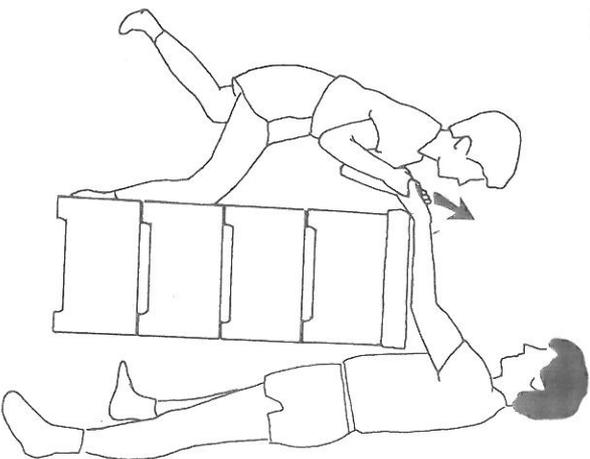


Musculatura interna del antebrazo



Técnica:

Fortalecimiento dinámico lento.

Ejecución:

↗ Flexión de la articulación de la mano.

Observaciones:

- El compañero ejerce presión sobre las palmas de la mano.
- Los antebrazos permanecen en contacto con la base de apoyo.
- Debe aprovecharse al máximo posible la amplitud del movimiento.

Principios básicos teóricos

DESEQUILIBRIO MUSCULAR

Los diversos músculos pueden dividirse, de acuerdo con el desarrollo histórico de su función, en tres grupos:

- musculatura tónica,
- musculatura mixta y
- musculatura fásica.

La musculatura tónica tuvo, en sus comienzos, una pura función de sostén y apoyo mientras que la fásica la tuvo, ante todo, de movimiento. Los grupos musculares que cubren ambas funciones se conocen como mixtos.

En el hombre no cabe hallar ya músculos tónicos y fásicos en su forma pura. Sin embargo, algunos músculos pueden, a través de su reacción en presencia de una sobrecarga o carencia de ella, ser incluidos en uno u otro de los grupos mencionados. Aparte de ello, los músculos predominantes tónicos reaccionan con una *contracción* mientras que los predominantemente fásicos lo hacen con una *debilitación* (tabla 1).

Entre ambos grupos musculares se encuentra, no obstante, una relación directa, pues al igual que un músculo tónico contraído detiene o neutraliza su antagonista fásico (factor contrario) y sinérgico (factor coadyuvante), también puede impedir su activación máxima y con ello su capacidad óptima de adiestramiento.

TABLA 1: PROPIEDADES DE LA MUSCULATURA TÓNICA Y LA FÁSICA

	Tónica	Fásica
Función	Sostén	Movimiento
Inervación	2-motoneuronas α	1-motoneurona α
Cansancio	Tarde	Temprano
Reacción ante la ausencia de carga	Contracción	Debililitamiento

La mayoría de músculos reaccionan, en presencia de una contracción o debilitamiento, de un modo indiferente (musculatura mixta). En la tabla 2 se mencionan los músculos que reaccionan predominantemente en forma tónica o fásica.

El *desequilibrio muscular* representa una condición o un estado en que surge una alteración en favor o en contra de la musculatura tónica o fásica: los músculos tónicos resultan *contratados* en presencia de una fuerza prolongada mientras que los antagonistas y sinergistas fásicos dan muestras, si el período de tiempo es normal, de un *debilitamiento*.

Estas *contracciones* y *debilitamientos* cabe entenderlas sin gran esfuerzo y clínicamente a través de las pruebas adecuadas. En deporte, muy a menudo cabe encontrar el origen del *desequilibrio muscular* en una sobrecarga o falta de ella en el aparato locomotor, que muchas veces se traduce en lesiones u otros procesos patológicos (desgaste, agotamiento, inflamaciones, etc.). Ahora bien, si tenemos en cuenta que muchas veces ninguno de tales problemas surgirá con la correcta aplicación de los ejercicios de extensibilidad y fortalecimiento, resulta obvio que disponemos del medio para que esta desagradable situación pueda ser evitada durante largo tiempo (Fig. 5).

Que tales *desequilibrios musculares* resultan muy frecuentes entre quienes practican un deporte, es algo que se pone de manifiesto en muchas investigaciones o estudios realizados al respecto, en los que es dable apreciar que entre muchos de los atletas investigados se encuentran, en mayor o menor número, múltiples *contracciones* y *debilitamientos musculares*. Como explicación de tal circunstancia existe, en primer lugar, una serie de *sobrecargas* o ausencia de ellas y unas prácticas *gimnásticas* defectuosas.

TABLA 2: COORDINACIÓN DE LA MUSCULATURA

Músculos predominantemente tónicos	Músculos predominantemente fásicos
Cinturón escapular- Brazo	
<i>M. pectoralis major</i> <i>M. Levator scapulae</i> <i>M. trapezius (Pars descendens)</i> <i>M. biceps brachii</i> <i>Mn. scapuli</i>	<i>Mn. rhomboidaei</i> <i>M. trapezius (Pars ascendens)</i> <i>M. trapezius (Pars horizontalis)</i> <i>M. triceps brachii</i>
Espalda	
<i>M. erector spinae en la región lumbar y cervical</i> <i>M. quadratus lumborum</i>	<i>M. erector spinae en la región torácica media</i> <i>M. abdominis</i>
Pélvis-Muslo	
<i>M. biceps femoris</i> <i>M. semitendinosus</i> <i>M. semimembranosus</i> <i>M. iliopsoas</i> <i>M. rectus femoris</i> <i>M. adductor longus</i> <i>M. adductor brevis</i> <i>M. adductor magnus</i> <i>M. gracilis</i> <i>M. piriformis</i> <i>M. tensor fasciae latae</i>	<i>M. vastus medialis</i> <i>M. vastus lateralis</i> <i>M. gluteus medius</i> <i>M. gluteus maximus</i> <i>M. gluteus minimus</i>
Pierna-Pie	
<i>M. gastrocnemius</i> <i>M. soleus</i>	<i>M. tibialis anterior</i> <i>Mn. peroneaei</i>

Un *desequilibrio muscular* reduce la capacidad de carga del aparato locomotor. Con ello, los músculos tónicos en posición *contratada* se distienden por la acción de los movimientos de *defensa* y protección con una rapidez mayor que los músculos *fásicos*, lo cual puede conducir a una *sobrecarga* en muy poco

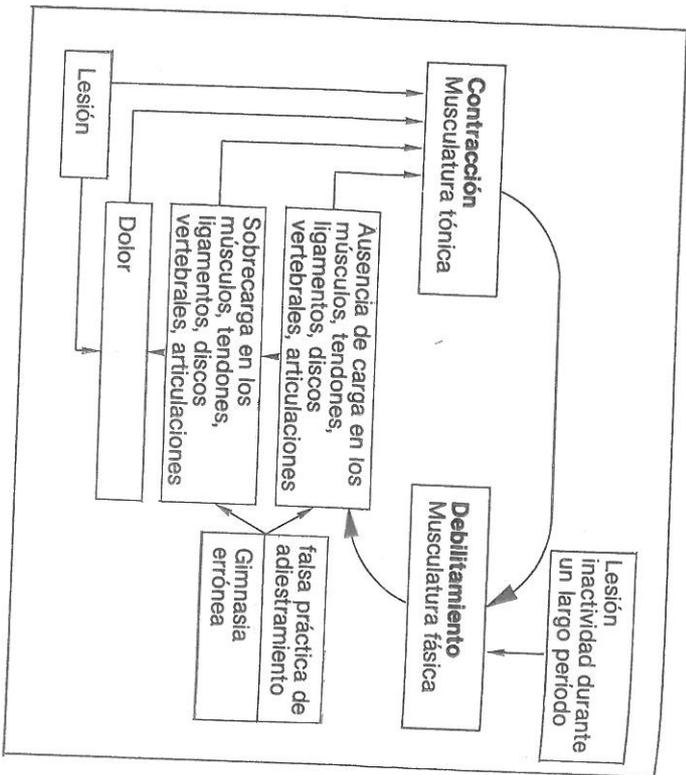


Fig. 5. Desequilibrio muscular

tiempo y en forma mecánica con el consiguiente peligro de lusiones musculares o incluso desgarros en la musculatura tónica contraída. Los músculos contraídos aparecen, en la fase de distensión, menos flexibles y elásticos, y a menudo esta mayor resistencia interna es la causa de sobrecargas dolorosas en los correspondientes músculos y tendones. A través de desequilibrios musculares sectoriales, experimentan las articulaciones y determinados puntos de la columna vertebral una cierta sobrecarga y pueden reaccionar con cierto grado de excitación.

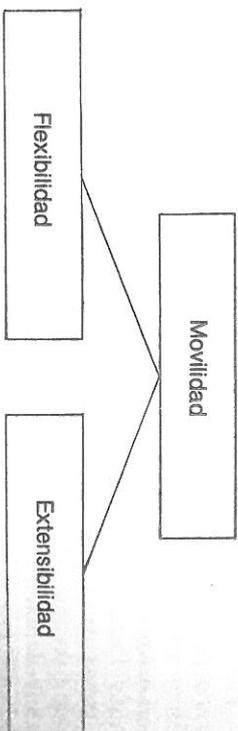
El objetivo de un esfuerzo encaminado a corregir un desequilibrio muscular es el de neutralizar las contracciones y las debilitaciones (véase Fig. 4, pág. 0).

Una gimnasia apropiada debe, por tanto, distender unos determinados músculos y, también, fortalecer otros: a ello apuntan los ejercicios de *extensibilidad* y de *fortalecimiento*. La distensión, en un sentido estricto, carece de los componentes propios del fortalecimiento propuesto y debe tenerse en cuenta que, para resolver o encontrar solución a un desequilibrio muscular, resultan necesarios ambos factores.

Por dicho motivo, recuérdese que, para que sea óptimo, un fortalecimiento de los grupos musculares debilitados, es necesario que *antes* hayan sido distendidos hasta alcanzar su longitud normal los músculos contraídos: *la extensibilidad debe preceder, pues, al fortalecimiento*.

MOVILIDAD

La movilidad es la capacidad de poder llevar a cabo movimientos con mayor amplitud. A tal fin deben ir juntos los dos componentes —la *flexibilidad* y la *extensibilidad*— por lo que se refiere a la flexibilidad de las articulaciones y los discos vertebrales, y la extensibilidad de los músculos, tendones, ligamentos y cápsulas articulares.



La dimensión del campo de acción de los movimientos depende de:

- La forma de la superficie de la articulación implicada y el grado de libertad de dicha articulación.
- El grado de extensibilidad de los músculos, tendones, discos vertebrales y cápsulas articulares.
- la fuerza de la musculatura móvil.

La *movilidad activa* designa la capacidad de movimiento de una articulación (límites fisiológicos del movimiento) a través de la propia fuerza del músculo. Si se consigue el mayor grado de movimiento, en función de los límites anatómicos del mismo, a través de una fuerza externa (compañero, fuerza de gravitación, aparatos), se habla entonces de *movilidad pasiva*, la cual siempre es mayor que la activa (Fig. 6).

La movilidad activa y la pasiva pueden ser fomentadas en forma excesiva. Esto conduce a una estabilidad disminuida de la columna vertebral y de las articulaciones, lo cual conlleva un considerable riesgo de lesión.

La movilidad se verá directamente influida por toda una serie de factores externos:

Con el *paso progresivo de los años* se reduce el grado de extensibilidad, y con ello la movilidad, debido a cambios químicos y estructurales en la musculatura y en los tendones. Con este proceso de envejecimiento llega una cierta atrofia de los tejidos musculares elásticos, una pérdida de agua y una reducción del número de células y de su actividad. Con los cambios degenerativos (artrosis) de una articulación se verá disminuida la capacidad de movimiento a través de un proceso transformativo en el ámbito de dicha articulación.

Las diferencias *hormonales* son responsables de un mejor grado de extensibilidad de la musculatura, los tendones y los discos vertebrales en el sexo femenino.

La *temperatura* del aparato locomotor activo influye de un modo directo sobre la movilidad. Una elevación de temperatura a través de un calentamiento activo (una carrera, por ejemplo) o de tipo pasivo (mayor calor externo, baño caliente) mejora el grado de extensibilidad. Procede destacar que la forma activa del calentamiento es preferible a la pasiva, y que a cada tipo de adiestramiento de la movilidad corresponde un calentamiento suficiente para tal fin.

La movilidad consiste en dominar las *vacilaciones cotidianas*, siendo mucho menos recomendable por la mañana que durante las otras horas del día.

En el caso de *cansancio físico*, la movilidad se ve disminuida, y lo mismo cabe decir cuando se trata de *cansancio psicológico*. Las razones cabe hallarlas en el cambio experimentado en la orientación dada al músculo y en la reducción del fosfato rico

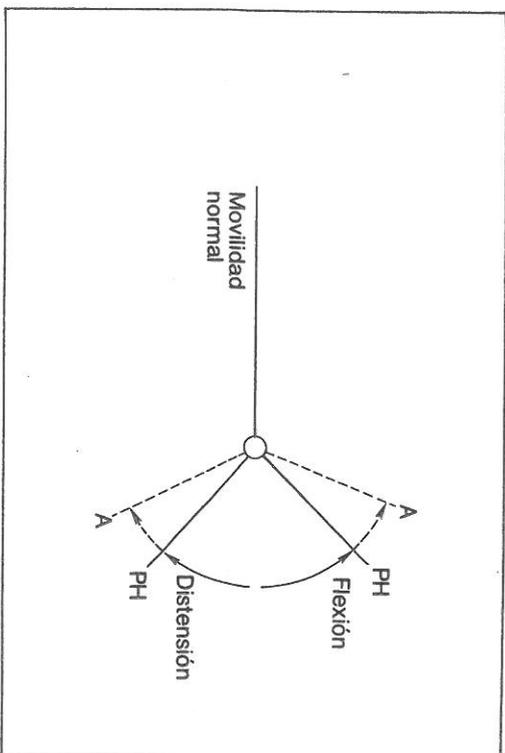


Fig. 6. Movilidad normal de las articulaciones
PH Límites fisiológicos del movimiento
A Límites anatómicos del movimiento

en energía, que es absolutamente necesario tanto para la contracción como para la distensión de los músculos.

En los primeros años de la niñez, la movilidad es algo normal, aunque no concorra un buen adiestramiento físico. Pero, a partir de aproximadamente los 10 años, comienza ya a reducirse dicha movilidad si no existe un adiestramiento adecuado. Por ello, constituye objetivo del adiestramiento de la movilidad —al contrario del que corresponde a otros factores condicionantes—, no indefectiblemente una mejora, sino conseguir, a través de una contrarreacción, que aparezca un desarrollo «negativo».

EL MÚSCULO, DESARROLLO Y PROPIEDADES

La parte que corresponde a la masa muscular en el peso conjunto del cuerpo es igual a un 40-50%. La musculatura, por

tanto, representa con mucho la estructura principal del hombre. Su principal cometido es el desarrollo de fuerza, y la necesaria contracción para tal fin resulta posible a través de la fina estructura de los tejidos que constituyen los músculos (Fig. 7).

Fig. 7. Constitución de los músculos

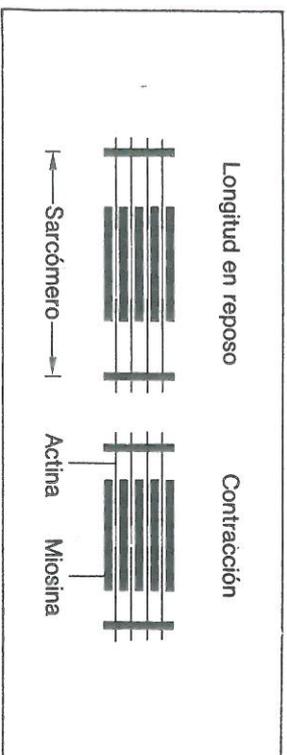
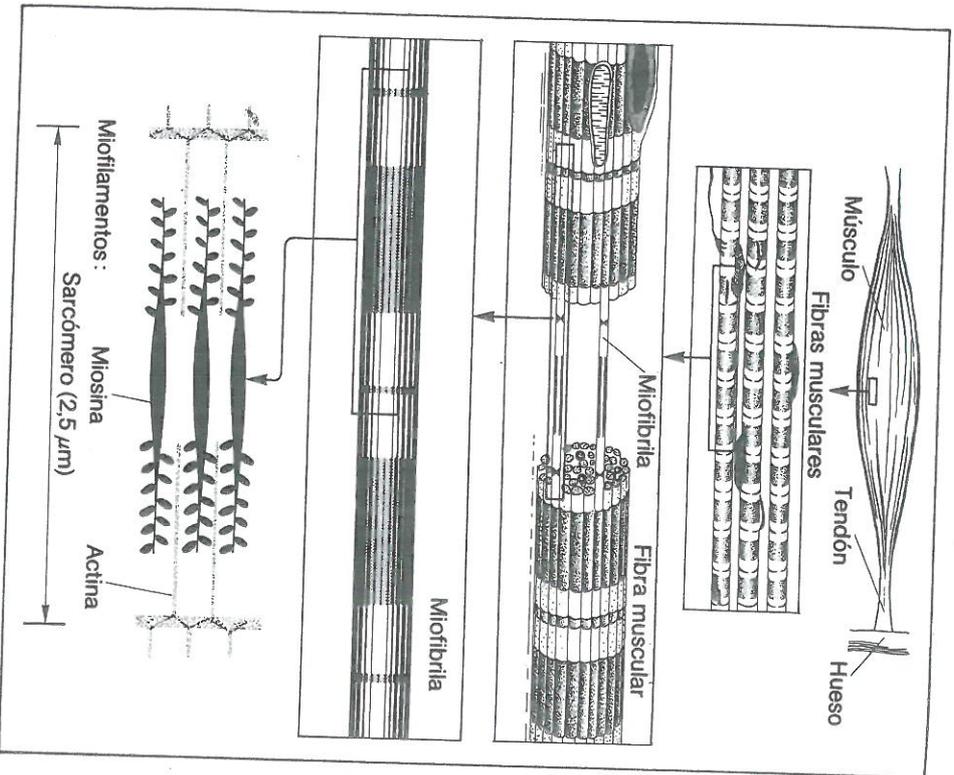


Fig. 8. Mecanismo de contracción

La masa muscular normal se compone del vientre del músculo y de los tendones existentes en cada extremo y que sirven de fijación en los huesos. La unidad básica del músculo es la fibra muscular, la cual, según sea el músculo, puede tener una longitud de unos pocos hasta llegar a muchos centímetros. A través de fibras elásticas y no elásticas entretendidas entre sí, se convierten dichas fibras en una masa muscular compacta. Las fibras musculares se componen de un elevado número de miofibrilas, que aparecen, a dimensión microscópica, incorporadas a ellas. Este tejido transversal cabe apreciarlo a través de la disposición regular de los elementos contráctiles, o sea los *sarcómeros*.

Con un tamaño ultramicroscópico cabe observar asimismo, dentro de los sarcómeros unitariamente considerados, otros elementos. Se trata de estructuras albuminosas — miofilamentos — que, a través de sus propiedades, hacen posible el funcionamiento del mecanismo contractor de los músculos. En los miofilamentos cabe distinguir entre la fina *actina* y la gruesa *miosina*.

La contracción muscular se produce como consecuencia de que los filamentos de actina, bajo la acción del uso de energía, se introducen entre los filamentos de miosina. Esto conduce a una contracción de los sarcómeros (Fig. 8).

El sarcómero es la *unidad funcional más pequeña* de los músculos. Dado que siempre es muy elevado el número de tales unidades que en forma simultánea se contraen, se aúnan los pe-

queños impulsos de cada una hasta convertirse en un movimiento amplio.

Según sean los diferentes contenidos en enzimas para el desarrollo de energía, la formación de los filamentos de miosina y la clase de atención nerviosa (norma impulsora de las motoneuronas).

Fibra tipo I («slow twitch», ST o fibras rojas):

Estas fibras se caracterizan por una velocidad de contracción lenta, un cambio aeróbico en la materia con el correspondiente suministro de enzimas y una gran resistencia al cansancio. Los músculos tónicos contienen normalmente un porcentaje muy elevado de este tipo de fibra. En general, los deportistas bien preparados en técnicas tales como ciclismo, carreras de larga distancia y esquí de fondo cuentan con una buena disponibilidad de fibras de tipo I.

Fibra tipo II («fast twitch», FT o fibras blancas):

Estas fibras se caracterizan por una velocidad de contracción rápida, un cambio anaeróbico en la materia y una escasa resistencia al cansancio. Los músculos fásicos contienen un porcentaje muy elevado de fibras de tipo II. Tanto la fuerza máxima como la velocidad guardan una relación directa con la parte porcentual de este tipo de fibra. Una parte elevada de fibras tipo II cabe hallarla, por ejemplo, en los corredores de distancias cortas, los levantadores de pesos, y los saltadores de longitud y de altura.

La distribución individual de estos dos tipos de fibra es, por una parte, congénita y, por otra, depende de la clase de esfuerzo desarrollado por la musculatura. La transformación de la fibra tipo II en fibra tipo I se produce a través de un adiestramiento continuado, apreciablemente más fácil de conseguir que en el caso contrario, es decir, pasar de una fibra tipo I a otra de tipo II a través de ejercicios de fuerza. Un buen corredor de fondo difícilmente resultará, como consecuencia de ello, un buen *sprinter*. En cambio un *sprinter* puede, a costa de su rapidez, mejorar sus posibilidades en forma considerable respecto a la capacidad de rendimiento.

Los músculos se componen, según sea su constitución especial, de elementos contráctiles (sarcómeros) y partes entreteljidas, lo cual supone que poseen propiedades *contráctiles* así como *elásticas*. Los tendones muestran, a través de su constitución de tejido rígido, sólo una escasa elasticidad. Ambas estruc-

turas, que pueden deformarse hasta un cierto grado, pueden asimismo comportarse en forma *plástica*, lo cual supone que si un músculo o un tendón queda descongestionado tras un ejercicio de extensibilidad, se mantiene durante un cierto tiempo más alargado y más distendido de lo habitual.

Si un músculo, un tendón o un ligamento se extiende con exceso en el ámbito fisiológico, se produce una lesión de la correspondiente estructura. Por ello, en el curso de los ejercicios de movilidad deben tenerse en cuenta estas limitaciones.

EL MÚSCULO Y SU ORIENTACIÓN

La musculatura puede desarrollar dos funciones:

1. de apoyo y sostén,
2. de movimiento.

Para que los músculos puedan distinguir entre estas diferentes exigencias, necesitan contar con un sistema inteligente de orientación y regulación. Estos procesos de orientación quedan descritos en la pauta circular siguiente (Fig. 9).

La *función de apoyo* exige que el músculo, pese al empuje de cualquier fuerza externa, pueda mantener su longitud en forma constante. Esta longitud será medida a través de un sensor (*músculo fusiforme*) y la información correspondiente transmitida a un elemento de regulación (*motoneurona* en la médula espinal). Este elemento de regulación aplica al tejido muscular la corrección necesaria por lo que a la longitud respecta.

La *función de movimiento* de la musculatura exige, para la debida dirección, una pauta circular de carácter similar, la cual ha de poder adaptarse a la cambiante longitud de los músculos y al grado de tensión de éstos. Esto se produce en el curso de una simulación continuada del factor de entrada.

Para medir la longitud y el grado de tensión del músculo se encuentran en éste, así como en los correspondientes tendones, unos sensores especiales (receptores): en el músculo el *elemento fusiforme*, y en el tendón los llamados *cuerpos Golgi*.

Los *elementos fusiformes*, paralelos a los tejidos musculares, registran los cambios de longitud de los músculos. Esta información es transmitida rápidamente a través de los correspon-

dientes tejidos nerviosos a las motoneuronas que se encuentran en el asta anterior de la médula espinal. Este estímulo provoca, en dicho punto, una excitación de las motoneuronas y con ello origina una contracción muscular. Esta contracción tiene como consecuencia que la extensibilidad y la excitación del elemento fusiforme cese por completo. La pauta circular se ve interrumpida y con ello cesa la transmisión de cualquier información ulterior a los tejidos nerviosos existentes en la médula espinal. La contracción de los músculos se detiene. Este proceso, denominado a través de una distensión muscular, se conoce como *reflejo de extensibilidad* (Fig. 10).

Muchos de los reflejos aplicados como diagnóstico en medicina (reflejo de Aquiles, reflejo de Patelar, etc.) se ajustan a este esquema. No obstante, cualquier otra distensión muscular de corta duración origina también en forma refleja, una contrac-

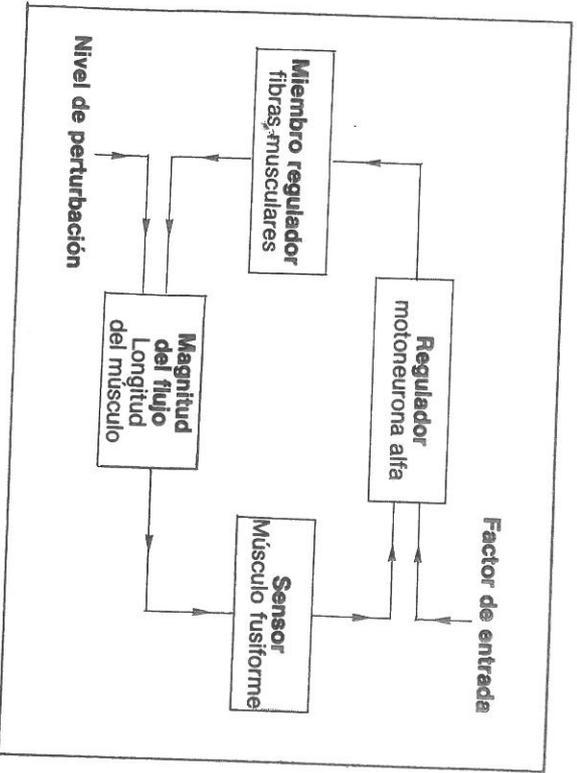


Fig. 9. Pauta circular del proceso de orientación muscular

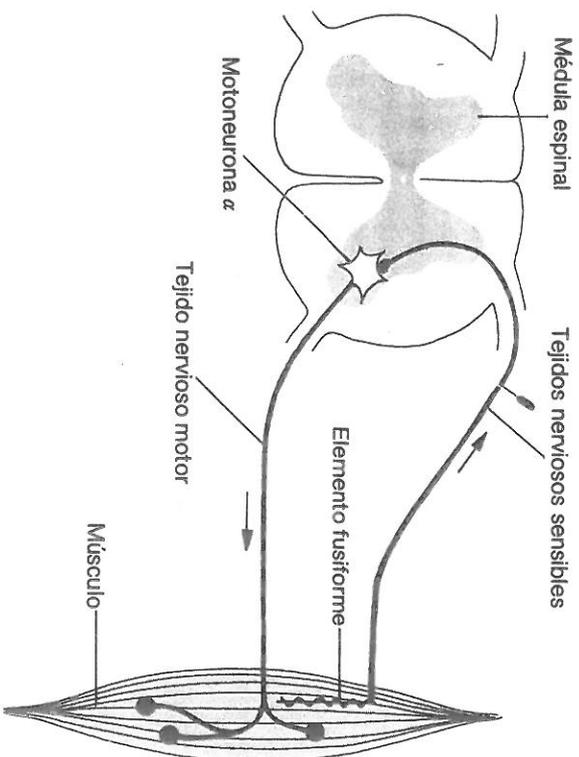


Fig. 10. Reflejo de extensibilidad

ción del músculo afectado por ejemplo en los movimientos oscilatorios de la gimnasia rítmica. Esta contracción refleja de los músculos no permite una extensibilidad muscular óptima. Así, en la *extensibilidad estática pasiva* se verá obstaculizada, a través de un incremento proporcional de la distensión, por la aparición de reflejos distensores. El músculo puede ser entonces sometido a extensibilidad bajo unas mejores condiciones.

La información proporcionada por los elementos fusiformes será transmitida no sólo a las motoneuronas α del músculo correspondiente, sino también, y al mismo tiempo, a través de una célula nerviosa interpuesta a las motoneuronas α de su contrario (antagonista). Con ello, estas motoneuronas y sus antagonistas se neutralizan, es decir, se llega a una *neutralización recíproca de los antagonistas*.

Así, al surgir una situación de tensión en un flexor de la musculatura distensora, se produce una distensión de la corripodiente musculatura flexora al activarse el tensor de ésta. Este mecanismo de distensión muscular es aprovechable en la *extensibilidad estática activa*.

En el espacio que media entre el músculo y los tendones se encuentran los llamados *cuerpos o factores Golgi*, los cuales experimentan un estímulo cuando la tensión en el músculo y también en el tendón se acentúa considerablemente. Esta información es transmitida asimismo a los tejidos nerviosos y a las células nerviosas conectadas a las motoneuronas α en la médula espinal. Estas motoneuronas resultan *neutralizadas* y la contracción muscular se atenúa. El resultado es una distensión del músculo y de los tendones. Este proceso se conoce como *auto-neutralización*.

La autoneutralización sirve, junto con otros procesos neurofisiológicos en la superficie de la médula espinal, como explicación de la *neutralización postisométrica*. Con ello surge, tras una tensión isométrica del músculo, una distensión muscular de corta duración. Esta fase de distensión puede ser aprovechable para alcanzar una extensibilidad óptima de este músculo a través de unos ejercicios de alternancia de la tensión y el relajamiento.

Los procesos de dirección muscular hasta ahora descritos resultan, para las pautas de movimiento exigidas en nuestra vida, escasamente acomodables, pero, afortunadamente, existe un mecanismo complementario que permite cambiar la sensibilidad de los elementos fusiformes. Dicho mecanismo se halla constituido por unos tejidos musculares especiales dentro de los elementos fusiformes, que, a través de una tensión o una distensión, pueden hacer que los sensores resulten sensibles o insensibles en presencia de los cambios de longitud.

Estos tejidos musculares especiales son orientados, algunas veces, a través de células nerviosas motoras presentes en el asta exterior de la médula espinal (motoneurona γ). Mediante este sistema de regulación, los llamados bucles γ pueden amoldar mejor a la musculatura las múltiples exigencias (Fig. 11).

La orientación muscular no actúa, como es natural, únicamente sobre la superficie de la médula espinal y del músculo. Aquí terminan, de hecho, los procesos reflejos puros que serán utilizados en las diferentes técnicas de extensibilidad, pero con-

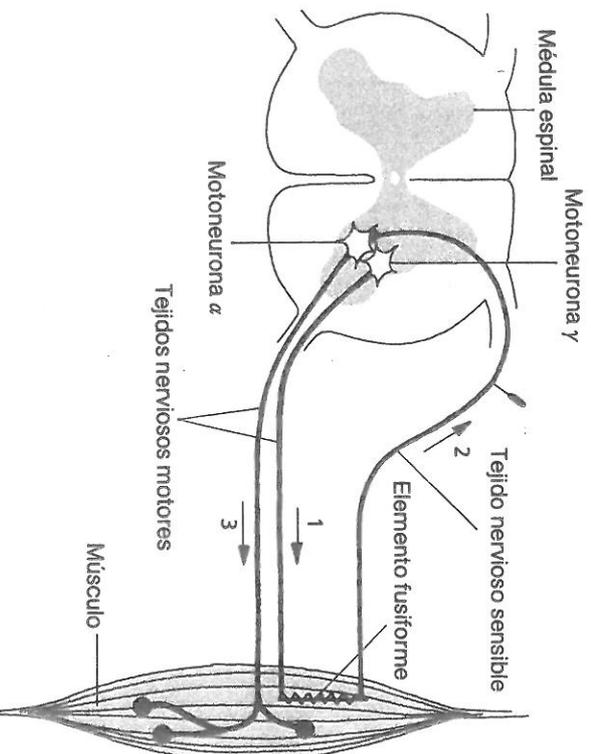
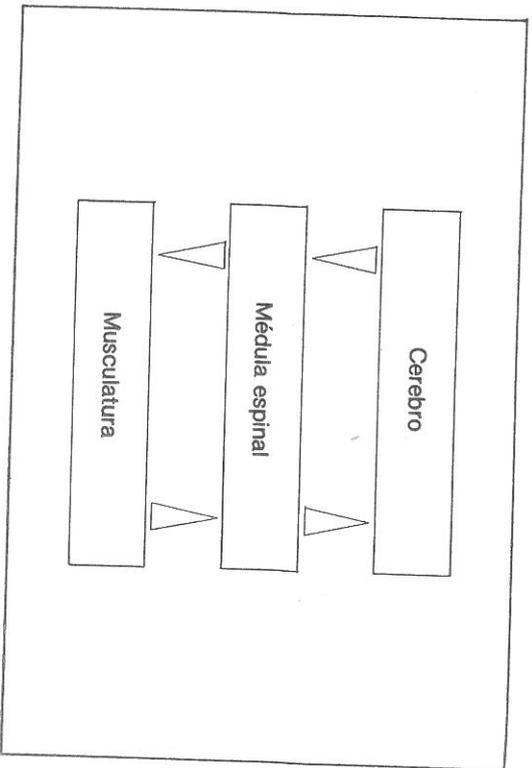


Fig. 11. Bucle γ .

1. Activación de los tejidos musculares dentro de los elementos fusiformes a través de la motoneurona γ .
2. Aviso del cambio de longitud de los elementos fusiformes a la motoneurona α a través de los tejidos nerviosos sensibles. La motoneurona α resulta estimulada.
3. Canalización del estímulo hacia el músculo a través de los tejidos nerviosos motores. Con ello se producirá una contracción muscular.

viene no olvidar que tales superficies constituyen el centro del cerebro y pueden, según los casos, ejercer un influjo activo u obstaculizador.

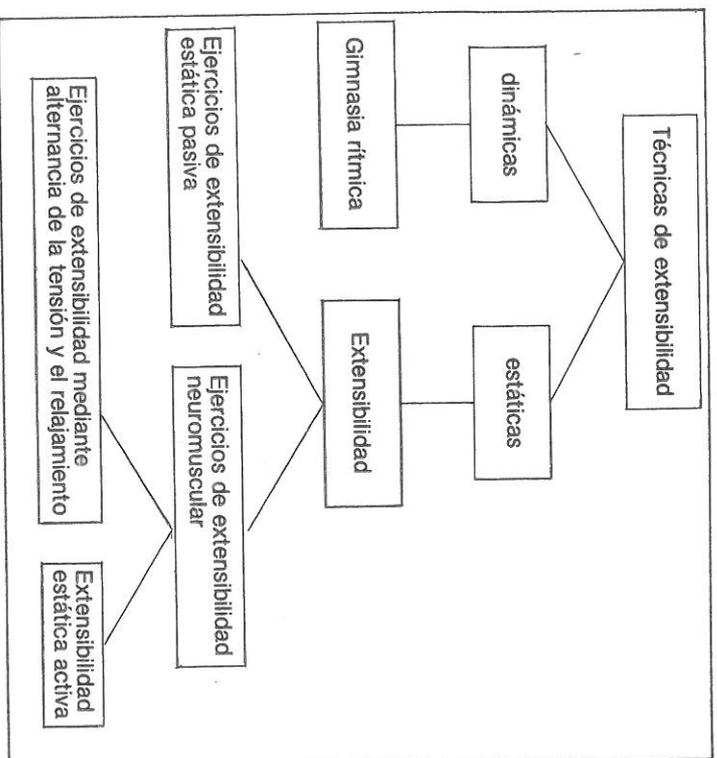
La membrana cortical motora es responsable, ante todo, de los impulsos arbitrarios, y el istmo encefálico lo es de los impulsos de apoyo o sostén. Estos centros se hallan vinculados, a su vez, a otras estructuras cerebrales, de modo que, por ejemplo,



también el proceso psíquico respectivo ejerce un determinado influjo sobre el estado de tensión de la musculatura (circunstancia esta que en nuestras relaciones es totalmente esencial). Todo esto resulta válido para los ejercicios gimnásticos de extensibilidad y conviene tenerlo en cuenta.

¿CÓMO CONSEGUIR LA EXTENSIBILIDAD?

Fundamentalmente aparecen como algo diferenciado dos métodos distintos de ejercicios gimnásticos de extensibilidad. Uno de ellos es el conocido como gimnasia rítmica —*extensibilidad dinámica*— y el otro como gimnasia distensora —*extensibilidad estática*—. Dentro del método estático aparecen separados y dependientes de la forma de realización, los ejercicios de extensibilidad estática pasiva de los de extensibilidad neuro-muscular.



Técnica de extensibilidad dinámica

La extensibilidad dinámica es la forma que con mayor frecuencia se practica hoy en día en la gimnasia deportiva. A través de balanceos, movimientos elásticos y movimientos rítmicos se busca alcanzar el mayor grado posible de extensibilidad en los correspondientes músculos, así como un mayor ámbito en el movimiento de las articulaciones. La extensibilidad de corta duración de los músculos los lleva a la liberación de los reflejos distensores, los cuales provocan una inmediata contrac-

ción muscular que se opone a la extensibilidad. Este mecanismo neurofisiológico impide, de este modo, una extensibilidad óptima de la musculatura. Como consecuencia de ello no cabe valerse, con el uso de este método, de la gimnasia tradicional en la realización de los ejercicios prácticos.

Técnicas de extensibilidad estática

Esta forma de extensibilidad —*stretching*— puede resultar o bien pasiva pura o bien, con la utilización de un proceso neuromuscular, una relajación total del músculo disendiado.

EJERCICIOS DE EXTENSIBILIDAD ESTÁTICA PASIVA

Con una extensibilidad estática pasiva pura —el *stretching* en su forma de ejecución más conocida—, el músculo, tras aceptación del estado de extensibilidad a través de un cambio todavía pequeño de la posición, se distiende todavía más. Este cambio de posición puede ser efectuado a través de la fuerza de gravitación, la fuerza muscular propia, un compañero o también un aparato. Si es a través de la fuerza muscular propia, el antagonista (contrario) finalmente se sitúa en su lugar, esto corresponde a la extensibilidad estática activa que más adelante se describe.

A través de cambios en la posición de extensibilidad se llega a un incremento paulatino de la resistencia, la cual se detendrá en el punto en que la percepción de la distensión todavía resulta agradable. Cabe permitirse un ligero tirón en el músculo, pero sin que aparezca dolor alguno, pues éste sería indicio de que se ha aplicado una extensibilidad excesivamente energética y perjudicial. La percepción correcta de la tensión muscular sólo cabe determinarla después de cierta experiencia. La extensibilidad, por tanto, es algo que resulta necesario aprender. La intensidad aplicada procede elegirla en forma individual, y es conveniente recordar que el *stretching* no es una disciplina propia de la lucha deportiva.

El objetivo de esta lenta extensibilidad es la liberación de los correspondientes reflejos para evitar la posibilidad de que se

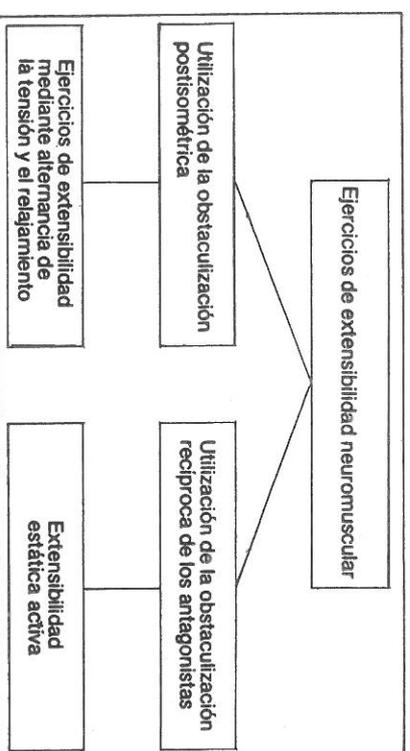
produzcan contracciones musculares inconvenientes o la distensión de un músculo ya relajado.

Respecto a la duración de la fase de extensibilidad existen opiniones diversas que cubren desde breves segundos hasta llegar a algunos minutos. Sea como fuere, una duración de 15 a 30 segundos es suficiente para conseguir un resultado eficaz.

Durante la fase de extensibilidad, debe mantenerse el ritmo normal de respiración, pues la distensión de la musculatura sólo cabe conseguirla en forma óptima cuando también se presta la atención suficiente a la relajación general.

EJERCICIOS DE EXTENSIBILIDAD NEUROMUSCULAR

En estos métodos de extensibilidad se introducen algunos procesos neurofisiológicos para la relajación de la musculatura. De este modo, la extensibilidad puede tener lugar bajo unas mejores condiciones. Así se utilizan, por una parte, la *obstaculización postsométrica*, y por otra la *obstaculización recíproca del antagonista*. Estos mecanismos neurofisiológicos aparecen descritos en las págs. 133 a 136.



Ejercicios de extensibilidad mediante alternancia de la tensión y el relajamiento

En la posición de extensibilidad, el músculo aparecerá tenso isométricamente durante 3 a 7 segundos. En la fase que sigue a esta tensión, o sea la de distensión del músculo (*obstrucción pasiva*, o sea que la posición de extensibilidad se fortalece y se mantiene durante 10 segundos. Después, partiendo de esta posición, se procederá a repetir todo el proceso indicado.

Esta forma de extensibilidad sirve como medida terapéutica cuando procede distender músculos contraindicados para que recuperen su longitud normal. En la gimnasia cotidiana de los deportistas sanos será suficiente la extensibilidad estática pasiva para mantener la longitud muscular normal.

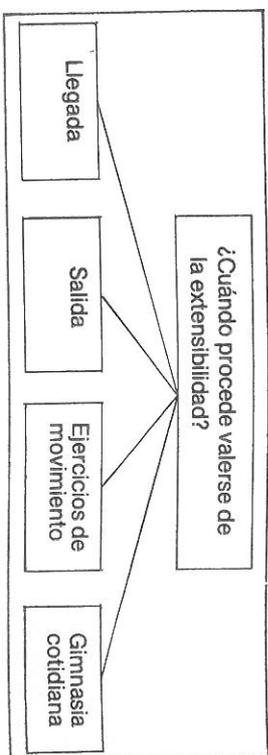
Extensibilidad estática activa

El músculo distendido será llevado, a través de la contracción de su antagonista (contrario), a una situación de *activo* mediante una posición de extensibilidad. Con ello, el músculo resulta bloqueado en forma refleja (*bloqueo recíproco*). A través de la relajación muscular así conseguida puede llegarse a una extensibilidad óptima. La duración de la fase distensora requiere de 10 a 20 segundos.

¿CUÁNDO PROCEDE VALERSE DE LA EXTENSIBILIDAD?

Fundamentalmente, los ejercicios de extensibilidad pertenecen a la preparación de cada una de las actividades deportivas y también suponen importantes medidas de regeneración en el programa inicial y definitivo; además, representan parte inquestionable de todos los ejercicios de movimiento. Junto a ello existe una gimnasia cotidiana —por la mañana al levantarse, en el lugar de trabajo, o simplemente durante el período que media entre ambas situaciones que consiste, mayoritariamente, en ejercicios de extensibilidad.

La *intensidad* de la extensibilidad debe ajustarse a la situación correspondiente. Tratándose de una musculatura ya preca-



lentada, dicha intensidad debe ser mayor que en el caso de unos músculos fríos o ya cansados.

Antes de comenzar con una gimnasia de extensibilidad o unos ejercicios de movimiento con prácticas de distensión, es preciso que la musculatura se someta a un precalentamiento a través de carreras, saltos, ciclismo o bien otros ejercicios similares.

Al término de un esfuerzo corporal precisa llevar a cabo unos ejercicios de extensibilidad cuidadosamente dosificados, tales como *medidas de regeneración* muy importantes. Con ello se consigue que la musculatura cansada recupere su longitud normal, pues el propósito no es alcanzar una mejora adicional de la capacidad de movimiento. Este es cometido de la gimnasia de extensibilidad dentro del marco de los ejercicios de movimiento y siempre da resultado en los casos de musculatura todavía no cansada. Después de una sobrecarga corporal intensa debe practicarse la extensibilidad muscular como medida de descanso, con gran cuidado, incluso en el curso del día siguiente.

La importancia de la extensibilidad después de unos ejercicios de fortalecimiento ha sido puesta de manifiesto por un estudio sueco: durante unos ejercicios de fortalecimiento de las piernas, si no se aplica además una gimnasia de extensibilidad, resulta disminuida la capacidad de movimiento de las articulaciones importantes de las extremidades inferiores durante 2 ó 3 días. En cambio, si inmediatamente después de los ejercicios de fortalecimiento se distienden los correspondientes músculos, la capacidad de movimiento permanece normal (Möller, 1981).

La gimnasia de extensibilidad debe practicarse por lo menos de 2 a 3 veces por semana, a razón de 15 minutos diarios, según el plan elegido. En el caso de un adiestramiento más intensivo, la frecuencia y la duración correspondientes aumentan. Sólo la extensibilidad *regular* nos trae el éxito deseado.

Como preparación inmediata para participar en una competición, la extensibilidad resulta escasamente adecuada. Para conseguir la tensión básica correcta y garantizar la necesaria amplitud de movimientos en la competición, la musculatura debe extenderse de un modo dinámico.

A los músculos aquejados de lesión reciente *no* conviene someterlos a ejercicios de extensibilidad mientras exista el peligro de un empeoramiento de las secuelas de dicha lesión. El momento de repetir una gimnasia de extensibilidad adecuada y exactamente dosificada debe ser establecido por el médico o el terapeuta. En las lesiones de ligamentos debe tenerse en cuenta que para la extensibilidad deben elegirse los ejercicios que no exijan mover la estructura lesionada.

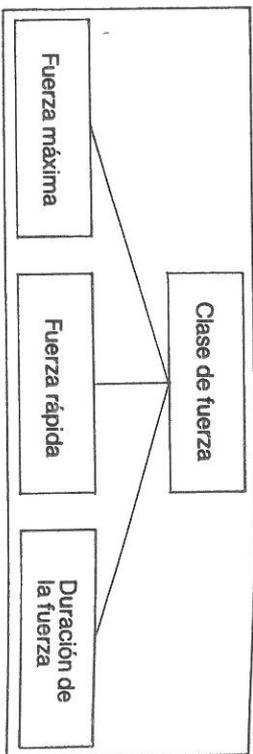
Una lesión en el aparato locomotor nunca conducirá a que no pueda practicarse ningún tipo de gimnasia. De hecho, en la de extensibilidad sólo quedan excluidas las partes corporales lesionadas, las cuales se someten a unos ejercicios sustitutos en espera de ser de nuevo normales para poder mantener el nivel de rendimiento alcanzado según las posibilidades. Sólo de este modo resulta posible un aumento rápido y totalmente inofensivo en el ritmo de la actividad deportiva.

¿CÓMO DESARROLLAR EL FORTALECIMIENTO?

Fundamentos

Cada contracción muscular desarrolla fuerza, la cual puede ser utilizada para vencer una resistencia o bien oponerse a ella. Según la importancia y la duración de la fuerza desarrollada puede dividirse ésta en 3 categorías:

La *fuerza máxima* es la de mayor impulso que en forma arbitraria cabe utilizar contra una resistencia. Depende del corte transversal del músculo y de la coordinación intramuscular. El *corte transversal* del músculo vendrá determinado por el número



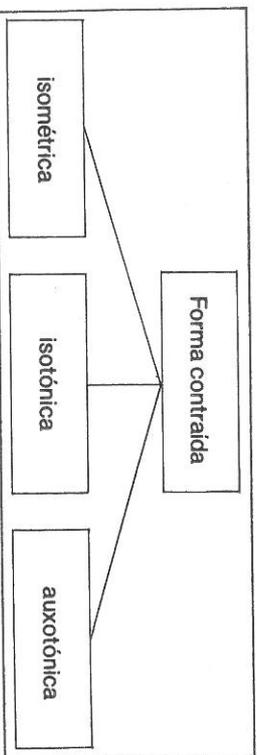
y grosor de las fibras musculares. En cuanto a la *coordinación intramuscular*, refiérese a la dirección nerviosa de la musculatura. Se alcanzará un desarrollo máximo de la fuerza cuando las fibras musculares individuales dentro de un músculo se contraigan en forma sincronizada.

Con la *fuerza rápida* aparece la posibilidad de desarrollar un impulso posiblemente explosivo que cubrirá todo el ámbito del movimiento. Con ello, el propio cuerpo, partes de él o incluso algunos aparatos, se moverán con una mayor rapidez. Esto depende, principalmente, de la coordinación intramuscular.

Bajo la denominación de *duración de la fuerza* entendemos la capacidad de resistencia al cansancio, en contraposición al esfuerzo duradero o repetido que la fuerza supone. Se determinará a través de la fuerza máxima y la duración anaerobia.

El trabajo muscular puede presentarse en forma concéntrica, excéntrica o persistente, o como combinación de todas ellas.

Según las condiciones bajo las cuales se presente la contracción muscular, se hablará de contracción *isométrica*, *isotónica* o *auxotónica*. Estas expresiones derivan del correspondiente cambio en la longitud y la tensión de los músculos.



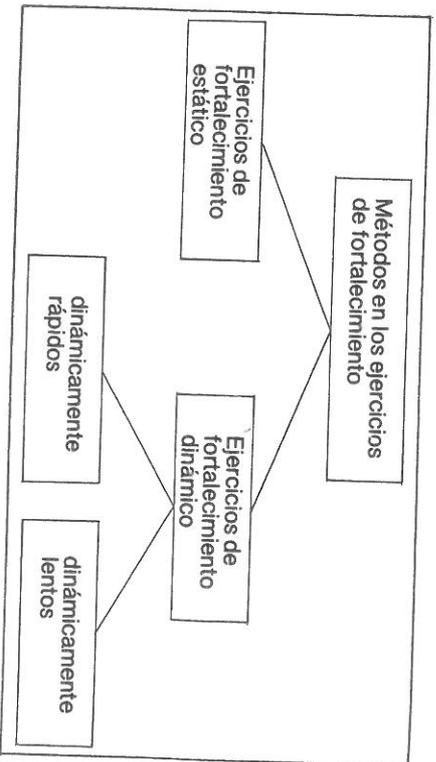


TABLA 3: MÉTODOS EN LOS EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO, MARCOS DE APLICACIÓN, NÚMERO DE REPETICIONES Y CARGAS

Métodos en los ejercicios de fortalecimiento	Marco de aplicación	Repeticiones	Carga %
dinámicamente rápido	— Fuerza máxima	1-5	85-100
	— Intramuscular		
dinámicamente lento (isocinético) (isométrico)	— Coordinación	6-12	70-85
	— Sección muscular	10-15	30-60
	— Fuerza rápida	20-60	30-50
	— Duración de la fuerza		
	— Fuerza máxima	8-12	50-70
	— Sección muscular	10-20	30-50
	— Duración de la fuerza		
	— Fuerza máxima		
	— intramuscular	3-5 seg	90-100
	— Coordinación	6-10 seg	70-90
— Sección muscular	30-120 seg	30-50	
— Duración de la fuerza			

En la contracción muscular *isométrica* se mantiene constante la longitud del músculo mientras que la tensión cambia. La contracción del músculo es *isotónica*, mientras que su tensión en todo el ámbito del movimiento permanece y sólo experimenta cambio la longitud del músculo. En la contracción muscular *auxotónica*, cambian tanto la tensión del músculo como su longitud.

Ejercicios de fortalecimiento

Los métodos seguidos en los ejercicios de fortalecimiento se dividen en dinámicos y estáticos. Recibe el nombre de *ejercicios dinámicos de fortalecimiento* la práctica que utiliza el movimiento. En el caso de los *ejercicios estáticos de fortalecimiento*, se llevan a cabo prácticas de apoyo o de resistencia sin que intervenga movimiento alguno.

Los métodos más utilizados en los ejercicios de fortalecimiento son:

Ejercicios dinámicos de fortalecimiento rápido: Las repeticiones unitarias se llevarán a cabo desplegando el máximo vigor. El método seguido en los ejercicios de fortalecimiento rápido puede utilizarse para intensificar todo tipo de esfuerzos. Según sea el efecto deseado en los ejercicios de adiestramiento, es distinto el número de repeticiones y diferente la carga a aplicar que cabe elegir (Tabla 3).

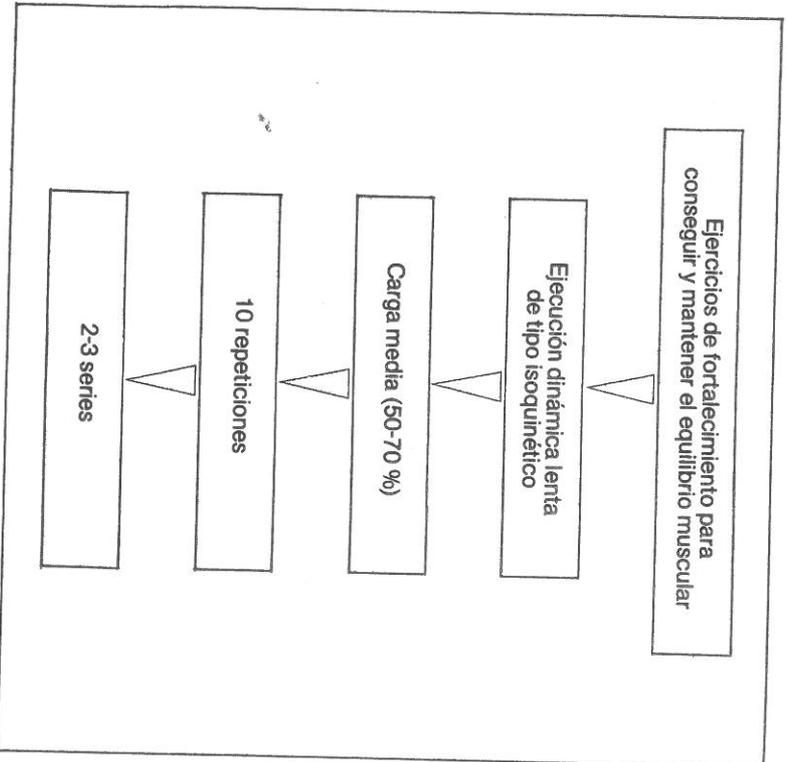
Ejercicios lentos de fortalecimiento dinámico: El movimiento es lento y uniforme (aplicación dosificada de fuerza). Este método de adiestramiento se describe, asimismo, como ejercicios de fortalecimiento isocinético. Los ejercicios lentos de fortalecimiento dinámicos persiguen conseguir un aumento de la sección muscular y del nivel de fuerza (Tabla 3). No resulta adecuado, para mejorar la elasticidad.

Ejercicios de fortalecimiento estático: El mayor desarrollo en el fortalecimiento estático o isométrico, en contraposición con una firme resistencia, viene a mejorar la fuerza estática máxima. Para la mejora del nivel de fuerza estática se elegirá una tensión muscular submáxima de mayor duración (Tabla 3). En la mayoría de prácticas deportivas, los ejercicios de fortalecimiento estático revisten una importancia secundaria debido a ser ajenos a toda clase de movimiento y a que no cabe activar

la coordinación a través de ellos. Cuentan, en el mejor de los casos, con un lugar en el adiestramiento de la musculatura de la espalda, debido a que ésta constituye tanto un elemento de sostén como de movimiento.

Para la consecución y mantenimiento de un equilibrio muscular, lo más adecuado son los *ejercicios de fortalecimiento dinámico lentos (isométricos)*.

Para mantener una unidad de conducta en los ejercicios, se realizan de dos a tres series de 10 repeticiones con una carga de



tipo medio (50-70%). Con ello se consigue un aumento de la sección muscular y una mejora del nivel máximo de fuerza.

De acuerdo con nuestros ejemplos de ejercicios con un colaborador, aparece la labor muscular, en la mayoría de dichos ejercicios, tanto concéntrica como excéntrica. Ejercicios parecidos también cabe llevarlos a cabo sin compañero, con ayuda del peso del propio cuerpo o de un aparato apropiado.

¿POR QUÉ CONVIERNE PRACTICAR LA GIMNASIA DE EXTENSIBILIDAD Y FORTALECIMIENTO?

Para poder practicar la gimnasia aquí descrita con una motivación convincente, lo más apropiado es contestar a la pregunta de «¿por qué?». Aun cuando los trabajos científicos sobre la extensibilidad no son muy numerosos, quedan plenamente justificadas las ventajas de tal tipo de gimnasia, que cabe agrupar en cuatro categorías:

- Ejercicios eficaces de movimiento.
- Prevención de lesiones y daños de carácter deportivo.
- Adiestramiento óptimo de la musculatura.
- Medidas terapéuticas ante problemas del aparato locomotor.

Ejercicios de movimiento

Los ejercicios estáticos de extensibilidad se convierten en formas dinámicas y eficaces cuando se recurre a movimientos oscilatorios y rítmicos (Wallin, 1985). Los ejercicios de extensibilidad suponen parte importante de todo ejercicio de movimiento, el cual como factor condicionante supone, en el caso de muchas disciplinas deportivas, elemento determinante del rendimiento.

Un estudio llevado a cabo entre los esquiadores de fondo puso de manifiesto una mejora en la movilidad y en la reducción de los desequilibrios musculares tras la introducción de la extensibilidad en los ejercicios cotidianos de gimnasia. Si antes de aplicar las normas de la gimnasia de extensibilidad cabía hallar en casi todos los atletas algunos músculos contraindidos o debilitados, se observó que el resultado, tras introducir la ex-

tensibilidad en forma regular, aparecía mucho más favorable 4 años después (Spring 1981, 1985, Schmid 1983).

Prevención de lesiones y daños en la práctica deportiva

Un desequilibrio muscular eleva la carga sobre el aparato locomotor, y por tanto, a través de una contracción y debilitación de los diversos grupos musculares cabe llegar a una carga desfavorable sobre las articulaciones y, con ello, a una *sobre carga de sus cartílagos* (Dietrich, 1985). Como ejemplo, hay la *sobre carga* en la superficie de la parte anterior de la rótula a través de un desequilibrio muscular local por contracción del *M. rectus femoris* (músculo recto anterior) y debilitamiento del *M. vastus medialis* (músculo vasto interno), lo cual, para la estabilización de dicha rótula, es altamente importante.

Los tendones de los músculos contráidos con frecuencia reaccionan con una inflamación en sus extremos. La base de ello cabe hallarla en la sobrecarga continuada en el punto de anclaje del tendón como consecuencia de la contracción muscular. Precisamente en las prácticas deportivas, en las que ciertos anclajes resultan especialmente sometidos a tensión, es preciso que la correspondiente musculatura cuente con una extensibilidad óptima. Un ejemplo típico de ello lo tenemos en el dolor inguinal de los futbolistas, debido a contracción de los músculos aductores.

A través del desequilibrio muscular resulta afectada la estática y la dinámica de la columna vertebral. La contracción del *M. iliopsoas* (músculo iliáco), del *M. erector spinae* (disensor de la espalda) y del *M. rectus femoris* (músculo recto anterior), así como el debilitamiento de la musculatura del abdomen y de las nalgas, conducen a una inclinación de la cadera hacia adelante con fortalecimiento del sacro. La disminución resultante de la capacidad de carga de la columna vertebral se traducirá en dolores y, más adelante, en un desgaste de la misma. Conviene pues evitar esta situación desfavorable a través de una extensibilidad y fortalecimiento tempranos (Weber, 1985).

Los músculos contráidos y por tanto difíciles de extender quedan expuestos, a través de movimientos incontrolados, a sufrir excesos de carga, lo cual puede dar lugar a que sobrepasen sus límites en este ámbito. Las lesiones y los desgarros musculares

lares son la consecuencia inmediata. De igual modo, a través de la pérdida de la capacidad de distensión en una musculatura contraída puede llegarse a sobrecargar y con ello lesionar al antagonista en situación contraída. En el caso de contracción de los distensores de la rodilla, este mecanismo puede conducir a una lesión de su flexor (Wysotschim, 1979).

Una investigación muy interesante, llevada a cabo en 12 equipos de fútbol suecos, puso de manifiesto la eficacia de los ejercicios de gimnasia de extensibilidad en la profilaxis de las lesiones deportivas (Ekstrand, 1983).

Adiestramiento óptimo

Un músculo tónico contraído puede contrarrestar la activación máxima de su antagonista fásico y sinérgico. De ello resulta una debilitación muscular. Un adiestramiento para mejorar el nivel de fuerza y solucionar este problema debe ser ante todo totalmente eficaz, cuando la obstaculización de la activación máxima experimentada una elevación. Por ello, a través de una extensibilidad dada cabrá conseguir una longitud normal del músculo tónico contraído.

A través de la consecución y mantenimiento del equilibrio muscular mediante una extensibilidad y un fortalecimiento regulares quedan fijadas para la musculatura ciertas condiciones que un adiestramiento óptimo permite alcanzar. Esto se traducirá en un aumento del nivel de rendimiento.

Medidas terapéuticas

Tan pronto como pueda determinarse un desequilibrio muscular con o sin problemas adicionales, se aplicarán como medida terapéutica unos ejercicios gimnásticos de extensibilidad y fortalecimiento. En la gimnasia para enfermos deberán aplicarse estos métodos, pero siempre teniendo en cuenta que, a largo plazo, sólo cabe alcanzar el éxito si el paciente se halla motivado para llevar a cabo en forma independiente y regular estos ejercicios de extensibilidad y fortalecimiento (Schneider, 1984). El ajuste deseado de la musculatura sólo cabrá alcanzarlo a tra-

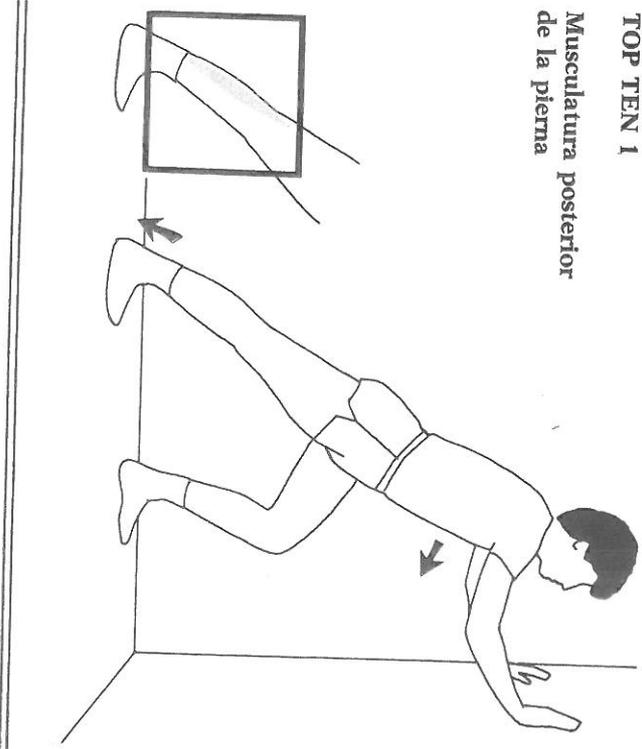
vés de un adiestramiento regular y recordando que esta terapia debe amoldarse a las correspondientes reglas de adiestramiento, las cuales, en forma debidamente adaptada, resultan válidas tanto para el deportista como para el paciente.

Índice

Observación importante	5
Introducción	7
Prefacio	9
Prólogo	11
Iniciación a la gimnasia de extensibilidad y fortalecimiento	17
Programa básico «Top Ten»	17
Programa sistemático de ejercicios	18
¿Cómo conseguir la extensibilidad?	19
¿Cómo conseguir el fortalecimiento?	20
¿Cuándo procede llevar a cabo los ejercicios de extensibilidad?	20
¿Cuándo procede la realización de ejercicios de fortalecimiento?	21
Programa básico «Top Ten»	23
1. Musculatura posterior de la pierna	24
2. Musculatura anterior del muslo	25

TOP TEN 1

Musculatura posterior
de la pierna

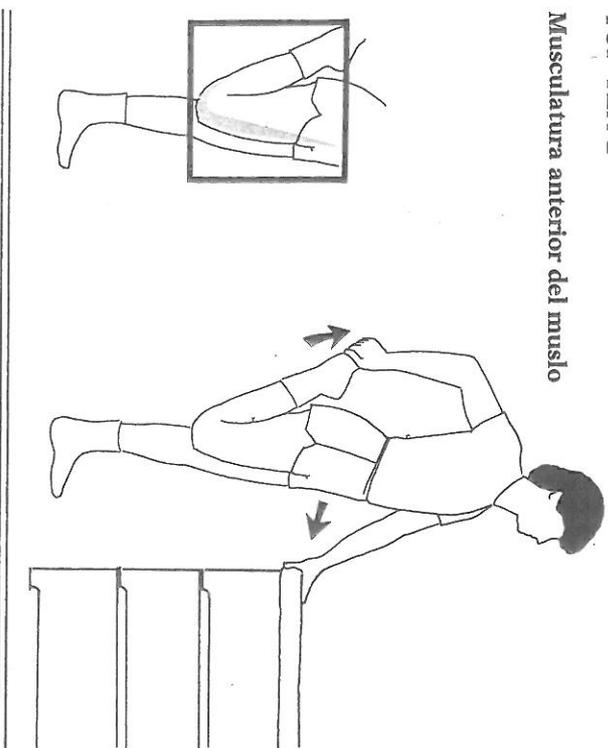


- ↙ Presionar el talón sobre el suelo.
- ➔ Inclinarse el cuerpo, de un modo proporcional, hacia adelante.

Véanse asimismo las páginas 40-44 respecto al programa sistemático de ejercicios.

TOP TEN 2

Musculatura anterior del muslo

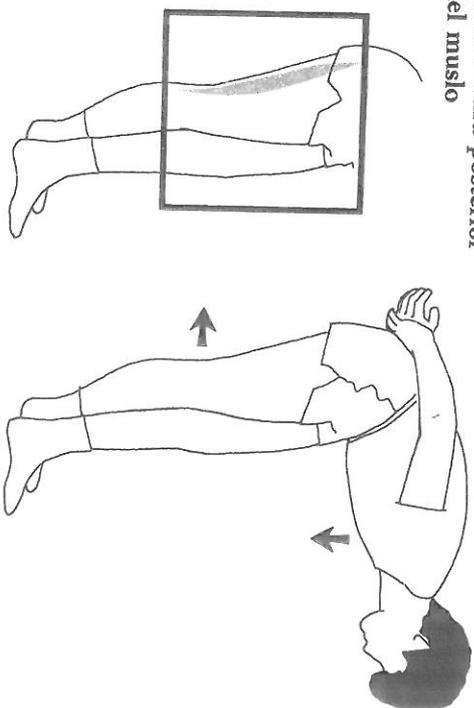


- ↙ Llevar el pie contra las nalgas.
- ➔ Empujar la pelvis hacia adelante.

Véanse asimismo las páginas 45-52 respecto al programa sistemático de ejercicios.

TOP TEN 3

Musculatura posterior del muslo

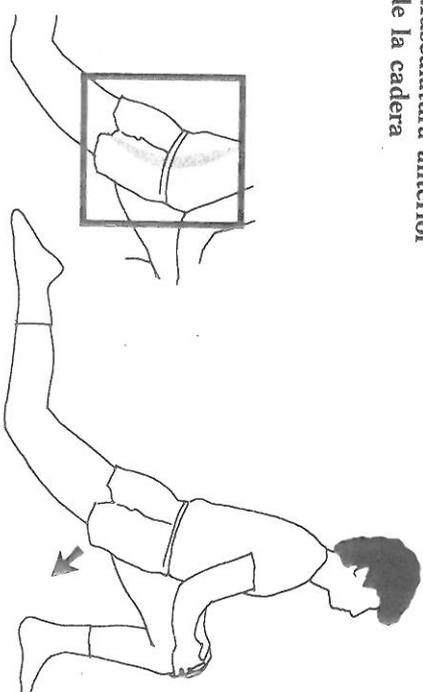


- ↖ Impulsar la rodilla hacia atrás.
- ↘ Inclinarse el busto hacia adelante.

Véanse asimismo las páginas 53-59 respecto al programa sistemático de ejercicios.

TOP TEN 4

Musculatura anterior de la cadera

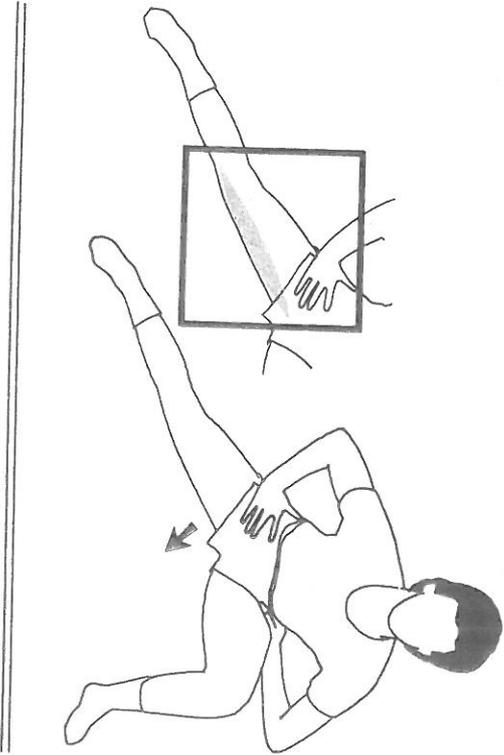


- ↘ Impulsar la cadera hacia abajo.

Véanse asimismo las páginas 60-65 respecto al programa sistemático de ejercicios.

TOP TEN 5

Musculatura interna de la cadera

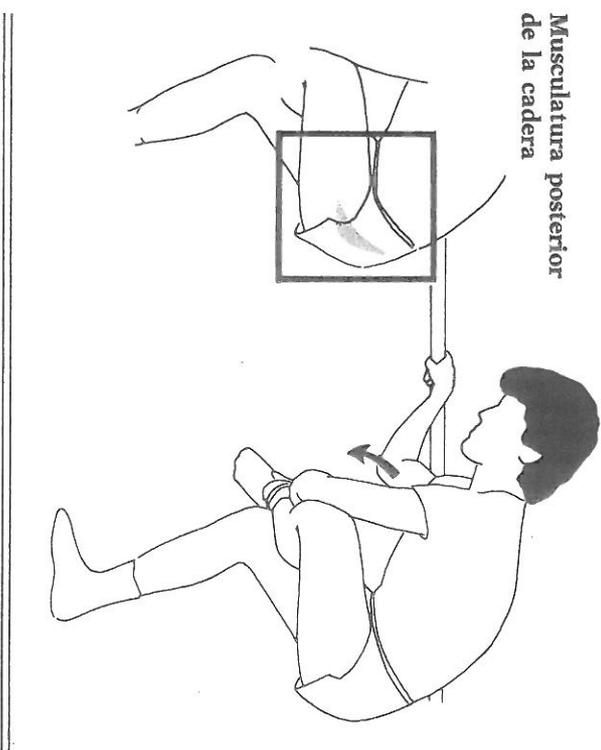


➤ Impulsar la pelvis oblicuamente hacia abajo.

Véanse asimismo las páginas 66-71 respecto al programa sistemático de ejercicios.

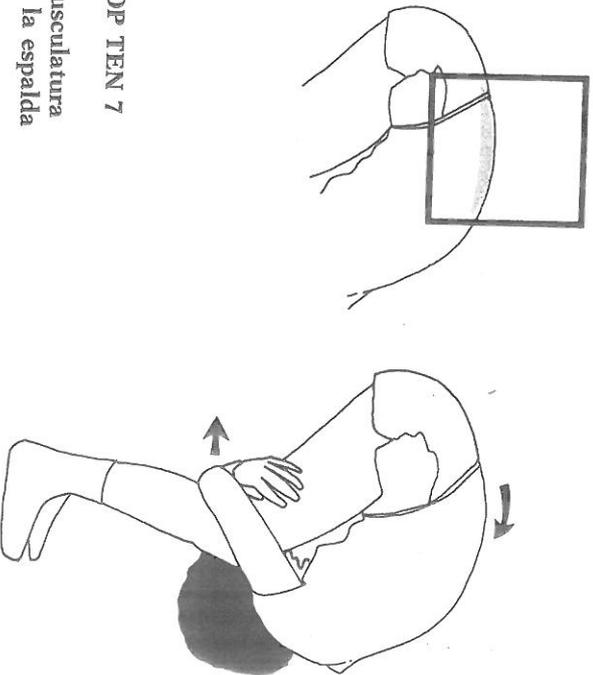
TOP TEN 6

Musculatura posterior de la cadera



↙ Inclinar el busto hacia adelante.

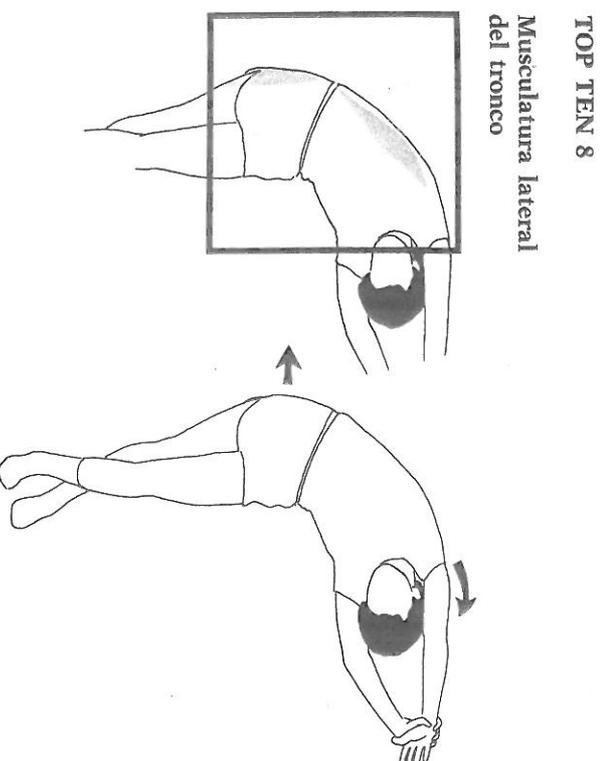
Véanse asimismo las páginas 72-82 respecto al programa sistemático de ejercicios.



TOP TEN 7
Musculatura
de la espalda

- ↑ Impulsar la rodilla hacia atrás.
- ↪ Doblar fuertemente la espalda.

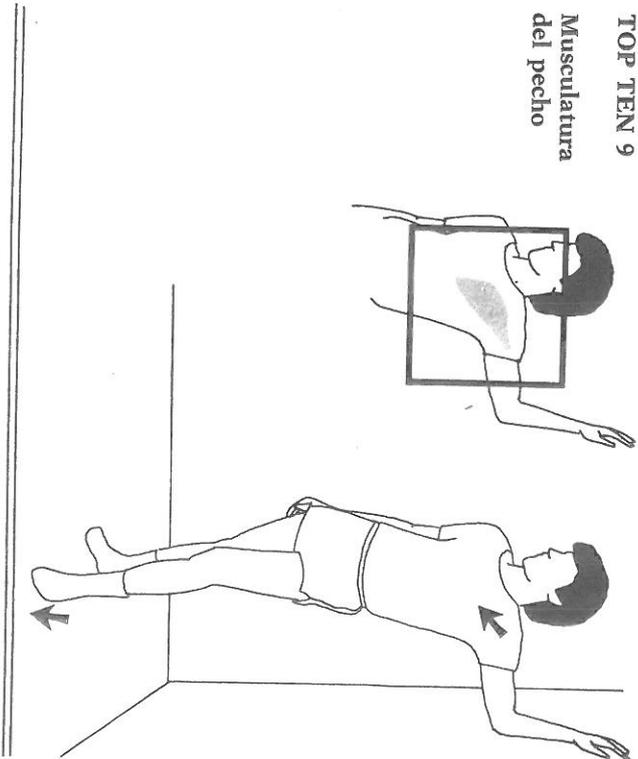
Véanse asimismo las páginas 83-87 respecto al programa sistemático de ejercicios.



TOP TEN 8
Musculatura lateral
del tronco

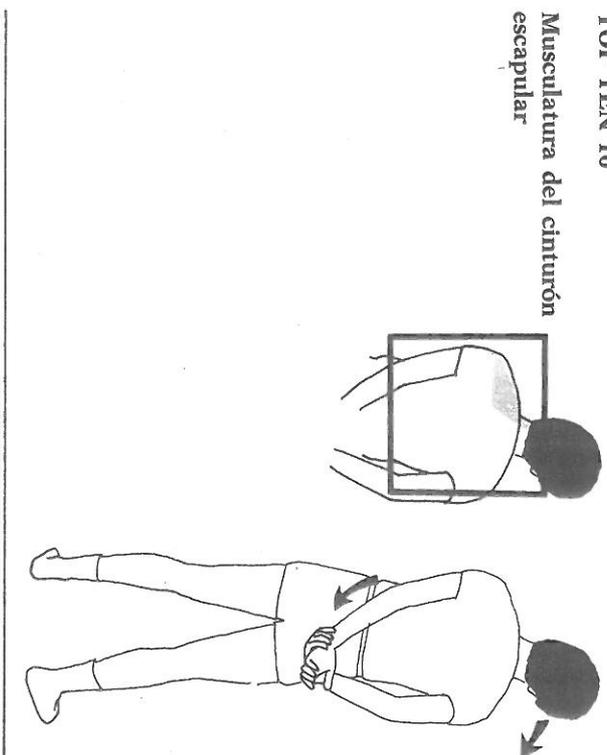
- ↑ Impulsar la pelvis hacia un lado.
- ↪ Inclinar el tronco hacia el lado contrario.

Véanse asimismo las páginas 92-95 respecto al programa sistemático de ejercicios.

TOP TEN 9**Musculatura del pecho**

- ↘ Con la pierna izquierda dar un paso hacia adelante.
- ↘ Mover el hombro de igual lado hacia adelante.

Véanse asimismo las páginas 96-99 respecto al programa sistemático de ejercicios.

TOP TEN 10**Musculatura del cinturón escapular**

- ↘ Inclinar la cabeza hacia el lado derecho.
- ↘ Tirar del brazo del lado contrario hacia abajo.

Véanse asimismo las páginas 100-105 respecto al programa sistemático de ejercicios.