

DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA
HUMANA

ESTUDIO DE LA MUSCULATURA DE LA REGIÓN
POSTERIOR DEL MUSLO TRAS PROGRAMA DE
ESTIRAMIENTOS

INMACULADA PERELLÓ TALENS

UNIVERSITAT DE VALENCIA
Servei de Publicacions
2004

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 04 de Juny de 2004 davant un tribunal format per:

- D. Agustín Castañeyra Perdomo
- D. Francisco José Pérez Moltó
- D. José Ignacio Calvo Arenillas
- D. Juan Gondra Del Río
- D. Manuel Monfort Pañego

Va ser dirigida per:
D. José Sánchez Frutos

©Copyright: Servei de Publicacions
Inmaculada Perelló Talens

Depòsit legal:

I.S.B.N.:84-370-5504-0

Edita: Universitat de València
Servei de Publicacions
C/ Artes Gráficas, 13 bajo
46010 València
Spain
Telèfon: 963864115



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

ESTUDIO DE LA MUSCULATURA DE LA
REGIÓN POSTERIOR DEL MUSLO TRAS
PROGRAMA DE ESTIRAMIENTOS

Tesis Doctoral presentada por:

Immaculada Perelló Talens

Dirección:

Dr. José Sánchez Frutos

Valencia, 2003



DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y
EMBRIOLOGÍA HUMANA

JOSÉ SÁNCHEZ FRUTOS, CATEDRÁTICO DE ESCUELA
UNIVERSITARIA Y DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE
FISIOTERAPIA DE LA UNIVERSITAT DE VALENCIA,

INFORMA:

Que el trabajo titulado "*Estudio de la musculatura de la región posterior del muslo tras programa de estiramientos*" es fruto del trabajo personal de la Licenciada D^a Immaculada Perelló Talens, trabajo que ha sido desarrollado en su totalidad en el Departamento de Anatomía y Embriología Humana bajo mi dirección. Este trabajo reúne todos los requisitos establecidos por la legislación vigente para su lectura y defensa.

Valencia, a

Fdo. Prof. Dr. José Sánchez Frutos.

Informe Razonado de Prof. Dr. M^a Ángeles Sarti Martínez como tutor de Dña. Inmaculada Perelló Talens durante el programa de doctorado en el departamento de CC. Morfológicas (actual Anatomía y Embriología Humana) según Art 8 BOE núm.104 del Viernes 1 de Mayo de 1998, para ratificar la autorización del Director, Prof. Dr. D. José Sanchez Frutos, para la presentación de la tesis titulada " Estudio de la Musculatura de la Región Posterior del Muslo Tras programa de Estiramientos".

Registro ENTRADA n.º 28
FECHA 30-1-04 HORA

1.- Objetivos.

Plantea unos objetivos de forma precisa , encaminados a estudiar la influencia de dos programas de entrenamiento sobre la fuerza máxima del cuádriceps y la fuerza explosiva, así como la flexibilidad del miembro inferior.

2.- Metodología.

Refiere un diseño en el que utiliza tres tests de campo para valorar cada una de las cualidades físicas referidas en los objetivos. Igualmente realiza una valoración subjetiva del rendimiento en cada uno de los tests.

Utiliza una muestra en número suficiente. Realiza pruebas de significancia estadística, previamente constata la normalidad de las variables mediante el test estadístico (K_S) adecuado para tal fin.

3.- Interés de los resultados .

Los resultados corroboran la utilidad de los dos métodos empleados sobre la flexibilidad y sobre la fuerza máxima. Estos resultados y la metodología son interesantes y de utilidad práctica en el ámbito de la enseñanza de las cualidades físicas, terreno profesional de desarrollo de la doctorando.

4.- Características de la memoria.

El trabajo reseñado desarrolla todos los apartados del método científico mediante el análisis de las posibles relaciones de las variables a estudio comprobando el ajuste a la normalidad para cada variable mediante el empleo del test de Kolmogorov-Smirnov y utilizando pruebas de significación y análisis de la varianza para las variables cuantitativas lo cual permite llegar a partir de los objetivos a conclusiones concretas sobre las cualidades físicas valoradas según los tests utilizados.

5.- Considero que el trabajo reúne las condiciones necesarias para ser presentado para su lectura y defensa, por lo que se ratifica la decisión del director de la tesis referida

FAVORABLE

Valencia.a.30 de Enero.de.2004..

firmado




COMISSIÓ DE DOCTORAT DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

A Paco, Eva i Sara

Al meus pares

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Paco, Eva y Sara, por su apoyo y por la ilusión que ponen en todas las cosas.

A mis padres por todo lo que he aprendido de ellos.

Mi más sincero agradecimiento a José Sánchez Frutos por el tiempo que me ha dedicado, por sus consejos y enseñanzas, y sobre todo por su paciencia y serenidad.

A Rosa Yagüe Perales por su ayuda y asesoramiento en el trabajo estadístico.

Doy las gracias a mis compañeras Águeda, Amelia y Encarna, del I.E.S. Jorge Juan del Port de Sagunt por su colaboración desinteresada en la realización del programa de entrenamiento.

Finalmente, agradecer a los alumnos y alumnas del I.E.S. Jorge Juan del Port de Sagunt su participación en este trabajo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	3
2. LA FLEXIBILIDAD MUSCULAR.....	13
2.1. COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD MIOTENDINOSA EN EL ESTIRAMIENTO.....	15
2.2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA FLEXIBILIDAD.....	24
2.2.1. FACTORES DE NATURALEZA ANATÓMICA.....	25
2.2.2. FACTORES DE NATURALEZA FISIOLÓGICA.....	30
2.2.3. OTROS FACTORES.....	34
3. LA FLEXIBILIDAD EN EL ÁMBITO DEPORTIVO Y EDUCATIVO.....	41
3.1. LA FLEXIBILIDAD COMO CUALIDAD FÍSICA	41
3.2. LA FLEXIBILIDAD Y EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.	54
4. MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE LA FLEXIBILIDAD..	61
4.1. MÉTODOS DINÁMICOS.....	62
4.2. MÉTODOS ESTÁTICOS.....	66
5. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LOS MÚSCULOS IMPLICADOS EN EL ESTUDIO.....	85
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS.....	95
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	97
7. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	99
8. EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTACIÓN.....	103
8.1. DATOS PERSONALES Y ANTROPOMÉTRICOS.....	103
8.2. TEST DE CONDICIÓN FÍSICA.....	106
9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	111

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La flexibilidad es una cualidad física que viene determinada por la amplitud de movimientos de una o varias articulaciones (Martínez y Arregui, 2001). La intencionalidad en el trabajo de la flexibilidad es diferente dependiendo del campo desde el que se aborde, sin embargo los métodos utilizados en los diferentes sectores son los mismos, si bien prevalecen más unos u otros dependiendo del objetivo a conseguir.

La práctica de la flexibilidad tiene orígenes muy antiguos. Los primeros datos de actitudes de extensión muscular o flexibilidad datan del año 2.500 antes de Cristo. En las pinturas funerarias de las tumbas de Beni Hassan en el Antiguo Egipto aparecen unos dibujos con ejercicios de flexibilidad individuales y por parejas.

En Bangkok hace más de 2.000 años se conocen unas estatuillas con posturas donde se desarrolla la flexibilidad.

Las disciplinas orientales milenarias como el yoga, el Doin, y el Tai-ji-qan utilizaban técnicas de estiramientos similares a las de la actualidad.

En Occidente en la época romana, existía un grupo de contorsionistas que llevaban la flexibilidad a sus máximos límites. Se exhibían a modo de espectáculo en fiestas y reuniones de aquella época.

Con el inicio de las escuelas gimnásticas europeas se aprecia una preocupación por el tema, que en un principio estaba relacionada con la higiene. El primer precursor fue P.H. Ling (1776-1839), máximo representante de la escuela sueca. A través de ejercicios de movilidad articular trataba de corregir algunos defectos de actitud postural. Sus seguidores, Hjalmar Ling y Norlander, ya proponían ejercicios por parejas e individuales para corregir la actitud y el tono postural afectados por la inactividad de la época. Trataron también de evitar tensiones a través de la relajación tanto física como mental. Utilizaban la gimnasia de posiciones con “apoyos animados” a través de grandes tracciones

repetitivas a modo de rebote, hasta el punto del dolor. Lo que hoy llamamos distensiones balísticas.

Más tarde, a principios de s. XX Niels Buck aportó dinamismo a los ejercicios llegando a situaciones extremas de movimiento. Propuso el método de 11 elongaciones o insistencias con movimientos rítmicos, suaves y repetidos realizados al final del recorrido articular con la finalidad de ampliar el mismo dentro de los límites articulares normales. En su obra "Gimnasia básica danesa" indicó que el objetivo de la Gimnasia Fundamental era convertir la rigidez, debilidad y la torpeza del tipo de la sociedad trabajadora en flexibilidad, fuerza y agilidad. Con respecto a la flexibilidad indicó los defectos que puede generar el trabajo físico (Buck, 1939):

- Rigidez de la columna vertebral en la región cervical, con respecto a la flexión del cuello.
- Musculatura de la nuca demasiado corta.
- Rigidez de la columna vertebral con respecto a la extensión.
- Músculos pectoralis mayor y pectoralis minor demasiado cortos.
- Rigidez de la columna vertebral con respecto a la flexión.
- Músculos de la región renal demasiado cortos y tensos.
- Músculos posteriores de muslo, en muchos casos excesivamente cortos.

Dividió los ejercicios en subgrupos según el efecto: generadores de flexibilidad, generadores de fuerza y generadores de destreza.

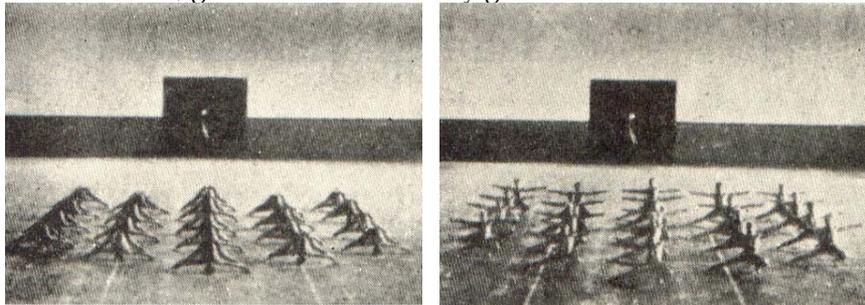


Figura 1. Flexibilidad, ritmo y destreza (tomado de Langlade, 1970)

Según Agosti, 1948 (citado en Langlade, 1970), Buck comprendió que el efecto de un ejercicio no dependía exclusivamente del segmento movido, ni de los músculos que entran en acción, sino de la manera en que el movimiento se realiza.

Intentó aumentar la flexibilidad para conseguir una mejor movilidad articular y elasticidad muscular, por medio de movimientos rítmicos, suaves y repetidos, realizados al final del recorrido articular, con la finalidad de ampliar el mismo dentro de los límites anatómico-kinestésico normales. Sin embargo esa movilidad articular y elasticidad muscular solo pudo ser obtenida por otra contribución: la acentuación del trabajo con "elongaciones" o "insistencias". El profesor P. de Hegedüs (1973) expresaba este concepto como "trabajo en rama verde" y explicaba que *"si tomamos por los dos extremos una rama, aún verde, y tratamos de juntarlos rápidamente en un solo movimiento, en la cara convexa del ápice de la curva, algunas fibras se romperán. Pero en cambio si acercamos los dos extremos de la rama con movimientos rítmicos suaves y continuados, ambos entrarán en contacto, manteniendo la total integridad de la misma"* (Langlade, 1970). Esta forma de trabajar la flexibilidad es lo que conocemos como técnica de rebotes.

Además de ello al trabajo de flexibilidad le dio otra orientación: preventivo correctiva, en la cual trabajó impulsivamente basándose en oscilaciones y/o lanzamientos, para que el segmento en movimiento, por inercia, ampliara su recorrido. Es decir, utilizaba la técnica balística.

Tanto las oscilaciones como los lanzamientos son movimientos de impulso. La diferencia entre ambos está, cuando se realizan contra la fuerza de la gravedad, en que en la oscilación hay una contracción agonista que da cierta velocidad a la palanca y el recorrido de la misma se realiza por el impulso adquirido, mientras que en los lanzamientos la contracción muscular continua hasta casi el final del recorrido. Si se realizan a favor de la fuerza de gravedad, en la oscilación el comienzo del

movimiento es totalmente pasivo, mientras que en el lanzamiento hay una contracción al principio.

Maja Carlquist (1884-1968) realizó una gran aportación al trabajo de flexibilidad. En su opinión para que un estiramiento fuera efectivo tenía que hacerse lentamente, de modo que los músculos antagonicos no entraran en actividad. Además había que evitar que un estiramiento durara mucho tiempo en la posición de tensión extrema, pues si no se corría el riesgo de una supertensión y de que disminuyera el tono de los músculos.

Diferenció dos clases de estiramientos: pasivos y activos. Los pasivos se hacían con la ayuda del peso del cuerpo. Y los activos, al contrario, debían realizarse de forma que la fuerza se transfiriera donde fuera necesaria (debía haber una adecuada coordinación neuro-muscular). Los músculos necesarios para realizar los estiramientos tenían que entrar en funcionamiento, primero para llegar a la posición inicial del estiramiento, para ello se debían utilizar movimientos de carácter pasivo, por ejemplo oscilaciones: *"en la oscilación de brazos hacia arriba: cuando los brazos han alcanzado la posición vertical se les lleva hacia atrás, lenta, elástica e intensivamente, con una hiperextensión de la espalda, para volver cuando se ha alcanzado el punto culminante, donde el estiramiento es el máximo, a la posición inicial"*. (Carlquist, 1942, citado en Langlade, 1970).

Para ella uno de los principios más importantes que debían seguir los estiramientos era el principio del ritmo, alternando las posiciones extremas de tensión con la distensión.

Trabajó las técnicas de movimiento con impulso y trató de dar forma a las mismas, introduciendo así unos elementos:

- Amplió el recorrido articular hasta los límites máximos, manteniendo la naturalidad en el movimiento (totalidad, soltura, ritmo y economía).
- Para evitar las contracciones reflejas de los músculos antagonicos en la dirección del movimiento balístico, realizó los

últimos grados de recorrido utilizando la técnica regulada, que tenía una finalidad de alargamiento, (fue lo que M. Carlquist definió como "impulso de tensión extrema")

- Al llegar al límite extremo, la actitud lograda no se mantenía, sino que con una acentuación rítmica inicial se retomaba la técnica de impulso.

Una novedad en los ejercicios de estiramiento es la realización de los mismos en varios planos de movimiento, al contrario de Björkstén y Bukh que se ajustaban a un plano de movimiento.

La preocupación por el aspecto fisiológico comenzó con Demeny (1850-1912). En su obra *Educación física de los adolescentes* recomendaba que "los músculos deben ser contraídos hasta su completo encogimiento y luego estirados mediante una contracción total". Argumentó que las contracciones debían ser dinámicas y de gran extensión, ya que la alternancia entre contracción y distensión máxima favorecía los intercambios nutritivos de los grupos musculares profundos. Estaba en contra de las contracciones isométricas pues "traban la circulación e intoxican el músculo". Recomendaba contracciones concéntricas en carrera total y con una intensidad media.

La preocupación por el estiramiento adquirió otra orientación con la "gimnasia orgánica" de Medau. Se relacionaba el estiramiento con la respiración y la circulación sanguínea, y se indicaba la necesidad del estiramiento para un buen funcionamiento muscular: "cuando el músculo está en relajación el aporte sanguíneo se realiza en las mejores condiciones; en la fase de contracción, la compresión de las fibras musculares provoca la contracción de los vasos sanguíneos y se reduce la irrigación; y con el estiramiento muscular hay una recuperación". De ahí la importancia del trabajo en extensiones. Además incidió en la importancia de la toma de conciencia en la realización de los ejercicios, pues favorecía la utilización de las sinergias musculares y la economía de esfuerzo.

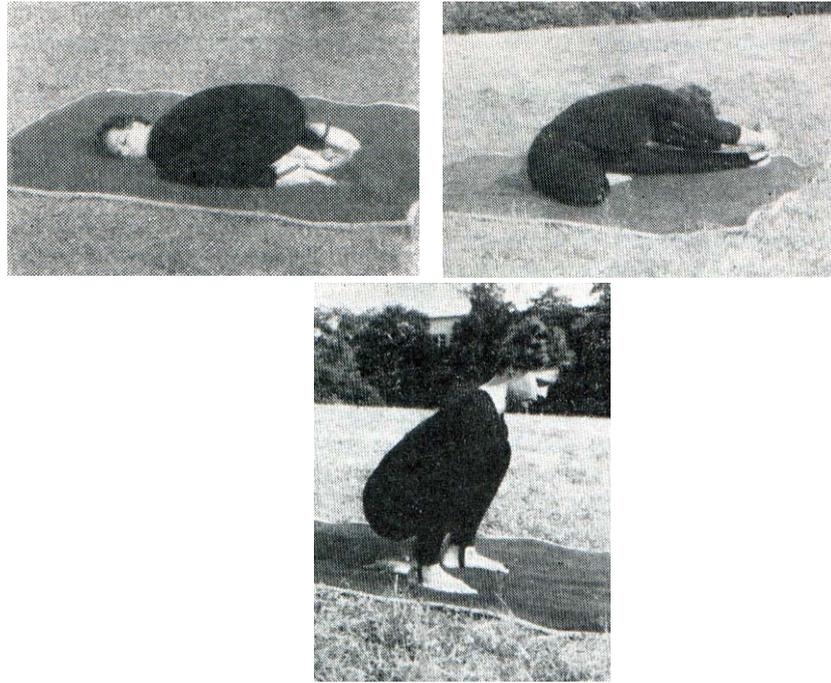


Figura 2. Gimnasia orgánica (tomado de Langlade, 1970)

En la década de los 40 empezaron a notarse las influencias recibidas del yoga y otras prácticas orientales. Asmussen (1950), realizó una crítica a la gimnasia escolar al considerar "*que está organizada de manera errónea porque en ella se enseña a los niños a estirarse (endurecerse o ponerse tenso), en lugar de relajarse*". A principios de los 50 se inició el estudio científico de la relajación que culminó con la obra de Schultz (1960) *La relajación* y la de Jacobson (1961) *Aprenda a relajarse*.

Respecto al estiramiento en cadena muscular podemos encontrar en un artículo del Dr. Weinert (1931, citado en Langlade, 1970) una aclaración del movimiento natural y su fundamento anatómico. Para este autor "*el movimiento natural es un movimiento envolvente o retorcido, ya que cada hueso y articulación del cuerpo humano muestra la forma de torsión*".

Podemos diferenciar cuatro ámbitos en el trabajo de la flexibilidad. Ordax (2001) distingue el ámbito laboral, el deportivo y el

terapéutico, nosotros consideramos oportuno añadir uno más: el ámbito educativo.

En el mundo laboral ha sido notable la evolución que han experimentado muchas profesiones a raíz de la Revolución Industrial. Esto supuso una sustitución paulatina del trabajo manual por el mecánico. La tecnificación provocó una disminución de la actividad de la población. A raíz de esto, según Anderson (2000) las personas empezaron a perder fuerza y el instinto para el ejercicio espontáneo. Los avances de la técnica, entre otros factores, condicionaron y provocaron un profundo arraigo de los hábitos sedentarios en la población. Si bien es cierto que ha habido un notable desarrollo de la ergonomía para paliar los problemas posturales y en general del aparato locomotor provocados por la falta de actividad física, estos medios resultan insuficientes para eliminar estas alteraciones.

Corbin y Noble (1980) afirman que la falta de flexibilidad y desequilibrio en el desarrollo muscular puede contribuir a una mala postura, y provocar alteraciones biomecánicas que pueden afectar la marcha. Un músculo con falta de extensibilidad se puede contracturar con facilidad, si no recupera toda su longitud en alargamiento. Cuando se produce una contractura, el músculo al estar más tenso dificulta su riego sanguíneo. Al faltar O₂ y sustancias esenciales puede aumentar la formación de residuos tóxicos que se acumulan en las células, provocando fatiga y dolor muscular (Ordax, 2001).

Toda la región raquídea está sometida a un importante estrés mecánico debido a su infrautilización o a hipersolicitaciones por un uso inadecuado, ello provoca que las lumbalgias, cervicalgias y dorsalgias sean una de las principales causas de baja laboral en los países europeos (Maigne, 1995).

A nivel educativo la flexibilidad es un contenido de trabajo cotidiano, que está presente en la mayor parte de las sesiones de Educación Física impartidas en la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, bien como parte fundamental de la sesión (en

algunas unidades didácticas) como parte del calentamiento o en la vuelta a la calma. Según el RD 3473/2000, de 29 de diciembre, el trabajo de la flexibilidad forma parte del calentamiento en el bloque de contenidos de *Condición física y salud* en 1º, 2º, 3º y 4º de ESO, y como contenido con entidad propia dentro del mismo bloque de contenidos en 2º, 3º y 4º de ESO. En 1º de Bachillerato aparece implícitamente en el bloque temático de *Condición física y Salud*.

En el estudio de la flexibilidad en la educación obligatoria ya se establece un conocimiento tanto teórico como práctico de ejercicios estáticos y dinámicos, de clasificación y métodos de entrenamiento, y de autonomía personal en el trabajo de este contenido.

En el campo de la fisioterapia los estiramientos son cada día más utilizados en los protocolos de tratamiento de distintas patologías, como elemento correctivo y compensador de las disfunciones y alteraciones posturales (Souchard, 2002), (Bertherat, 1990), (Denys-Struyf, 2000).

Así en traumatología es imprescindible la realización de estiramientos musculares para mantener los planos de deslizamiento intermusculares que ven reducida su movilidad tras una inmovilización (Ordax, 2001). En un estudio realizado por Tardieu se constata que un músculo pierde sarcómeros tras una inmovilización, esta alteración es reversible y es posible que tras un trabajo de flexibilidad que produzca un cambio en la sollicitación muscular, se dé una variación de la longitud del músculo. En lo que respecta a las lesiones musculares y tendinosas la realización de estiramientos permite orientar las fibras de colágeno del tejido cicatricial, consiguiendo de esta forma una cicatriz más funcional. La aplicación de estiramientos en las tendinitis es fundamental para evitar recidivas y tendinitis crónicas, que cursan con una degeneración de las fibras tendinosas (Xhardez, 1988).

En reumatología la mayoría de los procesos implican una pérdida de movilidad o anquilosis por fusión de los extremos óseos y por la

retracción de los tejidos articulares blandos (de Castro, 1999), en estas patologías el uso de estiramientos podría ser beneficioso (Xhardez, 1988).

En neurología es generalizado su uso para evitar y disminuir las retracciones, y para reducir la espasticidad. Sin embargo la práctica de movilización del sistema nervioso no está muy generalizada como medida terapéutica. Esta técnica de terapia manual está justificada desde la concepción del sistema nervioso como un continuo dinámico en lo que concierne a aspectos mecánicos, químicos y eléctricos. Butler (2002) plantea que una interferencia en cualquier parte del sistema nervioso puede tener implicaciones en el conjunto, entendido como un órgano. Su planteamiento terapéutico se basa en la movilización pasiva del sistema nervioso a través de unos test de tensión.

En el ámbito deportivo la utilización de los estiramientos tiene una doble finalidad: preventiva y mejora del rendimiento. En general todos los deportes necesitan un grado de flexibilidad óptimo, que varía y está en función de la especialidad deportiva que se practique. Los deportistas someten constantemente su aparato locomotor a acciones de máxima intensidad que requieren un recorrido articular máximo. Como consecuencia de ello en ocasiones se ven afectados por lesiones debido a una falta de flexibilidad. Álvarez (1987) afirma refiriéndose a la flexibilidad *"no se trabaja suficientemente esta cualidad, pensando que es algo que está ahí y no hay que mejorar, y cuando se quiere reaccionar ya es demasiado tarde, el sujeto ha entrado en una rigidez extrema de difícil maleabilidad. Los continuos golpes en las articulaciones del pie, tobillo y rodilla van engendrando una falta de movilidad y una atonía muscular que predispone de manera continua a las articulaciones a nuevas lesiones, esguinces, luxaciones mal curadas y no recuperadas adecuadamente a través de ejercicios de flexibilidad que van a llevar al deportista a una torpeza de movimiento extremadamente grave para el ejercicio de sus habilidades motoras"*. Para Ordax (2001) la aplicación de estiramientos como prevención, se basará en la ejecución de los mismos antes de la actividad deportiva. Cuando finalice el encuentro o

entrenamiento se realizarán de forma pasiva de manera que contribuyan a la eliminación de toxinas y a recuperar la extensibilidad muscular.

Le Boulch (1984) considera que la movilidad normal de las articulaciones es condición indispensable para lograr una actitud que permita obtener un buen rendimiento funcional. Hurton (1971), indica que *"si la flexibilidad no se desarrolla especialmente, su defecto se manifestará necesariamente al perfeccionar la especialidad deportiva en sí. Asimismo señala "que la flexibilidad se puede clasificar como una importante cualidad del aparato locomotor con gran significado a la hora de rendir en el deporte. Sin embargo, en la práctica y teoría atlética deportiva en general no se atribuye a la flexibilidad la importancia debida. Creo que una musculatura elástica aumenta la capacidad mecánica del músculo y permite aprovechar mejor la energía mecánica; asimismo, una musculatura elástica es más resistente a las lesiones musculares".* (Anderson y Burke, 1991) considera que *"la falta de flexibilidad normal perturba la extensión y cualidad de la realización y puede ser responsable de trastornos específicos"*.

La práctica de estiramientos no es exclusiva de los seres humanos. Si observamos a los animales, y concretamente a los gatos, podremos apreciar como de forma instintiva saben cómo estirarse. Lo realizan de forma espontánea, constantemente y de modo natural ponen a punto los músculos que van a utilizar (Anderson, 2000).



Figura 3. Gato estirándose

2. LA FLEXIBILIDAD MUSCULAR

El término flexibilidad proviene etimológicamente del latín *flectere*: curvar, doblar y *bilix*: capacidad. Según el diccionario de la Real Academia Española se define como "*la capacidad de doblarse fácilmente*". Mosston (1968, 1983) define la flexibilidad como "*la habilidad para aumentar la extensión de un movimiento en una articulación determinada*". Para Ozolin y Semieiev la flexibilidad es la "*capacidad de realizar movimientos de gran amplitud*". Según Álvarez (1983) flexibilidad es "*la cualidad que con base en la movilidad articular, extensibilidad y elasticidad muscular, permite el máximo recorrido de las articulaciones en posiciones diversas permitiendo realizar acciones que requieran agilidad y destreza*". Zachezeweski (1989) indica que la flexibilidad es "*la habilidad de un músculo para elongarse, permitiendo a una articulación (o varias articulaciones en serie) moverse en un rango de movimiento (ROM)*". Anderson y Burke (1991) la describen como "*el posible rango de movilidad de una articulación o grupo de articulaciones bajo la influencia de músculos, tendones, ligamentos y huesos*".

Se trata de una capacidad mitad condicional, mitad coordinativa y altamente específica, ya que cada actividad deportiva requiere unas características determinadas de flexibilidad y el tipo y niveles que alcanza cada articulación son específicos.

Siguiendo a Hernández (1981), la flexibilidad debe entenderse como "*el componente integrador de la movilidad articular y la elasticidad muscular, depende de ambas, ya que los movimientos de gran amplitud no sólo afectan a la parte estática del aparato locomotor (huesos y articulaciones) sino también a su parte dinámica (músculos), por eso los movimientos se producen en las articulaciones, su amplitud no vendrá sólo determinada por la estructura anatómica de la articulación, sino también por los ligamentos, tendones, músculos y demás tejidos que de una u otra forma puedan limitarla*".

Actualmente se entiende la flexibilidad como un concepto integrador, compuesto por la unión entre la movilidad articular y la elasticidad muscular. Intervienen la parte dinámica del aparato

locomotor: músculos, tendones, ligamentos, aponeurosis, fascias, y la parte estática: los huesos. Podemos afirmar que la flexibilidad es una capacidad que permite realizar movimientos con toda su amplitud, ya sea con una parte específica del cuerpo o con su totalidad (Moreno y Rodríguez, 2001)

La movilidad articular es la capacidad para desplazar un segmento o parte del cuerpo dentro de un arco de recorrido lo más amplio posible manteniendo la integridad de las estructuras anatómicas implicadas. Todas las articulaciones tienen unos límites naturales de movimiento que dependen de la configuración de los huesos, de los ligamentos y de la cápsula articular. La buena movilidad de las articulaciones es un elemento importante de la salud general y de la condición física en particular (Moreno y Rodríguez, 2001). La movilidad articular está determinada genéticamente, y según Farfel (1975), depende de la forma y del comportamiento mecánico de los huesos que componen la articulación, al igual que de las superficies articulares.

La elasticidad, es la capacidad de un cuerpo para recuperar su forma o posición original una vez cesa la fuerza externa que lo deformó. Esta cualidad se atribuye a los músculos y en menor medida a los tendones.

Otro vocablo asociado a la flexibilidad es el estiramiento. Éste se refiere a la variación que sufre el músculo después de aplicar una fuerza. Los estiramientos son las actividades o ejercicios que se realizan para desarrollar la flexibilidad. Cuando un estiramiento sobrepasa un determinado límite aparecen las deformaciones o roturas.

Muchas veces también oímos hablar de *stretching*. En sentido literal *stretching* significa estiramiento, de forma que a priori no hay ninguna diferencia entre estos dos vocablos. Sin embargo en el campo de la salud, de los clubes deportivos, de los gimnasios el término *stretching* es el más utilizado. Aunque *stretching* y estiramientos signifiquen lo mismo en el sentido estricto del término, la costumbre y el uso establecen

diferencias entre estos dos vocablos; se trata tan sólo de términos que no se deben interpretar en un sentido restrictivo y excluyente. Tradicionalmente el *stretching* compete más a una cadena muscular o a un grupo muscular, lo que permite deducir que el *stretching* tiene preferentemente un carácter global (Neiger, 1998).

2.1. COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD MIOTENDINOSA EN EL ESTIRAMIENTO

La unidad miotendinosa es una estructura heterogénea. De hecho, el cuerpo muscular carnoso está constituido por una multitud de fibras musculares organizadas de forma específica.

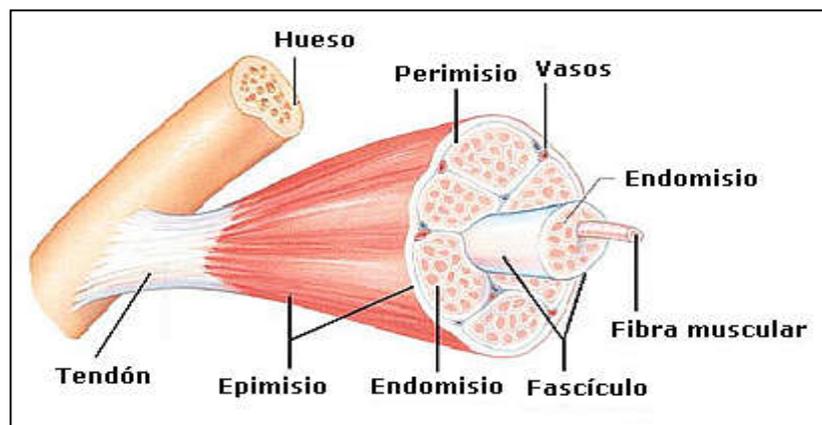


Figura 4. Unidad miotendinosa

Cada fibra muscular está formada por la yuxtaposición de numerosas miofibrillas, constituidas a su vez por la unión de gran cantidad de filamentos.

Cada miofibrilla está compuesta por la colocación una tras otra de la unidad contráctil muscular básica más pequeña: el sarcómero. Esta unidad está organizada por la agrupación de miofilamentos de actina y miosina, deslizándose y encajándose los unos con respecto a los otros

durante la contracción, provocando de esta forma el acortamiento muscular durante la misma. Los tendones quedan dispuestos en los extremos de los músculos, constituyendo fuertes estructuras conjuntivas.

El músculo está compuesto en realidad por elementos contráctiles (componente contráctil, CC) además de una gran porción de tejido conjuntivo. Este tejido conjuntivo está constituido por capas conjuntivas que envuelven los elementos contráctiles, y que están dispuestas de forma paralela a las fibras musculares (componente elástico en paralelo (CEP)) y por los tendones y estrías Z, dispuestas según el eje longitudinal de las fibras musculares (se denomina componente elástico en serie (CES)).

Tanto el componente elástico en paralelo como el componente elástico en serie están compuestos por fibras elásticas que se estiran fácilmente y recuperan su longitud original cuando desaparece la fuerza deformante. En microscopía electrónica estas fibras aparecen formadas por un componente amorfo rodeado y penetrado por unas microfibrillas de aproximadamente 10 nm. de diámetro.

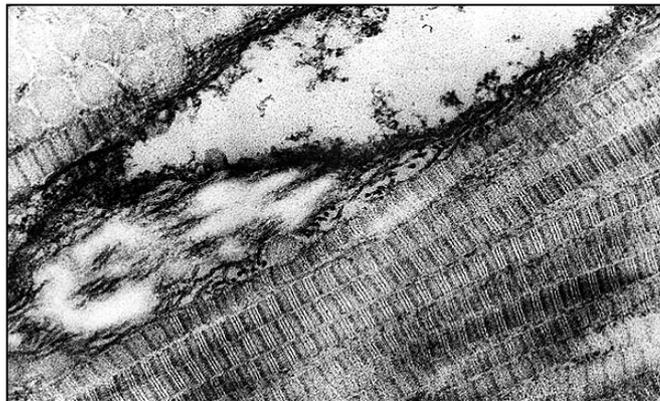


Figura 5. Fibra muscular, imagen de microscopía electrónica

Las fibras elásticas están compuestas principalmente por un material protéico denominado elastina. La elastina se caracteriza por ser muy insoluble, tiene un alto contenido en aminoácidos apolares (prolina y

valina), aminoácidos no cargados (glicina), y además contiene dos aminoácidos exclusivos: la desmosina y la isodesmosina.

Las hebras polipeptídicas ricas en aminoácidos hidrofóbicos se encuentran plegadas sobre sí mismas en estado de reposo, al tensar la fibra elástica estas hebras se colocan paralelas entre sí, permaneciendo unidas sólo por las desmosinas. Cuando desaparece la fuerza deformante, cada una de estas zonas de las hebras recupera su conformación plegada de forma espontánea y la fibra elástica recupera su longitud inicial.

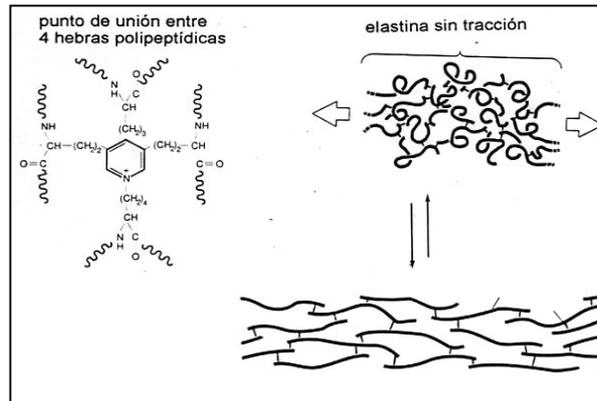


Figura 6. Elastina sin tracción y bajo tracción.

En las fibras elásticas musculares, la elastina está rodeada de microfibrillas (cuyo componente principal es la fibrilina, rica en aminoácidos hidrofílicos). Estas microfibrillas juegan un papel estructural, formando una vaina alrededor de la elastina, permitiendo así la formación de estructuras fibrilares elásticas.

Las fibras elásticas son comparadas habitualmente con las fibras colágenas, debido a que ambas están estrechamente vinculadas anatómica, morfológica, biomecánica y fisiológicamente. De hecho, las fibras elásticas casi siempre se hallan en estrecha asociación con las fibras colágenas, que se encuentran entrelazadas con sus componentes principales. La amplitud de movimiento es resultado de la combinación e

integración de los dos tejidos: fibras elásticas y fibras de colágeno. Cuando dominen las fibras colágenas, prevalecerá una amplitud de movimiento restringida. Por el contrario, cuando dominen las fibras elásticas, la amplitud de movimiento será mayor.

Las fibras elásticas ceden fácilmente al estiramiento. No obstante, cuando cesa el estiramiento vuelven a su longitud anterior. Solamente cuando las fibras elásticas son estiradas hasta casi el 150% de su longitud original llegan a alcanzar su punto de ruptura, para lograrlo requieren una fuerza de 20 a 30 Kg/cm² (Bloom y Fawcett, 1973).

Las fibras elásticas presentan cambios físicos y biomecánicos específicos como resultado del envejecimiento. Pierden su elasticidad y experimentan otras alteraciones como fragmentación, calcificación, otras mineralizaciones y mayor número de enlaces cruzados.

A nivel microscópico podemos observar en la fibra muscular una subdivisión en miofibrillas, haces de filamentos gruesos (miosina) y finos (actina) orientados longitudinalmente. Los miofilamentos proporcionan la fuerza mecánica de la contracción al deslizarse unos sobre otros (Netter, 1998). Si observamos una sección longitudinal bajo microscopía óptica podemos apreciar unas subunidades todavía más pequeñas: los sarcómeros.

El sarcómero muestra unas bandas de distinta tonalidad dispuestas transversalmente en el eje de la fibra. En él se distinguen varias bandas y zonas diferenciadas:

- Las zonas claras se denominan *bandas I*, porque son isótropas, poco refringentes.
- Las zonas oscuras anchas se denominan *bandas A*, porque son relativamente anisótropas, muy refringentes.
- En el centro de la banda I destaca una línea más oscura que se denomina *línea Z* o *estría Z*, (de la palabra alemana *zwischen*, que significa “entre”).

- En el centro de cada banda oscura A, existe otra zona diferenciada por su aspecto más claro, la zona H, que es solo visible cuando el sarcómero está relajado, ya que éste se acorta durante la contracción y los filamentos de actina son arrastrados hacia esta zona, dándole la misma apariencia que la banda A.
- Esta zona H presenta en su porción central una línea que destaca por ser más oscura y se denomina *línea M*.

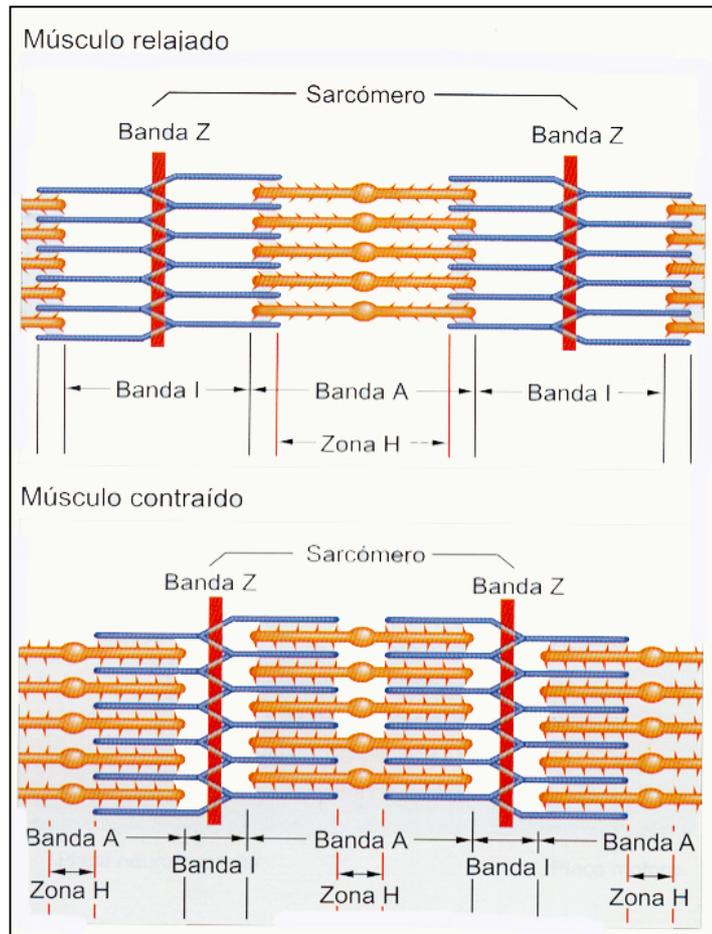


Figura 7. Disposición de los sarcómeros. Músculo relajado, músculo contraído.

Esta alternancia entre zonas claras y oscuras refleja la disposición espacial altamente ordenada de los miofilamentos delgados y gruesos de la fibra muscular. La unidad convencional denominada sarcómero, comprende el conjunto de filamentos delgados y gruesos situados entre dos líneas Z vecinas.

En el sarcómero podemos diferenciar dos tipos pequeños de filamentos de proteínas que son los responsables de la acción muscular. Los filamentos más delgados son la actina y los más gruesos son la miosina. Dentro de cada miofibrilla hay aproximadamente 3.000 filamentos de actina y 1.500 de miosina, uno al lado del otro. La banda I representa la región del sarcómero donde solamente hay filamentos delgados de actina. La banda oscura A representa la región que contiene tanto filamentos gruesos de miosina como filamentos delgados de actina.

Es necesario subrayar que las miofibrillas están inmersas en un líquido viscoso muy rico en agua, el sarcoplasma, confiriéndole al componente contráctil propiedades viscoelásticas, es decir, una elasticidad imperfecta comparable a un amortiguador.

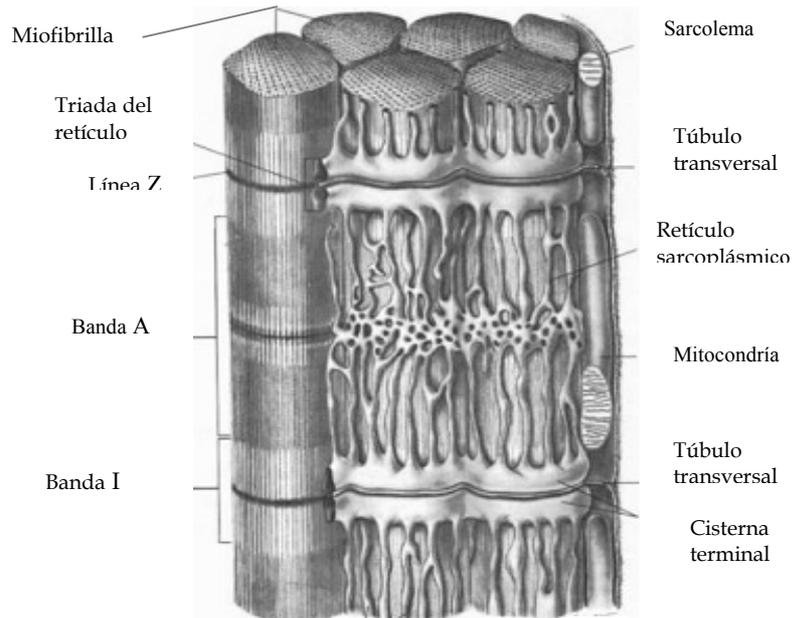


Figura 8. Organización de la estructura muscular.

Esta organización tan particular y compleja de la unidad miotendinosa lleva a constatar que el músculo es un tejido heterogéneo, compuesto por distintos tipos de estructuras imbricadas, contráctiles y no contráctiles, bañadas mayoritariamente en un líquido viscoso que las dota de un comportamiento dinámico viscoelástico. Por este motivo, la unidad miotendinosa no se puede reducir a una simple goma elástica.

El músculo es diferente a otros tejidos ya que puede generar fuerza, gracias a la interacción entre la actina y la miosina, que afecta a la rigidez (Ettema, Huijing, 1984). El músculo contiene componentes no contráctiles, uno de ellos es la titina, la cual determina las propiedades elásticas de la fibra muscular y contribuye a la resistencia pasiva.

Además esta heterogeneidad se ve reforzada por la presencia de tendones, que representan los lazos de unión entre el motor muscular y las palancas óseas, cuya función es transmitir tensión a los huesos.

El tendón está constituido principalmente por tejido conectivo fibroso, formado a su vez por fibras de colágeno (proteína muy abundante en el reino animal.) Sus dos propiedades físicas principales son su gran resistencia a la tensión y su relativa inextensibilidad.

La organización estructural del colágeno en el tendón y ligamentos es análoga a la del músculo. En los primeros las fibras de colágeno individuales tienen una estructura estriada, debida a su organización ultraestructural.

El colágeno de un tendón está dispuesto en haces ondulados llamados fascículos. Cada fascículo está compuesto de haces de fibrillas. A su vez las fibrillas están formadas por haces de subfibrillas. Y cada subfibrilla por haces de microfibrillas o filamentos colágenos. Las microfibrillas colágenas están constituidas por unidades de moléculas colágeno espaciadas y superpuestas (también conocidas como tropocolágeno).

MÚSCULO	COLÁGENO
Cavidad muscular	Tendón
Haces musculares (fascículos)	Fascículo
Fibras musculares	Fibrilla
Miofibrillas	Subfibrilla
Miofilamentos	Miofibrilla
Sarcómeros (unidad funcional)	Moléculas colágenas (unidad funcional)
Actina	Cadena Alfa2 (2)
Miosina	Cadena Alfa1 (1)
Puentes cruzados	Enlaces cruzados

Tabla 1. Comparación del músculo y las estructuras colágenas. (Alter, 1998).

Las fibrillas hacen que los tendones queden orientados en una dirección, en la de la tensión fisiológica normal. De este modo el tendón está especialmente adaptado para resistir el movimiento. Cuanto mayor sea la proporción de colágeno en las fibras elásticas, mayores serán el número de fibras que estén orientadas en la dirección de la tensión y el ancho del tendón, y más fuerte será el tendón.

El tendón, rodeado por una capa conjuntiva llamada peritendón, se compone de un conjunto más o menos cuantioso de fibras conjuntivas, agrupadas en haces tendinosos. Las fibras tendinosas se orientan globalmente según el eje longitudinal del músculo que les precede, según sus líneas de fuerza de tracción. Las fibras tendinosas son muy ricas en colágeno pero muy pobres en agua, lo que les confiere una gran resistencia a la tracción, con un alargamiento muy escaso.

Todo esto se ilustra con el modelo de unidad miotendinosa propuesto por Hill que evidencia los componentes: contráctil, elástico en paralelo y elástico en serie.

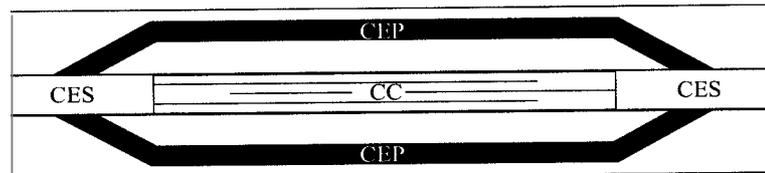


Figura 9. Modelo de Hill.

El modelo de unidad miofibrilar propuesto por Hill, considera tres grandes componentes anatómicos: el tejido contráctil, las capas conjuntivas que albergan a este componente contráctil y, en los extremos, las estructuras tendinosas. En el ámbito funcional y mecánico, teniendo en cuenta la íntima relación existente entre el tejido muscular contráctil y las capas conjuntivas, podemos admitir en un intento por simplificar las cosas que el componente contráctil y el elástico en paralelo pueden reducirse a un único cuerpo viscoelástico cuya extensibilidad es relativamente importante en longitud de equilibrio. Sin embargo, esta extensibilidad se puede ver reducida según el estado y la intensidad de la contracción muscular. A cada extremo de esta estructura, dependiendo de su eje longitudinal, podemos añadir un cuerpo poco extensible que corresponde a los tendones.

El músculo ofrece poca resistencia a la distensión y muestra un comportamiento moderadamente elástico. La elasticidad muscular es distinta al concepto general que se tiene de elasticidad. Es una elasticidad amortiguadora o viscoelasticidad. El músculo al estirarse se alarga y alcanza un grado de tensión, hasta llegar a cierto punto en que se suaviza y se puede estirar de nuevo. Esto es posible por el sistema elástico muscular, que podemos explicar con el modelo de la unidad miofibrilar de Hill.

El componente tendinoso es el menos extensible, se estima que del 4 al 10% de su longitud. Esta inextensibilidad relativa se explica por la constitución del tendón, ya que está compuesto por fibras de colágeno poco extensibles.

El componente contráctil, tiene una reserva de extensibilidad muy importante, dependiendo de la arquitectura íntima del músculo. Según si las fibras musculares se implantan sobre las láminas tendinosas de forma rectilínea u oblicua, dependiendo de ello la extensibilidad puede estar entre el 20 y el 50% de la longitud de reposo del músculo. Pero esto no es válido con el músculo relajado. Se podría decir que el componente contráctil presenta una extensibilidad a geometría variable, que depende tanto de la intensidad de la contracción muscular como del contexto en el que se produce la contracción.

El componente elástico en paralelo tiene mayor extensibilidad que los tendones, pero menor que el tejido muscular contráctil. Su extensibilidad se explica por el hecho de que las capas conjuntivas contienen fibras colágenas organizadas como una red mallada, similar a una red de pescar. De esta forma, cuando estas capas están bajo tracción, aunque la propia fibra de colágeno sea poco extensible, se puede observar un alargamiento, puesto que la forma geométrica inicial se modifica, pasando de una forma cuadrada a una forma de rombo.

Cuando se ejerce un esfuerzo constante de tracción sobre la unidad miotendinosa, se observa que el alargamiento afecta de forma casi exclusiva a la estructura contráctil y a sus capas, es decir al elemento central que es el más blando, el más extensible. La amplitud del alargamiento depende directamente de la fuerza de tracción aplicada a la unidad miotendinosa. Dependiendo de la intensidad de esta fuerza externa de tracción, los últimos instantes de la fase de alargamiento pueden implicar, aunque en menor medida, a los extremos tendinosos.

2.2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA FLEXIBILIDAD

La flexibilidad depende de la capacidad de vencer las resistencias que los componentes del cuerpo ofrecen a la elongación. Manno (1991) describe los factores que favorecen o limitan la movilidad de una

articulación y los clasifica en factores de naturaleza anatómica y factores de naturaleza fisiológica. Grosser, Starischka y Zimmermann (1988) consideran además otros factores de los que puede depender la flexibilidad: fuerza de la musculatura agonista, herencia, sexo, hora del día, fatiga, etc.

2.2.1. FACTORES DE NATURALEZA ANATÓMICA

LOS LÍMITES DE ELONGACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR

Vienen determinados por la capacidad de estiramiento del sarcómero, que es aproximadamente 1,6 veces su tamaño, considerando éste como el punto de ruptura. Si bien es conocido que los sarcómeros próximos a los tendones sufren ante un estiramiento una menor elongación que aquellos que se encuentran situados en la zona central de la fibra muscular.

Las fibras musculares no pueden alargarse por sí solas, para que se produzca el estiramiento es necesario que una fuerza actúe desde fuera del músculo. Esta fuerza externa puede ser producida por la fuerza de la gravedad, para lo cual colocaremos el cuerpo en una posición favorable, la fuerza de un movimiento en otra parte del cuerpo, la de los músculos antagonistas que ejercen su acción en el lado opuesto de la articulación, y la fuerza ejercida por otra persona. En cualquiera de los casos el resultado es el deslizamiento de los miofilamentos de actina en sentido opuesto.

El sarcómero puede ser estirado sin llegar al punto de ruptura y manteniendo al menos un puente cruzado entre la actina y la miosina. Un sarcómero de longitud 2,30 micras puede llegar a alcanzar una longitud de 3,50 micras, lo que supone un aumento de 1,20 micras (52% de su longitud en reposo) (Alter, 1998).

Ante alargamientos en los que se mantienen los puentes de actina-miosina, la tinina y posiblemente la nebulina mantienen la estructura interna del sarcómero. Para Horowitz et al. (1986) la tinina y la nebulina

confieren al sarcómero una respuesta elástica pasiva durante su elongación, de forma que si se destruyen estas sustancias pierde su estabilidad produciéndose un desalineamiento entre los filamentos de actina y miosina.

Por último reseñar que la capacidad del músculo esquelético de responder al inicio de un estiramiento con un incremento de la longitud sin ruptura de los puentes de actina-miosina existentes, o incluso aumentando el número de unidades motoras estimuladas, lo que se conoce como *Short-Range-Elastic-Stiffnes* (SRES) depende del número de puentes de actina y miosina que se han producido antes y durante el estiramiento, Schmidtbleicher (1992).

LOS LÍMITES DE ELONGACIÓN DEL TEJIDO CONECTIVO

Uno de los principales factores limitadores de la movilidad articular está determinado por el grado de oposición que plantean las características de los tejidos conjuntivos presentes en los núcleos articulares y estructuras implicadas directamente en el estiramiento (Alter, 1998; Balazs, 1968; Cuillo y Zarins, 1983; Cummings, 1984; Holland, 1968; Laubach y McConville, 1966)

Existen dos tipos de tejido conectivo, que afectan de forma diferente a la amplitud del movimiento: el tejido conectivo fibroso (TCF) y el tejido conectivo elástico (TCE o Tipo I), constituido fundamentalmente por fibras de colágeno.

El TCF está constituido por fibras colágenas de gran resistencia y prácticamente inextensibles. Forma parte de aponeurosis, fascias, ligamentos y tendones (Llucià, 2001).

El colágeno es la molécula más abundante que estructura y da forma a los tejidos conectivos periarticulares y musculares de naturaleza fibrosa (Ham, 1977; Wheeler, Burkitt y Daniels, 1984; Fawcett, 1987). Dentro de la estructura íntima del colágeno la aparición de puentes

intermoleculares cruzados aumenta la resistencia a la deformación, igual que ocurre en el interior del sarcómero.

El colágeno es una proteína que se renueva continuamente, cuando su producción es mayor que su destrucción aumenta el número de enlaces cruzados y por lo tanto la estructura se vuelve más resistente al estiramiento. La molécula de colágeno consta de muchas moléculas de aminoácidos, entre los que se encuentran la glicina, la prolina y la hidroxiprolina. La presencia de las cuales mantienen estable la disposición del colágeno en forma de cordel, proporcionándole resistencia al estiramiento (Betsch,1980; Cicardo 1978; Maillet, 1985; Bloom y Fawcett, 1973). Estos aminoácidos junto a las sustancias de cimentación y al agua son los responsables del comportamiento mecánico del colágeno.

Vežnar (1963) y posteriormente Alter (1990) describieron que las fibras microscópicas del colágeno pueden ser estiradas hasta un 10% de su longitud antes de llegar a romperse, siendo la resistencia de los tejidos blandos de un 47% para la cápsula articular, un 41% para las fascias, los tendones ofrecen un 10% de resistencia y la piel ofrece muy poca resistencia, en torno a un 2%. Sin embargo otros autores apuntan que las fibras de colágeno tan sólo pueden ser deformadas un 5% de su longitud hasta llegar al punto de ruptura, en contraste con las fibras de elastina que alcanzan un 150% para llegar a dicho punto (Bloom y Fawcett, 1973; Harris, 1968)

Ante fuerzas de tracción el tejido conjuntivo experimenta una deformación en relación con la magnitud o módulo de la fuerza aplicada, y con las características y dimensiones del cuerpo sometido a esfuerzo (Richardson, 1972; Giancoli, 1985, González, 1975; Mezquita, 1973).

La respuesta del colágeno a estímulos de tracción deformantes sigue el trazado de una curva tensión/deformación, en la cual se observa que la aplicación de una fuerza de tracción provoca una deformación; una vez cesa el estímulo, el cuerpo recupera su longitud de reposo, sin que persista ninguna deformación. En esta zona se observa que la aplicación

de una fuerza de tracción genera una deformación determinada, pero cuando cesa el estímulo recupera su longitud de reposo, constituyendo en este tramo la "región elástica" o "zona de deformación elástica" (Alexander, 1982; Benedeck y Villars, 1987; Serway, 1987; Cicardo, 1978; Alexander, 1982; Eisberg y Lomer, 1984; Serway, 1987.)

La deformación elástica no significa que exista necesariamente una relación proporcional entre la fuerza de tracción y el alargamiento observado.

Si sometemos el tejido a una fuerza mayor, se traspasa el límite elástico y se entra en la "región plástica", en la cual el tejido no recupera su longitud inicial al cesar el estímulo de tracción. Se produce una desorganización del orden molecular, lo que da lugar a una deformación neta. Esto significa que persiste la deformación incluso cuando desaparecen los esfuerzos de tracción, lo que da lugar a un estado duradero de aumento de longitud (Neiger y Gosselin, 1998.)

Si a partir de este punto se incrementa más el esfuerzo deformante se puede llegar a alcanzar el punto de ruptura, en el cual se destruye la unión natural del tejido (Klemp y Learmonth, 1984). Es conveniente aclarar que en esta fase los esfuerzos requeridos para un aumento de longitud son cada vez más reducidos, ya que las rupturas parciales sucesivas del tejido lo vuelven cada vez menos voluminoso con lo cual necesita cada vez esfuerzos menores para romperse.

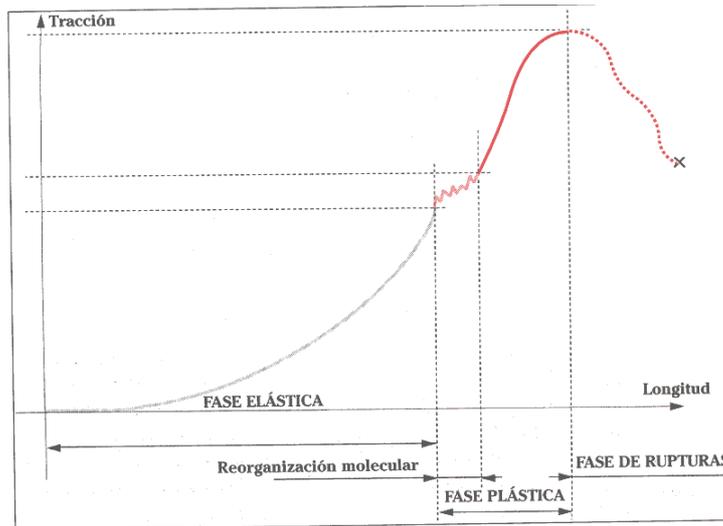


Figura 10. Dinámica de la curva de tensión/deformación en tracción de los tejidos conjuntivos al ser sometidos a una fuerza de tracción de variada magnitud. (Neiger, 1998.)

El aumento prolongado de la longitud que se observa después de una sesión de estiramientos se explica por modificaciones de la organización interna de los diversos tejidos solicitados, ocasionalmente por microlesiones, como es el caso de la reorganización molecular, pero no podemos comparar esto con una fase de verdadera ruptura (Neiger y Gosselin, 1998.)

LOS TOPES ANATÓMICOS ARTICULARES

Vienen determinados por la constitución anatómica de una articulación y limitan el movimiento de dicha articulación. La forma y el contorno de las superficies articulares son determinantes en la movilidad de una articulación (Steindler, 1977 en Alter, 1998.) Además están influidos por los cartílagos, ligamentos, tendones y otros tejidos conectivos, que actúan frecuentemente como factores restrictivos.

Los procedimientos convencionales de estiramientos no son efectivos en los casos en que se dé una pérdida de movimiento debido a una anomalía en el hueso o la articulación (Alter, 1998.)

2.2.2. FACTORES DE NATURALEZA FISIOLÓGICA

LA RESPUESTA NEUROMUSCULAR DE TIPO REFLEJO

Según sean las características del estiramiento, en cuanto a intensidad y duración, se activará uno de los dos reflejos que ayudan a controlar la función muscular.

El **reflejo miotático** o **reflejo de estiramiento**, fue descrito por Sherrington en el célebre tratado "*The integrative action of the nervous system*" (1906). Este reflejo se inicia cuando un músculo es estirado, dando como respuesta una contracción muscular. Este reflejo es responsable del tono muscular normal, cuyo mantenimiento y regulación son indispensables para la coordinación normal de todo movimiento, volitivo o reflejo.

Implica a los husos musculares, los cuales se hallan entre las fibras musculares esqueléticas o fibras extrafusales. Un huso muscular está compuesto por entre 4 y 20 pequeñas fibras musculares especializadas, llamadas fibras intrafusales, y las terminaciones nerviosas, sensoras y motoras asociadas a estas fibras. Está rodeado por una vaina de tejido conectivo que se une al endomisio de las fibras extrafusales. Las fibras intrafusales están controladas por motoneuronas gamma, mientras que las extrafusales están controladas por motoneuronas alfa.

Hay dos tipos de fibras intrafusales: fibras intrafusales de bolsa nuclear y fibras de cadena nuclear. Igual que otras células musculares esqueléticas, las fibras intrafusales son polinucleares, y la organización de los núcleos es el rasgo estructural más evidente que distingue los dos tipos. En ambos casos los núcleos ocupan la región central de la célula. Todos los elementos contráctiles de ambos tipos de células se localizan en

las regiones distales de la célula. Debido a que los extremos de las células están anclados, la contracción de las fibras intrafusales estira la región ecuatorial.

Los distintos tipos de fibras intrafusales cumplen funciones sensitivas diferentes. De los dos subtipos de fibras de bolsa nuclear, las fibras de bolsa dinámicas son sensibles a la velocidad de cambio de la longitud muscular. El otro tipo, las fibras de bolsa estáticas se activan ante los cambios de longitud. Las fibras de cadena nuclear, igual que las fibras de bolsa estáticas, son fundamentalmente sensibles a los cambios de longitud muscular.

Las fibras intrafusales se asocian a dos tipos de fibras sensitivas:

Las fibras *tipo Ia* o *terminaciones anuloespirales* se encuentran vinculadas a las fibras de bolsa nuclear. Son mecanorreceptores y su frecuencia de disparo es directamente proporcional al grado de estiramiento del huso.

El otro tipo de fibra sensitiva del huso muscular, las fibras de *tipo II*, *terminación secundaria* o *terminación en flor*, se asocian principalmente a las fibras de cadena nuclear

La zona central de una fibra intrafusar no puede contraerse porque contiene muy pocos filamentos de actina y de miosina o no contiene ninguno. Por lo que la región central sólo puede extenderse. Dado que el huso está unido a las fibras extrafusales, siempre que estas fibras se elonguen, la región central del huso también lo hará.

Cuando el huso muscular se elonga, las neuronas sensitivas que lo envuelven transmiten información sobre la longitud del músculo a la médula espinal y de ahí al sistema nervioso central (SNC). En la médula espinal, la sinapsis de las neuronas sensoras con una motoneurona alfa dispara una contracción refleja para resistir al estiramiento.

Cuando un músculo es estirado se alargan las fibras musculares (fibras extrafusales) y los husos musculares (fibras intrafusales.) La deformación de los husos musculares se traduce en la activación del

reflejo de estiramiento que contrae el músculo. El efecto de este estiramiento se puede dividir en un componente fásico y otro tónico. El componente fásico o dinámico responde a los cambios de longitud por unidad de tiempo. Y el componente tónico o estático responde a la magnitud de estiramiento. La respuesta dinámica posee una frecuencia de estimulación hacia la médula considerablemente superior a la generada por la repuesta estática, provocando un grado de oposición de alta intensidad (Guyton, 1988; Netter, 1990, 1991.) Un ejemplo de reflejo fásico es el reflejo rotuliano, y una respuesta tónica común la podemos encontrar en la reacción postural al estiramiento, ejemplificada por la contracción del triceps surae para corregir un desplazamiento excesivo del centro de gravedad cuando se está de pie (Alter,1998).

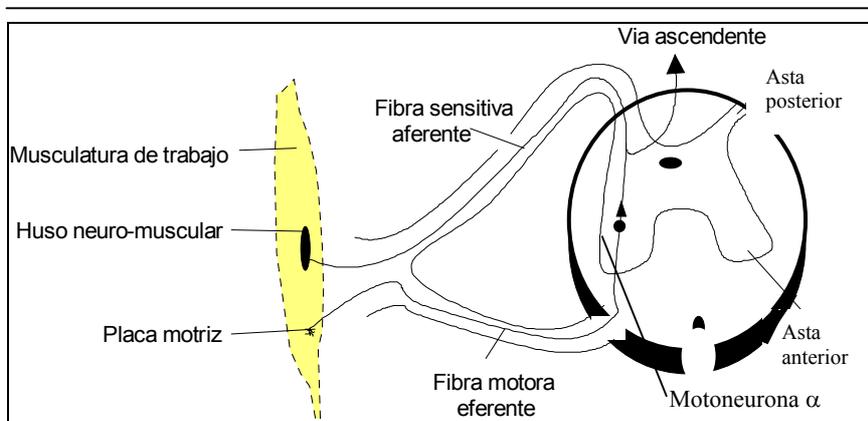


Figura 11. Reflejo miotático

El **reflejo miotático inverso** o **inhibición autógena** se activa cuando la intensidad del estiramiento sobre el tendón excede un determinado punto crítico. En los tendones se encuentran unos receptores sensoriales responsables de detectar la tensión en los mismos, son los llamados órganos tendinosos de Golgi (OGT) (Moore, 1984; en Alter, 1999). Están localizados cerca de los extremos de la fibra muscular, en el tendón. Cada órgano tendinoso de Golgi está conectado con entre 5 y 25

fibras musculares (Wilmore y Costill, 1998.) Constan de redes formadas por delgadas fibras nerviosas entrelazadas con las fibras de colágeno del tendón. Estas fibras nerviosas, al igual que las fibras nerviosas de los husos musculares son mecanorreceptores.

Las fibras que conducen los impulsos nerviosos desde los órganos tendinosos hacia la médula son fibras *tipo Ib*. Tienen un gran diámetro y están muy mielinizadas, con una velocidad de conducción de 70 a 110 m/s. Tras haber penetrado en la médula espinal las fibras *tipo Ib* atraviesan la zona intermedia hasta llegar al asta anterior, donde forman sinapsis excitadora con interneuronas. A su vez estas interneuronas inhiben las motoneuronas alfa que inervan al músculo relacionado con el OTG activado (Haines, 2003.)

Se estimulan tanto por el estiramiento pasivo como por la contracción del músculo. Cuando las fibras musculares se contraen se genera tensión. Esta tensión actúa sobre el tendón, y si es bastante fuerte activará los OGTs. El impulso se transmite a la médula espinal para inhibir la transmisión nerviosa en las neuronas motoras anteriores.

En el estiramiento pasivo se requiere un estiramiento fuerte para que se produzca un impulso inhibitorio, ya que las fibras musculares elásticas absorben gran parte del estiramiento.

La relajación del músculo ante un estiramiento intenso es un mecanismo de protección y un dispositivo de seguridad que previene la lesión de los tendones y músculos.

Este reflejo explica el fenómeno que se produce cuando se intenta mantener una posición de estiramiento que desarrolla una tensión máxima, repentinamente se llega a un punto en que la tensión desaparece y el músculo puede ser estirado más.

El umbral de reacción de los órganos de Golgi depende directamente del entrenamiento, por lo que músculos no entrenados reaccionan incluso ante niveles muy débiles de tensión (Cianti, 1999).

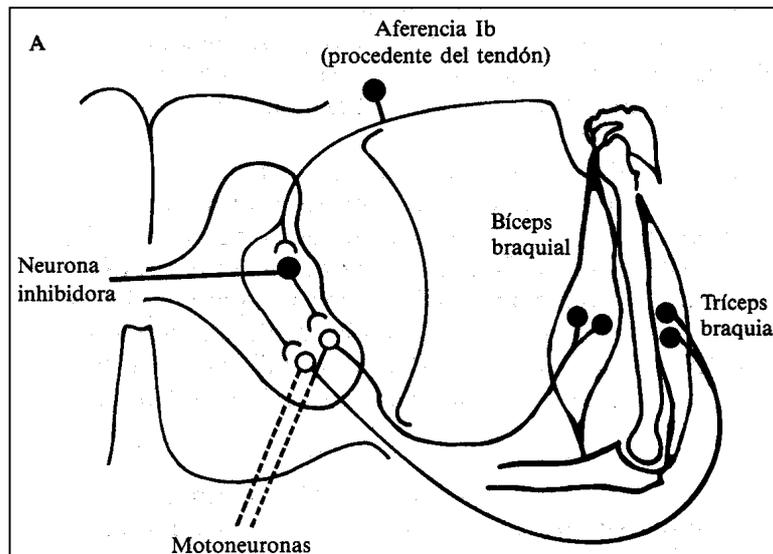


Figura 12. Reflejo miotático inverso. (Barbany, 1990).

2.2.3. OTROS FACTORES

ACCIÓN DE LA MUSCULATURA ANTAGONISTA.

Sechenov decía que el efecto de la contracción de un determinado músculo disminuye aún más por la acción elástica contraria del antagonista que se extiende junto a él.

En los movimientos deportivos los músculos agonistas deben superar la resistencia de los antagonistas. Consecuentemente cuanto más flexibles sean los músculos antagonistas, menos energía se consumirá para superar su oposición al movimiento y más rápidos serán los mismos (Esper, 2000).

Para Iakovlev una mala flexibilidad se explica por la falta de capacidad para relajar los músculos antagonistas, debido a una armonía insuficiente en los procesos nerviosos que regulan la tensión y la relajación de los músculos. Según Topalián (1953) las personas que coordinan mal sus movimientos, relajan mal sus músculos y desarrollan más lentamente su flexibilidad.

HERENCIA

Las características genéticas son uno de los condicionantes que encuentra la flexibilidad. Hay personas que sin realizar un entrenamiento de flexibilidad son capaces de realizar movimientos de amplitud máxima, en cambio otras sometidas a entrenamiento no alcanzan los niveles de las primeras. Cuando de forma innata se dispone de una mejor capacidad de movilidad, se pueden obtener mayores éxitos en su desarrollo utilizando una aplicación relativamente menor de ejercicios específicos (Esper, 2000).

Sin embargo hay datos experimentales que apoyan que la flexibilidad se correlaciona con los tipos de movimiento habitual de cada individuo y es distinta según la articulación, y que las diferencias en cuanto a edad y sexo son más bien secundarias que innatas (Rasch y Burke, citado en Esper, 2000).

EDAD Y SEXO

En la primera infancia la elasticidad es elevada ya que el aparato esquelético no está solidificado. Según Fomin y Filin (1975, citado en Esper, 2000) la flexibilidad de la columna vertebral alcanza su máximo a los 8-9 años y posteriormente decrece constantemente. La abducción de piernas y la movilidad escapular tienen su valor máximo a la misma edad (Meinel, 1978).

A medida que se avanza en edad se observa una disminución de la flexibilidad debido al crecimiento, desarrollo de la masa muscular y la configuración osteoarticular que producen estabilización y rigidez en las articulaciones.

El músculo sufre un proceso de envejecimiento en sus componentes elásticos que produce su deshidratación y calcificación.

La flexibilidad involuciona con la edad y su único apogeo coincide con el paso de la infancia a la adolescencia, perdiéndose después progresivamente (Ruiz, 1994; Martín, 1982; Baumann, 1978). Según Fartel

las mayores posibilidades de desarrollo se producen durante los años de juventud. Sermieev, concreta aún más e indica que lo más racional es desarrollar la flexibilidad hacia los 10-13 años, ya que la efectividad de los ejercicios para flexibilidad es dos veces superior a la que se obtiene en una edad más avanzada. La mejora de la movilidad en las articulaciones se consigue exitosamente con una menor carga que en los mayores.

En el ámbito deportivo se trata de conseguir mejoras en edades tempranas con la finalidad de conseguir ganancias que permanezcan en cierta medida en la edad adulta (Mandel, 1987).

En cuanto al sexo, la mujer es más flexible que el hombre por las diferencias hormonales. Su mayor producción de estrógenos hace que retenga agua disminuyendo la viscosidad.

Anatómicamente el esqueleto de la mujer está diseñado para una mayor amplitud de movimiento, especialmente en la región pélvica, lo que la hace mejor adaptada para el embarazo y el alumbramiento. Además las mujeres tienen una constitución ósea más liviana y pequeña.

Corbin y Noble (1980) también sugieren que las chicas tienen mayor potencial para la flexibilidad después de la pubertad en áreas tales como la flexión del tronco, debido a que su centro de gravedad está más bajo y a la menor longitud de sus piernas. Opinan que las diferencias de actividad regular entre sexos también pueden explicar las diferencias de flexibilidad.

Bale, Mayhew, Piper y cols. (1992) observan que las chicas son más flexibles que los chicos y atribuyen esta superioridad al mayor incremento de masa muscular en los chicos. Krahenbuhl y Marten (1977) hallaron que la flexibilidad en los púberes (10-14 años) disminuía cuando aumentaba la superficie corporal.

Docherty y Bell (1985) después de comparar niños y niñas de distintas edades concluyeron que las chicas eran más flexibles en todas las edades, hecho que explican por las diferencias en la morfología del esqueleto entre los dos sexos. Estos autores también encontraron una

correlación negativa entre valores antropométricos altos y la flexibilidad. Actualmente se piensa que esto es debido a una diferencia de longitud durante el crecimiento entre los huesos y los músculos, con lo cual se produce un incremento de la tensión muscular y una disminución temporal de la flexibilidad.

HORA DEL DÍA

La flexibilidad cambia en el transcurso del día en función del carácter y el ritmo de las contracciones musculares. Al levantarnos el cuerpo está más rígido. Al mediodía alcanza su máxima movilidad y a partir de ahí experimenta una disminución de la flexibilidad hasta la noche.

Según Grosser, Starischka y Zimmermann (1988) de 10 a 12h. y de 16 a 18h. la amplitud de movimientos es mayor por los cambios biológicos del sistema nervioso y tono muscular.

COSTUMBRES SOCIALES

La actividad laboral, el sedentarismo o la actividad física, los hábitos posturales, inciden en la mayor o menor capacidad de estirarse. La flexibilidad disminuye con niveles de actividad bajos. Por ejemplo en los países orientales, debido a su costumbre de sentarse en el suelo, poseen una mayor flexibilidad en la articulación coxofemoral.

LA MODALIDAD DEPORTIVA Y EL GRADO DE ENTRENAMIENTO

No todas las modalidades deportivas inciden de la misma forma en el trabajo de la flexibilidad. El grado óptimo de flexibilidad en una articulación concreta está condicionado por la modalidad deportiva que se practique, y no puede estar sometida a generalizaciones.

Los bailarines presentan una hipermovilidad articular, lo cual les puede favorecer artísticamente. Sermieev afirma que los atletas, gimnastas y los nadadores utilizan el 80-95% de la movilidad articular posible. Leighton ha demostrado que los nadadores, los jugadores de béisbol, los de baloncesto, los acróbatas, los levantadores de peso y los gimnastas exhiben características peculiares para cada deporte. Y además estas características son significativamente diferentes a las que presentan individuos que no practican deporte.

LA FATIGA.

Un músculo cansado ve mermadas sus facultades elásticas: los husos musculares se excitan antes y se reduce el adenosín trifosfato (ATP) que influye en la capacidad de contracción y relajación. En los ejercicios de flexibilidad también hay consumo energético, y la disminución del ATP dificulta que se deshagan las uniones de actina y miosina de forma rápida (Comesaña, 2002).

El estiramiento, al igual que cualquier comportamiento fisiológico del músculo influye en su metabolismo. En los estiramientos del 10-50% de la longitud de reposo, la utilización de oxígeno y la producción de calor pueden aumentar hasta 3-5 veces su valor esencial (Eisingbach, 1988).

En las sesiones de entrenamiento en las que se ha trabajado cualidades como la fuerza, resistencia y velocidad, y en las cuales ha habido una intensidad elevada, es inevitable el agotamiento. Esto produce un aumento de la acidez en el músculo y un aumento de la temperatura, a consecuencia de lo cual el músculo se torna rígido debido a la hinchazón producida por la acumulación de agua como respuesta al aumento de su recolección. Este mecanismo produce una pérdida de movilidad (Comesaña, 2002).

EFEECTO DE LA VISCOSIDAD Y TEMPERATURA CORPORAL

La viscosidad es definida como una resistencia a la fluidez. El músculo tiene un comportamiento viscoelástico, y las adaptaciones a los estiramientos son debidos a la respuesta viscoelástica (Taylor, Dalton, Seaber y Garret, 1990). El comportamiento viscoelástico ha sido demostrado in vivo en individuos sanos (McHugh, Magnusson, Gleim y Nicholas, 1992).

Sabemos que la temperatura tiene un efecto inverso a la viscoelasticidad; es decir, cuando aumenta la temperatura de los tejidos del cuerpo, decrece la viscosidad del fluido, y viceversa. La temperatura ideal de funcionamiento del tejido muscular es de 27°. Esa viscosidad reducida mejora de modo significativo la relajación viscosa de los tejidos colágenos (Sapega et al. 1981).

Probablemente el método más común utilizado para elevar la temperatura del cuerpo y reducir la viscosidad del tejido es el empleo de ejercicios de calentamiento. Otros métodos incluyen el uso de compresas calientes, duchas calientes, diatermia, ultrasonidos y masaje. La viscosidad no tiene efectos a largo plazo sobre la mejora de la flexibilidad. Más bien, sus efectos son relativos a los diversos factores psicológicos que existen en el momento en que se realiza el estiramiento (Aten y Knighth, 1978).

El aumento de la temperatura corporal producida durante el calentamiento provoca una disminución de la viscosidad muscular que a su vez disminuye también la resistencia de los músculos a estirarse. La termodinámica demuestra que cuando se produce una elevación de la temperatura en un cuerpo, se genera un aumento de energía cinética de sus átomos y moléculas, se producen múltiples choques entre partículas que determinan un aumento de la distancia de separación entre ellas. El grado de dilatación producido será proporcional a la temperatura alcanzada (Cicardo, 1978) (González, 1975). Esto explica que a través de los ejercicios de calentamiento se eleve la temperatura corporal y en esta

situación se debe aprovechar la separación molecular generada para aplicar fuerzas de tracción sobre las fibras y lograr un mayor distanciamiento entre las uniones moleculares (Laskowski, 1976) (Maillet, 1985).

El aumento de la temperatura aumenta la capacidad elástica muscular disminuyendo su viscosidad, lo que mejora la fluidez sarcoplasmática. Éste es un aspecto a tener en cuenta aunque no influye en más de una décima parte sobre la resistencia ejercida (Comesaña, 2002).

Para este último autor los estiramientos se deben realizar después de un calentamiento básico y general ya que la movilidad articular es efectiva cuando se alcanza la temperatura corporal óptima.

3. LA FLEXIBILIDAD EN EL ÁMBITO DEPORTIVO Y EDUCATIVO

En el ámbito deportivo y educativo la flexibilidad aparece como una cualidad física básica que forma parte de la condición física.

3.1. LA FLEXIBILIDAD COMO CUALIDAD FÍSICA BÁSICA

Las cualidades físicas ya fueron estudiadas en la época griega por el médico Galeno (Roma o Pérgamo, 131-201). Philostrato (s. II d. C.) también se refiere a las cualidades físicas en su *Tratado de Gimnasia*.

Posteriormente, Villaume, filósofo alemán (1746-1806) habla de ellas en sus escritos. A finales del siglo XVIII y principios de XIX, el humanista alemán Guts Muths (1759-1839) menciona las capacidades físicas.

Francisco Amorós (1770-1848), español exiliado en Francia y representante de la Escuela Francesa de Gimnasia, tomó las ideas de Guts Muths en sus ejercicios gimnásticos. Trató el problema de las cualidades físicas, dando diferentes enfoques y soluciones a todos los problemas relacionados con la educación física. Pero fue uno de sus seguidores, Bellin de Coteau, quien ideó el nombre de las cualidades físicas, distinguiendo la velocidad, la resistencia, la fuerza y la destreza. Más adelante los institutos franceses de educación física, que funcionaban anexos a las facultades de medicina, trataron de analizar y destacar la importancia de las cualidades físicas.

E. Harte en su obra "*La lección de gimnasia*" divide los ejercicios en: ejercicios de fuerza, de resistencia, de velocidad y de destreza.

Niels Bukh (1880-1950) en su interpretación de la gimnasia, "*Gimnasia Atlética*", basada en la "*Gimnasia Fundamental*" exalta los factores de la flexibilidad, fuerza y destreza (Langlade, 1970). Divide los ejercicios

según su efecto en *generadores de flexibilidad, generadores de fuerza y generadores de destreza*.

También Holmberg en "*Atletismo*" menciona como cualidades decisivas para el atleta, la movilidad, la fuerza, la velocidad y la resistencia.

En 1942 Seashore intentó diferenciar los componentes de la capacidad motora estableciendo una clasificación entre capacidades motrices finas y gruesas. En 1959 Guilford identificó cinco factores generales por naturaleza: fuerza, velocidad de reacción, equilibrio estático, equilibrio dinámico y coordinación dinámica general; y dos específicos: flexibilidad y velocidad.

Clarke (1967) (citado en Martínez, 2002), define condición física como la habilidad de realizar un trabajo diario con vigor y efectividad, retardando la aparición de fatiga, realizándolo con el menor gasto energético y evitando lesiones. Por tanto su fin es higiénico y está orientado a la actividad física.

CONDICIÓN FÍSICA						
		Fuerza muscular	Resistencia Muscular	Resistencia Cardiovascular		
CONDICIÓN MOTRIZ						
Potencia muscular	Agilidad	Fuerza muscular	Resistencia muscular	Resistencia cardiovascular	Flexibilidad	Velocidad

Tabla 2. Factores determinantes de la condición física y la condición motriz según Clarke. (Tomado de Arnold et al., 1985)

Gundlack (1968) y posteriormente Meinel y Schnabel (1987) clasificaron las capacidades motrices en dos grupos:

- Condicionales: fuerza, resistencia y velocidad. Estas dependen del proceso de producción energética y del metabolismo de la musculatura voluntaria.

- Coordinativas: que englobarían el equilibrio, coordinación, fluidez de movimientos, etc. Vienen determinadas por los procesos de dirección del sistema nervioso central.

En esta clasificación la flexibilidad se encontraría entre las condicionales y las coordinativas.

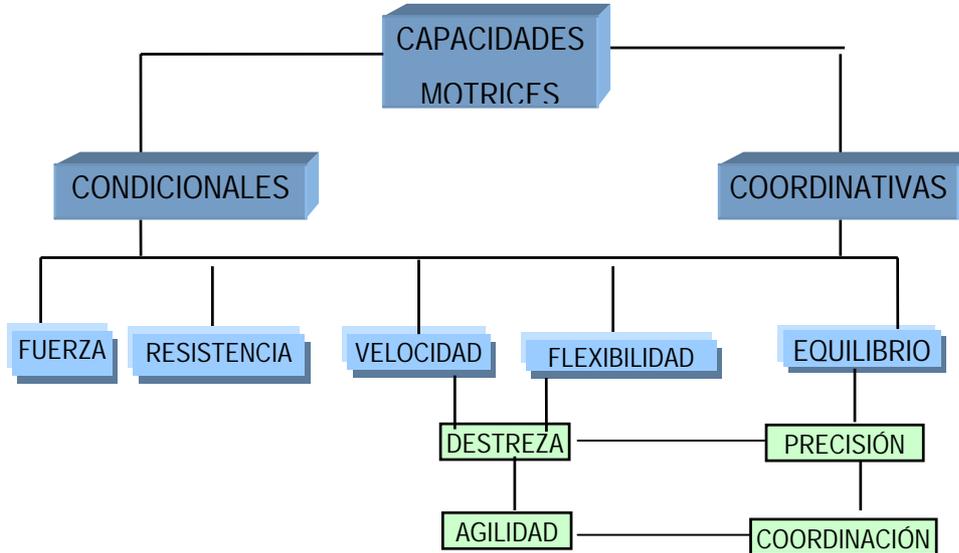


Figura 13. Clasificación capacidades motrices

Hegedus (1969) en "Entrenamiento de sobrecarga aplicado al deporte" indica que las capacidades físicas se agrupan en: coordinación, velocidad base, resistencia, flexibilidad y fuerza. Aunque posteriormente este mismo autor (1973) en "Teoría general y especial del entrenamiento deportivo" agrupa esquemáticamente las capacidades físicas en: técnica (habilidad y destreza) y acondicionamiento físico básico (fuerza, velocidad y resistencia)

Para Jonath (1971) el acondicionamiento físico implica factores tales como: fuerza, resistencia, velocidad, agilidad, salud y fuerza de voluntad.

Según Bouchard (1974), la condición física se compone de un gran número de factores, agrupados en tres subgrupos: estructuras, cualidades físicas y actos motores. Dentro de las cualidades físicas distingue:

CUALIDADES FÍSICAS		
Orgánicas	Musculares	Perceptivo-cinéticas
Endurecimiento orgánico	Fuerza muscular	Rapidez de reacción
Resistencia orgánica	Resistencia muscular	Velocidad de movimiento
	Endurecimiento muscular	Precisión motriz
	Potencia muscular	Precisión corporal
	Amplitud articulo-muscular (flexibilidad)	

Tabla 3. Clasificación cualidades físicas según Bouchard

Dassell y Haag, (1975) en su libro "Circuit training en la escuela" nombran dos grupos principales de cualidades físicas que están implicadas en la enseñanza de la motricidad humana:

- Grupo A: Fuerza
Velocidad
Resistencia
Y sus cualidades complejas
- Grupo B: Habilidad
Agilidad
Movilidad
Elasticidad

Siendo la capacidad de coordinación el nexo de unión entre ambos grupos.

Koch (citado en Dassell, 1975) distingue entre: bases físicas del movimiento y cualidades motrices; en el primer grupo se encuentran la

fuerza, resistencia, velocidad y sus cualidades complejas, y en el segundo grupo habilidad, agilidad, movilidad y coordinación.

Johnson, Updyke y Schaefer, (citados en Giraldes, 1976) distinguen como responsables de la forma física: la resistencia aeróbica, resistencia anaeróbica, flexibilidad, resistencia muscular.

Holmann y Hettinger (1976) no consideran la flexibilidad como capacidad por no suponer un esfuerzo muscular. Así distingue la coordinación, la fuerza, la velocidad y la resistencia como capacidades físicas.

Para Renson (1979) el concepto de condición física puede ser representado por la imagen geométrica de un triángulo, en el que sus vértices se corresponden a los tres componentes principales de la condición física: dimensión orgánica, dimensión motriz y dimensión cultural:

- Dimensión orgánica: se refiere a los procesos de producción de energía y al rendimiento. Es la más directamente relacionada con la salud.
- Dimensión motriz: pone en marcha las capacidades psicomotrices necesarias en el control del movimiento. En esta dimensión se distinguen tres componentes básicos: fuerza, resistencia muscular y velocidad. La flexibilidad quedaría fuera de esta concepción.
- Dimensión cultural: constituye el tercer vértice del triángulo de la condición física; comunica y refleja la influencia de los niveles de condición física: la situación de la educación física en la escuela, o la posibilidad de acceder a centros deportivos. El sistema de valores y los modos de vida tienen también relación directa con la condición física.

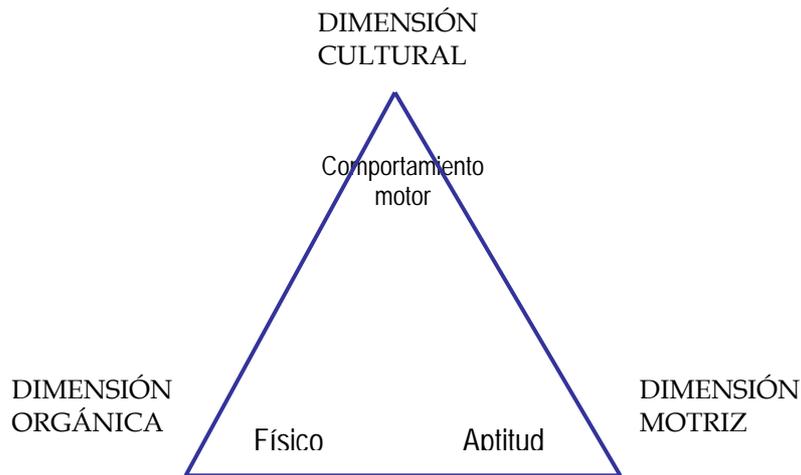


Figura 14. Triada de la condición física (Renson, 1979; tomado de García, 1996)

García (1979) diferencia dentro de las cualidades físicas básicas entre fuerza, velocidad, resistencia, elasticidad (muscular) y flexibilidad (articular).

Hebbelinck (1982) realizó un estudio comparativo en el que contabilizó la frecuencia con la que distintos autores citaban las diferentes capacidades físicas básicas.

Sin duda, dicha nomenclatura y el orden prioritario son muy relativos. En primer lugar, porque las fuentes de esta clasificación son muy diversas, y una capacidad determinada puede ser considerada de una u otra manera según el ámbito o la perspectiva considerada.

En segundo lugar, muchas de las capacidades citadas tienen subcomponentes muy diferenciados entre sí. Así por ejemplo, refiriéndonos a la fuerza podemos distinguir entre fuerza máxima y fuerza resistencia. En cuanto a la velocidad entre velocidad de reacción y de desplazamiento, coordinación dinámica general y óculo - manual, etc.

CAPACIDADES	FRECUENCIA DE CITACIÓN
FUERZA	21
RESISTENCIA	21
VELOCIDAD	13
AGILIDAD	13
HABILIDAD	11
FLEXIBILIDAD	9
RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD	7
COORDINACIÓN	5
EQUILIBRIO	5
PRECISIÓN	4
MOTIVACIÓN	4
POTENCIA	3
ESTADO DE NUTRICIÓN.	3
OTROS	11

Tabla 4. Estudio comparativo de la frecuencia de citación de las capacidades físicas (Basado en Hebbeling, 1982)

Resulta evidente la necesidad de intentar concretar, aún más, las definiciones y el alcance de cada una de las Capacidades Físicas Básicas; así como la de establecer una clasificación entre ellas que sea práctica y funcional.

Para Álvarez (1983), las cualidades físicas básicas son: resistencia, velocidad, fuerza, flexibilidad, coordinación y equilibrio.

Cazorla (1984) (citado en Blázquez, 1997) basándose en el modelo de la Universidad de Laval (Quebec), interpreta el conjunto de factores de los que depende la motricidad e incluye las cualidades físicas, las estructuras y las operaciones cinéticas:

- *“Estructuras”*: son las que forman los cimientos de la motricidad están integradas por las estructuras perceptivas, orgánicas y morfológicas.
- *“Cualidades físicas”*: se asientan sobre las anteriores y como resultado directo aparecen las cualidades: orgánicas, musculares y perceptivo cinéticas. Representan la expresión cinética más simplificada de los tres sectores precedentes. Dependen directamente, y pueden agruparse según la siguiente clasificación:
 - sector perceptivo-cinético: velocidad de reacción, agilidad, coordinación.
 - sector energético: potencia y resistencia de los sistemas anaeróbico y aeróbico, resistencia orgánica o local.
 - sector biomecánico (neuromuscular + biométrico): fuerza, potencia, flexibilidad, resistencia muscular.
- *“Operaciones cinéticas”*: ocupan el tercer nivel, reúnen la totalidad de los comportamientos motores, cuya clasificación depende del punto de vista de los que la proponen.

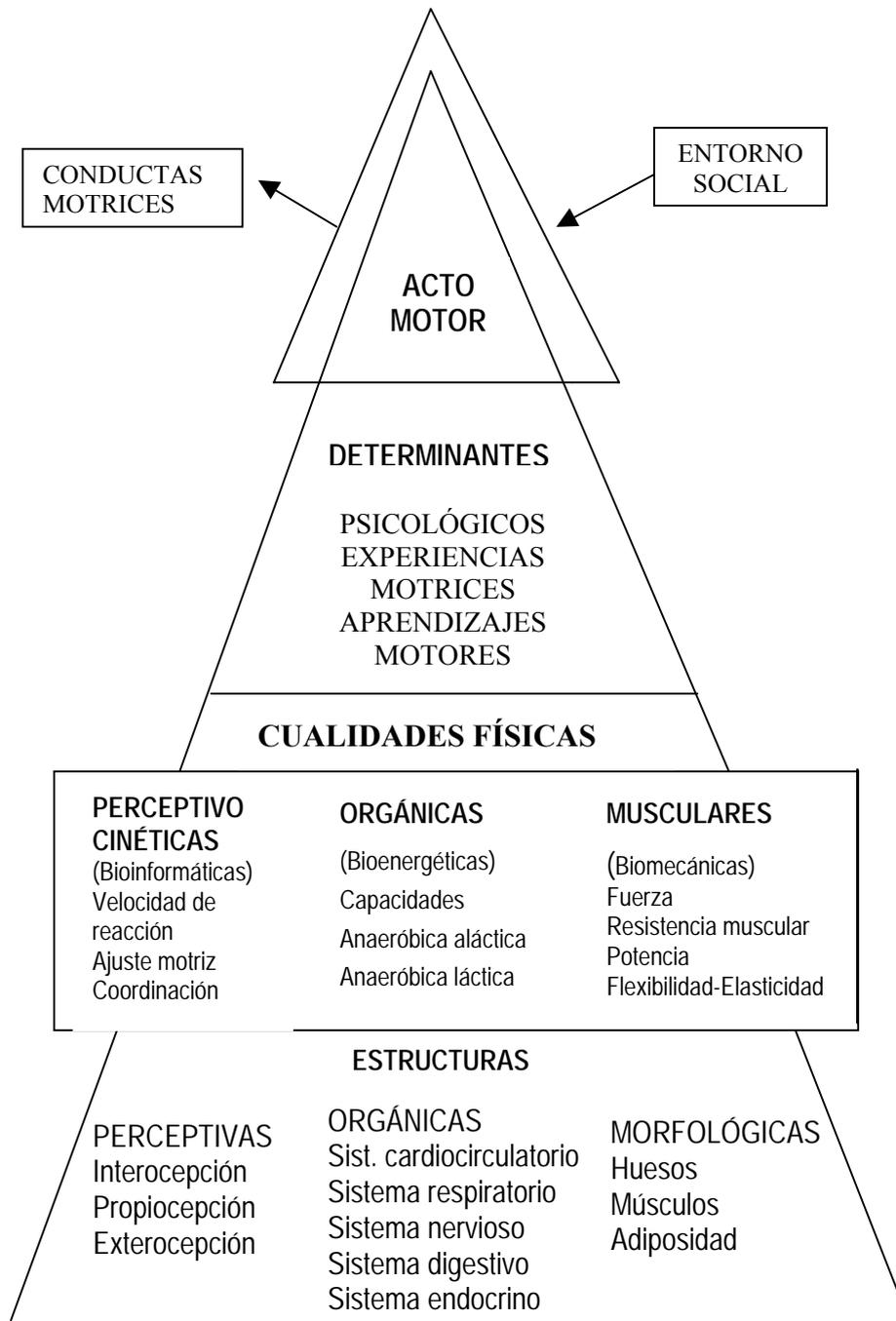


Figura 15. Conjunto de factores de los que depende la motricidad humana.
Elaborado por la Univeridad de Quebec (tomado de Blázquez, 1997)

Manno (1991) clasifica la capacidad motora en: capacidades condicionales entre las que estarían la fuerza, resistencia y rapidez o velocidad, mientras que la flexibilidad y la destreza o capacidad coordinativa formarían parte de la capacidad motora pero estarían fuera de las capacidades condicionales.

Harre (1987) enumera como elementos de la formación deportiva a la fuerza, resistencia, velocidad, movilidad y capacidades coordinativas.

Grosser, Stavischka y Zimmerman (1988) exponen que la condición física se compone de las capacidades motrices-condicionales en las cuales se integran la fuerza, rapidez, resistencia, y movilidad.

Como fuentes más recientes podemos citar a Castañer y Camerino (1996), quienes dan a la motricidad un tratamiento global intradisciplinar e interdisciplinar. Proponen el modelo global-sistémico de la motricidad. En este modelo las relaciones dinámicas y constantes de los distintos elementos constitutivos de la motricidad son expresadas en tres tipos de capacidades: capacidades perceptivo-motrices, capacidades físico-motrices (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad) y capacidades socio-motrices.

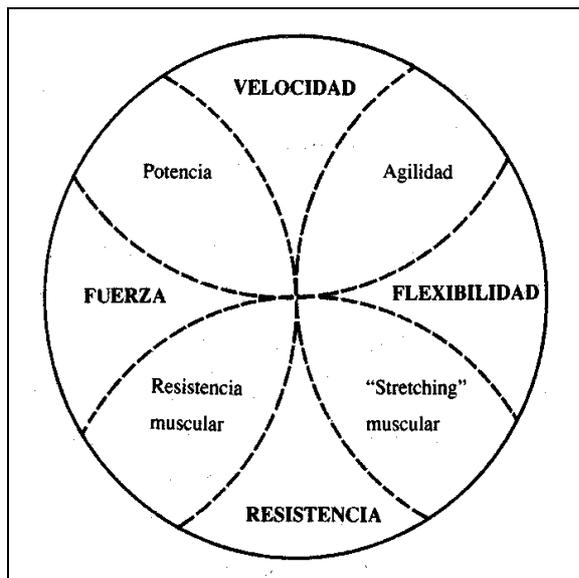


Figura 16. Modelo Global sistémico de la motricidad. (Castañer y Camerino, 1996)

Jordi Porta (1981) define las capacidades físicas básicas como *las predisposiciones fisiológicas innatas en el individuo, factibles de medida y mejora, que permiten el movimiento y el tono postural*. Propone una división de las Capacidades Físicas Básicas que en cierta manera es un resumen de las más utilizadas actualmente; pretendiendo, al mismo tiempo, establecer un nexo de unión entre las corrientes educativas psicomotrices y los factores de ejecución deportivos.

A) Capacidades motrices

A.1. Flexibilidad

A.2. Resistencia

A.3. Velocidad

A.4. Fuerza

Todas estas capacidades no presuponen un proceso de elaboración sensorial muy elaborado o complicado; siempre y cuando no se trate de movimientos repetitivos de gran intensidad y rapidez. Al ser necesaria la coordinación para su realización, deberíamos reconsiderar la clasificación de dicha capacidad.

B) Capacidades perceptivo motoras

- Coordinación

1. Equilibrio

2. Percepción espacial/temporal

3. Percepción kinestésica

Estas capacidades presuponen un proceso de elaboración sensorial muy elaborado y además están muy interrelacionadas entre sí y con las capacidades motrices. Es lógico pensar que la calidad y/o correcta ejecución de un movimiento o técnica cualquiera no dependerá solamente de la capacidad de asimilación e intelectualización de la misma; sino que también dependerá por un igual de las posibilidades funcionales o de ejecución. Es decir, de las capacidades motrices.

C) Capacidades resultantes:

1. Habilidad y/o destreza.
2. Agilidad.

Devís y Peiró (1992) siguiendo a Stenhouse (1984), en la propuesta que realizan del trabajo de la condición física a nivel escolar, indican que el trabajo de la condición física se centrará en los elementos relacionados con la salud: resistencia cardiovascular, resistencia y fuerza muscular, flexibilidad y composición muscular. Estos mismos autores (2000) indican que la condición física es un estado, producto o nivel de forma física que se obtiene de medir, mediante pruebas o test físicos, los distintos componentes o cualidades de que consta y está genéticamente determinada en alto grado. Las cualidades que se han asociado durante el siglo XX a la condición física son la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, la resistencia muscular, la flexibilidad, la potencia, la agilidad y la velocidad. Sin embargo, algunos de sus componentes están relacionados directamente con la salud: la resistencia cardiorrespiratoria, la resistencia y fuerza muscular, la flexibilidad y la composición corporal, estos son los más modificables por la práctica física.

Por otra parte Blázquez (1997) opina que las cualidades físicas básicas, refiriéndose a fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad, se han considerado tradicionalmente la base de los aprendizajes y de la actividad física y considera que la reducción de la condición física a esos cuatro elementos nos da una clasificación práctica y comfortable a la vez que simplista e inexacta.

Contreras (1998) expone que los elementos que integran la condición física enfocada a la salud no son los mismos que los integran condición física desde un enfoque de rendimiento. Cuando el objetivo es la salud, se trata de obtener un beneficio para uno mismo, y no se trabajan todas las cualidades físicas, ni se trabajan de la misma forma. Bajo este punto de vista los elementos que integran la condición física son:

capacidad aeróbica, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad, peso y composición corporal y relajación muscular.

Más recientemente, el 29 de diciembre de 2000, el Gobierno aprobó el Real Decreto 3473, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Enseñanza Secundaria, y el Real Decreto 3474 por el que se establecen las enseñanzas mínimas en Bachillerato. En estos decretos, dentro del área de Educación Física, en la cual se trabaja la condición física, podemos apreciar un cambio de orientación en su tratamiento. Así el bloque de contenidos en el que está ubicada se denomina "*Condición física y salud*", y durante toda la etapa de educación secundaria se tratan la flexibilidad, la resistencia cardiorrespiratoria y la fuerza muscular, quedando excluida en esta orientación la velocidad. Si comparamos el tratamiento de la condición física, y en particular el de la flexibilidad, con el que proponía dentro del marco educativo de la LGE 14/1970, observamos que hemos pasado de una condición física basada en el rendimiento a una condición física enfocada al bienestar, la salud y la mejora personal.

3.2. LA FLEXIBILIDAD Y EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

La condición física es uno de los aspectos que condiciona el rendimiento. En el entrenamiento de cualquier disciplina deportiva se trata de mejorar por una parte la condición física, a través de una preparación física específica y por otra los aspectos técnico-tácticos. Sin embargo el rendimiento óptimo no sólo depende del nivel de desarrollo de estos factores, sino que se amplía con otros ámbitos como las capacidades psicológicas y sociales (Lorenzo, 1998). Para Antón (1994) esto constituye un entrenamiento integrado, y Forteza (1999) añade la preparación teórica o intelectual, como otro aspecto importante en la preparación del deportista.

A modo de síntesis, podemos destacar como componentes que condicionan el rendimiento deportivo:

- Condición física (fuerza, resistencia, velocidad, flexibilidad).
- Técnica: constituida por las habilidades específicas y especializadas, destrezas motoras y las capacidades coordinativas.
- Capacidades cognitivo-tácticas.
- Capacidades psíquicas.
- Capacidades básicas morfológicas.
- Condiciones externas.



Figura 17. Entrenamiento deportivo.

Seirullo (1994) analiza distintas propuestas de entrenamiento deportivo y propone un modelo de entrenamiento, en el cual las distintas estructuras están constantemente interaccionando, y los cambios que se producen en una de ellas afectan a las otras dos:

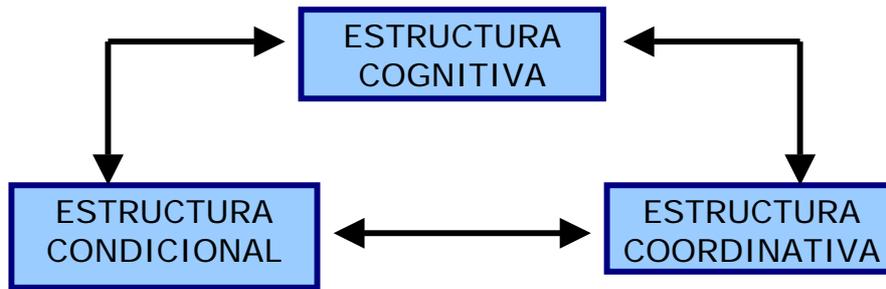


Figura 18. Interrelación de estructuras en el entrenamiento

La complejidad de la planificación del entrenamiento deportivo viene determinada, en parte, por el número de factores que intervienen en el mismo. Uno de los aspectos que tienen en común todos los deportes es la preparación física. Cada deporte en función de sus características se relaciona más directamente con unas u otras cualidades físicas, y el entrenamiento específico de esos factores físicos constituye el mejor estímulo para la mejora de las cualidades físicas específicas.

La flexibilidad no se considera una cualidad específica en algunos deportes, no obstante la flexibilidad específica es tanto una cualidad de rendimiento, como de recuperación y profilaxis (Lorenzo, 1998). Además se utiliza como un parámetro indicador de la condición física de un sujeto (García, Navarro y Ruiz, 1996).

Para Hurton (1971) la falta de flexibilidad se manifiesta al perfeccionar una especialidad deportiva. Al igual que una musculatura elástica aumenta la capacidad mecánica del músculo y permite aprovechar mejor la energía mecánica, una musculatura elástica es más resistente a las lesiones. Hurton (1971) afirma que con los estiramientos existe una posibilidad y capacidad de ensayar y perfeccionar con mayor rapidez las técnicas deportivas.

Confirmando lo anterior Burke (1976), considera que la falta de flexibilidad normal perturba la extensión y cualidad de la realización, y puede ser responsable de trastornos específicos. También considera que la

disminución de la flexibilidad que normalmente acompaña al envejecimiento, es producida por la falta de mantenimiento del movimiento a través de su amplitud completa. Además con el trabajo de estiramientos aumenta el metabolismo de los músculos, articulaciones y partes adyacentes y disminuye el riesgo de sufrir microroturas musculares.

Zarins (1982) sostiene que la ausencia de capacidad de estiramiento muscular pone al deportista en peligro de sufrir una lesión por desgarro ante una situación de tracción.

Además de prevenir lesiones musculares, Corbin y Noble (1980) apoyan que el entrenamiento de la flexibilidad ayuda a prevenir lesiones del tejido conectivo.

Según Matviév (1983), *el grado óptimo de desarrollo de la flexibilidad en el deportista se caracteriza, en particular, por el hecho de que la envergadura de los movimientos alcanzada por él supera la medida de la amplitud de los ejercicios de competición (constituyen una excepción, se sobreentiende, los casos cuando el movimiento en las acciones de competición tienen una amplitud limitadamente accesible). Esto es la llamada "reserva de flexibilidad" (o dicho con más precisión "elasticidad de reserva" lo que permite dentro de la amplitud mantenida, reducir al mínimo la resistencia de los músculos que se extienden, gracias a lo cual el ejercicio se efectúa sin tensiones excesivas, de manera más parsimoniosa. La elasticidad de reserva, además, mengua la posibilidad de recibir lesiones.*

Después de estas observaciones no debería interpretarse que una flexibilidad máxima evitará la lesión. Cada especialidad deportiva tiene unas características determinadas que condicionan el tipo y el grado de flexibilidad necesaria. Por ejemplo los corredores requieren una amplitud de movimientos mucho más reducida que los gimnastas. No obstante su amplitud de movimiento debe ser la adecuada para permitirles correr sin excesiva resistencia del tejido blando. Por ejemplo, los gimnastas deben

ser capaces de alcanzar una amplitud de movimientos extrema sin dañar los tejidos circundantes (Hubley-Kozey y Stanish, 1984, en Alter 1998).

Los deportistas incluyen los estiramientos en su programa de entrenamiento con otras finalidades como conservar una amplitud activa del músculo, favorecer la circulación de retorno y recuperar la amplitud articular normal (Esnault, 1999). La flexibilidad es una cualidad que involucre con la edad (Ruiz, 1994), y además se pierde rápidamente con la inactividad, por lo que debe ejercitarse durante todo el año (Wilmore y Costill, 1998). Los ejercicios de estiramiento deben incorporarse a los programas de entrenamiento de temporada y de fuera de temporada. Algunos deportistas tienden a ignorar el entrenamiento de flexibilidad debido a la rapidez con la que puede recuperarse.

Después de una lesión, los estiramientos deben formar parte del protocolo de tratamiento. La reparación de las fibras tendinosas al comienzo sigue una colocación anárquica, las fibras se orientan individualmente en todos los sentidos y no se alinean paralelamente unas con otras hasta que se practican tracciones repetidas. El proceso de alineación en paralelo de las fibras de colágeno se ve acelerado y mejorado con la realización de estiramientos controlados (Esnault, 1999).

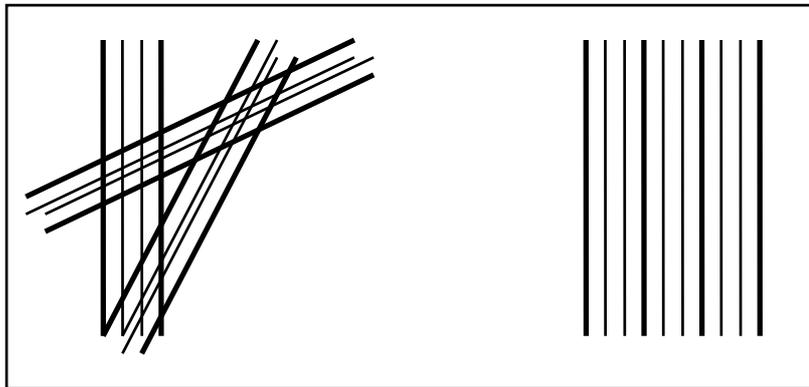


Figura 19. Reparación de las fibras del tendón. (Tomado de Esnault, 1999)

Todo lo que se ha expuesto hasta aquí se refiere al deporte profesional y/o al deporte en adultos. No obstante en estas dos últimas décadas ha habido un gran incremento de práctica deportiva con fines competitivos en edades tempranas. Esto lo podemos constatar fácilmente comparando las fichas federativas de niños en edades comprendidas entre 5 y 12 años a principios de la década de los ochenta y en la actualidad. En estas edades el aparato locomotor se caracteriza por una gran elasticidad, y éste es uno, entre muchos otros motivos, por lo que se estima que es inadecuado someter a los niños a entrenamientos estrictamente específicos. Sí que están indicadas las actividades globales y de movimientos básicos que permitan ejercer libremente su motricidad.

Las estructuras óseas en estas edades son muy maleables y constituyen un importante factor de riesgo a considerar. En algunas modalidades deportivas en las que la flexibilidad es la base de la técnica se prima lo estético sobre lo saludable, induciendo al niño o niña a realizar movilizaciones que superan los límites estrictamente funcionales (Ruiz, 1994).

4. MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE LA FLEXIBILIDAD

El objetivo de los ejercicios de estiramiento es producir una elongación y una tensión interna del músculo y/o sus tendones.

Todos los métodos de estiramiento tienen la misma finalidad, mantener o ganar flexibilidad para poder tener una mayor eficacia y seguridad en la práctica deportiva. Todos ellos se han gestado en el ambiente gimnástico, deportivo, o terapéutico. Resulta muy difícil realizar una clasificación de las diferentes técnicas de estiramiento pues existen tantos métodos como teorías sobre el estiramiento. Cada uno de los representantes de los distintos métodos desarrolla una base científica del estiramiento según, en la mayoría de los casos, sus propios antecedentes en la vida deportiva, corporal o terapéutica.

Dependiendo del criterio que sigamos en su clasificación podemos distinguir varios métodos.

Así, podemos clasificar los métodos de extensibilidad en dinámicos o estáticos (Spring, 1988), según haya o no recorrido articular del segmento a estirar.

Según Sölveborn (1983) y Wydra (1993), (citados en Andel, Hortsmann, Dickhuth, Gülch, 1997) generalmente los estiramientos se clasifican en cinco técnicas diferentes: estiramientos dinámicos (DS), estiramientos estáticos (SS), estiramientos inmediatamente después de una contracción isométrica corta y casi máxima del músculo (CR), estiramientos con contracción del antagonista (AC), estiramientos con contracción del antagonista después de una contracción del agonista como combinación del CR y AC.

Dependiendo de la acción sobre el músculo o la naturaleza de la fuerza que realiza el estiramiento, distinguimos entre (Ordax, 2001): flexibilidad activa, cuando la amplitud del movimiento se consigue por la propia fuerza de los grupos musculares, o flexibilidad pasiva, cuando la

amplitud del movimiento se consigue principalmente por la fuerza de un agente externo (suele ser de mayor amplitud que la activa) (Mora, 1989).

Y, por último, en función de los grupos musculares que intervienen en el estiramiento, diferenciamos entre: estiramientos globales y analíticos. En los globales actuamos sobre más de un grupo muscular, bien sea en toda la cadena muscular o sobre otros grupos musculares que tienen disposiciones parecidas. En los estiramientos analíticos buscamos selectivamente actuar sobre un músculo o parte de él, (Ordax, 2001).

4.1. MÉTODOS DINÁMICOS

La elongación muscular es de breve duración alternándose fases de estiramiento y de acortamiento muscular.

ESTIRAMIENTO BALÍSTICO

Consiste en un movimiento rápido y brusco en el cual una parte del cuerpo se lleva a sus límites fisiológicos (Beaulieu, 1981) (Cuillo, Zarins, 1991) (Sady, Wortman, 1982). Es difícil cuantificar el desarrollo de la flexibilidad con la utilización de estos estiramientos, ya que el estiramiento balístico es difícil de estimar debido a la necesidad de la utilización de un aparataje complejo para su medición y la habilidad técnica en la medición de la fuerza que se requiere para mover la articulación en toda su amplitud de movimiento tanto a velocidades rápidas como lentas (Stamford, 1984). A pesar de ello, existen suficientes investigaciones para poder afirmar que al igual que los métodos estáticos, los balísticos son efectivos para desarrollar la flexibilidad (Longan y Egstrom, 1961) (Corbin y Noble, 1980), (Sady, Wortman y Blanke, 1982) (Stamford, 1984).

Muchos de los gestos deportivos y de las habilidades técnicas requieren la utilización de movimientos de naturaleza balística, por lo que será conveniente que dentro del entrenamiento se incluyan actividades balísticas, para que la resolución de situaciones concretas tenga mayor posibilidad de éxito. Además la utilización en grupo de este tipo de

estiramientos favorece la realización al unísono siguiendo la misma cadencia. Este tipo de estiramientos son bastante comunes en la práctica deportiva, sobre todo en aquellos deportes que requieren velocidad gestual y gran movilidad articular (artes marciales, gimnasia artística) (Llucià, 2001).

Sin embargo hay que tener en cuenta unas consideraciones en la realización de estos estiramientos que pueden restringir su utilización.

Cuando un músculo y su tejido conectivo de sostén son estirados con rapidez, no hay tiempo suficiente para que se produzca la *adaptación*. Todos los tejidos vivos se caracterizan por la presencia de propiedades mecánicas dependientes del tiempo, incluyendo la tensión-relajación y el deslizamiento. Si los tejidos son estirados con demasiada rapidez la flexibilidad permanente no puede desarrollarse de forma adecuada. Light, Nizik, Personius y Borstrom, (1984) ya demostraron que el alargamiento permanente está más favorecido por un estiramiento a una fuerza menor, de mayor duración y a temperaturas elevadas.

De este argumento se puede deducir que el estiramiento balístico puede provocar lesión. Si un tejido es estirado con demasiada rapidez, puede sufrir una distensión o ruptura. La razón mecánica es que el tejido muscular tiene que absorber una cantidad muy elevada de energía/fuerza por unidad de tiempo (Alter, 1998). Según Walker (1981) la tensión que experimenta un músculo para una cantidad determinada de estiramiento es más del doble si se compara con un estiramiento lento.

La corta duración del estiramiento balístico impide que se produzca una adaptación neurológica. Granit (1962) (citado en Alter, 1998) observó que un estiramiento sobre un músculo con una fuerza determinada producía una frecuencia de impulso eferente de más de 100 impulsos/segundo durante un segundo. Por el contrario con un aumento más lento del estiramiento, hasta que se aplicara la misma fuerza, se produjo una descarga máxima de casi 40 impulsos/segundo durante 6 segundos.

El estiramiento balístico debería evitarse porque genera cantidades bastante grandes e incontrolables de momentos angulares. Esto es una consecuencia directa de un momento alto de inercia unido a una velocidad angular alta. Cuando el movimiento alcanza su límite y cesa repentinamente, con frecuencia el momento angular puede exceder la capacidad de absorción de los tejidos que están siendo estirados.

Otro inconveniente del estiramiento balístico es que activa el *reflejo de estiramiento*. Si se aplica a un músculo un estiramiento brusco, se desata una acción refleja que provoca la contracción del mismo (Matthews, 1989). Como consecuencia de ello aumentará la tensión muscular, haciendo más difícil el estiramiento de los tejidos conectivos. Para que el estiramiento sea más efectivo, los elementos contráctiles deben estar totalmente relajados.

ESTIRAMIENTO CON REBOTES

Los estiramientos con rebotes consisten en realizar pequeños impulsos de forma repetitiva una vez se llega a la posición de estiramiento, estos impulsos son provocados por la contracción de la musculatura antagonista. Se da una alternancia entre fases de estiramiento y acortamiento muscular de corta duración.

Con estos estiramientos, al igual que con los balísticos, se puede activar el reflejo miotático. Para Esnault (1999) son desaconsejables porque el estiramiento es muy breve y súbito, y refuerza la resistencia del músculo solicitado debido al desencadenamiento del reflejo de estiramiento. El huso muscular es estimulado por el estiramiento brusco y produce una sacudida protectora acortándose, provocando lo contrario de lo que se pretende conseguir. Asimismo es posible que se produzcan lesiones con su práctica, que serían debidas en este caso a las insistencias repetitivas, induciendo microroturas fibrilares o sobretensión en la inserción miotendinosa.

No obstante el control de los segmentos corporales es mayor que en el método anterior y podemos incidir de forma controlada en la deformación del tejido conjuntivo.

Como sabemos el colágeno es uno de los factores limitantes de la flexibilidad. Al igual que cualquier otro elemento responde a la tracción describiendo una curva de tensión/deformación. En ella se observa que la aplicación de una fuerza de tracción genera una deformación determinada, pero cuando cesa el estímulo recupera su longitud de reposo, constituyendo en este tramo la "región elástica" o "zona de deformación elástica" (Cicardo, 1978; Alexander, 1982; Eisberg y Lomer, 1984; Serway, 1987).

Si aumentamos el módulo de la fuerza deformante, podemos estar en condiciones de sobrepasar el límite elástico y entrar en la "región plástica" o "zona de deformación plástica", en la cual el estímulo no recupera su longitud inicial al cesar el estímulo de tracción.

Si en este punto aumentamos más el esfuerzo deformante, podemos alcanzar el "punto de ruptura", en el cual se destruiría la unión natural de tejido (Klemp y Learmonth, 1984).

En el desarrollo de la flexibilidad, obviamente se rechaza el trabajo en la zona de ruptura del tejido (Kisner y Colbym, 1985; Shyne y Richard, 1982). No obstante hay que tener en cuenta que se pueden obtener unos beneficios con la utilización de métodos como el de rebotes, siempre y cuando la ejecución técnica sea correcta.

No se debe buscar la rotura de los elementos implicados, al menos en el plano macroscópico. El aumento de la longitud que se observa después de una sesión de estiramientos (Sánchez, Perelló, Sarti, 1999), se explica por modificaciones de la organización interna de los diversos tejidos solicitados, posiblemente por microlesiones, después de las cuales se produce una reorganización molecular, pero esto no es comparable con una fase de ruptura (Neiger, 1998).

4.2. MÉTODOS ESTÁTICOS

La elongación muscular es mantenida durante un cierto tiempo. Los métodos actuales trabajan este tipo de flexibilidad con el fin de evitar el reflejo miotático y mejorar la adaptación tisular y neurológica. Para que esto ocurra se debe aplicar una fuerza de tracción sobre la estructura miotendinosa implicada, esta fuerza se puede producir de forma pasiva, activa o en tensión activa. Cada una de ellas puede implicar indistintamente bien al conjunto de una cadena muscular o grupo muscular, por lo que hablaríamos entonces del carácter global, o bien a un músculo o haz muscular, catalogándose entonces de un ejercicio analítico. (Neiger y Gosselin, 1998)

ESTIRAMIENTOS PASIVOS

Se caracterizan porque el estiramiento se produce por medio de una fuerza de tracción, que no tiene su origen directamente en el seno de los segmentos corporales que incluyen la unidad miotendinosa a ser estirada. Esta fuerza de tracción es externa al segmento corporal que se va a estirar.

Existen cinco mecanismos que pueden producir la fuerza de tracción en la unidad miotendinosa que se pretende estirar:

- Otra persona, un terapeuta, un profesor, o un compañero. Es el mecanismo utilizado por excelencia para producir un estiramiento preciso y potente. Un ejemplo son los estiramientos analíticos manuales.
- Una acción manual directa del individuo que intenta realizar sobre él mismo lo que haría otra persona. Por ejemplo el individuo coge con una o dos manos su propio pie para colocarlo en la posición adecuada, de forma que se realice el estiramiento deseado.
- Una acción indirecta del individuo que coloca su cuerpo y/o segmentos corporales de forma que se produzca el estiramiento. Por ejemplo para estirar el músculo pectoral mayor, el individuo se

coge al marco de una puerta elevando el brazo un poco por encima de la horizontal y sobre un lado, y hace pivotar su cuerpo para poder añadir la tensión final.

- La acción de la gravedad que se ejerce a través del peso del cuerpo, bien totalmente bien parcialmente. Por ejemplo para estirar el tríceps sural, la punta del pie reposa sobre el borde de un escalón, el talón está suspendido y el peso del cuerpo se aplica total o parcialmente dependiendo del grado de inclinación del tronco.
- Una acción instrumental, como por ejemplo una cincha de goma.

Hay diferentes métodos que utilizan en su propuesta de ejercicios de estiramiento algunos de los mecanismos mencionados para conseguir el estiramiento muscular, entre ellos el método de Bob Anderson.

Estos cinco mecanismos que producen la fuerza de tracción sobre la unidad miotendinosa implicada, se pueden utilizar independientemente, o de forma combinada. (Neiger, 1998)

Los estiramientos pasivos se caracterizan por la ausencia de actividad muscular local. Al realizar estos estiramientos no se produce fatiga muscular, ni problemas de estasis circulatorio que podrían aparecer en el caso de una contracción muscular estática prolongada. El estiramiento pasivo y particularmente el que aplica otra persona sobre un sujeto, presentan un riesgo potencial de producir lesión determinado por el tiempo del estiramiento, la intensidad y la precisión con la que se realizan, que debe contrarrestarse con la prudencia y la experiencia del que lo pone en práctica (Neiger, 1998,).

ESTIRAMIENTOS ANALÍTICOS MANUALES

Este tipo de estiramientos es descrito con gran detalle por Henri Neiger y Pascale Gosselin (1998). Se trata de un método manual pasivo y autopasivo. En él se utilizan maniobras que estiran tanto los componentes contráctiles del músculo como los no contráctiles. Cuando el estiramiento

se realiza en un músculo relajado, se localiza sobre todo en el componente contráctil, que se puede estirar más fácilmente. Pero cuando el estiramiento se produce en un músculo contraído, es decir durante una contracción dinámica excéntrica, la tensión se localiza en el componente elástico en serie.

Estos son estiramientos miotendinosos que requieren un amplio conocimiento de la anatomía muscular por parte de la persona que los aplica.

Existen unos principios de aplicación tales como:

- Respetar la fisiología articular: la posición articular adoptada para estirar la estructura miotendinosa debe respetar los ejes y planos de la fisiología articular.
- Respetar las amplitudes articulares fisiológicas: el estiramiento no debe ir más allá de las posibilidades articulares fisiológicas, de lo contrario se podrían lesionar las estructuras capsuloligamentosas. Ya que estarían expuestas a sollicitaciones anormales.
- Calentamiento previo: es primordial realizar un calentamiento por medio de contracciones dinámicas: concéntricas y excéntricas, y en caso de no poderse realizar se pueden utilizar los masajes musculares vigorosos.
- Etapa preparatoria que corresponde a la colocación del músculo en un estado de preestiramiento.
- Puesta en tensión progresiva: para que el estiramiento pueda ser máximo, la puesta en tensión se debe realizar lenta y progresivamente.
- Respetar los distintos tiempos de estiramiento: la práctica de estos estiramientos se realizan en varias secuencias. El primer tiempo corresponde a la puesta en tensión progresiva,; el segundo tiempo al de mantenimiento del estiramiento; y el tercer tiempo corresponde al tiempo de relajación.

- Respetar la regla del no dolor: aunque el estiramiento muscular puede provocar una sensación desagradable, los estiramientos deben ser tolerables en todo momento. (Neiger, 1998).

En esta técnica intervienen dos personas una que realiza el estiramiento (terapeuta) y la otra que lo experimenta (paciente). La primera coloca de forma correcta y específica los distintos segmentos corporales del individuo que recibe el estiramiento y realiza los estiramientos analíticos de forma pasiva.

En la realización de la técnica son importantes la posición, las presas del terapeuta y la posición del paciente.

Éste es un método de estiramientos pasivos, nacida en el ámbito terapéutico, con posibilidad de aplicación en el resto de los ámbitos.

ESTIRAMIENTOS PASIVOS ESTÁTICOS

Muchas veces se usan indistintamente los términos estático y pasivo. Según Altere (1990), el estiramiento estático consiste en estirar un músculo, o grupo de músculos hasta alcanzar su máxima longitud y mantener esa posición. Se considera que el estiramiento pasivo consiste en la aplicación de una fuerza externa (una persona o un aparato) sobre el rango de movimiento de una articulación estando la persona relajada.

Bob Anderson

El método de Bob Anderson es uno de los más divulgados en la actualidad. El primer libro de estiramientos fue publicado en 1980 por Shelter Publications y actualmente está traducido en diecinueve idiomas. Se caracteriza por ser un método sencillo y fácil de seguir.

A través de la práctica de estiramientos pasivos prolongados, de 10 seg. a 1 minuto, busca adquirir una mayor flexibilidad, una mayor libertad de movimientos. El propio peso del cuerpo o bien un compañero es lo que se utiliza para la puesta en tensión de los grupos musculares.

En esta técnica hay dos fases un estiramiento fácil (“easy stretch”) y un estiramiento evolucionado (“developed stretch”). Se parte del estiramiento fácil, y se aguanta esta posición entre 10 y 13 segundos, adoptando una posición relajada. En esta posición la tensión debe disminuir paulatinamente, si no se produce la relajación, se corregirá la postura hasta encontrar un grado de tensión cómodo, o se disminuirá la tensión hasta que se sienta el estiramiento sin que sea molesto. De esta manera se consigue reducir la rigidez muscular y preparar los músculos para el estiramiento evolucionado.

El estiramiento evolucionado consiste en aumentar ligeramente el alargamiento, hasta sentir una tensión moderada. Se mantiene la posición entre 10 y 15 segundos, siempre y cuando no se sienta dolor. En esta fase la tensión también debe disminuir paulatinamente, igual que en la fase anterior, de no ser así será necesario relajar la postura.

Si la tensión del estiramiento aumenta y el estiramiento causa dolor significa que se está estirando excesivamente. En ningún momento se debe llegar al “estiramiento drástico”.

Es importante mantener un ritmo respiratorio lento, rítmico y controlado. No deben mantenerse periodos de apnea durante el ejercicio (Anderson, 2000).

Hans Spring

La técnica de Bob Anderson recibió la aprobación del equipo suizo de esquí alpino, animado por Hans Spring, tanto en la prevención de los accidentes musculares, como en el rendimiento óptimo del entrenamiento, a través de la obtención y mantenimiento de un equilibrio muscular.

Sin embargo para Spring, en 1985, médico del equipo nacional suizo de esquí, la prevención de los accidentes musculares no pasa exclusivamente por la práctica de estiramientos pasivos. Formó un equipo multidisciplinar compuesto por dos médicos especialistas en medicina

deportiva y terapia manual, dos fisioterapeutas, un preparador de decatlon doctor en biomecánica y un preparador físico.

Tras un examen muscular funcional, observaron por una parte la rigidez de ciertos grupos musculares, que poseen la función de sostén (musculatura predominantemente tónica), y por otra la debilidad de ciertos grupos musculares, cuya misión es el movimiento (musculatura predominantemente fásica). De ahí resultó un programa donde se alían los estiramientos pasivos a los músculos rígidos y los ejercicios de refuerzo para los músculos débiles.

En los ejercicios de extensibilidad utiliza tres técnicas de extensibilidad estática:

- Técnica de extensibilidad estática pasiva: Hay un cambio en la posición del músculo efectuado a través de la fuerza de la gravedad, la fuerza muscular propia, un compañero o un aparato.

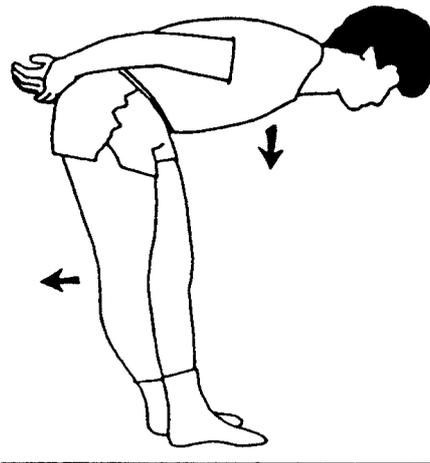


Figura 20. Técnica de extensibilidad estática pasiva (Spring, 1988).

- Extensibilidad estática activa: el cambio de posición en el músculo es debido a la fuerza muscular propia del antagonista.

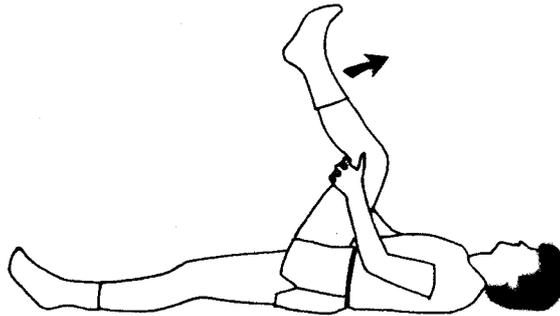


Figura 21. Técnica de extensibilidad estática activa (Spring, 1988)

- Extensibilidad neuromuscular: se utilizan algunos procesos neurofisiológicos para la relajación de la musculatura: la obstaculización postisométrica (se alterna la tensión y relajación en el mismo ejercicio), la obstaculización recíproca de los antagonistas: basada en la extensibilidad estática activa. Hans Spring reserva este tipo de ejercicios únicamente para aquellos músculos que hayan sufrido lesiones.

ESTIRAMIENTOS ACTIVOS

ESTIRAMIENTOS NEUROMUSCULARES: CONTRACCIÓN DEL ANTAGONISTA-RELAJACIÓN-ESTIRAMIENTO

Este método se caracteriza por el hecho de que el estiramiento se produce por una fuerza de tracción, cuyo origen principal se sitúa en el mismo seno del segmento corporal que incluye la unidad miotendinosa que se pretende estirar. La fuerza de tracción se debe a la contracción de un conjunto de músculos, incluyendo particularmente el grupo muscular directamente opuesto al que se pretende estirar.

El único mecanismo que produce la fuerza de tracción es la contracción del grupo muscular opuesto a la unidad miotendinosa que se pretende estirar; es decir, del grupo muscular antagonista. A esto también se le debe añadir la contracción de todo un conjunto de músculos situados más o menos a cierta distancia, y que permiten aumentar la eficacia del

estiramiento. A esta contracción se debe añadir todo un conjunto de actividades musculares conexas. Por ejemplo, para estirar los músculos flexores de la muñeca y de los dedos, no es suficiente con contraer los músculos extensores para colocar la muñeca en extensión, sino que también son necesarias una rotación externa y abducción del hombro, una extensión del codo y una supinación del antebrazo. (Esnault, 1996) (Neiger, 1998) (Esnault y Viel, 1999).

La fuerza de tracción que determina estos estiramientos se produce a través de la actividad muscular desarrollada por el individuo.

Los ejercicios de estiramiento activos producen una mejor relajación de los grupos musculares que se pretenden estirar. Esto es el resultado de un fenómeno neurofisiológico, denominado inhibición recíproca (Morin, 1974) (Eyzaguirre, 1977) (Laget, 1976) (Novack, 1981) (Viel, 1989) (Knott y Voss, 1987). De hecho cuando se contrae activamente un grupo muscular se observa, la mayor parte del tiempo, una relajación de los grupos musculares antagonistas. De esta forma, los ejercicios de estiramientos internos se basan en la contracción activa de los grupos musculares opuestos a los que se deben estirar.

Durante los ejercicios de estiramientos activos, la elongación máxima y la tensión intratisular óptima están menos acentuadas que durante los ejercicios de estiramientos pasivos.

Podemos asegurar de forma razonable que los ejercicios de estiramiento activo recurren a los fenómenos nerviosos y térmicos, para explicar el mecanismo de elongación. Mientras que los ejercicios pasivos se apoyan mucho más en fenómenos mecánicos. (Laskowski, 1976) (Jou, Llebot, Pérez, 1989) (Maillet, 1985)

Los ejercicios activos requieren un aprendizaje más largo, un buen conocimiento del cuerpo y una concentración y vigilancia importantes, a fin de poder realizar constantemente las autocorrecciones que se imponen.

ESTIRAMIENTOS NEUROMUSCULARES: CONTRACCIÓN- RELAJACIÓN-ESTIRAMIENTO

La distensión de la musculatura se realiza por procesos neurofisiológicos, de esta forma se aprovecha la obstaculización postisométrica y el impedimento recíproco de los antagonistas.

Sven a Sölveborn y Jan Ekstrand

En la década de los 80 Jan Ekstrand, propuso otra forma de realizar estiramientos. Esta técnica consistía en el encadenamiento de la contracción-relajación-estiramiento. Está basada en técnicas de PNF (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva) método desarrollado por el Dr Kabat (Perelló, Ruiz, Ruiz y Caus, 2002)

La PNF fue formulada y desarrollada en un principio como un procedimiento de terapia física para la rehabilitación de pacientes. En la actualidad, algunas de sus técnicas son utilizadas como métodos nuevos y avanzados para el desarrollo de la flexibilidad.

La técnica de contracción-relajación-estiramiento ha sido desarrollada y defendida por la escuela sueca de Sven a Sölveborn y Jan Ekstrand. El objetivo buscado es la prevención de accidentes musculares y la consecución de la máxima movilidad por alargamiento muscular.

Para que un músculo no se defienda durante el alargamiento, se debe colocar en estado de contracción máxima isométrica, en una duración de 6 a 30 segundos, según autores.

Ekstrand preconiza 6 segundos solamente, en lugar de 10 que propone Sölveborn. Ya que más allá de los 6 segundos, los capilares sanguíneos que irrigan el músculo son bloqueados por la contracción, y no aseguran suficiente flujo circulatorio para el mantenimiento y la recuperación de la contracción.

Después de la contracción isométrica de los 6 segundos, el músculo se relaja durante 2-4 segundos, y a continuación se estira con el peso del cuerpo, por la acción del brazo o por un compañero durante 6 a 30 segundos.

Si bien la justificación científica de contraer-relajar-estirar es satisfactoria, la realización correcta durante los ejercicios deja mucho que desear, sobre todo a la mirada de los fisioterapeutas que practican diariamente estas maniobras. Para que el periodo refractario sea utilizable no hay que desplazar los segmentos de los miembros que se hallan contraídos. Muy pronto Sölveborn nos muestra que una contracción isométrica seguida de un cambio de posición del sujeto no es beneficiosa.

ESTIRAMIENTOS MUSCULARES ESTÁTICOS ACTIVOS: ESTIRAMIENTOS EN “TENSIÓN ACTIVA”

El término en “tensión activa” fue acuñado por M. Esnault, tiene como objetivo localizar más específicamente el estiramiento en las inserciones miotendinosas y osteotendinosas, y para ello utiliza una combinación específica entre modalidad externa de estiramiento y contracción de la unidad miotendinosa implicada, y no la contracción del grupo muscular antagonista, como es el caso de la modalidad anterior (Neiger, 1998).

Por tanto este tipo de estiramiento permite realizar un estiramiento diferenciado, más específicamente localizado en las estructuras tendinosas, pero también en las uniones entre el tendón y el periostio (unión tenoperióstica), y entre el tendón y el músculo (unión miotendinosa).

Existen varios mecanismos que permiten centrar más específicamente la acción del estiramiento en la estructura tendinosa:

- “Tensión activa”: Este estiramiento se realiza cuando al inicio el músculo se coloca en contracción isométrica voluntaria, antes de aumentar las distancias entre las inserciones. El músculo trabaja en contracción excéntrica y en amplitud media puede llegar del 120% al 130% de su longitud de reposo (Esnault, 1996). La unidad miotendinosa se coloca en longitud media y no en máximo alargamiento. A

continuación, el individuo realiza una potente contracción del músculo antagonista. La contracción muscular tiende a estirar el tendón traccionando sobre uno de sus extremos, el otro queda fijo. En este caso el esfuerzo activo contráctil es el que produce la fuerza de tracción sobre los tendones, de ahí la denominación de “tensión activa”. Este estiramiento afecta particularmente a los tendones y la unión miotendinosa y se asemeja a la contracción excéntrica. En el seno del músculo estirado y contraído se desarrolla una tensión superior a la

- obtenida con una contracción isométrica (Genot et al., 1983)

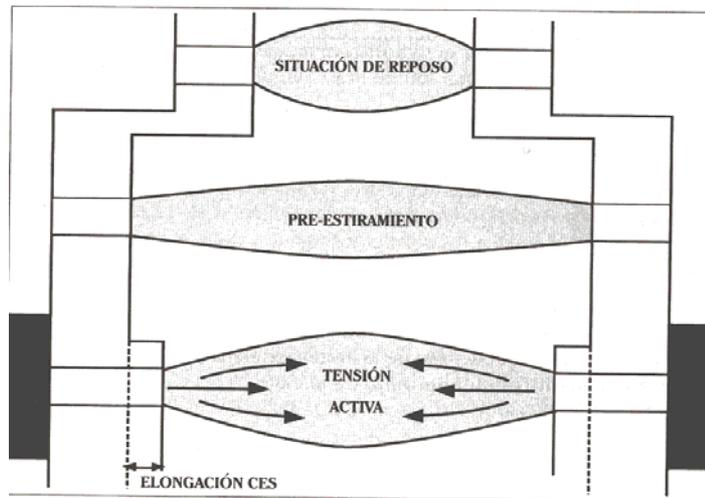


Figura 22. Comportamiento mioelástico durante el estiramiento en tensión activa. (Neiger, 1998).

- El segundo mecanismo no es más que una sutil adaptación de lo expuesto. Las modificaciones intentan aumentar la intensidad de la sollicitación tendinosa, bien aumentando la tensión o el estiramiento. En el caso del estiramiento de la musculatura de los miembros inferiores se utilizan los miembros superiores como contraapoyo.

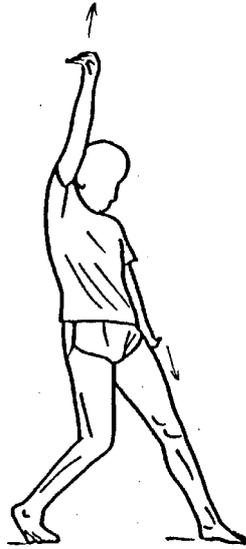


Figura 23. Estiramiento de los músculos peroneos en contraapoyo (Esnault, 1985)

- "Tensión pasiva": el estiramiento se realiza en tensión pasiva cuando el músculo se trabaja en estado de relajación al inicio. Se obtiene la extensión máxima. Esta modalidad de estiramiento afecta más de cerca a la fibra muscular y a los elementos dispuestos en la vaina aponeurótica del músculo que están en contacto directo. Este estiramiento músculo tendinoso puede alcanzar en total el 150% de la longitud de reposo. El músculo estará más o menos tenso dependiendo de su riqueza en tejido conjuntivo.

En estos estiramientos la fuerza de tracción depende de la intensidad de la actividad muscular desarrollada por el individuo; este hecho determina cierta seguridad, puesto que es el propio individuo el que controla la contracción muscular, incluso cuando está en una situación excéntrica.

El componente contráctil central se mantiene en posición de longitud media o incluso un poco más, pero nunca se elonga en situación extrema como puede ser el caso de los ejercicios de estiramientos pasivos.

Los fenómenos mecánicos que afectan a los tendones y al músculo son potencialmente bastante menos intensos que los ejercicios de estiramientos pasivos.

Dado que en los ejercicios de tensión activa existe una actividad muscular contráctil, se puede considerar que contribuyen al mantenimiento muscular y a la puesta en forma, pero en contrapartida pueden ser causa de la aparición de agujetas o fatiga muscular, sobre todo tras realizar ejercicios intensos de tensión activa en situación excéntrica. La duración máxima del ejercicio en tensión activa es menor que con estiramientos pasivos y cuando el estiramiento se prolonga durante mucho tiempo pueden aparecer problemas circulatorios.

Los ejercicios en tensión activa requieren un aprendizaje más largo, un buen conocimiento del cuerpo, y una concentración y vigilancia importantes, a fin de poder realizar permanentemente las autocorrecciones que se van imponiendo.

Los ejercicios que se realizan en situación excéntrica necesitan de mucha prudencia y de un perfecto control de la persona para imponer un movimiento de alargamiento a poca velocidad.

Michèle Esnault

La principal representante de este tipo de estiramientos es Michèle Esnault aunque también han colaborado en este trabajo J.P. Moreau, E. Viel y H. Neiger. En este método se combinan estiramientos activos y de contracciones profundas, donde el resultado en el deportista que quiere mejorar su calentamiento, es el de acelerar la circulación sanguínea profunda, y disminuir la viscosidad existente entre los planos musculares, dejando nacer numerosas percepciones, a las cuales no se está habituado. No tienen la pretensión de lograr una gran flexibilización, sino de reforzar las estructuras miotendinosas para que sean capaces de resistir las tensiones en tracción (excéntricas.)

Este método nace en el seno de la escuela francesa de *stretching* en 1985. Se basa en el conocimiento de la anatomía más íntima del músculo, de sus relaciones aponeuróticas, del conocimiento de las cadenas cinéticas musculares, de la fisiología articular y de la regulación neurológica de la tensión en el interior del músculo. Trata de estar en sintonía con la ejecución de los gestos deportivos. "*Desde el origen del stretching destinado al deportista, Anderson ha estudiado ampliamente las técnicas neuromusculares, más tarde, Sölveborn ha basado su técnica principalmente sobre la contracción-relajación. Los dos han dejado de lado un componente esencial de los ejercicios preconizados por Kabat: la rotación alrededor del eje largo del miembro que trabaja; es aquí donde reside la originalidad de nuestra técnica.*" (Viel, 1989.)

En los anteriores métodos de estiramiento se ofrece una visión muy simplista del movimiento, en un espacio reducido a dos dimensiones, mientras que el gesto deportivo se realiza en los tres planos del espacio.

Esta última técnica es la única que se basa en un conocimiento profundo de la anatomía funcional. Las inserciones extraóseas que presentan intereses a nivel de movimiento, y con las cuales hay que contar para estirar al máximo la totalidad del tejido conectivo del músculo. Estas prolongaciones tendinosas, llamadas expansiones aponeuróticas, terminan en la capa conjuntiva que envuelve los músculos, aponeurosis superficiales. Así por ejemplo, el bíceps femoral termina por una inserción ósea directa sobre la cabeza del peroné y la tibia, y prosigue más adelante en abanico uniéndose la aponeurosis tibial, vaina conjuntiva subcutánea que contiene al conjunto de los músculos que rodean el esqueleto de la pierna. Para estirar el bíceps al máximo tendremos que tener en cuenta esta expansión aponeurótica. Habrá que realizar una flexión dorsal del pie.

Se busca colocar al músculo en tensión, sin dañar las articulaciones, explorando al máximo el componente de rotación en las mismas (3^{er} plano) ya que la rotación es el componente de fuerza del músculo, por lo tanto será el componente en el que se fija la atención. La

rotación permite estirar expansiones tendinosas de las partes blandas y encuentra su justificación en:

- La organización transversal y longitudinal del esqueleto fibroso de tejido conjuntivo. Sólo el giro de las partes blandas alrededor del eje de los miembros, asociado a un estiramiento longitudinal, podrá poner en tensión esta compleja estructura.
- La organización funcional de las láminas aponeuróticas. Cada una de ellas está constituida por filas conjuntivas orientadas en el mismo sentido pero formando un ángulo en relación con la dirección de las láminas adyacentes.
- La histología del tejido contráctil: a la organización longitudinal del conjunto de miofibrillas, se une un movimiento en espiral de éstas en el interior de las redcillas fibrosas.
- La multiplicidad de tipos de contacto de las fibras musculares con las láminas tendinosas. La rotación sólo permite trabajar el conjunto de estos puntos de contacto.
- La organización funcional del miembro inferior y de la cintura pélvica. Cada una de sus piezas constituyentes modifica su posición con el movimiento de rotación. Al realizar este movimiento, el pie puede estar libre o apoyado en el suelo.

Con este método se trabajan a la vez dos cualidades esenciales del músculo:

- Contractibilidad por medio de la contracción.
- Extensibilidad por medio de la posición de alargamiento.

Si se observan distintas acciones deportivas se puede apreciar que aunque el tronco y los brazos no intervienen directamente, contribuyen al equilibrio, a los cambios de dirección, a la precisión de la acción; esto es lo que se conoce como sincinesia de facilitación. En el estiramiento se implica a los miembros superiores (MMSS) para que participen en el estiramiento de los miembros inferiores (MMII), esto no provoca el estiramiento pero si aumenta la tensión en el interior del músculo.

Además cada vez que se utiliza el brazo el sistema de equilibrio cambia, lo que hará que ajuste el equilibrio al instante, como en situación de juego. El papel de los MMSS es doble:

- Crear una palanca de gravedad a equilibrar por una contracción de reacción.
- Poner en juego una cadena muscular de forma que se aumenta el estado de contracción del músculo a estirar.

Los estiramientos se ejecutan después de haber realizado un movimiento de rotación interna o rotación externa de tobillo, cadera, hombro, muñeca,... para explorar al máximo el componente articular de rotación. Un estiramiento en rotación permite estirar un número mucho mayor de fibras musculares que un estiramiento en posición neutra.

Los estiramientos constituyen un complemento que forma parte del automantenimiento. No pretenden estirar brutalmente las articulaciones, sino más bien asegurar su protección. El sistema músculo-ligamentoso asegura una protección activa de los elementos músculo-ligamentosos.

La actividad muscular excéntrica combina el alargamiento con el mantenimiento de la tensión del músculo.

Los estiramientos musculares estáticos activos pueden ser realizados en tensión activa o en tensión pasiva.

El estiramiento se realiza en "tensión pasiva" si el músculo es trabajado en estado de relajación al inicio. Afecta más de cerca a la fibra muscular y a los elementos dispuestos en la vaina aponeurótica del músculo que están en contacto directo.

El estiramiento se realiza en "tensión activa" si, al inicio el músculo se coloca bajo contracción isométrica voluntaria. El músculo se trabaja entonces en contracción excéntrica. El estiramiento afecta entonces particularmente a los tendones y a la unión miotendinosa.

ESTIRAMIENTOS GLOBALES ACTIVOS

Podemos destacar como máximos representantes de este método de estiramientos a Ph. Souchart y A. Loroño. En el *stretching* global activo todos los estiramientos son globales y tienen su base en el método de Reeducción Postural Global (RPG.)

El ser humano tiene dos tipos de músculos: los estáticos, muy tónicos y fibrosos, y los dinámicos poco tónicos y poco fibrosos. Los músculos estáticos representan las dos terceras partes de nuestra musculatura, mantienen la postura debido a su tono y facilitan los movimientos gracias a su contracción, son músculos que no reposan jamás.

En situaciones en las que hay sobrecarga o estrés, los músculos estáticos evolucionan siempre hacia el acortamiento, mientras que los dinámicos tienden a la relajación y la debilidad (Souchart, 2000.)

Los músculos estáticos están organizados en cadenas musculares. Todas las cadenas musculares estáticas se pueden reagrupar en dos grandes conjuntos: la gran cadena posterior integrada por la cadena superior del hombro y la cadena lateral de la cadera, y la gran cadena anterior constituida por la cadena antero-interna de la cadera, las cadenas antero-internas del hombro y la anterior del brazo. La cadena inspiratoria forma parte de ambas.

La regla de la globalidad impone que una no puede ser perfectamente elástica o flexible mientras la otra no obtenga su amplitud articular al mismo tiempo. Lo cual significa que un estiramiento local está compensado por un acortamiento en otro punto de la cadena. Esto se conoce como compensación y sólo es posible evitarlo con estiramientos globales. A través de los estiramientos globales se tracciona desde los dos extremos de la cadena y a partir de ahí se mantiene la postura.

La única forma de eliminar las insuficiencias de las correcciones analíticas es simultaneando las correcciones. Cabe recordar que sólo las tracciones globales son eficaces, y ser global significa corregir al mismo

tiempo todas las compensaciones ligadas al estiramiento de una cadena muscular.

Este método sostiene que los estiramientos prolongados son más eficaces que las tracciones bruscas. Estirar durante un tiempo prolongado permite disminuir la fuerza de tracción. El alargamiento afecta a las diferentes fibras conjuntivas y elásticas del músculo, atendiendo a la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud ganada tras la tracción} = \frac{\text{Fuerza del estiramiento}}{\text{Coeficiente de elasticidad}} \times \text{tiempo}$$

Los estiramientos que propone este método consisten en el mantenimiento de una serie de autoposturas que evolucionan aumentando su nivel de complejidad. Como ejemplo citaremos los estiramientos que actúan sobre la cadena principal posterior en todas las combinaciones de asociación con las cadenas musculares secundarias, que en orden creciente de dificultad son las siguientes (sin tener en cuenta las diferencias individuales de cada persona):

- Autopostura de rana al aire con los brazos separados, con insistencias sobre los miembros superiores.
- Autopostura de rana al aire con insistencias sobre los miembros inferiores.
- Autopostura sentado, con insistencias sobre los músculos espinosos y los miembros inferiores.
- Autopostura en pie inclinado hacia adelante, con insistencias sobre los músculos espinosos, la pelvis y los miembros inferiores.
-
-

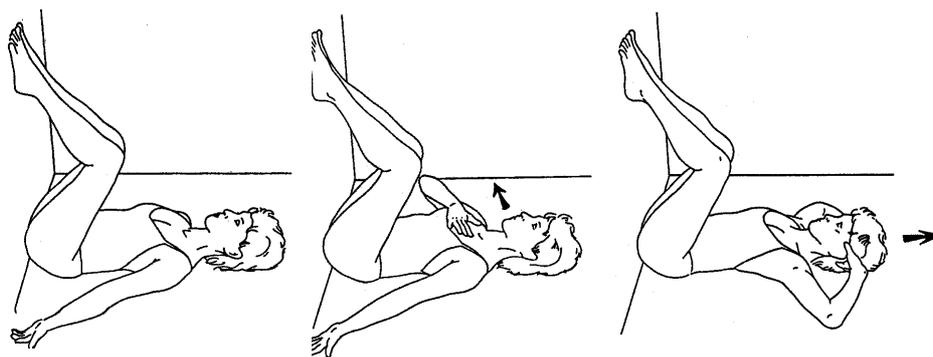


Figura 24. Progresión de la autopostura de rana en el aire, tres primeras posiciones (Soucard, 2002)

5. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LOS MÚSCULOS IMPLICADOS EN EL ESTUDIO

Describimos los principales músculos implicados en el programa de estiramientos que forma parte del trabajo experimental (Testud y Latarjet; 1983).

PSOAS MAJOR: Tiene su origen en la duodécima vértebra dorsal y en las vértebras lumbares 1^a, 2^a, 3^a y 4^a. La inserción en los cuerpos vertebrales se efectúa por arcos fibrosos, cóncavos hacia dentro, que dan paso a los vasos lumbares y a los ramos comunicantes. Desde aquí los fascículos se unen y constituyen un fascículo único, que cruza el borde anterior del hueso coxal por fuera de la eminencia iliopectínea y que va a insertarse en el trocánter menor.

Inervación: Plexo lumbar y ramos del nervio crural.

ILIACUS: Se origina en la fosa iliaca interna (dos tercios superiores), la cresta iliaca, la base del sacro y la cápsula de la cadera. Desde aquí, estos fascículos convergen hacia el canal comprendido entre la espina iliaca anteroinferior y la eminencia iliopectínea; después se unen al psoas mayor para ir a insertarse en el trocánter menor por un tendón común.

Inervación: Plexo lumbar y ramos del nervio crural.

Acción: Describimos conjuntamente la acción de los músculos psoas mayor e iliacus. Flexionan la cadera, comunicándole un movimiento de rotación externa.

QUADRICEPS FEMORIS: Formado por cuatro fascículos distintos: rectus femoris, vastus lateralis, vastus intermedius y vastus medialis.

El origen es distinto en los cuatro fascículos. Rectus femoris: en la espina iliaca anteroinferior y en la ceja cotiloidea. Vastus lateralis: en el borde anterior del trocánter mayor y en el labio externo de la línea áspera. Vastus medialis: en el labio interno de la línea áspera y en la línea rugosa que une la línea áspera con el cuello del fémur. Vastus intermedius: en la línea áspera lado externo y en las caras anterior y externa del fémur. Desde estos puntos, los fascículos se insertan, por un tendón común en la base y los bordes laterales de la rótula y en la tuberosidad de la tibia.

Inervación: Las cuatro porciones constitutivas del quadriceps femoris reciben sus nervios del crural.

Acción: Es el extensor de la rodilla y tensor de la sinovial de la rodilla.

SARTORIUS: Músculo acintado, que va del ilion a la tibia. Se origina en la espina iliaca anterosuperior y en la escotadura situada por debajo. Se inserta por la parte interna de la extremidad superior de la tibia (pata de ganso).

Inervación: Está inervado por ramos múltiples del músculo cutáneo externo, una de las ramas del nervio crural.

Acción: Flexiona la rodilla y la cadera; lleva el muslo en abducción y rotación externa.

GRACILIS: Músculo acintado, muy delgado, situado en la parte interna del muslo. Tiene su origen a cada lado de la sínfisis pubiana (rama descendente del pubis); se inserta en la parte superior de la cara interna de la tibia (pata de ganso).

Inervación: Rama del obturador

Acción: Flexiona la rodilla y aproxima la pierna.

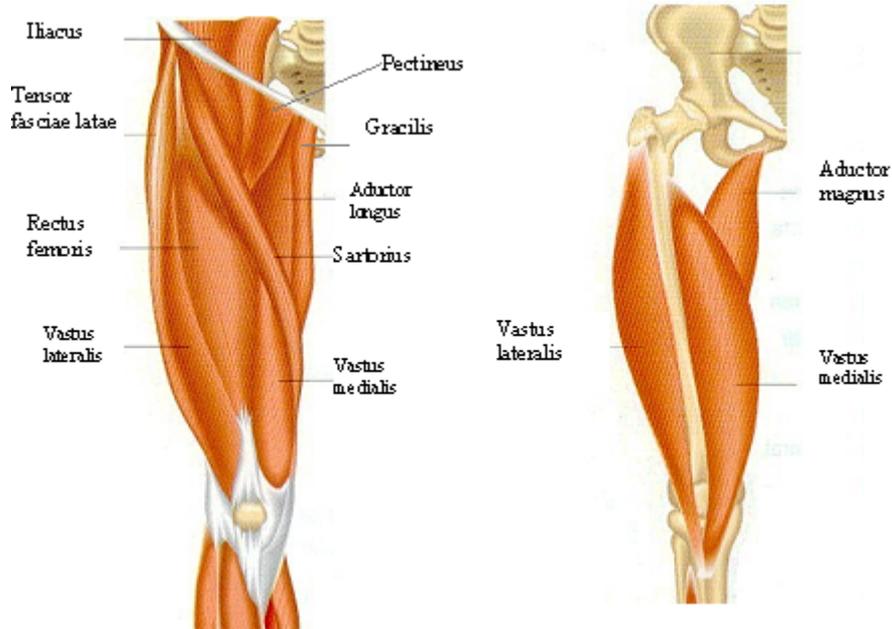


Figura 25. Musculatura del muslo. Vista anterior

PECTINEUS: Músculo aplanado y delgado, que va desde el pubis a la pared superior de la diáfisis femoral. Nace en la espina del pubis, la cresta pectínea y el ligamento de Cooper; Se inserta en la cresta del pectíneo (línea rugosa que va de la línea áspera al trocánter menor)

Inervación: Nervio músculo cutáneo interno, rama del crural y ramo del obturador.

Acción: Flexiona y rota externamente la cadera.

ADDUCTOR LONGUS: Se origina en el cuerpo del pubis y se inserta en la porción media del intersticio de la línea áspera.

Inervación: Inervado por el nervio músculo cutáneo interno y por una rama del nervio obturador.

Acción: Aductor y rotador externo de cadera.

ADDUCTOR BREVIS: Situado encima y detrás del precedente, va del cuerpo del pubis y de su rama descendente a insertarse en el fémur por dos fascículos: uno inferior, en la línea áspera, y otro superior, en la rama externa de la bifurcación de esta línea.

Inervación: Obturador.

Acción: Aductor y rotador externo de cadera.

ADDUCTOR MAGNUS: Tiene su origen en la tuberosidad isquiática y la rama isquiopubiana. Va a insertarse en el fémur, en toda la extensión de la línea áspera, en su rama inferior e interna de bifurcación y en el tubérculo del adductor magnus, que está por encima del cóndilo interno: esta inserción se efectúa por una fuerte aponeurosis, que es atravesada por los vasos perforantes.

Inervación: Proviene del nervio obturador y ciático mayor.

Acción: Aductor y rotador externo de cadera.

BÍCEPS FEMORIS: Músculo largo situado en la parte externa de la región posterior del muslo, que va del isquion al peroné. Consta de dos porciones: la porción larga se origina en el isquion; la porción corta nace en la parte inferior del intersticio de la línea áspera. Las dos porciones se unen y se insertan por un tendón común en la cabeza del peroné.

Inervación: Ciático mayor

Acción: Flexiona la rodilla y le comunica un movimiento de rotación externa; por su porción larga extiende la cadera.

SEMITENDINOSUS: Carnoso por arriba y tendinoso por abajo, ocupa la parte superficial e interna de la región. Se inserta en la cara posterior del isquion y en la extremidad superior de la tibia (pata de ganso).

Inervación: Ciático mayor.

Acción: Flexor de rodilla y extensor de cadera.

SEMIMEMBRANOSUS: Se halla situado igual que el precedente, y al igual que éste se extiende del isquion a la parte interna de la rodilla. Se origina en el isquion. Su tendón se desliza por detrás del cóndilo interno y se divide en tres fascículos: 1º fascículo descendente, que va a la tuberosidad interna de la tibia; 2º fascículo recurrente, que se dirige hacia abajo y afuera para insertarse en la cáscara fibrosa que rodea el cóndilo externo; 3º, fascículo anterior, que pasa por debajo del ligamento lateral interno y se fija en la parte anteroexterna de la tuberosidad de la tibia.

Inervación: Ciático mayor.

Acción: La misma que el semitendinosus.

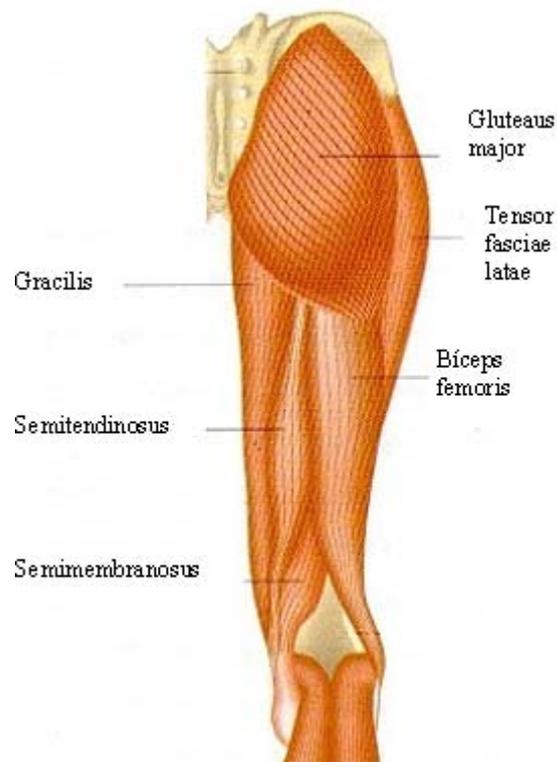


Figura 26. Musculatura posterior del muslo

PERONEAUS LONGUS: Músculo superficial, que va de la parte superoexterna de la pierna al primer metatarsiano. Tiene su origen en la cabeza del peroné, en la cara externa de este hueso, en la aponeurosis tibial y en los tabiques musculares. Desde estos puntos se dirige al tendón que rodea de atrás adelante al maleolo externo, se desliza por la cara externa del calcáneo, y por el canal del cuboides, atraviesa diagonalmente la planta del pie, finalmente va a insertarse en la extremidad posterior del primer metatarsiano.

Inervación: Recibe sus ramos nerviosos del músculo-cutáneo, una de las dos ramas de bifurcación del ciático poplíteo externo.

Acción: Es extensor, abductor y rotador externo del pie.

PERONEAUS BREVIS: Situado debajo del precedente, pero mucho menos largo que él. Se origina en el peroné (tercio medio de la cara externa) y en los tabiques musculares. Desde estos puntos va a parar a un tendón, que se desliza por el canal calcáneo y se inserta en la extremidad posterior del quinto metatarsiano.

Inervación: Está inervado, como el anterior, por un ramo emanado del músculo-cutáneo.

Acción: Es aductor y rotador interno de tobillo.

GASTROCNEMIUS: Son dos músculos voluminosos, que van desde los cóndilos del fémur hasta el calcáneo (con el soleus constituyen en triceps surae). Se distinguen en caput mediale y caput laterae.

Caput mediale se origina en el cóndilo interno (bolsa serosa), y el caput laterae en el cóndilo externo. Desde estos puntos, los dos músculos descienden a la cara posterior de la pierna, se fusionan y forman el tendón de Aquiles, que va a insertarse en la cara posterior del calcáneo (bolsa serosa).

Inervación: Ciático poplíteo interno.

Acción: Extensor de tobillo y a la vez flexor de la rodilla después de extendido el pie.

SOLEUS: Músculo a la vez muy ancho y grueso, situado debajo del gastrocnemius. Tiene su origen en el peroné (cabeza, borde externo, cara posterior), en la tibia (línea oblicua) y, entre los dos huesos, en un arco fibroso, arco del soleus, por debajo del cual pasan los vasos, nervios tibiales posteriores. La inserción de las fibras musculares se efectúa también en una hoja fibrosa que sale de la tibia y del peroné y se prolonga al interior del músculo (aponeurosis intramuscular del soleus). En la parte caudal, las fibras del soleus se reúnen en el tendón de Aquiles. Es de notar que este tendón es común a los músculos gastrocnemius y soleus.

Inervación: El músculo soleus está inervado a la vez: 1º por un nervio posterior que emana del ciático poplíteo interno y 2º por un nervio anterior que emana del nervio tibial posterior.

Acción: Extensor del tobillo.

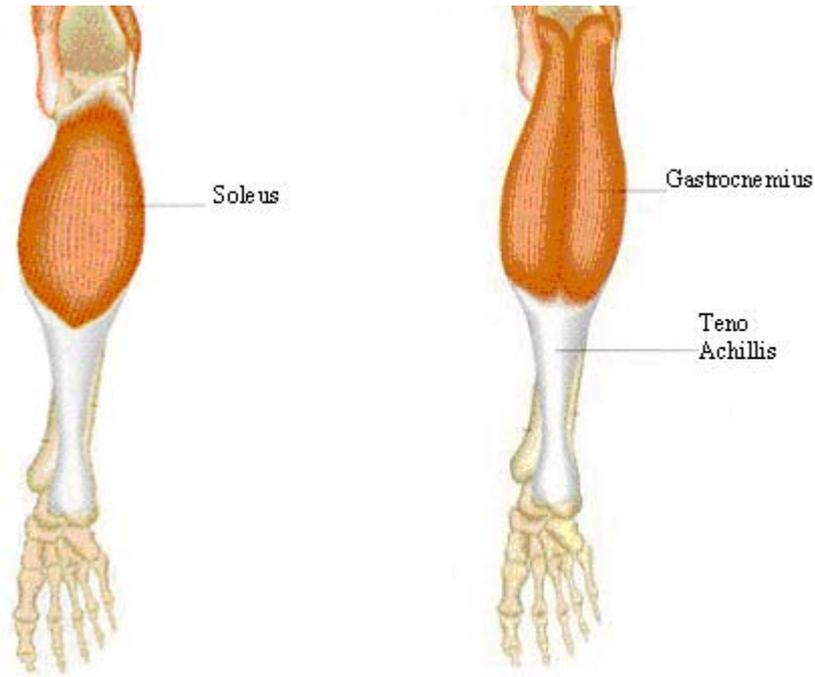


Figura 27. Musculatura posterior de la pierna

TIBIALIS POSTERIOR: Músculo largo, que se extiende desde la cara posterior de la pierna al borde interno del pie. Tiene su origen en la línea oblicua de la tibia, y por debajo de ella, en la cara posterior de la tibia, en el peroné y en el ligamento interóseo. En la parte distal el músculo va a parar al tendón que rodea el maleolo interno y va al tubérculo del escafoides, donde se inserta.

Inervación: Nervio tibial posterior

Acción: Extensor, aductor y rotador interno del tobillo.

FLEXOR DIGITORUM LONGUS: Músculo que se extiende desde la tibia a los cuatro últimos dedos del pie. Tiene su origen en el labio inferior de la línea oblicua de la tibia y del tercio medio de la cara posterior de este mismo hueso. Sus fibras musculares se reúnen en un tendón que pasa por detrás del maleolo interno, atraviesa el canal calcáneo interno y llega a la región plantar. Se divide en cuatro tendones, que se insertan en las falanges.

Inervación: Nervio tibial posterior.

Acción: Flexiona los cuatro últimos dedos del pie y el tobillo.

FLEXOR HALLUCIS LONGUS: Músculo largo que se extiende desde el peroné al dedo gordo. En la parte superior se inserta en la cara posterior del peroné y en el ligamento interóseo. Termina en un tendón que se desliza sucesivamente sobre la cara posterior de la extremidad inferior de la tibia, sobre la cara posterior del astrágalo y por el canal calcáneo interno, insertándose en la segunda falange del 1^{er} dedo.

Inervación: Nervio tibial posterior.

Acción: Flexiona las falanges del 1^{er} dedo y las de los demás dedos (por la anastomosis que envía al flexor digitorum longus). Secundariamente extiende el tobillo.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

La flexibilidad es un componente importante de la condición física ampliamente reconocida en el mundo deportivo y médico, pero a diferencia de las otras capacidades físicas, tales como la fuerza, resistencia y velocidad, etc...ha recibido una menor atención por la comunidad científica.

La falta de unanimidad respecto a los efectos del entrenamiento de la flexibilidad en la mejora de la ejecución deportiva y su posible relación con la prevención de lesiones, puesta de manifiesto por la revisión bibliográfica, nos lleva al diseño de un estudio quasi-experimental en el que determinamos la fuerza máxima del cuadriceps femoris, la fuerza explosiva y la flexibilidad general del miembro inferior tras la aplicación de dos propuestas de entrenamiento de la flexibilidad: método Anderson y método Sölveborn.

Para lograr esto nos planteamos los siguientes objetivos:

- ✿ Determinar los posibles cambios en la fuerza máxima del músculo cuadriceps femoris tras aplicar dos programas distintos de entrenamiento (Anderson y Sölveborn).
- ✿ Determinar la fuerza explosiva del miembro inferior tras aplicar dos programas de entrenamiento.
- ✿ Determinar la flexibilidad del miembro inferior tras aplicar dos programas de entrenamiento.
- ✿ Comparar los posibles cambios en la fuerza máxima del músculo cuadriceps femoris, en la fuerza explosiva y flexibilidad del miembro inferior entre ambos métodos de entrenamiento.
- ✿ Comparar los posibles cambios en la fuerza máxima del músculo cuadriceps femoris, en la fuerza explosiva y flexibilidad del miembro inferior entre los grupos de entrenamiento y el grupo control.

- ✿ Determinar si las percepciones subjetivas de unos sujetos habituados a la práctica de actividad física se corresponde con los resultados obtenidos mediante la aplicación de pruebas de condición física.
- ✿ Determinar la posible relación entre el grado de bienestar experimentado en las sesiones de entrenamiento y los resultados obtenidos al finalizar el entrenamiento.
- ✿ Determinar la posible influencia de la predisposición a la participación en un programa de entrenamiento y su influencia en los resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

7. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

En nuestro estudio participaron 52 sujetos, estudiantes del ciclo formativo de grado superior de Animador en Actividades Físico Deportivas (AAFAD.) Todos ellos practicaban actividad física de forma regular, una media de 3 horas al día, que comprendían las horas de formación en el centro educativo y el tiempo de práctica individual fuera de la formación académica. Ninguno de ellos estaba siguiendo un plan de entrenamiento de flexibilidad, ni sufría ninguna patología en los miembros inferiores.

Los sujetos participaron de forma voluntaria. Todos ellos eran mayores de edad y fueron completamente informados de la naturaleza del estudio y del programa a desarrollar: seguimiento y duración del mismo. Después de recibir la información completa y antes de empezar la experimentación, leyeron y firmaron un formulario de consentimiento (anexo I), según el cual aceptaban participar en un programa de entrenamiento de la flexibilidad y en caso de ausentarse a alguna sesión de entrenamiento se comprometían a recuperar la sesión de forma autónoma, según el protocolo establecido.

Antes de iniciar el programa de estiramientos los sujetos fueron divididos de forma aleatoria en 3 grupos, dos grupos de trabajo (grupo Anderson y grupo Sölveborn) y un grupo control. El grupo Anderson (G1), realizaba los estiramientos siguiendo el método de Anderson; el grupo Sölveborn (G2) realizaba los estiramientos siguiendo el método de Sölveborn; y el 3^{er} grupo (GC) era el grupo control y no realizó ningún programa de estiramientos.

De los 52 sujetos que completaron el estudio, 32 eran hombres y 20 mujeres; con edad, peso, altura, índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal promediadas:

MUJERES					
	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (Kg)	% GRASA CORPORAL	ÍNDICE DE MASA CORPORAL (Kg/m ²)
PROMEDIO	21,85	163	57,18	26,86	21,58
DESVIACIÓN ESTANDAR	2,92	7	6,90	3,38	2,18

Tabla 5. Datos antropométricos promediados. Mujeres

HOMBRES					
	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (Kg)	% GRASA CORPORAL	ÍNDICE DE MASA CORPORAL (Kg/m ²)
PROMEDIO	23,13	175	71,14	17,09	22,53
DESVIACIÓN ESTANDAR	4,88	6	8,66	4,44	3,26

Tabla 6. Datos antropométricos promediados. Hombres

El G1 estaba formado por 19 sujetos, de los cuales 12 eran hombres, 7 eran mujeres. El G2 estaba formado por 25 sujetos, de los cuales 15 eran hombres, 10 eran mujeres. El GC estaba formado por 8 sujetos, de los cuales 5 eran hombres, 3 eran mujeres. Hubo 7 sujetos que fueron excluidos del estudio por los siguientes motivos: faltar al 40% o más de las sesiones de entrenamiento y no recuperarlas (5 sujetos), no realizar los test después de haber participado en el programa de entrenamiento (1 sujeto), sufrir alguna lesión durante el periodo en que se aplicó el programa de entrenamiento (1 sujeto).

Para llevar a cabo el estudio era necesario contar con la ayuda de 3 colaboradoras, todas ellas profesoras del citado ciclo formativo y Licenciadas en Educación Física o Medicina. Después de haber sido

informadas sobre el estudio, y decidir de forma voluntaria participar en el mismo, leyeron y firmaron un formulario de colaboración (anexo II). Una semana antes de comenzar con el programa se les entregó un dossier de colaboración (anexo III), el cual incluía una lista de control de los sujetos que participaban en el estudio, la agrupación de los mismos, el programa y la descripción detallada de los estiramientos.

Las colaboradoras participaron en la recopilación de datos de los test previos al entrenamiento y de los test posteriores al entrenamiento bajo la dirección y supervisión de la investigadora.

Al finalizar el programa de entrenamiento de la flexibilidad del miembro inferior y antes de pasar los test posteriores los sujetos contestaron a una encuesta que analizaremos en el capítulo de resultados.

8. EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTACIÓN

El material utilizado en este estudio lo hemos agrupados en: material utilizado en los test y material utilizado en el programa de entrenamiento.

Los datos recopilados en los test los agrupamos en:

- datos personales y antropométricos: edad, sexo, talla, peso y pliegues cutáneos, los cuales se utilizaron para averiguar la proporción de grasa corporal (% G.C.) y el índice de masa corporal (I.M.C.)
- test de condición física: flexión de tronco en bipedestación, salto horizontal a pies juntos y fuerza máxima de quadriceps femoris.

8.1. DATOS PERSONALES Y ANTROPOMÉTRICOS

Talla: en la determinación de la talla utilizamos un tallímetro clínico, marca Año Saval, de superficie fija, plataforma fija graduada en centímetros, y plataforma móvil perfectamente ajustada.



Figura 28. Tallímetro

Los sujetos se situaban descalzos sobre la superficie del tallímetro con los pies juntos y con la espalda en contacto con la plataforma fija graduada ubicada en la parte posterior del tallímetro, la mirada al frente. A continuación se deslizaba el tallador hasta que contactara con la cabeza del sujeto.

El **peso** fue averiguado por medio de una báscula eléctrica digital, marca Año Saval con una precisión de un gramo.

Los sujetos eran pesados descalzos y ataviados con ropa deportiva.

Pliegues cutáneos: los obtuvimos con un lipocalibre marca *a t m*, modelo *slim guide* de plástico rígido, dotado de dos valvas que mantienen una presión constante en sus extremos y de una escala graduada en milímetros, con una precisión de 1 milímetro y una escala efectiva de 0 a 50 milímetros.



Figura 29. Lipocalibre

Para la determinación y localización de los puntos exactos de medida de los pliegues utilizamos una cinta métrica flexible graduada en milímetros, marca M Blitz referencia 38860.

En los sujetos diestros eran tomados en el lado izquierdo y en los zurdos en el derecho. Se evaluaron cuatro pliegues: el bicipital, el tricipital, el subescapular y el suprailíaco.

En los pliegues cutáneos bicipital y tricipital se determinó el punto medio del brazo con la cinta métrica flexible, midiendo entre el proceso del acromion y del olecranon y marcando sobre la piel con un bolígrafo el punto medio exacto. A continuación separábamos con la mano izquierda la piel del tejido subyacente con firmeza y a un centímetro por debajo de la sujeción aplicábamos las valvas del lipocalibre. En la parte anterior del brazo, sobre el músculo biceps brachii, se tomó el pliegue que recibe ese mismo nombre; y en la zona posterior, sobre el músculo triceps brachii, el pliegue cutáneo tricipital.

En el pliegue cutáneo subescapular se tomaba como referencia el ángulo inferior de la escápula y se separaba el pliegue de forma que adquiriera su inclinación natural (que es aquella que va desde el punto inferior de la escápula hacia la base del cuello). A continuación separábamos con la mano izquierda la piel del tejido subyacente con firmeza y a un centímetro por debajo de la sujeción aplicábamos las valvas del lipocalibre.

En la determinación del pliegue cutáneo suprailíaco establecíamos como criterio de localización del pliegue la crista iliaca en su intersección con la línea midaxial. Tractionábamos el tejido subcutáneo y se sujetaba con firmeza para aplicar las valvas del lipocalibre. (Durnnin, Wormersley, en García , 2001)

8.2. TEST DE CONDICIÓN FÍSICA

La selección de los test de condición física se ha realizado atendiendo a unos criterios de calidad tales como la objetividad, fiabilidad y validez (Martínez, Zagalaz, Linares; 2003) y además teniendo presente sobre todo la funcionalidad (Grosser, Starischka, 1988).

Antes y después de la puesta en práctica del programa experimental se pasaron 3 test.

El **test 1** valora la flexibilidad general, está basado en el método de la distancia dedo-suelo, descrito por la American Academy of Orthopaedics Surgeons de Chicago en 1965 (Sánchez, Igual, Perelló et al., 2002), también conocido como test de Cureton (Cureton, 1944); (García, Navarro y Ruiz, 1996); (Yucra, 2001), test de Krauss y Hirsland o “*toe touch*”. Este test aunque no forma parte de la batería Eurofit, obtiene una buena valoración en el estudio minucioso realizado por Martínez, Zagalaz y Linares (2003), así mismo supone una continuidad con la línea de investigación que sigue la autora. La postura utilizada en el mismo es la que se adopta en 3 de los cuatro ejercicios de entrenamiento de la flexibilidad.

En este test se utilizó una tarima de madera de 30 cm de altura, 40 cm de anchura y una profundidad de 40 cm. En su alzado frontal colocamos una regleta graduada en milímetros (de 0 a 300 mm.) y en la planta dibujamos una línea recta en el plano medio longitudinal de la tarima para posicionar al sujeto (Sánchez, Igual, Perelló et al., 2002), (Sánchez, Perelló, Sarti, 1999). También usamos una cinta métrica rígida graduada en milímetros, con una precisión de 1mm, marca M Blitz 38860 y un listón de madera de 40 cm de longitud.

El sujeto debía situarse encima de la tarima, descalzo y con ropa deportiva, la parte distal de los pies en el borde anterior de la misma, los maleolos internos en contacto y las rodillas completamente extendidas. Una vez situado el sujeto correctamente se le pedía una flexión de tronco,

manteniendo la posición alcanzada durante tres segundos. Se realizaban dos intentos y se anotaba el mejor de los mismos.

Para medir la distancia entre el extremo libre de los dedos y los pies utilizábamos, cuando el sujeto sobrepasaba la superficie de apoyo, la regleta graduada y anotábamos el valor en centímetros positivos. Si el sujeto no llegaba a la superficie de la tarima tomábamos el valor con la cinta métrica rígida y lo anotábamos en centímetros negativos. Para que el ángulo de visión fuera el correcto la persona que tomaba la medida se sentaba en el suelo y marcaba con el listón el alcance de la flexión de tronco. Tanto la posición como la ejecución eran controladas por una observadora.

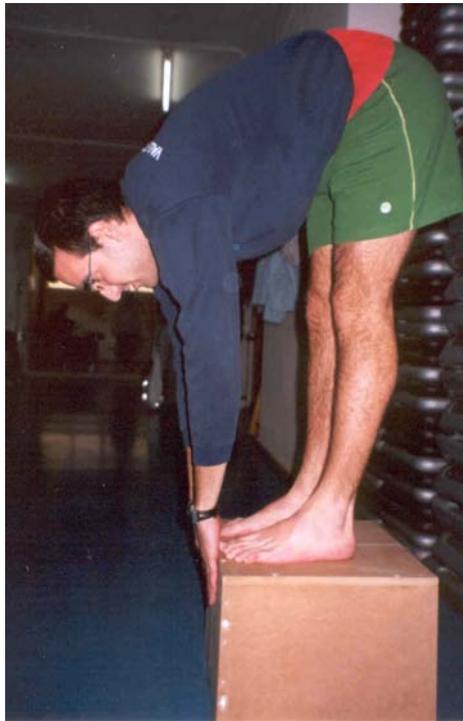


Figura 30. Test 1: Flexión de tronco en bipedestación.

El **test 2** valora la potencia de miembros inferiores, salto horizontal a pies juntos, descrito por la Asociación Americana para la Salud, la Educación Física y la Recreación (A.A.H.P.E.R., 1958; 1965), la Asociación Canadiense para la Salud, la Educación Física y la Recreación (C.A.H.P.E.R., 1966), y la batería EUROFIT, 1983 (Blázquez, 1997) (Prat, 1986). En el estudio realizado por Martínez, Zagalaz y Linares (2003), es el test de fuerza (pruebas de salto) que mejor puntuación obtiene.

En la realización y registro de este test únicamente se empleó una cinta métrica graduada de 0 a 3 m (M Blitz 38860), adherida al suelo con cinta adhesiva transparente de 5 cm de ancho y un listón de madera recto para transportar la localización del salto a la cinta métrica. Señalamos en el suelo una línea recta horizontal y perpendicular a la cinta métrica, con el fin de marcar la posición inicial del sujeto.

El sujeto se situaba de pie, con los pies juntos, detrás de la línea marcada. A continuación realizaba una flexión de rodillas y salto hacia delante, intentando caer lo más lejos posible de la línea. La medición se tomaba desde la línea al punto de apoyo más próximo a la misma. Se anotaba el mejor de dos intentos.



Figura 31. Test 2: Salto horizontal a pies juntos.

Con el **test 3** evaluamos la fuerza máxima del cuádriceps, 1RM. El 1RM se define como el mayor peso que puede desplazar o levantar en contra de la gravedad el músculo o grupo muscular estudiado, al realizar un movimiento con recorrido articular completo (Delorme, Watkins, 1948.)

Para la determinación del 1RM optamos por el cálculo del mismo a partir de un número de repeticiones con una carga determinada. La carga de trabajo se estandarizó: para hombres 16 Kg y para mujeres 12 Kg. Contabilizamos el número máximo de repeticiones venciendo una resistencia fija y a partir de ahí aplicamos la ecuación de Eppley (1985):

$$\mathbf{1RM = ((\text{peso levantado} \times 0,0333) \times \text{número de repeticiones}) + \text{peso levantado}}$$

Usamos una silla de extensiones con asiento regulable en altura, sin respaldo y fijamos la carga en el 1/3 inferior de la pierna, un goniómetro de doble brazo para fijar el grado de flexión de la cadera, con esfera graduada en 360 grados, y precisión de un grado, y un cronómetro digital Casio HS-5, para controlar el tiempo de contracción isométrica al realizar la extensión, fijado en 3 seg.

El sujeto se sentaba en la silla de extensiones de forma que el ángulo de flexión de cadera fuera de 90° (medido con el goniómetro.) Hubo que realizar variaciones individuales en función de la talla de cada sujeto para que la carga estuviera colocada en el tercio inferior de la pierna, de forma que se podía variar en tres posiciones. Cada sujeto realizaba esta prueba con la pierna dominante. Estas dos condiciones eran anotadas en el test previo, para poder ser reproducidas exactamente en el test posterior.

Una vez controladas posición y carga, el sujeto realizaba extensiones máximas de rodilla, manteniendo la extensión durante 3 seg. Se realizaban repeticiones hasta el fallo. Esta prueba únicamente se ejecutaba una vez.



Figura 32. Test 3: Extensión de rodilla en silla de extensiones.

9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los datos obtenidos de los test quedaron registrados como test previos a la realización del programa de estiramientos, los cuales se tomaron durante la semana del 4 al 8 de noviembre de 2002, y test posteriores a la realización del programa, que fueron registrados durante la semana del 9 al 13 de diciembre de 2002.

Antes de los test previos realizamos un calentamiento estandarizado (ver anexo IV) en el cual utilizamos el citado cronómetro digital, que también empleaba cada una de las colaboradoras para la determinación de los tiempos en el protocolo de estiramientos.

Los test fueron tomados entre las 9,30 y las 13 horas, los días anteriormente indicados.

El programa de entrenamiento tuvo lugar entre los días 11 de noviembre y 5 de diciembre, con una duración total de 4 semanas y con una frecuencia de 4 días semanales (de lunes a jueves, en alguna semana fue necesario cambiar un día por el viernes, debido a distintos percances). Se descansaba 3 días consecutivos y se realizó entre las 9:00 y las 12:00, después de 5 min. de calentamiento. Cada sesión tenía una duración aproximada de 15-20 minutos y se realizaba con los alumnos de 1º de AAFAD en los módulos de actividades físico-deportivas individuales, y fundamentos biológicos y bases del acondicionamiento físico; con los alumnos de 2º de AAFAD en el módulo de actividades físico-deportivas de equipo.

El programa era dirigido por una colaboradora o la propia investigadora, quienes indicaban las repeticiones, marcaban los tiempos y anotaban faltas de asistencia.

PROGRAMA DE ESTIRAMIENTOS

Los estiramientos seleccionados corresponden a dos métodos bien diferenciados: estiramientos pasivos estáticos, cuyo principal representante es Bob Anderson y estiramientos neuromusculares: contracción-relajación-estiramiento, descrito por S. Sölveborn y J. Ekstrand. Ambos métodos están clasificados como métodos estáticos ya que la elongación muscular es mantenida durante un tiempo.

Se han seleccionado cuatro estiramientos para la musculatura del miembro inferior. Para realizar esta elección se han tenido en cuenta una serie de criterios:

- Que los estiramientos estén registrados en ambos métodos, es decir que en la realización del estiramiento de una región anatómica en ambos métodos se utilice la misma posición.
- Siempre que ha sido posible se ha optado por un estiramiento bilateral.
- Se ha dado prioridad al estiramiento en posición bípeda, pues el estiramiento se realiza en carga. En el estiramiento 3 se ha elegido la posición de sedestación dado que consideramos que para el G2 (grupo que sigue la técnica de Sölveborn) en la fase de estiramiento hay mayor control postural, y en la fase de tránsito de la relajación al estiramiento hay más suavidad en los cambios posicionales.
- La realización del ejercicio es individual.
- Se ha evitado el uso de materiales o recursos para la realización de los estiramientos. La única excepción ha sido en el estiramiento 2, en el cual se utiliza como recurso auxiliar una barandilla de 0,75 m. de altura del pabellón polideportivo donde se ha llevado a cabo el programa.

- Hemos considerado oportuno realizar unas mínimas variaciones en los estiramientos de ambos grupos atendiendo a criterios cualitativos relacionados con la integridad articular, siguiendo los fundamentos generales de los ejercicios desaconsejados (López, 2000).

En la descripción de los estiramientos describimos el método de Sölveborn: fase A (tensión muscular o contracción isométrica, que tiene una duración de 5 seg.) fase B (relajación, con una duración de 2 seg.) y fase C (estiramiento muscular, cuya duración es de 10 seg.). La descripción del método de Anderson corresponde a la fase C del método de Sölveborn, y tiene una duración total de 17 seg, en los primeros 10 segundos se realiza el estiramiento básico y en los 7 últimos segundos el estiramiento evolucionado.

En la descripción de algunos estiramientos añadimos un apartado que denominamos “modificación de la posición”, cuya intención es modificar las posiciones de alguna o algunas fases del estiramiento, para evitar peligros o riesgos potenciales en las articulaciones, para ello hemos seguido el análisis secuencial de los ejercicios propuestos por McGeorge (1988.) De esta forma los estiramientos que aplicamos en el programa, se basan en los autores originales y las modificaciones atienden a los criterios anteriormente expuestos.

ESTIRAMIENTO 1

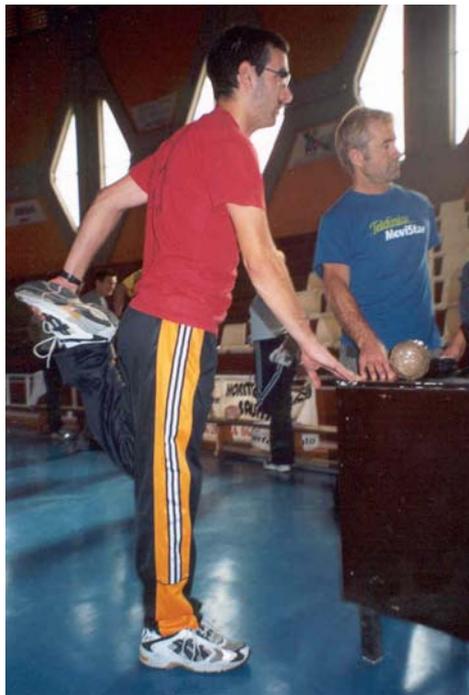
M. quadriceps femoris, m. iliopsoas.

Fase A: Posición bípeda, apoyo unipodal. Pierna de apoyo con rodilla, tobillo y cadera en posición neutra. Pierna de estiramiento a 130° de flexión de rodilla, la mano contraria al miembro estirado agarra el pie en el tercio medio de la cara dorsal. Tronco ligeramente inclinado hacia adelante. Mano homolateral del miembro estirado apoyada en la pared para mantener el equilibrio.

Modificación de la posición: La mano que agarra el pie del miembro estirado es la homolateral y la que se apoya en la pared o compañero para mantener el equilibrio es la contralateral. Esta modificación se realiza con el fin de que haya una correcta alineación de los ejes del miembro inferior. Según Cotton (1993) este ejercicio no se recomienda a sujetos con problemas de rodilla, aunque dentro de la gama de ejercicios de hiperflexión no resulta muy peligroso.

Se elimina la inclinación del tronco para que el sujeto esté perfectamente alineado en el eje longitudinal, y facilitar así que el estiramiento parta de la pelvis.

En esta posición el sujeto empuja con el pie, del miembro que realiza el estiramiento, contra la mano que lo sujeta, realizando de esta forma una contracción isométrica del músculo *quadriceps femoris*.



*Figura 33. Estiramiento 1, fase A:
M. quadriceps femoris, m.
iliopsoas.*

Fase B: En esta fase se mantiene la posición la fase A y hay un cese de la contracción isométrica. Es la fase de reposo.

Fase C: La posición es la misma que en las dos fases anteriores. Se realiza una retroversión pélvica activa a la vez que la rodilla incrementa levemente su flexión asistida por la mano que agarra el pie.



Figura 34. Estiramiento 1, fase B y C: *M. quadriceps femoris*, *m. iliopsoas*.

ESTIRAMIENTO 2

M. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. sartorius

Fase A: Posición bípeda. La pierna de estiramiento apoyada a nivel del talón en una barandilla de 75 cm. de altura. Se permite una flexión de rodilla de 10 a 15 grados, para facilitar la contracción isométrica de la musculatura a estirar. El tronco está relajado y en posición neutra. Los miembros superiores también permanecen a lo largo del cuerpo.

El miembro que no realiza el estiramiento está apoyado en el suelo con cadera, rodilla y pie en posición neutra.

La separación entre los miembros inferiores debe ser la misma que la distancia entre las caderas de cada individuo. El eje transversal que une ambas caderas debe pasar por el plano coronal, evitando de esta forma que haya una cadera adelantada con respecto a la otra, y focalizando así el estiramiento en la musculatura citada.

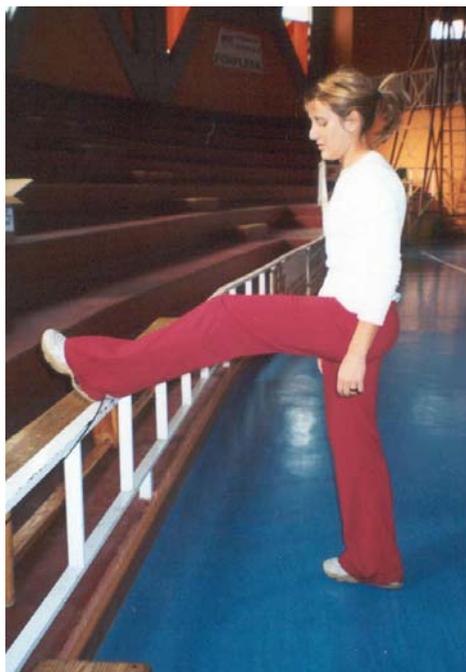


Figura 35. Estiramiento 2 fase A: M. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. sartorius

Fase B: Se mantiene la misma posición que en la fase A. Exceptuando la flexión de rodilla que en esta fase de relajación se mantiene en posición neutra.

Fase C: Desde la posición de la fase B realizamos una flexión dorsal del pie y una anteversión pélvica. Apoyamos ambas manos sobre las rodillas y realizamos una ligera flexión de tronco.

Modificación de la posición: Hemos optado por eliminar la flexión de tronco y la presión de las manos sobre la rodilla del miembro que realiza el estiramiento. Para ello nos basamos en Wilmoth (1986) quien advierte “*tener cuidado con la rodilla a la hora de elegir los ejercicios a realizar*” y en Alter que indica (1990) “*no trabar o presionar la articulación de la rodilla*”. Jarrod (1998)

argumenta que es posible que la extensión de rodilla de forma pasiva provoque una hiperextensión de unos 5-10 grados que depende de elementos capsuloligamentosos y de elementos musculares accesorios. La hiperextensión de rodilla puede provocar sobreestiramiento ligamentoso (del ligamento cruzado antero-externo) y capsular que genera inestabilidad en la rodilla (Pérez, 1995). Asimismo Alter (1990); Devís y Peiró (1991) desaconsejan la realización de ejercicios que provoquen hiperextensiones de rodillas.

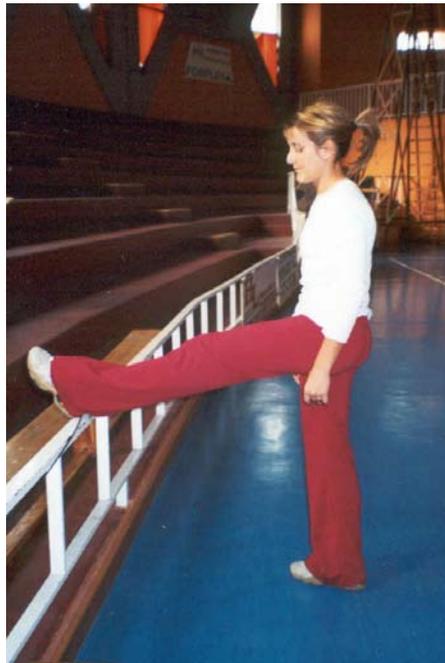


Figura 36. Estiramiento 2 fase B: M. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. sartorius



Figura 37. Estiramiento 2: M. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. Sartorius (Grupo Anderson)

ESTIRAMIENTO 3

M. gastrocnemius, m. soleus, m. peroneus longus, m. peroneus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus.

Este estiramiento se realiza de forma bilateral.

Fase A: Posición bípeda. Apoyo de los pies en el tercio distal, de forma que realizamos una contracción isométrica de la musculatura a estirar, en autocarga. Las personas que tengan dificultad en mantener el equilibrio se pueden apoyar en la barandilla, sin descargar el peso del cuerpo sobre ella.



Figura 38. Estiramiento 3 fase A: M. gastrocnemius, m. soleus, m. peroneus longus, m. peroneus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus.

Fase B: Posición anatómica



Figura 39. Estiramiento 3 fase B: M. gastrocnemius, m. soleus, m. peroneus longus, m. peroneus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus.

Fase C: Dejar caer el cuerpo hacia adelante hasta apoyarse en la barandilla. En esta posición de inclinación anterior intentar tocar el suelo con los talones.



Figura 40. Estiramiento 3 fase C: M. gastrocnemius, m. soleus, m. peronaeus longus, m. peronaeus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus.

EJERCICIO 4

M. adductor longus, m. Adductor brevis, m. adductor magnus, m. gracilis, m. pectineus.

Este estiramiento se realiza de forma bilateral.

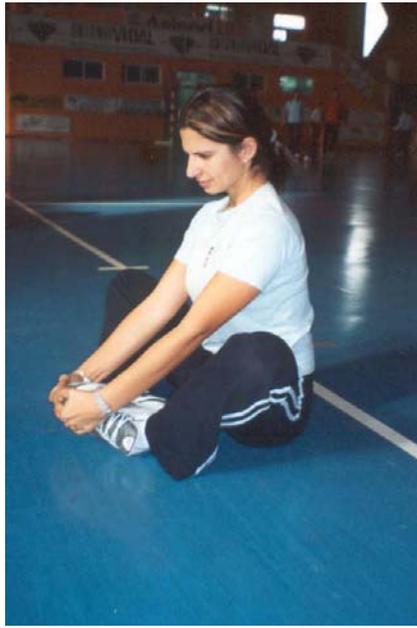


Fase A: Posición de sedestación, con apoyo isquiático. Tronco en posición anatómica y relajado. Rodillas flexionadas, plantas de los pies en contacto, flexión y abducción de caderas según las posibilidades de cada individuo. Los antebrazos en contacto con cara interna de la rodilla homolateral, de manera que la contracción isométrica se realiza contra la resistencia que ofrecen los brazos.



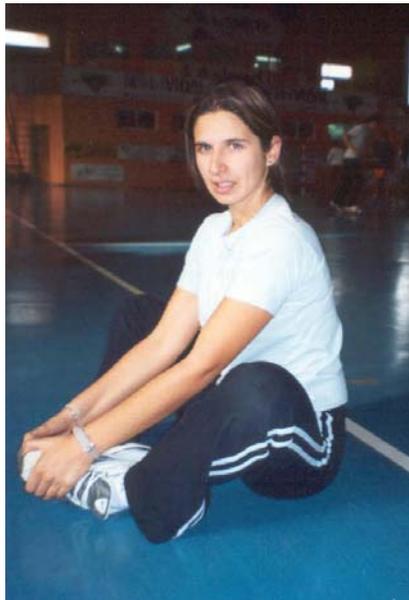
Figura 42. Estiramiento 4 fase A: M. adductor longus, m. Adductor brevis, m. adductor magnus, m. gracilis, m. Pectineus

Fase B: Mantenemos la misma posición que en la fase A. Cesa la contracción isométrica.



*Figura 43. Estiramiento 4 fase B:
M. adductor longus, m. Adductor
brevis, m. adductor magnus, m.
gracilis, m. Pectineus.*

Fase C: A partir de la posición de la fase B se realiza el estiramiento intentando abducir ambos muslos.



*Figura 44. Estiramiento 4 fase C:
M. adductor longus, m. Adductor
brevis, m. adductor magnus, m.
gracilis, m. Pectineus.*

Aclaraciones: autores como Norris (1996) indican que tanto en el estiramiento bilateral de los músculos adductor longus, m. adductor brevis, m. adductor magnus, m. gracilis, m. pectineus, bien sea realizado en decúbito supino como en sedestación (tal es el caso que proponemos) hay una tendencia a que se produzca la anteversión de la pelvis y un aumento de la lordosis lumbar, provocando una hiperpresión intradiscal. Para evitar que esto se produzca es necesaria una contracción isométrica de los músculos abdominis mientras se mantenga el estiramiento.

Una de las alternativas es realizar el estiramiento de los músculos adductor longus et brevis, m. adductor magnus, m. gracilis, m. pectineus de forma unilateral evitando de esta forma la anteversión pélvica, López (2000).

Hemos optado por no modificar el estiramiento y realizarlo de forma bilateral, para reducir el tiempo de duración del programa de estiramientos. Ello no excluye que no consideremos los argumentos anteriores, y por lo tanto indicamos a los sujetos que deben evitar la anteversión pélvica mediante una contracción isométrica de los músculos abdominis.

RESULTADOS

10. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA

Para proceder al análisis de los resultados se ha utilizado el programa estadístico SPSS 11.5 y la hoja de cálculo Excel 2000 con su paquete estadístico.

Las modificaciones producidas en la fuerza y flexibilidad de los miembros inferiores tras la aplicación del programa de entrenamiento quedan reflejadas en el análisis de frecuencias, en el cual se estudian los tres grupos. En este examen hemos establecido un umbral de efectividad que utilizamos también en los siguientes análisis.

Tenemos una serie de motivos que nos inducen a instalar este umbral: en primer lugar admitimos un ligero margen de error en la medición y el control de las pruebas, y en segundo lugar toleramos una pequeña franja de variación en las tres pruebas dependientes del estado anímico del sujeto y de variables ambientales imposibles de controlar con los medios de campo utilizados en este estudio.

Para establecer este umbral de efectividad nos hemos basado, principalmente, en un estudio sobre la flexibilidad en adolescentes realizado por Sánchez, Igual, Perelló, López, Sarti, Villaplana (2002), y en la coincidencia del mismo en una de las categorías en las que hemos agrupado los registros.

Pensamos que es interesante observar la percepción que tienen los sujetos sobre la variación de sus capacidades físicas. Con esta finalidad elaboramos y pasamos una encuesta (véase anexo V), de la que ya hemos comentado el comportamiento del grupo en el capítulo anterior. El tratamiento de estos datos lo hemos realizado mediante el análisis de tablas de contingencia.

La percepción subjetiva de los sujetos ha sido contrastada con los datos objetivos ya desglosados y explicados en el análisis de frecuencias (anexo VII) con el propósito de apreciar la posible correlación entre los

registros recopilados en las pruebas de condición física y la valoración subjetiva.

Por otra parte hemos contrastado los registros que obtienen un incremento en sus marcas, los que superan el umbral de efectividad establecido y los que tienen una percepción de mejora en la valoración subjetiva de las dos cualidades físicas analizadas.

Para concretar de forma fehaciente las conclusiones de este estudio utilizamos la prueba T de student (anexo VII).

El análisis de la varianza se ha empleado para comprobar posibles vínculos entre algunos factores analizados en la encuesta y los resultados obtenidos a través de las pruebas de condición física empleadas (anexo VIII).

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Una vez finalizado el programa de entrenamiento de la flexibilidad, recopilamos todos los datos antropométricos y los obtenidos en las pruebas de condición física (anexo VI). De las pruebas de condición física tomamos las variables:

- Salto horizontal a pies juntos. Comparación.
- Extensión de rodilla en silla de extensiones. Comparación.
- Flexión de tronco en bipedestación. Comparación.

Estas variables han sido creadas al comparar los resultados hallados en las pruebas pasadas antes de poner en práctica el programa de entrenamiento de la flexibilidad y una vez finalizado el entrenamiento. Analizamos los datos obtenidos e intentamos valorar la efectividad del programa de estiramientos utilizando para ello las tres pruebas de fuerza y flexibilidad. Establecemos un umbral de efectividad en cada una de las pruebas:

Salto horizontal a pies juntos: + 2 cm.

Extensión de rodilla en silla de extensiones: + 1,05 Kg.

Flexión de tronco en bipedestación: + 1,9 cm.

En cada una de estas variables agrupamos los datos en clases de amplitud uniforme. Las clases establecidas son las mismas en todos los grupos del estudio.

SALTO HORIZONTAL A PIES JUNTOS. COMPARACIÓN.

En el salto horizontal a pies juntos, consideramos que en el rango 5 no hay variaciones significativas, es a partir del 6 en el que se dan las mejoras notables y a partir del 4 en el que hay empeoramiento de los resultados. Tanto el grupo Anderson como el Sölveborn alcanzan el porcentaje mayor en el rango 6 (que corresponde a un resultado de mejora entre 3 y 7 cm.). Si sumamos las categorías en las que se produce una mejora significativa obtenemos un 47,47% para el grupo de Anderson, 52% en el grupo de Sölveborn y 12,5% en el grupo control

De los registros que consiguen mejorar las marcas, por encima del umbral de efectividad el 31,58% del G1 mejora entre 3 y 7 cm, el 28% del G2 en el mismo rango, y un 12,5% del GC. Un 12% de los sujetos del G2 consiguen un incremento de 8-12 cm. En la siguiente clase de 13-17 cm tenemos el 10,53% de los sujetos del G1 y el 4% de los sujetos del G2. Y por último en la clase de 18-22 cm obtienen este incremento el 5,26% del G1 y el 8% del G2. Los sujetos que presentan un empeoramiento representan un 26,31% (grupo Anderson), 32% (grupo Sölveborn) y 75% (grupo control).

		SALTO HORIZONTAL PIES JUNTOS. COMPARACIÓN								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
GRUPOS	G1				26,31%	26,31%	31,58%	0%	10,53%	5,26%
	G2	4%		4%	24%	16%	28%	12%	4%	8%
	GC			50%	25%	12,5%	12,5%			
CLASES (cm.)		-22/-18	-17/-13	-12/-8	-7/-3	-2/2	3/7	8/12	13/17	18/22

Tabla 7. Distribución por clases de los porcentajes obtenidos en la variable:

Salto horizontal a pies juntos. Comparación

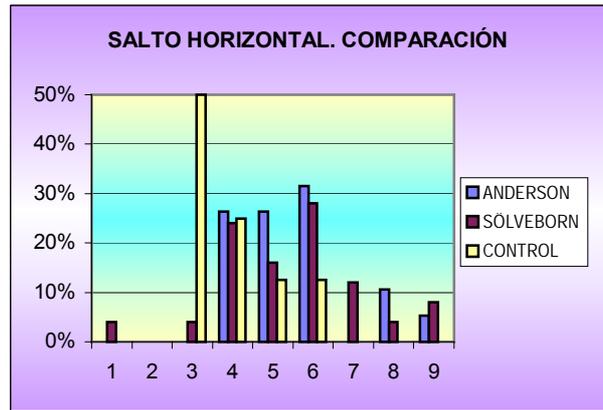


Gráfico 1. Distribución por clases de los porcentajes obtenidos en la variable: Salto horizontal a pies juntos. Comparación.

EXTENSIÓN DE RODILLA EN SILLA DE EXTENSIONES

En la prueba de extensión de rodilla en silla de extensiones, en principio los valores de la categoría 4 serían los neutros (-0,79/2,78 Kg), es decir en esta clase se consideraría que no hay mejora ni empeoramiento significativo. Esta clase incluye unos valores positivos muy elevados para ser menospreciados, con lo que hemos visto apropiado dividirla en dos subclases, de forma que el subcategoría 4.1 sería la neutra (-0,69/1,05 Kg), mientras que en la subcategoría 4.2 (1,06/2,78 Kg.) la mejora sería notable:

		4	4.1	4.2
GRUPO	ANDERSON	47,37%	15,79%	31,58%
	SÖLVEBORN	52%	16%	36%
	CONTROL	50%	37,5%	12,5%
CLASES (Kg.)		0,69/2,78	-0,69/1,05	1,06/2,78

Tabla 8. División de la clase 4 en dos subclases y determinación de la subclase 4.1 como umbral .

Así tomando la clase 4.1 como aquella en la que las variaciones son insignificantes obtenemos los siguientes resultados: en el grupo de

Anderson el 63,16% experimenta una mejora sustancial en esta prueba, en el grupo de Sölveborn el 80% y en el grupo control el 12,5%. De todas las categorías en la que mayor porcentaje de mejora se aprecia es en la 4.2, en la cual en el G1 el 31,58% obtienen este resultado, en el G2 el 36%. En estos dos grupos sigue en mayor porcentaje la categoría 5 (de 2,79 a 6,28 Kg.) en la que, el 21,05% del G1 se sitúa en este nivel, y el 28% del G2. Obtienen peores resultados el 21,05% de los sujetos del grupo de Anderson y el 4% del grupo de Sölveborn. En el GC se consiguen los siguientes resultados: el 50% de los sujetos empeoran ligeramente, el 37,5% se sitúa en la franja estable y el 12,5% mejora ligeramente entre 1,06 y 2,78 Kg.

		EXTENSIÓN DE RODILLA EN SILLA DE EXTENSIONES. COMPARACIÓN				
		1	2	3	4.1	4.2
GRUPO	ANDERSON	5,26%		15,79%	15,79%	31,58%
	SÖLVEBORN		4%		16%	36%
	CONTROL			50,00%	37,5%	12,5%
CLASE (Kg.)		-11,19/-7,7	-7,69/ -4,2	-4,19/ -07	-0,69/ 1,05	1,06/ 2,78

		EXTENSIÓN DE RODILLA EN SILLA DE EXTENSIONES. COMPARACIÓN				
		5	6	7	8	9
GRUPO	ANDERSON	21,05%	10,53%			
	SÖLVEBORN	28,00%	8%	4%		4%
	CONTROL					
CLASE (Kg.)		2,79/ 6,28	6,29/ 9,77	9,78/ 13,27	13,28/ 16,77	16,78/ 20,26

Tabla 9. Distribución por clases de los porcentajes obtenidos en la variable:

Extensión de rodilla en silla de extensiones. Comparación

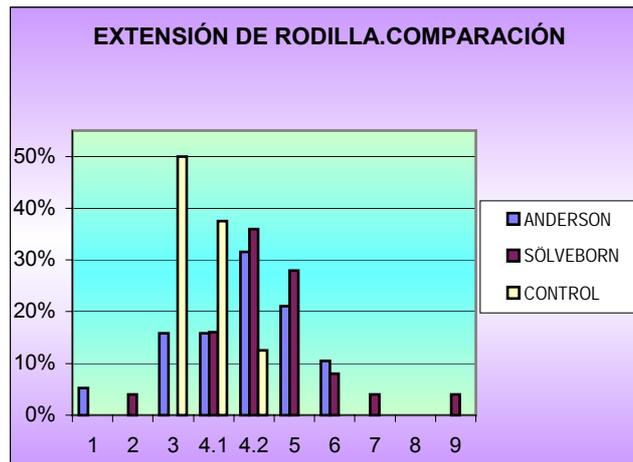


Gráfico 2. Distribución por clases de los porcentajes obtenidos en la variable: Extensión de rodilla en silla de extensiones. Comparación.

FLEXIÓN DE TRONCO EN BIPEDESTACIÓN. COMPARACIÓN.

En la prueba de flexibilidad, flexión de tronco en bipedestación, consideramos dos clases neutras (4 y 5), en ellas la variación es de +/- 1,9 cm aproximadamente. En los dos grupos de entrenamiento (Anderson y Sölveborn) se observa mejoría después del entrenamiento en el 73,7% de los sujetos del G1, y en el 56% del G2. La franja de incremento más representativa es la de 2 a 3,7 cm, con un 47,40% del G1 y un 32% del G2. En el grupo control no hay ningún sujeto que mejore, y sí un 37,5% que experimenta empeoramiento.

		FLEXIÓN DE TRONCO EN BIPEDESTACIÓN. COMPARACIÓN								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
GRUPO	G1				5,3%	21%	47,4%	10,5%	5,3%	10,5%
	G2				8%	36%	32%	16%	4%	4%
	GC	12,5%		25%	37,5%	25%				
CLASE (cm.)		-7/-5,3	-5,2/ -3,5	-3,4/ -1,7	-1,6/ 0,1	0,2/ 1,9	2/3,7	3,8/ 5,5	5,6/ 7,3	7,4/ 9,2

Tabla 10. Distribución por clases de los porcentajes obtenidos en la variable: Flexión de tronco en bipedestación. Comparación.

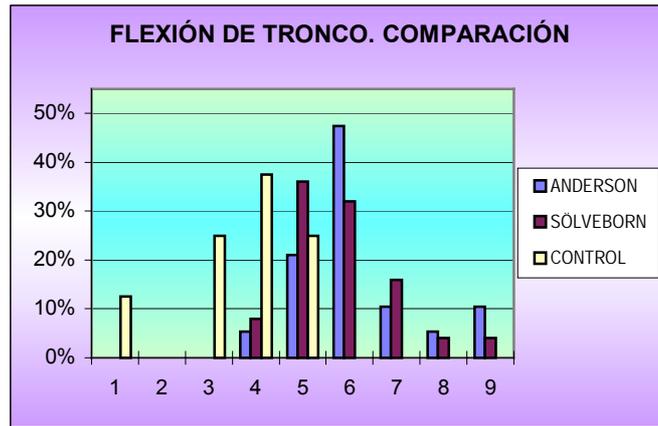


Gráfico 3. Distribución por clases de los porcentajes obtenidos en la variable: Salto horizontal a pies juntos. Comparación

TABLAS DE CONTINGENCIA

Utilizamos esta técnica de análisis para realizar un estudio bidimensional de dos variables con la finalidad de observar un comportamiento cruzado.

Con las tablas de contingencia podemos comprobar si hay relación o no entre variables, analizando muestras que provienen de distintas poblaciones.

Examinamos la percepción subjetiva de mejora en las dos cualidades físicas que hemos estudiado para posteriormente poder comprobar si esta percepción es semejante a los resultados objetivos.

VALORACIÓN SUBJETIVA DE LA MEJORA DE LA FUERZA EN EL MIEMBRO INFERIOR

En el G1 el 83,3% de los sujetos tienen la percepción de que su fuerza en el miembro inferior no ha mejorado, en el G2 el 62,5% y en el GC el 37,5%.

Observando la tabla de contingencia se comprueba que ambos grupos tienen una percepción de no mejora. Se ha procedido a aplicar un contraste de homogeneidad entre poblaciones y dicho contraste corrobora que ambos grupos tienen percepciones coincidentes, puesto que el nivel de significatividad de la prueba chi cuadrado es de 0,329.

		VALORACIÓN				TOTAL	
		SÍ		NO			
		Frecuencia (n _i)	% Grupo	Frecuencia (n _i)	% Grupo	Frecuencia (n _i)	% Grupo
GRUPOS	G1	3	15,79	15	83,3	19	100
	G2	9	36	15	62,5	24	100
	GC	1	12,5	3	37,5	4	50

Tabla 11. Valoración subjetiva de la mejora de la fuerza en el miembro inferior.

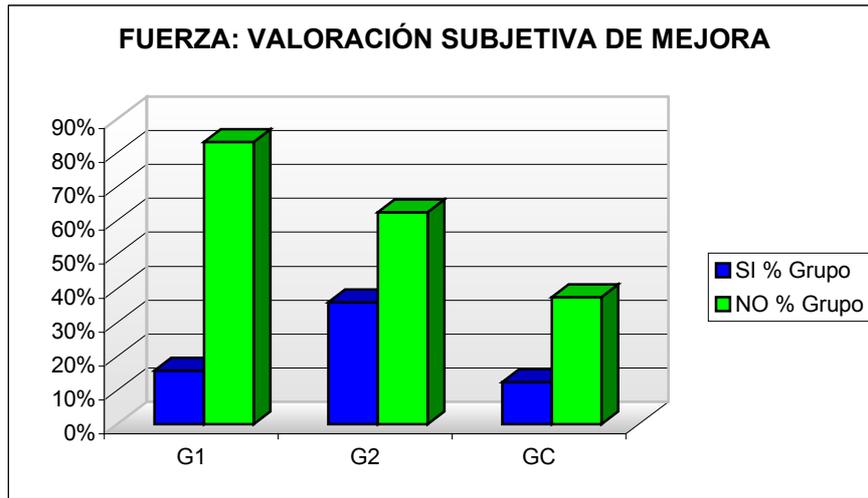


Gráfico 4. Valoración subjetiva de la mejora de la fuerza en el miembro inferior.

PRUEBAS DE CHI-CUADRADO			
	VALOR	gl	Sig. asint. (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,225(a)	2	0,329

Tabla 12. Prueba chi-cuadrado de la variable valoración subjetiva de la mejora de la fuerza en el miembro inferior

VALORACIÓN SUBJETIVA DE LA MEJORA DE LA FLEXIBILIDAD EN EL MIEMBRO INFERIOR

Al contrario de lo que ocurre con la fuerza, en la flexibilidad las percepciones subjetivas en los dos grupos de trabajo son similares, el 57,89% del G1 cree que ha mejorado su flexibilidad después del programa de entrenamiento y en el G2 opinan lo mismo el 56%. Por contra el 36,84% del G1 opina que no ha habido ganancias, frente al 36% del G2. En el GC el 62,5% no contesta.

Analizando los dos grupos de trabajo y el grupo control vemos que la significatividad asintótica bilateral es muy elevada, obtenemos un

valor del 0,643, lo cual indica que la percepción subjetiva de mejora es homogénea en los tres grupos. Sin embargo si eliminamos el grupo control y analizamos exclusivamente los dos grupos de trabajo el valor que obtenemos en la significatividad asintótica bilateral está muy próximo a 1 (0,987) lo cual indica que el comportamiento de los dos grupos respecto a esta variable es prácticamente idéntico.

		VALORACIÓN				TOTAL	
		SÍ		NO			
		Frecuencia (ni)	% Grupo	Frecuencia (ni)	% Grupo	Frecuencia (ni)	% Grupo
GRUPOS	G1	11	57,89	7	36,84	18	94,74
	G2	14	56	9	36	23	92
	GC	1	12,5	2	25	3	37,5

Tabla 13. Valoración subjetiva de la mejora de la flexibilidad.

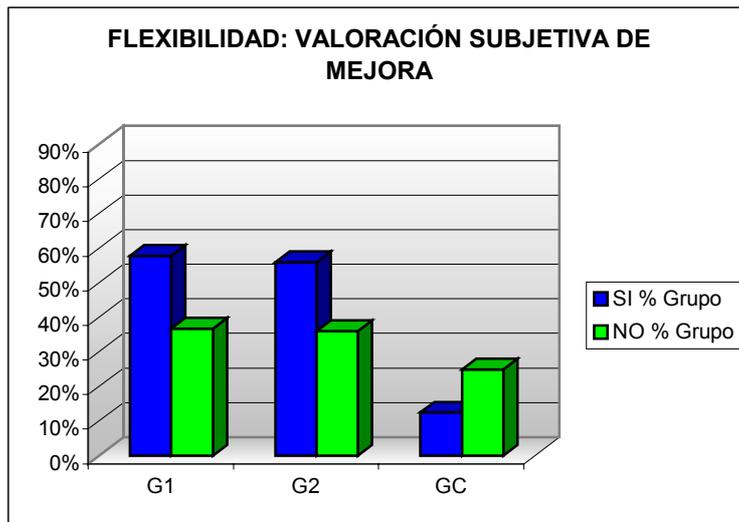


Gráfico 5. Valoración subjetiva de la mejora de la flexibilidad.

PRUEBAS DE CHI-CUADRADO (G1, G2, GC)			
	VALOR	gl	Sig. asint. (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,884 (a)	2	0,643

Tabla 14. Prueba chi-cuadrado de la variable valoración subjetiva de la mejora de la flexibilidad en el miembro inferior. Grupos G1, G2, GC

COMPARACIÓN ENTRE LAS PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA Y LA VALORACIÓN SUBJETIVA

Cotejamos las tablas de frecuencia (en las que se analizan los datos obtenidos en las pruebas de condición física) con la valoración subjetiva que acabamos de estudiar en las tablas de contingencia. Para ello hemos agrupado los datos de las tablas de frecuencia en dos categorías equiparándolas a las categorías establecidas en las tablas de contingencia. Así hemos transformado en binarios los resultados de las tablas de frecuencia, de manera que los resultados inferiores al umbral de efectividad los tomamos como iguales/peores y los resultados superiores al citado umbral como mejores.

En el análisis de frecuencias admitimos como marcas mejoradas aquellas que superaban el umbral de efectividad. En este apartado contrastamos:

- Registros que superan el umbral de efectividad en las pruebas de condición física.
- Valoración subjetiva de las dos capacidades físicas estudiadas.

Este análisis lo realizamos por grupos:

G1 (MÉTODO ANDERSON)

VALORACIÓN DE LA FUERZA

Para la valoración de la fuerza hemos empleado dos pruebas, en la primera de ellas se valora la fuerza explosiva de miembros inferiores y en la segunda la fuerza máxima del miembro inferior dominante. En este análisis hemos estimado que se da un aumento de fuerza a partir del umbral de efectividad establecido en un incremento de 2 cm. en la prueba de salto, y un incremento de 1,05 Kg. para la prueba de extensión de rodilla.

Según el test de fuerza explosiva el 47,37% de los sujetos mejoran los resultados. En el test de fuerza máxima obtienen mejor registro el 63,16%. En cambio la percepción de mejora dista bastante de los resultados objetivos, el 15,79% estima que ha mejorado la fuerza. (Anexo VII, tabla 1).

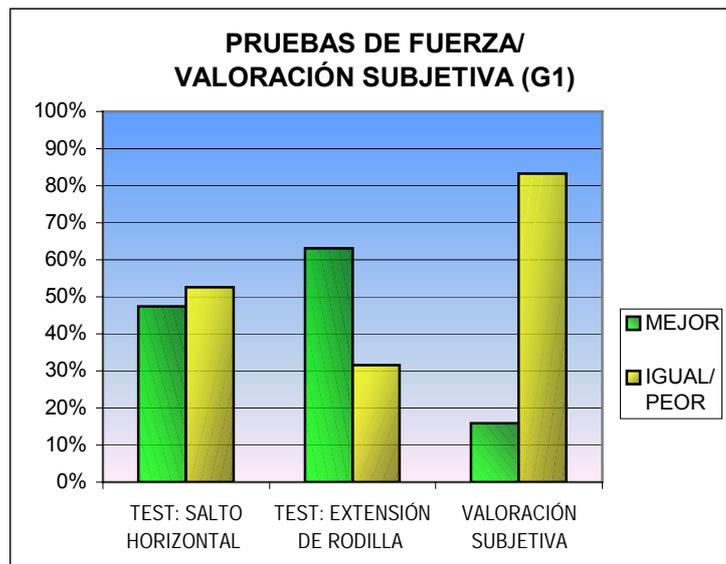


Gráfico 6. Comparación entre las pruebas de fuerza y la valoración subjetiva. Grupo Anderson.

VALORACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

En la flexibilidad, los resultados obtenidos con el test de flexión de tronco en bipedestación indican que el 73,7% incrementa los resultados, mientras que en la valoración subjetiva el 50% de los sujetos supone que los ha mejorado. (Anexo VII, tabla 1).

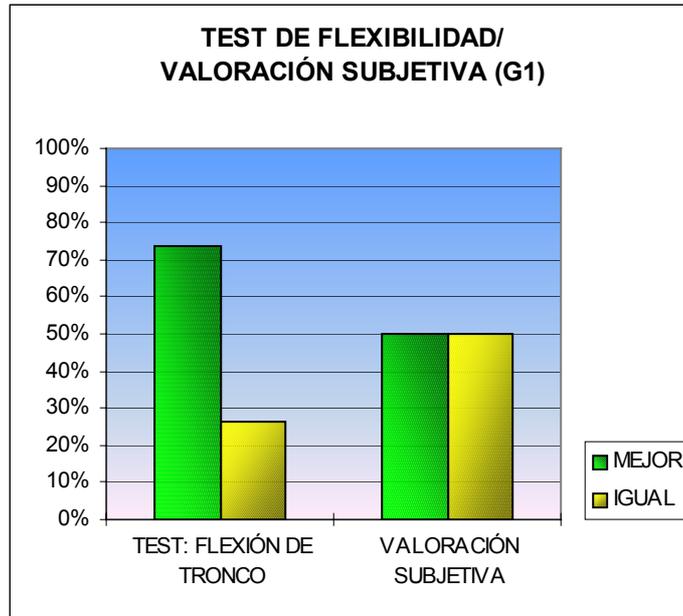


Gráfico 7. Comparación entre la prueba de flexibilidad y la valoración subjetiva. Grupo Anderson.

G2 (MÉTODO SÖLVEBORN)

VALORACIÓN DE LA FUERZA

En el G2 los resultados respecto a la evaluación de la fuerza, tomando como referencia el umbral de efectividad, indican que en la prueba del salto horizontal el 52% de los sujetos mejoran los resultados. En la prueba de extensión de rodilla el porcentaje de mejora se sitúa en el 80%. Y la valoración subjetiva que realizan los sujetos en cuanto a la mejora de los resultados se sitúa en el 36%. (Anexo VII, tabla 2).

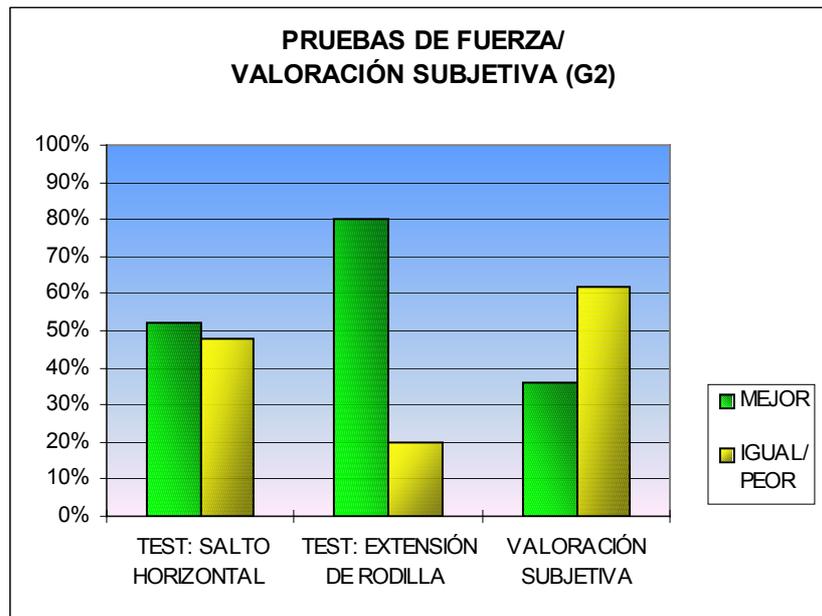


Gráfico 8. Comparación entre las pruebas de fuerza y la valoración subjetiva. Grupo Sölveborn.

VALORACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

En cuanto a la flexibilidad el 56% experimenta una mejora efectiva según el test de valoración objetiva, mientras que el 50% realiza una valoración subjetiva positiva. (Anexo VII, tabla 2).

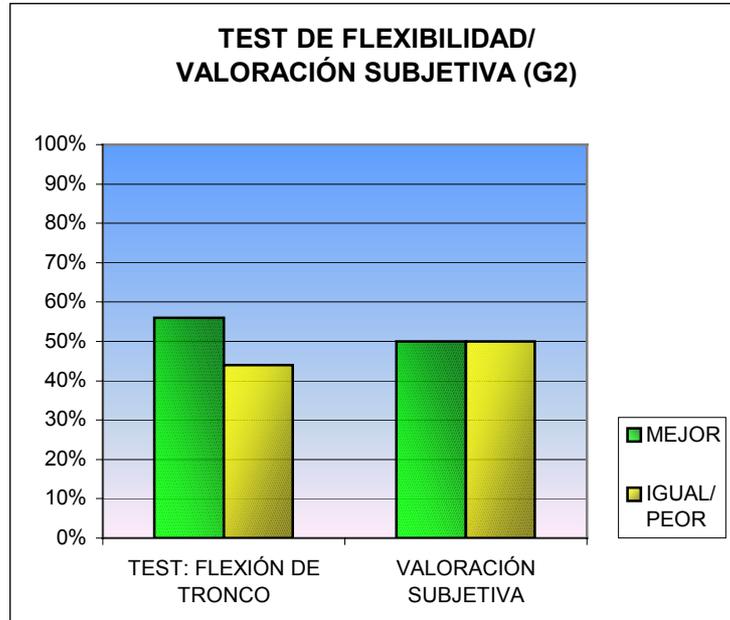


Gráfico 9. Comparación entre la prueba de flexibilidad y la valoración subjetiva. Grupo Sölveborn.

GC (GRUPO CONTROL)

VALORACIÓN DE LA FUERZA

En el grupo control el 12,5% consigue incrementos por encima del umbral de efectividad en la prueba de salto, y en la de fuerza máxima y también el 12,5% estima que ha aumentado su fuerza durante el periodo de duración del programa de estiramientos. (Anexo VII, tabla 3).

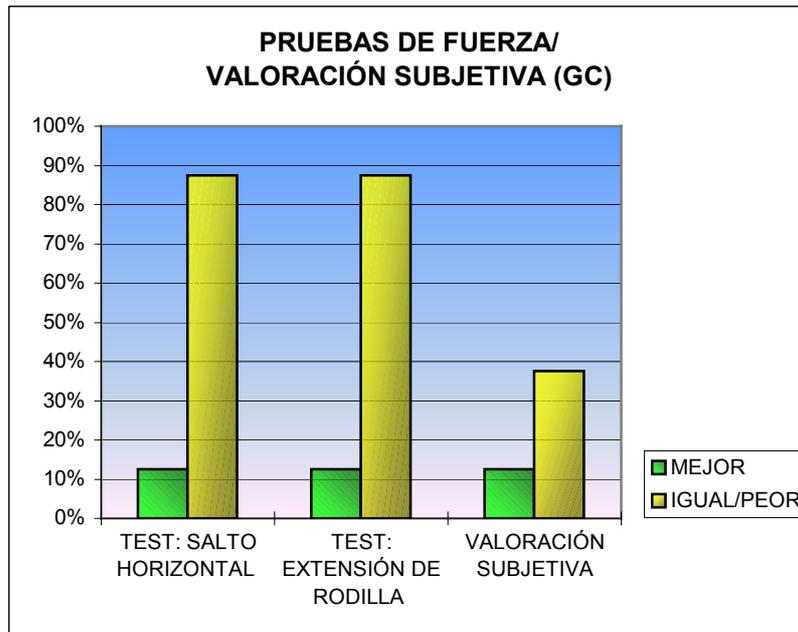


Gráfico 10. Comparación entre las pruebas de fuerza y la valoración subjetiva. Grupo Control.

VALORACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

En la flexibilidad de miembro inferior no hay ningún sujeto que mejore por encima del umbral y el 12,5% supone que ha mejorado su flexibilidad durante el periodo en que los grupos de trabajo han estado sometidos al entrenamiento.

Cabe destacar en este grupo el alto porcentaje de sujetos que no ha realizado valoraciones subjetivas. (Anexo VII, tabla 3).

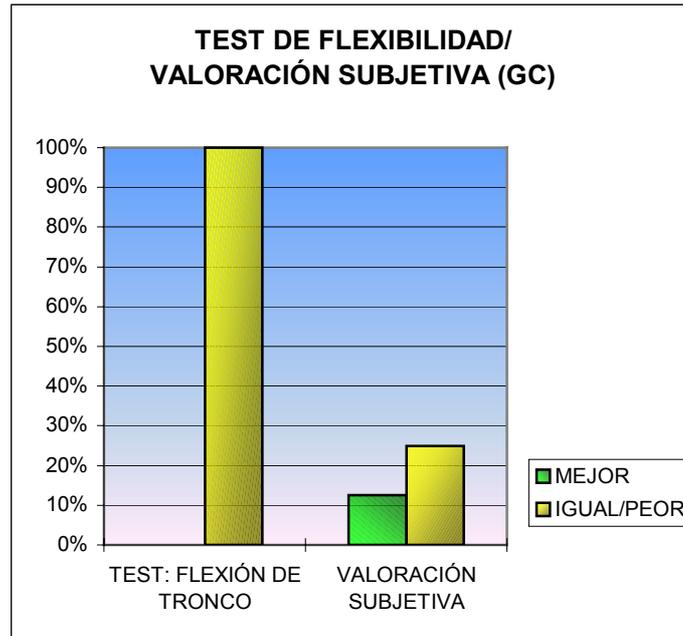


Gráfico 11. Comparación entre la prueba de flexibilidad y la valoración subjetiva. Grupo Control.

CONTRASTACIÓN ENTRE UMBRAL DE EFECTIVIDAD, REGISTROS POSITIVOS Y VALORACIÓN SUBJETIVA

A modo de resumen exponemos por grupos los porcentajes de sujetos que han obtenido un incremento en sus marcas personales en los distintos test atendiendo al umbral de efectividad, el porcentaje de registros positivos y la valoración subjetiva de la percepción de mejora. (Anexo VII, tabla 4).

G1(GRUPO ANDERSON)

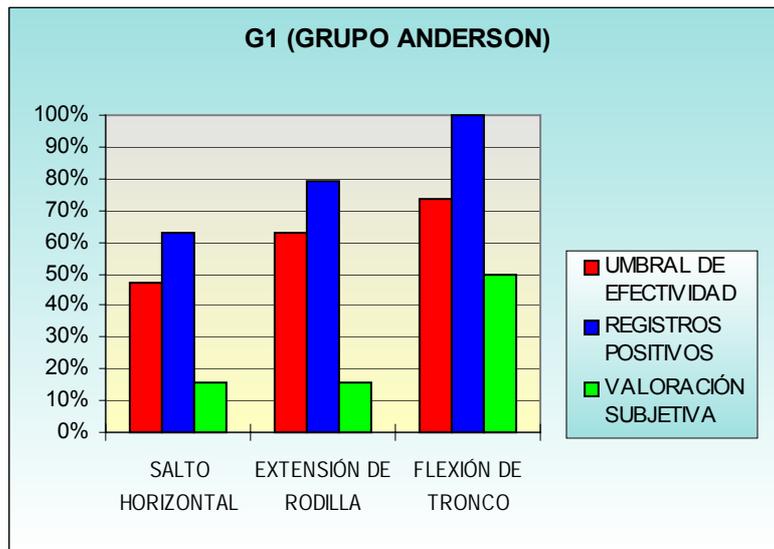


Gráfico 12. Resumen pruebas de fuerza y flexibilidad. Grupo Anderson.

Una de las apreciaciones más llamativas es la escasa relación entre la valoración subjetiva y los datos obtenidos en las pruebas, sobre todo en lo que respecta a la valoración de la fuerza de miembros inferiores. En la prueba de salto horizontal el 63,13% mejoran el registro inicial, en la de extensión de rodilla el 78,98% y en el test de flexión de tronco mejoran todos los sujetos.

G2 (GRUPO SÖLVEBORN)

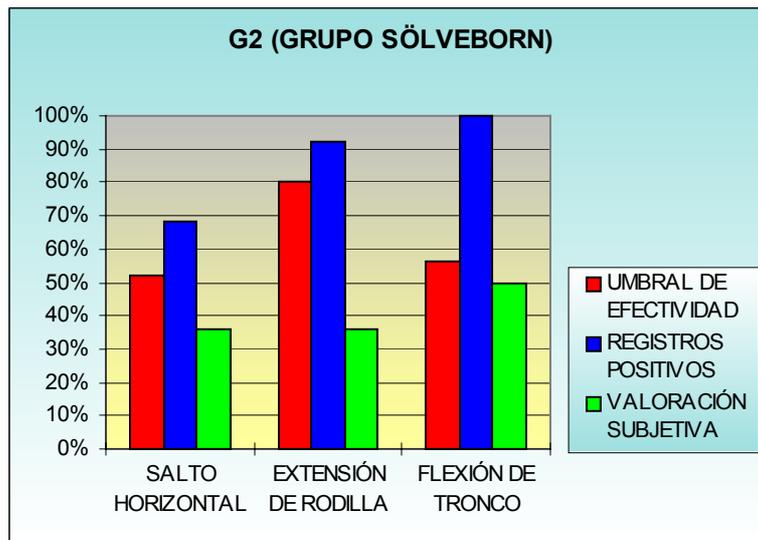


Gráfico 13. Resumen pruebas de fuerza y flexibilidad. Grupo Sölveborn.

En el G2 la relación entre la percepción subjetiva y los datos objetivos es casi de 1:2. Si observamos los registros positivos el 68% mejora en el salto horizontal, el 52% supera el umbral de efectividad. En la extensión de rodilla el 92% obtienen mejor resultado en la prueba posterior al entrenamiento, y el 80% del total supera el umbral de efectividad. Todos los sujetos mejoran en la flexión de tronco, pero únicamente el 56% supera el umbral de efectividad.

GC (GRUPO CONTROL)

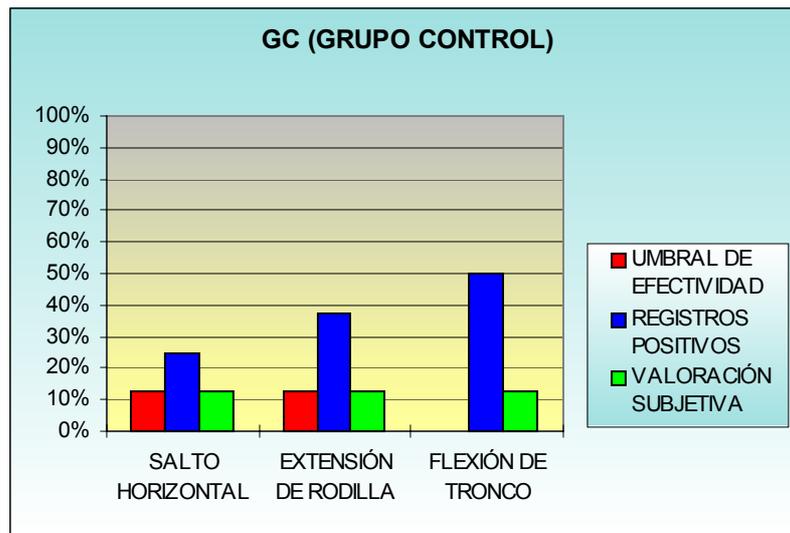


Gráfico 14. Resumen pruebas de fuerza y flexibilidad. Grupo Control.

En el grupo control no podemos establecer comparaciones entre la valoración subjetiva y los datos objetivos porque un porcentaje elevado de esta muestra no ha contestado a las preguntas de la encuesta referidas a estos aspectos. Lo que sí podemos apreciar es que en ninguna de las pruebas el porcentaje de sujetos que supera el umbral de efectividad sobrepasa el 12,5%.

Si comparamos, en los dos grupos de trabajo, los porcentajes obtenidos en cada una de las valoraciones realizadas en la prueba del salto horizontal, observamos que en el grupo de Anderson el porcentaje es mayor considerando el umbral de efectividad, menor si tomamos los registros positivos e igual si comparamos la valoración subjetiva.

En la prueba de extensión de rodilla en las tres valoraciones los resultados son mayores en el grupo de Sölveborn.

Y en la prueba de flexión de tronco el porcentaje de sujetos que supera el umbral de efectividad y el porcentaje de sujetos que obtiene

registros positivos es mayor en el grupo de Anderson. La valoración subjetiva sobre la mejora de la flexibilidad es igual en ambos grupos.

Si contrastamos cada uno de los grupos de trabajo con el grupo control vemos claramente que los resultados son mejores en los grupos de trabajo respecto al grupo control.

En este gráfico mostramos la diferencia de los valores promedio para cada una de las pruebas y en cada uno de los grupos. (Anexo VII, tabla 5).

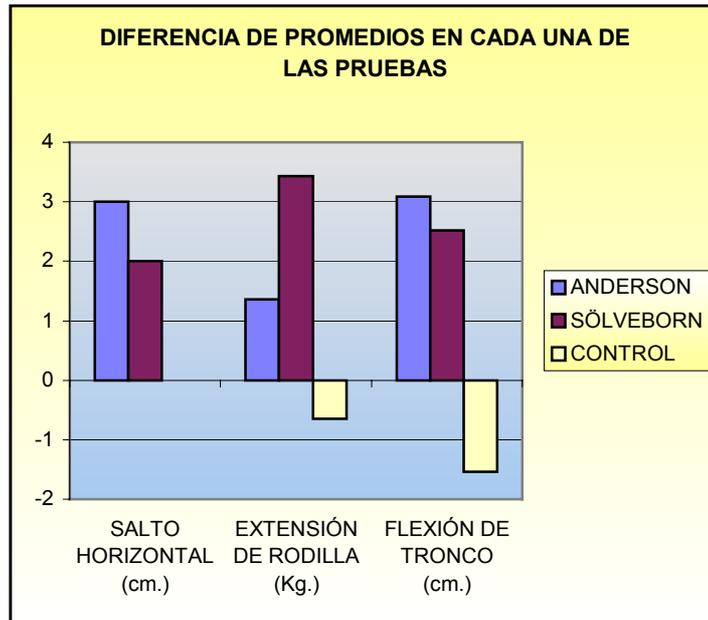


Gráfico 15. Diferencia de los valores promedio obtenidos antes del programa de entrenamiento y después en cada una de las pruebas. Análisis por grupos.

PRUEBAS T PARA MUESTRAS RELACIONADAS

Con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas entre el promedio de las pruebas de condición física previas al programa y el promedio de las pruebas de condición física tras la aplicación del programa en la muestra de sujetos estudiados, se ha aplicado la prueba T para muestras relacionadas. Para poder aplicar la prueba t de Student es necesario contrastar la hipótesis de normalidad en las tres poblaciones (G1, G2 y GC). Con este objetivo, se ha utilizado el test de Kolmogorov- Smirnov aceptando para los niveles de significación habituales que las poblaciones citadas G1, G2, GC se representan adecuadamente mediante una distribución Normal.

Observando las tablas del anexo VII y de acuerdo con la prueba T para muestras relacionadas deducimos que en el G1 no se percibe mejora en las pruebas de salto horizontal y extensión de rodilla, en cambio sí que hay mejora perceptible en la prueba de flexión de tronco.

En el G2 no hay aumento en la prueba de salto horizontal y sí que lo hay en las pruebas de extensión de rodilla y flexión de tronco.

En el GC no se aprecia incremento en ninguna de las tres pruebas.

(Ver anexo VII, apartado: pruebas de normalidad y pruebas T).

ANÁLISIS DE LA VARIANZA SOBRE 5 FACTORES

ANOVA (análisis de la varianza) es un método estadístico para determinar el grado de relación existente entre la variable de interés y otras variables (generalmente categóricas) llamadas factores.

Las variables de interés a explicar son las siguientes: salto horizontal a pies juntos, comparación; extensión de rodilla en silla de extensiones, comparación; flexión de tronco en bipedestación, comparación.

Y las variables *sexo, predisposición, bienestar, tiempo e incentivo* son las variables explicativas.

El objetivo es determinar si "*sexo, predisposición, bienestar, tiempo e incentivo*" tienen incidencia en el comportamiento promedio de salto horizontal a pies juntos, comparación; extensión de rodilla en silla de extensiones, comparación; flexión de tronco en bipedestación, comparación.

El modelo que va a utilizarse es el denominado factorial de efectos principales, puesto que los efectos cruzados no han resultado significativos.

A continuación se procede a analizar las variables de interés:

1.- Salto horizontal a pies juntos, comparación en función de sexo, predisposición, tiempo, incentivo y bienestar.

1.1 Validación del modelo

Hipótesis de normalidad

Mediante el test de Kolmogorov, se acepta la hipótesis de normalidad de la variable "salto horizontal a pies juntos, comparación".

Medida de bondad del ajuste

El coeficiente R cuadrado es igual a 0'243. En concreto las variables explican un 24'3% del comportamiento "salto horizontal a pies juntos, comparación".

1.2 Modelo factorial e hipótesis.

Observando los niveles de significación para los correspondientes estadísticos F no se puede admitir ningún efecto explicativo de las variables sexo, predisposición, tiempo, incentivos y bienestar sobre el comportamiento promedio de la comparación entre el salto antes y después de la aplicación del programa de entrenamiento.

2.- Extensión de rodilla en silla de extensiones, comparación en función de sexo, predisposición, tiempo, incentivo y bienestar.

2.1 Validación del modelo

Hipótesis de normalidad

Mediante el test de Kolmogorov, se acepta la hipótesis de que la variable "extensión de rodilla en silla de extensiones, comparación" se distribuya como una Normal.

Medida de bondad del ajuste

El coeficiente R cuadrado es igual a 0'166. Por lo que las variables explican un 16'6% del comportamiento "extensión de rodilla en silla de extensiones, comparación".

2.2 Modelo factorial e hipótesis.

Observando los niveles de significación para los correspondientes estadísticos F no se puede admitir ningún efecto explicativo de las variables sexo, predisposición, tiempo, incentivos y bienestar sobre el comportamiento promedio de la extensión de rodilla en silla de extensiones, comparación.

3.- Flexión de tronco en bipedestación, comparación en función de sexo, predisposición, tiempo, incentivo y bienestar.

3.1 Validación del modelo

Hipótesis de normalidad

Mediante el test de Kolmogorov, se acepta la hipótesis de que la variable "flexión de tronco en bipedestación, comparación" se distribuya como una Normal.

Medida de bondad del ajuste

El coeficiente R cuadrado es igual a 0'152. En concreto las variables explican un 15'2% del comportamiento "flexibilidad, comparación previa y posterior.

3.2 Modelo factorial e hipótesis.

Observando los niveles de significación para los correspondientes estadísticos F no se puede admitir ningún efecto explicativo de las variables sexo, predisposición, tiempo, incentivos y bienestar sobre el comportamiento promedio de la flexión de tronco en bipedestación, comparación.

Concluyendo, en ninguno de los 3 modelos propuestos, las variables *sexo, predisposición, tiempo, incentivos y bienestar*, tienen capacidad explicativa sobre las variables endógenas objeto de estudio.

11. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA

Para realizar el análisis descriptivo de la encuesta* hemos agrupado las cuestiones en varios apartados. En el primer bloque las preguntas tratan de averiguar los hábitos en la práctica de actividad física y su relación con la flexibilidad, a este grupo de preguntas contestaron tanto los dos grupos de trabajo como el grupo control.

Con las preguntas que integraban el segundo bloque, los alumnos muestran su opinión sobre aspectos relativos al estudio: preparación e información proporcionada sobre el estudio y valoración personal de su participación.

Examinando las preguntas del tercer bloque podemos conocer cual es la valoración personal de la participación en el estudio.

En el cuarto bloque analizamos la percepción subjetiva de los resultados que posteriormente contrastaremos con la valoración objetiva de los mismos obtenida con la aplicación de los test de flexibilidad, salto horizontal y fuerza máxima del cuadriceps femoris.

* El número de cada una de las cuestiones se refiere al número de orden de las mismas en la encuesta (anexo V). En este capítulo las hemos reagrupado siguiendo los bloques ya mencionados.

* Se puede consultar la encuesta en el anexo V. La descripción de los ítems y los resultados se halla en el anexo VI.

HÁBITOS EN LA PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA Y SU RELACIÓN CON LA FLEXIBILIDAD

25. Modalidad deportiva:

Los alumnos encuestados practican un número amplio de modalidades deportivas. Hemos creído conveniente agruparlas en función de la similitud de sus características. Los deportes que cuentan con una práctica mayoritaria son los siguientes: el 41% practica deportes de equipo (fútbol, balonmano, baloncesto...), el 30% deportes individuales (atletismo, gimnasia rítmica, aeróbic, musculación, etc.), un 15% natación. En menor medida se practican deportes con implementos (4%), como el tenis, frontenis y el bádminton, también un 4% practican deportes de lucha y únicamente el 2% realiza ciclismo y actividades en el medio natural.

24. Horas diarias de práctica deportiva:

Tanto los alumnos de primero como los de segundo curso cuentan en su horario lectivo con unas clases de diferentes actividades físico-deportivas. Asimismo la mayoría de ellos realizan actividad física fuera de su horario lectivo.

El 66% dedica entre 2 h y 3h 30' a la práctica deportiva, mientras que el 22% dedica entre 4h y 5h 30'. El resto de los alumnos dedica menos tiempo, de 1h a 1h 30'.

1. Hábitos en la realización de estiramientos en la práctica de actividad física:

El 48% de los alumnos del ciclo formativo AAFAD incluyen siempre los estiramientos en su programa de actividad física. El 32% realiza estiramientos con mucha frecuencia, mientras que un 20% los realiza raramente.

3. Tiempo dedicado a la flexibilidad:

En cada sesión de trabajo únicamente el 8% de los alumnos dedican más de 10 minutos al trabajo de la flexibilidad, el 47% dedican entre 5 y 10 minutos, el 41% menos de 5 minutos y un 4% de los alumnos dicen no realizar estiramientos.

2. Ubicación de los estiramientos en la sesión de entrenamiento:

La parte de la sesión de entrenamiento o de práctica de actividad física que la mayoría de los alumnos dedican a los estiramientos es la del calentamiento con un 40%. El 16% de los alumnos realizan estiramientos en la vuelta a la calma. Cabe destacar que un 38% realizan estiramientos en el calentamiento y en la vuelta a la calma. Si tenemos en cuenta el tiempo dedicado al trabajo de esta cualidad podemos deducir que únicamente se estirarán unos pocos grupos musculares, que se mantendrá el estiramiento durante pocos segundos y que no se pueden realizar muchas repeticiones.

Únicamente el 6% realiza los estiramientos como parte específica del entrenamiento.

6. Regiones corporales a las que se dirigen los estiramientos:

Los alumnos de este ciclo formativo que realizan de forma habitual actividad física tiende a centrar su atención en los miembros inferiores a la hora de realizar los estiramientos. Un 56% dedica más tiempo a los estiramientos de los miembros inferiores, frente al 40% que reparte el tiempo que dedica a la flexibilidad de forma equitativa entre miembros inferiores, miembros superiores y tronco. Solamente un 4% dedica más tiempo al estiramiento de miembros superiores y tronco.

4. Conocimiento de métodos de estiramiento:

Respecto al conocimiento básico en lo que respecta a contenidos teórico-prácticos de los diferentes métodos de estiramientos, el 68% conoce dos métodos distintos de estiramientos. La cuarta parte de los encuestados conoce más de dos métodos. Solamente el 2% conoce un método de estiramientos y el 4% dice no conocer ninguno.

Estos datos son un tanto sorprendentes si tenemos en cuenta que un número elevado de alumnos ha declarado entender las diferencias y fundamentos básicos gracias a su participación en este estudio, si bien la intencionalidad del mismo no ha sido didáctica. Sin embargo las profesoras que dirigían los grupos han tenido que dar respuesta a algunas cuestiones planteadas por los alumnos. También conviene señalar que el tema de la flexibilidad es un contenido que se imparte en el 1^{er} curso de este ciclo formativo y ésta es una materia que ya había sido tratada en clase.

5. Variación en los ejercicios de estiramiento:

La gran mayoría de los estudiantes del ciclo formativo siempre realizan los mismos ejercicios de estiramiento, el 61% indica que no varía la práctica por comodidad, mientras que el 12% indica que siempre realiza los mismos porque no conoce más. Un poco más de la cuarta parte de los alumnos indica que sí que varía los ejercicios de estiramiento.

7. Importancia del trabajo de la flexibilidad:

Es posible que la respuesta a esta cuestión contraste con los hábitos en la realización de actividad física del conjunto del alumnado. El 92% del grupo opina que es importante trabajar la flexibilidad para mejorar el rendimiento deportivo. El 8% restante también piensa que el trabajo de la flexibilidad es importante aunque no contribuye a la mejora del rendimiento deportivo.

PREPARACIÓN E INFORMACIÓN PROPORCIONADA SOBRE EL ESTUDIO Y VALORACIÓN PERSONAL DE SU PARTICIPACIÓN

11. Información proporcionada sobre el estudio:

Antes de empezar el programa, se convocó a todos los alumnos del ciclo a una reunión informativa para explicarles en qué consistía el estudio y cual iba a ser su implicación. Todos los alumnos que quisieron dieron su consentimiento por escrito para participar en el mismo.

Los sujetos que han participado mayoritariamente opinan que la información proporcionada ha sido adecuada 90%, un pequeño grupo cree que ha sido escasa 10%, y no hay ningún sujeto que considere que haya sido insuficiente.

12. Enseñanza de los ejercicios de estiramiento:

En el primer día del programa de estiramientos se explicaron los ejercicios por separado a los dos grupos de trabajo. La enseñanza se realizó utilizando un estilo de mando directo y las correcciones se realizaron a través del feedback externo proporcionado por la profesora. Esta sesión tuvo una duración mayor que el resto de sesiones ya que previamente se enseñaron de forma detallada los ejercicios y los comandos que se utilizarían a lo largo de todo el programa. El grupo control no participó.

El 96% de los sujetos estimaron que la enseñanza de los ejercicios fue clara y adecuada, mientras que un 2% consideraron que fue confusa y otro 2% que fue insuficiente.

VALORACIÓN PERSONAL DE LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

13. Predisposición en la realización del programa de estiramientos:

Para valorar esta cuestión hemos utilizado la escala de Liker, obteniendo los siguientes resultados: el 95% de los sujetos presentaban una predisposición positiva hacia la participación en el programa (5%-3; 58%-4; 33%-5), mientras que el 5% restante no tenía una predisposición favorable a participar en el programa.

17. Grado de implicación en el programa en caso de haber recibido un incentivo económico:

Aunque se pidió a los sujetos una participación voluntaria, algunos de ellos se implicaron por un compromiso personal con el profesorado. Aproximadamente la mitad de los encuestados afirman que su implicación hubiera sido mayor en caso de haber recibido un incentivo económico (46%). La otra mitad (54%) manifiesta que su implicación hubiera sido la misma si hubieran recibido un agradecimiento económico.

14. Valoración personal de esta experiencia:

El haber participado en este estudio es valorado por el 78% de los alumnos como una experiencia positiva, sin embargo al 22% restante les ha resultado indiferente.

15. Aprendizaje relacionado con los estiramientos:

A pesar de que el estudio no tenía una orientación didáctica, el 91% de los sujetos afirman haber aprendido algo sobre estiramientos.

20. Problemas surgidos durante la realización del programa:

Los sujetos que han participado en este programa de entrenamiento, continuaban con las actividades físicas que realizaban de forma habitual, a destacar la asistencia a las clases prácticas del ciclo formativo y las actividades físicas que cada uno practicaba de forma habitual, con lo cual cabía la posibilidad de que alguno de ellos sufriera alguna lesión.

El 88% de los sujetos no tuvieron ningún problema de salud que pudiera afectar a su participación en el estudio. El 12% restante indican haber tenido alguna lesión de carácter leve u otro problema. Hubo dos personas con contractura muscular, una con sobrecarga muscular, otra con malestar general y otra con problemas personales.

19. Cambio de actitud en un futuro hacia los estiramientos

El hecho de haber participado en este programa de investigación refleja una intencionalidad de cambio de actitud hacia los estiramientos. El 84% dice que cambiará su actitud hacia los estiramientos, dándoles más importancia de la que les prestaba hasta ahora. El 16% restante afirma que continuará utilizándolos de la misma manera.

PERCEPCIÓN SUBJETIVA DE LOS RESULTADOS

16. Grado de bienestar sentido durante la realización de los estiramientos:

Esta variable la hemos medido utilizando la escala de Liquer, de manera que valoramos el grado de bienestar del 1 al 5, el 1 representa un alto grado de incomodidad y el 5 un elevado grado de bienestar. Los resultados han sido los siguientes:

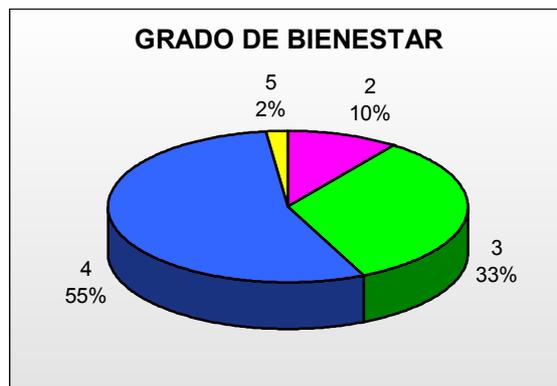


Gráfico 16. Grado de bienestar sentido durante la realización de los estiramientos. Valoración según la escala de Liquer. G1 y G2.

18. Aspectos conseguidos con la participación en este programa, relacionados con la ejecución de estiramientos:

La totalidad de los sujetos afirman haber conseguido mejor control de la postura (10%), menor tensión general en la realización de los estiramientos (2%), mejor localización de los estiramientos (12%). El 76% restante ha percibido varias de estas mejoras.

8. Forma física:

Hemos pedido a los sujetos que comparen su forma física antes de iniciar el programa de estiramientos y después de haber finalizado. El periodo que se compara de forma individual y subjetiva es de un mes.

El 42% opina que tiene mejor forma física, la mitad indican que su forma física ha sido la misma durante el mes en el que han participado en el programa de entrenamiento de la flexibilidad, un 8% apuntan que su forma física es peor porque están cansados y no hay ningún sujeto que haya contestado estar peor a causa de sufrir una lesión, no debemos olvidar que éste motivo era una de las causas de exclusión del programa de investigación.

22. Percepción subjetiva del aumento de la flexibilidad y de la fuerza en el miembro inferior:

Antes de la realización de las pruebas físicas posteriores a la realización del programa de entrenamiento de la flexibilidad del miembro inferior realizamos esta pregunta a todos los sujetos pertenecientes a los grupos de trabajo (G1 y G2) y al grupo control (C) obteniendo los siguientes resultados:

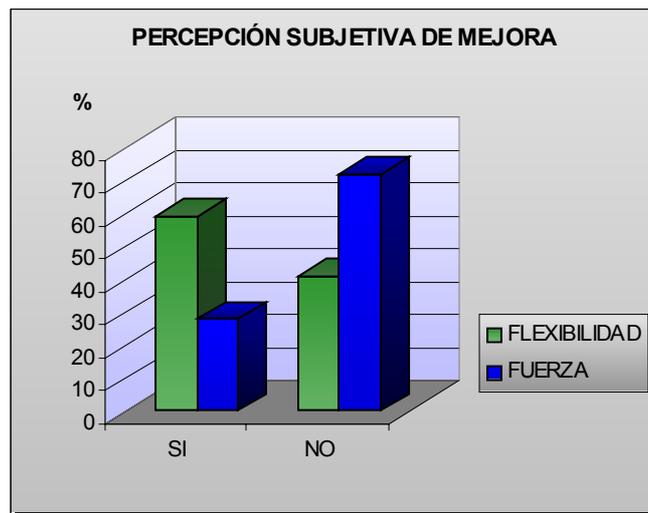


Gráfico 17. Percepción subjetiva de mejora. Grupos G1, G2 y GC

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

A través de la *American College of Sports Medicine (ACSM)*, algunas organizaciones terapéuticas y deportivas consideran que la flexibilidad es un componente esencial de la salud relacionado con la condición física y el mantenimiento de la funcionalidad física, prevención de lesiones musculoesqueléticas y alivio del dolor lumbar. La ACSM en 1991 establece una relación directa entre los estiramientos y la mejora de la flexibilidad.

Desde instituciones como ACSM, AAPHERD (*American Association for Health, Physical Education, Recreation and Dance*) se relaciona la realización de estiramientos con la salud, el rendimiento, la prevención y tratamiento de lesiones.

Álvarez, Casajús y Corona (2003) en su trabajo sobre la evolución de los parámetros cineantropométricos y diferentes aspectos de la condición física en futbolistas en etapa escolar, concluyen que es necesario inculcar un hábito de trabajo de la flexibilidad durante las sesiones de entrenamiento, al principio y al final de la sesión y desde las primeras edades de formación como aspecto importante en la prevención de lesiones y probablemente en la mejora del rendimiento.

Los estudios sobre la flexibilidad de la musculatura del miembro inferior, tienen por objetivo averiguar cómo intervienen los factores del entrenamiento en el trabajo de la flexibilidad.

El comportamiento de la musculatura sometida a estiramientos depende de su estado (musculatura sana, musculatura lesionada), de los factores que determinan la carga (intensidad y volumen) y de las características individuales de cada sujeto.

Estos condicionantes, junto al material y a los métodos utilizados en cada uno de los estudios dificulta la comparación entre los mismos.

En nuestro trabajo hemos aplicado un programa de estiramientos variados, compuesto por cuatro estiramientos que involucran a gran parte de la musculatura del miembro inferior. El programa está diseñado con

una doble intención: que tenga una aplicación científica y que pueda ser utilizado como parte del entrenamiento. Coincidimos con Moeller, Ekstrand, Oeberg y Gillquist (1985) en que este programa puede formar parte de una sesión de entrenamiento de muchas especialidades deportivas, de un protocolo de tratamiento de lesiones del miembro inferior o bien de sesiones de flexibilidad en un centro escolar.

Basándonos en nuestra experiencia "*Flexión de tronco tras estiramientos de la región posterior del muslo*" (Sánchez, Igual, Perelló, López, Sarti, Villaplana, 2002) hemos establecido 17 segundos como tiempo total de cada ejercicio de estiramiento, ya que consideramos que era el tiempo idóneo para la realización de los mismos. Con los cuatro estiramientos del miembro inferior que integraban el programa, abarcamos los grupos musculares más implicados en gran parte de las actividades físicas y en los test de condición física que hemos estudiado.

La duración teórica de la sesión de estiramientos era de 10 minutos y 12 segundos, aunque tuvimos en cuenta que al aplicarla a un gran grupo (entre 22 y 30 personas) necesitábamos 15 minutos aproximadamente (ver Anexo III). Estos cálculos tan minuciosos cobran gran importancia por dos motivos diferentes. En primer lugar son importantes ya que no podemos extrapolar ni hacer extensibles los resultados a dos grupos de características distintas en cuanto a edad y hábitos en la práctica deportiva, (Fartel, 1975) (Ruiz, 1994) de forma que buscamos un programa efectivo y aplicable a la vez. Y en segundo lugar porque hemos pretendido que este programa encaje en un entrenamiento estructurado en periodos** (Matveiev, 1982) (García, Navarro, Ruiz, 1996) que incluso se pueda aplicar a sesiones de entrenamiento de diferentes modalidades deportivas de una hora de duración. Las cuatro sesiones de entrenamiento semanal durante cuatro semanas pueden formar parte de

* El entrenamiento deportivo se estructura en periodos: sesión, microciclo (suele tener una duración de una semana), mesociclo (entre 2 y 6 semanas) y macrociclos (en él se incluyen varios mesociclos). Una temporada puede constar de uno o varios macrociclos.

un mesociclo, incluido en el primer macrociclo de una temporada de entrenamiento. Habitualmente en el primer macrociclo se profundiza en el trabajo de condición física con un volumen elevado y una intensidad media o baja; en este primer macrociclo el trabajo de flexibilidad adquiere un papel importante.

Nuestra propuesta de programa de entrenamiento de la flexibilidad tiene una efectividad comprobada (tal y como indican los resultados obtenidos), y es aplicable y accesible a gran diversidad de situaciones reales de entrenamiento deportivo.

Halbertsma, Bolnius y Göeken (1996) aplicaron un programa de estiramientos (en sujetos de 20 a 29 años, estudiantes universitarios de ciencias del movimiento humano) compuesto de un estiramiento de la musculatura posterior del muslo. El ejercicio constaba de 30 segundos de estiramiento y 30 segundos de descanso. Se realizaron 10 sesiones de este estiramiento y la duración total del programa fue de 10 minutos. Los autores consideran que es un programa representativo del estiramiento que precede a actividades deportivas.

Webright, Randolph y Perrin (1997) trabajaron con sujetos adultos que presentaban un acortamiento de la musculatura posterior del muslo. Formaron dos grupos de trabajo: el grupo 1 realizaba un estiramiento estático de 30 segundos de duración dos veces al día, el grupo 2 realizó 30 repeticiones de extensión de rodilla en sedestación también dos veces al día. En ambos grupos se obtuvo una mejora significativa del rango de movilidad de la rodilla. El programa se aplicó durante 6 semanas.

Bandy, Irion (1994) aplicaron en una muestra de edades similares a la utilizada por nosotros, el estiramiento que describimos como ejercicio 2 y las mejores ganancias las obtuvieron en el grupo de estiramiento de 30 segundos, en el grupo de 1 minuto las ganancias fueron ligeramente inferiores y en el de 15 segundos la mejora fue mínima. Además no hubo incremento si se aumentaba la frecuencia de una a tres sesiones al día.

Fox (1984) indica que el estiramiento se debe mantener durante 20 a 30 segundos en la posición de estiramiento final y realizar 5 o 6 repeticiones. Tripton (1976) sugiere que es mejor de 45 a 60 segundos, y otros autores (Borms, Van Roy, Santens y Haentjens, 1987; Jenkins, 1976; Moller et al, 1985; Moore y Hutton, 1980) indican que es mejor de 6 a 10 segundos.

Beaulieu (1980) sugiere de 10 a 20 minutos de estiramiento al día.

En otro estudio realizado por Feland, Myrer, Schulthies, Fellingham y Meason (2001) con personas ancianas, los resultados indicaron que un estiramiento de 60 segundos de duración era más efectivo que uno de 15 o 30 segundos, al contrario que los obtenidos por Bandy et al. Sin embargo Feland et al. concluyeron que estos resultados no eran extrapolables a sujetos más jóvenes.

Nosotros también hemos observado diferencias en la efectividad de los estiramientos en cuanto a la edad y coincidimos con Feland et al. en que los resultados en una muestra de una determinada edad no son extrapolables a grupos de edades distintas. Sánchez, Perelló y Sarti (1999) obtuvieron un aumento medio de 6,4 cm. en el test de flexión de tronco, en una experiencia realizada con sujetos de 14 años. Sin embargo en la población estudiada en nuestro trabajo, de 23 años como media, las ganancias en la flexión de tronco son de 3,1 cm. en el G1 y de 2,5 cm. en el G2.

Estimamos que entre nuestros trabajos hay dos diferencias importantes: la primera es la práctica habitual o no de actividad física. En el primer estudio que realizamos en el año 1999 ningún sujeto realizaba actividad física de forma habitual, mientras que en el estudio actual todos los sujetos practicaban algún tipo de actividad física. La segunda diferencia es la edad: los sujetos con los que trabajamos en 1999 eran adolescentes y con los que hemos trabajado actualmente son adultos. Atendiendo a nuestros resultados y a las observaciones realizadas por otros autores (Feland, Myrer, Schulthies, Fellingham y Meason, 2001)

parece ser que después de la adolescencia se requiere más tiempo en la duración del estiramiento para conseguir beneficios.

Podemos observar otras diferencias en cuanto a métodos, técnica, intensidad y frecuencia de los estiramientos.

La mayoría de los autores han trabajado con estiramientos estáticos pasivos muy similares a los utilizados por nosotros siguiendo el método de B. Anderson en el G1. Otras líneas de investigación han seguido las técnicas de PNF, al igual que nosotros en el G2. Aunque los métodos se diferencian claramente, las pautas de ejecución y la técnica concreta de realización no suelen estar completamente especificadas y en caso de estarlo no son exactamente iguales a la que realizamos nosotros.

Bandy, Irion y Briggler, realizaron en 1997 un estudio sobre la flexibilidad de la musculatura posterior del muslo. Para ello compararon tres grupos: uno que realizó estiramiento estático pasivo, otro estiramiento estático activo y un grupo control. Los incrementos de flexibilidad en la musculatura estudiada fueron mayores en el grupo de estiramientos estáticos pasivos. Utilizando para valorar la flexibilidad el test de flexión de cadera con rodilla en extensión (SLR, *straight leg raising*)

Schmitt, Pelham, Holt (1999) compararon entre protocolos de estiramiento de PNF. Las variaciones en estos protocolos estribaban en cuanto a la intensidad de la contracción isométrica. El grupo que mayor aumento experimentó en el test de "*seat and reach*" fue el grupo de entrenamiento progresivo (que realizaba una contracción isométrica progresiva).

Los resultados indican que en los estiramientos de PNF las mejoras son mayores si la contracción isométrica es submáxima y progresiva (Schmitt et al, 1999). Walter et al., (1996) afirman que para conseguir mejoras en la flexibilidad es necesario que la intensidad de la contracción isométrica sea del 85% al 100% y que tenga una duración de 30 segundos.

Burke, Culligan, Holt y MacKinnon (2000) compararon dos grupos en los cuales uno seguía un programa de estiramientos con máquinas y el otro grupo un programa de estiramientos manuales, en ambos grupos se seguían los principios de la PNF. Los resultados fueron mejores en el grupo que trabajó la flexibilidad con máquinas.

La utilización de máquinas soluciona en gran parte el problema del control de las palancas óseas, su colocación y las acciones realizadas sobre éstas, así como el control de la postura en general. Si bien en la investigación puede ser muy útil y contribuye a aumentar la rigurosidad científica del estudio, en la práctica es poco aplicable.

Nosotros consideramos como una de las mayores dificultades para determinar la efectividad de los estiramientos el control de la postura. Por ello y para un desarrollo correcto de nuestro trabajo el observador efectuaba de forma constante en cada uno de los estiramientos y durante la totalidad de los mismos, las correcciones pertinentes, después de que cada sujeto hubiera asimilado el programa de entrenamiento.

En esta línea otro factor que puede ser determinante en la flexibilidad del miembro inferior es la posición de la pelvis. Sullivan (1992) informó que la posición de la pelvis era más importante que la técnica de estiramiento en el aumento de la longitud de los músculos posteriores del muslo. Coincidimos con Sullivan en la importancia de la posición de la pelvis, aspecto evidente en el protocolo de estiramientos que hemos aplicado, dado que en todos los estiramientos que hemos realizado, la posición de la pelvis era fundamental y ha sido una de las correcciones más frecuentes tanto en la enseñanza del protocolo a los sujetos de ambos grupos de trabajo (G1 y G2) como en el desarrollo del programa. Opinamos que la correcta ejecución de los estiramientos del miembro inferior depende en gran parte de este aspecto y también de la intensidad con que se realiza el estiramiento. Uno de los métodos que mayor importancia otorga a la posición de la pelvis en la ejecución de los

estiramientos es el de Michèle Esnault. En este método la pelvis constituye el elemento central del estiramiento de la musculatura del miembro inferior, y es el punto del cual parte el estiramiento.

Algunos autores han valorado la intensidad del estiramiento estático mediante la sensación de incomodidad.

Garfield (1980) sugiere una duración de 15 a 20 segundos por estiramiento y mantener el estiramiento hasta que el sujeto note sensación de molestia. Podemos encontrar sujetos a los que la sensación de estiramiento les resulte incómoda, a otros agradable y a otros molesta. Por lo tanto su valoración entraña gran dificultad. Creemos conveniente y necesario hallar un método objetivo para medir la intensidad del estiramiento y así poder establecer la carga de entrenamiento, al igual que ocurre con el resto de capacidades físicas.

Garfield (1980) sugiere que las ganancias en la flexibilidad pudiera ser debida a la familiarización con las sensaciones de estiramiento (posiblemente aprendiendo a relajar los músculos estirados), y la tolerancia al dolor, cuando la duración y la intensidad del estiramiento es suficientemente grande.

Gajdosik (1991) realizó un programa de estiramientos que duró 21 días, utilizando un estiramiento casi idéntico al que describimos nosotros como estiramiento 2, se realizó utilizando una técnica estática manteniendo el estiramiento 15 segundos y descansando otros 15 segundos. A los sujetos se les indicó que debían mantener el estiramiento incluso notando una sensación de incomodidad, en un esfuerzo por conseguir un estiramiento máximo. Los resultados fueron un aumento de la longitud máxima (MHL) de los músculos biceps femoris, semitendinosus y semimembranosus y un aumento de la resistencia máxima al estiramiento pasivo (MRPS).

Parece ser que la sensación de malestar en el estiramiento pasivo suave precede al reflejo miotático detectado con el electromiógrafo de superficie. Cuando el estiramiento continúa más allá del punto de dolor aumenta la respuesta contráctil. Davidoff (1992) sugiere que la actividad refleja sólo contribuye a incrementar la resistencia durante un estiramiento rápido.

Nosotros intentamos valorar la sensación de incomodidad de forma subjetiva, pero opinamos que no es de interés científico ya que no la hemos podido contrastar de forma objetiva, y además la percepción subjetiva no coincide con los resultados objetivos obtenidos.

Otro dato interesante en el estudio de Gajdosik (1991) es que todos los sujetos recibieron remuneración por su participación. Nosotros no hemos incentivado económicamente a los participantes en el estudio, pero sí que les hemos interrogado sobre esta cuestión, el 46% afirma que su compromiso hubiera sido mayor en caso de haber obtenido retribución. Sin embargo en el ANOVA realizado para comprobar posibles vínculos entre este factor y los resultados obtenidos en las pruebas de condición física no se indica ninguna relación. Los sujetos que participaron en el estudio realizado por Gajdosik (1991) tenían una edad comprendida entre 18 y 37 años (igual que los sujetos de nuestro estudio), presentaban acortamiento de la musculatura posterior del muslo. Además a este autor se interesó por la remuneración de los participantes y por la sensación de incomodidad secundaria a la realización de los estiramientos. Aspectos semejantes a los de nuestro estudio.

Halbertsma, Ludwing, Göeken y Van Bolnius (1996), realizaron un estudio en el que valoraban la tolerancia al estiramiento (controlando la aparición de dolor). Como ejercicio de estiramiento utilizaron el que hemos descrito nosotros en el protocolo experimental como estiramiento 2. Tanto en esta experiencia como en la anterior, realizada por los mismos autores en 1994, aplicaron el test de flexión de tronco en bipedestación con

rodillas en extensión, valorando la distancia dedo-suelo (FGD), pero simplemente lo aplicaron para seleccionar la muestra, de manera que todos los sujetos presentaban acortamiento de la musculatura posterior del muslo. No se volvió a pasar esta prueba con posterioridad al estiramiento. Los resultados mostraron un aumento del rango de movilidad (ROM) y del estiramiento del biceps femoris, semitendinosus y semimembranosus, debido a un aumento de la tolerancia al estiramiento.

Para nosotros no ha sido un criterio de selección de la muestra el acortamiento de la musculatura posterior del muslo. Es posible que el margen de mejora sea mayor en aquellos sujetos en los que la flexibilidad de partida es menor que en aquellos que, por la especialidad deportiva practicada o por otros motivos, presenten mayor flexibilidad. Tampoco disponemos de datos objetivos que indiquen si el margen de ganancia en la flexibilidad depende de la edad.

La revisión bibliográfica ha puesto de manifiesto la escasez de trabajos científicos que relacionen la flexibilidad con la fuerza muscular, y la falta de unanimidad al respecto. Si bien, Dauty et al. (1999) encontraron una correlación entre el salto vertical y la flexibilidad del cuádriceps femoris, biceps femoris, semitendinosus y semimembranosus. Church, Wiggins, Moode y Crist (2001) obtuvieron una disminución del salto vertical después de realizar estiramientos basados en la PNF. Somos conscientes de que cada cualidad física requiere un entrenamiento específico pero tal y como indica Hurton (1971) una mejora en la flexibilidad puede suponer un mejor aprovechamiento de la energía mecánica. Así y atendiendo a nuestros resultados, aunque la mejora en la fuerza explosiva de miembros inferiores, valorada con el test del salto horizontal no es estadísticamente significativa en ninguno de los dos grupos, sí que observamos mejoras estadísticamente significativas en el test de valoración de la fuerza máxima (1RM) del músculo cuádriceps femoris en el grupo de trabajo Sölveborn (G2), dato que corrobora la

relación entre el entrenamiento de la flexibilidad y la mejora en la fuerza muscular.

Handel, Horstmann, Dickhuth (1997) demostraron que el estiramiento con contracción-relajación influye favorablemente en la relación fuerza-velocidad de la musculatura entrenada durante los movimientos realizados a gran velocidad. Esto aparece como un efecto positivo de la flexibilidad. Según los propios autores estas mejoras se pueden aplicar al deporte competitivo y a los programas de rehabilitación física. Son necesarias nuevas investigaciones para determinar si la proporción de mejora en los músculos entrenados es debida al estímulo de estiramiento o a la contracción isométrica que forma parte de la técnica.

Li, McClure, Pratt (1996) emplearon un programa de entrenamiento aplicando un ejercicio realizado desde la posición de decúbito supino que consistía en realizar activamente una extensión de rodilla con la cadera flexionada. Los objetivos que pretendían en este estudio difieren un tanto de los que buscábamos nosotros. Se obtuvo una información básica para entender la relación entre la longitud de la musculatura posterior del muslo, la postura estática (que no se ve afectada después del programa) y la movilidad de la cadera durante la flexión de tronco (que aumenta después del programa). Estos resultados refuerzan los de Gajdosik (1991) quien concluyó que, el estiramiento estático diario en los músculos posteriores de la pierna acortados, mejoró los resultados en el test de flexión de cadera con rodilla en extensión (SLR, *straight leg raising*), lo cual indica una mejora en la longitud máxima de los músculos posteriores de la pierna (MHL, *maximal hamstring length*). Todavía quedan muchas cuestiones por conocer sobre la flexibilidad y cómo obtener beneficios aplicando estiramientos. Quizás sea más fácil de cuantificar la aplicación de un único estiramiento, no obstante, si generalizamos en la práctica de los estiramientos, los deportistas realizan

varios estiramientos, por ello hemos incluido una variedad de ejercicios en nuestro protocolo. La intensidad de los estiramientos es otro de los aspectos difíciles de cuantificar, como hemos podido apreciar algunos autores la valoran de forma subjetiva, sin embargo es una medida que depende de la percepción de cada individuo.

En la regulación de la intensidad y en la localización del estiramiento es fundamental la posición de cada una de las palancas corporales y sobretodo la posición de la pelvis.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

PRIMERA: El entrenamiento de la flexibilidad del miembro inferior utilizando el método de Anderson produce un incremento de la flexión de tronco, estadísticamente significativo.

SEGUNDA: El entrenamiento de la flexibilidad del miembro inferior utilizando el método de Sölveborn provoca una mejora de la flexión de tronco, estadísticamente significativa.

TERCERA: El entrenamiento de la flexibilidad del miembro inferior utilizando el método de Sölveborn provoca un aumento de la fuerza máxima (1RM) en el músculo cuádriceps femoris, estadísticamente significativo.

CUARTA: La posición de las palancas corporales en los ejercicios de estiramiento es de gran importancia para la correcta y exacta localización del estiramiento en un grupo muscular determinado.

QUINTA: Las variables sexo, tiempo dedicado al trabajo de la flexibilidad fuera del programa de entrenamiento, predisposición a participar en el programa de estiramientos, grado de bienestar sentido durante la realización del programa, e incentivo económico no ejercen influencia ni condicionan los resultados obtenidos.

SEXTA: La valoración subjetiva de los cambios en la flexibilidad y la fuerza no se corresponde con los datos objetivos, obtenidos mediante pruebas de valoración de la condición física.

SÉPTIMA: Es necesario consensuar un método para la medición de la intensidad del estiramiento y poder establecer la carga del entrenamiento para esta cualidad física.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

AAPHERD: American Association for Health, Physical Education and Recreation and Dance, Bateria de Test: AAPHERD, 1982.

Alexander RM. Biomecánica. Barcelona: Omega; 1982.

Alter M J. Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo; 1998.

Altere M. Estiramiento deportivo. Illinois: Cinética Humanos; 1990.

Alvarez C. La preparación física del fútbol basada en el atletismo. Madrid: Gymnos; 1987.

Álvarez, Casajús, Corona. Práctica del fútbol, evolución de parámetros cineantropométricos y diferentes aspectos de la condición física en edades escolares. Apuntes Educación Física y Deportes 2003; 72: 28-34.

Anderson B. Estirándose. Barcelona: Integral; 2000.

Anderson B, Burke ER. Scientific, medical and practical aspects of stretching. Clin Sports Med 1991; 10: 63-86.

Antón J. Balonmano. Fundamentos y etapas de aprendizaje. Madrid: Gymnos; 1994.

Arnaldos F, Díaz MT, Faura U, Molera L, Parra I. Estadística descriptiva para economía y administración de empresas. Madrid: AC; 2003.

Arnold R, Barbarny JR, Bieniarz I, Carranza M, Fuster J, Hernández J, Lagardera F, Ortega E, Porta J, Prat JA, Rouba P. La educación física en las enseñanzas medias. Teoría y práctica. Barcelona: Paidotribo; 1985.

Arregui JA, Martínez V. Estado actual de las investigaciones sobre la adolescencia. Rev.int.med.cienc.act.fisdeporte 2001; Junio 2. [fecha de acceso 9 de abril de 2003] URL disponible en:

<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista2/artflexi.htm>

Arteaga M, Viciano V, Conde J. Desarrollo de la expresividad corporal. Barcelona: Inde; 1999.

Asmussen E. *Gymnastique Scolaire FIGL* (Lund) 1950; 3.

Aten, Knigth (1978). En: Grosser M, Starischka S, Zimmermann E. *Principios del entrenamiento deportivo. Teoría y práctica en todas las especialidades deportivas*. Barcelona: Martinez Roca; 1988.

Balazs EA. Viscoelastic properties of hyaluronic and biological lubrication. *University of Michigan Medical Center Journal* 1968: 255-259.

Bale P, Mayhew JL, Piper FC, Ball TE, Willman K. Biological and performance variables in relation to age in male and female adolescent athletes. *Journal of sports medicine and physical fitness* 1992; 32(2): 142-148.

Bandy W, Irion J, Briggler, M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998; 27 (4): 295-300.

Bandy W, Irion J, Briggler, M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1997; 77(10): 1090-1096.

Bandy W, Irion J. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscle. *Phys Ther* 1994; 74: 845-850.

Barbany JR. *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Barcanova; 1990.

Barbany JR, Buendía C, Funollet F, Hernández J, Porta J. *Programas y contenidos de la educación físico deportiva en BUP y FP*. Barcelona: Paidotribo; 1988.

Baumann 1978. En: Ramos L, García j, García L, Pascual C, Campos JF. *El deporte en la infancia y la juventud*. Valencia: Generalitat Valenciana; 1983.

Beaulieu J E. Developing a stretching program. *The Physician and Sports Medicine* 1981; 9(11): 59-69.

Beaulieu J E. *Stretching for all sports*. Pasadena: Athletic Press; 1980.

- Benedek G B, Villars F M. Physics: with illustrative examples from medicine and biology. Massachusetts: Addison-wesley; 1969.
- Bertherat T. El cuerpo tiene sus razones. Barcelona: Paidós; 1990.
- Betsch D F. Structure and mechanical properties of rat tail tendon. *Biorheology* 1980; 17: 83-94.
- Blázquez D. Evaluar en educación física. Barcelona: Inde; 1997.
- Bloom W, Fawcett D. Tratado de histología. Buenos Aires: Labor; 1973.
- Borms J, VanRoy P, Samens JP, Haentjens A. Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *J Sports Sci* 1987; 5: 39-47.
- Bouchard (1970) En: Langlade A. Una nueva luz. *Stadium* 1972; (31): 27.
- Buck N. Gimnasia básica danesa. Buenos Aires: Atlántida; 1939.
- Burke D, Culligan C, Holt L, MacKinnon. Equipment designed to simulate proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility training. *Journal of strength and conditioning research* 2000; 14(2): 135-139.
- Burke D, Culligan C, Holt L. The theoretical basis of proprioceptive neuromuscular facilitation. *Journal of strength and conditioning research* 2000; 14(4): 496-500.
- Buroker K, Schwane J. Does postexercise static stretching alleviate delayed muscle soreness. *The Physician and Sports medicine* 1989; 17: 65-83.
- Busquets I. Las cadenas musculares. Lordosis, cifosis, escoliosis y deformaciones torácicas. Tomo II. Barcelona: Paidotribo; 1994.
- Butler DS. Movilización del sistema nervioso. Barcelona: Paidotribo; 2002.
- Castañer M, Camerino O. Educación física. Guía praxis para el profesorado de ESO. Barcelona: Praxis; 1998.

- Castañer M, Camerino O. La educación física en la enseñanza primaria. Barcelona: Inde; 1996.
- Castañer M. Expresión corporal y danza. Barcelona: Inde; 2000.
- Caus N, Ruiz A, Perelló I, Ruiz F. Educación física. Temario para la preparación de oposiciones. Vol I. Sevilla: MAD; 2002.
- Chang S, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian journal of medicine and science in sports* 2001; 11(2): 81-86.
- Church J, Wiggins M, Moode F, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal of strength and conditioning association* 2001; 15(3): 332-336.
- Cianti G. El stretching. Madrid: Tutor; 1993.
- Cianti G. Manual tutor del fitness. Madrid: Tutor; 1999.
- Cicardo VH. Biofísica. Buenos Aires: López librerías; 1978.
- Clark S, Christiansen A, Hellman D, Hugunin J, Hurst K. Effects of ipsilateral anterior thigh soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg raise. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 29 (1): 4-12.
- Comesaña H. El entrenamiento de la movilidad en el fútbol. Peligros de la implementación de los estiramientos en el calentamiento y la parte final de la sesión de entrenamiento y la competencia. *Lecturas Educación Física y Deportes* 2002 Junio; 8(49). [fecha de acceso 11 de julio de 2002]. URL disponible en:
<http://www.efdeportes.com/efd49/movil.htm>
- Cometti G. Los métodos modernos de musculación. Barcelona: Paidotribo; 2001.
- Contreras O. Didáctica de la educación física. Un enfoque constructivista. Barcelona: Inde; 1998.
- Corbin (1980). En: Ruiz LM. Desarrollo motor y actividades físicas. Madrid: Gymnos; 1994.

- Corbin CB, Noble L. Flexibility: a mayor component of physical fitness. *The journal of physical education and recreation* 1980; 51 (6): 23-24.
- Cornelius W, Hinson M. The relationship between isometric contractions of hip extensors and subsequent flexibility in males. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1980; 20 (1): 75-80.
- Cotton RT. *Aerobic instructor manual*. U.S.A.: American Council on Exercise; 1993.
- Cuillo JV, Zarins B. Biomechanics of the musculotendinous unit: relation to athletic performance and injury. *Clin Sports Medicine* 1983; 2:71-86.
- Cummings GS. Comparison of muscle to other soft tissue in limiting elbow extension. *J Orthop Sports Phys Ther* 1984; 5 (4): 170-174.
- Cureton (1944). En: García JM, Navarro M, Ruiz JA. Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física. Madrid: Gymnos; 1996.
- Dassel H, Haag H. *El circuit training en la escuela*. Buenos Aires: Kapelus; 1975.
- Dauty M, Hamon D, Danion H, Maugars Y, Potiron-Josse M, Ginet J. Correlation de la detente verticale avec la souplesse et la force des quadriceps et ischiojambiers. *Sci Sports* 1999; 14(2): 71-76.
- Davidoff DA. Skeletal muscle tone and the misunderstood stretch reflex. *Neurology* 1992; 42: 951-963.
- De Castro S. *Manual de patología general*. Barcelona: Masson; 1999.
- De Deyne P. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Physical Therapy* 2001; 81 (2): 819-827.
- Delorme T, Watkins A. Technique of progressive resistance exercise. *Archiv Phys Med Rehabil* 1948; 29: 263-273.
- Denys-Struyf G. *El manual del mezierista*. Barcelona: Paidotribo; 2000.
- Devís J (coord). *Actividad física, deporte y salud*. Barcelona: Inde; 2000.

- Devís J, Peiró C. Nuevas perspectivas curriculares en educación física: la salud y los juegos modificados. Barcelona: Inde; 1992.
- Devís, J. Educación física, deporte y currículum. Madrid: Visor; 1996.
- Diccionario de la Real Academia Española. Madrid: Espasa Calpe; 1992.
- Docherty D, Bell RD. The relationship between flexibility and linearity measures in boys and girls 6-15 years of age. *Journal of human movement studies* 1985; 11(5): 279-288.
- Docherty D, Bell RD. The relationship between flexibility and linearity measures in boys and girls 6-15 years of age. *Journal of human movement studies* 1985; 11(5): 279-288.
- Durrnin JV, Wormersley J. En: García L, Sierra JL. Nutrición y composición corporal. 2001. [fecha de acceso 15 de octubre de 2002]. URL disponible en:
<http://nutriserver.com/>
- Eisberg RM, Lorner L. Física: fundamentos y aplicación. Madrid: Mccraw-hill; 1984.
- Eisingback T, Klümper A, Biedermann. Fisioterapia y rehabilitación en el deporte. Barcelona: Scriba; 1988.
- Elliot, J. et al. Investigación-acción en el aula. Valencia: Generalitat Valenciana; 1988.
- Elliot, J. Investigación-acción en educación. Madrid: Morata; 1984.
- Eppley B. Poundage chart. Lincoln EN: Boyd Epley Workout; 1985.
- Esnault M, Viel E. Stretching (estiramientos miotendinosos). Automantenimiento muscular y articular. Barcelona: Masson; 1999.
- Esnault M. Estiramientos analíticos en fisioterapia activa. Barcelona: Masson; 1996.
- Esnault M. Stretching. Ecole de cadres "bois-larris"; 1985.

Esper PA. El entrenamiento de la flexibilidad muscular en las divisiones formativas de baloncesto. *Lecturas Educación Física y Deportes* 2000 Julio 23 (5) [fecha de acceso 29 de abril de 2002]. URL disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd23a/flexib.htm>

Ettema GJ, Huijing PA Skeletal muscle stiffness in static and dynamic contractions. *J Biomech* 1994; 24: 1361-1368.

Eyzaguirre C. *Fisiología del sistema nervioso*. Buenos Aires: Panamericana; 1977.

Falize J. Flexibilidad articular y capacidad motriz. *Wychowanie fizyczne i Sport* (Madrid) 1960; 4: .90/68).

Fartel VS. *La regulación de los movimientos en el deporte*. Moscú: Fizcultura y Sport; 1975.

Fawcett MD. *Histología*. Madrid: Interamericana-Mc Craw-Hill; 1987.

Feland J, Myrer J, Schulthies S, Fellingham G, Meason G. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther* 2001; 81(5): 1110-1117.

Forteza A. Las direcciones del entrenamiento deportivo. *Lecturas: Educación Física y Deportes* 1999; 3(17). [fecha de acceso 27 de febrero de 2003]. URL disponible en: <http://www.efdeportes.com/ef17/forteza.htm>

Fox E. *Sports Physiology*. Nueva York: College Publishing; 1984.

Gajdosik R. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991; 14(6): 250-255.

García M, Leibar X. *Entrenamiento de la resistencia de los corredores de fondo y medio fondo*. Madrid: Gymnos; 1997.

García J. *Deportes de equipo*. Barcelona: Inde; 2000.

García JM, Navarro M, Ruiz JA. *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos; 1996.

- García JM, Navarro M, Ruiz JA. Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física. Madrid: Gymnos; 1996.
- Garfield D. Toward understanding of human performance. Nueva York: Mouvement Publications; 1980.
- Genot C, Neiger H, Leroy A. et al. Kinesithérapie Principes. Tome I. Paris: Flammarion; 1983.
- Giancoli DC. Física: principios y aplicaciones. Barcelona: Reverté; 1985.
- Giraldes M. Metodología de la educación física. Buenos Aires: Stadium; 1976.
- Godges H, MacRae H, Longdon C. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. J Orthop Sports Phys Ther 1989; 10: 350-357.
- González J. Introducción a la física y biofísica. Madrid: Alhambra; 1975.
- Granit (1962). En Alter M J. Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Grosser M, Starischka S, Zimmermann E. Principios del entrenamiento deportivo. Teoría y práctica en todas las especialidades deportivas. Barcelona: Martinez Roca; 1988.
- Grosser M, Starischka S. Test de la condición física. Barcelona: Martinez Roca; 1988.
- Guyton A. Tratado de fisiología médica. Madrid: Interamericana McGraw-Hill; 1988.
- Haines DE. Principios de neurociencia. USA: Elsevier Science; 2003.
- Halsbertsma JP, Van Bolhuis AI, Goeken LN. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. Arch Phys Med Rehabil 1996; 77: 688-692.
- Halsbertsma JP, Goëken LN. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 976-981.

- Ham AW. Tratado de histología. Madrid: Interamericana; 1977.
- Handel M, Horstmann T, Dickhuth H, Gülch R. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *Eur J Appl Physiol* 1997; 76: 400-408.
- Harre D. Teoría del entrenamiento deportivo. Buenos Aires: Stadium; 1987.
- Harris ML. A factor analytic study of flexibility. *Research Quarterly* 1968: 40-62.
- Hatfield FC. Learning to stretch for strength and safety. *Muscle fitness* 1982; 43(12): 193-194.
- Hebbling. En: Barbany JR, Buendía C, Funollet F, Hernández J, Porta J. Programas y contenidos de la educación físico deportiva en BUP y FP. Barcelona: Paidotribo; 1988.
- Hegedüs J. Teoría general y especial del entrenamiento deportivo. Buenos Aires: Stadium; 1973.
- Hernández JL, Manchón JI. Gimnástica. Madrid: UNED; 1981.
- Hill DK (1968) En: Perelló I, Ruiz F, Ruiz A, Caus N. Educación física. Temario para la preparación de oposiciones. Vol II. Sevilla: MAD; 2002.
- Holland GJ. The physiology of flexibility: a review. *Kinesiology. A.A.H.P.E.R.* 1968 ; 49.
- Hollmann W, Hettinger T. Spotmedizin arbeits und traingsgrundlagen. Stuttgart: Schattauer Verlag; 1980.
- Holt L, Pelham T, Campagna P. Hemodynamics during a serie of machine-aided and intensity-controlled proprioceptive neuromuscular facilitations. *Canadian Journal of Applied Physilogy* 1995; 20 (4): 407-416.
- Horowits R et al. A fisiological role for titin and nebulin in skeletal muscle. *Nature* 1986; 323: 160-166.
- Hurton V. La flexibilidad y su lugar en la preparación de atletas. Tréner 1971; 15 (6). Traducción departamento documentación INEF. Madrid.

Iakovlev. En: Esper PA. El entrenamiento de la flexibilidad muscular en las divisiones formativas de baloncesto. Lecturas Educación Física y Deportes 2000 Julio 23 (5). [fecha de acceso 29 de abril de 2002]. URL disponible en:

<http://www.efdeportes.com/efd23a/flexib.htm>

Ibañez A. Torrebadella J. 1004 ejercicios de flexibilidad. Barcelona: Paidotribo; 1984.

International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts submitted to Biomedical Journals. Ann Intern Med. 1997; 126:36-47. [fecha de acceso 12 de marzo de 2003]. URL disponible en:

<http://www.icmje.org/index.html/>

Jacobson E. Progressive relaxation. Midway Reprint: The University of Chicago Press; 1974.

Jarrod LF. La hiperextensión de rodilla en natación sincronizada. Comunicaciones técnicas 1998; 1: 39-42.

Jenkins V. Stretching to shorten the injury list. Athletic Journal 1976; 56: 58-59.

Jonath U. Entrenamiento en circuito. Buenos Aires: Paidós; 1972.

Jou D. Llebot JE. Pérez C. Física para ciencias de la vida. Madrid: McGraw-Hill; 1989.

Kemmis, S y McTaggart, R. Cómo planificar la investigación-acción. Leartes; 1988.

Kisner C. Colby I. A. Therapeutic exercise: foundations and techniques. Filadelfia: Davis; 1985.

Klemp P. Learmonth ID. Hypermobility and injuries in a professional ballet company. British journal of sport medicine 1984; 18(3): 143-148.

Krahenbuhl GS, Marten SL. Adolescent body size and flexibility. Research quarterly 1977; 48 (4): 797-799.

Laborit H. Les recepteurs centraux et la transduction de signaux. Paris: Masson; 1990.

- Laget P. Biología y fisiología de los elementos nerviosos. Barcelona: Toray-Masson; 1976.
- Lamb D. Fisiología del ejercicio. Adaptaciones y respuestas. Madrid: Pila Teleña; 1985.
- Langlade A, Langlade N. Teoría general de la gimnasia. Buenos Aires: Stadium; 1970.
- Laskowski W. Biofísica: una introducción para biólogos. Barcelona: Omega; 1976.
- Laubach IC, McConville JT. Muscle streng, flexibility and body size of adults males. Research quaterly 1966; 37: 384-392.
- Leatt P, Shephard R, Plyley MJ. Specific muscular development in under-18 soccer players. J Sports Sci 1987; summer: 165-175.
- Le Boulch J. La educación por el movimiento. Madrid: Gymnos; 1981.
- Leighton JR. The Leighon flexometer and flexibility test. Journal Assoc Physical and Mental Rehabilitation 1966; 20 (3): 86-93.
- Leiva C, Castro R. El calentamiento para la actividad físico-deportiva. . Lecturas Educación Física y Deportes 2001 mayo 36 (7) [fecha de acceso 11 de julio de 2002]. URL disponible en:
<http://www.efdeportes.com/efd36/calent.htm>
- Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y financiamiento de la reforma educativa (Boletín Oficial del Estado de 6-8-1970).
- Ley 10/1990, de 15 de octubre, del Deporte.(Boletín Oficial del Estado, número 249, de 17-10-1990)
- Ley 25/1990, de 20 de diciembre, del Medicamento.(Boletín Oficial del Estado, número 306, de 22-12-1990)
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. (Boletín Oficial del Estado, número 238, de 04-10-1990).
- Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación. (Boletín Oficial del Estado, número 307, de 24-12-2002)

Li Y, McClure P, Pratt. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther* 1996; 76(8): 836-849.

Light K, Nizik S, Personius W, Borstrom A. A low-loading prolonged stretch versus high-low brief stretch in treating knee contractures. *Phys Ther* 1984; 64 (3): 330-333.

López PA. Ejercicios desaconsejados en la actividad física. Barcelona: Inde; 2000.

Lorenzo A. Adecuación de la preparación física en el entrenamiento técnico-táctico en baloncesto. *Lecturas: Educación Física y Deportes* 1998; 3 (12). [fecha de acceso 27 de febrero de 2003]. URL disponible en: <http://www.efdeportes.com/ef12/acalvo.htm/>

Luttgens, Wells. *Kinesiología. Bases científicas del movimiento humano*. Madrid: Pila Teleña; 1982.

Maffuli N, King JB, Helms P. Training in elite young athletes (the training of young athletes study: injuries, flexibility and isometric strength). *Brithis journal of sports medicine* 1994; 28(2): 123-136.

Maigne JY. *El dolor de espalda*. Barcelona: Paidotribo; 1995.

Maillet M. *Histología e histofisiología humanas*. Madrid: Ac; 1985.

Mandel A. *Le medicine, l'enfant et le sport*. París: Vigot, 1984.

Manno R. *Fundamentos del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo; 1991.

Martin (1978). En: Ramos L, García j, García L, Pascual C, Campos JF. *El deporte en la infancia y la juventud*. Valencia: Generalitat Valenciana; 1984.

Martínez EJ. Aproximación epistemológica aplicada a conceptos relacionados con la condición y habilidades físicas. *Rev. int. med. cienc. act.fis.deporte* 2002 (8). [fecha de acceso 12 de marzo de 2003]. URL disponible en: <http://edeporte.rediris.es/revista/revista8/epistemología.html>

Martínez EJ. La flexibilidad. Pruebas aplicables a la educación secundaria. Grado de utilización del profesorado. Lecturas: Educación Física y Deportes 2003 58 (8) [fecha de acceso 1 de julio de 2003]. URL disponible en:

<http://www.efdeportes.com/efd58/flex.htm>

Martínez EJ, Zagalaz ML, Linares D. Las pruebas de aptitud física en la evaluación de la Educación física de la Eso. Apunts 2003; 71: 61-77.

Martínez V. Educación física. 1º bachillerato. Barcelona: Paidotribo; 1999.

Martínez V. La educación física en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Paidotribo; 1984.

Matthews G. Fisiología celular del nervio y el músculo. Madrid: Interamericana; (1989 (1999?))

Matveiev L. El proceso de entrenamiento. Buenos Aires: Stadium; 1982.

Matveiev L. Fundamentos de entrenamiento deportivo. URSS: Ráduga; 1983.

Mc Gregor S. The exercise Challenge. Loughborough: Loughborough University Press; 1988.

Mc Hugh P, Magnusson P, Gleim W, Nicholas A. Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. Med Sci Sports Exerc 1992; 24: 1375-1382.

McHugh P, Kremenich J, Fox B, Gleim W. The role of mechanical and neural restraints to joint range of motion during passive stretch. Med Sci Sports Exerc 1998: 928-931.

McKernan, J. Investigación-acción y curriculum. Madrid: Morata; 2000.

Meinel K, Schnabel g. Teoría del movimiento. Motricidad deportiva. Buenos Aires: Stadium; 1978.

Mezquita C. Nociones de físico-química aplicadas a la biología. Barcelona: Omega; 1973.

Moeller M, Ekstrand J, Oeberg B, Gillquist J. Duration of stretching on range of motion in lower extremities. Arch Phys Med Rehabil 1985; 66(3): 171-173.

- Moore K. Anatomía con orientación clínica. Madrid: Panamericana; 1993.
- Moore MA, Hurtton RS. Electromyographic investigation of muscle Stretching techniques. *Medicine and science in sports and exercise* 1980; 12(5): 322-329.
- Mora J. Las capacidades físicas o bases del rendimiento motor. Cádiz: Diputación provincial de Cádiz; 1989.
- Moreno JA, Rodríguez PL. Contenidos teóricos en educación física. Murcia: Diego Marín; 1995.
- Morin G. Fisiología del sistema nervioso central. Barcelona: Toray Masson; 1974.
- Neiger H, Gosselin P. Estiramientos analíticos manuales . Técnicas pasivas. Madrid: Panamericana; 1998.
- Netter FH. Sistema musculoesquelético. Barcelona: Masson-salvat; 1998.
- Netter FH. Sistema nervioso: anatomía y fisiología. Barcelona: Salvat; 1991.
- Norris C. Entrenamiento abdominal. Madrid: Tutor; 1999.
- Norris CM. La flexibilidad. Principios y práctica. Barcelona: Paidotribo; 1996.
- Novack CH. Sistema nervioso humano: fundamentos de neurobiología. México: Mcgraw-Hill; 1981.
- Ordax G. Estiramientos. *El Peu* 2001; 21(2):175-180. [fecha de acceso 10 de noviembre de 2002]. URL disponible en:
http://www.nexusediciones.com/pdf/peu2001_4/pe-21-4-004.pdf
- Ozolin NG. Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo. La Habana: Científico Técnica; 1998.
- Pascual I, Bené A, Quílez J, Cucullo JM, Gimeno F. Manual del técnico deportivo. Zaragoza: Mira; 1997.
- Perelló I, Ruiz F, Ruiz A, Caus N. Educación física. Temario para la preparación de oposiciones. Vol II. Sevilla: MAD; 2002.

- Pérez C. Técnicas estadísticas con SPSS. Madrid: Pearson Educación; 2002.
- Pérez VJ. Revisión biomecánica: ejercicios contraindicados y alternativos en Educación Física. *Revista de Educación Física* 1995; 61: 19-25.
- Platonov V. La adaptación en el deporte. Barcelona: Paidotribo; 1991.
- Porta J et al. Programas y contenidos de la educación física en BUP y FP. Barcelona: Paidotribo; 1981.
- Prat JA et al. Bateria Eurofit. Población catalana. Documento científico. Barcelona: Generalitat de catalunya; 1986.
- Ramos I, Campos J, Pascual C. El deporte en la infancia y la juventud. Valencia: Generalitat Valenciana; 1985.
- Rasch, Burke. Kinesiología y anatomía aplicada. Buenos Aires: El Ateneo; 1980.
- RD 1913/1997, de 19 de diciembre, por el que se configuran como enseñanzas de régimen especial las conducentes a la obtención de titulaciones de técnicos deportivos, se aprueban las directrices generales de los títulos y de las correspondientes enseñanzas mínimas. (Boletín Oficial del Estado número 20, de 04-10-1990).
- RD 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. (Boletín Oficial del Estado, número 14, de 16-01-2001).
- RD 3474/2000, de 29 de diciembre, por el que se establecen la estructura y las enseñanzas mínimas del bachillerato. (Boletín Oficial del Estado, número 14, de 16-01-2001).
- Renson (1979). En: García JM, Navarro M, Ruiz JA. Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física. Madrid: Gymnos; 1996.
- Richardson IW. Physics for biology and medicine. London: Wiley-Interscience; 1972.

- Roberts JM, Wilson K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British journal of sports medicine* 1999; 33 (4): 259-263.
- Rodríguez PL, Moreno JA. Justificación de la continuidad en el trabajo de estiramiento muscular para la consecución de mejoras en los índices de amplitud articular. *Apuntes Educación Física y Deportes* 1997; 48: 54-61.
- Ruiz F, Ruiz A, Perelló I, Caus N. Educación física. Temario para la preparación de oposiciones. Vol III. Sevilla: MAD; 2002.
- Ruiz LM. Deporte y aprendizaje. Madrid: Visor; 1994.
- Ruiz LM. Desarrollo motor y actividades físicas. Madrid: Gymnos; 1994.
- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch phys med rehabil* 1982; 63: 261-263.
- Sánchez J, Igual C, Perelló I, López L, Sarti MA, Villaplana L. Flexión de tronco tras estiramientos de la región posterior del muslo. *Fisioterapia* 2002; 5 (2): 24-28.
- Sánchez J, Perelló I, Sarti MA, Valls M, Soriano FJ, Alvarez R. Estiramientos de la región posterior del muslo y flexión del tronco. 1er Congreso sobre la actividad física y el deporte en la universidad. Valencia: Universitat de València; 1999.
- Sapega A, Quedenfeld T, Moyer R, Butler R. Biophysical factors in range-of-motion exercise. *The Physician and Sports Medicine* 1981; 9: 57-65.
- Schmidtbleicher D. Training for power events. Komi strength and power in sport 1992: 381-395.
- Schmitt G, Pelham T, Holt L. A comparison of protocols during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Clinical kinesiology* 1999; 53(1): 16-21.
- Schneider W, Spring H, Tritschler T, Kunz HR; Unold E, Villiger B, Egger K, Lerch R, Probst H. Fitness. Movilidad-fuerza-resistencia. Barcelona: Scriba; 1993.

Schultz J. El entrenamiento autógeno. Autorrelajación concentrativa. Madrid: Científico Médica; 1969.

Sechenov. En: Esper PA. El entrenamiento de la flexibilidad muscular en las divisiones formativas de baloncesto. Lecturas Educación Física y Deportes 2000 Julio 23 (5). [fecha de acceso 29 de abril de 2002]. URL disponible en:

<http://www.efdeportes.com/efd23a/flexib.htm>

Seirul lo F. Preparación física aplicada ós deportes colectivos: Balonmán. Santiago: Lea; 1994.

Serway RA. Física. México: Nueva editorial interamericana; 1987.

Sermiev. En Esper PA. El entrenamiento de la flexibilidad muscular en las divisiones formativas de baloncesto. Lecturas Educación Física y Deportes 2000 Julio 23 (5). [fecha de acceso 29 de abril de 2003]. URL disponible en:

<http://www.efdeportes.com/efd23a/flexib.htm>

Sherrington (1906). En: Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Facilitación neuromuscular propioceptiva. Buenos Aires: Panamericana; 1987.

Shyne K, Richard MD. To stretch or not to stretch.? The physician and sport medicine 1982; 10 (9): 137-140.

Smith C. The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. J Orthop Sports Phys Ther 1994; 19: 12-17.

Sölveborn S. Stretching. Barcelona: Martínez Roca; 1984.

Souchard Ph. Reeducción postural global, método del campo cerrado. Bilbao: Instituto de terapias globales.

Souchard Ph. Stretching global activo (de la perfección muscular a los resultados deportivos.) Barcelona: Paidotribo; 2000.

Souchard Ph. Stretching global activo. Tomo II. Barcelona: Paidotribo; 2002.

Spring H. Stretching. Ejercicios gimnásticos de extensibilidad y fortalecimiento. Barcelona: Hispano-Europea;1988.

- Stamfort J. Flexibility and stretching. *The Physician and sports medicine* 1984; 12(2): 171.
- Steffen TM, Mollinger LA. Low-load, prolonged stretch in the treatment of knee flexion contractures in nursing home residents. *Phys Ther* 1995; 75: 886-897.
- Stenhouse L. *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata 1984.
- Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24: 1383-1389.
- Tardieu. En: Esnault M. *Stretching*. Ecole de cadres "bois-larris"; 1985.
- Taylor D, Dalton J, Seaber A, Garret W. Viscoelastic properties of muscle-tendon units: the biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med* 1990; 18: 300-309.
- Testud L, Latarjet A. *Compendio de anatomía descriptiva*. Barcelona: Salvat; 1983.
- Topalián (1953). En: Esper PA. El entrenamiento de la flexibilidad muscular en las divisiones formativas de baloncesto. *Lecturas Educación Física y Deportes* 2000 Julio 23 (5). [fecha de acceso 29 de abril de 2002]. URL disponible en:
<http://www.efdeportes.com/efd23a/flexib.htm>
- Tripton (1976). En: Walter J, Figoni S, Andres F, Brown E. Training intensity and duration in flexibility. *Clinical Kinesiology* 1996; 50(2): 40-45.
- Vetter RE. *Effects of a partering class on dancers' muscular strength, flexibility, and body composition*. Oregon: Microform Publications, University of Oregon; 2000.
- Vežnar (1963). En: Alter M J. *Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios*. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Viel E. *El método Kabat: Facilitación Neuromuscular Propioceptiva*. Barcelona: Masson; 1989.

- Voss D, Ionta M, Myers, B. Facilitación neuromuscular propioceptiva. Patrones y técnicas. Buenos Aires: Panamericana; 1987.
- Walker JM. Development, maturation and aging of human joints: a review. *Physioterapy Canada* 1981; 33 (3): 153-160.
- Walker R. Métodos de investigación para el profesorado. Madrid: Morata; 1989.
- Walter J, Figoni S, Andres F, Brown E. Training intensity and duration in flexibility. *Clinical Kinesiology* 1996; 50(2): 40-45.
- Webright W, Randolph B, Perrin D. Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Phys Ther* 1997; 26 (1): 7-13.
- Weineck J. Entrenamiento óptimo. Barcelona: Hispano Europea; 1988.
- Wheater PR, Burkitt, HG, Daniel VG. Histología funcional. Barcelona: Jims; 1984.
- Williams P, Warwick R. Gray anatomía. Madrid: Alhambra Logman; 1992.
- Williford H, East J, Smith F, Burry L. Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. *Am J Sports Med* 1986; 14: 316-319.
- Wilmore J, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Wilmoth SK. Leading aerobic dance exercise. Illinois: Human Kinetics; 1986.
- Wilson G, Elliot B, Wood B. Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24: 116-123.
- Wydra G. Muskeldehnung aktueller stand der forschung. *Dtsch Z Sportmed* 1993; 44: 104-111.
- Xhardez Y. Vademecun de kinesioterapia y de reeducación funcional. Buenos Aires: El ateneo; 1988.

Yucra J. Algunas consideraciones para la utilización de las baterías de test de la condición física. E F deportes 2001 Jul 7 (38) [fecha de acceso 16 de noviembre de 2001]. URL disponible en:
<http://www.efdeportes.com/efd38/test.htm>

Zachezewski JE. Improving flexibility. Phy Ther 1989; 698-699.

Zarins B. Soft tissue injury and repair-biomechanical aspects. International journal of sports medicine 1982; 3: 9-11.

ANEXOS



ANEXO I

Departamento de Fisioterapia

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO

D./D^a. _____, mayor de edad y con DNI _____, **participa** voluntariamente en el programa de investigación sobre estiramientos del miembro inferior, adscrito al Departamento de Fisioterapia de la Universitat de València, realizado por D^a Inmaculada Perelló Talens y dirigido por el Dr. José Sánchez Frutos.

Ha sido informado de los aspectos metodológicos, protocolarios y temporalización del estudio, en todo aquello que concierne a los sujetos de investigación, y se **compromete** a seguir rigurosamente las pautas de dicho programa.

Los investigadores de este programa le garantizan la total confidencialidad de los datos obtenidos en el citado programa de investigación.

Valencia, ____ de _____ de 2002

Fdo.:

Basado en la Ley de Ensayos Clínicos (Ley 25/1990, de 20 de diciembre)

*Departamento de Fisioterapia. Universitat de València. C/ Guardia Civil N° 23. 46020 Valencia.
Tel: 96 398 38 53/54 Fax: 96 398 38 52*



ANEXO II

Departamento de Fisioterapia

FORMULARIO DE COLABORACIÓN

D^a _____, Licenciada en Educación Física, con DNI _____, participa voluntariamente (en calidad de colaboradora) en el programa de investigación sobre estiramientos del miembro inferior, adscrito al Departamento de Fisioterapia de la Universitat de València, realizado por D^a Inmaculada Perelló Talens y dirigido por el Dr. José Sánchez Frutos.

Ha sido informada detalladamente de los aspectos metodológicos, protocolarios y temporalización del estudio, y se compromete a seguir rigurosamente las pautas de dicho programa.

Los investigadores de este programa le garantizan la total confidencialidad de los datos obtenidos en el citado programa de investigación.

Valencia, ____ de _____ de 2002

Fdo:

**DOSSIER
COLABORADORAS**

**ESTUDIO SOBRE ESTIRAMIENTOS
DE MIEMBRO INFERIOR**

Imma Perelló Talens

PROTOCOLO

Se establecen 3 grupos: grupo 1, grupo 2 y grupo control:

GRUPO 1:

Realizará los estiramientos según la técnica de Anderson, consta de 2 fases: estiramiento fácil y estiramiento evolucionado.

- Total tiempo de estiramiento: 17 seg.

GRUPO 2:

Realizará los estiramientos según la técnica de Sölveborn, consta de 3 fases:

- Contracción isométrica del músculo a estirar: 5 seg.
- Relajación: 2 seg.
- Estiramiento: 10 seg

Por lo tanto cada ejercicio de estiramiento tendrá una duración de 17 seg.

GRUPO CONTROL:

No realizará **ningún** tipo de estiramientos

Durante el tiempo de realización del programa estarán haciendo cualquier otro tipo de actividad excepto estiramientos.

PROGRAMA DE ESTIRAMIENTOS:

Consta de 4 ejercicios para ambos grupos (G1 y G2), en ambos grupos los estiramientos son los mismos, cambia la técnica de realización.

Los estiramientos se realizan en los siguientes músculos: cuádriceps, isquiotibioperoneos, aductores y tríceps sural (se realizarán 3 repeticiones de cada ejercicio).

El **orden** de realización es el siguiente:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1º cuádriceps derecho, | 2º cuádriceps izquierdo |
| 3º isquiotibioperoneos derecho, | 4º isquiotibioperoneos izquierdo |
| 5º aductores (ambos a la vez), | 6º tríceps sural (ambos a la vez) |

Se realizarán **2 series**, de forma que el programa completo será:

1º cuádriceps derecho,	2º cuádriceps izquierdo
3º isquiotibioperoneos derecho,	4º isquiotibioperoneos
5º aductores (ambos a la vez),	6º tríceps sural (ambos a la vez),
7ª cuádriceps derecho,	8º cuádriceps izquierdo
9º isquiotibioperoneos derecho,	10º isquiotibioperoneos izquierdo
11º aductores (ambos a la vez),	12º tríceps sural (ambos a la vez),

Duración: el programa tendrá una duración de:

6 ejercicios. x 3 repeticiones. x 2 series x 17 seg. = 10 min. 12 seg.

con lo cual para su aplicación destinaremos unos 15 min. aproximadamente, incluidos en este margen el tiempo necesario para la organización del grupo y cambios de posiciones o desplazamientos.

Nota: Este programa de estiramientos formará parte del calentamiento dentro de la sesión práctica de los siguientes módulos: actividades físico-deportiva individuales y fundamentos biológicos en 1º AAFAD, actividades físico-deportivas de equipo en 2º AAFAD antes de empezar con la sesión práctica que se vaya a realizar. Para la realización del mismo es necesario el uso de cronómetro digital (Casio HS-5).

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTIRAMIENTOS:

ESTIRAMIENTO DE CUADRICEPS:

Posición de partida: bipedestación. Realización alternativa

La pierna que no realiza el estiramiento apoyada en el suelo. Cadera en posición neutra, por lo tanto pie apoyado en el suelo en posición anatómica.

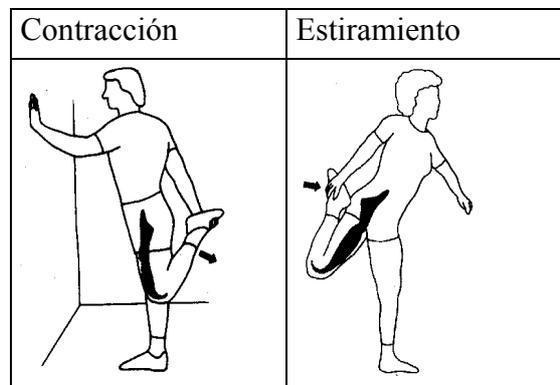
Pierna que realiza el estiramiento. Flexionar rodilla y coger el pie, colocando los dedos en la cara dorsal del mismo y en su 1/3 medio. La mano que coge el pie es la homolateral. En los problemas de equilibrio se permite el apoyo de la otra mano en la espaldera, compañero, barandilla o mesa.

Ambas caderas a 0° de abducción y de flexión. Tronco recto, no hay inclinación

Anderson: solo estiramiento

Sölveborn:

- 1° el pie empuja contra la mano, realizando el cuadriceps una contracción isométrica, como si quisiéramos extender la rodilla,
- 2° relajación,
- 3° estiramiento: la mano ayuda a la flexión de rodilla y la pelvis realiza una retroversión.



ESTIRAMIENTOS DE ISQUIOTIBIOPERONEOS:

Posición de partida: bipedestación.

Realización alternativa

La pierna que no realiza el estiramiento apoyada en el suelo. Cadera: posición neutra, pie recto mirando adelante.

Pierna que realiza el estiramiento se eleva 50 cm. aproximadamente y se apoya en la barandilla, el pie permanece en posición neutra, y la en cadera no hay rotación. Las manos no presionan la rodilla

Ambas caderas están a 0° de abducción y no hay una adelantada respecto a la otra.

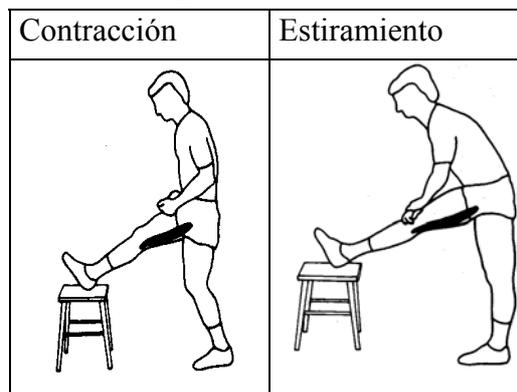
Anderson: solo estiramiento.

Sölveborn:

1º contracción: empujar con el talón hacia abajo

2º relajación

3º estiramiento: flexión dorsal del pie a la vez que intentamos traccionar desde el isquión hacia atrás.



ESTIRAMIENTO DE ADUCTORES

Posición de partida: sedestación

Realización: simultánea

Sentados en el suelo con apoyo en los isquiones. Realizar abducción de caderas y colocar los codos o brazos en la cara interna de la rodilla (tercio inferior de muslo, más o menos)

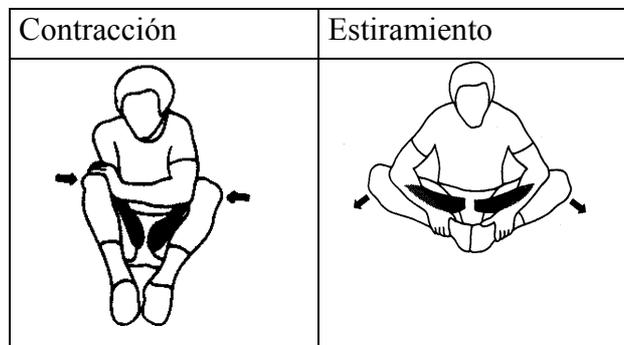
Anderson: solo estiramiento.

Sölveborn:

1º contracción: presionar con las rodillas a los brazos, de forma que realizamos contracción isométrica de cuádriceps

2º relajación

3º estiramiento: Conseguir la máxima abducción de ambas caderas.



ESTIRAMIENTO DE GEMELOS Y SÓLEO

Posición de partida: bipedestación

Realización: simultánea

Cuerpo en posición anatómica

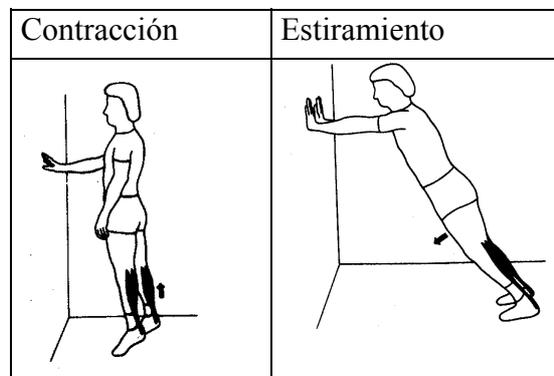
Anderson: solo estiramiento.

Sölveborn:

1º contracción: elevación del ambos talones a la vez, de forma que apoya en el suelo el 1/3 distal del pie, quien necesite mantener el equilibrio se puede apoyar ligeramente en la pared.

2º relajación: apoyar talones en el suelo

3º estiramiento: inclinar el tronco hacia delante, sin elevar los talones del suelo.



ANEXO IV

CALENTAMIENTO PREVIO A LOS TEST

1. Trote durante 4'
2. Media sentadilla 2 x 10, con la carga del propio peso.
Mantener la posición de media sentadilla durante 3"
3. Tonificación de gemelos 2 x 10, con la carga del propio peso. Mantener la contracción isométrica durante 3"
4. Multisaltos en el sitio: elevar rodillas al pecho de forma simultánea. 2 x10.
5. Estiramientos: 2 repeticiones de cada uno de los ejercicios del programa de estiramientos.

Duración aproximada: 12'

ANEXO V

ENCUESTA

1. ¿Utilizas habitualmente los estiramientos en tu programa de actividades físico-deportivas?
 - a) siempre
 - b) con mucha frecuencia
 - c) raramente
 - d) nunca

2. ¿Cuándo realizas estiramientos?
 - a) en el calentamiento
 - b) como parte del entrenamiento específico
 - c) en la vuelta a la calma
 - d) nunca

3. En cada sesión de trabajo ¿cuanto tiempo dedicas a la flexibilidad?
 - a) más de 10 min.
 - b) de 5 a 10 min.
 - c) menos de 5 min.
 - d) no realizo estiramientos

4. ¿Cuántos métodos de estiramientos conoces?
 - a) más de 2
 - b) 2
 - c) 1
 - d) ninguna

5. En tu trabajo de flexibilidad, ¿hay variación en los estiramientos que realizas?
 - a) siempre hago los mismos, por comodidad
 - b) siempre hago los mismos, no conozco más
 - c) varío los ejercicios de estiramiento

6. Dedicas más tiempo a los estiramientos:
 - a) de miembro superior y tronco
 - b) de miembro inferior
 - c) igual

7. ¿Crees que es importante el trabajo de la flexibilidad?
 - a) sí, para mejorar el rendimiento deportivo
 - b) sí, aunque no contribuye a la mejora del rendimiento deportivo
 - c) no, no sirve para nada

8. Con respecto a tu forma física general ¿Cómo te encuentras ahora comparándote con hace un mes?
 - a) mejor, tengo mejor condición física.
 - b) igual
 - c) peor, estoy cansado-a
 - d) peor, estoy lesionado-a

9. Grupo en el que has participado:
 - a) Anderson
 - b) Sölveborn
 - c) control

10. Sexo
 - a) hombre
 - b) mujer

11. La información proporcionada ha sido:
 - a) adecuada
 - b) escasa
 - c) insuficiente

12. La enseñanza de los ejercicios de estiramiento ha sido:
 - a) clara y adecuada
 - b) confusa
 - c) insuficiente

13. Valora de 1 a 5 tu predisposición en la realización del programa de estiramientos

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

14. A nivel personal, ¿esta experiencia te resulta positiva?

- a) sí
- b) no
- c) indiferente

15. ¿Has aprendido algo sobre los estiramientos?

- a) sí
- b) no

16. Valora de 1 a 5 el grado de bienestar que has sentido mientras realizabas los estiramientos:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

17. Si hubieras recibido algún incentivo económico por tu colaboración, tu implicación en el programa habría sido:

- a) mayor
- b) menor
- c) igual

18. ¿Crees que en este trabajo a este trabajo has conseguido? : (marca las opciones que consideres)

- a) mejor control de la postura en la realización de ejercicios
- b) peor control de la postura en la realización de ejercicios
- c) menor tensión general en la realización de los ejercicios
- d) peor tensión general en la realización de los ejercicios
- e) mejor localización del ejercicio
- f) peor localización del ejercicio

19. ¿Piensas que el haber participado en este programa de investigación cambiará tu actitud hacia los estiramientos?

- a) sí, les voy a conceder mayor importancia
- b) sí, les voy a conceder menor importancia
- c) no, continuaré utilizándolos de la misma manera

20. ¿Has tenido algún problema durante el programa?:

- a) sí
- b) no

21. Si la respuesta anterior ha sido afirmativa:

- a) rotura fibrilar
- b) contractura muscular
- c) sobrecarga muscular
- d) otra: _____

22. ¿Crees que a nivel general ha aumentado tu flexibilidad?

- a) sí
- b) no

23. ¿Piensas que ha mejorado tu fuerza en el miembro inferior?

- a) sí
- b) no

24. Horas diarias de práctica deportiva:

_____.

25. Especialidad deportiva que practicas con mayor frecuencia:

_____.

¿Quieres realizar algún comentario personal?

ANEXO VI

DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO

GRUPO: 1: Anderson; 2: Sölveborn; 3: Control.

SEXO: 0: Hombre; 1: Mujer.

UTILIZACIÓN: Utilizas habitualmente los estiramientos en tu programa de actividades físico-deportivas:

1: siempre; 2: con mucha frecuencia; 3: raramente; 4: nunca.

CUANDO: ¿Cuándo realizas estiramientos?

1: en el calentamiento; 2: como parte del entrenamiento específico; 3: en la vuelta a la calma; 4: nunca; 5: opciones 1+ 3.

TIEMPO: En cada sesión de trabajo ¿cuanto tiempo dedicas a la flexibilidad?:

1: más de 15 min.; 2: de 5 a 15 min.; 3: menos de 5 min.; 4: no realizo estiramientos.

TÉCNICAS: ¿Cuántas técnicas de estiramientos conoces?

1: más de 2; 2: 2; 3: 1; 4: ninguna.

VARIACIÓN: En tu trabajo de flexibilidad, ¿hay variación en los estiramientos que realizas?

1: siempre hago los mismos, por comodidad; 2: siempre hago los mismos, no conozco más; 3: varío los ejercicios de estiramiento.

MIEMBROS: Dedicas más tiempo a los estiramientos:

1: de miembro superior y tronco; 2: de miembro inferior; 3: igual.

IMPORTANCIA: ¿Crees que es importante el trabajo de la flexibilidad?

1: sí, para mejorar el rendimiento deportivo; 2: sí, aunque no contribuye a la mejora del rendimiento deportivo; 3: no, no sirve para nada.

FORMA FÍSICA: Con respecto a tu forma física general ¿Cómo te encuentras ahora comparándote con hace un mes?

1: mejor, tengo mejor condición física; **2:** igual; **3:** peor, estoy cansado-a; **4:** peor, estoy lesionado-a.

INFORMACIÓN: La información proporcionada ha sido:

1: adecuada; **2:** escasa; **3:** insuficiente.

ENSEÑANZA: La enseñanza de los ejercicios de estiramiento ha sido:

1: clara y adecuada; **2:** confusa; **3:** insuficiente.

PREDISPOSICIÓN: Valora de 1 a 5 tu predisposición en la realización del programa de estiramientos.

EXPERIENCIA: A nivel personal, ¿esta experiencia te resulta positiva?

1: sí; **2:** no; **3:** indiferente.

APRENDIDO: ¿Has aprendido algo sobre los estiramientos?

0: sí; **1:** no.

BIENESTAR: Valora de 1 a 5 el grado de bienestar que has sentido mientras realizabas los estiramientos:

INCENTIVO: Si hubieras recibido algún incentivo económico por tu colaboración, tu implicación en el programa habría sido:

1: mayor; **2:** menor; **3:** igual.

CONSEGUIDO: ¿Crees que en este trabajo a este trabajo has conseguido? : (marca las opciones que consideres)

1: mejor control de la postura en la realización de ejercicios; **2:** peor control de la postura en la realización de ejercicios; **3:** menor tensión general en la realización de los ejercicios; **4:** peor tensión general en la realización de los ejercicios; **5:** mejor localización del ejercicio; **6:** peor localización del ejercicio; **7:** opciones 1+ 3+ 5.

ACTITUD: ¿Piensas que el haber participado en este programa de investigación cambiará tu actitud hacia los estiramientos?

1: sí, les voy a conceder mayor importancia; **2:** sí, les voy a conceder menor importancia; **3:** no, continuaré utilizándolos de la misma manera.

PROBLEMA: ¿Has tenido algún problema durante el programa?:

0: sí; **1:** no.

CUAL: Si la respuesta anterior ha sido afirmativa:

1: rotura fibrilar; **2:** contractura muscular; **3:** sobrecarga muscular; **4:** malestar general; **5:** problemas personales.

FLEXIBILIDAD: ¿Crees que a nivel general ha aumentado tu flexibilidad?

0: sí; **1:**no.

FUERZA: ¿Piensas que ha mejorado tu fuerza en el miembro inferior?

0: sí; **1:** no.

HORAS DE PRÁCTICA: Horas diarias de práctica deportiva.

DEPORTE: Especialidad deportiva que practicas con mayor frecuencia:

1: deporte de equipo; **2:** deporte con implementos; **3:** natación;

4: deporte de lucha; **5:** deporte individual; **6:** ciclismo;

7: actividades en el medio natural

ANEXO VI

DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO																
DATOS ANTROPOMÉTRICOS								TEST DE CONDICIÓN FÍSICA								
NÚMERO	EDAD (años)	SEXO	GRUPO	TALLA (cm.)	PESO (Kg.)	% GRASA CORPORAL	IMC (Kg/m ²)	SALTO HORIZONTAL PREVIO (cm)	1RM PREVIO (Kg)	FLEXIÓN TRONCO PREVIO (cm)	SALTO HORIZONTAL POSTERIOR (cm)	1RM POSTERIOR (Kg.)	FLEXIÓN TRONCO POSTERIOR (cm)	SALTO HORIZONTAL COMPARACIÓN (cm)	1RM COMPARACIÓN (Kg)	FLEXIÓN TRONCO COMPARACIÓN (cm)
1	28	1	2	155	47,80	27,40	19,90	137	16,00	20,50	134	16,40	21,00	-3	0,40	0,50
2	22	0	2	169	63,80	10,80	22,30	225	31,48	3,00	237	38,38	3,00	12	6,89	0,00
3	20	1	2	168	67,60	31,70	24,00	187	17,99	3,20	188	21,19	4,00	1	3,20	0,80
4	20	1	2	166	54,90	26,60	19,90	190	16,00	23,00	197	17,19	24,00	7	1,20	1,00
5	21	1	2	165	56,40	29,20	20,70	158	13,60	6,00	152	17,59	9,50	-6	4,00	3,50
6	21	0	2	171	66,70	17,50	22,80	183	20,00	5,00	177	25,06	10,50	-6	5,06	5,50
7	22	1	3	163	56,00	24,70	21,20	180	17,99	7,00	190	18,79	6,00	10	0,80	-1,00
8	27	1	2	162	60,90	24,70	23,20	200	20,36	-11,50	196	20,36	-9,00	-4	0,00	2,50
9	27	1	1	167	66,50	26,00	23,80	148	17,59	10,50	141	22,39	12,50	-7	4,80	2,00
10	18	0	2	182	72,80	15,10	22,00	208	27,19	20,00	214	26,66	21,50	6	-0,53	1,50

NÚMERO	EDAD (años)	SEXO	GRUPO	TALLA (cm)	PESO (Kg)	% GRASA CORPORAL	IMC (Kg/m ²)	SALTO HORIZONTAL PREVIO (cm)	1RM PREVIO (Kg)	FLEXIÓN TRONCO PREVIO (cm)	SALTO HORIZONTAL POSTERIOR (cm)	1RM POSTERIOR (Kg)	FLEXIÓN TRONCO POSTERIOR (cm)	SALTO HORIZONTAL COMPARACIÓN (cm)	1RM COMPARACIÓN (Kg)	FLEXIÓN TRONCO COMPARACIÓN (cm)
11	22	1	1	163	62,30	32,80	23,40	151	20,79	5,50	152	21,19	8,30	1	0,40	2,80
12	20	1	1	154	50,50	28,50	21,30	178	19,99	-4,00	176	17,99	1,00	-3	-2,00	5,00
13	37	0	2	173	70,40	19,10	23,50	219	34,12	2,00	222	39,98	6,20	3	5,86	4,20
14	26	0	2	190	84,10	11,00	23,30	230	27,19	16,50	236	28,32	17,50	6	1,13	1,00
15	21	0	2	178	70,20	16,00	22,20	231	20,80	17,50	234	31,98	18,50	3	11,19	1,00
16	23	0	1	173	69,50	12,10	23,20	236	33,05	14,50	257	35,18	18,20	21	2,13	3,70
17	22	0	3	188	83,50	17,90	23,60	209	24,53	4,00	198	23,46	2,00	-11	-1,07	-2,00
18	22	1	1	167	48,60	21,00	17,40	165	15,20	0,00	163	16,80	2,00	-2	1,60	2,00
19	34	0	1	165	67,15	17,30	24,70	207	28,32	13,00	211	29,45	15,00	4	1,13	2,00
20	20	0	3	184	93,10	21,70	27,50	188	29,99	10,50	177	26,66	3,50	-11	-3,33	-7,00
21	20	0	1	172	77,00	20,30	26,00	232	44,31	1,50	230	46,64	4,00	-2	2,33	2,50
22	21	0	1	176	73,00	13,30	23,60	228	22,39	0,50	233	29,32	6,50	5	6,93	6,00
23	21	0	1	167	71,00	16,50	25,50	227	26,66	5,10	227	31,98	8,00	0	5,33	2,90
24	27	0	1	174	71,00	13,90	23,50	238	25,59	19,20	245	34,65	19,20	7	9,06	0,00

NÚMERO	EDAD (años)	SEXO	GRUPO	TALLA (cm)	PESO (Kg)	% GRASA CORPORAL	IMC (Kg/m ²)	SALTO HORIZONTAL PREVIO (cm)	1RM PREVIO (Kg)	FLEXIÓN TRONCO PREVIO (cm)	SALTO HORIZONTAL POSTERIOR (cm)	1RM POSTERIOR (Kg)	FLEXIÓN TRONCO POSTERIOR (cm)	SALTO HORIZONTAL COMPARACIÓN (cm)	1RM COMPARACIÓN (Kg)	FLEXIÓN TRONCO COMPARACIÓN (cm)
25	19	0	2	179	69,00	11,90	21,20	201	25,49	-18,50	210	28,32	-18,50	9	2,83	0,00
26	22	1	1	150	47,80	25,00	21,20	177	19,59	10,50	181	20,79	15,00	4	1,20	4,50
27	22	1	1	163	58,20	31,00	21,90	157	16,00	4,50	172	16,40	7,50	15	0,40	3,00
28	19	1	3	165	60,00	26,80	22,00	175	16,80	10,00	170	16,70	10,00	-5	-0,10	0,00
29	23	0	2	168	77,80	26,00	27,70	209	26,12	-4,50	212	33,05	-2,00	3	6,93	2,50
30	23	0	2	165	56,00	15,60	20,80	212	22,39	0,00	193	24,52	4,00	-19	2,13	4,00
31	20	0	2	180	92,60	25,40	28,60	213	49,03	0,50	210	69,28	4,00	-3	20,25	3,50
32	22	1	2	170	69,70	29,20	24,10	157	17,99	12,00	165	19,99	14,50	8	2,00	2,50
33	19	0	2	178	76,30	17,90	24,20	227	26,66	2,20	227	26,66	3,70	0	0,00	1,50
34	19	0	2	178	61,50	17,00	19,40	174	21,86	0,40	170	25,06	3,00	-4	3,20	2,60
35	21	0	2	179	70,30	16,20	22,10	229	39,98	8,00	232	42,64	11,00	3	2,66	3,00
36	38	0	2	172	66,50	22,80	22,50	194	32,52	0,50	215	27,19	9,10	21	-5,33	8,60
37	20	0	1	184	79,60	21,70	23,50	222	23,46	-10,00	217	25,06	-1,50	-5	1,60	8,50
38	19	1	2	177	50,90	22,40	16,20	169	16,80	-10,00	171	21,66	-9,00	2	4,86	1,00

NÚMERO	EDAD (años)	SEXO	GRUPO	TALLA (cm)	PESO (Kg)	% GRASA CORPORAL	IMC (Kg/m ²)	SALTO HORIZONTAL PREVIO (cm)	1RM PREVIO (Kg)	FLEXIÓN TRONCO PREVIO (cm)	SALTO HORIZONTAL POSTERIOR (cm)	1RM POSTERIOR (Kg)	FLEXIÓN TRONCO POSTERIOR (cm)	SALTO HORIZONTAL COMPARACIÓN (cm)	1RM COMPARACIÓN (Kg)	FLEXIÓN TRONCO COMPARACIÓN (cm)
39	24	0	3	175	70,00	19,70	22,90	220	24,52	3,00	210	25,06	2,00	-1	0,53	-1,00
40	20	1	1	161	60,40	29,50	23,30	132	17,19	18,00	138	21,66	18,50	6	4,46	0,50
41	19	1	3	169	62,10	24,70	21,70	201	16,80	4,50	204	17,99	4,50	3	1,20	0,00
42	21	0	1	175	70,20	14,90	22,90	209	23,99	-8,00	211	23,99	-6,50	2	0,00	1,50
43	23	0	2	180	63,90	7,40	19,70	245	23,99	13,50	235	26,66	19,10	-1	2,66	5,60
44	24	0	1	168	61,30	13,30	21,70	228	22,39	10,00	232	26,66	12,00	4	4,26	2,00
45	22	0	1	166	56,00	11,00	20,30	229	26,66	0,00	222	22,93	7,50	-7	-3,73	7,50
46	21	1	2	159	61,70	25,40	24,40	155	12,33	16,00	157	14,66	20,00	2	2,33	4,00
47	26	0	1	179	71,20	14,60	22,20	226	37,31	5,50	240	26,12	6,30	14	-11,19	0,80
48	18	1	2	154	47,40	23,10	20,00	170	17,19	14,00	182	18,39	16,00	12	1,20	2,00
49	18	0	1	176	68,30	14,90	22,00	218	29,99	16,50	215	26,99	18,00	-3	-3,00	1,50
50	24	0	3	172	67,70	20,70	22,90	212	28,79	0,00	203	26,66	-0,50	-9	-2,13	0,50
51	26	1	2	157	53,90	25,30	21,90	143	14,40	5,50	156	16,00	6,30	13	1,60	0,80
52	23	0	3	176	65,00	15,00	21,00	223	26,66	1,00	220	25,59	0,20	-3	-1,07	0,20

DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO																									
RESULTADOS DE LA ENCUESTA																									
NÚMERO	GRUPO	SEXO	UTILIZACIÓN	CUANDO	TIEMPO	TÉCNICAS	VARIACIÓN	MIEMBROS	IMPORTANCIA	FORMA FÍSICA	INFORMACIÓN	ENSEÑANZA	PREDISPOSICIÓN	EXPERIENCIA	APRENDIZAJE	BIENESTAR	INCENTIVO	CONSEGUIDO	ACTITUD	PROBLEMA	CUAL	FLEXIBILIDAD	FUERZA	HORAS DE PRÁCTICA	DEPORTE
1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	5	1	0	5	3	7	1	1	-	0	1	2,0	5
2	2	0	3	1	3	1	1	3	1	3	1	1	5	1	0	3	3	7	1	1	-	1	1	2,0	1
3	2	1	3	1	3	2	1	2	1	2	1	1	3	3	0	2	1	7	-	1	-	1	1	2,5	1
4	2	1	1	5	1	2	3	2	1	2	1	1	4	1	0	4	3	1	3	1	-	1	1	4,0	5
5	2	1	1	5	2	2	3	2	1	3	1	1	4	1	0	3	3	7	1	1	-	1	1	3,5	5
6	2	0	2	1	3	2	1	3	2	2	1	1	4	3	0	3	1	3	1	0	4	0	1	2,0	-
7	3	1	2	1	2	2	1	3	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	5
8	2	1	3	1	4	2	3	3	1	2	1	1	5	1	0	4	3	7	1	1	-	0	1	4,0	1
9	1	1	1	5	2	1	1	3	1	1	1	1	5	1	1	4	3	7	1	1	-	0	1	2,0	5
10	2	0	1	5	2	1	1	2	1	2	2	1	5	1	1	4	3	7	3	1	-	0	1	3,0	3
11	1	1	2	3	3	1	1	3	1	2	1	1	4	1	0	3	1	7	1	1	-	0	1	1,0	1

NÚMERO	GRUPO	SEXO	UTILIZACIÓN	CUANDO	TIEMPO	TÉCNICAS	VARIACIÓN	MIEMBROS	IMPORTANCIA	FORMA FÍSICA	INFORMACIÓN	ENSEÑANZA	PREDISPOSICIÓN	EXPERIENCIA	APRENDIDO	BIENESTAR	INCENTIVO	CONSEGUIDO	ACTITUD	PROBLEMA	CUAL	FLEXIBILIDAD	FUERZA	HORAS DE PRÁCTICA	DEPORTE
31	2	0	2	1	2	2	3	3	1	1	1	1	4	1	0	4	3	7	1	1	-	0	0	3.5	4
32	2	1	1	5	3	4	3	2	1	1	2	2	4	3	0	3	3	1	1	1	-	0	0	3.0	3
33	2	0	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	4	1	0	4	3	7	1	1	-	0	0	4.0	1
34	2	0	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	4	1	0	4	3	7	1	1	-	0	0	3.0	1
35	2	0	2	3	3	1	1	3	1	2	1	1	4	3	0	3	1	5	1	0	5	1	0	3.0	4
36	2	0	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	5	1	0	3	3	7	1	1	-	0	1	2.0	6
37	1	0	1	5	2	3	3	3	1	1	1	1	4	1	0	4	1	7	1	1	-	0	1	5.0	1
38	2	1	3	5	3	2	2	3	1	2	1	1	2	3	0	2	1	7	1	1	-	1	1	3.0	3
39	3	0	3	1	3	2	1	3	1	2	1	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	1	1	3.0	1
40	1	1	2	6	2	2	1	3	1	1	1	1	4	3	0	2	1	7	1	1	-	0	1	4.0	5
41	3	1	1	5	3	2	1	2	1	2	2	1	2	1	0	-	1	-	1	0	2	-	0	3.0	1
42	1	0	2	3	3	2	1	2	1	2	1	1	4	1	0	4	1	7	1	1	-	1	1	5.0	1
43	2	0	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	0	4	1	7	1	1	-	0	0	4.5	1
44	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	1	0	3	3	3	2	1	2	1	1	1	1	5	1	0	4	3	7	1	1	-	0	1	5.0	2
46	2	1	1	5	3	4	3	3	1	2	2	1	4	3	1	2	1	5	1	0	2	1	1	3.0	5

ANEXO VII

**COMPARACIÓN ENTRE LAS PRUEBAS DE
CONDICIÓN FÍSICA Y LA VALORACIÓN SUBJETIVA**

Tabla 1

			MEJOR	IGUAL/PEOR
GRUPO ANDERSON (G1)	FLEXIBILIDAD	TEST: FLEXIÓN DE TRONCO	73,70%	26,30%
		VALORACIÓN SUBJETIVA	50%	50%
	FUERZA	TEST: SALTO HORIZONTAL	47,37%	52,63%
		TEST: EXTENSIÓN DE RODILLA	63,16%	31,58%
		VALORACIÓN SUBJETIVA	15,79%	83,30%

Tabla 2

			MEJOR	IGUAL/PEOR
GRUPO SÖLVEBORN (G2)	FLEXIBILIDAD	TEST: FLEXIÓN DE TRONCO	56%	44%
		VALORACIÓN SUBJETIVA	50%	50%
	FUERZA	TEST: SALTO HORIZONTAL	36%	64%
		TEST: EXTENSIÓN DE RODILLA	80%	20%
		VALORACIÓN SUBJETIVA	36%	62%

Tabla 3

			MEJOR	IGUAL/PEOR
GRUPO CONTROL (GC)	FLEXIBILIDAD	TEST: FLEXIÓN DE TRONCO	0%	100%
		VALORACIÓN SUBJETIVA	12,50%	25%
	FUERZA	TEST: SALTO HORIZONTAL	25%	75%
		TEST: EXTENSIÓN DE RODILLA	12,50%	87,50%
		VALORACIÓN SUBJETIVA	12,50%	37,50%

CONTRASTACIÓN ENTRE UMBRAL DE EFECTIVIDAD, REGISTROS POSITIVOS Y VALORACIÓN SUBJETIVA

Tabla 4

		UMBRAL DE EFECTIVIDAD	REGISTROS POSITIVOS	VALORACIÓN SUBJETIVA
GRUPO ANDERSON (G1)	SALTO HORIZONTAL	47,37%	63,16%	15,79%
	EXTENSIÓN DE RODILLA	63,13%	78,98%	15,79%
	FLEXIÓN DE TRONCO	73,70%	100%	50%
GRUPO SÖLVEBORN (G2)	SALTO HORIZONTAL	52,00%	68,00%	36,00%
	EXTENSIÓN DE RODILLA	80,00%	92,00%	36,00%
	FLEXIÓN DE TRONCO	56,00%	100%	50%
GRUPO CONTROL (GC)	SALTO HORIZONTAL	25,00%	25,00%	12,50%
	EXTENSIÓN DE RODILLA	12,50%	37,50%	12,50%
	FLEXIÓN DE TRONCO	0,00%	50%	12,50%

PROMEDIO DE REGISTROS:

Tabla 5

	PROMEDIO DE REGISTROS								
	SALTO HORIZONTAL (cm.)			EXTENSIÓN DE RODILLA (Kg.)			FLEXIÓN DE TRONCO (cm.)		
	PREVIO	POSTERIOR	DIFERENCIA	PREVIO	POSTERIOR	DIFERENCIA	PREVIO	POSTERIOR	DIFERENCIA
GRUPO ANDERSON (G1)	200	203	3	24,76	26,12	1,36	5,94	9,03	3,09
GRUPO SÖLVEBORN (G2)	195	197	2	23,66	27,09	3,43	5,79	8,32	2,52
GRUPO CONTROL (GC)	197	197	0	23,26	22,61	-0,65	5	3,46	-1,54

PRUEBAS DE NORMALIDAD Y PRUEBAS T

GRUPO ANDERSON (G1)

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Salto horizontal (previo)	Extensión de rodilla (previo)	Flexión de tronco (previo)	Salto horizontal (posterior)	Extensión de rodilla (posterior)	Flexión de tronco (posterior)
Z de Kolmogorov-Smirnov	.948	.598	.461	.935	.597	.517
Sig. asintót. (bilateral)	.330	.867	.984	.346	.868	.952

PRUEBA T

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento)	2.0042	19	.35220
	Salto horizontal (posterior al entrenamiento)	2.0329	19	.36813
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento)	24.7620	19	7.49743
	Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	26.1151	19	7.38845
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento)	5.9368	19	8.44664
	Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	9.0263	19	7.30752

Prueba de muestras relacionadas

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento) - Salto horizontal (posterior al entrenamiento)	-1.665	18	.113
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento) - Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	-1.328	18	.201
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento) - Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	-5.863	18	.000

GRUPO SÖLVEBORN (G2)

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Salto horizontal (previo)	Extensión de rodilla (previo)	Flexión de tronco (previo)	Salto horizontal (posterior)	Extensión de rodilla (posterior)	Flexión de tronco (posterior)
Z de Kolmogorov-Smirnov	.552	.714	.653	.731	1.087	.741
Sig. asintót. (bilateral)	.920	.688	.787	.660	.188	.643

PRUEBA T

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento)	1.9460	25	.30370
	Salto horizontal (posterior al entrenamiento)	1.9692	25	.30468
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento)	23.6587	25	8.72202
	Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	27.0874	25	11.56283
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento)	5.7920	25	10.50012
	Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	8.3160	25	10.60718

Prueba de muestras relacionadas

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento) – salto horizontal (posterior al entrenamiento)	-1.427	24	.166
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento)- Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	-3.653	24	.001
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento) – Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	-6.214	24	.000

GRUPO CONTROL (GC)**PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS****Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	Salto horizontal (previo)	Extensión de rodilla (previo)	Flexión de tronco (previo)	Salto horizontal (posterior)	Extensión de rodilla (posterior)	Flexión de tronco (posterior)
Z de Kolmogorov-Smirnov	.603	.617	.498	.400	.631	.471
Sig. asintót. (bilateral)	.860	.841	.965	.997	.820	.980

PRUEBA T**Estadísticos de muestras relacionadas**

		Media	N	Desviación típ.
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento)	1.9650	8	.22200
	Salto horizontal (posterior al entrenamiento)	1.9738	8	.17353
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento)	23.2582	8	5.36968
	Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	22.6133	8	4.12550
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento)	5.0000	8	3.88219
	Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	3.4625	8	3.39913

Prueba de muestras relacionadas

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	salto horizontal (previo al entrenamiento) - salto horizontal (posterior al entrenamiento)	-.127	7	.903
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento) - Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	1.172	7	.279
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento) – Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	1.892	7	.100

GRUPOS ANDERSON Y SÖLVEBORN (G1 y G2)

PRUEBA T

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento)	1.9711	44	.32289
	Salto horizontal (posterior al entrenamiento)	1.9967	44	.33100
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento)	24.1351	44	8.14221
	Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	26.6675	44	9.88491
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento)	5.8545	44	9.56071
	Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	8.6227	44	9.23459

Prueba de muestras relacionadas

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Salto horizontal (previo al entrenamiento) - Salto horizontal (posterior al entrenamiento)	-2.180	43	.035
Par 2	Extensión de rodilla (previo al entrenamiento) - Extensión de rodilla (posterior al entrenamiento)	-3.612	43	.001
Par 3	Flexión de tronco (previo al entrenamiento) - Flexión de tronco (posterior al entrenamiento)	-8.570	43	.000

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Salto horizontal (previo)	Extensión de rodilla (previo)	Flexión de tronco (previo)	Salto horizontal (posterior)	Extensión de rodilla (posterior)	Flexión de tronco (posterior)
Z de Kolmogorov-Smirnov	.949	.839	.737	1.114	1.073	.594
Sig. asintót. (bilateral)	.329	.482	.650	.167	.200	.873

GRUPOS ANDERSON, SÖLVEBORN Y CONTROL (G1, G2 y GC)

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	Salto horizontal (previo)	Extensión de rodilla (previo)	Flexión de tronco (previo)	Salto horizontal (posterior)	Extensión de rodilla (posterior)	Flexión de tronco (posterior)
Z de Kolmogorov-Smirnov	1.056	.789	.905	1.108	1.312	.578
Sig. asintót. (bilateral)	.215	.562	.386	.171	.064	.891

ANEXO VIII

ANÁLISIS DE VARIANZA UNIVARIANTE (ANOVA)

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

Variable dependiente: SALTO HORIZONTAL. COMPARACIÓN

F	Nivel de significación crítico
,945	,566

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

Diseño:

Interc+TIEMPO+PREDISPOSICIÓN+BIENESTAR+INCENTIVO+SEXO

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: SALTO HORIZONTAL. COMPARACIÓN

<i>Fuente</i>	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	5,381E-02	11	4,892E-03	,848	,596	,243
Intercept	3,305E-03	1	3,305E-03	,573	,455	,019
TIEMPO	1,504E-02	3	5,014E-03	,870	,468	,083
PREDISP.	2,234E-02	3	7,448E-03	1,292	,296	,118
BIENESTAR	1,781E-02	3	5,937E-03	1,030	,394	,096
INCENTIVO	5,722E-05	1	5,722E-05	,010	,921	,000
SEXO	3,992E-03	1	3,992E-03	,692	,412	,023
Error	,167	29	5,766E-03			
Total	,257	41				
Total corregida	,221	40				

a R cuadrado = ,243

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

Variable dependiente: EXTENSIÓN DE RODILLA. COMPARACIÓN.

F	Nivel de Significación
,370	,986

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

Diseño:

Interc+TIEMPO+PREDISPOSICIÓN+BIENESTAR+INCENTIVO+SEXO

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: EXTENSIÓN DE RODILLA. COMPARACIÓN

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	153,892	11	13,990	,526	,869	,166
Intercept	43,460	1	43,460	1,635	,211	,053
TIEMPO	18,298	3	6,099	,229	,875	,023
PREDISP.	76,329	3	25,443	,957	,426	,090
BIENESTAR	35,341	3	11,780	,443	,724	,044
INCENTIVO	40,563	1	40,563	1,526	,227	,050
SEXO	27,321	1	27,321	1,028	,319	,034
Error	770,857	29	26,581			
Total	1188,052	41				
Total corregida	924,749	40				

a R cuadrado = ,166

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

Variable dependiente: FLEXIÓN DE TRONCO. COMPARACIÓN.

F	Nivel de Significación
1,282	,319

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

Diseño:

Interc+TIEMPO+PREDISPOSICIÓN+BIENESTAR+INCENTIVO+SEXO

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: FLEXIÓN DE TRONCO. COMPARACIÓN.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	29,557	11	2,687	,472	,906	,152
Intercept	5,145	1	5,145	,903	,350	,030
TIEMPO	2,883	3	,961	,169	,917	,017
PREDISP.	7,477	3	2,492	,438	,728	,043
BIENESTAR	4,713	3	1,571	,276	,842	,028
INCENTIVO	6,194	1	6,194	1,088	,306	,036
SEXO	1,309	1	1,309	,230	,635	,008
Error	165,159	29	5,695			
Total	510,580	41				
Total corregida	194,716	40				

a R cuadrado = ,152

