para mejorar un tipo determinado de función cognitiva, es muy difícil. Por otro lado, en otra reciente revisión (Northey, Cherbuin, Pumpa, Smee, y Rattray, 2018), sus autores concluyeron que para obtener beneficios en una población adulta (>50 años) lo ideal era realizar ejercicios de fuerza y aeróbicos con una intensidad moderada, durante al menos 45 minutos y tantos días como se pudiera. Un aspecto a destacar fue que iniciar cualquier intervención con un nivel más elevado de función ejecutiva, marcó diferencias en favor de aquellos que tenían mejores valores.

La diferencia fundamental entre ambas revisiones es que en el primer caso sí que se buscaba un beneficio concreto sobre las habilidades cognitivas y que se escogieron participantes mayores de 65 años. En cambio, en la segunda revisión, tanto la edad como el objetivo fueron más amplios.

En trabajos anteriores donde se utilizó el programa EFAM-UV© como intervención multicomponente-cognitiva, se valoró la mejora en la inhibición tras el entrenamiento tanto en un entorno rural (Blasco-Lafarga, Monteagudo, Blasco-Lafarga, Cordellat, y Roldán, 2016) como en adultos mayores sanos de la ciudad de Valencia (Martínez-Navarro, 2014). En ambos casos, se obtuvieron mejoras significativas tras el entrenamiento, indicando que es posible mejorar uno de los tres dominios que compone la función ejecutiva. Además, cabe resaltar que una de las principales conclusiones de la tesis doctoral citada (Martínez-Navarro, 2014) fue que la participación en el programa EFAM-UV© mostró mejoras por encima de los grupos donde se trabajó de forma específica tanto la memorización como la gimnasia de mantenimiento, tal y como se ha explicado.

Es importante tener en cuenta que es muy difícil establecer un punto de corte concreto para cada habilidad cognitiva ya que, en función del género, de la edad, y del nivel educativo alcanzado en etapas posteriores, se podrá tener un nivel más elevado de determinadas habilidades en esta etapa vital. Como se puede comprobar en los

diferentes trabajos con valores normativos, estas tres variables de control siempre se tienen en cuenta en las rectas de regresión ajustadas (Llinàs-Reglà, Vilalta-Franch, López-Pousa, Calvó-Perxas, y Garre-Olmo, 2013; Rivera et al., 2015). Además, existen pequeñas variaciones en los diferentes test cognitivos que aumentan la dificultad para compararlos entre sí. Por ejemplo, el test de Colores y Palabras, conocido como el test de Stroop, se puede encontrar con variaciones como el número de colores utilizados, el tipo de señalización utilizada en cada lámina (puntos, cruces entre otros) o el orden en el que se deben administrar las diferentes hojas que componen el test (Rivera et al., 2015).

1.4. El desentrenamiento y sus consecuencias

Recapitulando los hechos vistos hasta el momento, se considera tanto a la actividad física como al ejercicio físico una de las principales herramientas no farmacológicas que tiene a su disposición la Administración para promover un entorno saludable, una mayor calidad de vida y una disminución en los costes sanitarios. Sin embargo, no podemos escapar a las exigencias que tiene la vida, lo que conlleva que no siempre se disponga del tiempo necesario durante una semana o varios meses, e incluso años, para poder mantener el hábito de la actividad física diaria. Es por ello, que al igual que es necesario entrenar, también es necesario conocer durante cuánto tiempo se pueden mantener las adaptaciones, qué capacidades son las que más afectadas se ven entre los adultos mayores y cuáles son los requerimientos mínimos para poder mantener los beneficios obtenidos durante el entrenamiento, es decir, estamos hablando del desentrenamiento.

Por ejemplo, es importante conocer el tiempo que pueden perdurar las diferentes manifestaciones de la fuerza para conocer cuál es el momento óptimo de volver aplicar cargas, incluso el momento en que es obligatorio hacerlo, y así mantener a los mayores alejados de las caídas u otros accidentes que tan elevados costos que tienen sobre las administraciones públicas. Hablamos así del desentrenamiento, y de su relación con el entrenamiento que le precede.

El desentrenamiento se ha definido como aquel periodo en el cual se pierden las adaptaciones provocadas por el entrenamiento (Mujika y Padilla, 2000a), debido a la finalización del programa de ejercicio físico o por un periodo de vacaciones. Entre los adultos mayores puede haber, además, otras causas de desentrenamiento importantes como caer enfermo (Kalapotharakos, Diamantopoulos, y Tokmakidis, 2010) y/o la hospitalización. Estos eventos conllevarán, un periodo de inmovilidad severa que agravará las consecuencias de la inactividad y la pérdida de las adaptaciones.

Obviamente, crear las condiciones de inmovilidad para valorar las consecuencias no es ético. No obstante, sí que existen estudios que han observado el deterioro funcional que conlleva la hospitalización entre los adultos mayores (Graf, 2006). En general, la hospitalización produce un agravamiento importante en la salud del adulto mayor. De hecho, en trabajos previos del grupo de investigación UIRFIDE ya se analizó este mismo impacto, demostrando que tres días de hospitalización producían incluso merma cognitiva y aumento de los indicadores de depresión (Sisamón, 2012).

Por otro lado, los estudios centrados en el seguimiento (o *follow-up*) de diferentes programas constatan que cuando se pasa a periodos donde el entrenamiento ya no es supervisado, sobre todo en estas edades, suele producirse una bajada de las tasas de participación y fidelización con la práctica física, y por tanto, podemos hablar también de desentrenamiento. Nuevamente, aludiendo a trabajos previos del grupo UIRFIDE, en la tesis de Sanchis-Soler (2017) se pudieron constatar fenómenos, con pérdidas de condición física bastante inmediatas asociadas al desentrenamiento, y disminución de la asistencia y también de la condición física en fases de entrenamiento autónomo (sin supervisión del técnico) en poblaciones de adultos muy mayores, con altos índices de fragilidad y comorbilidad (Sanchis-Soler, 2017; Sanchis-Soler, Valencia-Peris, San Inocencio-Cuenca, Llorens-Soriano, y Blasco-Lafarga, 2016).

En el presente estudio, y dado que nos referimos a Adultos Mayores Sanos y con su integración socio-afectiva preservada, siempre que hagamos referencia al desentrenamiento se considerará como el cese del ejercicio físico, donde el participante del programa seguirá moviéndose y realizando sus actividades de la vida diaria (AVD).

En estas situaciones, relacionadas con programas para adultos mayores sanos que participan en programas con una duración asimilada habitualmente a los periodos escolares, no existe un consenso sobre cómo afecta el desentrenamiento sobre la función física, cognitiva, calidad de vida, etc.

Entre otros, el efecto del desentrenamiento dependerá:

- *Del protocolo y dosis de entrenamiento utilizado.*
 - Distinguimos así entre trabajos de orientación neuromuscular, cardiovascular, multicomponente, cognitivo, entre otros, tal y como se vienen realizando entre los adultos mayores. Y dentro de cada tipo de entrenamiento, los tiempos y efectos cambiarán según su dosis, es decir, según su frecuencia, duración y/o repeticiones, intensidades, carácter del esfuerzo, etc.

- *De la edad de los participantes.*
 - Para el mismo tiempo de desentrenamiento, aquellas personas más mayores, perderán en mayor medida las ganancias observadas frente a un grupo de gente con menor edad (Carvalho, Marques, y Mota, 2007; Hakkinen, Alen, Kallinen, Newton, y Kraemer, 2000; Seco et al., 2013; Toraman y Ayceman, 2005). Además, cuanto más cerca de la fragilidad, menores tiempo de desentrenamiento se pueden dejar ya que les cuesta mucho más o incluso llegan a ser incapaces, de recuperar la funcionalidad (Marshall y Berg, 2010).

- *Del nivel de funcionalidad con el que se inicia el cese del ejercicio (Carvalho et al., 2007; Lobo, Carvalho, y Santos, 2010).*
 - Existe controversia sobre este aspecto, ya que unos autores defienden que aquellos sujetos que entrenan por primera vez tienen una ventana más grande para las adaptaciones, y posiblemente, las ganancias sean mantenidas durante un periodo de tiempo más largo (Harris, Debeliso, Adams, Bobbie, y Spitzer Gibson, 2007). Mientras que otros autores afirman que el hecho de entrenar por primera vez puede acarrear una

pérdida más temprana de las adaptaciones, hecho corroborado en deportistas (Mujika y Padilla, 2000a).

- Del género de los participantes.
 - Las mujeres posmenopáusicas, deberían reducir al mínimo los momentos de desentrenamiento (Delshad, Ghanbarian, Mehrabi, Sarvghadi, y Ebrahim, 2013), o que las cargas durante el entrenamiento, sean altas para poder mantener durante más tiempo los efectos.

- *El tiempo de desentrenamiento.*
 - Considerado un periodo corto aquel inferior a las 4 semanas (Mujika y Padilla, 2000a), o de larga duración, superior a las 4 semanas (Mujika y Padilla, 2000b).

Como vemos, los tiempos y efectos del desentrenamiento son muchos y de naturaleza muy diversa. Es por ello que, en el siguiente apartado se ha creído conveniente hacer una aproximación a cada tipo de entrenamiento que han tenido y siguen teniendo un gran peso en la literatura, con el fin de analizar sus efectos durante el desentrenamiento.

1.5. Programas de entrenamiento a largo plazo: seguimiento longitudinal con atención al desentrenamiento

El tiempo de entrenamiento se trata del periodo donde se pueden conseguir adaptaciones positivas y por ello no hay discusión para tenerlo en cuenta en las intervenciones. Mientras que el tiempo de desentrenamiento no suele aparecer en muchos estudios y es igual de importante ya que es donde se pierden las adaptaciones provocadas en el periodo anterior. Hasta donde nosotros conocemos, no se ha establecido una relación conjunta entre ambos periodos, aunque este hecho podría ayudar a entender mejor qué ocurre sobre las variables estudiadas cuando.

Es por ello, que viendo la necesidad de poder estudiar esta relación y sus consecuencias, hemos considerado la introducción de un cociente entre el Tiempo de Entrenamiento y el Tiempo de Desentrenamiento y lo hemos designado cociente o Ratio, $R_{TE:TD}$. Este ratio podrá ser mayor que 1 cuando el tiempo de entrenamiento sea superior al de desentrenamiento, igual a 1 (ambos periodos comparten el mismo tiempo) o inferior a 1 (tiempo de entrenamiento es menor al de desentrenamiento).

Con esta relación en el horizonte y con la finalidad de estudiar en profundidad qué ocurre durante el periodo donde cesa el entrenamiento a lo largo de los estudios longitudinales, se ha realizado un análisis de diferentes protocolos de intervención, de nuevo, teniendo en cuenta el tipo de entrenamiento (programas basados en fuerza, aeróbicos, multicomponente y multicomponente con orientación cognitiva). De cada estudio se ha obtenido el $R_{TE:TD}$, junto al protocolo de entrenamiento, las sesiones asistidas al programa, y finalmente los resultados que se obtuvieron tras el periodo de desentrenamiento, todos ellos objetivos de la presente tesis doctoral.

1.5.1. El desentrenamiento en los programas basados en el trabajo fuerza con resistencias

Por la gran cantidad de literatura y los numerosos beneficios que se encuentran tras llevar a cabo un entrenamiento neuromuscular, se ha creído conveniente analizar específicamente los efectos que se encuentran durante su desentrenamiento. A modo de resumen tras analizar la bibliografía más relevante, la comparación entre los diferentes trabajos nos conduce a las siguientes conclusiones:

- Los periodos de entrenamiento recogidos en la literatura suelen oscilar entre 8 y 36 semanas, aunque hay algunos programas que tienen una duración de 2 años (Smith, Winegard, Hicks, y McCartney, 2003).
- Los desentrenamientos analizados tienen una duración entre 12 y 24 semanas, aunque podemos encontrar estudios que realizan 3 semanas (Hakkinen et al., 2000) o 3 años (Smith et al., 2003).

- Los protocolos están basados en fuerza-resistencia o potencia. Algunos que realizan suficientes semanas, sí que mantienen la periodización del ciclo de la fuerza (fuerza-resistencia, hipertrofia y fuerza máxima) (Coetsee y Terblanche, 2015; Correa et al., 2013; Correa, Cunha, Marques, Oliveira-Reischak, y Pinto, 2015; Hakkinen et al., 2000; Locks et al., 2012; Sakugawa et al., 2018; Sherk, Bemben, Brickman, y Bemben, 2012; Steele et al., 2017).
- El material más utilizado en los programas de adultos mayores fueron los tensores elásticos y máquinas.
- En cuanto a los resultados mostrados tras el periodo de desentrenamiento, el más común fue que los valores de las diferentes variables no descendieron más allá de los obtenidos al inicio del programa sin importar el $R_{TE:TD}$. Es decir, parece que no importa si dicho ratio es superior (Sherk et al., 2012), inferior (Bickel, Cross, y Bamman, 2011; C. Harris et al., 2007; Orange, Marshall, Madden, y Vince, 2018) o igual a 1 (Tokmakidis, Kalapotharakos, Smilios, y Parlavantzas, 2009).
- Las variables como la fuerza muscular y el área de sección transversal sí que se ven muy afectados por los periodos de cese del entrenamiento (Taaffe y Marcus, 1997; Tokmakidis et al., 2009), sin importar si el $R_{TE:TD}$ es mayor o igual a 1, respectivamente.
- En cambio, si nos fijamos en las variables funcionales encontramos resultados controvertidos ya que según diferentes artículos, cuando el ratio $R_{TE:TD}$ es inferior a 1 vemos que los efectos pueden mantenerse (Van Roie et al., 2017) o referir pérdidas (Correa et al., 2015). Al igual ocurre con un $R_{TE:TD}$ igual a 1, donde se encuentra tanto el mantenimiento en las variables funcionales (Henwood y Taaffe, 2008) como su pérdida (Coetsee y Terblanche, 2015). E incluso siendo superior el tiempo de entrenamiento al del desentrenamiento ($R_{TE:TD} > 1$) algunos trabajos refieren pérdidas (Kalapotharakos et al., 2010), aunque en este caso es posible ya que al tener los participantes una edad comprendida entre 79 y 85

años, sea el principal motivo para que los cambios producidos no se puedan mantener a lo largo de las 6 semanas de desentrenamiento.

- En cuanto a los efectos sobre la capacidad cardiovascular cuando el entrenamiento es de tipo neuromuscular, por citar algunos de los ejemplos, de tres estudios utilizando un $R_{TE:TD}$ superior a 1, dos encuentran una pérdida completa de las mejoras (Fernández-Lezaun, Schumann, Mäkinen, Kyröläinen, y Walker, 2017; Kalapotharakos et al., 2010), y en el otro se encuentra un mantenimiento de los resultados (Locks et al., 2012).
- En cuanto a los efectos sobre el ámbito cognitivo, tan solo Coelho Júnior, Rodrigues, Gonçalves, y Uchida (2017) analizaron la función ejecutiva tras su programa de fuerza-resistencia y observaron una pérdida de las adaptaciones conseguidas tras el periodo de desentrenamiento, llegando incluso a los valores iniciales.
- Respecto a la intensidad del entrenamiento, de nuevo existen resultados opuestos, siendo que en intervenciones con alta intensidad, las pérdidas durante el cese del entrenamiento sí se ven atenuadas (Fatouros et al., 2006), y en cambio, en otros se obtienen las mismas pérdidas que un entrenamiento utilizando intensidades más bajas (Van Roie et al., 2017).
- Y respecto el estudio que compara la pérdida tras 40 u 80 semanas de entrenamiento (Sherk et al., 2012), sí que se observa que aquellos que tienen una exposición al estímulo más larga, son capaces de ir perdiendo mucho más despacio.

1.5.2. El desentrenamiento en los programas basados en paseos

Por el bajo coste económico, la gran cantidad de personas que se pueden movilizar a la vez, los beneficios encontrados, y por ser uno de los entrenamientos fundamentales en cuanto a trabajo aeróbico, las intervenciones utilizando paseos también se presentan

como un grupo interesante para analizar los efectos del desentrenamiento. Las conclusiones que se desprenden de estos trabajos son:

- Existe mucha bibliografía en cuanto a intervenciones de tipo aeróbico a través de paseos, pero muy pocas que analicen el desentrenamiento.
- En la mayoría de los estudios, el $R_{TE:TD}$ utilizado es inferior a 1, es decir, se acumuló un mayor tiempo durante el desentrenamiento que durante el entrenamiento (Callahan et al., 2011; T. Harris et al., 2018; T. Sullivan, Allegrante, Peterson, Kovar, y MacKenzie, 1998; Takeda, Oka, Sakai, Itakura, y Nakamura, 2011). Solo se encontraron dos intervenciones donde el $R_{TE:TD}$ utilizado fue igual a 1, siendo en ambos estudios 24 semanas (tanto entrenamiento como desentrenamiento) (McAuley, Blissmer, Katula, Duncan, y Mihalko, 2000; Schlenk, Lias, Sereika, Dunbar-Jacob, y Kwoh, 2011).
- En el artículo de Callahan et al. (2011) obtuvieron unos resultados diferentes a lo establecido en materia de mejoras tras el desentrenamiento, y fue que aquellos que realizaron un programa auto-administrado de paseo mantuvieron durante más tiempo los beneficios así como el hábito de ir a andar, que aquellos que iban en grupo dirigido. Cabe destacar que el grupo auto-administrado presentó dos características que tal vez hicieron obtener estos resultados: ser más joven y tener un nivel de estudios más elevado. Estos dos factores ya han demostrado ser claves tanto para las mejoras como para interiorizar hábitos saludables en la rutina y mantenerlos a lo largo de su vida.
- Común a los resultados obtenidos en los programas de fuerza con resistencias, los valores tras el desentrenamiento se mantuvieron por encima de los valores iniciales (Takeda et al., 2011). A pesar de que el tiempo de entrenamiento fue menor que el tiempo de desentrenamiento ($R_{TE:TD} < 1$).
- Una de las variables analizadas fue el tipo de actividad física que se continuó realizando tras la intervención obteniendo resultados opuestos ya que según

Harris et al. (2018) aumentaron los minutos acumulados tanto en actividad física moderada como intensa evaluados mediante el IPAQ, mientras que según Takeda et al. (2011) los tiempos de actividad física disminuyeron tras el desentrenamiento.

- En cuanto a la intensidad de trabajo, tan solo el trabajo de McAuley et al. (2000) periodizó las semanas de trabajo según el VO_2 máx para ir incrementando la intensidad a la vez que analizó el desentrenamiento, aunque sin hallar ninguna relación entre el aumento de la intensidad y los efectos del desentrenamiento. Por lo que será relevante en posteriores estudios profundizar en esta relación.
- En cuanto al volumen encontrado en las diferentes intervenciones, varió entre 100 minutos y 180 minutos por semana. Los dos protocolos más comunes fueron 3 días con una hora diaria o 5 días con treinta minutos diarios. Con lo que tampoco se conoce el volumen utilizado y su relación con el desentrenamiento.

1.5.3. El desentrenamiento en los programas basados en trabajo multicomponente

El entrenamiento multicomponente como ya hemos dicho, es una reciente incorporación al conjunto de intervenciones existentes. Aun así, en la literatura ya se pueden observar los beneficios que reporta sobre la función física, psíquica y calidad de vida (Bouaziz et al., 2016). Es por ello que observar cómo afecta el desentrenamiento es importante de cara a obtener más información sobre algunos protocolos.

Las conclusiones que podemos obtener de los artículos son:

- La mayor parte de las intervenciones acumulan más tiempo durante el entrenamiento (entre 9 y 36 semanas) que no en el desentrenamiento (entre 8 y 12 semanas), es decir, en este tipo de intervención el $R_{TE:TD}$ utilizado siempre es mayor a 1. Tan solo hay un estudio donde se analiza el mismo tiempo de entrenamiento que de desentrenamiento (Lee et al., 2017).

- La combinación de ejercicios en los programas suele ser: aeróbicos, de fuerza, y equilibrio. Dependiendo de protocolos también se incluyen estiramientos al inicio y al final (Carvalho et al., 2007; Esain, Rodriguez-Larrad, Bidaurrezaga-Letona, y Gil, 2017; Park y Lee, 2015); o no (Lee, Lim, Lee, Kim y Yoon, 2017; Ratel et al., 2012).
- Las capacidades más afectadas son la fuerza en extremidades inferiores y la flexibilidad (Carvalho et al., 2007; Leitão et al., 2015; Seco et al., 2013), mientras que los cambios en la aptitud cardiorrespiratoria y la agilidad parecen mostrar diferentes evoluciones en función del estudio. Por ejemplo, en Toraman (2005), en el grupo de adultos mayores más joven (de 60 a 73 años) estas cualidades fueron las que menos se deterioraron, y en cambio en Ratel et al. (2012) encontramos que el grupo de menor edad (57 a 63 años) mostró un deterioro mayor de la aptitud cardiorrespiratoria. Por su parte, Park y Lee (2015), con un grupo de todavía más edad (68 a 74 años), mostraron que la agilidad fue una de las que más disminuyó.
- Si las semanas de entrenamiento son menores al tiempo de desentrenamiento, entonces los valores finales se mantienen por encima de los iniciales, pero si se da la situación inversa (mayor tiempo de desentrenamiento) entonces los valores vuelven completamente a los iniciales (Toraman, 2005).
- Otras variables analizadas han sido la tensión arterial (Oliveira et al., 2017) y la calidad de vida (Esain et al., 2017), que en ambos casos empeoran tras el desentrenamiento.
- Respecto a la intensidad solo se han encontrado tres programas que la tengan en cuenta para periodizar la intervención y consideran el desentrenamiento. Así pues, durante el trabajo aeróbico se utilizó la frecuencia cardíaca (Toraman, 2005; Toraman y Ayceman, 2005). Y en cuanto a la fuerza se utilizó el porcentaje de una repetición máxima, donde el más utilizado fue el de 50-80% 1RM, es

decir, de un trabajo de fuerza-resistencia encaminar la progresión hacia una orientación de más hipertrofia. Esto conduce a pensar que sería necesario una cuantificación de este tipo de trabajo para poder entender mejor los cambios durante el desentrenamiento. Y en cuanto al volumen de trabajo varía entre dos y tres sesiones a la semana, generalmente de entre 45 minutos a una hora. Del mismo modo, no se encuentra literatura que obtenga resultados del desentrenamiento con el control de la intensidad y volumen.

1.5.4. El desentrenamiento en los programas basados en trabajo multicomponente más cognitivo

Analizamos ahora las propuestas que unen el trabajo físico con el cognitivo, no entendidas como dos partes de la sesión separadas, sino con un desarrollo simultáneo bajo las mismas tareas, ya que podría ser más efectivo debido al desarrollo en un ambiente ecológico de doble tarea en los cuales, los participantes deben estar constantemente atendiendo a estímulos físicos y cognitivos de forma simultánea (Pothier y Bherer, 2016).

Hay que destacar que se trata de un tipo de intervenciones muy recientes, y por tanto, todavía no existe mucha literatura al respecto que analice los efectos durante el desentrenamiento, aunque sí hay muchas intervenciones que han llevado a cabo este tipo de entrenamiento. En uno de los dos artículos encontrados se han basado en utilizar la velocidad del paso, y han observado que la habitual, se mantenía, no así con la máxima velocidad de paso (Eggenberger, Theill, Holenstein, Schumacher, y de Bruin, 2015). Y, en segundo lugar, han analizado la postura durante las actividades de la vida diaria (andar mientras se hablaba por teléfono o la postura mientras abrochaban una camisa) y, observaron que se perdieron las mejoras logradas (Laatar, Kachouri, Borji, Rebai, y Sahli, 2018).

El análisis en conjunto de los estudios muestra que es difícil comparar los resultados de las intervenciones por la gran heterogeneidad en cuanto a edad de los participantes, R_{TE:TD} utilizado y tipo de intervención. Además, pocos son los estudios que han analizado

el ámbito neuromuscular, bioenergético y cognitivo de un mismo programa durante el entrenamiento (Forte et al., 2013), pero hasta el momento no hay ninguno que lo evalúe durante el desentrenamiento.

También se observa que, uno de los puntos clave reside en la asistencia, es decir, no podemos comparar si un estudio es preferible frente a otro si han utilizado un mayor tiempo de entrenamiento, ya que en uno de los entrenamientos se comprobó que cuanto más se entrenó (80 semanas frente a 40), más lentamente se perdieron las adaptaciones (Sherk et al., 2012), a pesar de ser uno de los trabajos con el rango de participación más bajo (entre un 50 y un 100%). Siendo este último aspecto importante de cara a las mejoras y su mantenimiento, en el siguiente punto analizaremos la participación efectiva de los diferentes artículos comentados en este apartado.

1.6. Importancia de la participación efectiva en los programas de ejercicio físico

Antes de adentrarnos en la problemática que conlleva poder comparar correctamente los beneficios que se mantienen tras los periodos de entrenamiento, hay que definir qué se entiende por adherencia, asistencia al entrenamiento y fidelización. De hecho, Hawley-Hague, Horne, Skelton, y Todd (2016) ya señalaron que la confusión de términos se dio a causa de que hay muchos artículos que han utilizado adherencia y asistencia para referirse a lo mismo, es decir, a la asistencia a las clases. Estos autores también definieron otros términos interesantes puesto que también se utilizan dentro del contexto de la adherencia, añadiendo algunas reflexiones. Por ejemplo:

- Por asistencia al entrenamiento, se entiende que es el porcentaje de clases asistidas de la cantidad real de sesiones ofrecidas (Hawley-Hague et al., 2016).
- Se considera la *no finalización* cuando el participante se retira de la clase y el instructor desconoce la causa.
- La *Retención*, comúnmente conocida como *Fidelización*, se refiere a aquellos participantes que asisten a las clases y también a su seguimiento, es decir, se

reincorporan a los programas cuando cesa el periodo de descanso / desentrenamiento.

- La duración e intensidad, que dependen del tipo de programa, se deben considerar también a la hora de valorar la asistencia. Así, por ejemplo, los minutos completados del programa y la intensidad realizada (en función de lo que se haya establecido durante los entrenamientos), van a condicionar los resultados de la participación en el programa.

Por otro lado, King et al. (1997) definieron la adherencia exitosa si los participantes completaban los dos tercios del tiempo total del programa.

Una vez definidos estos conceptos, Hawley-Hague et al. (2016) propusieron unos u otros en función del objetivo del estudio. En concreto:

- Para conocer la evolución de las variables, por ejemplo, si un programa es adecuado en término de prevención de caídas, se debería utilizar la valoración de la fidelización, asistencia y duración e intensidad de la participación a las clases.
- Para evaluar la cohesión grupal, se podría realizar a través de la fidelización y asistencia.
- En cuanto a la viabilidad financiera, en términos de participación estos autores consideran que básicamente se debe contemplar la asistencia.

Los estudios longitudinales nos proporcionan información valiosa en cuanto a que se puede constatar el efecto que tiene el ejercicio físico a lo largo de los años, en vez de en un momento puntual como lo son los transversales. En este tipo de programas, hay que tener en cuenta que a partir de los 6 meses, habrá un descenso en la asistencia (Killingback, Tsofliou, y Clark, 2017). Mantener una elevada asistencia en los programas

de ejercicio físico entre los adultos mayores es uno de los principales retos ya que sin dicha participación, no se podrán obtener mejoras ni a corto, medio ni largo plazo (Van Roie et al., 2017). Inicialmente, está demostrado, que cuanto mayor duración tenga el programa, menor asistencia y fidelización se reportará (Farrance, Tsofliou, y Clark, 2016).

Killingback et al. (2017) obtiene 5 factores clave para mantener la fidelización y asistencia entre los adultos mayores a los programas de ejercicio físico:

1. Factores relacionados con la persona.
2. El instructor: profesionalidad, personalidad y humanismo (citado también por Hawley-Hague et al. 2013).
3. Diseño del programa: localización, asequible, contenido adaptable, y uso de la música.
4. Características sociales: apoyan al sentido de pertenencia.
5. Beneficios percibidos por los participantes: físicos y psicológicos.

Geirsdottir et al. (2017) también analizaron los motivos por los cuales la gente abandonaba el programa de fuerza que llevaban a cabo y observaron que aquellos que eran los más mayores, tenían menor masa muscular y peor rendimiento en la función física fueron los primeros en abandonar. Tanto la velocidad del paso como la actividad física fueron los dos mayores predictores en la tasa de abandono. Continuando con estos autores, la importancia de conocer qué personas son las más vulnerables es clave para que desde un primer momento se les supervise con mayor atención.

En este sentido la supervisión, entendida como la realización de los programas bajo la mirada y ayuda de un técnico es un aspecto importante. Determinados estudios (Lacroix et al., 2015; Steele et al., 2017) observaron que durante el periodo de no-supervisión, los efectos en el entrenamiento fueron disminuidos como si de un periodo de desentrenamiento se tratara. Aunque recientemente Orange et al. (2018) han observado que un programa de ejercicios de fuerza en casa obtuvieron los mismos resultados que aquel que estaba supervisado, aunque hay que destacar que la muestra era joven (53,6 años).

Retomando el análisis realizado en el punto anterior, se ha podido comprobar que sin importar el número de semanas, en la mayor parte de estudios la tasa de participación efectiva se situó por encima del 80%. Tan solo hay dos estudios que se sitúan en valores entre un 60% y 70% de asistencia a las sesiones, correspondiendo a 12 semanas de entrenamiento (aeróbico con paseos o neuromuscular) (Harris et al., 2018; Locks et al., 2012). Aun así, las dos revisiones llevadas a cabo en este sentido, muestran que en los programas a largo plazo se puede obtener tasas de asistencia entre el 69,1 – 75% y mantener resultados positivos (Farrance et al., 2016). En cambio, una revisión más reciente manifestó que si el programa persigue mejoras en la función cognitiva, se necesita una tasa mayor del 85% de participación efectiva (López-Sáez de Asteasu, Martínez-Velilla, Zambom-Ferraresi, Casas-Herrero, y Izquierdo, 2017).

Esta alternancia de conclusiones provoca que la comparación entre programas no sea una tarea fácil si no se tiene en cuenta el tiempo entrenado y desentrenado para poder concluir la efectividad de las intervenciones inmediata y tras el seguimiento. Y, sobre todo, que tan solo dos artículos están por encima de un entrenamiento más allá de las 52 semanas (Leitão et al., 2015; Sherk et al., 2012), hecho que corrobora que a corto plazo la asistencia es más alta y por ello los resultados son muy prometedores, pero en cuanto se alarga el periodo de entrenamiento, vemos cómo puede disminuir a valores del 50% (Sherk et al., 2012). Por tanto, se requieren de más estudios para aportar más conocimiento sobre el largo plazo, para observar cuáles son los efectos de la entrenabilidad de las manifestaciones condicionales como de su desentrenamiento en adultos mayores sanos.

1.7. Planteamiento del problema

Recapitulando los hechos expuestos hasta el momento, existen muchos estudios a corto plazo (inferiores a 6 meses) que han mostrado las ventajas del ejercicio físico en adultos mayores sanos. No obstante, la cantidad de estudios con más de 6 meses suele ser menor, aunque entre sus principales ventajas destacan poder observar la capacidad de mejora de las diferentes habilidades, así como los efectos del entrenamiento sobre el envejecimiento. Por otro lado, pocos estudios han analizado los beneficios que tiene un

programa de entrenamiento multicomponente con orientación cognitiva sobre los tres ámbitos de la motricidad (bioenergético, neuromuscular y cognitivo). Y, hasta donde nosotros conocemos, no hemos encontrado ninguno que haya evaluado los efectos del desentrenamiento sobre estos tres ámbitos.

Por otro parte, para evaluar dichos efectos, los instrumentos de análisis utilizados hasta el momento no tienen en cuenta que los test evaluados ofrecen los resultados en unidades de medida diferentes, como por ejemplo, metros, segundos, repeticiones, lo que puede dificultar la comparación entre estos tipos de programa. A pesar de que existen medidas como el tamaño del efecto que homogenizan el resultado y lo convierten en un valor que permite la comparación, no es un valor que se haya utilizado para comparar intervenciones de forma generalizada, a no ser que se trate específicamente de revisiones bibliográficas y/o meta-análisis.

Hasta donde nosotros conocemos, otro aspecto que se está pasando por alto es la influencia de la participación efectiva en las sesiones de entrenamiento. Si el objetivo fundamental es la fidelización al ejercicio físico y/o actividad física a largo plazo, será necesario comparar programas que habiendo llevado a cabo o no la misma intervención, analicen sus resultados según la asistencia real a las sesiones debido a la oscilación en los días de entrenamiento por motivos familiares o médicos. Es por ello que, aunque se utilice el tamaño del efecto si no se consideran los días, la intensidad o la duración, no sé está valorando si una intervención consigue las mismas mejoras que otra en un menor tiempo de trabajo. Tampoco podríamos saber, cuál de las dos consigue que los efectos a largo plazo perduren más durante el desentrenamiento. Es sabido que el grupo de adultos mayores tienen muchos compromisos familiares, médicos o de ocio que provocan que disminuya su participación a los programas de ejercicio. Es por ello, que será necesario una nueva medida que pueda valorar de forma objetiva la participación real efectiva y con ello sus consecuencias.

Por último, la información obtenida en este periodo será de especial relevancia para los técnicos sobre todo en dos momentos: uno para poder ofrecer ejercicios específicos que sean los adecuados durante ese momento; y el otro es para que en los primeros meses del re-entrenamiento se sepa cuáles son las capacidades por las que se debería empezar el nuevo curso a causa de sufrir un mayor deterioro.

Así pues, necesitaremos aún profundizar y responder algunas preguntas importantes si queremos entender los efectos de un programa multicomponente como EFAM-UV© en nuestra población de usuarios mayores, mejorando nuestra comprensión sobre sus efectos a medio y largo plazo. Igualmente necesitaremos mejorar nuestra comprensión sobre los cambios que siguen al entrenamiento efectivo y al periodo de desentrenamiento, profundizando en la relación entre ambos. Y finalmente, necesitaremos darle otra perspectiva a la forma de presentar nuestros datos para poder compararlos con los producidos por otras intervenciones.

Reconocidos los problemas que nos preocupan en el seguimiento y análisis de estas intervenciones, pasamos a definir los objetivos e hipótesis que motivan esta tesis.

1.8. Objetivos e hipótesis

1.8.1. Objetivos generales

- 1) Valorar el impacto de un programa multicomponente de orientación cognitiva, como EFAM-UV©, sobre la función física y cognitiva en un grupo de adultos mayores activos.
- 2) Analizar la magnitud de este impacto con especial atención a los periodos de entrenamiento y desentrenamiento, tanto a corto y medio, como a largo plazo (una o dos anualidades, respectivamente).
- 3) Profundizar en las diferencias y similitudes en la entrenabilidad y el desentrenamiento en capacidades de naturaleza diferente (es decir, capacidades asociadas a la función física frente a capacidades de índole cognitiva).

1.8.2. *Objetivos específicos*

Estos grandes objetivos se concretan en 8 objetivos específicos en función de las fases y cualidades trabajadas a lo largo de estos dos años de intervención. De esta forma tratan de responder a las preguntas de la investigación desde lo concreto a lo más global.

- 1) Evaluar los cambios sobre la función física, y más concretamente sobre la aptitud cardiorrespiratoria y la función neuromuscular (fuerza de miembros inferiores y agilidad) en un grupo de adultos mayores activos tras su primer periodo de entrenamiento en el programa EFAM-UV©.
- 2) Examinar el impacto de dos periodos de entrenamiento sobre estas mismas variables físicas, para compararlos con los efectos iniciales y realizar el seguimiento de su entrenabilidad (diferencias en los cambios tras el primer y segundo año de programa).
- 3) Analizar cómo afecta el cese del programa EFAM-UV© (desentrenamiento) a las citadas aptitud cardiorrespiratoria y función neuromuscular (fuerza y agilidad).
- 4) Comparar entre sí las pérdidas asociadas a ambos periodos de desentrenamiento, si las hubiera.
- 5) Valorar los resultados de la intervención (programa EFAM-UV©) en términos de asignación o no de sus usuarios a los valores de referencia para cada variable física (atendiendo a los valores normativos publicados por género y grupo de edad) tanto tras el entrenamiento como desentrenamiento.
- 6) Estudiar el impacto del programa EFAM-UV© (tanto en términos de entrenamiento como desentrenamiento) sobre la función cognitiva (medida como función ejecutiva, y más concretamente como capacidad de inhibición).

- 7) Incluir el impacto de la asistencia (participación individual efectiva) sobre los citados cambios a partir de la creación de dos nuevos índices para el seguimiento longitudinal de los programas de entrenamiento: ratio de entrenamiento y ratio de desentrenamiento.
- 8) Comparar la evolución del rendimiento para las variables físicas y cognitivas en función de estos nuevos índices.

1.8.3. Hipótesis

- 1) La participación en un programa multicomponente-cognitivo proporcionará mejoras en los tres ámbitos que dan sustento al programa EFAM-UV© (neuromuscular, cardiovascular y cognitivo).
- 2) La función física y cognitiva obtendrán una mayor ventaja gracias al entrenamiento continuado durante dos años.
- 3) Las ganancias a lo largo del primer periodo serán mayores que las del segundo a causa del nuevo estímulo que supone el primer entrenamiento y la edad más joven de los participantes, tanto para las variables físicas como cognitivas.
- 4) La pérdida durante el primer cese de la actividad será mayor que las del segundo, debido al poco tiempo de acumulación en el entrenamiento, para todas las variables del estudio.
- 5) La asistencia entendida como participación efectiva en los programas de entrenamiento influirá en los resultados de los programas, por lo que deberá ser tomada en cuenta.

CAPÍTULO 2:

METODOLOGÍA

2.1. Diseño y población del estudio

Como ya se ha introducido, el programa EFAM-UV© (Blasco-Lafarga, Martínez-Navarro, et al., 2016) es un programa de entrenamiento específico para adultos mayores sanos, registrado como propiedad intelectual de la Universitat de València (número de registro: 156069). El programa asentó sus cimientos en el curso 2012-2013, vinculado a la beca de investigación y posterior tesis doctoral de Martínez-Navarro (2014), y se ha mantenido durante los posteriores años, de forma que los datos desde el curso 2013 hasta el 2016 constituyen la base sobre la que se realiza la presente tesis.

Así pues, este trabajo forma parte una investigación aplicada, cuasi-experimental y longitudinal realizada sobre el grupo de adultos mayores sanos y activos que han entrenado en las instalaciones deportivas de la Universitat de València entre los años 2013 y 2016.

No se presenta grupo control ya que el objetivo del trabajo no es estudiar la efectividad del programa EFAM-UV© (ya comprobada en Martínez-Navarro, 2014) sino, estudiar cual es la evolución a largo plazo de los sujetos que lo siguen.

2.1.1. Población de estudio

La muestra estuvo formada por adultos mayores residentes en Valencia, que asistieron al programa voluntariamente, conocedores de su implicación en un programa de investigación y aceptando participar en sesiones de evaluación y de entrenamiento. Todos ellos fueron previamente informados por escrito y firmaron el consentimiento informado (Anexo 1), el cual se elaboró en cumplimiento de la declaración de Helsinki (2004). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Valencia (Certificado: H1363126067752, Anexo 2). Se renovó anualmente.

Los criterios de inclusión de la muestra fueron:

- Tener más de 65 años.
- Haber firmado el consentimiento informado previo al inicio del entrenamiento.

- No padecer contraindicación expresa para la práctica de ejercicio físico supervisado.
- Haber asistido en cada periodo de entrenamiento, como mínimo a un 70% de las sesiones.
- Haber participado al menos un año en el programa EFAM-UV© volviendo para el comienzo del siguiente. Además, diferenciamos entre:
 - Participantes que han completado el primer año en el programa EFAM-UV© y vuelto para el inicio del segundo año, aunque sin completarlo (G1).
 - Participantes del G1 que han completado un segundo año y vuelto para el inicio del tercer año, completándolo o no (G2).

La muestra objeto de estudio se fue reduciendo a lo largo de los 3 cursos en los que se llevó a cabo el programa a causa de motivos familiares, posibilidad de realizar ejercicio más cerca de casa o simplemente por no asistir a los días de evaluación, a pesar de continuar vinculado al programa. Es importante aclarar que cuando se habla del primer y segundo año en el programa se alude a años naturales diferentes para cada sujeto, pues se han ido incorporando o abandonando el programa en momentos diferentes durante este tiempo. Dado que el número de sujetos real con participación en el programa ha sido mucho mayor, se entiende que también hay un elevado número de participantes que no finalizó el primer año o no completó la batería de test. Encontramos su representación en la Figura 3.

Tal y como se extrae de los criterios de inclusión, aquellos sujetos que completaron un primer año de programa e iniciaron su segundo curso, permitiendo medir los efectos del primer periodo de entrenamiento y desentrenamiento, constituyeron el Grupo 1 (G1= 47 participantes). El Grupo 2 (G2) estuvo formado por aquellos sujetos del G1 que completaron tanto el primero como el segundo año y volvieron para iniciar su tercer curso (N= 25 adultos mayores, extraídos del G1), completando todos los test y permitiendo analizar el impacto del segundo periodo de entrenamiento y su desentrenamiento. La intervención completa (INT) implicaba pues tres cursos en el programa EFAM-UV©.

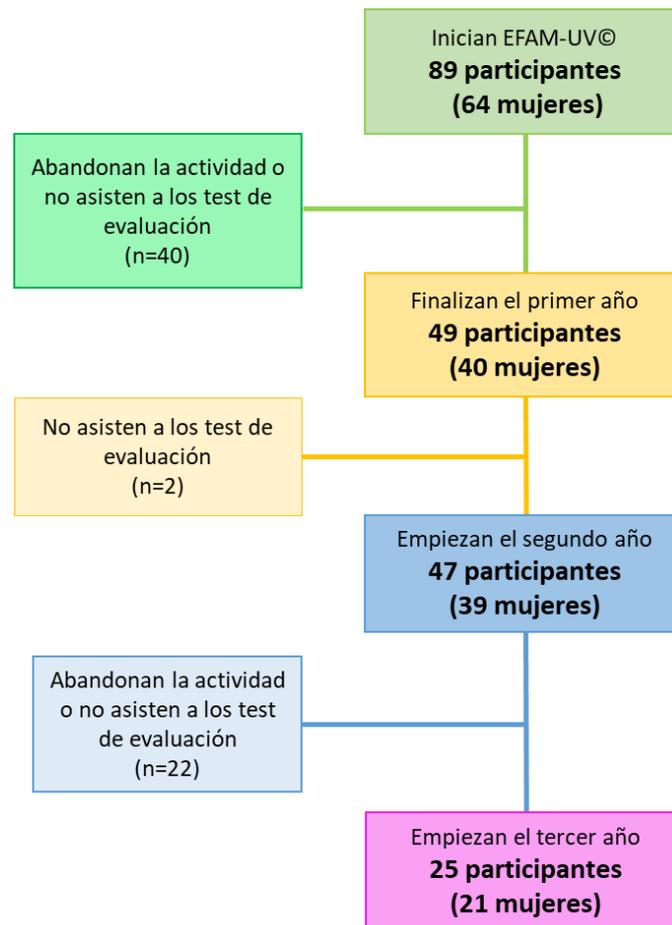


Figura 3. Diagrama de flujo de la muestra a lo largo del programa EFAM-UV©.

2.1.2. Temporización del estudio

A lo largo de los diferentes cursos, el programa EFAM-UV© ha respetado la siguiente estructura: 8 meses destinados al entrenamiento, 3 meses de descanso debido a las vacaciones de verano, y un mes destinado a las evaluaciones iniciales y finales (Figura 4). Durante los 8 meses de entrenamiento hubo periodos puntuales de descanso por festivos siempre inferiores a una semana, con lo que se consideró que no tendrían efectos sobre los resultados.



Figura 4. Temporización: evaluaciones, entrenamiento y desentrenamiento.

Con el propósito de responder a los objetivos planteados, los test se distribuyeron en dos días no consecutivos y en el orden descrito, buscando la menor interferencia entre ellos. Durante el primer día se realizaron las evaluaciones sobre la percepción de la calidad de vida, la función ejecutiva, concretamente sobre el componente inhibición, el test de agilidad y el test de fuerza en extremidades inferiores. El segundo día, se llevó a cabo la composición corporal, la tensión arterial y el test de aptitud cardiorrespiratoria (Figura 5). En posteriores apartados se describirá el procedimiento.



Figura 5. Secuencia de evaluación de las diferentes variables del estudio.

En resumen, nos encontramos pues ante una investigación con diseño pre-post, en la que se señalan de 3 a 5 momentos de muestreo, según grupo (Tabla 4).

Tabla 4.

Diseño de la investigación

	PRE ₁	POST ₁	PRE ₂	POST ₂	PRE ₃
G1	X	X	X		
G2	X	X	X	X	X

Nota. G1: N=47, un año en el programa EFAM-UV©; G2: N=25, dos años completos en el programa.

2.1.3. Intervención EFAM-UV©

Más que un programa cerrado, EFAM-UV© es una metodología de “entrenamiento funcional cognitivo neuromotor” diseñada especialmente para mejorar la condición física de los adultos mayores, sujetos a ciertas limitaciones motrices y cognitivas. Según

se ha estructurado, el programa muestra mejoras con 2 entrenamientos a la semana, en sesiones de 60 minutos (Blasco-Lafarga, Monteagudo, et al., 2016; Martínez-Navarro, 2014).

Su principal objetivo es mejorar en tres ámbitos: el neuromuscular, el cardiovascular y el cognitivo. Las tareas se diferencian entre las del nivel 1 y el nivel 2, y se establece como método que, todo aquel participante que no haya pasado por las del nivel 1, no puede acceder a las del nivel 2. Además, las tareas están programadas para que la dificultad vaya aumentando progresivamente, y los entrenadores siempre tienen presente sobre qué dominio se quiere incidir fundamentalmente y a través de qué habilidad motriz. Es por ello, que es muy importante el diseño de las sesiones y ejercicios para no pasar por alto ninguno en la progresión.

En el nivel 1, se diferencian 4 dimensiones: por un lado, el control postural y el re-entrenamiento del paso, y por otro lado, las habilidades manipulativas y las habilidades cognitivas. Las dos primeras se consideran como básicas, y las otras dos como complementarias. Posteriormente, en el nivel 2, se encuentran aquellas tareas complejas, como son el ritmo y la destreza motriz. En la figura 6 se puede ver el esquema básico de la taxonomía que lo sustenta, con estas seis dimensiones o dominios.

NIVEL 1: COORDINACIÓN PRIMARIA → 4 Dominios básicos			
Control postural	Educación del Paso	Habilidades manipulativas	Habilidades mentales
NIVEL 2: COORDINACIÓN PRECISA CON DISPOSICIÓN VARIADA → 2 Dominios complejos:			
Ritmo		Destreza Motriz	
ORIENTACIONES DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO-APRENDIZAJE			
NEUROMUSCULAR	BIOENERGÉTICA	COGNITIVA	

Figura 6. Taxonomía del programa EFAM-UV©.

Fuente: Blasco-Lafarga, Martínez-Navarro, et al. (2016)

Nota. Tal y como señala Blasco-Lafarga, Martínez-Navarro, et al. (2016), la metodología de entrenamiento neuromotor que sustenta el programa EFAM-UV© se construye sobre una taxonomía con 6 dominios que evolucionan desde la mejora del control postural y el patrón de la marcha (dominios básicos en la reeducación neuromotriz del adulto mayor, primer nivel) hacia dominios motrices más complejos, con mayores requerimientos de control motor y función ejecutiva (destreza motriz y patrones rítmicos, ya en el segundo nivel). Esa evolución requiere necesariamente de la mejora de las habilidades manipulativas y mentales del adulto mayor, por lo que el nivel de coordinación primaria incluye tareas en 4 dominios. Junto a esta evolución en la complejidad de las tareas, basada en mejoras muy progresivas y la consecución de patrones estables en el primer nivel, el programa establece las pautas metodológicas para poder transitar en las tres orientaciones de la motricidad humana (bioenergética, neuromuscular y cognitiva). Hablamos así de tres direcciones u orientaciones del proceso de entrenamiento/re-aprendizaje “que permiten periodizar adecuadamente el programa EFAM-UV©.

Además de esta estructuración sobre las diferentes habilidades y capacidades, existe una planificación a lo largo de los 8 meses de entrenamiento, donde a lo largo de cada periodo se pone el énfasis en un tipo de mesociclo (Blasco-Lafarga, Martínez-Navarro, et al., 2016).

La Figura 7 muestra una estructura clásica del programa EFAM-UV©, con sus periodos y fases.

MESES	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
PERIODOS	APRENDIZAJE Y CONSTRUCCIÓN						OPTIMIZACIÓN DE LA FORMA		
FASES	FAMILIARIZACIÓN ACONDICIONAMIENTO		DESARROLLO			ESTABILIZACIÓN		FORMA Y BIENESTAR	

Figura 7. Temporalización del programa EFAM-UV©.

Fuente: Adaptado de Blasco-Lafarga et al. (2016)

En la Tabla 5 podemos observar una sesión prototipo, con una organización y distribución en porcentaje habitual de sus contenidos.

Tabla 5.

Estructura de una sesión básica con trabajo de habilidad motriz en EFAM-UV©

Tiempo	Estructura de las sesiones
2'	Bienvenida
5-8'	Activación neuromuscular
10-15'	Re-Entrenamiento del paso
10-15'	Bloque neuromuscular
10-15'	Bloque habilidad motriz
10'	Bloque socializador y lúdico
2'	Despedida

Cada bloque importante de la sesión tiene una duración entre 10-18' dependiendo del momento de la planificación en el que nos encontremos, lo que ayuda a otorgar a un contenido u otro una mayor atención.

Poder consolidar un seguimiento a lo largo de los diferentes años, nos ha permitido evolucionar cada apartado de la sesión con cambios muy simples en alguno de los tres dominios, pero que entrañaban una gran dificultad para los participantes. Como ya se ha señalado, se transita entre los tres ámbitos, según momentos y tipología de sus usuarios, de forma que se trabaja continuamente sobre progresiones como se ilustra en las secuencias que siguen:

Teniendo en cuenta aspectos metodológicos, excepto el primer curso (2011-2012) en el que se desarrolló un piloto experimental con dos grupos reducidos (Martínez-Navarro, 2014), desde que se inició el programa en 2012 siempre hubo dos grupos: el grupo con la gente experimentada (aquellos que ya conocían el programa a causa de que el año anterior ya había participado), y los nuevos usuarios que era su primer año. Realizar esta diferenciación ha sido de especial importancia para poder llevar a cabo esta metodología, y por ello se ha mantenido a lo largo de estos años.

2.2. Instrumentos de evaluación y variables del estudio

2.2.1. Estatura y composición corporal

La estatura de los participantes se midió con un tallímetro SECA 222 (Figura 8) calibrado a una medida exacta al milímetro (según el fabricante). El participante se colocaba de pie, descalzo, con los talones apoyados en la pared y juntos, con las piernas completamente extendidas y mirando al frente.

La composición corporal se evaluó mediante bioimpedancia, con la báscula BC-601 (Tanita; Tokio, Japón) (Figura 9). Se pidió a los sujetos que evitaran tomar cualquier alimento en las dos horas anteriores a la medición. Una vez allí, se descalzaron y quitaron anillos, pendientes o cadenas. Entonces se les ayudó a subir a la báscula y se quedaron quietos mientras se les calculaba el peso, y después se les daban las asas para poder terminar con las diferentes mediciones (% grasa, % agua, edad metabólica, entre otros). Algunos de los datos obtenidos como el peso y porcentaje de masa grasa y magra, se utilizaron para caracterizar a la muestra



Figura 8. Tallímetro SECA 206.



Figura 9. Báscula BC-601.

2.2.2. Tensión arterial

La tensión arterial se tomó inmediatamente después de la composición corporal, utilizando el tensiómetro OMRON M3 (IM-HEM-7131-E) validado por la Sociedad Europea de Hipertensión (Topouchian et al., 2011) (Figura 10). A pesar de que pueden existir diferencias en las mediciones entre ambos brazos, al no ser una muestra con enfermedad arterial obstructiva crónica (Eguchi et al., 2007), se les tomó en un solo brazo. Así pues, se solicitó a los usuarios que se sentaran y apoyaran el brazo izquierdo en una posición de 90º sobre la mesa. Se obtuvo el valor medio de dos mediciones, tanto para la tensión arterial sistólica (TAS) como la diastólica (TAD).



Figura 10. Tensiómetro OMRON M3.

2.2.3. Fuerza en las extremidades inferiores

Este test forma parte de la batería del Senior Fitness Test propuesta por Rikli y Jones (1999). Su objetivo es evaluar la fuerza de las extremidades inferiores, a través de realizar el mayor número de repeticiones durante 30 segundos (SyL₃₀).

El sujeto empezaba sentado en una silla sin reposabrazos y de 45cm de altura. Con los brazos cruzados y manos sobre los hombros, y los pies completamente apoyados en el

suelo. A la voz de “ya” se iniciaban las repeticiones y finalizaban transcurridos los 30 segundos (Figura 11).

Se contabilizaron los ciclos completos (levantarse completamente y volverse a sentar), y si al finalizar el tiempo el sujeto queda de pie, se contabilizó como medio. Se realizó un único intento.

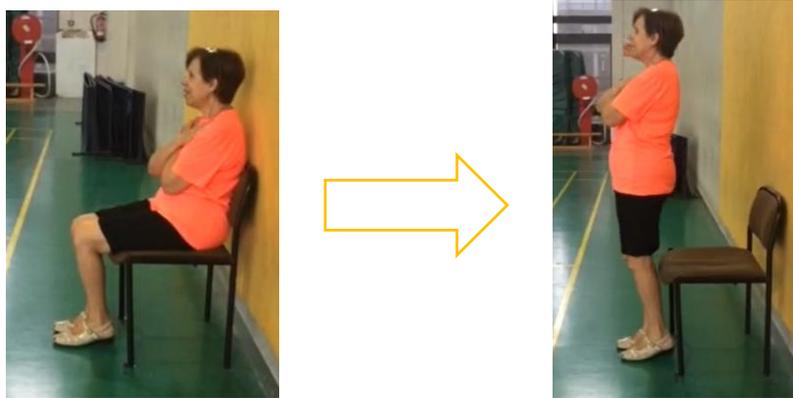


Figura 11. Proceso del test Sentarse y Levantarse (Syl₃₀).

2.2.4. *Agilidad*

Igualmente extraído de la batería del Senior Fitness Test, el “Time Up-and-Go” (TUG) (Rikli y Jones, 1999), test de ida y vuelta al cono, mide la agilidad o equilibrio dinámico, realizando el ejercicio en el menor tiempo posible.

El sujeto partía desde sentado en una silla sin reposabrazos y de 45cm de altura con las dos manos sobre las rodillas y los dos pies apoyados completamente en el suelo. Se situaba un cono (medido desde el borde anterior) a 2,44 metros de la silla. A la voz de “ya” el sujeto se levantaba, iba al cono, daba la vuelta y volvía para sentarse. Se les advertía de no correr durante la ejecución del test (Figura 12).

El tiempo se contabilizaba desde la señal auditiva y se paraba en el momento que los glúteos entraban en contacto con la silla. Para analizar el tiempo se utilizó el software Kinovea (0.8.15) (<https://www.kinovea.org/>), y se ajustó a dos decimales. Se realizó la

prueba dos veces, pero tan solo se contabilizó el tiempo de la mejor repetición (Rikli y Jones, 1999).

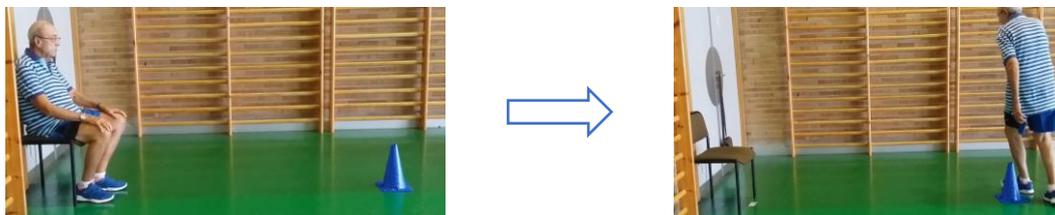


Figura 12. Proceso del test levantarse, darle la vuelta al cono y sentarse (TUG).

2.2.5. *Aptitud cardiorrespiratoria*

El último test utilizado de la batería del Senior Fitness test fue la prueba de 6 minutos marcha (6MM) (Rikli y Jones, 1999). Su objetivo es analizar la aptitud cardiorrespiratoria, a través de recorrer la máxima distancia posible en los 6 minutos.

Se realizó alrededor de un rectángulo de 50 metros (20x5) señalado con conos cada 5 metros. Se realizó la prueba con 6 personas a la vez, iniciándolo cada uno desde una posición diferente (Figura 13). La primera vuelta era de reconocimiento del circuito, y una vez aclaradas las posibles dudas, se iniciaba la prueba. A la voz de “ya” todos empezaban a andar, y a la voz de “paramos”, todo el mundo se quedaba en el sitio hasta que su responsable llegaba a él para anotar el punto exacto de finalización, y también poder recuperarse. Previamente a la ejecución del reconocimiento, se les explicó que si querían adelantar, debían pedir “paso” y la persona a la que iban a adelantar, se apartaba mínimamente hacia su derecha para dejar el camino libre. De esta forma nunca se paraba o ralentizaba la marcha. Los participantes fueron animados para andar todo lo rápido que fueran capaces pero sin llegar a correr.

La distancia total recorrida se contabilizó en metros, y tan solo se realizó una vez.



Figura 13. Test de 6 minutos marcha (6MM).

2.2.6. *Función ejecutiva*

La función ejecutiva se analizó a través del test de Colores y Palabras (Stroop). El objetivo fue analizar el componente de inhibición, relativo a la función ejecutiva.

La versión utilizada fue la de Golden (1994), donde se contabilizó el número de aciertos obtenidos en 45" en cada una de las hojas constituidas por cinco columnas de veinte elementos. La primera hoja (A) contiene los nombres de los colores impresos en negro; la segunda hoja (B) cruces (X) de distintos colores (rojo, azul o verde); y en la tercera (C) encontramos los nombres de los colores pero impresos en un color distinto al representado por la palabra. Se trata en total de tres hojas las cuales se administran siguiendo el orden establecido en la versión Comalli (Comalli Jr., Wapner, y Werner, 1962), es decir, tal y como las hemos descrito.

En cada apartado se les pidió a los participantes que la leyeran tan rápido como pudieran, y si realizaban un error, el evaluador les pidió repetir esa palabra. Cuantos más aciertos conseguidos en la última hoja, mejor nivel de inhibición se muestra. Es por ello, que en los resultados, siempre que se haga referencia al Stroop, se estará valorando el número de aciertos obtenidos en la parte C.

Es importante aclarar que se pidió a los participantes que aquellos que utilizaran gafas para leer, las trajesen el día de la evaluación, con el objetivo de que pudieran leer perfectamente los colores y las palabras.

2.2.7. Calidad de vida relacionada con la salud: Cuestionario SF-12

La evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) se analizó a través del test SF-12 versión 2 (Anexo 3), el cual ha mostrado una buena validez y fiabilidad entre los adultos mayores (Jakobsson, 2007). Dicho test, se trata de “un subconjunto de 12 ítems del cuestionario SF-36 (versión extendida), seleccionados mediante regresión múltiple a partir de los cuales se construyeron los componentes físico y mental” (Vilagut et al., 2008). Uno o dos ítems pertenecen a cada una de las 8 sub-escalas que compone el test: función física, función social, rol físico, rol emocional, salud mental, vitalidad, dolor corporal y salud general. Las respuestas se presentan en escala Likert, y dependiendo de la pregunta oscilan entre 3 y 5 opciones. El test se llevó a cabo en un sitio tranquilo y donde tan solo podía escuchar las preguntas el evaluador.

La principal ventaja que presenta la versión corta es que las preguntas se refieren a una semana atrás, y en cambio, el SF-36v1, refiere preguntas de las últimas 4 semanas. Y una segunda ventaja es que contiene un número de preguntas menor (Jakobsson, 2007). Por tanto, estos dos hechos les facilitan la tarea a los adultos mayores.

Una vez completado el cuestionario, los resultados se llevaron a una hoja Excel -utilizada en la tesis de Martínez-Navarro (2014), donde se realizaron una serie de cálculos, con el objetivo de obtener una puntuación entre 0 y 100, siendo este el valor más elevado y representando una salud excelente, tanto para el componente físico, mental como global.

Cada componente está obtenido a partir de diferentes sub-dominios, según se detalla a continuación:

- Componente físico: función física, rol físico, dolor corporal, salud general y vitalidad.
- Componente mental: salud general, vitalidad, función social, rol emocional y salud mental.

En resumen, en la tabla 6 se recogen las variables de estudio así como los instrumentos utilizados.

Tabla 6.
Resumen de test y variables resultantes

VARIABLE		INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	NOMENCLATURA
Antropometría		Tallímetro	Talla
Composición corporal		Bioimpedancia	Peso, IMC, masa muscular, masa grasa, grasa visceral y masa ósea
Tensión arterial		Tensiómetro eléctrico	TAS y TAD
Calidad de vida relacionada con la salud		Cuestionario de salud: SF-12	SF-12
Función física	Aptitud cardiorrespiratoria	Test de 6 minutos marcha	6MM
	Fuerza en extremidades inferiores	Test de sentarse y levantarse en 30 segundos	SyL ₃₀
	Agilidad	Time-up-and-go	TUG
Función ejecutiva: inhibición		Test de Colores y Palabras	STROOP

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Tratamiento y análisis de los datos

Los datos de este trabajo han sido analizados utilizando diferentes técnicas estadísticas que nos permitirán contrastar (o no) las hipótesis establecidas en el punto 1.8.3. Estas técnicas parten de la teoría de contraste de hipótesis de Neyman-Pearson (Sánchez-Figueroa, Cortiñas-Vázquez, y Tejera-Martín, 2009) y se hacen servir de la herramienta

conocida como p-valor para evaluar la compatibilidad de los datos obtenidos con las hipótesis planteadas. Entre los objetivos podemos observar que el principal es observar cómo influye el programa EFAM-UV© sobre la independencia funcional de los adultos mayores, considerando tanto el efecto del entrenamiento como su desentrenamiento.

El procedimiento de Newman-Pearson es siempre el mismo. Se plantea una hipótesis conocida como “nula” H_0 que recoge el *status quo* del proceso estudiado, y se enfrenta a una hipótesis conocida como “alternativa” H_A , que establece que la intervención realizada ha supuesto un cambio en el citado status quo.

Una vez establecidas las hipótesis calcularemos el p-valor como la probabilidad de haber observado en nuestros datos si la hipótesis nula fuese cierta. Si el p-valor es bajo estaremos diciendo que, en un escenario en que H_0 fuese cierta, los datos observados son poco probables y, por tanto, rechazaremos dicha hipótesis y corroboraremos H_A . Sin embargo, si el p-valor es alto estaremos diciendo que los datos son compatibles con H_0 y la consideraremos cierta.

Cómo de alto o bajo debe ser el p-valor para rechazar H_0 dependerá del nivel de significación α , un valor probabilístico (entre 0 y 1) establecido a priori (antes siquiera de haber observado los datos) por el investigador. El nivel de significación además de servir como umbral para rechazar o no H_0 , determina la probabilidad de que nos estemos equivocando al hacerlo. Los valores más habituales para α suelen variar entre 0,01 y 0,1 siendo el valor más común 0,05.

Otra magnitud fundamental en la metodología del contraste de hipótesis es la potencia del test. La potencia tiene que ver con la probabilidad de detectar correctamente un efecto significativo de la intervención, es decir, rechazar H_0 cuando esta es falsa. La potencia está ligada tanto al nivel de significación (establecido por el investigador) como al tamaño de la muestra y al tamaño del efecto que se desea detectar.

Para un nivel de significación fijo y un tamaño de muestra concreto, la potencia aumenta con el tamaño del efecto que queremos detectar. En concreto, dado que en el mundo de las ciencias del deporte el número de datos suele ser pequeño, el cambio gracias a la intervención debe ser grande para tener una potencia razonable (alrededor del 80%). Es

por ello que, en muchas ocasiones resulta interesante, completar el estudio con el tamaño del efecto obtenido.

El tamaño del efecto (*Effect size*, ES o *d*) es una magnitud ampliamente utilizada en ciencias del deporte (Sullivan y Feinn, 2012) y que permite dar una medida del efecto que ha tenido la intervención teniendo en cuenta la variabilidad presente. El investigador podrá, además, establecer qué tamaño del efecto debería obtenerse para que resulte interesante/eficiente llevar a cabo una intervención.

Como la presente tesis parte de una investigación aplicada y adaptada al contexto real de las personas, es muy importante favorecer al máximo su participación ya que será beneficioso sobre sus vidas. Es por ello que, uno de los objetivos es valorar los cambios físicos y psíquicos pero teniendo en cuenta la participación real efectiva a los entrenamientos. Es decir, la cantidad de días concretos que ha entrenado cada uno será una variable independiente muy importante ya que podrá variar el sentido de la entrenabilidad en cada capacidad.

2.3.1. Análisis de la independencia física

Con la finalidad de analizar el efecto del programa en términos de independencia física, se utilizaron valores de referencia que agruparon a los participantes en categorías. Esta categorización sólo pudo realizarse para las variables de tipo físico: aptitud cardiorrespiratoria, fuerza en extremidades inferiores y agilidad. El test de función ejecutiva no se pudo comparar respecto a valores de referencia ya que, por una parte, no existe un consenso en la forma de administrarlo y valorarlo, y por otra, se trata de un test con resultados muy variables dentro de una misma población (Rivera et al., 2015).

Así pues, en cada momento de la evaluación (3 o 5 momentos de muestreo), se comparó el valor obtenido por el sujeto con el valor de referencia correspondiente a la cual debiera pertenecer en función de su edad y género, según los criterios de Rikli y Jones (2013) (Tabla 7). En función de esa relación se otorgó la puntuación de uno (1) si el valor coincidía o era mejor que el esperado; o cero (0) si el valor se encontraba por debajo.

El periodo de entrenamiento comprenderá los momentos de muestreo entre Pre₁ - Post₁ (G1 y G2), y Pre₂ – Post₂ (G2). En cuanto al desentrenamiento, serán Post₁ – Pre₂ (G1 y G2), y Post₂ – Pre₃ (G2).

Tabla 7.

Valores de referencia para la función física según el rango de edad y género

	<i>Género</i>	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94
6MM (m)	Mujeres	571,5	553,21	530,35	502,92	466,34	420,62	365,76
	Hombres	621,5	594,36	566,93	530,35	484,63	429,77	365,76
TUG (seg.)	Mujeres	5,0	5,3	5,6	6,0	6,5	7,1	8
	Hombres	4,8	5,1	5,5	5,9	6,4	7,1	8
SyL ₃₀ (rep.)	Mujeres	15	15	14	13	12	11	9
	Hombres	17	16	15	14	13	11	9

Fuente: Rikli y Jones (2013)

Nota. En la fila superior, rangos de edad agrupados cada 5 años. 6MM: 6 minutos marcha; TUG: time up-and-go; SyL₃₀: sentarse y levantarse en 30 segundos.

2.3.2. Impacto de la asistencia

En la mayoría de los trabajos donde se estudia la eficacia de los programas se suele trabajar con el tamaño del efecto. Pero sabemos que no todos los participantes entrenan la misma cantidad de tiempo y que tal vez pueda existir una relación entre la participación real efectiva y la propia efectividad de las intervenciones. Por ello, en las intervenciones a largo plazo se plantea la necesidad de evaluar el efecto real del entrenamiento, es decir, la repercusión de la asistencia o tiempo de entrenamiento efectivo en los cambios observados. Para ello se crearon los llamados Ratios de Entrenamiento y Desentrenamiento (efecto del entrenamiento sobre una variable, dividido por los días de entrenamiento o desentrenamiento en el periodo en el que se la evalúa).

Así, estos ratios pueden ser expresados como sigue:

$$R = \frac{\Delta y}{t} \quad (1)$$

Donde y se corresponde al valor del resultado y Δy es el cambio en y (positivo para las ganancias y negativo para las pérdidas) entre periodos, y t el número de días de entrenamiento efectivos para el RDE (Ratio Días Entrenamiento) y el número total de días no-entrenados para RDD (Ratios Días Desentrenamiento).

Debido a la estructuración del programa EFAM-UV© (Figura 14) y teniendo en cuenta que se han utilizado los dos primeros años de cada participante, encontramos 4 ratios, correspondientes con los 5 momentos de muestreo de la intervención. A saber: RDE₁ - RDE₂ - RDD₁ - RDD₂ (Figura 14) que se corresponden con el primero y segundo año de entrenamiento y desentrenamiento, respectivamente.

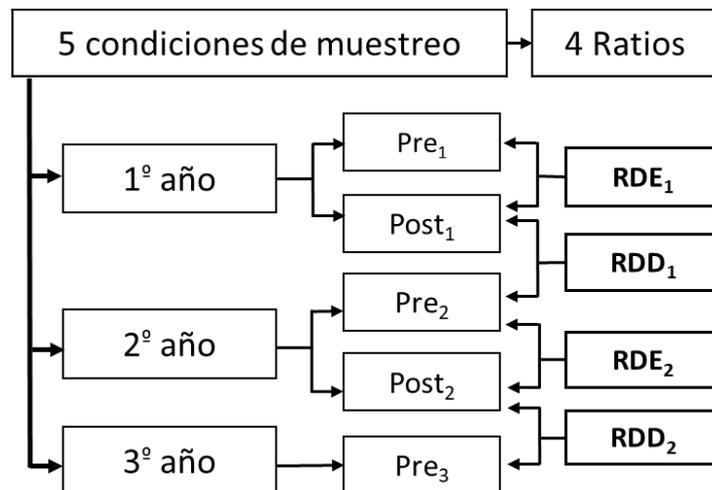


Figura 14. Momentos de muestreo y ratios de entrenamiento (RDE) y desentrenamiento (RDD) a lo largo de toda la intervención.

Por otra parte, para poder comparar entre periodos y variables, se dividió el ratio por el error estándar de la media (s/\sqrt{n}). El valor resumen de esta cantidad sería:

$$\frac{\bar{R}}{s/\sqrt{n}} \quad (2)$$

Donde \bar{R} es la media muestral del ratio estudiado (RDE o RDD), s es la desviación estándar, n el tamaño de la muestra, y $\mu = 0$ con μ siendo la media de la población bajo la hipótesis de no-efecto.

Cabe tener en cuenta, que esta cantidad se puede entender como un z-score bajo la hipótesis de que el tratamiento no ha tenido efecto (Figura 15).

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\bar{R} - 0}{s/\sqrt{n}}$$

Figura 15. Comparación entre la fórmula del z-score y la fórmula utilizada para expresar los ratios en valores z.

Fuente: Elaboración propia

La ventaja de su uso reside en la capacidad del z-score para ser comparable entre los diferentes periodos y variables. Para denotar los z-score, añadimos z- a la anterior anotación (por ejemplo, z-RDE₁).

En el apartado donde se desarrolla el análisis de estos z-score (2.3.5), se explica y detalla cómo se ha obtenido el valor que determina la región de aceptación y rechazo.

2.3.3. *Análisis estadístico*

Los datos fueron recogidos en una hoja de cálculo Excel 2013. El análisis estadístico fue llevado a cabo mediante el software R versión 3.4.2 (2017-09-28). Para contrastar las hipótesis planteadas y como ya se comentó al principio de la sección, se utilizó la metodología del test de hipótesis de Neyman-Pearson con un valor de significación de 0,05.

Más concretamente, en el caso de las variables continuas se utilizó el estadístico t-Student. Las condiciones de aplicabilidad fueron establecidas utilizando los test de Shapiro-Wilk y/o Kolmogorov-Smirnov, así como mediante el tamaño de la muestra.

Como ya se ha comentado previamente, también se calcularon el tamaño del efecto y el porcentaje de cambio. Ambos muestran la magnitud de cambio producida. Concretamente, el porcentaje de cambio relaciona los valores medios obtenidos en dos momentos, pudiendo valorar así el entrenamiento y desentrenamiento, ofreciendo el resultado en porcentaje, dato con el que el lector/entrenador puede estar más familiarizados.

La fórmula para obtener este delta o porcentaje de cambio es la siguiente:

$$\Delta\% = \frac{(\mu_2 - \mu_1) * 100}{\mu_1} \quad (3)$$

En general, el porcentaje de cambio nos ayuda a entender estas evoluciones, pero no permite interpretaciones comparativas, al no tener en cuenta la variabilidad (Rhea, 2004). Es por ello que, siempre aparecerá en las tablas aunque no con valor inferencial. Añadirá claridad sobre lo sucedido pero no se acompañará de comentarios.

Por otro lado, el tamaño del efecto muestra los cambios producidos a través de un valor estandarizado que es fácilmente comparable con cualquier otra variable utilizada, ya sea en el mismo estudio o en otros diferentes, sin importar si el tratamiento mantiene relación (Rhea, 2004). Como ya se ha explicado, y siguiendo con este mismo autor, esta medida dota de valor la participación o no en una intervención, en el caso que la muestra

sea pequeña, tal y como ocurre en los trabajos de las ciencias del deporte. Consideraremos un tamaño del efecto trivial (d entre 0 y 1,9); pequeño (d entre 0,2 y 0,49); moderado (d entre 0,5 y 0,79); grande (d entre 0,8 y 1,19); muy grande ($>1,2$) (Cohen, 1992).

En este caso, la fórmula para obtener el tamaño del efecto es como sigue:

$$d = \frac{\mu_2 - \mu_1}{s} \quad (4)$$

CAPÍTULO 3:
RESULTADOS
Y DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se presentan los resultados y la discusión de los mismos. En él se podrá observar dos apartados claramente diferenciados, mientras que en el primero se describirá a la población, en el segundo se dará respuesta a los objetivos planteados al inicio de la intervención a través de métodos de estadística inferencial, realizando el análisis de los datos bajo dos puntos de vista diferentes: valoración de los datos en crudo y valoración de los datos teniendo en cuenta la participación real efectiva en el programa. En todo momento se comentarán los resultados tanto para los participantes que completaron un año (G1) como aquellos participantes que continuaron durante un segundo año y conformaron el subgrupo G2, tal y como se ha explicado en la sección 2.1.1.

3.1. Descripción de la población

Empezaremos describiendo de forma exhaustiva tanto las características basales de la muestra como la primera evaluación (inicio) para la aptitud cardiorrespiratoria (test de 6MM), la fuerza en extremidades inferiores (test de SyL₃₀) y la agilidad (TUG), representando estas tres a la función física, mientras que la función cognitiva se representará con la función ejecutiva (Stroop).

3.1.1. Características iniciales de los participantes

3.1.1.1. Composición corporal y caracterización fisiológica

En esta sección empezaremos describiendo las características basales de los participantes, por un lado respecto a la composición corporal y por otro, a la tensión arterial y calidad de vida. Para ello se presentan la Tabla 8 y 9, las cuales nos indican los resultados de la antropometría y bioimpedancia de G1 y G2 justo en el momento de inicio del programa, es decir, corresponde al primer momento de muestreo (PRE₁). Los resultados se discuten después de las tablas.

Tabla 8.

Características basales de la composición corporal para G1

N = 47 (39 mujeres, 83%)	Media	DE	CV	IC 95%
Edad (años)	69,61	5,78	8%	[67,95 ; 71,27]
Peso (kg)	67,91	12,48	18%	[64,02 ; 71,8]
Altura (m)	1,56	0,07	4%	[1,54 ; 1,58]
IMC (kg/m²)	27,94	4,4	16%	[26,55 ; 29,33]
Masa muscular (kg)	41,49	7,71	18%	[39,06 ; 43,92]
Masa grasa (%)	35,47	5,52	15%	[33,72 ; 37,21]
Grasa visceral	11,72	3,72	32%	[10,55 ; 12,89]
Masa ósea (kg)	2,23	0,39	17%	[2,11 ; 2,35]

Nota. DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal.

Tabla 9.

Características basales de la composición corporal para G2

N = 25 (21 mujeres, 84%)	Media	DE	CV	IC 95%
Edad (años)	69,74	5,36	8%	[67,62 ; 71,86]
Peso (kg)	65,88	9,57	14%	[62,01 ; 69,75]
Altura (m)	1,55	0,07	4%	[1,52 ; 1,58]
IMC (kg/m²)	27,5	2,8	1%	[26,35 ; 28,66]
Masa muscular (kg)	40,63	6,94	17%	[37,77 ; 43,49]
Masa grasa (%)	35,53	5,53	15%	[33,24 ; 37,81]
Grasa visceral	11,3	3,03	27%	[10,05 ; 12,55]
Masa ósea (kg)	2,18	0,35	16%	[2,04 ; 2,32]

Nota. DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal.

Empezando por el género, los datos reflejan que las mujeres son las que han participado en mayor medida en el programa EFAM-UV©, observándose este comportamiento en otros estudios (Blázquez y Feu, 2012). Sin embargo, el hecho de obtener una

disminución similar entre ambos géneros tras el primer año de entrenamiento (50% para hombres y 54% para mujeres), induce a pensar que no ha producido rechazo entre el género masculino. Esto aporta valor al programa EFAM-UV© ya que los hombres no suelen participar en este tipo de programas debido a su motivación hacia otro tipo de actividades como por ejemplo, actividades que estén al aire libre y en espacios públicos (Martínez del Castillo et al., 2009). Es por ello, que las características que tienen la gimnasia o los entrenamientos en sitios cerrados, alejan a los hombres de este tipo de programas. Cabe destacar que no se puede comparar con los motivos de práctica respecto a programas de entrenamiento más específicos, como pueden ser los multicomponente, ya que no se ha encontrado literatura al respecto.

Otro punto a favor de este programa multicomponente-cognitivo es que dada la dificultad de tener a hombres en este tipo de programas, que los hombres entrenen junto con las mujeres, hace potencialmente interesante este tipo de entrenamientos. Sobre todo teniendo en cuenta que en determinados estudios se argumenta que existe mucha dificultad para conseguir una n con suficiente potencia que permita realizar estudios con solamente hombres, y por ello, generalmente se termina investigando / trabajando con muestras formadas tan solo por mujeres (Blázquez y Feu, 2012).

Siguiendo con el índice de masa corporal (IMC), en ambos grupos la media se encuentra por encima de 25 kg/m^2 , considerándose este valor como sobrepeso, aunque en ninguno de los dos grupos, el 95% de los datos supera el valor 30 kg/m^2 , el cual ya pasaría a considerarse como obesidad. Por otro lado, los datos de la Encuesta Nacional de Salud (2017) indican que, a partir de los 65 años, se encuentra un mayor número de hombres que padecen sobrepeso. En cambio, existe un mayor número de mujeres que padecen obesidad (INE, 2017). Concretamente, el valor medio que se obtuvo para la población española mayor de 65 años (Mera-Gallego et al., 2017), fue de $28,3 \text{ kg/m}^2$ para los adultos mayores sanos, lo que sitúa a nuestra muestra un punto por debajo y nos permite considerarla como población adulta sana.

A pesar de que el IMC es un valor que ayuda a predecir el riesgo cardiometabólico, no distingue entre la masa magra y grasa, por tanto es un valor que, idealmente, debe ir acompañado de otros predictores, como puede ser el ratio cintura-cadera (Kahn y

Cheng, 2018). De todos modos, profundizando en la información facilitada por el instrumento, si se comparan nuestros resultados con el trabajo llevado a cabo por Pilch et al. (2015) observamos que ellos obtuvieron en una muestra de mujeres postmenopáusicas, con un IMC un punto por encima de nuestra muestra (28,22). En cambio, en cuanto a masa muscular y masa grasa se refiere, ellos obtuvieron valores más saludables que en nuestro estudio (48,92 y 21,48 respectivamente). Esta variación corrobora cierta falta de precisión informativa en el IMC, y dado que no es objeto de esta tesis el conocer el efecto del entrenamiento y desentrenamiento sobre la composición corporal de los usuarios del programa, los datos del IMC se presentan como información complementaria para su caracterización.

En este mismo sentido, la grasa visceral sí que ha demostrado ser un indicador para establecer el riesgo de mortalidad. Cierto que la bioimpedancia tiene sus limitaciones, pero al ser población sana la que constituyó la muestra del estudio sus datos son fiables y reproducibles (Ritchie, Miller, y Smiciklas-Wright, 2005). La determinación de esta grasa en nuestro estudio (Tabla 8 y 9) se sitúa en el rango superior del nivel considerado como saludable (donde entre 1 y 12, se establece el rango saludable y entre 13 y 59 el rango de la grasa visceral excesivo). Parece por tanto, que tener un IMC ligeramente por encima del valor establecido como referencia, no conlleva tener valores no saludables de grasa visceral, lo que confirma que la muestra del estudio se puede considerar sana.

Fijando la atención ahora sobre la masa grasa (Tabla 8 y 9), según los valores que ofrece de referencia el instrumento (www.tanita.com), los hombres deberían estar entre un 13 y 25%, mientras que las mujeres entre un 24 y 36%. Analizando los datos considerando por separado ambos géneros (datos no mostrados en las tablas), encontramos que el intervalo de confianza (95%) para las mujeres fue de [35,07 ; 38,66] y para los hombres de [27,06 ; 32,29]. Es decir, entre las mujeres existe un pequeño porcentaje que está dentro del rango, y en cambio, para los hombres se encuentran todos por encima. No obstante, si comparamos los datos de ambos géneros en conjunto frente a los del estudio llevado a cabo por Alegria (2017) en el momento previo de la intervención, son valores similares a los nuestros (el grupo de adultos mayores que realizó ejercicio físico obtuvo 35,92 kg en masa grasa). Mientras que para la masa muscular, en este mismo estudio iniciaron la intervención con unos valores por encima de los nuestros tan solo

para las mujeres (ellos obtuvieron 44,55kg, y en nuestro estudio fue 38,76 kg para mujeres y 52,77kg para los hombres). De hecho, los valores de masa muscular en nuestra muestra quedan enmarcados dentro del rango considerado como medio tanto para hombres como mujeres.

A continuación, analizamos los datos de la tensión arterial y calidad de vida relacionada con la salud, también al inicio de la intervención (Tabla 10 y 11).

Tabla 10.

Características basales de la tensión arterial y calidad de vida relacionada con la salud del G1

N = 47 (39 mujeres)	Media	DE	CV	IC 95%
TAS (mm Hg)	132,01	20,58	15%	[125,75 ; 138,27]
TAD (mm Hg)	74,59	9,83	13%	[71,6 ; 77,58]
SF-12: Rol físico	74,98	16,41	22%	[69,99 ; 79,97]
SF-12: Rol mental	76,2	19,93	26%	[71,97 ; 80,44]
SF-12: Total	78,59	14,47	18%	[74,19 ; 82,99]

Nota. DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; IC: intervalo de confianza; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica; SF-12: calidad de vida relacionada con la salud (componente físico y mental).

Tabla 11.

Características basales de la tensión arterial y calidad de vida relacionada con la salud del G2

N = 25 (21 mujeres)	Media	DE	CV	IC 95%
TAS (mm Hg)	132,75	22,79	17%	[123,54 ; 141,95]
TAD (mm Hg)	75,17	11,63	15%	[70,47 ; 79,87]
SF-12: Rol físico	73,61	15,49	21%	[66,52 ; 80,71]
SF-12: Rol mental	72,92	15,83	22%	[66,53 ; 79,32]
SF-12: Total	75,92	15,49	2%	[69,67 ; 82,18]

Nota. DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; IC: intervalo de confianza; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica; SF-12: calidad de vida relacionada con la salud (componente físico y mental).

La Sociedad Europea de Hipertensión (SEH) y la Sociedad Europea de Cardiología (SEC) han actualizado los rangos normativos para valorar la tensión arterial (Williams et al., 2018). Así podemos diferenciar entre tensión óptima (TAS <120 y TAD <80 mmHg), normal ($120 \leq \text{TAS} < 130$ y TAD <80 mmHg) e hipertensión (TAS ≥ 140 y TAD ≥ 90 mmHg). En cambio, si nos basamos en la guía proporcionada por el Colegio Americano de Cardiología (CAC) encontramos tensión normal (TAS <120 y TAD <80 mmHg), elevada ($120 \leq \text{TAS} < 130$ y <80 mmHg) e hipertensión (TAS ≥ 140 y TAD ≥ 80 mmHg) (Whelton et al., 2017). Fijándonos en ambas clasificaciones, los valores que toma la variable no nos permiten caracterizar claramente a la muestra, ya que los que toma la tensión sistólica pertenecerían a la categoría “normal” (SEC) o “estadio 1 de hipertensión” (CAC), mientras que en la diastólica los valores pertenecerían a “óptima” (SEC) o “normal y elevada” (CAC).

Por último, la variable correspondiente a la calidad de vida relacionada con la salud (valorada a través del SF-12), muestra un valor mayor para G1 que para G2. Esto sucede tanto para el rol físico como el mental y el global, siendo en el mental la mayor diferencia de valores. Si comparamos nuestros valores frente a un estudio que evaluó la percepción de calidad de vida tras un programa de fuerza, nuestros valores son altos ya que ellos encontraron valores alrededor de 55 (Haraldstad et al., 2017). Existen valores normativos (Vilagut et al., 2008), y por ejemplo, el percentil 95 de una población entre los 65 y 74 años se correspondería con un 56,66 del componente mental y un 58,31 del físico. Por tanto, podemos decir que nuestra muestra goza de una buena calidad de vida relacionada con la salud. Eso sí, con un amplio rango de variación o heterogeneidad, confirmado por el mayor coeficiente de variación respecto al resto de variables, cuando se consideran sus dimensiones de forma independiente.

3.1.1.2. Variables relacionadas con la función física y psíquica

Una vez vistas las características generales de la muestra, pasamos a describir las variables de interés que se analizarán a lo largo de la intervención. Estamos hablando de las variables que representan a la función física (aptitud cardiorrespiratoria, fuerza en extremidades inferiores y agilidad) y función psíquica (función ejecutiva). Es

importante señalar que, al ser estas las variables que nos ayudarán a responder los objetivos del estudio, no se describen en profundidad, pues esta argumentación se convierte en eje central de la discusión en el siguiente apartado.

En la Figura 16 queda representado el momento inicial de estas cuatro variables, separadas por G1 y G2, donde podemos comparar las características, al inicio, entre el grupo que acabo un año de entrenamiento y el subgrupo que completó la evaluación a lo largo de dos años. Este hecho es importante para analizar los cambios que siguieron al segundo año de programa, considerando ya sólo al subgrupo G2.

Observamos, por ejemplo, que en el caso de la aptitud cardiorrespiratoria (6MM) tanto la mediana como la longitud de los bigotes se sitúan en valores iguales, coincidiendo también los dos valores atípicos. En el caso de la fuerza en extremidades inferiores (SyL₃₀) nos encontramos ante resultados similares, con mediana y cuartiles muy iguales para ambos grupos.

Cuando nos referimos a variables condicionales complejas como la agilidad (TUG), la distancia entre el 50% y 75% de los datos para el G2 es algo más ancha en la zona de peores valores (ya que al estar medido en segundos cuanto más grande sea el valor, peor función física) y con los valores atípicos perteneciendo al G2. Por último, en cuanto a la función ejecutiva (Stroop), observamos una mayor dispersión entre los sujetos que forman el G2, en este caso en sentido positivo, es decir, a pesar de que el Q1 y Q2 se sitúan en el mismo punto para ambos grupos, el Q3 está 5 puntos por encima en el G2.

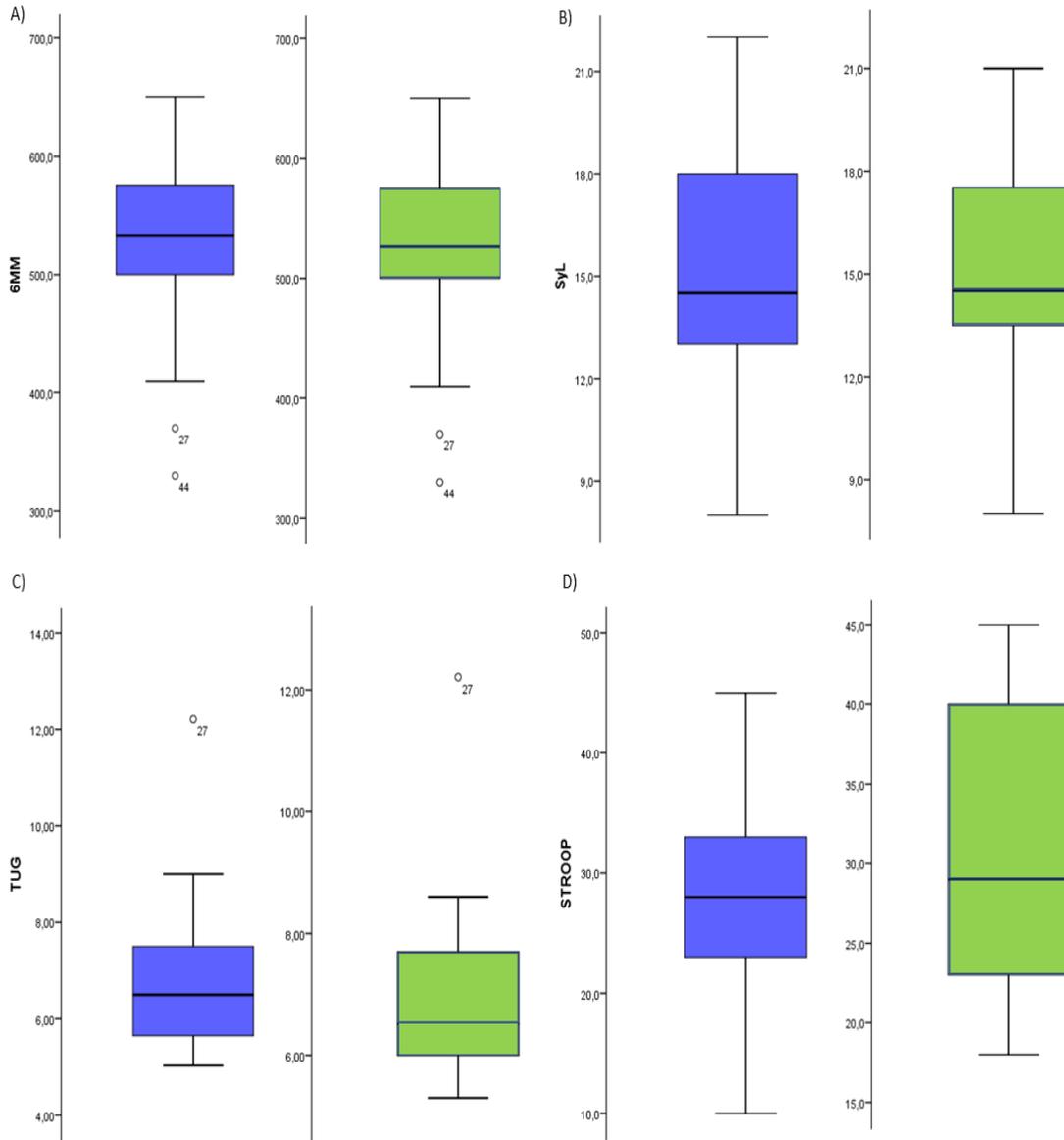


Figura 16. Resultados de la evaluación inicial para la función física.

Nota. 6MM: aptitud cardiorrespiratoria; SyL: fuerza extremidades inferiores; TUG: agilidad; STROOP: función ejecutiva. Diferenciando entre G1 (azul) y G2 (azul verde).

3.2. Estadística inferencial

Los siguientes apartados se centran en dar respuesta a los objetivos planteados en la sección 1.8.2. Para cada uno de estos objetivos será necesario utilizar determinadas técnicas estadísticas que variarán desde la estadística descriptiva a los métodos inferenciales.

Nos centraremos en el entrenamiento y desentrenamiento de las variables físicas, para luego analizar el dominio cognitivo. En un primer análisis (sección 3.2.1) se hará referencia a los valores en crudo (sin tener en cuenta el número de días de entrenamiento) para pasar después a valorar los resultados en función de la asistencia individual de los participantes en el programa (sección 3.2.4). Todos los resultados se presentarán primero para G1 (un año de intervención) y después para G2 (aquellos participantes del G1, que continuaron a lo largo de un segundo año de intervención).

3.2.1. Efectos del programa EFAM-UV© sobre la función física sin tener en cuenta los días de entrenamiento

Este primer apartado se desarrolla con la premisa de dar respuesta a los objetivos específicos planteados al inicio del estudio encaminados a evaluar los cambios en la función física durante el primer periodo de entrenamiento (objetivo específico 1); analizar estos mismos cambios tras dos periodos de entrenamiento para realizar su posterior comparación (2); estudiar cómo afecta el cese del programa EFAM-UV© a la función física (3); y comparar las pérdidas entre los dos periodos, si las hubiera (4).

Recordamos que para la lectura de los resultados en crudo vamos a utilizar diferentes medidas como, por ejemplo, el tamaño del efecto y el porcentaje de cambio, ambos referidos a la magnitud de cambio que ha acontecido en el grupo a lo largo de la intervención (sección 2.3.3). Se obtendrán medidas entre dos periodos consecutivos, obteniendo los cambios tras el entrenamiento (Pre vs. Post) y desentrenamiento (Post vs. Pre del curso siguiente), así como de la intervención (Int), entendiendo ésta como la comparación entre el momento inicial (Pre₁ en ambos grupos) y final del estudio para cada caso (Pre₂ para el G1, y Pre₃ para el G2).

Igualmente se analiza el tamaño del efecto (ES_{int}) en valor crudo y relativo, obtenido a partir del primer periodo de entrenamiento / desentrenamiento frente a los segundos periodos, aunque este valor tan solo se puede obtener para el G2 ya que es el único grupo que tiene dos momentos para ambas situaciones (dos entrenamientos y dos desentrenamientos). Además, encontraremos este valor sin considerar los días

transcurridos de entrenamiento / desentrenamiento (tamaño del efecto sobre los datos en bruto) o considerándolos (tamaño del efecto sobre los propios ratios RDE y RDD).

Como principal hallazgo para la función física, considerada la intervención en su conjunto, la agilidad fue la manifestación condicional que mostró la mejora más grande (ES_{Int3} : 1,16), seguido de la capacidad cardiovascular (ES_{Int3} : 0,53), y por último de la fuerza en extremidades inferiores (ES_{Int3} : 0,39). Mientras que el envejecimiento promueve una disminución en la capacidad cardiovascular y neuromuscular (Magistro, Candela, Brustio, Liubicich, y E, 2015), cabe resaltar que, a pesar de ser dos años mayores y de haber pasado por tres meses de desentrenamiento, los valores de la última medición (Pre_3) fueron mejores que aquellos comparados en la primera evaluación (Pre_1) para la mayor parte de las variables físicas tras un año o dos de participación. El progresivo incremento de la media en cada variable y su mantenimiento por encima de los valores iniciales, señala un correcto diseño en el estímulo (Coetsee y Terblanche, 2015).

Para corroborar estos hechos, vamos a detallar el análisis de cada variable física y observar su propia evolución.

3.2.1.1. Aptitud cardiorrespiratoria

Empezando por la aptitud cardiorrespiratoria (6MM) (Tablas 12 y 13), en ambos grupos observamos un aumento en el valor medio de los metros recorridos en el test de 6 minutos tras el entrenamiento y un descenso tras el desentrenamiento. Este primer periodo de entrenamiento fue significativo para los dos grupos: IC95% G1 [30,25-67,08] metros y G2 [38,00-80,87] metros, al igual que durante el segundo periodo (solo G2).

En la comparación entre grupos para el primer periodo de entrenamiento, observamos como el G2 presenta un mayor tamaño del efecto respecto al del G1. En cualquier caso, y a pesar de tratarse de un programa con orientación central neuromuscular y cognitiva, en ambos casos podemos hablar de un efecto moderado (G1) y grande (G2).

Tabla 12.

Efectos del programa EFAM-UV© sobre la aptitud cardiorrespiratoria para G1: test 6MM expresado en metros

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂
Media	523,51	572,18	556,17
DE	64,96	61,92	68,95
IC	[30,25 ; 67,08]		[-26,67 ; -0,89]
ES	0,77		-0,24
%Δ	9,3		-2,8
Pre₁ vs. Pre₂			
IC _{int}	[15,99 ; 44,88]		
ES _{int}	0,49		
%Δ _{int}	6,24		

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; Int: intervención

Tabla 13.

Efectos del programa EFAM-UV© sobre la aptitud cardiorrespiratoria para G2: test 6MM expresado en **metros**

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂	Post ₂	Pre ₃
Media	518,21	577,35	561,57	585,5	558,45
DE	71,6	63,58	76,64	75,13	80,2
IC	[38,00 ; 80,87]	[-31,09 ; 5,13]	[8,61 ; 46,66]	[-43,35 ; -10,75]	
ES	0,87	-0,22	0,31	-0,35	
%Δ	11,41	-2,73	4,26	-4,62	
Pre₁ vs. Pre₂					
IC _{int1}		[31,91 ; 60,84]		---	
ES _{int1}		0,58		---	
%Δ _{int1}		8,37		---	
Pre₂ vs. Pre₃					
IC _{int2}	---			[-18,69 ; 16,35]	
ES _{int2}	---			-0,04	
%Δ _{int2}	---			-0,56	
Pre₁ vs. Pre₃					
IC _{int3}		[21,01 ; 67,2]			
ES _{int3}		0,53			
%Δ _{int3}		7,77			
Pre₁-Post₁ vs. Pre₂ - Post₂					
ES_Int _E					-0,68 _{crudo} / -0,95 _{relativo}
Post₁ - Pre₂ vs. Post₂ - Pre₃					
ES_Int _D					-0,35 _{crudo} / -0,46 _{relativo}

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; Int: intervención.

Crudo: valores sin tener en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Relativo: valores teniendo en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Profundizando en la comparación de estos valores frente los obtenidos en otros estudios, encontramos que el mayor tamaño del efecto para la aptitud cardiorrespiratoria lo obtuvieron Vaughan et al. (2014) con un 1,70, tras una intervención multicomponente con 2 sesiones por semana, aunque en su estudio consideraron sólo aquellos participantes que habían asistido a un 85% del entrenamiento y su media de edad se situaba por debajo de la de nuestra muestra (69

años). Le sigue Neto, Santos, Silva, de Santana, y Da Silva-Grigoletto (2018) con un 1,66 tras un entrenamiento funcional pero de nuevo con una muestra aún más joven (64 años) y con 3 sesiones por semana, una más que la utilizada por nuestro programa EFAM-UV©. Por otro lado, el estudio que más se acerca a nuestros valores tras el primer año de intervención, corresponde a Leitão et al. (2015) obteniendo un 0,79, cerca de nuestro valor del G1 (ES_{G1} : 0,77), o ligeramente por debajo si lo comparamos con el G2 (ES_{G2} : 0,87). Cabe destacar que el estudio de Leitão et al. (2015) es el que más se parece a nuestra intervención en cuanto a tiempo de trabajo y descanso (9 y 3 meses, respectivamente) estableciendo una asistencia mínima del 80%. De nuevo, las diferencias en la asistencia y la edad pueden estar detrás de la diferente magnitud en el tamaño del efecto.

En su estudio, Leitão et al. (2015) estudiaron la evolución a lo largo de tres años y pudieron ver un incremento tras los periodos de entrenamiento reflejado en un mayor valor en el tamaño del efecto a lo largo de los años. Sin embargo, en nuestro estudio se observó que la mayor ganancia fue conseguida tras el primer periodo de entrenamiento y durante el segundo se obtuvo un valor más pequeño, corroborando así la hipótesis planteada al inicio de la investigación (3).

En un estudio reciente, Virág, Harkányi, Karóczy, Vass, y Kovács (2018) compararon la evolución de tres poblaciones con diferentes meses de entrenamiento (no entrenados, entrenados entre 3 y 6 meses, y entrenados durante más de 6 meses), y se observó que cuando la población había sido previamente entrenada más de 6 meses, la capacidad de mejora quedó suavizada. De acuerdo con estos autores, nuestros resultados confirman el proceso que siguen las adaptaciones fisiológicas: se experimenta una gran mejora al exponerse al nuevo estímulo, y posteriormente, existe una atenuación en ellas.

En cuanto al desentrenamiento en el primer periodo, aunque con ES muy parecidos para ambos grupos (ES_{G1} : -0,24; ES_{G2} : -0,22), la aptitud cardiorrespiratoria mejorada en los 8 primeros meses se redujo de forma significativa a los tres meses para el G1 pero no para G2.

De esta forma, además de haber mejorado más los participantes del G2 (mayor ES y sin empeorar significativamente tras este primer parón vacacional), el seguimiento del

segundo desentrenamiento en G2 sí reflejó pérdidas significativas (IC95% [-43,35 ; -10,75] metros) y un ES superior a las del primer año (ES_{G2_D2} : -0,35) para ambas muestras. Esta menor ganancia durante el entrenamiento, junto a la mayor caída del rendimiento al cesar el programa, se refleja también en el análisis de la intervención en el segundo año, negativa aunque de forma trivial (ES_{Int2} : -0,04) y no significativa (IC95% [-18,69 ; 16,35] metros). A pesar de ello, las ganancias del primer periodo son tan grandes que en su tercer año (Pre_3), los usuarios de G2 aún mantienen un nivel de aptitud cardiorrespiratoria significativamente por encima de su inicio en el programa (ES_{Int3} : 0,53).

Esta reducción de la ganancia en los adultos mayores ya entrenados, acompañada de pérdidas más acentuadas en el segundo desentrenamiento obligará a poner atención especial en este periodo.

La tendencia de nuestros resultados se ven corroborados con el estudio de Leitão et al. (2015) ya que obtiene que año tras año de desentrenamiento, las pérdidas se incrementan (-0,43; -0,45; -0,59). El hecho de que los participantes en el programa EFAM-UV© tuvieron menores pérdidas en esta capacidad (ES_{G1} : -0,22; ES_{G2} : -0,35), aporta un mayor valor al programa de entrenamiento. Aunque los beneficios fueron ligeramente inferiores comparado con otros estudios, se observa que las mejoras pudieron perdurar durante más tiempo, siendo este uno de los principales objetivos de los programas de ejercicio físico. Este comportamiento incremental se formula en contra de la hipótesis planteada, donde se presupuso que las pérdidas a lo largo del primer año del desentrenamiento serían más abultadas que las del segundo.

Dado que el análisis del efecto de la participación efectiva se valorará en el apartado 3.2.4, la parte de la Tabla 13 referida al ES_{Int} Entrenamiento o Desentrenamiento, se comentará más adelante (ver página 125).

A modo de resumen sobre la aptitud cardiorrespiratoria en el programa EFAM-UV©, las mejoras del primer periodo fueron significativas y grandes para ambos grupos, con una caída del rendimiento pequeña tras las vacaciones y significativa solo para el primer grupo. Sin embargo, en el segundo periodo el impacto del programa se redujo (ES pequeño y significativo). Se desconoce si

este hecho es el responsable del mayor desentrenamiento que le acompaña (pequeño y significativo) o si nos enfrentamos a los efectos de la edad. Considerada la intervención en su conjunto, los usuarios del programa EFAM-UV© mejoran la aptitud cardiorrespiratoria de forma significativa y con un tamaño moderado.

3.2.1.2. Fuerza en extremidades inferiores

El test de SyL₃₀ mide la fuerza muscular en extremidades inferiores (Tablas 14 y 15), variable de tipo sistémico también. De nuevo, se observa una mejora significativa en el primer periodo de entrenamiento para ambos grupos: IC95% G1 [1,85-3,74] repeticiones y G2 [2,28-4,84] repeticiones. Y al igual que con la aptitud cardiorrespiratoria, G2 obtuvo una mayor magnitud de cambio frente al G1 (ES_{G2}: 1,03 vs ES_{G1}: 0,77) en ese periodo.

Tabla 14.

Efectos del programa EFAM-UV© sobre la fuerza en extremidades inferiores para G1: test SyL₃₀ expresado en **repeticiones**

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂
Media	15,32	18,11	16,83
DE	3,28	3,9	3,96
IC	[1,85 ; 3,74]		[-1,75 ; -0,25]
ES	0,77		-0,33
%Δ	18,21		-7,07
Pre₁ vs. Pre₂			
IC _{int}		[0,73 ; 2,7]	
ES _{int}		0,41	
%Δ _{int}		9,86	

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; int: intervención

Tabla 15.

Efectos del programa EFAM-UV© sobre la fuerza en extremidades inferiores para G2: test SyL₃₀ expresado en **repeticiones**

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂	Post ₂	Pre ₃
Media	15,17	18,73	18,07	19,5	16,55
DE	3,17	3,74	3,67	4,82	3,81
IC	[2,28 ; 4,84]	[-1,97 ; 0,22]	[0,78 ; 2,81]	[-4,31 ; -1,58]	
ES	1,03	-0,18	0,33	-0,68	
%Δ	23,47	-3,52	7,91	-15,13	
Pre₁ vs. Pre₂					
IC _{int1}		[1,3 ; 4,08]			---
ES _{int1}		0,85			---
%Δ _{int1}		19,12			---
Pre₂ vs. Pre₃					
IC _{int2}	---			[-2,13 ; 0,13]	
ES _{int2}	---			-0,41	
%Δ _{int2}	---			-8,41	
Pre₁ vs. Pre₃					
IC _{int3}			[0,62 ; 3,06]		
ES _{int3}			0,39		
%Δ _{int3}			9,1		
Pre₁ - Post₁ vs. Pre₂ - Post₂					
ES_Int _E					-0,7 crudo / -0,94 relativo
Post₁ - Pre₂ vs. Post₂ - Pre₃					
ES_Int _D					-0,75 crudo / -0,78 relativo

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; Int: intervención.

Crudo: valores sin tener en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Relativo: valores teniendo en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Observando el comportamiento en otros estudios, los tamaños del efecto durante el primer periodo de entrenamiento distan mucho de otras intervenciones, en función de si tomamos como referencia los del G1 o los del G2. Volviendo sobre otros autores, Leitão et al. (2015) obtuvieron un tamaño del efecto muy relevante, sobre todo en su segundo año (ES: 1,47 y 2,09 para el primer y segundo año), mientras que en nuestro estudio solo se obtuvo para el primer periodo (ES_{G2_1}: 1,03). Destacar que su programa

no tenía orientación cognitiva, lo que podría remarcar sus mayores ganancias sobre la fuerza. Así, nuestros valores se acercaron a los valores de Neto et al. (2018) (ES: 1,21) a pesar de la mayor juventud de su población. De nuevo, al comparar el primer periodo de entrenamiento frente al segundo, en nuestro caso la mejora se reduce con una caída sustancial del tamaño del efecto (ES_{G2_E2} : 0,33), y en cambio, Leitão et al. (2015) mejoraba incluso más.

Dado que el programa EFAM-UV© busca una mejora en la fuerza útil, el control postural y la estabilización, quizá hubiera sido necesario aumentar la dirección neural del entrenamiento y la exigencia en fuerza en el segundo año, para compensar que en esta fase ya se han superado los beneficios de las primeras adaptaciones neurales. Si en el primer año algunas acciones basadas en sentarse y levantarse o ejercicios técnicos como las transiciones de peso, la iniciación a la sentadilla y otros, de carácter claramente re-educativo fueron suficientes para mejorar la fuerza, se puede pensar que en este segundo hubiera sido necesario aumentar la exigencia.

Por lo que se refiere ahora al desentrenamiento, también encontramos una similitud con la aptitud cardiorrespiratoria, ya que en el primer periodo se obtuvieron pérdidas significativas solo para G1 (IC95% [-1,75 ; -0,25] repeticiones) y con un ES_{G1_D1} de -0,33. Es decir, ambas capacidades condicionales se vieron más afectadas durante el desentrenamiento en aquellos que no completaron el segundo año de intervención.

Respecto al segundo periodo de no-entrenamiento, la fuerza cayó con una magnitud moderada (ES_{G2_D1} : -0,68) y significativa (IC95% [-4,31 ; -1,58] repeticiones), aunque fue el descenso más grande entre las variables físicas analizadas. Estas pérdidas puede que sean una causa directa de ser dos años mayor, cosa que provoca una menor capacidad de retención (Toraman, 2005). Aunque también es posible que el estímulo a nivel neuromuscular no fuera lo suficientemente potente debido a la preocupación por mejorar otros aspectos, como lo cognitivo.

Si continuamos comparando con Leitão et al. (2015), estos autores mostraron altos valores de desentrenamiento (-1,25; -1,27; -0,92) aún más alejados de nuestros valores (ES_{G1_D1} : -0,33; ES_{G2_D1} : -0,18; ES_{G2_D2} : -0,68). Tal y como señalaba Hakkinen et al. (2000), el mayor deterioro de la fuerza a corto plazo es debido a que el primer paso en

la reducción de la fuerza se debe a factores neuronales. Volvemos a valorar positivamente al programa EFAM-UV© en cuanto a mantenimiento o retención del estímulo provocado por el entrenamiento. Aunque también debemos tener en cuenta que aquellos que han mejorado más, también pierden más.

Tal y como vimos en el caso de la aptitud cardiorrespiratoria, la fuerza muestra una respuesta positiva a la intervención y ambas mostraron una evolución similar (Tabla 16). Esto es, una mejora significativa tras el primer año (IC95% [1,3-4,08]) repeticiones con una magnitud grande (ES_{int1} : 0,85) y los dos años completos, de menor magnitud (ES_{int3} : 0,39), pero también significativo (IC95% [0,62-3,06] repeticiones). De la misma forma que ocurrió en la aptitud cardiorrespiratoria, cuando se valoró tan solo el segundo año se obtuvo un tamaño del efecto pequeño (ES_{int2} : -0,41) y no significativo (IC95% [-2,3 ; 0,13] repeticiones). La diferencia de magnitud puede ser debida a la gran pérdida que sufre la capacidad neuromuscular tras el segundo periodo de desentrenamiento, corroborando estos resultados con Carvalho et al. (2007), ya que también encontraron que la fuerza fue la capacidad más afectada durante el desentrenamiento en estas edades. Nuestros resultados apuntan en esa dirección, aunque no siempre se cumple, por ejemplo, la aptitud cardiorrespiratoria de G2 en su primer periodo, fue la que más se perdió.

A modo de resumen del programa EFAM-UV© sobre la fuerza en extremidades inferiores, las mejoras del primer periodo fueron significativas y moderadas (G1) o grandes (G2), con una caída significativa tras los tres meses tan sólo para G1. Durante el segundo periodo de entrenamiento se observaron de nuevo ganancias significativas, pero de menor magnitud, seguidas de un mayor descenso en el segundo desentrenamiento. Este hecho explica que al finalizar la intervención global, tras dos años de programa, se mostraran mejoras de magnitud pequeña aunque significativa.

De nuevo, el efecto de la participación efectiva se valorará más adelante (ver página 125).

3.2.1.3. Agilidad

Por lo que acontece a la última variable física, la agilidad (Tablas 16 y 17) al estar medida en tiempo, cuanto más se reduzca el valor, mejor desempeño físico. Aclaremos por ellos, que para que estos valores no se quedaran con signo negativo, la variable se ha multiplicado por -1 para que un efecto positivo quede representado con signo positivo.

El principal aspecto a resaltar es que esta cualidad obtuvo diferencias significativas y el mayor tamaño del efecto (comparado con el resto de capacidades) durante el primer periodo de entrenamiento en ambos grupos (ES_{G1}_E1: 1,01; ES_{G2}_E1: 1,1). Así como para el segundo periodo, donde el beneficio se redujo pero continuó siendo el más alto (ES_{G2}_E2: 0,39) y también significativo (IC95% [-0,46 ; -0,001] segundos).

Teniendo en cuenta que la agilidad fue la capacidad que más mejoró respecto a las otras variables físicas, cabe realizar una mención especial al tipo de programa, ya que las características del entrenamiento deben ser tareas complejas, toma de decisiones y cambios de dirección según Donath, van Dieën, y Faude (2016). Todos estos componentes los encontramos en el programa EFAM-UV©. La doble tarea es el paradigma principal sobre el cual se trabaja a lo largo de los entrenamientos, contribuye a obtener en mayor medida dichos beneficios.

Tabla 16.

*Efectos del programa EFAM-UV© sobre la agilidad para G1: test TUG expresado en **segundos***

	Pre₁	Post₁	Pre₂
Media	6,81	5,66	5,85
DE	1,39	0,83	0,78
IC	[-1,53 ; -0,76]		[-0,03 ; 0,31]
ES	1,01		-0,24
%Δ	16,89		-3,36
Pre₁ vs. Pre₂			
IC _{int}	[-1,4 ; -0,58]		
ES _{int}	0,85		
%Δ _{int}	14,1		

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; Int: intervención.

Tabla 17.

Efectos del programa EFAM-UV© sobre la agilidad para G2: test TUG expresado en *segundos*

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂	Post ₂	Pre ₃
Media	6,96	5,66	5,66	5,42	5,59
DE	1,5	0,74	0,5	0,72	0,74
IC	[-1,82 ; -0,78]	[-0,22 ; 0,22]	[-0,46 ; -0,001]	[-0,04 ; 0,36]	
ES	1,1	0,00	0,39	-0,23	
%Δ	18,68	0,00	4,24	3,14	
Pre₁ vs. Pre₂					
IC _{int1}		[-1,73 ; -0,63]		---	
ES _{int1}		1,16		---	
%Δ _{int1}		18,68		---	
Pre₂ vs. Pre₃					
IC _{int2}	---			[-0,27 ; 0,07]	
ES _{int2}	---			0,11	
%Δ _{int2}	---			1,24	
Pre₁ vs. Pre₃					
IC _{int3}			[-1,81 ; -0,78]		
%Δ _{int3}			19,68		
ES _{int3}			1,16		
Pre₁ - Post₁ vs Pre₂ - Post₂					
ES_Int _E					-1,12 crudo / -1,32 relativo
Post₁ . Pre₂ vs Post₂ . Pre₃					
ES_Int _D					-0,32 crudo / -0,28 relativo

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; Int: intervención.

Crudo: valores sin tener en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Relativo: valores teniendo en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Si comparamos estos ES frente a otros estudios vemos que, a pesar de ser la que consigue el valor más alto de todas las variables físicas en nuestra intervención, todavía hay otros programas que han obtenido valores por encima de los nuestros. Como por ejemplo, la intervención llevada a cabo por Vaughan et al. (2014) que consiguió un 2,04 a través de un programa multicomponente, Leitão et al. (2015) con un 1,51 o Neto et al. (2018) con un 1,40, realizando un entrenamiento multicomponente y entrenamiento funcional, respectivamente. El hecho de que el programa EFAM-UV© sea

multicomponente y con especial atención a la función ejecutiva, puede explicar que nuestras mejoras sean buenas, aunque inferiores.

Por otro lado, la literatura ha descrito que esta capacidad es una de las que más afectadas se ve con el paso de la edad, tanto refiriéndose a la agilidad como tal (Adamo, Talley, y Goldberg, 2014; Virág et al., 2018), como cuando se la considera como cualidad neuromuscular junto a la fuerza (Adamo et al., 2014; Marques et al., 2014; Rikli y Jones, 2013). Es por ello que a través de programas multicomponente y/o funcionales, la mejora que puede llegar a experimentar es muy grande; la mayor respecto a las otras variables.

Para el segundo año de entrenamiento, nuestros valores se acercan al estudio de Leitão et al. (2015), ya que ellos obtuvieron un 0,41 mientras que, en nuestro estudio fue de 0,39 (y significativo). De nuevo encontramos una reducción en la segunda mejora, al igual que en el resto de capacidades. Aunque en este caso cabe mencionar que al no estar permitido correr durante la prueba, resulta muy complicado seguir obteniendo mejores resultados, por lo que será interesante evaluar la agilidad mediante otro test para no observar un efecto techo. No es sencillo bajar de 5 segundos sin correr o asumir riesgos.

De hecho, el beneficio del programa EFAM-UV© sobre la variable agilidad son tan importantes, que durante el desentrenamiento del G2 que es el que nos ha permitido realizar el seguimiento completo del programa, en sus dos parones estivales no se encontraron diferencias significativas tras desentrenar. Incluso en su primer periodo de desentrenamiento (G2) no perdió nada, es decir, la estimación para la diferencia de medias fue 0. Aunque en el segundo periodo subió (ES_{G2_D2} : -0,23). Como en el resto de las capacidades existe pérdida pero no fue significativa.

Este resultado es muy importante puesto que esta capacidad representa al equilibrio dinámico. Si lo trasladamos a la vida de las personas se traduce en una mayor seguridad al realizar las actividades de la vida diaria, salir y cruzar la calle, etc., disminuyendo la probabilidad a padecer caídas, con la consiguiente reducción en costes sanitarios. Para G1 se volvieron a encontrar pérdidas no significativas (IC95% [-0,03 ; 0,31] segundos) y

pequeñas (ES_{G1_D1} : -0,24), siendo un comportamiento diferente a las otras dos capacidades condicionales.

Revisando otros estudios, la tendencia no es lineal, si no que describe un patrón irregular. Según aumenta el tiempo transcurrido entre el final de la intervención y las sucesivas evaluaciones, puede ser que las pérdidas sean mayores tras dos meses (0,4) y no sobre 4 meses (0,3) (Toraman y Ayceman, 2005). También hay que tener en cuenta que por ejemplo, en el estudio de Lee et al. (2017) encontraron que tras 12 meses de desentrenamiento, la agilidad mostró una pérdida con una magnitud de 1,09, pudiéndose explicar a causa de que durante la intervención se prestó más atención al componente cardiovascular y neuromuscular, pero no a la toma de decisiones o cambios de dirección. Se confirma así que la especificidad del entrenamiento será una característica a tener en cuenta según se quiera mejorar más una capacidad u otra, también en los adultos mayores.

Valorando la agilidad de forma global, tanto el valor de la intervención completa en G1 como en G2 mostró la mayor magnitud frente al resto de capacidades (ES_{Int1} : 0,85 (G1); ES_{Int3} : 1,16) y significativas (G1: IC95 [-1,4 ; -0,58] segundos; G2: IC95 [-1,81 ; -0,78] segundos) segundos. Esto pudo ser como consecuencia de que la agilidad fue la cualidad física que más mejoró, y sin embargo, no empeoró significativamente. Además, solamente para esta capacidad se obtuvo un beneficio aunque no significativo en el periodo Int2. Es posible que los efectos sobre los sub-dominios que sustentan a esta capacidad tengan un efecto residual mayor y contribuyan a mostrar menores pérdidas.

A modo de resumen, el programa EFAM-UV© mejoró la agilidad de forma significativa y con una magnitud grande durante el primer periodo de entrenamiento tanto en G1 como G2, con una caída no significativa tras los tres meses de vacaciones, siendo pequeña (G1) y trivial (G2). En el segundo periodo de entrenamiento se volvieron a conseguir mejoras de magnitud pequeña y significativa, y de nuevo las pérdidas no fueron significativas. Considerado la intervención en su conjunto, la agilidad fue la cualidad física más beneficiada con el mayor tamaño del efecto.

De nuevo, el efecto de la participación efectiva (ES_Int) se valorará más adelante (ver página 125).

Fundamentalmente, los beneficios entre ambos grupos se dieron en el primer periodo de entrenamiento, consiguiendo G2 valores por encima de G1. Es posible que, una mayor percepción de los beneficios contribuyera a que los adultos mayores continuaran con el programa (Farrance et al., 2016; Killingback et al., 2017).

Llegado a este punto surge la pregunta de si siendo los cambios significativos durante el entrenamiento y no habiendo mostrado pérdidas relevantes durante el desentrenamiento, fueron realmente suficientes para permitir situar a los participantes dentro de los valores óptimos que les permitieran ser independientes a nivel funcional, tal y como analizaremos a continuación.

3.2.2. Efectos del programa respecto a la independencia en la función física

Con el propósito de responder al objetivo específico (5) centrado en valorar los resultados de la intervención atendiendo a la adquisición o no del nivel de función física que se necesita para ser independiente, este apartado analiza los cambios en sus usuarios en relación a los valores de referencia propuestos por Rikli y Jones (2013). Para ello se ha observado de forma dicotómica a la muestra, atendiendo a si estaba por encima o por debajo del valor medio asignado a su rango de edad (sección 2.3.1).

A continuación, se han establecido las siguientes categorías o posibilidades en relación a los efectos del programa EFAM-UV©:

- Categoría 1: “Se mantiene independiente” (morado) son aquellos sujetos que tanto al inicio como al final de la intervención, siempre han mostrado valores iguales o por encima a su valor de referencia.
- Categoría 2: “Alcanza la independencia” (verde) significa que cuando llegó al programa no tenía el valor esperado para su género y edad, y en cambio, tras finalizarlo, sí que ha logrado alcanzar dicho valor.

- Categoría 3: “Se aleja de la independencia” (rojo) quiere decir que cuando llegó al programa mostró valores iguales o por encima de su valor de referencia y tras su participación, se ha quedado por debajo.
- Categoría 4: “Se mantiene alejado de la independencia” (turquesa), que quiere decir que antes del programa no alcanzó su valor de referencia y una vez transcurrido el programa, sigue sin alcanzarlo.

Es importante destacar que estar por debajo de los valores tomados como criterios de referencia conlleva un riesgo elevado de pérdida funcional y de independencia, aunque los rangos de Rikli y Jones (2013) se refieran a la población americana. No han sido utilizados valores normativos ya que estos sólo se pueden utilizar para comparar poblaciones (Adamo et al., 2014). Como señala este mismo autor, a pesar de que la habilidad para llevar a cabo tareas funcionales es multifactorial (Adamo et al., 2014), partir de unos buenos niveles de aptitud física puede facilitar el mantenimiento de la independencia funcional.

El orden con el que describiremos a las variables será el mismo utilizado anteriormente. Es por ello que empezaremos por la aptitud cardiorrespiratoria y su distribución tanto para el entrenamiento ($E1_{G1}$, $E1_{G2}$ y $E2_{G2}$, considerando Pre_1 vs $Post_1$) como desentrenamiento ($D1_{G1}$, $D1_{G2}$ y $D2_{G2}$, considerando $Post_1$ vs Pre_2), quedando representado en la Figura 17 para el G1. Y en la Figura 18 para el G2.

Recordemos que por categorizar entendemos agrupar, ordenar, clasificar valores en categorías para que sea más fácil para comprender la evolución del programa. Como por ejemplo, en el caso de un equipo que el entrenador sepa rápidamente como están distribuidos sus jugadores en cuanto a condición física para adaptar sus entrenamientos, al igual que puede ocurrir en los entrenamientos para adultos mayores.

Más concretamente, en esta población los valores normativos son muy interesantes para ofrecer información sobre quien se sitúa en un nivel de independencia o quien puede empezar a necesitar ayuda en las actividades de la vida diaria por los resultados obtenidos en las evaluaciones de movilidad. Conocer si los valores obtenidos por los test están por encima o por debajo del valor establecido es de gran importancia, sobre todo para conocer de qué nivel partimos al inicio de las intervenciones, e identificar qué

variables y/o participantes son los más susceptibles de mejora (a nivel individual o colectivo). Por otro lado, conocer cómo te ha influenciado el programa al finalizar la intervención nos permitirá conocer la forma en la cual se deben establecer las progresiones, así como el nivel de dificultad de los ejercicios para saber hacia dónde se sigue progresando. Es por tanto una información relevante tanto para el usuario como para el entrenador.

A pesar de las ventajas, no podemos olvidar que uno de los principales problemas que encontramos cuando ofrecemos rangos normativos es la heterogeneidad entre los adultos mayores, más cuánto más adulta sea la muestra. Si no se tiene en cuenta esta heterogeneidad, es posible que se den pequeños cambios en los resultados que conlleven grandes mejoras, y por interpretar en función del rango nos estemos perdiendo una información muy valiosa. Es por ello que habrá que tomar con cautela los resultados y siempre compararlos con las medidas aportadas a través de otros procedimientos. Además, cabe considerar que la independencia está muy relacionada con la salud, y muchas veces la actitud con la que afronta el adulto mayor a su mundo puede ser determinante, y por supuesto, queda fuera de los límites de las cuantificaciones.

Por último, no se puede perder de vista que los valores utilizados fueron los de la población americana por ser los más extendidos, y también los que cuentan con muestras de mayor tamaño. Nuestros datos deben contribuir así, a completar a los estudios normativos sobre la población española iniciados por Gusi et al. (2012), aunque este autor no presenta valores para la fuerza en extremidades inferiores.

Una vez realizadas estas aclaraciones, y volviendo sobre nuestro objetivo específico 5, la principal pregunta sería si la mayor magnitud de cambio mostrada por aquellos que participaron dos años se hará patente también mediante un mayor porcentaje de participantes en las categorías 1 y 2 (*Se mantiene independiente y Alcanza la independencia*, respectivamente). En un segundo plano, algunas preguntas que se plantean son: ¿Las pérdidas durante el entrenamiento se reflejan en un aumento de las personas que se alejan de la independencia? ¿Es la agilidad la variable que mejor responde en términos de categorización reflejando así su mayor mejora en ambos

grupos y a lo largo de la intervención, tal y como ha señalado la estadística inferencial anterior?

3.2.2.1. Aptitud cardiorrespiratoria

Gracias al primer año de entrenamiento G1, (Figura 17), un 45% de los participantes alcanzaron el nivel normativo que la clasificación de Rikli y Jones (2013) les otorgaba para su edad –categoría 2-; que, sumados al 38% que estaban por encima del valor que les correspondía ya en el inicio –categoría 1-, supuso que un 83% de adultos en nuestra muestra tuvieron al acabar el primer periodo de entrenamiento la aptitud cardiorrespiratoria indicada para considerarlos como físicamente independientes.

Tan solo un 2% de los usuarios no fue capaz de mantener su independencia a nivel de aptitud cardiorrespiratoria (categoría 3: *Sale de la independencia*), a pesar de ser un año mayor. Y, el 15% restante lo formaron aquellos adultos mayores que no pudieron alcanzar estos rangos de independencia –categoría 4-. Esto no indica que no incrementaran sus niveles en el test de 6MM, sino que no fueron capaces de hacerlo lo suficiente como para alcanzar estos valores de referencia.

Por lo que respecta al desentrenamiento (Figura 18), del 83% de los participantes que finalizaron como independientes –categorías 1 y 2-, se disminuyó a un 67%, es decir, la diferencia (17%) fueron aquellos que se situaron en la categoría 3 (se alejaron de la independencia). No obstante, cabe remarcar que más de la mitad de la muestra continuó con valores que les permitieron ser independientes tras desentrenar. El porcentaje de la categoría 4 que albergó a aquellos que se mantenían alejados de la independencia, se incrementó ligeramente, pasando de 15 a 17%.

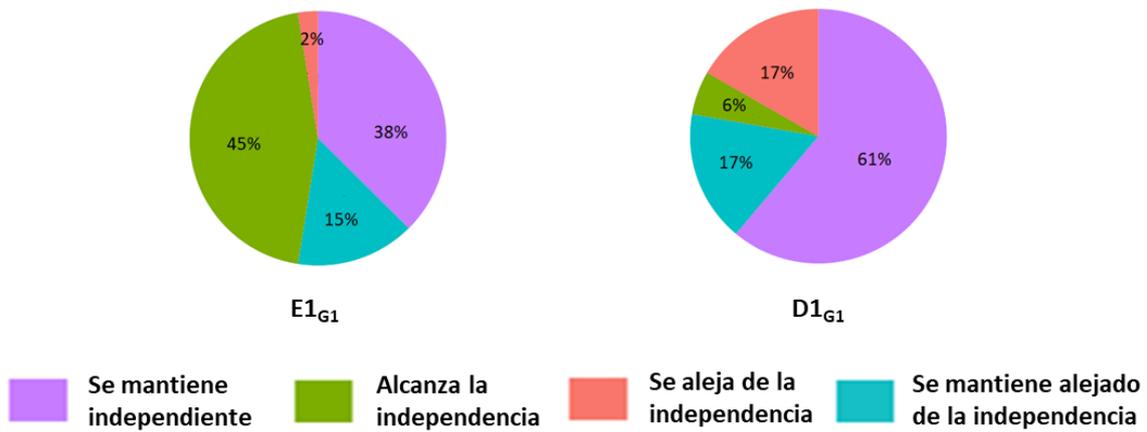


Figura 17. Categorización de la aptitud cardiorrespiratoria para G1.

Nota. Efectos del primer periodo de Entrenamiento (E1_{G1}) y Desentrenamiento (D1_{G1}) según los valores normativos de Rikli y Jones (2013) para edad y género.

Inicialmente, se presupone que un estímulo insuficiente durante el periodo de entrenamiento hizo que algunos participantes no alcanzaran los valores establecidos para su edad y género. Aunque un punto de partida más bajo respecto a sus compañeros podría estar también entre las causas. Por otro lado, llama la atención que, a pesar de estar desentrenando, se mantuviera la categoría 2, que con un 6% aún consigue la independencia en este periodo; tal vez por la motivación de haberse sentido mejor a nivel físico tras el programa. Esta percepción de mayor bienestar asociada a la práctica de ejercicio físico es uno de los aspectos fundamentales para implementar programas de ejercicio físico en la población adulta.

Por lo que respecta al G2, la distribución es la mostrada en la Figura 18. El principal aspecto a resaltar es que durante su primer periodo de entrenamiento, nadie se alejó de la independencia (categoría 3), y un 84% la mantuvo, coincidiendo este valor para el segundo entrenamiento (E2_{G2}). Dado que la mayoría de los usuarios ya estaban en el rango de independencia señalado para su edad en este momento, se redujo el número de participantes en la categoría 2. La categoría 3, por su parte, mostró aún un 6% de usuarios que pasaron a ser dependientes, quizá motivado por su mayor edad; aunque no se puede descartar la insuficiencia del estímulo en este segundo periodo de entrenamiento. También pudo suceder como señala Virág et al. (2018) por estar más entrenados pudo suceder esta situación. Otro aspecto a resaltar es que el porcentaje de

aquellos participantes que se mantuvieron alejados de la independencia para ambos periodos se redujo de un 16% a un 11%.

En cuanto al desentrenamiento (Figura 18), encontramos nuevamente que durante el D1_{G2} existió gente que fue capaz de mejorar gracias al estímulo proporcionado por el programa y alcanzar la independencia sin entrenamiento (9%), hecho que no se dio en D2_{G2}. Confirmamos de nuevo, que tener un año más provoca que no sea tan fácil mantener los valores esperados, o incluso ayuda a perderlos más rápidamente. Como vimos anteriormente, también la reducción de la mejora en el segundo periodo de entrenamiento, en comparación con el primero, podría relacionarse con esta merma de la aptitud cardiorrespiratoria en el 6MM.

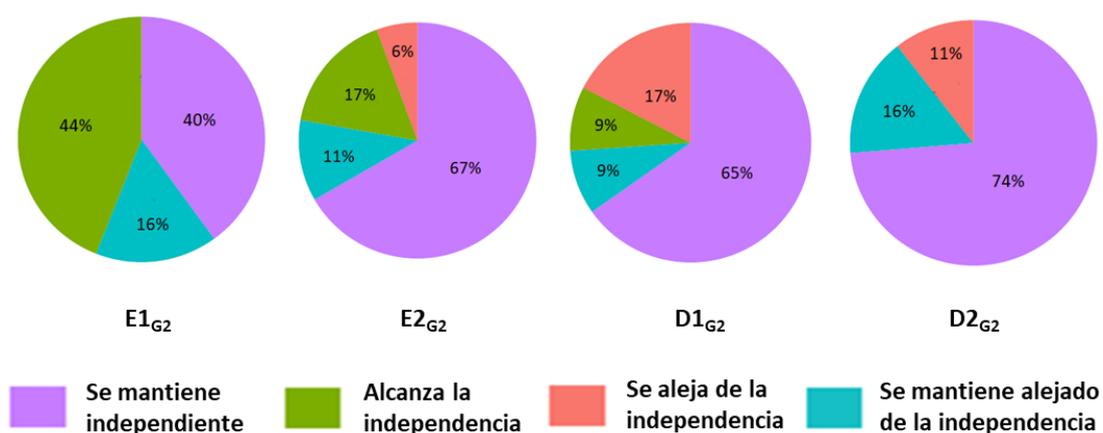


Figura 18. Categorización de la aptitud cardiorrespiratoria para G2.

Nota. Efectos del primer y segundo periodo de Entrenamiento (E1_{G2} y E2_{G2}) y Desentrenamiento (D1_{G2} y D2_{G2}) según los valores normativos de Rikli y Jones (2013) para edad y género.

Cabe destacar que, tanto tras D1_{G2} como D2_{G2}, un 74% de los participantes se mantuvo en niveles independientes, siendo éste un aspecto relevante para los adultos mayores. Otro aspecto importante es que durante D2_{G2} no hubo tantas personas que se alejaron de la independencia (17% vs 11%), y en cambio, las que se mantuvieron alejadas, aumentaron (9% pasaron a un 16%). Las personas que ocuparon las categorías 3 y 4 serían sobre las que más atención se debería mostrar a lo largo del programa para tratar que no lo acabasen abandonando. De esta forma, la categorización aportaría una

información muy relevante en el seguimiento de los programas a largo plazo, pues más que garantizar la mejora per sé, el fin último es mantener la independencia.

A modo de resumen y atendiendo a la categorización, más del 80% de los usuarios del programa EFAM-UV© se situaron en la independencia respecto a la aptitud cardiorrespiratoria al finalizar sus entrenamientos (primer y segundo año). Confirmando su efecto residual, al finalizar el desentrenamiento el 67% (G1) y 74% (G2) continuaron siendo independientes. Recordemos que el valor de la mediana al inicio del programa en ambos grupos se situaba por debajo de este nivel de independencia (Figura 16).

3.2.2.2. Fuerza en extremidades inferiores

Continuando con la siguiente variable, en el caso del E1_{G1} (Figura 19), más de la mitad de los participantes ya tenían el nivel de fuerza esperado para su edad y género al inicio del programa. Por lo tanto, los beneficios que obtuvieron no se constatan en términos de categorización. El tamaño del efecto muestra la mejora pero la categorización no aporta datos que la expliquen. También encontramos aquí un 11% de asistentes que, aunque fue posible que aumentaran sus valores, no les fue suficiente para conseguir los valores de referencia correspondientes –categoría 3-.

Respecto al desentrenamiento (Figura 19), se puede considerar que los efectos perduraron porque, aunque se pasó de un 87% a un 75% de usuarios independientes (categoría 1 y 2), se trata de un elevado número de personas que se mantuvieron en los valores óptimos para su género y edad, muy similares a los de la aptitud cardiorrespiratoria. También destaca el 3% que nuevamente alcanzaron la independencia, a pesar de ser un momento de no-entrenamiento. Esto puede mostrar el interés por mantenerse activos en algunos usuarios, además de que pequeñas mejoras les ayudarán a aumentar la cantidad de actividad física y así alcanzar la independencia tras tres meses de desentrenamiento. Aunque debe preocuparnos el 7%

(11% al 18%) que se mantuvieron alejados de la independencia: adultos mayores que no se beneficiaron lo suficiente durante el entrenamiento ni cambiaron sus hábitos como para recuperar su funcionalidad.

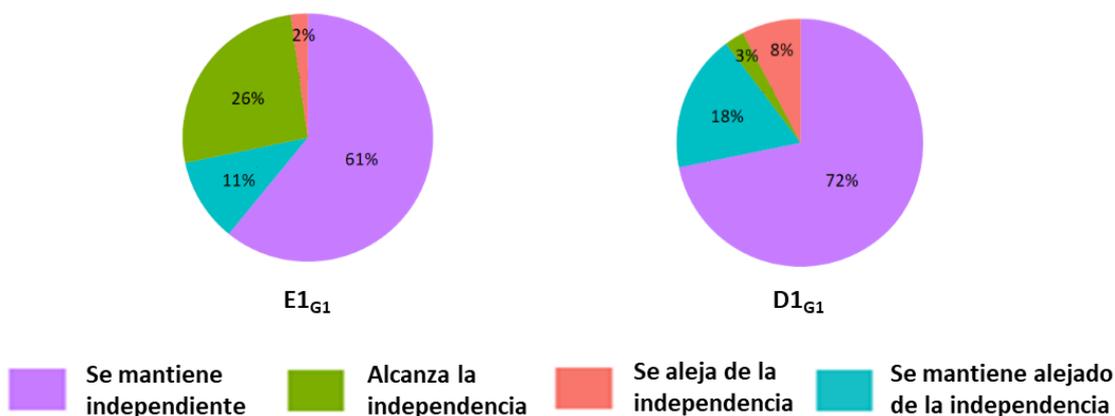


Figura 19. Categorización de la fuerza en extremidades inferiores para G1.

Nota. Efectos del primer periodo de Entrenamiento (E1_{G1}) y Desentrenamiento (D1_{G1}) según los valores normativos de Rikli y Jones (2013) para edad y género.

En el caso del G2 (Figura 20), el aspecto más llamativo fue que en todos los momentos, más de la mitad de la muestra se situó en la categoría 1. Además, la fuerza comparada con la capacidad cardiorrespiratoria y agilidad, fue la única variable que, presentó una proporción de participantes en la categoría “Se aleja de la independencia” en E1 (4%). Si comparamos el porcentaje de gente con niveles de fuerza suficientes para su edad, de un 89% (E1_{G2}) se pasó a un 84% (E2_{G2}), una disminución pequeña, teniendo en cuenta que tienen un año más. Una característica a remarcar es que durante el E2, no hubo nadie que se situara en la categoría 2, lo cual indica que el estímulo fue suficiente para los independientes. Y en cambio, aquellos dependientes siguieron como tal. Por tanto, un aspecto que hay que cuidar en las clases en grupo sería el refuerzo sobre determinadas capacidades en aquellas personas que no han conseguido alcanzar su categoría. Una vez más como entrenadores nos preocupan los que no llegan.

En cuanto al desentrenamiento del G2, recordamos que la fuerza fue la más deteriorada durante el D2 según el tamaño del efecto, hecho que se confirma a través del descenso

de participantes en la categoría 1 y 2 (del 84% una vez finalizado el E2_{G2} al 72% tras el D2_{G2}), junto con un aumento del porcentaje de la categoría *Se alejan de la independencia* (14%). Se repite la argumentación: es posible que al ser la muestra dos años mayor el estímulo fuese insuficiente. El 5% de aquellos que mejoraron en este periodo (categoría 2) invierte la tendencia encontrada en la aptitud cardiorrespiratoria, donde nadie fue capaz de mejorar en el segundo periodo de no-entrenamiento. Por último, el aumento de la categoría 3 y 4 del D1 al D2 señala la menor capacidad de retención de la variable fuerza, al igual que ocurrió en el G1. Y de nuevo, se remarca la importancia de detectar estos casos durante la ejecución del programa de ejercicio físico para reforzar a nivel individual con estímulos concretos.

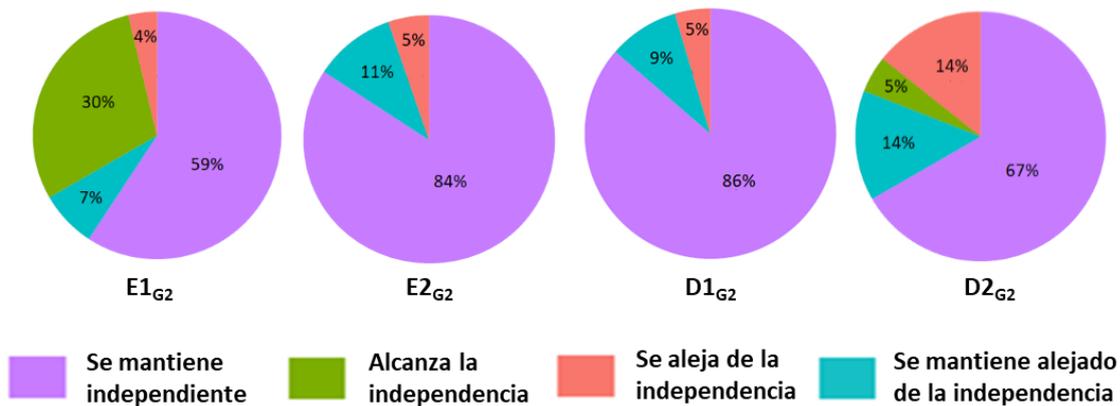


Figura 20. Categorización de la fuerza en extremidades inferiores para G2.

Nota. Efectos del primer y segundo periodo de Entrenamiento (E1_{G2} y E2_{G2}) y Desentrenamiento (D1_{G2} y D2_{G2}) según los valores normativos de Rikli y Jones (2013) para edad y género.

Así pues, la fuerza tiene un comportamiento muy similar a la aptitud cardiorrespiratoria. El nivel de usuarios al finalizar el entrenamiento siempre fue superior al 80% y se mantuvo por encima del 75% (D1_{G1}) y 72% (D2_{G2}) tras el desentrenamiento. Igualmente encontramos personas que fueron capaces de mejorar incluso sin entrenar, y un 18% (D1_{G1}) y 14% (D2_{G2}) final que nunca llegaron a beneficiarse lo suficiente como para mostrar niveles de fuerza en términos de independencia. En este caso sí partíamos con una mediana situada en valores cercanos a los esperados (Figura 16).

3.2.2.3. Agilidad

Por último, encontramos la agilidad representada en las Figuras 21 (G1) y 22 (G2). La agilidad es una habilidad compleja ya que es la combinación de otras habilidades como el equilibrio y la fuerza (Donath et al., 2016), pudiendo ser este un motivo para encontrar un número muy bajo de personas independientes tras el primer entrenamiento (E1_{G1}: 51%; E1_{G2}: 61%). Ello no quita que el programa sea capaz de aumentar el número de los independientes tras el segundo entrenamiento (E2_{G2}: 69%). Incluso, que presentara los porcentajes más elevados en la categoría 2 tanto para E1 (E1_{G1}: 36%; E1_{G2}: 42%) como para E2 (E2_{G2}: 37%). Contrariamente a la situación ideal, hubo un 5% de personas que se alejaron de la independencia durante el E2_{G2}.

En cuanto al desentrenamiento, EFAM-UV© tuvo un bajo efecto residual sobre la agilidad en su primer periodo. En este periodo aumentó el porcentaje de los dependientes (D1_{G1}: 65%; D1_{G2}: 60%), y esto provocó que la agilidad no alcanzara ese 50% de independientes, mostrado por las dos capacidades anteriores y para ambos grupos. Sin embargo, esta tendencia se invierte en el segundo año (D2_{G2}), ya que sólo se quedaron fuera de la independencia un 43% de participantes. Cabe destacar que esta fue la única capacidad que consiguió situar a personas en la categoría 2 en todos los momentos durante el desentrenamiento para ambos grupos, y reducir el número de personas que se alejaron de la independencia tras el D2, ya que las otras capacidades mostraron siempre incrementos a causa de que partieron con porcentajes muy elevados para la categoría 1.

Estos valores corroboran que estamos ante la capacidad que más se deteriora con el paso de los años. Además, a pesar de ser la que mayor mejora experimentó fijándonos en el tamaño del efecto, no logró llevar a la independencia a un gran número de adultos mayores hasta el segundo periodo. Partir de niveles más bajos permite mejoras más grandes (Virág et al., 2018), pero quizá el cese del estímulo se refleje en pérdidas inmediatas al desentrenamiento. De la misma forma, parece que la inercia que se inicia en el primer periodo, se consolida más a largo plazo.

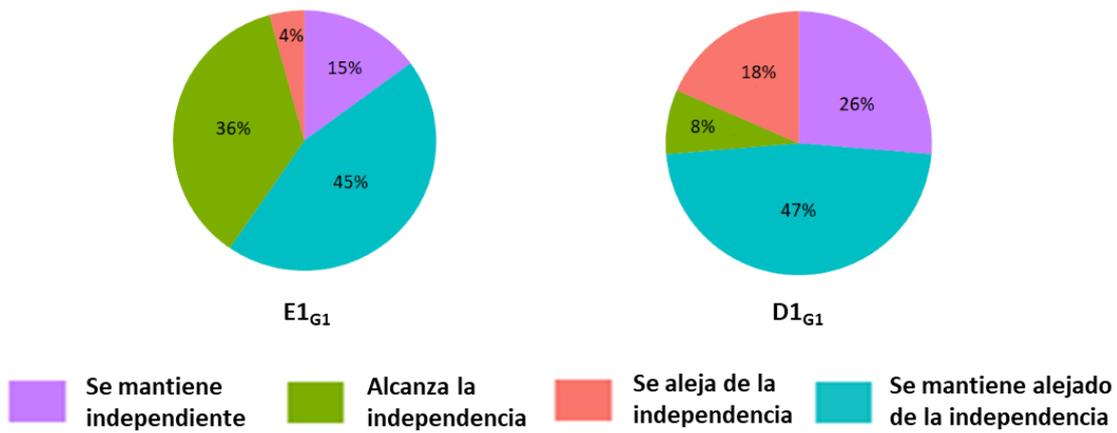


Figura 21. Categorización de la agilidad para G1.

Nota. Efectos del primer periodo de Entrenamiento (E1_{G1}) y Desentrenamiento (D1_{G1}) según los valores normativos de Rikli y Jones (2013) para edad y género.

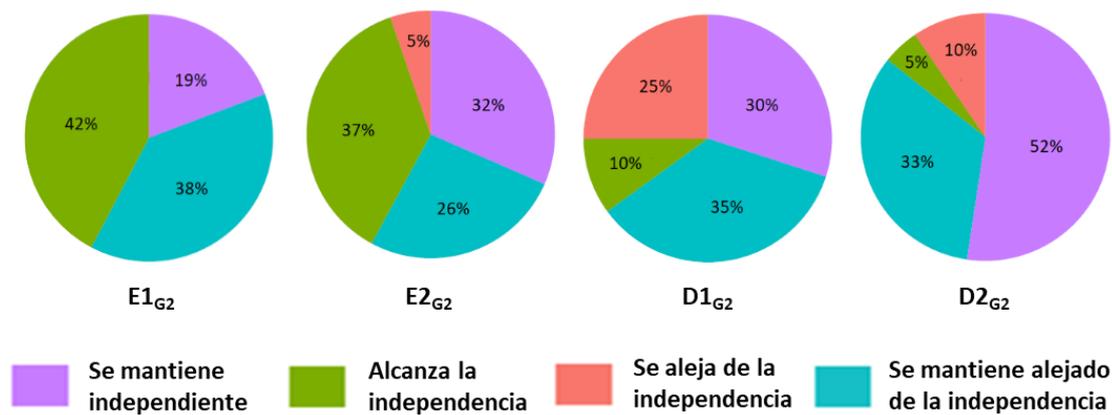


Figura 22. Categorización de la agilidad para G2.

Nota. Efectos del primer y segundo periodo de Entrenamiento (E1_{G2} y E2_{G2}) y Desentrenamiento (D1_{G2} y D2_{G2}) según los valores normativos de Rikli y Jones (2013) para edad y género.

A modo de resumen, la agilidad es la única de las capacidades que consiguió una mejora en términos de independencia de sus usuarios incluso en el segundo periodo de entrenamiento. Esto fue debido al inicio con un bajo número de usuarios en sus valores esperados (G1: 51%; G2: 61%). Dos años después, y a pesar de un tiempo de latencia mayor, ello no impidió que se terminara con un 57% de usuarios independientes tras el segundo periodo de desentrenamiento. En este caso, el valor de la mediana al inicio de la intervención se situó alejado del nivel de independencia (Figura 16).

Siguiendo la misma estructura de los anteriores apartados, compararemos nuestros resultados con otros estudios. Iniciando el discurso con la comparación sobre el trabajo de Gusi et al. (2012) ya que analizó a la población española, vemos que la principal ventaja que establece es el uso de percentiles para conocer con más detalle cuán cerca o lejos se está del valor medio.

Comparando en qué percentil se encuentran los valores ofrecidos por Rikli y Jones (2013) respecto a los percentiles de la muestra española, se trata de un 90 o 95 para la capacidad cardiorrespiratoria, y en cambio, para la agilidad se encuentran todos en el 95, aun encontrando valores más bajos para la muestra americana, alrededor de 0,2-0,3 segundos. Esta pequeña diferencia puede ser determinante para que entre capacidades exista tanta diferencia entre mantener o no independientes a los participantes. Es más, en un artículo posterior, se compararon los valores medios de las pruebas que conforman la batería del Senior Fitness Test entre diferentes poblaciones, y se observó que los valores de agilidad son los más exigentes, aproximadamente de 0,5 segundos (Marques et al., 2014). Es por ello que, a pesar de que sea una capacidad que se mejore mucho tras el entrenamiento, no es suficiente como para alcanzar los valores de la población americana. Estas comparaciones conducen a concluir que los estándares de la agilidad en los valores de referencia son muy exigentes y pueden no reflejar bien las mejoras obtenidas tras los programas de entrenamiento. Por tanto, deben ser tomados con cautela.

Siguiendo con esta capacidad, los resultados obtenidos están en línea con los de Gallè et al. (2016), donde la capacidad más difícil de mejorar fue la agilidad en ambos grupos y durante los periodos de entrenamiento correspondientes. Otros estudios que corroboran los bajos niveles mostrados en la agilidad son los de Alcázar et al. (2016) y Adamo et al. (2014), los cuales categorizaron la muestra siguiendo los mismos criterios que en nuestro estudio. Consecuencia de esto, la agilidad fue la que más cantidad de participantes mantuvo en niveles de dependencia tras el D2, considerando en conjunto la categoría 3 y 4.

Por último, señalar que al ser los metros o las repeticiones unidades más grandes que no los segundos utilizados en la agilidad, exista un mayor margen para mostrar mejoras

o empeoramientos. Es por ello, que es necesario homogenizar las variables para poder realizar comparaciones y extraer conclusiones.

Realizando ahora una lectura en conjunto de las tres capacidades pero separado por grupos, por un lado observamos que los participantes del G2 mostraron una mayor magnitud de mejora y un menor empeoramiento. Este comportamiento se tradujo en que los sujetos de dicho grupo consiguieron un mayor porcentaje de personas en *Se mantiene* independiente lo cual indica que el nivel de independencia del cual partieron y finalizaron, era mejor. Probablemente, el hecho de que los sujetos de la muestra partieran de buenos valores en la fuerza en extremidades inferiores podría explicar que esta capacidad fuera la que menos cambio mostrara en la categoría 2 para las tres, tanto para el G1 (45%, 26% y 36%, 6MM, SyL₃₀ y TUG respectivamente) como para el G2 (45%, 30% y 42%) tras su primer periodo de entrenamiento. Al igual que en el estudio de Gallè et al. (2016), ellos también obtuvieron que la fuerza en condiciones basales tuvo los niveles más elevados de participantes dentro de los valores correspondientes. Esta tendencia de menor cambio en la fuerza para las extremidades inferiores también se reafirma para el E2.

Tras el D1, los valores de fuerza fueron los que tuvieron un menor porcentaje de aquellas personas en la categoría 3 (se alejan de la independencia) y la agilidad fue la que mayor número albergaba en esa categoría. No obstante esta tendencia cambió para el D2, donde aumentó el número de participantes en esta categoría para la capacidad neuromuscular, siendo la agilidad la que recibió el menor número. Tanto la fuerza como la agilidad son las dos capacidades que en los estudios de largas cohortes, presentan la tasa más alta en cuanto a deterioro funcional (50,6% para la fuerza y 45,7% en la agilidad) (Adamo et al., 2014). Sin embargo, existe controversia sobre cuál de las dos tiene una mayor tasa, ya que por ejemplo, el estudio de Marques et al. (2014) obtuvo que la agilidad se deterioraba más rápido en comparación a la fuerza para diferentes poblaciones (americanos, brasileños y portugueses).

Por otro lado, la aptitud cardiorrespiratoria fue la que contuvo al mayor número de personas en la categoría 1 (se mantienen independientes), siendo tal vez esto posible gracias al trabajo sobre el dominio bioenergético del programa EFAM-UV© en los

últimos instantes del entrenamiento, a pesar de que la comparación entre culturas para ambas capacidades condicionales presentaran valores similares de deterioro (Marques et al., 2014).

Teniendo una visión en conjunto del comportamiento de la función física, nos queda ahora valorar esos cambios sobre la función cognitiva, la tercera pieza que compone el programa EFAM-UV©.

3.2.3. Evolución del comportamiento para la variable cognitiva

Una vez estudiado el comportamiento de las variables de tipo físico, pasamos a abordar el objetivo específico 6. En este análisis queremos entender cuál ha sido el impacto sobre la función cognitiva, y más concretamente sobre la Función Ejecutiva, del programa EFAM-UV© tras el primer y segundo periodo tanto de entrenamiento como desentrenamiento, así como la comparación entre periodos.

La función ejecutiva, evaluada como Inhibición, no sufrió cambios significativos en el grupo completo (G1, Tabla 18) durante el primer año, mostrando un tamaño del efecto pequeño (positivo) durante el periodo de entrenamiento y un tamaño trivial (negativo) durante el periodo de desentrenamiento.

Tabla 18.

*Efectos del programa EFAM-UV© sobre la función ejecutiva para G1: test STROOP expresado en **aciertos***

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂
Media	28,1	31,12	29,82
DE	8,5	10,38	10,54
IC	[-0,04 ; 6,12]		[-1,94 ; 2,73]
ES	0,32		-0,12
%Δ	10,75		-4,18
IC _{int}	[-0,99; 6,03]		
ES _{int}	0,18		
%Δ _{int}	6,12		

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; int: intervención.

Si nos centramos en el grupo que terminó los dos años de entrenamiento (G2, Tabla 19) observamos que la intervención sí tuvo un cambio positivo y significativo, aunque con un tamaño del efecto moderado.

Tabla 19.

Efectos del programa EFAM-UV© sobre la función ejecutiva para G2: test STROOP expresado en aciertos

	Pre ₁	Post ₁	Pre ₂	Post ₂	Pre ₃
Media	28,92	35,08	31,86	31,76	36,67
DE	9,22	11,57	10,42	9,17	11,18
IC	[1,87 ; 10,47]	[-4,31 ; 1,45]	[-3,55 ; 3,36]	[0,47 ; 8,06]	
ES	0,59	-0,29	-0,01	0,48	
%Δ	21,3	-9,18	-0,31	15,46	
Pre₁ vs Pre₂					
IC _{int1}		[-1,2 ; 7,51]		---	
ES _{int1}		0,3		---	
%Δ _{int1}		10,17		---	
Pre₂ vs Pre₃					
IC _{int2}	---			[1,16; 8,37]	
ES _{int2}	---			0,44	
%Δ _{int2}	---			15,1	
Pre₁ vs Pre₃					
IC _{int3}			[4,47 ; 17,03]		
ES _{int3}			0,75		
%Δ _{int3}			26,8		
Pre₁ - Post₁ vs Pre₂ - Post₂					
ES_Int _E			-0,87 crudo / -0,81 relativo		
Post₁ - Pre₂ vs Post₂ - Pre₃					
ES_Int _D			0,86 crudo / 0,86 relativo		

Nota. DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza de la media; ES: tamaño del efecto; %Δ: porcentaje de cambio; int: intervención.

Crudo: valores sin tener en cuenta los días entrenados o desentrenados.

Relativo: valores teniendo en cuenta los días entrenados o desentrenados.

En concreto, la función cognitiva en este grupo mejoró significativamente durante el primer periodo de entrenamiento, manteniéndose constante durante los dos periodos

siguientes (primer desentrenamiento y segundo entrenamiento) y mejorando significativamente durante el segundo periodo de desentrenamiento. Esta situación es claramente distinta de la observada sobre las variables de tipo físico.

Hasta donde nosotros conocemos, no hemos encontrado literatura sobre el seguimiento de las variables cognitivas. En cambio, sí que existe literatura extensa sobre el triángulo que existe entre la movilidad, las relaciones sociales y la función ejecutiva concluyendo que crear o mantener relaciones sociales también refuerza la función ejecutiva, para lo que se necesita una buena movilidad. Los beneficios, por tanto, pueden llegar gracias esta relación (Fabel y Kempermann, 2008; Poranen-Clark et al., 2017; Seeman, Lusignolo, Albert, y Berkman, 2001). El mantenimiento reflejado tras el segundo periodo de desentrenamiento, sugiere dicho efecto holístico positivo de los programas de entrenamiento multicomponente sobre los adultos mayores, con la consecuencia de su posterior aumento durante las actividades de la vida diaria y su participación social. Esto podría ser un motivo por el cual la función ejecutiva se incrementó durante el desentrenamiento.

Algunas de las intervenciones de ejercicio físico que han obtenido un tamaño del efecto moderado en la función ejecutiva, pueden ser la de Hindin y Zelinski (2012) con programas de entrenamiento aeróbico; la Alves et al. (2012), donde realizaron un entrenamiento aeróbico y de fuerza, y utilizando la versión Victoria para evaluar dicha función; o la Vaughan et al. (2014), que utilizaron un programa multicomponente con la versión California. El hecho de que la función ejecutiva pueda ser evaluada a través de otros componentes, como la fluidez verbal (*verbal fluency task*), que mejoró en un 0,82, por debajo de la memoria episódica que mejoró un 1,01, o la velocidad de procesamiento (0,97) en estudios como los de Nouchi et al. (2014), dificulta su análisis comparativo.

El meta-análisis realizado por Colcombe y Kramer (2003) propone que 0,68 es el valor medio que toma el tamaño del efecto en cuanto a mejora de la función ejecutiva tras ejercicio físico combinado. Si nos fijamos en el G2, tanto el primer periodo de entrenamiento como la intervención completa, obtienen un tamaño del efecto moderado (ES_{G2_E1} : 0,59 y ES_{Int3} : 0,75), superando el valor propuesto por la literatura. En cambio, los valores que obtuvimos para el primer periodo de entrenamiento en

ambos grupos, se encontraron ligeramente por debajo del 0,68 establecido, siendo mayor esta diferencia si se compara con el G1 (ES_{G1_E1} : 0,32).

Estos resultados nos llevan a pensar que este mayor tamaño del efecto en ES_{Int3} sería determinante de cara a la mejora posterior (Northey et al., 2018), porque en proporción se obtuvieron valores más altos de función ejecutiva al inicio (Figura 16). Además, generalmente se ha considerado que aquellos que tienen una mejor cognición tienden a no abandonar los programas, mientras que aquellos con peores valores, son los que muestran una asistencia más baja (Best, Nagamatsu, y Liu-Ambrose, 2014). El pequeño cambio en los diagramas de cajas entre el G1 y G2 lo refuerzan (Figura 16), ya que el test de Stroop en G2 reflejaba mejores valores al inicio de función ejecutiva, fundamentalmente en el percentil 75.

Aquellas personas con mejores niveles de función ejecutiva son capaces de entender mejor no tan solo los ejercicios durante el entrenamiento, si no el por qué se les pide ese tipo de retos físicos y cognitivos, además de ser capaces de transferir a su vida la importancia que tiene gozar de una buena función ejecutiva. Es importante destacar que esta mejor comprensión de los efectos del programa por parte de los usuarios, puede estar detrás de un mayor porcentaje de asistencia a las sesiones de entrenamiento, lo que juega un papel clave para obtener mejoras posteriores en la función ejecutiva. De hecho, López-Sáez de Asteasu et al. (2017) encontraron que se necesita un 85% para obtener mejoras sobre variables cognitivas.

Nosotros establecimos en el estudio una asistencia mínima de un 70%, por tanto, es posible que sea un valor bajo para asegurar una mayor mejora cognitiva. Tal y como se ha señalado en la metodología, el motivo por el cual se estableció este porcentaje fue porque en estudios a largo plazo, se ha visto que a partir de un 69,1% se puede considerar una buena asistencia (Farrance et al., 2016). En caso contrario, las n serían pequeñas y no se podría realizar estudios longitudinales.

Una última consideración se refiere al test de Stroop y la versión utilizada. Existen diferentes versiones y tal vez las versiones más recomendadas son la versión Victoria (Tremblay et al., 2016) o la California (Pachana, Thompson, Marcopulos, y Yoash-Gantz,

2008), más empleadas entre los adultos mayores ya que son más cortas, con colores más vivos y un tamaño de letra mayor.

Centrándonos ahora sobre el desentrenamiento, esta variable mostró la pérdida más pequeña en ES_{G1_D1} (-0,12), incluso por debajo de los valores mostrados en ES_{G2_D1} (-0,29). Es importante no olvidar que aquellos que son capaces de obtener mayores ganancias, tras el cese del estímulo, pueden perder en mayor medida las adaptaciones provocadas. Al igual que sucedió en las otras variables físicas, la caída fue mayor en aquellos que habían mostrado, ganancias más grandes.

Observando los resultados de la intervención, en la comparación del segundo año (Pre_2 vs. Pre_3), la función ejecutiva también reflejó mejoras con una magnitud mayor a la agilidad (0,44 vs 0,11), que además fueron significativas, mientras que las habilidades condicionales mostraron pérdidas, aunque no significativas (Tablas 13 y 15). Se puede deducir que el tiempo de latencia fue más progresivo para la cognición y, teniendo en cuenta que esta capacidad se puede ver mejorada por las relaciones sociales, es muy probable que volvamos a ver el efecto del paso del tiempo sobre las variables más complejas. Tras dos años de EFAM-UV© encontramos una mejor función ejecutiva probablemente gracias también a la mejora de la función física.

Si nos fijamos en el valor que compara el inicio y el final de la intervención tras dos años, evaluando por tanto el impacto de EFAM-UV© (entrenamiento junto con desentrenamiento), se puede ver que la función ejecutiva fue la segunda en obtener un valor más alto por detrás de la agilidad (ES_{Int3} : 1,16 vs 0,75). Así pues, participar a largo plazo en los programas de ejercicio multicomponente-cognitivo en los adultos mayores ayuda en la prevención y mantenimiento de la cognición y agilidad, por encima de las otras dos capacidades (ES_{Int3} : 0,53 y 0,39 para aptitud cardiorrespiratoria y fuerza, respectivamente).

Como en las anteriores variables, los valores ES_{Int} se discutirán más adelante (página 125).

A modo de resumen, el programa EFAM-UV© mejoró la función ejecutiva de forma significativa y con una magnitud moderada (G2) durante el primer periodo de entrenamiento. Mientras que en G1 no sufrió cambios significativos. En el segundo entrenamiento, la mejora se vio atenuada, y en cambio, fue tras el último desentrenamiento cuando se consiguió una mejora significativa y pequeña. Partir con unos niveles ligeramente por encima al inicio del programa, facilita la fidelización al entrenamiento (Figura 16).

3.2.4. Sobre la valoración global del impacto de EFAM-UV© en las capacidades físicas y cognitivas

Así pues, la valoración del programa EFAM-UV©, a través de los cambios Pre-Post sin tener en cuenta la participación efectiva, así como en términos de categorización en relación a la independencia, constata que participar tanto un año como dos en el programa EFAM-UV© reporta mejoras en los tres ámbitos de la motricidad (bioenergético, neuromuscular y cognitivo); aunque los cambios están muy condicionados según el nivel de partida de los usuarios y del efecto de cada una de las etapas anteriores. Igualmente, se podría deducir que aquellos que se mostraron más susceptibles al estímulo, tanto física como cognitivamente en su primer periodo de entrenamiento, se vieron más animados a continuar en el programa.

En segundo lugar, las capacidades complejas podrían verse más beneficiadas del entrenamiento a largo plazo. Aunque se puede adelantar como limitación del estudio: el efecto techo de algunos test como por ejemplo, el de agilidad (TUG); o la influencia de elementos como el nivel de estudios, nivel cultural, incluso la costumbre de leer en esta etapa, puede condicionar la evaluación cognitiva (Test de STROOP). Se abren así las puertas a la necesidad de complementar estas medidas con otros instrumentos para poder asegurar esta afirmación.

Pero de la lectura de nuestros datos se puede extraer que el tipo de medida utilizada nos aporta información diferente:

Por un lado, la categorización nos permite situar a los participantes en rangos –en este caso en función del riesgo de independencia- para así localizar aquellas variables y/o participantes más susceptibles de mejora. Uno de sus inconvenientes es que no nos informa de los cambios individuales, es decir, de la mejora de aquellos que gozan de buenos niveles o de los que están más alejados de los valores estándares. Aun así, situar rápidamente a los usuarios con más riesgo de dependencia en estas poblaciones puede resultar de mucha utilidad.

Por otro lado, el tamaño del efecto homogeniza sin importar cómo esté medida la variable ni el tiempo que se haya empleado en su mejora. Este aspecto nos permite cuantificar y comparar los resultados entre periodos, así como entre estudios, pero su interpretación mejora con muestras elevadas, pues sobreestima los cambios si la muestra es excesivamente pequeña o no aleatorizada (Ferguson, 2009). Hay que recordar que en el seguimiento longitudinal para estas edades, el porcentaje de asistencia mínimo se reduce, entre otros aspectos por la necesidad de no perder muestra, por lo que para realizar estos análisis se ha establecido un nivel de asistencia bajo, tal y como señala la literatura. Esto entraña que exista mucha diferencia entre usuarios y que la interpretación del efecto real del programa se vea atenuada. Es por ello que se nos plantea la siguiente pregunta: ¿la participación real o efectiva puede afectar a la evolución de cada habilidad? Es decir, ¿se podrían ver modificados los resultados vistos hasta el momento por considerar los días concretos de entrenamiento en cada uno de los participantes?

Para cerrar los análisis que se han venido presentando sobre los efectos del programa EFAM-UV©, analizados en términos de entrenamiento y desentrenamiento, el siguiente apartado se centra en valorar qué significa tener en cuenta esta participación efectiva. Esta visión del entrenamiento atendiendo al esfuerzo realizado ayudará a comprender mejor el impacto de EFAM-UV© sobre las capacidades físicas y cognitivas.

3.2.5. *Evolución de la función física y psíquica en función de la participación efectiva*

En esta última parte de la tesis se presenta un nuevo análisis sobre los datos teniendo en cuenta el tiempo de entrenamiento real o participación efectiva, para poder responder sobre los objetivos específicos referentes a los efectos de considerar la asistencia a los entrenamientos sobre los cambios producidos a lo largo del entrenamiento y desentrenamiento (7), así como comparar la entrenabilidad de las diferentes capacidades teniendo en cuenta dicha participación (8).

Tal y como hemos visto en el análisis de las diferentes capacidades, es posible que los resultados hasta este momento puedan estar influenciados por el número de veces que los participantes asisten al entrenamiento, pues por encima de los 6 meses los valores de participación disminuyen debido a que no es fácil la conciliación entre la vida familiar y el ejercicio físico.

Como ya se ha comentado en el apartado 2.3.2, se han creado dos nuevas variables o cocientes que analizan los cambios en función del tiempo real entrenado (RDE: Ratio Días Entrenados) y sujetos a desentrenamiento (RDD: Ratio Días Desentrenados). La duda que se suscita es si este aspecto modifica la interpretación que se ha realizado hasta este momento, leída a través de los valores del tamaño del efecto, y si es así, en qué forma. De ser útiles, estos nuevos indicadores podrían representar una buena fórmula para poder comparar estudios de diferente duración y/o tiempo efectivo de entrenamiento (sesiones a la semana, volumen, entre otros).

Además, como otro de los objetivos principales era poder estimar la entrenabilidad y desentrenamiento de las capacidades de forma conjunta, se ha estimado la necesidad de estandarizar los resultados en cada variable. Esta estandarización mediante z-scores nos ayudará a comparar los avances o retrocesos logrados en unidades de medida similares, y atendiendo al entrenamiento y desentrenamiento real.

Como complemento de lo explicado en la metodología, concretamente, se compara la hipótesis nula de no-efecto (negativo o 0 para los valores durante el periodo de entrenamiento y positivo o 0 para los valores del periodo del desentrenamiento) con la

hipótesis alternativa indicando un efecto positivo (negativo) para RDE (RDD). La región de aceptación-rechazo para los z-score (Figura 23) se estableció de acuerdo al cuantil 0,05 (con signo positivo y negativo) de la distribución t-Student. Y según se explica a continuación, si bien hasta este momento se han presentado los resultados en dos grupos separados, este nuevo análisis nos permite integrarlos.

Dado que la muestra difirió a lo largo de los periodos y de cada variable (de 25 a 47), los grados de libertad de la distribución de la t-Student y sus correspondientes valores críticos, variaron de 1,68 a 1,72. Con propósitos ilustrativos, se decidió establecer una región común de aceptación-rechazo con 1,7 como valor umbral. Esto significó que, para el periodo de entrenamiento nosotros consideramos un efecto significativo si el z-score correspondiente era superior a 1,7. Equivalentemente, para el periodo del desentrenamiento, un efecto significativo (negativo) estaría representado con un valor z-score menor de -1,7.

Así pues, la Figura 23 muestra los cambios en la función física (TUG, SyL_{30} y 6MM) y ejecutiva (Stroop) tras dos años de participación en el programa EFAM-UV©, considerando el rendimiento individual a través de los días entrenados y desentrenados (RDE y RDD), una vez transformados en z-score, y comparados a lo largo de los dos periodos de entrenamiento y desentrenamiento.

Se observa un efecto significativo durante el primer periodo de entrenamiento para cada variable, mostrando la agilidad y la función ejecutiva la mayor y menor mejora, respectivamente. Para el primer periodo de desentrenamiento, la única variable que no muestra un z-score negativo es la función ejecutiva (de hecho, tiene un valor positivo, aunque en el área de rechazo). En los dos periodos siguientes, durante el segundo año, se observa un efecto significativo tanto para el entrenamiento como desentrenamiento, en la variable fuerza y cardiorrespiratoria. En cambio, la agilidad se comporta de forma menos susceptible al estímulo y su ausencia (entrenamiento y desentrenamiento), pues permanece en los límites de aceptación-rechazo para ambos momentos. La función ejecutiva permanece estable tras el segundo periodo de entrenamiento, pero permanece positiva (incluso en el límite del rechazo) tras el segundo desentrenamiento, mostrando un efecto inverso al esperado. A nivel general, se encuentra un mayor efecto

durante el primer año de entrenamiento (Figura 23, lado izquierdo: $z\text{-RDE}_1$ vs $z\text{-RDE}_2$) mientras que la aptitud cardiorrespiratoria y la fuerza muestran un mayor empeoramiento en el segundo desentrenamiento (Figura 23, lado derecho: $z\text{-RDD}_1$ vs $z\text{-RDD}_2$). La función ejecutiva continuó mejorando a través de los dos años.

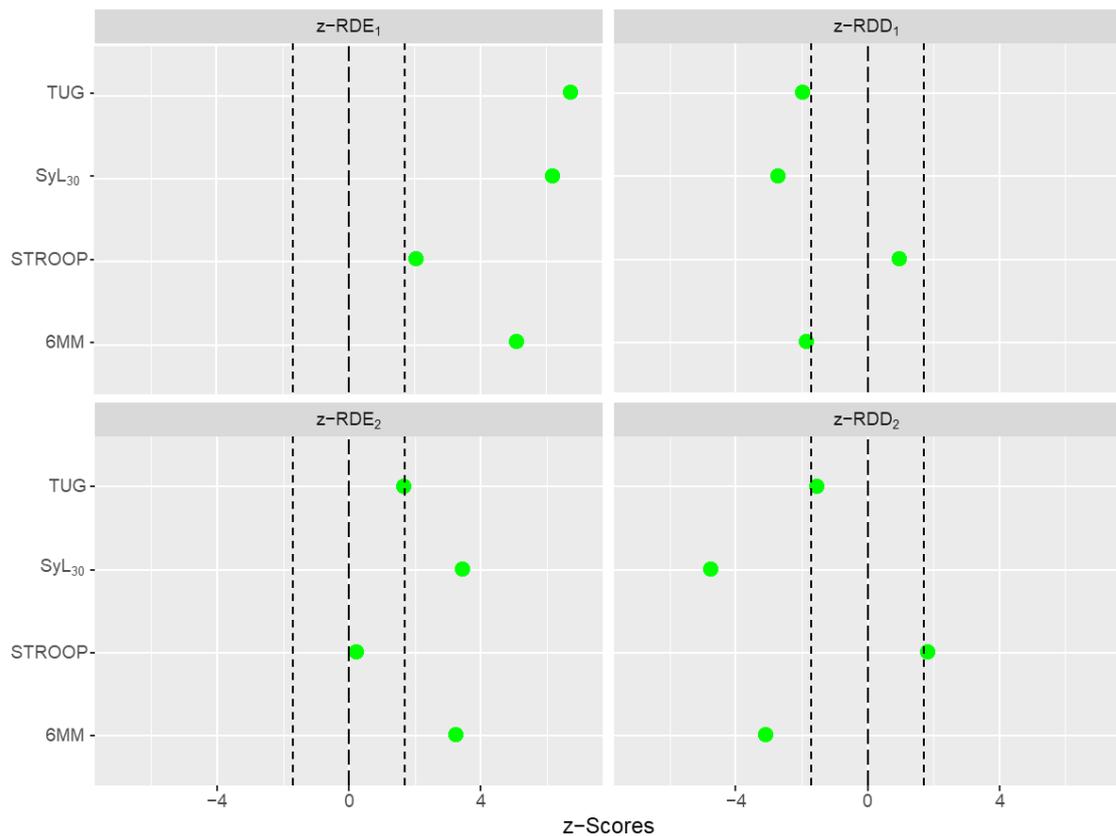


Figura 23. Cambios en la función física y cognitiva a lo largo de dos años en EFAM-UV®.

La información aportada por la figura anterior remarca la importancia de obtener medidas homogenizadas e incluir asistencia, pues aflora algunos matices y mejora la interpretación de lo sucedido. Durante el primer periodo de entrenamiento no se muestran estas diferencias respecto al análisis realizado sin tener en cuenta la participación efectiva, posiblemente porque la asistencia se reduce con el paso del tiempo y los valores de participación son elevados en el primer curso. Tampoco se modifica la interpretación en los periodos de desentrenamiento, pues la intervención se ajustó al mismo calendario en los dos casos y se consideraron la misma cantidad de días.

Sin embargo, los z-scores sí permitieron una lectura diferente del efecto del programa en términos de entrenamiento durante el segundo periodo, mostrando su susceptibilidad a los días entrenados en el periodo en el que disminuye la participación. z-RDE₂ (en la parte inferior de la Figura 23) refleja que en realidad la fuerza de las extremidades inferiores, seguida de la aptitud cardiorrespiratoria, y no la agilidad, volvieron a ser las manifestaciones más sensibles al entrenamiento, frente a lo señalado por el tamaño del efecto para este segundo periodo.

Este cambio en la interpretación, apunta a la posibilidad de diferenciar la entrenabilidad de las manifestaciones condicionales (fuerza y aptitud cardiorrespiratoria) frente a las más complejas (agilidad y función ejecutiva). Mientras en las primeras se observa una gran sensibilidad al entrenamiento y al desentrenamiento, ya que son las que más mejoran y empeoran de forma secundaria o inmediata al estímulo, parece que encontramos una dinámica diferente en las segundas.

Tal y como se ha comentado en el apartado de categorización, en el caso de la agilidad (TUG) puede suceder que una vez adquirido cierto nivel se modele esta susceptibilidad al entrenamiento y por ello se reduzca la dinámica de la mejora al considerar los días entrenados. Si bien es cierto que el efecto techo ya señalado en el TUG puede impedir reflejar las mejoras en dicha capacidad, manteniéndola justo en los límites de la zona aceptación-rechazo -excepto para el primer periodo de entrenamiento-.

En términos de desentrenamiento y centrándonos en la comparación entre capacidades neuromusculares, esta mayor sensibilidad y reducción de la fuerza en comparación con la agilidad una vez mejorada, va en contra de los resultados de Oliveira et al. (2017), pero estando de acuerdo con Leitão et al. (2015). En nuestro caso, el empeoramiento de la agilidad, que predice dependencia entre los adultos mayores, no fue significativo tras 12 semanas de EFAM-UV©. Mientras que Coetsee y Terblanche (2015) encontraron una gran pérdida sobre la agilidad tras 16 semanas de desentrenamiento en un programa basado en la fuerza. La complejidad neuromuscular y los aspectos cognitivos subyacentes en muchas tareas llevadas a cabo en programas de entrenamiento multicomponente como EFAM-UV©, explican esta mejor retención de la agilidad

comparado con programas de entrenamiento sólo de fuerza, tal y como previamente sugirieron Donath et al. (2016).

Volviendo sobre la evolución global de las capacidades físicas, cada año que pasa resulta más determinante en términos de deterioro cuando se alcanzan estas edades, con mayores pérdidas sobre las adaptaciones según sea mayor la muestra (Toraman, 2005). Las ganancias y pérdidas en la capacidad neuromuscular y cardiorrespiratoria, y su efecto moderador a nivel cognitivo, señalan la necesidad de disminuir los periodos de desentrenamiento. Y de hecho, ya se ha sugerido la introducción de pequeñas píldoras (Geirsdottir et al., 2015), con el objetivo de maximizar los efectos del entrenamiento y preservar una alta funcionalidad física y una mayor autonomía durante los periodos de desentrenamiento. Por ejemplo, un entrenamiento de fuerza realizado durante 30 minutos y 3 días a la semana, contribuye a mantener los beneficios durante casi 27 meses antes de volver a los valores iniciales o situarse por debajo (Geirsdottir et al., 2015).

En cuanto a la función ejecutiva, esta capacidad medida como respuesta de inhibición (STROOP) muestra un comportamiento de no-desentrenamiento que requiere de su análisis propio, tal y como ya se vio en el apartado del tamaño del efecto. Dos años después de iniciar el programa, y a pesar del envejecimiento natural, los usuarios del programa siguen mejorando durante el segundo periodo de desentrenamiento. De nuevo, se confirma que la mejora de la movilidad y la independencia contribuye a mantener un buen nivel cognitivo entre los adultos mayores a pesar del desentrenamiento, y este efecto moderador se añade sobre su efecto mediador de mejora en la función ejecutiva (Forte et al., 2013). Ser físicamente activo (Northey et al., 2018) y tener apoyo social (Murata, Saito, Saito, y Kondo, 2019), han demostrado reducir el deterioro cognitivo. Además, tener estilos de vida activos ayuda a concienciar a la población sobre ser más activo, y esto incrementa las posibilidades para conservar la función cognitiva (Best et al., 2014).

De forma importante, en el estudio llevado a cabo por Frändin et al. (2016), la función ejecutiva volvió a sus valores iniciales tras 3 meses de desentrenamiento en una muestra bastante mayor realizando una actividad física individualizada de 3 meses de duración.

Un corto periodo de entrenamiento y una muestra con nivel muy bajo de condición física (Frändin et al., 2016), explicaría menores demandas psicofisiológicas, con la consecuencia de un bajo impacto en el tiempo de entrenamiento y una baja retención. De acuerdo con Coelho Júnior et al. (2017), éstos observaron que tras 6 meses de entrenamiento de fuerza con mujeres mayores, las mejoras en función ejecutiva también se perdieron en un mes de desentrenamiento (resultado obtenido a través del TUG-cognitivo). La doble tarea y el entrenamiento funcional en los programas de entrenamiento multicomponente podría ser importante para mantener o conseguir mayores mejoras (Kelly et al., 2014; Levin et al., 2017), tal y como parece seguir al programa EFAM-UV©. De cara a mejorar el bienestar y promover un envejecimiento saludable, se debería considerar la necesidad de implementar programas de entrenamiento multicomponente tempranos en jóvenes mayores para ser económicamente efectivos y alcanzar las mayores mejoras.

Por otro lado, los ratios no manifiestan una gran diferencia frente a los tamaños del efecto durante el primer año, ya que casi todos los participantes tienen una asistencia más alta. Pero a medida que las intervenciones son más largas, el ratio y su z-score pueden añadir un punto de vista diferente. Por un lado ayudan a que las muestras mantengan un tamaño muestral suficiente (es decir, nos permiten situar el mínimo de asistencia más bajo sin miedo a no reflejar el efecto del programa sobre sus usuarios). Y por otro ayudan a analizar el efecto sobre sus individuos y comparar entre variables. Se necesita mantener programas de entrenamiento a largo plazo en estos adultos mayores (Sanchis-Soler, 2017). Y es importante conocer la entrenabilidad y desentrenamiento de cada cualidad, y para cada usuario en función del tipo de programa.

Aunque en nuestro caso los ratios de entrenamiento y desentrenamiento no nos aportan información diferente, a excepción del segundo periodo de entrenamiento, esta medida sería interesante por dos motivos, aun teniendo una elevada participación. El primero para comparar un mismo entrenamiento si se realiza a lo largo de diferentes cursos como es nuestro caso. Y el segundo por poder comparar intervenciones que tengan diferentes frecuencias de entrenamiento así como de desentrenamiento.

En este sentido, y casi cerrando las aportaciones de esta tesis doctoral, en la parte final de las Tablas 13, 15, 17 y 19 encontramos ES_{IntE} : referido al tamaño del efecto al comparar los cambios tras los dos periodos de entrenamiento entre sí; y ES_{IntD} , cuando se comparan los cambios tras los dos desentrenamientos.

Al considerar lo que cada sujeto ha ganado con el programa EFAM-UV©, vemos que las mejoras en la función física se reducen en el segundo periodo de entrenamiento, tanto considerando la asistencia –valores en relativo-, como sin tenerla en cuenta –valores en crudo-. Al igual que el $\Delta\%$ señalaba una reducción del impacto del programa del 11,41% al 4,26% para el 6MM (Tabla 13), del 23,47% al 7,91% para el SyL_{30} (Tabla 15) y del 18,68% al 4,24% para el TUG (Tabla 17), el tamaño del efecto reafirma este menor impacto a nivel individual. Reflejando este cambio en la tendencia y cantidad de mejora, la intervención aparece como signo negativo para ES_{IntE} , y el efecto se amplía aún más si nos atenemos al valor relativo (ES_{IntE} : -0,95 vs -0,68 para la aptitud cardiorrespiratoria; -0,94 vs -0,7 para la fuerza; -1,32 vs -1,12 para la agilidad). Esta disminución importante del efecto entrenante del programa, aún mayor cuando se tienen en cuenta los días entrenados, puede relacionarse con la mejora condicional ya conseguida tras 1 curso en EFAM-UV© y la pérdida de estimulación por el uso continuado de las tareas, aunque como entrenadores, nos recuerda la necesidad de seguir aumentando el estímulo y buscar test sensible, tal y como se ha comentado.

De la misma forma, este menor efecto entrenante del programa en su segundo curso, sumado al impacto del envejecimiento, justifica el mayor desentrenamiento en este segundo periodo, que vuelve a ser negativo porque refleja cambios en las pérdidas (ES_{IntD} : -0,46 vs -0,35 para la aptitud cardiorrespiratoria; -0,78 vs -0,75 para la fuerza; y -0,28 vs -0,32 para la agilidad). Las diferencias entre los valores relativos y absolutos se minimizan porque los días desentrenados eran los mismos.

Hasta ahora la función ejecutiva ha mostrado un comportamiento particular. En lo que se refiere a la comparación entre cursos, encontramos la misma dinámica para el efecto entrenante (ES_{IntE} : -0,81 vs -0,87) pero no así para el desentrenamiento, donde la retención aumenta en el segundo año (ES_{IntD} : 0,86 vs 0,86). La menor diferencia entre valores relativos y absolutos puede apoyar la idea de su menor susceptibilidad

inmediata al estímulo. Esta capacidad puede verse mejorada por causas multifactoriales y su mejora puede estar influenciada, además por el efecto mediador del ejercicio físico sobre otros factores.

La comparación de análisis realizados (cambios teniendo en cuenta los días entrenados o no) y su trascendencia en la realidad de los programas de ejercicio físico, nos conduce a remarcar la importancia que tienen los técnicos que llevan a cabo este tipo de intervenciones con adultos mayores. En primer lugar porque el entrenamiento supervisado ha demostrado mejorar la asistencia y fidelización de los participantes en estas franjas de edades (Killingback et al., 2017). En segundo lugar, porque se necesita reforzar a todas las personas, y más, a aquellas que no hayan mejorado tanto porque serán las que peores niveles de fidelización muestren, y se debe evitar en la medida de lo posible, que se abandone la participación sin motivo alguno.

Finalmente, a la luz de los números de los participantes que continúan el segundo año, existe un elevado número de personas que quedan fidelizados al programa EFAM-UV©. Es importante destacar que fidelizar a los adultos mayores a los programas de entrenamiento a largo plazo, suele ser una tarea difícil (Killingback et al., 2017).

Analizar dos años de entrenamiento y desentrenamiento en el programa EFAM-UV© a través de diferentes medidas, nos conduce a confirmar algunos de los resultados encontrados y a resaltar diferentes matices. Por un lado, la categorización nos permitió situar a los usuarios en rangos, informándonos sobre su situación y efecto del programa respecto al riesgo de dependencia. Por otro lado, el tamaño del efecto nos permitió comparar capacidades entre sí, como en relación con otros estudios, para dar valor a las mejoras individuales y a su posible pérdida a lo largo de los dos años en EFAM-UV©. Finalmente, el considerar los días contribuyó a determinar qué capacidades fueron más o menos susceptibles.

No obstante, en la introducción de la presente tesis se utilizó también –el ratio- el $R_{TE:TD}$ como forma de comparar entre sí estudios que presentaban tiempos de entrenamiento y desentrenamiento diferentes. Estos análisis se realizaron por semanas, pudiendo enmascarar aquellos usuarios que no participaron en todas las sesiones. Entendemos que considerar los días para calcular el seguimiento de un programa no es tarea fácil al

inicio, pero pensamos que con su consideración a largo plazo, se podría facilitar mucho el entendimiento, la comprensión y la comparación de una forma más real entre aquellas intervenciones que varían en tiempo de trabajo (entrenamiento) y en tiempo de descanso (desentrenamiento).

CHAPTER 4:

CONCLUSIONS

The last chapter from this thesis compiles the conclusions from general to specific objectives. Furthermore, it also answers to the hypothesis established initially.

4.1. Conclusions

In response to the **general objective 1**, *“To assess the changes after a multicomponent-cognitive program, such as EFAM-UV©, on physical and cognitive function in healthy older adults”*:

It was confirmed that the EFAM-UV© program provides improvements in both, physical and cognitive function in our sample of healthy elderly along two years of participation.

Hypothesis 1 is therefore accomplished, based on *“the participation in a multicomponent-cognitive program will provide enhancements in the three prerequisites of movement (neuromuscular, bioenergetic and cognitive), in the bases of the EFAM-UV© program”*. Since at the beginning of the third year, the values from agility, lower-limbs strength, cardiorespiratory fitness and inhibition remained above the baseline values, the **hypothesis 2** is also confirmed: *“the physical and cognitive function will get a greater advantage thanks to uninterrupted training during two years”*, although the gains were slowed down throughout the years.

In response to the **general objective 2**, *“To analyse the magnitude of this impact with special attention to the periods of training and detraining, both in the short and medium term, as well as in the long term”*, which is related to the specific objectives 1, 2, 3, 4 & 6:

“The assessment of changes in physical function, and specifically in the cardiorespiratory fitness and neuromuscular function following one year of EFAM-UV©” (1) showed that agility was the capacity with greater gains, followed by strength and cardiorespiratory fitness.

During the second training period (2), agility remained as the most sensitive to training, but with regard to basic physical condition capacities, strength did not improve as much as cardiorespiratory fitness.

The comparison of both courses in EFAM-UV© (3) confirms **hypothesis 3**, since the gains during the first year were greater than during the second.

Regarding detraining, lower-limbs strength was the most deteriorated during both detraining periods (**objective 3 & 4**). Comparing them, the greater losses were observed during the second period, against the hypothesised at the beginning of the research (**hypothesis 4**).

Concerning of executive function (6), inhibition improved after the first training and then kept a slow trend to increase, although not significantly, during the second training. Particularly, it was the only capability that went on improving after the second detraining. This fact might be related to the enhancement in the physical function on the elderly following EFAM-UV©, as well as to the improvement and facilitation of social relationships achieved along the two years in the program.

In response to the **general objective 3**, *“To further examine differences and similarities in the trainability and detraining on capacities of a different nature”* and, specifically, replying to the **specific objective 7**, aimed *“to include the impact of the effective participation on the changes acquired by means of the training-days’ ratio and the detraining-days’ ratio”*:

The new TDR and DDR ratios, through their standardized outcomes (z-TDR and z-DDR), give light that during the second training period, where it is more difficult to maintain high levels of participation, strength was actually the capacity most

sensitive to improvement, above the agility. Effective participation analysed through DDR did not reflect any difference, and the same results were obtained during detraining period as compared to those when effective participation was not considered. It was expected since it provided the comparison of equal cessation periods. Despite a good fitness level in our sample, strength is the most deteriorated physical capacity with detraining through the aging process, therefore requiring special continuity in training.

Hypothesis 5 is thus accomplished, since *“the effective participation affects the results of training programs, so it has to be taken into account”*.

Regarding **specific objective 8**, *“To compare the performance on physical and cognitive outcomes, based on these new indices”*:

Our results confirm that it is important to consider the differences in trainability of abilities which are of different nature. Whereas both physical capacities, strength and cardiorespiratory fitness, were very sensitive to training, and therefore to the presence or absence of stimuli, agility obtained a great improvement at the beginning and was subsequently attenuated; also different from inhibition, which showed an improvement at the beginning of the program and later on acquired a positive dynamic, even though the detraining periods. This allowed to continue improving this essential component of the executive function even at the end of the last period of detraining.

This stands out that we have to differentiate between skills that are very susceptible to stimulation, regardless training or detraining, because they require a special continuity with aging. In our case, this corresponds to physical condition abilities such as strength and cardiorespiratory fitness, compared to more complex skills such as agility and executive function. Agility responds largely in a shorter term and executive function requires a little more time, but both of them seem to maintain easier improvements in the long term in those elderly already active.

Finally, regarding the last **specific objective (5)**, *“To assess the results of the EFAM-UV© program in terms of the assignment -or not-, to a set of categories with regard to the independence maintenance (normative values); either in training or detraining, for any physical outcome”*:

Cardiorespiratory fitness and strength were placed at independence level categories after the two training periods, whilst agility could not reach these so good maintenance standards, probably due to the fact that the values in the reference criteria were too demanding. The substantial decrease in strength during the second detraining period was also evident through the categorization analysis, even though for both capacities (strength and cardiorespiratory fitness) the elderly following EFAM-UV© kept the independence maintenance (>67%) after the second detraining, when they came back for the third year in the program.

4.2. Limitations and future studies

Any research conceived and applied in the real-life context, has certain limitations which should be highlighted in order to improve future research:

The first and main limitation is the lack of a control group which would help to make comparisons with regard to inactive but healthy older adults, although the use of this group would be unethical given that literature stands out that inactivity is one of the main factors leading to increases in the risk of mortality. Therefore, it would be rather recommended to compare users of the EFAM-UV© program with other types of social or physical-activities interventions.

The use of accelerometry or questionnaires related to daily-living activities in order to assess the amount of physical activity performed during non-training periods, would have improved the quality of the research also. In the present study, the absence of physical activity during detraining is assumed, which may mean a second limitation.

As a third limitation, there is the possible learning effect in the evaluations of the outcomes analysed in the study, repeated up to five times through these same number of evaluations. This limitation is typical in longitudinal retrospective studies, so we can hardly eliminate this effect.

With regard to the above limitation, there are some other tests which could have been introduced, such as the waist-hip ratio, which might have provided of quick additional information. Also, some other test alternative to the 6-minute walk test, such as a 2-minute walk, which is emerging as a valid and reliable test to assess cardiorespiratory fitness (Bohannon, Wang, y Gershon, 2015). We must also consider that some subcomponents of the executive function have not been considered and might be very helpful, but it is important to take into account that this longitudinal project started in 2012, and the majority of the protocols have been maintained in order to analyse comparisons throughout the whole intervention.

As a fourth and final limitation, unfortunately some participants did not attend to some testing sessions over the two years, with meant their data and participation were invalidated, thus reducing the sample size. In fact, some of those subjects who did not come some of the testing days, are currently retained to EFAM-UV© training, one main objective in any physical activity program for elderly people.

Regarding the research lines:

- The holistic approach in this thesis means that we are leaving aside a narrower analysis of some of our variables. Future research could involve the follow up on the long term focusing on some of our conditional capabilities and their components in a deeper way.

- Another proposal for future studies would be to continue consolidating the 25th, 50th and 75th percentiles in order to categorize the outcomes for the Spanish elderly, since they are scarce and is population is very heterogeneous. Establishing cut-off point might be aggressive, because any small improvement is important in terms of

independence and health in the elderly, but it helps to analyse interventions and focus training properly. In addition, it would be interesting to update the values in these percentiles over the years, as the average values in the future generations are expected to improve, due to their easier access to physical literacy.

- Thanks to the categories established in relation to the effects of the EFAM-UV© program and physical independence, it has been possible to verify that there is a percentage of participants who could not reach the normative values, therefore, it is possible that some people will need more than two days of training or, the same days but with a greater demand. New studies will elucidate these doubts.

- Finally, future work might confirm the appropriateness and extend of the new TDR and DDR ratios, in order to compare the effects of the many and heterogeneous interventions in the elderly's literature, allowing us to compare and understand the benefits provided by each of them.

CAPÍTULO 5:
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

- Abellan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., . . . Vellas, B. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people. *The journal of nutrition, health & aging, 13*(10), 881-889.
- Adamo, D., Talley, S., & Goldberg, A. (2014). Age and Task Differences in Functional Fitness in Older Women: Comparisons With Senior Fitness Test Normative and Criterion-Referenced Data. *J Aging Phys Act.* doi: 10.1123/japa.2012-0317
- Akima, H., Kano, Y., Enomoto, Y., Ishizu, M., Okada, M., Oishi, Y., . . . Kuno, S. (2001). Muscle function in 164 men and women aged 20-84 yr. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*(2), 220-226.
- Alcázar, J., Vila-Maldonado, S., Pedrero-Chamizo, R., Gómez-Cabello, A., Espino, L., Gusi, N., . . . Ara, I. (2016). A novel functional fitness score and its association with obesity status in non-institutionalized males and females aged 65 or over: the Exernet multicenter study. *European Journal of Human Movement, 37*, 56-73.
- Alegria, J. (2017). *Exercício físico e envelhecimento: diferenças e relação com a composição corporal e com a aptidão física funcional, em idosos institucionalizados e não institucionalizados*. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Alves, C., Gualano, B., Takao, P., Avakian, P., Fernandes, R., Morine, D., & Takito, M. (2012). Effects of Acute Physical Exercise on Executive Functions: A Comparison Between Aerobic and Strength Exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 34*, 539-549.
- Anstey, K., Kingston, A., Kiely, K., Luszcz, M., Mitchell, P., & Jagger, C. (2014). The influence of smoking, sedentary lifestyle and obesity on cognitive impairment-free life expectancy. *International Journal of Epidemiology, 43*(6), 1874-1883.
- Azpiazu-Garrido, M., Cruz-Jentoft, A., Villagrasa-Ferrer, J., Abanades-Herranz, J., García-Marín, N., & Alvear, F. (2002). Factores asociados a mal estado de salud percibido o a mala calidad de vida en personas mayores de 65 años. *Revista Española de Salud Pública, 76*, 683-699.
- Bao, W., Tobias, D., Bowers, K., Chavarro, J., Vaag, A., Grunnet, L., . . . Zhang, C. (2014). Physical activity and sedentary behaviors associated with risk of progression from gestational diabetes mellitus to type 2 diabetes mellitus: a prospective cohort study. *JAMA Intern Med, 174*, 1047-1055.
- Barengo, N., Antikainen, R., Borodulin, K., Harald, K., & Jousilahti, P. (2017). Leisure-Time Physical Activity Reduces Total and Cardiovascular Mortality and Cardiovascular Disease Incidence in Older Adults. *J Am Geriatr Soc, 65*, 504-510.
- Barha, C., Davis, J., Falck, R., Nagamatsu, L., & Liu-Ambrose, T. (2017). Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in older humans. *Frontiers in Neuroendocrinology, 46*, 71-85.
- Best, J., Liu-Ambrose, T., Metti, A., Rosso, A., Satterfield, S., Studenski, S., . . . Rosano, C. (2017). Longitudinal associations between walking speed and amount of self-reported time spent walking over a 9-year period in older women and men.
- Best, J., Nagamatsu, L., & Liu-Ambrose, T. (2014). Improvements to executive function during exercise training predict maintenance of physical activity over the following year. *Frontiers in Aging Neuroscience, 8*(353), 1-9. doi: 10.3389/fnhum.2014.00353
- Bherer, L., Erickson, K., & Liu-Ambrose, T. (2013). A Review of the Effects of Physical Activity and Exercise on Cognitive and Brain Functions in Older Adults. *Journal of Aging Research.*
- Bickel, C., Cross, J., & Bamman, M. (2011). Exercise Dosing to Retain Resistance Training Adaptations in Young and Older Adults. *Med Sci Sports Exerc, 43*(7), 1177-1187.

- Blasco-Lafarga, C., Martínez-Navarro, I., Cordellat, A., Roldán, A., Monteagudo, P., Sanchis-Soler, G., & Sanchis-Sanchis, R. (2016). Método de Entrenamiento Funcional Cognitivo Neuromotor. *Propiedad Intelectual nº156069, España (2016)*.
- Blasco-Lafarga, C., Monteagudo, P., Blasco-Lafarga, N., Cordellat, A., & Roldán, A. (2016). Función ejecutiva, capacidad cardiovascular y calidad de vida en mayores del entorno rural: impacto de un programa multidisciplinar. *Comunidad, 18(2)*, 1-6.
- Blázquez, A., & Feu, S. (2012). Motivos de inscripción, permanencia y satisfacción en un programa de actividad física de mantenimiento para mujeres mayores. *Cuadernos de Psicología del Deporte, 12(1)*, 79-92.
- Bohannon, R. W. (1995). Sit-to-Stand Test for Measuring Performance of Lower Extremity Muscles. *Perceptual and Motor Skills, 80(1)*, 163-166.
- Bohannon, R. W., Wang, Y. C., & Gershon, R. C. (2015). Two-Minute Walk Test Performance by Adults 18 to 85 Years: Normative Values, Reliability, and Responsiveness. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 96*, 472-477.
- Bollettieri, N. (2001). *Bollettieri's Tennis Handbook*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Botero de Mejía, B., & Pico Merchán, M. (2007). Calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en adultos mayores de 60 años: una aproximación teórica. *Revista Hacia la Promoción de la Salud, 12*, 11-24.
- Bottaro, M., Russo, A., & de Oliveira, R. (2005). The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *Journal of Sports Science and Medicine, 4(3)*, 285-290.
- Bouaziz, W., Lang, P., Schmitt, E., Kaltenbach, K., Geny, B., & Vogel, T. (2016). Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *International Journal Clinical Practice, 1-17*. doi: 10.1111/ijcp.12822
- Bouaziz, W., Vogel, T., Schmitt, E., Kaltenbach, G., Geny, B., & Lang, P. (2017). Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 and over: a systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 69*, 110-127.
- Callahan, L., Shreffler, J., Altpeter, M., Schoster, B., Hootman, J., Houenou, L., . . . Schwartz, T. (2011). Evaluation of Group and Self-Directed Formats of the Arthritis Foundation's Walk With Ease Program. *Arthritis Care & Research, 63(8)*, 1098-1107.
- Cartee, G., Hepple, R., Bamman, M., & Zierath, J. (2016). Exercise Promotes Healthy Aging of Skeletal Muscle. *Cell Metabolism, 23(6)*, 1034-1047.
- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2007). Training and Detraining Effects on Functional Fitness after a Multicomponent Training in Older Women. *Gerontology, 297*, 1-8.
- Coelho Júnior, H., Rodrigues, B., Gonçalves, I., & Uchida, M. (2017). Effects of a short-term detraining period on muscle functionality and cognition of strength-trained older women: a preliminary report. *Journal of Exercise Rehabilitation, 3(5)*, 559-567. doi: 10.12965/jer.1735010.505
- Coetsee, C., & Terblanche, E. (2015). The time course of changes induced by resistance training and detraining on muscular and physical function in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity, 12(7)*, 1-8. doi: 10.1186/s11556-015-0153-8
- Cohen, H., Mulavara, A., Peters, B., Sangi-Haghpeykar, H., Kung, D., Mosier, D., & Bloomberg, J. (2013). Sharpening the Tandem Walking Test for Screening Peripheral Neuropathy. *The Southern Medical Journal, 106(10)*, 565-569.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112(1)*, 155-159.
- Colcombe, S., & Kramer, A. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A Meta-Analytic Study. *Psychological Science, 14(2)*, 125-130.
- Comalli Jr., P., Wapner, S., & Werner, H. (1962). Interference Effects of Stroop Color-Word Test in Childhood, Adulthood, and Aging. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development, 100(1)*, 47-53.

- Correa, C., Baroni, B., Radaelli, R., Lanferdini, F., Cunha, G., Reischak-Oliveira, A., . . . Pinto, R. (2013). Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. *Age*, 35, 1899-1904.
- Correa, C., Cunha, G., Marques, N., Oliveira-Reischak, A., & Pinto, R. (2015). Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clin Physiol Funct Imaging*, 1-5.
- Chodzko-Zajko, W. (1996). *The Heidelberg guidelines for promoting physical activity among older persons*: World Health Organization.
- Deandrea, S., Lucenteforte, E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C., & Negria, E. (2010). Risk Factors for Falls in Community-dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-analysis. *Epidemiology*, 21, 658-668.
- Delshad, M., Ghanbarian, A., Mehrabi, Y., Sarvghadi, F., & Ebrahim, K. (2013). Effect of Strength Training and Short-term Detraining on Muscle Mass in Women Aged Over 50 Years Old. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(12), 1386.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Doherty, T., Vandervoort, A., & Brown, W. (1993). Effects of ageing on the motor unit: A brief review. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 18(4), 331-358.
- Donath, L., van Dieën, J., & Faude, O. (2016). Exercise-Based Fall Prevention in the Elderly: What About Agility? *Sports Medicine*, 46(2), 143-149. doi: 10.1007/s40279-015-0389-5
- Eggenberger, P., Theill, N., Holenstein, S., Schumacher, V., & de Bruin, E. D. (2015). Multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training to enhance dual-task walking of older adults: a secondary analysis of a 6-month randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Clinical Interventions Aging*, 10, 1711-1732. doi: 10.2147/CIA.S91997
- Eguchi, K., Yacoub, M., Jhalani, J., Gerin, W., Schwartz, J., & Pickering, T. (2007). Consistency of Blood Pressure Differences Between the Left and Right Arms. *Archives of Internal Medicine*, 167(4), 388-393.
- Esain, I., Rodriguez-Larrad, A., Bidaurrezaga-Letona, I., & Gil, S. (2017). Health-related quality of life, handgrip strength and falls during detraining in elderly habitual exercisers. *Health and Quality of Life Outcomes*, 15(226), 1-9.
- Fabel, K., & Kempermann, G. (2008). Physical Activity and the Regulation of Neurogenesis in the Adult and Aging Brain. *NeuroMolecular Medicine*, 10(2), 59-66.
- Falck, R., Davis, J., & Liu-Ambrose, T. (2017). What is the association between sedentary behaviour and cognitive function? A systematic review. *Br J Sports Med*, 51, 800-811.
- Farrance, C., Tsofliou, F., & Clark, C. (2016). Adherence to community based group exercise interventions for older people: A mixed-methods systematic review. *Preventive Medicine*, 87, 155-166.
- Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Jamurtas, A. Z., . . . Taxildaris, K. (2006). Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J Strength Cond Res*, 20(3), 634-642. doi: R-17615 [pii]
- 10.1519/R-17615.1
- Felce, D., & Perry, J. (1995). Quality of life: It's Definition and Measurement. *Research in Developmental Disabilities*, 16(1), 51-74.
- Ferguson, T. (2009). An Effect Size Primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532-538.
- Fernández-Lezaun, E., Schumann, M., Mäkinen, T., Kyröläinen, H., & Walker, S. (2017). Effects of resistance training frequency on cardiorespiratory fitness in older men and women during intervention and follow-up. *Experimental Gerontology*, 95, 44-53.
- Flack, K., Davy, K., Huber, M., Winnett, R., Frisard, M., & Davy, B. (2011). Aging, resistance training, and diabetes prevention. *Journal of Aging Research*, 1-12.

- Forte, R., Boreham, C., Costa-Leite, J., De Vito, G., Brennan, L., Gibney, E., & Pesce, C. (2013). Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clinical Interventions Aging, 8*, 19-27. doi: 10.2147/CIA.S36514
- Frändin, K., Grönstedt, H., Helbostad, J., Bergland, A., Andresen, M., Puggaard, L., . . . Hellström, K. (2016). Long-Term Effects of Individually Tailored Physical Training and Activity on Physical Function, Well-Being and Cognition in Scandinavian Nursing Home Residents: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology, 62*, 571-580. doi: 10.1159/000443611
- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology, 3*(6), 343–353.
- Fritz, S., & Lusardi, M. (2009). Walking Speed: the Sixth Vital Sign. *Journal of Geriatric Physical Therapy, 32*(2), 2-5.
- Gallè, F., Di Onofrio, V., Spica, V., Mastronuzzi, R., Krauss, P., Belfiore, P., . . . Liguori, G. (2016). Improving physical fitness and health status perception in community-dwelling older adults through a structured program for physical activity promotion in the city of Naples, Italy: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.*
- Geirsdottir, O., Arnarson, A., Ramel, A., Briem, K., Jonsson, P., & Thorsdottir, I. (2015). Muscular strength and physical function in elderly adults 6–18 months after a 12-week resistance exercise program. *Scandinavian Journal of Public Health, 43*, 76–82. doi: 10.1177/1403494814560842
- Geirsdottir, O., Chang, M., Briem, K., Jonsson, P., Thorsdottir, I., & Ramel, A. (2017). Gender, Success, and Drop-Out during a Resistance Exercise Program in Community Dwelling Old Adults. *J Agin Res*, 1-9.
- Golden, C. (1994). *Stroop: Test de colores y palabras*. Madrid: TEA ediciones.
- Golubic, R., Martin, K., Ekelund, U., Hardy, R., Kuh, D., Wareham, N., . . . Brage, S. (2014). Levels of physical activity among a nationally representative sample of people in early old age: results of objective and self-reported assessments. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 11*(58), 1-17.
- Gómez, M. (5 de diciembre de 2017). España en 2050: habrá 76 jubilados por cada 100 habitantes en edad de trabajar. *El País*, Recuperado de https://elpais.com/economia/2017/12/05/actualidad/1512466573_858462.html.
- Gorman, E., Hanson, H., Yang, P., Khan, K., Liu-Ambrose, T., & Ashe, M. (2014). Accelerometry analysis of physical activity and sedentary behavior in older adults: a systematic review and data analysis. *European Review of Aging and Physical Activity, 11*, 35-49.
- Gouveia, E., Maia, J., Beunen, G., Blimkie, C., Fena, E., & Freitas, D. (2013). Functional Fitness and Physical Activity of Portuguese Community-Residing Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity, 21*, 1-19.
- Graf, C. (2006). Functional decline in hospitalized older adults. *The American Journal of Nursing, 106*(1), 58-67.
- Granacher, U., Zahner, L., & Gollhofer, A. (2008a). Strength, power, and postural control in seniors: Considerations for functional adaptations and for fall prevention. *European Journal of Sport Science, 8*(6), 325-340.
- Granacher, U., Zahner, L., & Gollhofer, A. (2008b). Strength, power, and postural control in seniors: Considerations for functional adaptations and for fall prevention. *European Journal Sport Sciences, 8*(6), 325-340.
- Group, W. (1994). Development of the WHOQOL: Rationale and Current Status. *International Journal of Mental Health, 23*(3), 24-56.
- Gusi, N., Prieto, J., Olivares, P., Delgado, S., Quesada, F., & Cebrián, C. (2012). Normative Fitness Performance Scores of Community-Dwelling Older Adults in Spain. *Journal of Aging and Physical Activity, 20*, 106-126.
- Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R., & Kraemer, K. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in

- middle-aged and elderly people. *European Journal Applied Physiology*, 83, 51-62. doi: 10.1007/s004210000248
- Haraldstad, K., Rohde, G., Stea, T., Lohne-Seiler, H., Hetlelid, K., Paulsen, G., & Berntsen, S. (2017). Changes in health-related quality of life in elderly men after 12 weeks of strength training. *European Review of Aging and Physical Activity*, 14(8), 1-6.
- Harris, C., Debeliso, M., Adams, K., Bobbie, S., & Spitzer Gibson, T. (2007). Detraining in the older adult: effects of prior training intensity on strength retention. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 813-818.
- Harris, T., Kerry, S., Limb, E., Furness, C., Wahlich, C., Victor, C., . . . Cook, D. (2018). Physical activity levels in adults and older adults 3±4 years after pedometer-based walking interventions: Long-term follow-up of participants from two randomised controlled trials in UK primary care. *PLoS Med*, 15(3), e1002526.
- Hawley-Hague, H., Horne, M., Campbell, M., Demack, S., Skelton, D., & Todd, C. (2013). Multiple Levels of Influence on Older Adults' Attendance and Adherence to Community Exercise Classes. *The Gerontologist*, 54(4), 599-610.
- Hawley-Hague, H., Horne, M., Skelton, D., & Todd, C. (2016). Review of how we should define (and measure) adherence in studies examining older adults' participation in exercise classes. *BMJ Open*, 6, 1-6.
- Henwood, T., & Taaffe, D. (2008). Detraining and Retraining in Older Adults Following Long-Term Muscle Power or Muscle Strength Specific Training. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 63A(7), 751-758.
- Hindin, S., & Zelinski, E. (2012). Extended Practice and Aerobic Exercise Interventions Benefit Untrained Cognitive Outcomes in Older Adults: A Meta-Analysis. *Journal of American Geriatric Society*, 60(1), 136-141.
- Hupin, D., Roche, F., Gremeaux, V., Chatard, J., Oriol, M., Gaspoz, J., . . . Edouard, P. (2015). Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged ≥60 years: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 0, 1-8.
- IMSERSO. (2000). *Las personas mayores en España: Informe 2000*. Madrid: Artegraf.
- IMSERSO. (2017). *Informe 2016: Las Personas Mayores en España*. Madrid: Composiciones Rali.
- INE. (2018). *Encuesta de Morbilidad Hospitalaria*.
- Jakobsson, U. (2007). Using the 12-item Short Form health survey (SF-12) to measure quality of life among older people. *Aging Clinical and Experimental Research*, 19(6), 457-464.
- Kahn, H., & Cheng, Y. (2018). Comparison of adiposity indicators associated with fasting-state insulinemia, triglyceridemia, and related risk biomarkers in a nationally representative, adult population. *Diabetes Research Clinical Practice*, 136, 7-15.
- Kalapotharakos, V., Diamantopoulos, K., & Tokmakidis, S. (2010). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and functional performance of older adults aged 80 to 88 years. *Aging Clin Exp Res*, 22(2), 1-7.
- Kaminsky, L., Arena, R., & Myers, J. (2015). Reference Standards for Cardiorespiratory Fitness Measured With Cardiopulmonary Exercise Testing: Data From the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database. *Mayo Clinic Proceedings*, 90(11), 1515-1523.
- Kelly, M., Loughrey, D., Lawlor, B., Robertson, I., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 16, 12-31. doi: 10.1016/j.arr.2014.05.002
- Killingback, C., Tsofliou, F., & Clark, C. (2017). Older people's adherence to community based group exercise programmes: a multiple-case study. *BMC Public Health*, 17(115), 1-12.
- Kim, K., Lim, S., Oh, T., Moon, J., Choi, S., Lim, J., . . . Jang, H. (2017). Longitudinal changes in muscle mass and strength, and bone mass in older adults: gender-specific associations between muscle and bone losses. *The Gerontological Society of America*.

- King, A., Kiernan, M., Oman, R., Kraemer, H., Hull, M., & Ahn, D. (1997). Can We Identify Who Will Adhere to Long-Term Physical Activity? Signal Detection Methodology as a Potential Aid to Clinical Decision Making. *Health Psychology, 16*(4), 380-389.
- Laatar, R., Kachouri, H., Borji, R., Rebai, H., & Sahli, S. (2018). Combined physical-cognitive training enhances postural performances during daily life tasks in older adults. *Experimental Gerontology, 107*, 91-97.
- Lacroix, A., Kressig, R., Muehlbauer, T., Gschwind, Y., Pfenninger, B., Bruegger, O., & Granacher, U. (2015). Effects of a Supervised versus an Unsupervised Combined Balance and Strength Training Program on Balance and Muscle Power in Healthy Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology, 2*, 1-14.
- Laflin, M., & Lewis, C. (2017). Functional Standards for Optimal Aging: The Development of the Moving Target Screen. *Topics in Geriatric Rehabilitation, 33*(4), 224-230.
- Lear, S., Hu, W., Rangarajan, S., Gasevic, D., Leong, D., Iqbal, R., . . . Yusuf, S. (2017). The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *The Lancet, 1*-12.
- Lee, I. M., Shiroma, E., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S., & Katzmarzyk, P. (2012). Impact of Physical Inactivity on the World's Major Non-Communicable Diseases. *The Lancet, 380*(9838), 219-229.
- Lee, M., Lim, T., Lee, J., Kim, K., & Yoon, B. (2017). Optimal retraining time for regaining functional fitness using multicomponent training after long-term detraining in older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 73*, 227-233.
- Legaz-Arrese, A. (2013). *Manual de Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Leitão, L., Brito, J., Leitão, A., Pereira, A., Conceição, A., Silva, A., & Louro, H. (2015). Functional capacity retention in older women after multicomponent exercise cessation: 3-year longitudinal study. *Motricidade, 11*(3), 81-91.
- Leong, D., Teo, K., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Avezum Jr, A., Orlandini, A., . . . Yusuf, S. (2015). Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet, 386*, 266-273.
- Levin, O., Netz, Y., & Ziv, G. (2017). The beneficial effects of different types of exercise interventions on motor and cognitive functions in older age: a systematic review. *European Review of Aging and Physical Activity, 14*(20), 1-23. doi: 10.1186/s11556-017-0189-z
- Liu, C., & Latham, N. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *The Cochrane Database of Systematic Reviews, 3*, CD002759.
- Lobo, A., Carvalho, J., & Santos, P. (2010). Effects of Training and Detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health-Promotion Interventions in Institutionalized Elders. *International Journal of Family Medicine, 1*-10.
- Locks, R., Costa, T., Koppe, S., Yamaguti, A., Garcia, M., & Gomes, A. (2012). Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. *Rev Bras Fisioter, 16*(3), 184-190.
- López-Sáez de Asteasu, M., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas-Herrero, A., & Izquierdo, M. (2017). Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic review of randomized clinical trials. *Ageing Research Reviews, 37*, 117-134. doi: 10.1016/j.arr.2017.05.007
- López, P., Pinto, R., Radaelli, R., Rech, A., Grazioli, R., Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2018). Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Ageing Clinical and Experimental Research, 30*, 889-899.
- Llinàs-Reglà, J., Vilalta-Franch, J., López-Pousa, S., Calvó-Perxas, L., & Garre-Olmo, J. (2013). Demographically Adjusted Norms for Catalan Older Adults on the Stroop Color and Word Test. *Archives of Clinical Neuropsychology, 28*, 282-296.

- Magistro, D., Candela, F., Brustio, P., Liubicich, M., & E, R. (2015). A Longitudinal Study on the Relationship Between Aerobic Endurance and Lower Body Strength in Italian Sedentary Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 23(3), 444-451. doi: 10.1123/japa.2013-0215
- Makizako, H., Shimada, H., Doi, T., Tsutsumimoto, K., Nakakubo, S., Hotta, R., & Suzuki, T. (2016). Predictive Cutoff Values of the Five-Times Sit-to-Stand Test and the Timed “Up & Go” Test for Disability Incidence in Older People Dwelling in the Community. *Physical Therapy*, 97(4), 417-424.
- Malina, R., & Bouchard, C. (1986). *Sport and human genetics*. IL: Human Kinetics.
- Malina, R., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mantilla-Tolosa, S., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia Kinesología*, 10(1), 48-52.
- Mänttari, A., Suni, J., Sievänen, H., Husu, P., Vähä-Ypyä, H., Valkeinen, H., . . . Vasankari, T. (2018). Six-minute walk test: a tool for predicting maximal aerobic power (VO2 max) in healthy adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38, 1038-1045.
- Marques, E., Baptista, F., Santos, R., Vale, S., Santos, D., Silva, A., . . . Sardinha, L. (2014). Normative Functional Fitness Standards and Trends of Portuguese Older Adults: Cross-Cultural Comparisons. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22, 126-137.
- Marshall, S., & Berg, K. (2010). Cessation of Exercise in the Institutionalized Elderly: Effects on Physical Function. *Physiotherapy Canada*, 62, 254-260.
- Martínez-Gomez, D., Bandinelli, S., Del-Panta, V., Patel, K., Guralnik, J., & Ferrucci, L. (2017). Three-Year Changes in Physical Activity and Decline in Physical Performance Over 9 Years of Follow-Up in Older Adults: The Invecchiare in Chianti Study. *J Am Geriatr Soc*, 1-7.
- Martínez-Gomez, D., Guallar-Castillon, P., & Rodríguez-Artalejo, F. (2016). Sitting Time and Mortality in Older Adults With Disability: A National Cohort Study. *JAMDA*, e1-e6.
- Martínez-Navarro, I. (2014). *Efectos de un programa de entrenamiento funcional sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la función ejecutiva y la capacidad condicional en los adultos mayores*. (Doctoral dissertation). Universitat de València., Valencia.
- Martínez del Castillo, J., González-Rivera, M., Jiménez-Beatty, J., Graupera, J., Martín-Rodríguez, M., Campos-Izquierdo, A., & Del Hierro, D. (2009). Los hábitos de actividad física de las mujeres mayores en España. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5(14), 81-93.
- McAuley, E., Blissmer, B., Katula, J., Duncan, T., & Mihalko, S. (2000). Physical activity, self-esteem, and self efficacy relationships in older adults: a randomized controlled trial. *Annals Behaviour Medicine*, 22(2), 131-139.
- McCarthy, E., Horvat, M., Holtsberg, P., & Wisenbaker, J. (2004). Repeated Chair Stands as a Measure of Lower Limb Strength in Sexagenarian Women. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 59A(11), 1207-1212.
- Menant, J., Schoene, D., Sarofim, M., & Lord, S. (2014). Single and dual task tests of gait speed are equivalent in the prediction of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Aging Res Rev*, 16, 83-104.
- Mera-Gallego, I., Fornos-Pérez, J., Ferrer-Úbeda, J., Ruiz-Lara, A., Mera-Gallego, R., García-Rodríguez, P., . . . Andrés-Rodríguez, N. (2017). Evaluación en farmacias comunitarias del estado nutricional de mayores de 65 años. *Farmacéuticos comunitarios*, 9(2), 5-23.
- Mikos, V., Yen, S.-C., Tay, A., Heng, C.-H., Chung, C., Liew, S., . . . Au, W. (2018). Regression analysis of gait parameters and mobility measures in a healthy cohort for subject-specific normative values. *PLoS One*, 13(6), e0199215.
- Ministerio de Sanidad, C. y. B. S. (2017). *Encuesta Nacional de Salud*. Madrid.
- Ministerio de Sanidad, S. S. e. I. (2018). *Estadística de Gasto Sanitario Público*.

- Mujika, I., & Padilla, S. (2000a). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I Short Term Insufficient Training Stimulus. *Sports Med*, 30(2), 79-87.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000b). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part II Long Term Insufficient Training Stimulus. *Sports Med*, 30(3), 14-154.
- Muñoz-Céspedes, J., & Tirapu-Ustárroz, J. (2004). Rehabilitación de las funciones ejecutivas. *Rev Neurología*, 38(7), 656-663.
- Murata, C., Saito, T., Saito, M., & Kondo, K. (2019). The Association between Social Support and Incident Dementia: A 10-Year Follow-Up Study in Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 1-10.
- Myers, J., Kaminsky, L., Lima, R., Christle, J., Ashley, E., & Arena, R. (2017). A Reference Equation for Normal Standards for VO₂ Max: Analysis from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND Registry). *Progress in Cardiovascular Diseases*, 60, 21-29.
- Myers, J., McAuley, P., Despres, J., Arena, R., & Kokkinos, P. (2015). Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(4), 306-315.
- Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., & Atwood, J. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*, 346, 793-801.
- Naughton, M., Shumaker, S., Anderson, R., & Czajkowski, S. (1996). Psychological Aspects of Health-Related Quality of Life Measurement: Tests and Scales. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, 15, 117-131.
- Neder, J., Nery, L., Peres, C., & Whipp, B. (2001). Reference Values for Dynamic Responses to Incremental Cycle Ergometry in Males and Females Aged 20 to 80. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164(1481-1486).
- Neto, A., Santos, M., Silva, R., de Santana, J., & Da Silva-Grigoletto, M. (2018). Effects of different neuromuscular training protocols on the functional capacity of elderly women. *Revista Brasileira Medicina do Esporte*, 24(2), 140-144.
- Nordin, E., Moe-Nilssen, R., Ramnemark, A., & Lundin-Olsson, L. (2010). Changes in step-width during dual-task walking predicts falls. *Gait Posture*, 32(1), 92-97.
- Northey, J., Cherbuin, N., Pampa, K., Smees, D., & Rattray, B. (2017). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 0, 1-9. doi: 10.1136/bjsports-2016-096587
- Northey, J., Cherbuin, N., Pampa, K., Smees, D., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52, 154-160.
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Sekiguchi, A., Hashizume, H., Nozawa, T., . . . Kawashima, R. (2014). Four weeks of combination exercise training improved executive functions, episodic memory, and processing speed in healthy elderly people: evidence from a randomized controlled trial. *Age*, 36, 787-799.
- Oliveira, R., Santa-Marinha, C., Leão, R., Monteiro, D., Bento, T., Santos Rocha, R., & Brito, J. (2017). Exercise training programs and detraining in older women. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 142-155. doi: 10.14198/jhse.2017.121.12
- OMS. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud*. Génova: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*. Génova: Organización Mundial de la Salud.
- Orange, S., Marshall, P., Madden, L., & Vince, R. (2018). The short-term training and detraining effects of supervised versus unsupervised resistance exercise in aging adults.

- Pachana, N., Thompson, L., Marcopulos, B., & Yoash-Gantz, R. (2008). California Older Adult Stroop Test (COAST). *Clinical Gerontologist*, 27(3), 3-22.
- Page, P. (2010). Standing Strong: Bringing Evidence to Practice for a Community-Based Fall Prevention Exercise Program. *Topics en Geriatric Rehabilitation*, 26(4), 335-352.
- Papa, E., Dong, X., & Hassan, M. (2017). Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 955-961.
- Park, S., & Lee, I. (2015). Effects on training and detraining on physical function, control of diabetes and anthropometrics in type 2 diabetes; a randomized controlled trial. *Physioter Theory Pract*, 31(2), 83-88.
- Patel, A., Bernstein, L., Deka, A., Feigelson, H., Campbell, P., Gapstur, S., . . . Thun, M. (2010). Leisure Time Spent Sitting in Relation to Total Mortality in a Prospective Cohort of US Adults. *American Journal of Epidemiology*, 172(4).
- Patel, A., Hildebrand, J., Leach, C., Campbell, P., Doyle, C., Shuval, K., . . . Gapstur, S. (2017). Walking in Relation to Mortality in a Large Prospective Cohort of Older U.S. Adults. *American Journal of Preventive Medicine*.
- Peel, N., Alapatt, L., Jones, L., & Hubbard, R. (2018). The association between gait speed and cognitive status in communitydwelling older people: A systematic review and meta-analysis. *Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*.
- Pereira, J., Neri, S., Vainshelboim, B., Gadelha, A., Bottaro, M., de Oliveira, R., & Lima, R. (2018). Normative Values of Knee Extensor Isokinetic Strength for Older Women and Implications on Physical Function. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 0, 1-7.
- Perera, S., Mody, S., Woodman, R., & Studenski, S. (2006). Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *Journal of American Geriatric Society*, 54, 743-749.
- Pilch, W., Mucha, D., Pałka, T., Suder, A., Piotrowska, A., Tyka, A., . . . Ambroży, T. (2015). The influence of a 12-week program of physical activity on changes in body composition and lipid and carbohydrate status in postmenopausal women. *Prz Menopauzalny*, 14(4), 231-237.
- Pisciottano, M., Pinto, S., Szejnfeld, V., & Castro, C. (2013). The relationship between lean mass, muscle strength and physical ability in independent healthy elderly women from the community. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 18(5), 554–558.
- Pondal, M., & Del Ser, T. (2008). Normative Data and Determinants for the Timed “Up and Go” Test in a Population-Based Sample of Elderly Individuals Without Gait Disturbances. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 31(2), 57-63.
- Poranen-Clark, T., von Bonsdorff, M., Rantakokko, M., Portegijs, E., Eronen, J., Kauppinen, M., . . . Viljanen, A. (2017). Executive function and life-space mobility in old age. *Aging Clin Exp Res*.
- Pothier, K., & Bherer, L. (2016). Physical Training. In T. Strobach & J. Karbach (Eds.), *Cognitive Training*. Switzerland: Springer.
- Purser, J., Weinberger, M., Cohen, H., Pieper, C., Morey, M., Li, T., . . . Lapuerta, P. (2005). Walking speed predicts health status and hospital costs for frail elderly male veterans. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 42(4), 535-546.
- Ratel, S., Gryson, C., Rance, R., Penando, S., Bonhomme, C., Le Ruyet, P., . . . Walrand, S. (2012). Detraining-induced alterations in metabolic and fitness markers after a multicomponent exercisettraining program in older men. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 37, 72-79.
- Rhea, M. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 918-920.

- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(2), 129-161. doi: 10.1123/japa.7.2.129
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *The Gerontologist*, 53(2), 255-267. doi: 10.1093/geront/gns071
- Ritchie, J., Miller, C., & Smiciklas-Wright, H. (2005). Tanita Foot-to-Foot Bioelectrical Impedance Analysis System Validated in Older Adults. *Journal of The American Dietetic Association*, 105, 1617-1619.
- Rivera, D., Perrin, P., Stevens, L., Garza, M., Weil, C., Saracho, C., . . . Arango-Lasprillas, J. (2015). Stroop Color-Word Interference Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*, 37, 591-624.
- Robertson, M., & Gregory, R. (2017). Concurrent validation of the tandem walk test as a measure of dynamic walking balance in a healthy population. *Physical Therapy and Rehabilitation*, 4(12), 12.
- Rogers, M., Hagberg, J., Martin III, W., Ehsani, A., & Holloszy, J. (1990). Decline in VO_{2max} with aging in master athletes and sedentary men. *Journal of Applied Physiology*, 68(5), 2195-2199.
- Sakugawa, R., Moura, B., Orsatto, L., Bezerra, E., Cadore, E., & Diefenthaler, F. (2018). Effects of resistance training, detraining, and retraining on strength and functional capacity in elderly. *Aging Clinical and Experimental Research*.
- Salthouse, T. (2004). What and When of Cognitive Aging. *Current Directions in Psychological Science*, 13(4).
- Salthouse, T. (2012). Consequences of age-related cognitive declines. *Annual Review of Psychology*, 63, 201-226.
- Sánchez-Figueroa, C., Cortiñas-Vázquez, P., & Tejera-Martín, I. (2009). La prueba de hipótesis: las tendencias de Fisher y Neyman-Pearson. In J. Riobóo-Almanzor & I. Riobóo-Lestón (Eds.), *Historia de la probabilidad y la estadística*. Santiago de Compostela: AHEPE.
- Sanchis-Soler, G. (2017). *Incidencia de un programa de entrenamiento funcional cognitivo en pacientes de la unidad de hospitalización a domicilio*. (Doctoral dissertation). Universitat de València., Valencia.
- Sanchis-Soler, G., Valencia-Peris, A., San Inocencio-Cuenca, D., Llorens-Soriano, P., & Blasco-Lafarga, C. (2016). *Efectos del programa de entrenamiento domiciliario EFAMH-UV@ sobre la dependencia y el patrón de sedentarismo en pacientes UHD*. Paper presented at the Symposium Exernet. Investigación en Ejercicio, Salud y Bienestar: 'Exercise is Medicine, Cadiz.
- Schlenk, E., Lias, J., Sereika, S., Dunbar-Jacob, J., & Kwoh, C. (2011). Improving Physical Activity and Function in Overweight and Obese Older Adults with Osteoarthritis of the Knee: A Feasibility Study. *Rehabilitating Nursing*, 36(1), 32-42.
- Schutzer, K., & Graves, B. (2004). Barriers and motivations to exercise in older adults. *Preventive Medicine*, 39, 1056-1061.
- Seco, J., Abecia, L., Echevarria, E., Barbero, I., Torres-Unda, J., Rodriguez, V., & Calvo, J. (2013). A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. *Rehabil Nurs*, 38(1), 37-47.
- Sedentary Behaviour Research Network. (2012). Letter to the Editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours." *Appl Physiol Nutr Metab*, 37, 540-542.
- Seeman, T., Lusignolo, T., Albert, M., & Berkman, L. (2001). Social relationships, social support, and patterns of cognitive aging in healthy, high-functioning older adults: MacArthur studies of successful aging. *Health Psychology*, 20(4), 243-255.
- Sherk, K., Bemben, D., Brickman, S., & Bemben, M. (2012). Effects of resistance training duration on muscular strength retention 6-month posttraining in older men and women. *J Geriatr Phys Ther*, 35, 20-27.

- Sisamón, M. (2012). *Prevención del déficit funcional en pacientes ancianos hospitalizados por enfermedad aguda: estudio preliminar de un programa de fuerza*. (Doctoral dissertation). Universitat de València., Valencia.
- Smith, K., Winegard, K., Hicks, A., & McCartney, N. (2003). Two years of resistance training in older men and women: The effects of three years of detraining on the retention of dynamic strength. *Can J Appl Physiol*, 28(3), 462-474.
- Steele, J., Raubold, K., Kemmler, W., Fisher, J., Gentil, P., & Giessing, J. (2017). The Effects of 6 Months of Progressive High Effort Resistance Training Methods upon Strength, Body Composition, Function, and Wellbeing of Elderly Adults. *BioMed Research International*, 1-14.
- Stenholm, S., Koster, A., Valkeinen, H., Patel, K. V., Bandinelli, S., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2016). Association of Physical Activity History With Physical Function and Mortality in Old Age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 71(4), 496-501.
- Stenholm, S., Shardell, M., Bandinelli, S., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2015). Physiological Factors Contributing to Mobility Loss Over 9 Years of Follow-Up—Results From the InCHIANTI Study. *J Gerontol*, 70(5), 591-597.
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., . . . Guralnik, J. (2011). Gait Speed and Survival in Older Adults. *JAMA*, 305(11), 50-58.
- Studenski, S., Perera, S., Wallace, D., Chandler, J., Duncan, P., Rooney, E., . . . Guralnik, J. (2003). Physical performance measures in the clinical setting. *Journal of American Geriatric Society*, 51(3), 314-322.
- Subirats-Bayego, E., Subirats-Vila, G., & Soteras-Martínez, I. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*, 138(1), 18-24.
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using Effect Size—or Why the P Value Is Not Enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279-282.
- Sullivan, T., Allegrante, J., Peterson, M., Kovar, P., & MacKenzie, C. (1998). One-Year Followup of Patients with Osteoarthritis of the Knee Who Participated in a Program of Supervised Fitness Walking and Supportive Patient Education. *Arthritis Care and Research*, 11(4), 228-233.
- Taaffe, D., & Marcus, R. (1997). Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clin Physiol*, 17, 311-324.
- Takeda, N., Oka, K., Sakai, K., Itakura, M., & Nakamura, Y. (2011). The Effects of a Group-based Walking Program on Daily Physical Activity in Middle-aged and Older Adults. *International Journal Sport Health Science*, 9, 39-48.
- Tokmakidis, S., Kalapotharakos, V., Smilios, I., & Parlavantzas, A. (2009). Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. *Clin Physiol Funct Imag*, 29(4), 316-319.
- Topouchian, J., Agnoletti, D., Blacher, J., Youssef, A., Ibanez, I., Khabouth, J., . . . Asmar, R. (2011). Validation of four automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the international protocol of the European Society of Hypertension. *Vascular Health and Risk Management*, 7, 709-717.
- Toraman, N. F. (2005). Short term and long term detraining: is there any difference between young-old and old people? *British Journal of Sports Medicine*, 39(8), 561-564. doi: 10.1136/bjism.2004.015420
- Toraman, N. F., & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 565-568.
- Tremblay, M., Potvin, O., Belleville, S., Bier, N., Gagnon, L., Blanchet, S., . . . Hudon, C. (2016). The Victoria Stroop Test: Normative Data in Quebec-French Adults and Elderly. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31, 926-933.
- Vagetti, G., Filho, V., de Oliveira, V., Mazzardo, O., Moreira, N., Gomes, A., & de Campos, W. (2015). Functional fitness in older women from southern Brazil: normative scores and

- comparison with different countries. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 17(4), 472-484.
- Van Roie, E., Walker, S., Van Driessche, S., Baggen, R., Coudyzer, W., Bautmans, I., & Delecluse, C. (2017). Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. *Experimental Gerontology*, 98, 30-37.
- Vaughan, S., Wallis, M., Polit, D., Steele, M., Shum, D., & Morris, N. (2014). The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 43, 623-629.
- Vilagut, G., Valderas, J., Ferrer, M., Garin, O., López-García, E., & Alonso, J. (2008). Interpretación de los cuestionarios de salud SF-36 y SF-12 en España: componentes físico y mental. *Med Clin*, 130(19), 726-735.
- Virág, A., Harkányi, I., Karóczy, C., Vass, Z., & Kovács, É. (2018). Study of effects of multimodal exercise programme on physical fitness and health perception in community-living Hungarian older adults. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Wang, C., Yeh, C., & Hu, M. (2011). Mobility-related performance tests to predict mobility disability at 2-year follow-up in community-dwelling older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52, 1-4.
- Warburton, D., & Bredin, S. (2016). Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? *Canadian Journal of Cardiology*, 32, 495-504.
- Westcott, W. (2012). Resistance Training is Medicine: Effects of Strength Training on Health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209-216.
- Whelton, P., Carey, R., Aronow, W., Casey, D., Collins, K., Himmelfarb, C., . . . Wright Jr, J. (2017). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(19), e127-248.
- Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Agabiti-Roseil, W., Azizi, M., Burnier, M., . . . Desormais, I. (2018). 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 39(33), 3021-3104.
- Wright, V., & Middleton, K. (2018). *Masterful Care of the Aging Athlete: A Clinical Guide*. Switzerland: Springer.
- Wrisley, D., Marchetti, G., Kuharsky, D., & Whitney, S. (2004). Reliability, Internal Consistency, and Validity of Data Obtained With the Functional Gait Assessment. *Physical Therapy*, 84(10), 906-918.
- Yamada, M., Tanaka, B., Nagai, K., Aoyama, T., & Ichihashi, N. (2010). Trail-walking exercise and fall risk factors in community-dwelling older adults: preliminary results of a randomized controlled trial. *Journal of American Geriatric Society*, 58(10), 1946-1951.
- Yang, Y., Chen, Y., Lee, C., Cheng, S., & Wang, R. (2007). Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. *Gait & Posture*, 25, 185-190.
- Zakkoyya, H., Kyriakos, M., Kenneth, J., & Soham, A. (2017). The Impact of 10-year Physical Activity Changes on 7-year Mortality in Older Mexican Americans. *Journal of Physical Activity & Health*.
- Zengarini, E., & Cherubini, A. (2019). Frailty Is Not a Fatality. In M. JP (Ed.), *Prevention of Chronic Diseases and Age-Related Disability. Practical Issues in Geriatrics*. Springer: Cham.

CAPÍTULO 6:

ANEXOS

ANEXO 1:
HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

HOJA DE CONSENTIMIENTO

PROYECTO DE ACTIVIDAD FÍSICA SALUDABLE EN ADULTOS MAYORES

Don/ Doña: _____,

con DNI: _____; nacido el _____

Por el presente documento expreso mi consentimiento voluntario para participar en el proyecto de Actividad Física Saludable en Adultos Mayores promovido por el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Valencia.

Previamente a mi firma se me ha informado sobre las características y exigencias del mencionado programa; de los ejercicios que van a realizarse y de los datos que van a recogerse, antes, durante y con posterioridad al mismo.

Por todo ello, firmo mi consentimiento para participar en este proyecto, al tiempo que cedo mis datos y resultados para que puedan ser usados y difundidos, siempre de forma anónima, en publicaciones de carácter científico.

Y para que así conste, firmo la presente en _____,

a _____ de _____ de 201_.

Fdo.:

ANEXO 2:
CERTIFICADO DEL COMITÉ DE ÉTICA
DE LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA

D. Fernando A. Verdú Pascual, Profesor Titular de Medicina Legal y Forense, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 15 de abril de 2013, una vez estudiado el proyecto de investigación titulado:

“Efectos de un programa de entrenamiento funcional sobre la mejora en la capacidad funcional, la calidad de vida y el patrón de actividad física diaria de los adultos mayores”, número de procedimiento H1363126067752,

cuya investigadora principal es Dña. Cristina Blasco Lafarga, ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a veintitrés de abril de dos mil trece.



Fernando Verdu Pascual
Certifico la precisión e
integridad de este documento
2013.04.23 20:06:58 +02'00'

ANEXO 3:
CUESTIONARIO SF-12

Nombre y Fecha:

CUESTIONARIO SF-12

1. En general, usted diría que su salud es:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				
Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. **Su salud actual, ¿le limita para...?**

	1 Sí, me limita mucho	2 Sí, Me limita un poco	3 No, no me limita nada
2. Realizar esfuerzos moderados , como mover una mesa, pasar la aspiradora o caminar más de 1 hora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Subir varios pisos por la escalera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante **la última semana**, a causa de su salud física...

	1 SÍ	2 NO
4. ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante **la última semana**, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)...

	1 SÍ	2 NO
6. ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer, por algún problema emocional?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿No hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, por algún problema emocional?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Durante la última semana, ¿hasta qué punto **el dolor** le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				
Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho

Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante durante la última semana. ¿Cuánto tiempo...

	1	2	3	4	5	6
	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Algunas veces	Solo alguna vez	Nunca
9. se sintió calmado y tranquilo?	<input type="checkbox"/>					
10. tuvo mucha energía?	<input type="checkbox"/>					
11. se sintió desanimado y triste?	<input type="checkbox"/>					

12. Durante la última semana, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				
Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca