

*Sentadilla profunda (ver también principio EF 4)*

- En este ejercicio el practicante baja tanto como pueda en la posición encucillada e intenta evitar la curvatura en la zona de transición lumbosacra.
- Este ejercicio sólo se debe practicar después de fortalecer notablemente mediante entrenamiento los grupos musculares implicados, en especial los estabilizadores.
- Realice este ejercicio primero con pesos pequeños, de un 40 o 50% de la  $F_{\text{máx.}}$  de la sentadilla completa.
- Las sentadillas son muy útiles para toda práctica deportiva en la que se adopte esta posición. Además, esta posición se corresponde con una posi-

ción fisiológica que mantienen muchos pueblos durante horas y requiere una protección articular fuerte que se puede entrenar con este ejercicio.

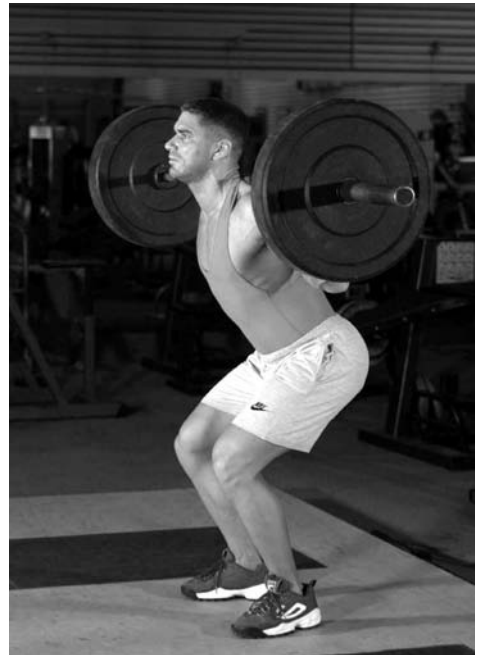
### Realización clásica del ejercicio

*Realización del ejercicio sin carga para las rodillas*

- En este ejercicio el tronco se inclina más hacia delante mediante la flexión de las caderas sin perder la posición de lordosis.
- Manteniendo esta postura, la distancia de las articulaciones de las rodillas hasta la dirección principal de la carga es menor y también lo es la carga del momento de rotación que se crea en la rodilla.



**Figura D-168** Sentadilla profunda  
a) Posición inicial



b) Segunda posición

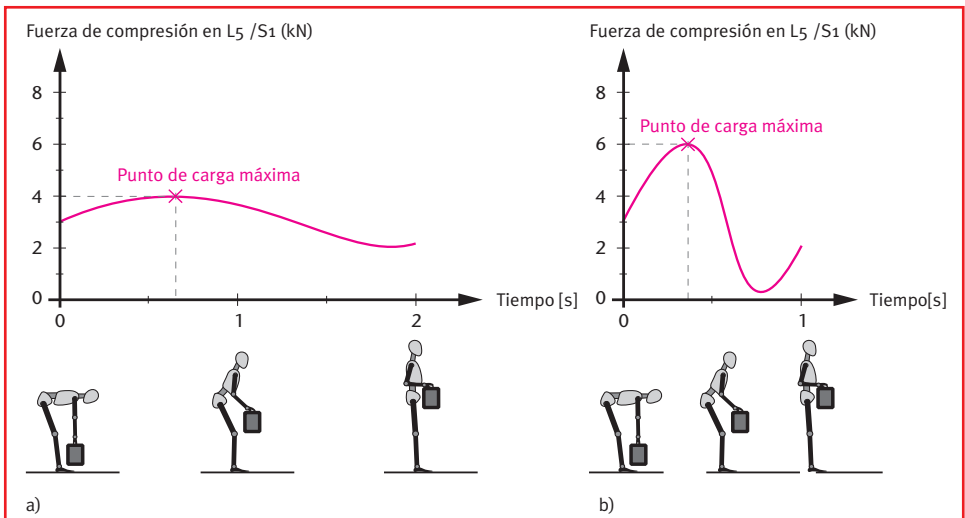
lanzadores de jabalina alcanzan velocidades de 100 km/h con el brazo durante el lanzamiento—. Para jugar al tenis se necesitan también aceleraciones muy importantes, para producir velocidades de golpeo de hasta 30 m/s; en los deportistas de elite, hasta 100 m/s (Kleinöder). El enorme trabajo de aceleración que se necesita, realizado por los músculos de la cintura escapular y además en primera línea por las poderosas cadenas musculares de las piernas y del tronco, y transmitido a través de los músculos de la escápula, representa también una importante carga corporal.

#### *Procedimientos de aceleración excéntrica (frenado)*

El brazo del *pitcher* que antes había lanzado la pelota a gran velocidad debe

ser frenado de nuevo a velocidad cero. Dado que en este caso el trayecto de frenado es corto y el brazo posee una gran velocidad, hay que aplicar valores de frenado extremadamente altos, con el fin de evitar posibles lesiones por rotación (la bola del ejemplo que se movía a 88 km/h debe ser frenada a cero en un recorrido de unos 2 cm aprox.). *Perry* habla de valores de desaceleración a corto plazo de hasta  $500.000^{\circ}/s^2$  para poder frenar el brazo acelerado a cero en tan poco tiempo (Hackney).

En el tenis el principiante, sin experiencia, se ve confrontado regularmente al problema de golpear la pelota con la parte ideal de la superficie de golpeo de la raqueta, cosa difícil de conseguir. Golpeando la pelota con el borde de la raqueta se puede producir velocidades



**Figura C-28** Fuerza de compresión en L5/S1 (zona de transición lumbosacra) durante el levantamiento de un peso de 20 kg (de Jäger 1990)

a) Levantamiento en 2 segundos

b) Levantamiento en 1 segundo

similar. Haga doble nudo con la banda elástica y con el tube puede pasar un extremo por el interior de la otra asa y tensarlo.

- Aléjese del punto de sujeción para que se cree cierta tensión en la banda elástica (la resistencia aumenta en función de la distancia).
- Colóquese de pie con los pies separados, los músculos glúteos contraídos y la postura erguida.
- Para realizar **una rotación hacia la izquierda de la CC**, debe sujetar la goma a su **derecha**. Agarre el extremo libre de la cinta y enróllesela alrededor de la frente con la **mano derecha**, sujetándolo con las puntas de los dedos en el occipital. La cinta queda presionada sobre la frente.

#### *Realización*

- El movimiento debe partir de la posición neutra de la CC. Debe efectuar un movimiento de rotación en este caso hacia la izquierda lentamente, lo más lejos que pueda (como siempre sin impulso).
- Durante el movimiento de regreso de la cabeza solamente puede sobrepasar la posición en unos 10-20° de rotación, en este caso hacia la derecha, para empezar de nuevo la fase de rotación concéntrica hacia la izquierda.
- Para realizar una **rotación derecha**, ha de proceder de forma inversa, partiendo de la misma posición inicial (ver antes).
- Debe procurar mantener la cabeza erguida durante el movimiento y que

el resto del cuerpo permanezca inmóvil, especialmente la CT, la CC y la cintura escapular.

#### **Variación de la resistencia**

Se puede variar la magnitud de la resistencia utilizando bandas elásticas de diferente grosor y modificando la distancia hasta la sujeción. Respecto a la capacidad de estiramiento máximo del tube o de la banda elástica, debe seguir las instrucciones del fabricante. Normalmente las bandas permiten el estiramiento hasta el doble de su longitud original.

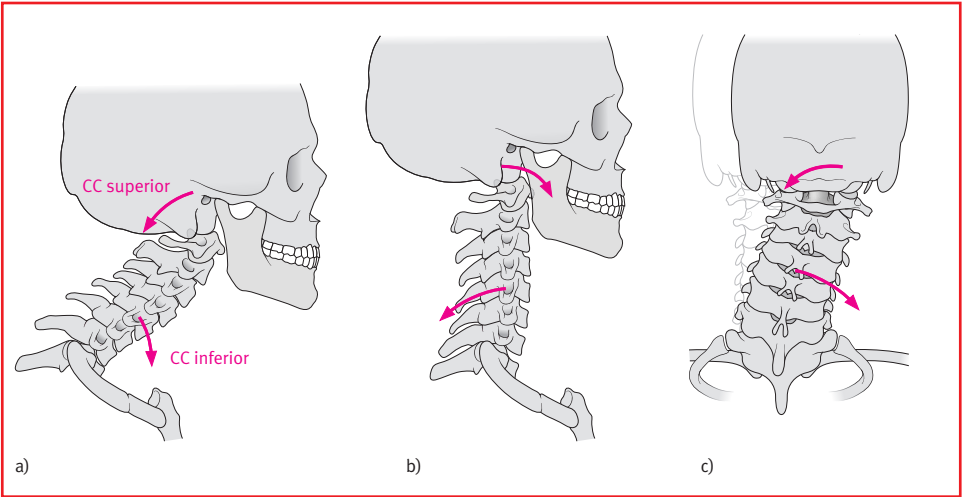
#### **Control del ejercicio**

- Como **entrenador** debe controlar que el practicante mantenga una postura erguida, la cabeza recta y el cuerpo quieto. Por lo demás, es importante que la realización del movimiento sea regular.
- Como **practicante** debe procurar que la banda elástica no resbale y que el movimiento se haga contra resistencia, en la fase de vuelta se debe frenar a tiempo.

#### **Observaciones**

##### *Posiciones iniciales y posiciones finales*

- La posición final no es crítica y se debe alcanzar la posición máxima lentamente.
- La posición inicial se limita a unos 10-20° más allá de la posición neutra. Puesto que el movimiento se realiza en los dos lados, las estructuras implicadas alcanzan amplitudes del movimiento completas.



**Figura D-121** Movimientos "lineales" de la cabeza

a) "Posición de buitre"; extensión de la CC superior, flexión de la CC inferior

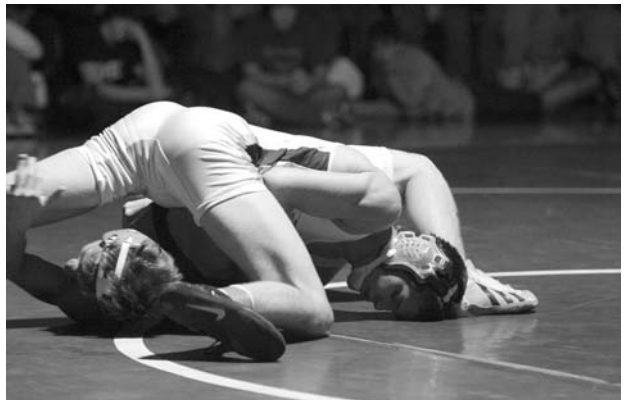
b) "Cuello plano"; flexión de la CC superior, extensión de la CC inferior

c) "Desplazamiento hacia la derecha"; inclinación lateral hacia la izquierda de la CC superior, inclinación lateral hacia la derecha de la CC inferior y ligera rotación. Viceversa para un "desplazamiento hacia la izquierda".

mente **reducidos los estímulos necesarios para la formación** de nuevo tejido óseo y cartilaginoso. Con el tiempo se producen acortamientos **musculares** y **debilidad de grupos musculares enteros**, limitaciones del movimiento de la CC y pérdidas funcionales de segmentos

completos de la columna vertebral que ven notablemente reducida su propiocepción. Esto significa una **reducción de la estabilización articular**: se reducen los mecanismos de protección de la CC, lo cual crea situaciones críticas, pues cualquier movimiento de aparición

**Figura D-122** Cargas extremas para la CC en dos luchadores. La amplia extensión de la CC del luchador inferior recibe la carga de su peso y del peso del cuerpo de su contrincante y además experimenta fuerzas dinámicas importantes durante la lucha



en lo que respecta a las cargas y al rendimiento.

Los atornillamientos en espiral de la CV están presentes en muchas técnicas deportivas específicas. En movimientos como el golpe de tenis, los pasos de escalada o el lanzamiento de la pelota en balonmano, la contrarrotación de la cintura escapular y de la pelvis “almacena” energía de aceleración (como un muelle tenso), estabiliza el cuerpo y descarga las estructuras periféricas (por ej. la región de los hombros y de los brazos). Para aumentar este rendimiento, el entrena-

miento muscular diferenciado puede hacer mucho por los músculos responsables de la rotación.

Los elementos activos de los movimientos de rotación de la CV son esencialmente los músculos abdominales laterales y los grupos transversoespinosos del erector de la columna. Además, colaboran considerablemente en esta rotación –sobre todo al efectuar movimientos explosivos– los fuertes extensores de la cadera y los músculos de la cintura escapular (rotación de la cabeza y los músculos de la CC, ver cap. sobre CC).



**Figura D-17** Continuación  
b) Atornillamiento en espiral de la CV durante un lanzamiento de balonmano



**Figura D-17** Continuación  
c) Rotación de la CV en un mismo sentido en la práctica del golf

demasiado grandes para los niños. En el caso de los jalones con poleas, puede que un niño consiga 8 repeticiones con 10 kg de peso, el aumento directamente a 20 kg (con placas de graduación de 10 kg) es demasiado grande. En estos casos hemos de utilizar pesos de adaptación (algunos ya vienen integrados en las máquinas), escoger otro ejercicio o ayudar al practicante. El principio del entrenamiento progresivo también es válido para los niños y evidentemente y de forma especial para los adolescentes.

- **No agote nunca a los niños**, pues esto provoca la acumulación masiva local de lactato, lo que produce, por un lado, una prolongación considerable de los tiempos de regeneración y, por otro, un aumento de secreción de hormonas del estrés, entre otras de la dopamina, con un efecto directo sobre el SNC y efectos perjudiciales para el desarrollo de algunas áreas del cerebro (Liesen 1997).
- Puesto que se incrementa el metabolismo de crecimiento (fase de crecimiento), en los niños las necesidades de nutrientes, minerales y vitaminas están aumentadas. De forma especial crece el consumo proteico diario, que puede llegar a ser hasta de 2,5 g/kg de peso (Weineck 1996). Se debe cubrir estas necesidades, en especial si el entrenamiento de la fuerza se practica regularmente.
- Entrenamiento específico para un deporte: con el entrenamiento de la fuerza se puede garantizar tanto la



Figura C-35 Niños entrenando

capacidad de rendimiento para otra disciplina deportiva como una absorción de las cargas favorable. Además del entrenamiento de los grupos musculares específicos de un deporte, se debe conseguir también el desarrollo regular del conjunto de los músculos esqueléticos para mantener el cuerpo en forma.

- La práctica del deporte es aconsejable en todas las edades, y el deporte intensivo y regular es ideal. El **deporte de competición y de alto rendimiento** actual requiere un rendimiento tan alto que obliga a la práctica de intensidades de entrenamiento muy grandes que acaban comportando forzosamente la aparición de lesiones y de desgaste corporal. Se debe reflexionar antes de iniciar una carrera deportiva de competición a alto nivel, sobre todo cuando se empieza muy

rán los músculos que las produzcan y, cuando sean las curvaturas demasiado pronunciadas, se entrenarán los músculos antagonistas.

Con la aplicación de un entrenamiento de la fuerza a largo plazo se puede influir en la estática fisiológica de la CV. Sobre todo se puede compensar muscularmente el déficit de amortiguación provocado por las deformaciones de la columna, lo que ya representa una importante reducción de las cargas.

Los siguientes grupos musculares que se insertan en la pelvis influyen en la posición que adoptará la pelvis y por tanto en la curvatura de la columna lumbar (fig. D-24).

Si se quiere compensar una curvatura lumbar demasiado fuerte o debilitada, se tomarán las medidas pertinentes para entrenar los respectivos grupos musculares. Pero ¡cuidado con provocar una inversión de la situación!

Éste es el motivo por el cual en el **entrenamiento de la fuerza de músculos “acortados”** se aplican paralelamente dos o tres acciones (ver cap. A 3 y principio EF 3):

1. Garantizar el entrenamiento de fuerza de los músculos “acortados” en la ADM completa con diferentes ejercicios; aumento de la movilidad (Gottlob 1997).
2. Entrenamiento de fuerza máxima de los músculos “acortados”; función de protección total.
3. Medidas de estiramiento de los músculos “acortados”; segunda medida para aumentar la movilidad.

#### **Ejemplo: “lordosis lumbar”**

Supongamos que se detecta una hiperlordosis lumbar. En este caso daremos prioridad al entrenamiento de la fuerza máxima de los enderezadores de la pelvis. Durante mucho tiempo se creyó que en este caso solamente debíamos estirar los inclinadores de la pelvis, pero en ningún caso fortalecerlos, pues ya eran “demasiado fuertes”. Según las explicaciones del cap. A y de los principios EF 3 y 12 esta afirmación no tiene ningún sentido. Evidentemente tiene sentido examinar el posible acortamiento de los inclinadores de la pelvis y realizar ejercicios de estiramiento si son necesarios, pero también se debe entrenar su fuerza con una amplitud total (ver cap. A 4 y 7-9, principio EF 12 y la información complementaria sobre desequilibrios musculares). Un músculo acortado no está acortado por “demasiada fuerza”, al contrario, cuando está acortado está siempre demasiado débil. Como ya hemos visto el acortamiento no tiene nada que ver con el tono en reposo aumentado inducido por el entrenamiento de fuerza. Posiblemente este acortamiento esté causado por una pérdida de longitud, un déficit de control, por hipersensibilidad, por ciertas adherencias musculares o por otros factores. En cualquier caso existen muchas pruebas musculares efectuadas con deportistas de todos los niveles que demuestran que los músculos acortados son aún demasiado débiles y que con el entrenamiento de la fuerza se consigue un aumento de la movilidad y una mayor potencia. Además, los inclinadores de la pelvis, extensores lumbares y psoas, cumplen una función estabilizadora de la CV esencial que sólo pueden realizar si son lo bastante fuertes, y justamente esta función es muy importante para la distribución de las cargas cuando la posición de encurvamiento no es la ideal.

#### *Consecuencias para el entrenamiento en el ejemplo de hiperlordosis (arriba)*

1. Fortalecer intensivamente los enderezadores de la pelvis; primera prioridad.
2. Entrenar los inclinadores de la pelvis en la ADM completa; diseño de los

## B. Fundamentos

---

Las bases presentadas a continuación contienen las descripciones más importantes de los movimientos, direcciones y situación del cuerpo humano, las bases físicas utilizadas y una información breve sobre la parte de entrenamiento que se presenta en el apartado de ejercicios.

Para más claridad hemos dejado de lado representaciones como la de la histología de los diferentes tipos de tejidos, de las vías de conducción de los estímulos y de la contracción muscular, de los diferentes tipos de articulación o del sistema de aporte energético. Si el lector tiene un interés especial por estos temas, dispone de explicaciones detalladas en la bibliografía especializada.

### 1 DEFINICIONES EN EL CUERPO

Se han descrito puntos determinados, direcciones y amplitudes del movimiento partiendo de puntos de referencia estandarizados, así como indicaciones de movimiento, dirección y situación que permitan una identificación inequívoca en el cuerpo humano. De esta forma podemos describir más fácilmente la posición de las articulaciones, la posición del cuerpo, las pruebas musculares funcionales y los ejercicios de carga y de entrenamiento de la fuerza.

#### 1.1 Denominación de las direcciones y situación del cuerpo en el espacio

El cuerpo humano, como cualquier cuerpo situado en el espacio, se puede describir a partir de tres planos. Se utilizan los tres **planos corporales** siguientes, perpendiculares entre sí (Fig. B-1):

El *plano frontal* es un plano situado paralelamente a la frente, que separa el cuerpo en una mitad anterior y otra posterior (corte longitudinal).

El *plano sagital* separa el cuerpo en una mitad derecha y una mitad izquierda (corte longitudinal).

El *plano transversal*, finalmente, separa el cuerpo en dos mitades, una superior y otra inferior (corte transversal).

Para las **indicaciones de situación y de dirección** son importantes las siguientes denominaciones:

#### *Ventral-dorsal*

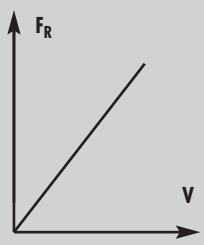
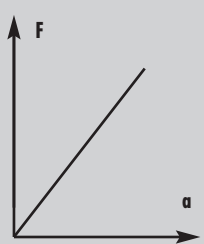
Esta indicación de dirección se utiliza en el tronco. Ventral significa hacia el vientre y dorsal significa hacia la espalda (ej.: las costillas se unen en la parte ventral con el esternón y en la parte dorsal con la columna vertebral).

#### *Medial-lateral*

Medial (interno) significa en dirección a la línea media del cuerpo y lateral (externo) significa hacia el exterior (ej.:



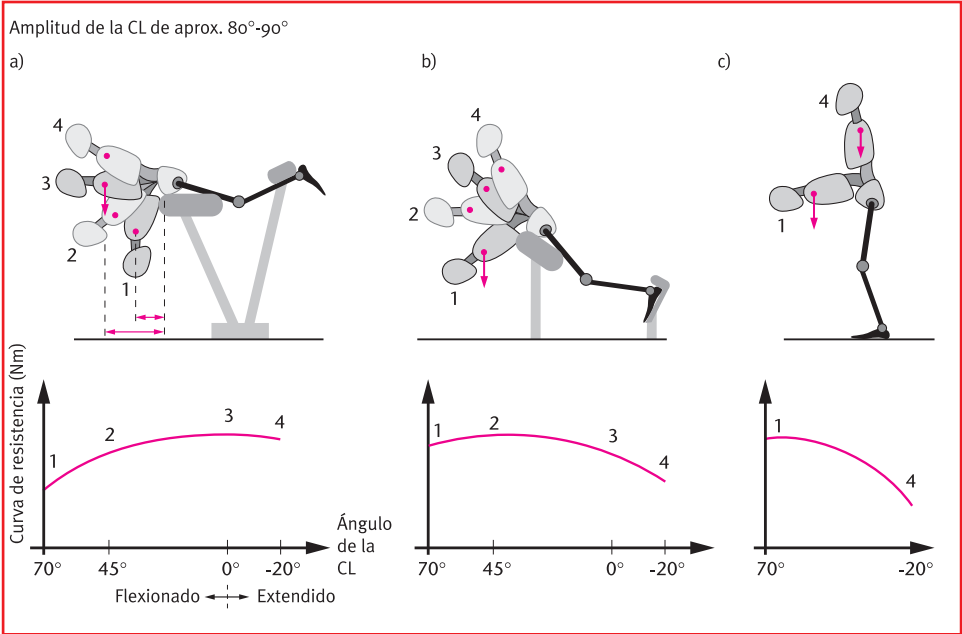
**Tabla C-4** Tipos de resistencia en el entrenamiento de la fuerza (continuación)

Tipo de resistencia	Material de entrenamiento	Ventajas	Inconvenientes
<p><b>Fuerza de rozamiento</b> cuerpo sólido/líquido (fuerza proporcional a la velocidad)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia del agua (natación, remo)</li> <li>• Máquinas de entrenamiento con cilindros hidráulicos</li> <li>• Aparatos de cardio con molinete</li> <li>• Resistencia del aire a partir de una velocidad determinada (por ej. carreras de ciclismo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de resistencia ideal para movimientos continuos como en algunos ejercicios cardiovasculares</li> <li>• Para deportistas acuáticos es una resistencia adaptada a su disciplina (nadadores, remeros, canositas)</li> <li>• Válidos en la primera fase después de algunas lesiones traumáticas, ya que la resistencia puede ser cero en cualquier posición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dependencia de la velocidad no se corresponde con las exigencias cotidianas. Excepción: actividades acuáticas</li> <li>• No hay carga en ninguno de los dos puntos de inversión del movimiento (→ posible la transformación de los valores de fuerza)</li> <li>• Sensación de entrenamiento de una resistencia "dura"</li> </ul>
<p><b>Fuerza de aceleración</b> (fuerza proporcional a la aceleración)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propio peso corporal</li> <li>• Peso de otro cuerpo (en deportes de lucha por ej.)</li> <li>• Barras y mancuernas</li> <li>• Discos de barras</li> <li>• Manguitos de peso</li> <li>• Máquinas de tracción de poleas con pesos libres</li> <li>• Máquinas de entrenamiento con pesos libres</li> <li>• Cualquier objeto que se mueva en la vida cotidiana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia depende del recorrido de la velocidad</li> <li>• La única fuerza a la que se ve sometido el cuerpo durante 24 h y por la que el cuerpo se ha optimizado durante la evolución</li> <li>• Efectos de coordinación y estabilización lo más parecidos a la cotidianeidad</li> <li>• Determinando diferentes direcciones de tracción se puede simular amplias secuencias de aceleración</li> <li>• El estímulo de motivación es máximo cuando se mueven masas (tanto para jóvenes como para mayores)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran inercia del sistema → que se puede reducir notablemente con material auxiliar (por ej. un cilindro o una pequeña palanca)</li> <li>• Material de entrenamiento pesado y en parte voluminoso</li> </ul>

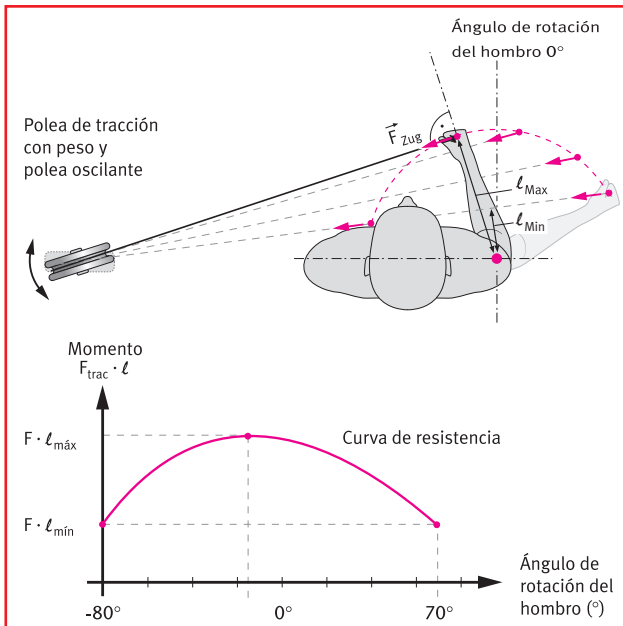
## 2.1 Tipos de resistencia

En la práctica del entrenamiento se utilizan los tipos de resistencias mencionados en la tabla C-4.

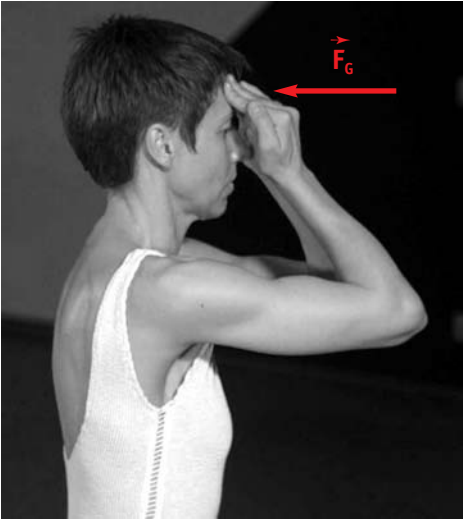
En el entrenamiento de fuerza, cada tipo de resistencia tiene unas ventajas determinadas y un ámbito de aplicación concreto.



**Figura C-8** Distintas curvas de resistencia de un movimiento de extensión lumbar de la columna  
 a) Hiperextensión horizontal, b) Hiperextensión 45°, c) Ejercicio de extensión lumbar en bipedestación



**Figura C-9** Desarrollo de la resistencia en una máquina de tracción de poleas, (ej. rotación externa del hombro)



**Figura D-144** Flexión de la CC con resistencia ejercida por uno mismo

tencia constante hacia delante y hacia abajo.

- Con los dedos debe empujar lo suficientemente fuerte como para ejercer la resistencia deseada. En esta posición tendría que llegar a la posición de máxima flexión (sin posición forzada) manteniendo constante la presión de los dedos en todo momento tanto durante la flexión como durante el movimiento de regreso.
- En la fase de extensión, a partir de la posición neutra, se debe reducir la resistencia ejercida por los dedos de forma que sea cero cuando se alcance la posición de máxima extensión. De este modo se evitará crear posiciones forzadas. Empiece a oponer resistencia de nuevo cuando comience el movimiento hacia delante, de manera que, cuando llegue a la posición neu-

tra, el valor de la resistencia sea igual que el inicial.

- Los dedos deben ejercer la resistencia de forma que todos empujen la frente perpendicularmente.
- Si como entrenador es usted quien ejerce la resistencia o quien quiere comprobar que el practicante la ejerza correctamente, debe trabajar con mucha sensibilidad y poseer muy buena motricidad fina. Es importante que domine perfectamente el ejercicio.

## 2b) Ejercicios de flexión de la CC en el aparato de tracción de poleas

Como en el ejercicio de “extensión de la CC en el aparato de tracción de poleas” también se necesita un aparato que disponga de al menos una polea suelta (mejor dos o tres) y un cabezal, o una cincha o manguito. Éste es el ejercicio ideal para el fortalecimiento de los flexores del cuello sin posiciones forzadas y para la movilización de la CC en el plano sagital.



**Grado de dificultad: medio (3)**

### Grupos musculares entrenados

#### Agonistas

- Esternocleidomastoideo, escalenos y largo del cuello
- Largo del cuello y recto de la cabeza (cuando el eje de rotación es en la CC superior).

#### Sinergistas

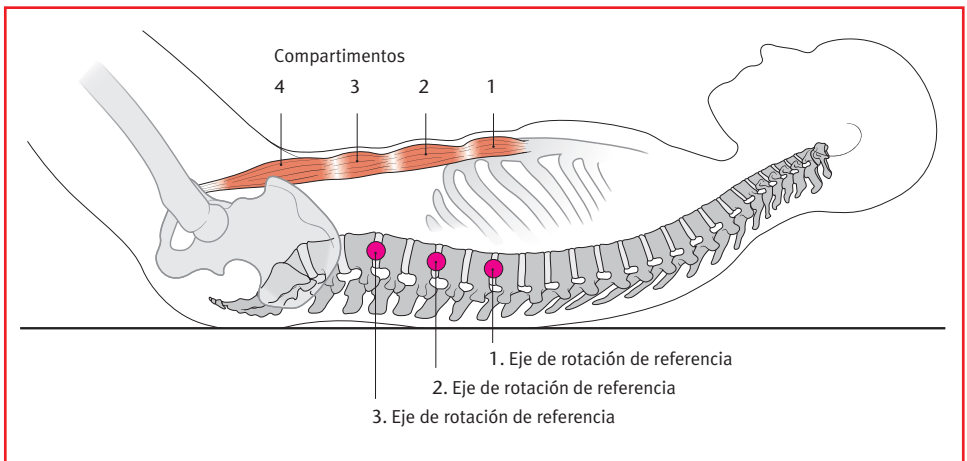
- Musculatura infra e suprahioidea (con la mandíbula cerrada).



de rotación se desplaza en correspondencia hacia craneal o hacia caudal (según el tipo de ejercicio). De aquí podemos extraer consecuencias para el entrenamiento en máquinas de un solo eje. En ellas, contrariamente a lo que ocurre en otros ejercicios abdominales, sólo se puede entrenar dinámicamente un solo compartimento del recto, pues, si moviéramos más, los ejes de rotación de referencia del cuerpo se alejarían cada vez más del eje de la máquina y se crearían fuerzas transversales crecientes que cargarían innecesariamente las articulaciones vertebrales. Estas máquinas, pues, no son adecuadas para el acortamiento de diferentes compartimentos con diversos ejes, sino que pueden ofrecer su calidad para entrenar aisladamente los comparti-

mentos. Muchas veces nos encontramos con que el tercer y el cuarto compartimentos (por encima y por debajo del ombligo) están muy debilitados y casi siempre subestimulados en el entrenamiento abdominal clásico (ver antes). Para el entrenamiento de los compartimentos del recto y como consecuencia de las múltiples articulaciones implicadas, es posible extraer las conclusiones siguientes:

La capacidad activa y completa de todos los segmentos de la CT y la CL viene determinada casi exclusivamente por la capacidad de potencia local de cada uno de los compartimentos. Con el entrenamiento muscular diferenciado se puede conseguir una movilidad fisiológica de la CT y de la CL.



**Figura D-60** Cuatro compartimentos del recto con sus tres ejes de rotación de referencia

1. Eje de rotación de referencia del primer compartimento
2. Eje de rotación de referencia del segundo compartimento para la flexión de tronco y del tercer compartimento para la elevación de la pelvis
3. Eje de rotación de referencia del tercer compartimento para la flexión del tronco y del cuarto compartimento para la elevación de la pelvis

tórax está bien erguido. El movimiento de flexoextensión tiene lugar exclusivamente en la CL.

- Los brazos sujetan el soporte para la espalda o se pueden situar cruzados sobre el pecho si ya queda garantizada la seguridad en la realización del ejercicio.

### Control del ejercicio

Como **entrenador** debe localizar los cuatro puntos de la presa de la pelvis y comprobar si la pelvis del practicante se mueve durante el enderezamiento de la columna vertebral. Si es así, debe ejercer algo de presión para mantener la pelvis fijada.

### Observaciones

- La **posición de extensión máxima** no es problemática.
- La **posición de flexión máxima** se debe evitar en cualquier caso debido a los grandes momentos de rotación que crea.

### 3.5 Entrenamiento de los extensores de tronco torácicos

En el entrenamiento de los extensores del tronco torácicos, la amplitud del movimiento es mucho menor que en el de los extensores lumbares a pesar de que hay un mayor número de vértebras, y esto es debido a diversos factores: la posición de las carillas articulares de las vértebras, la disposición de las apófisis espinosas y la existencia de las costillas. Los ejes de rotación de cada uno de los ejercicios se sitúan en la región baja y media de la CT. El

entrenamiento de los extensores torácicos estimula la estabilidad y la movilidad de la caja torácica y de la CT. Todas las fuerzas actuantes a través de la cintura escapular pueden ser desviadas con éxito si existen fuertes músculos extensores torácicos.

#### a) Erector torácico en bipedestación

Ampliando los ejercicios de extensión lumbar aquí se entrenan dinámicamente las porciones torácicas del erector de la columna. Como antes, este ejercicio también es realizable en cualquier sitio y sin ningún tipo de material. El ejercicio sale mejor si se había aprendido ya la variante lumbar.



Grado de dificultad: medio (3)

#### Grupos musculares entrenados

##### *Agonistas*

- Erector de la columna, porciones torácicas (especialmente los músculos interespinosos y los transversoespinosos de la CT, así como el longísimo y el iliocostal torácicos)

##### *Estabilizadores*

- El conjunto de la cadena extensora de la rodilla y la cadera y los isquiotibiales
- Exensores del tronco lumbares
- Exensores de la CC

#### Realización del ejercicio

##### *Posición de bipedestación*

- Coloque los pies paralelos separados la altura de los hombros y flexione ligeramente las rodillas.

posición, en una técnica de aterrizaje dura se absorbe hasta un 75% de la energía cinética mediante la deformación, o sea, se provoca una carga mecánica 150 veces mayor para las estructuras pasivas (Zatsiorsky 1996).

Las fuerzas de frenado internas necesarias alcanzan valores muy altos cuando no existen fuerzas de frenado externas o cuando la velocidad del movimiento acelerado aumenta incluso por la aplicación de estas fuerzas. Normalmente en los movimientos de rotación de la CV acelerados las fuerzas de frenado externas suelen ser inexistentes y en algunos casos, como durante el salto hacia abajo o durante una caída, la fuerza de la gravedad actúa incluso aumentándolos.

Justamente para estas situaciones es muy importante entrenar los grupos musculares estabilizadores y los antagonistas. Puesto que las fuerzas de frenado deben ser producidas normalmente con gran rapidez y suelen alcanzar valores muy importantes, la sección transversal de las fibras FT de estos grupos musculares será relevante. Esto significa que los músculos deben ser entrenados con cargas lo suficientemente altas (ver principios EF 2 y 7). Desafortunadamente a estos músculos no se les suele proporcionar los ejercicios y programas de entrenamiento que necesitarían, lo que a veces se pagará más tarde. Pero en este caso no sólo importa el aspecto de salud, sino también el aumento del rendimiento. Muchos deportistas de diferentes disciplinas han aumentado su rendimiento gracias a la práctica de un

entrenamiento adicional de los grupos antagonistas.

Si consideramos los métodos de entrenamiento de aumento de la fuerza vistos hasta ahora, por ej. el entrenamiento del salto profundo, en el que se utiliza una técnica de aterrizaje dura para obtener una alta potencia refleja en el salto, observaremos claramente la gran magnitud de las cargas. Cualquier entrenador o deportista haría bien en entrenar previamente de forma intensiva los grupos musculares antagonistas y estabilizadores de la actividad que practica durante un período mínimo de 6 meses a 1 año (ver principio EF 7).

### **2.3 Estabilización muscular de la columna vertebral**

Tal como hemos mostrado en el capítulo anterior, tanto si se produce la desviación de cargas puramente axiales como ante la presencia de grandes dinámicas, aparecen grandes valores de carga en la columna. Las técnicas de movimiento favorables descritas, la distribución de las cargas y la postura reducen los puntos de carga máxima en la vida cotidiana, en el trabajo o en la práctica del deporte. Pero también se puede reducir constantemente la carga mediante una buena adaptación de las condiciones de trabajo (altura de los muebles, ángulo de visión, etc.), escogiendo muebles ergonómicos y evitando mantener una postura fija durante mucho rato.

La debilidad de los estabilizadores o de los músculos activos dinámicamente puede ser la causa de la existencia de una

# Prefacio

---

El entrenamiento de la fuerza se debe considerar un deporte clave en las próximas décadas. No existe otro tipo de entrenamiento que permita mejorar al mismo tiempo el bienestar corporal, la forma física, la capacidad para soportar cargas y el rendimiento de una persona de forma tan efectiva.

Los deportistas de alto nivel practican este entrenamiento para aumentar su rendimiento y como prevención de posibles lesiones. Hay muchos millones de deportistas de fitness que ya utilizan los efectos de esta técnica en cuanto a la mejora de su condición física y al modelado del cuerpo. El entrenamiento para la fuerza también ha cosechado importantes éxitos como terapia para paliar muchas patologías y lesiones. Por otro lado, tampoco parece que exista una limitación de edad para practicarlo, los niños y jóvenes encuentran en él importantes estímulos que les permiten potenciar su desarrollo corporal, pero también los adultos o las personas mayores consiguen mejoras considerables en su calidad de vida y en su capacidad de rendimiento practicando esta técnica.

El potencial de este tipo de deporte es enorme, pero hasta ahora –con algunas excepciones– sólo se ha puesto en práctica una pequeña parte de las posibilidades que ofrece esta técnica. Las condiciones individuales y los objetivos que se persiguen son muy variados, los mecanismos cinemáticos y de estabilización del ser humano, con 600 músculos y 300 articulaciones, son mucho más complejos de lo que nos aportan algunas recetas simplificadas, puntos de vista basados en dogmas reducidos de algunas escuelas o métodos de medición aislados como, por ejemplo, la EMG. Sólo combinando diferentes puntos de vista de anatomía y de biomecánica, de teoría del entrenamiento y de práctica deportiva, de medicina, de fisioterapia y de deporte de alto rendimiento, obtendremos instrumentos mensurables con los cuales abordar el planteamiento de diferentes objetivos de forma precisa, efectiva, rápida y segura.

Una y otra vez me sorprende ver cómo en muchas publicaciones, investigaciones, conferencias y también en la práctica cotidiana se presentan, valoran y aplican los diferentes ejercicios de entrenamiento muscular de forma indiferenciada. Muchos de los ejercicios así propuestos presentan, entre otros aspectos, posiciones corporales incorrectas, resistencias inadecuadas, cargas demasiado importantes para las articulaciones, amplitudes del movimiento demasiado pequeñas, asimetrías, posiciones forzadas y un escaso desarrollo de la fuerza, ofreciendo así resultados muy inferiores a los perseguidos.

- Incline la pelvis unos 30° hacia delante y ponga en tensión conscientemente los músculos glúteos y los extensores del tronco lumbares isométricamente para estabilizar la pelvis y la CL.

#### Realización

- Deje caer la caja torácica hacia dentro

a nivel del esternón al tiempo que espira, redondee la CT (orden: “empuje ligeramente con sus propios dedos sobre el esternón, deje caer el pecho y espire”).

- A continuación expanda el pecho tanto como pueda e intente enderezarlo (orden: “¡empuje orgulloso el pecho hacia arriba!”).



**Figuras D-45 a + b** Realización del ejercicio “erector torácico en bipedestación”

a) Posición inicial

b) Posición final

- Durante el movimiento de descenso de la pelvis (lentamente) se realiza la desrotación progresiva.

### **Elección de la resistencia**

Son válidas las mismas indicaciones que para el ejercicio de elevación de la pelvis (cap. D 4.4e).

### **Control del ejercicio**

- Como **entrenador** debe controlar que el practicante lleve un *timing* correcto. Si no es así, con la presa de palanca de las rodillas puede marcar la velocidad del movimiento de rotación regular durante la elevación de la pelvis. Para hacer este movimiento usted deberá girar los brazos en correspondencia.
- Como **practicante** debe procurar no realizar el movimiento de rotación aisladamente, sino durante la elevación.

### **Variantes de los ejercicios**

#### *Elevación de la pelvis en el banco inclinado con rotación*

Además de las indicaciones dadas también son válidas las indicaciones proporcionadas para el ejercicio de elevación de la pelvis en el banco inclinado (cap. D 4.4e) (ver fig. D-107).

#### *Elevación lateral de la pelvis colgado de una barra*

##### *Posición*

Cuélguese libremente de la barra; si su fuerza de prensión no es suficiente puede utilizar manguitos más grandes, que se pueden sujetar a la barra con mos-

quetones comprobando que no se puedan deslizar. Debe apoyar sus brazos en los manguitos al tiempo que los sujeta con las manos en la parte superior.

##### *Realización*

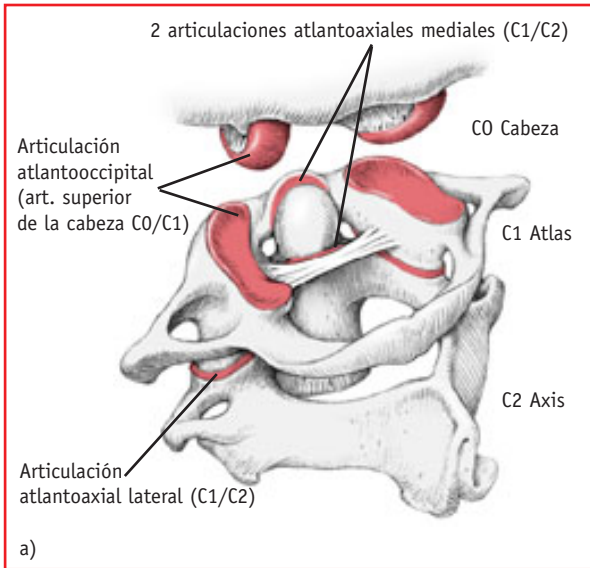
El ejercicio se realiza con las rodillas extendidas o flexionadas. Los brazos se mantienen rectos (colgando libremente) o constantemente doblados (cuando utilizamos manguito):

- Inclinación lateral de 90°
  - Levante las piernas rectas lateralmente lo más alto posible (fig. D-108 a –b).
  - Descienda lentamente las piernas, no las columpie.
- Inclinación lateral con diferentes componentes de rotación:
  - Gire la pelvis hacia delante con el ángulo deseado –por ej. 30°– y levante también las piernas extendidas y juntas en dirección al eje de la pelvis (fig. D-108c–d).
  - Es casi imposible evitar una ligera basculación por razones de equilibrio, pero es importante que no se produzca un movimiento de columpio.

#### *Elevación de la pelvis colgado de una barra con rotación*

- Adopte la misma posición que en el ejercicio anterior y flexione solamente las rodillas para la posición inicial (ángulo de la cadera >90°). Se efectúa el mismo movimiento de elevación de la pelvis con rotación que realizábamos en el suelo o en el banco inclinado.

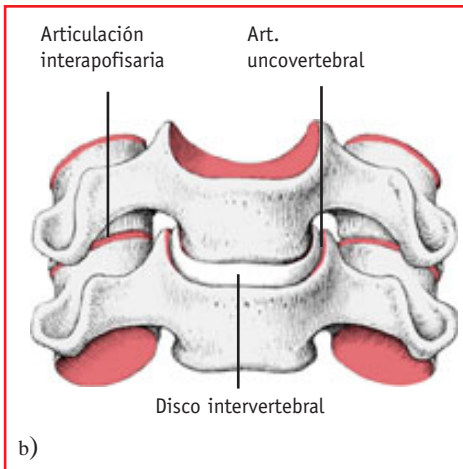
- Colletti L. A. et al., The effects of muscle building exercise on bone mineral density of the radius, spine and hip in young men. *Calcified Tissue International* 1989; 45: 12–14.
- Colliander E. B., Tesch P., Blood pressure in resistance-trained athletes. *Canadian Journal of Sports Science* 1988; 13:31–34.
- Colosimo A. J., Bassett F. H., Jumper's knee. Diagnosis and treatment. *Orthop. Rev.* 1990; 19:139–49.
- Conroy B. P. et al., Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1993; 25(10):1103–09.
- Cureton K. J. et al., Muscle hypertrophy in men and women. *Medicine and science in sports & exercise* 1988; 20(4):338–44.
- Curry Jr. J., Endurance & strength training help reduce fat. *The Times picayune*, Sept. 1, 1993.
- Curwin S. L., Force and length changes of the gastrocnemius and soleus muscle-tendon units during a therapeutic exercise program and three selected activities. Dalhousie University, MSc Thesis 1984.
- Curwin S. L., Tendon injuries: Pathophysiology and treatment. 27–52. In: Zachazewski J E, Magee D J, Quillen W S.: *Athletic injuries and rehabilitation*. Philadelphia: Saunders Company 1996.
- Denner, A., *Muskuläre Profile der Wirbelsäule*, Bände 1 und 2. 1. Aufl. Köln: Sport und Buch Strauß 1995.
- Di Fabio R. P., Making jargon from kinetic and kinematic chains. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 1999; 29(3):142–43.
- Dillman C. J., Murray T. A., Hintermeister R. A., Biomechanical differences of open and closed chain exercises with respect to the shoulder. *J. Sport Rehabil.* 1994, 3:228–38.
- Dordel H. J., Die Muskeldehnung als Maßnahme der motorischen Leistungsverbesserung. 1975; 24:40–45.
- Dudley G. A. et al., Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviat. space Environm. Med.* 1991; 62:543–50.
- Dvorák J., Dvorák V., *Checkliste Manuelle Medizin*. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme 1990.
- Ehrlenz H., Grosser M., Zimmermann E., *Krafttraining*. 4. Aufl. München: BLV Sportwissen 1991.
- Enoka R. M., *Neuromechanical basis of kinesiology*, 2nd edn. Champaign, Illinois: Human Kinetics 1994.
- Escamilla R. F., et al., Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1998; 30(4):556–69.
- Faigenbaum A. D., et al., The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics* 1999; 104(1):e5.
- Falk B., Tenenbaum G., The effectiveness of resistance training in children. *Sports Med.* 1996; 22(3):177–85.
- Featherstone J. F. et al., Physiologic responses to weight lifting in coronary artery disease. *American Journal of Cardiology* 1993; 71(4):287–92.
- Fiatarone M. A., et al., High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA* 1990; 263:3029–34.
- Fiatarone M. A., et al., Exercise Training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England Journal of Medicine* 1994; 330:1769–75.
- Findeisen D. G. R., Linke P.-G., Pickenhain L., *Grundlagen der Sportmedizin*. Leipzig: Barth 1980.
- Fletscher G. et al., Age-related changes in the cervical facet joints. *American Journal of Radiology* 1990; 154: 817–20.
- Fleck S. J., Dean L. S., Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *Journal of applied physiology* 1987; 63:116–20.
- Fleck S. J., Kardiovaskuläre Reaktionen und Adaptationen während Kraftbelastungen. 302–11. In: Komi et al., *Kraft und Schnelkraft im Sport*. 1. Aufl. Köln: Deutscher Ärzte 1994.
- Fleck S. J., Kraemer W. J., *Designing Resistance Training Programs*. 2nd ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics 1997.
- Freiwald J., Aufwärmen im Sport. Reinbek: Rowohlt 1991.
- Freiwald J., Stretching. 448–54. In: Engelhardt, M.; Hintermann, B.; Segesser, B.: *GOTS Manual Sporttraumatologie*. 1. Aufl. Bern: Hans Huber 1997.
- Freiwald J. et al., Dehnen – Neuere Forschungsergebnisse und deren praktische Umsetzung. *Manuelle Medizin* 1999; 37:3–10.
- Frisch H., *Programmierte Therapie am Bewegungsapparat*, 2. Aufl. Berlin: Springer 1996.
- Frontera W. R. et al., Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of applied physiology* 1988; 64:1038–44.
- Fulton M. N. et al., *Lower back problems – cause and effect*. Gainesville, Florida 1990.
- Gainor B. J. et al., The throw: biomechanics and acute injury. *The american journal of sports medicine* 1980; 8(2):114–18.
- Garbe G., Trainingstherapie der myogenen dysbalancierten Lumbalgie unter Berücksichtigung der Körperhaltung. *Orthopädische Praxis* 1992; 28(2):91–95.
- Garbe G., Präventives und rehabilitatives Muskeltraining. *Orthopädische Praxis* 1989; 25(2):77ff.
- Garbe G., Gottlob A., *Das neue Range Limiter System*. Großelach: Druckschrift der Firma Galaxy Sport 1991.
- Gettmann L. R., Pollock M. L., Circuit weight training: a critical review of its physiological benefits. *Physician in Sportsmedicine* 1981; 9:44–60.
- Ghilarducci L. E., Holly R. G., Amsterdam E. A., Effects of high resistance training in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1989; 64(14):866–70.
- Goldberg A. L., Etlinger J. D., Goldspink D. F., Jablecki C., Mechanisms of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Medicine and Science in Sports* 1975; 7:248–61.
- Goldberg L., Elliot D. L., Kuehl K. S., Cardiovascular changes at rest and during mixed static and dynamic exercise after weight training. *Journal of Applied Sport Science Research* 1988; 2:42–45.
- Gotshalk L. A. et al., Hormonal responses of multiset versus single-set heavy resistance exercise protocols. *Canadian journal of applied physiology* 1997; 22:244–55.



**Figura D-119** CVC con las articulaciones del típico segmento vertebral

a) Articulaciones de la cabeza (C0/C1 y C1/C2)

va de la periferia, transportarla hacia los centros superiores del SNC y ejecutar la respuesta refleja. Las arterias vertebrales discurren a través de los agujeros de las apófisis transversas de la CC hacia el agujero occipital.

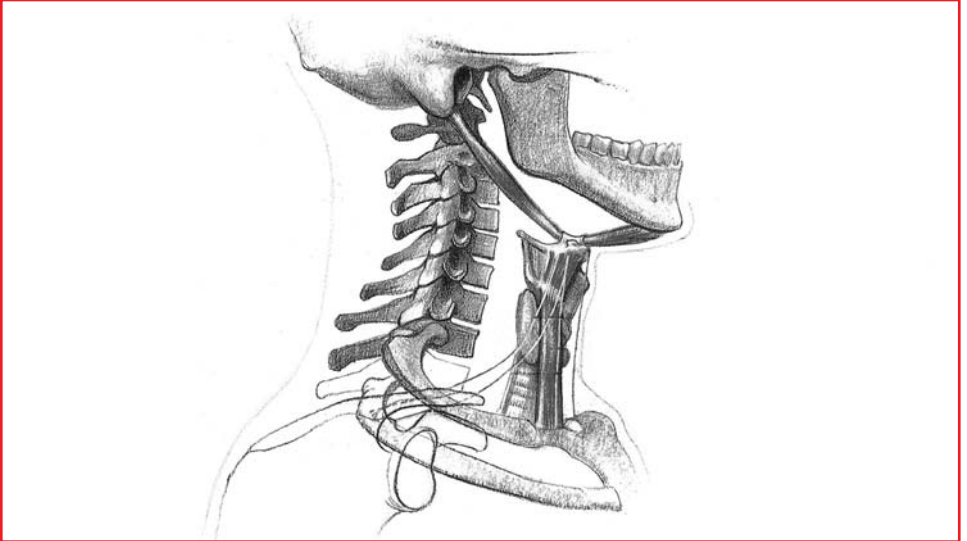


**Figura D-119** Continuación  
b) Articulaciones de la CVC inferior

Las 36 articulaciones de la CC, con su geometría particular, permiten el mayor ámbito de movimiento de toda la columna vertebral, el aumento del campo de visión y una ampliación del ámbito de actuación. De acuerdo con el principio de orientación del movimiento humano “la cabeza guía, el cuerpo sigue” la musculatura de la nuca, muy sensible, permite realizar movimientos muy precisos a pesar de la gran movilidad de posee.

La CC es muy flexible en los tres planos de movimiento principales, pues el gran número de articulaciones de que dispone permite llevar a cabo casi todas las combinaciones de movimientos.

Incluso un movimiento lineal de la cabeza de poca amplitud se puede realizar a través de un movimiento contrapuesto de las partes superior e inferior de la CC. En posiciones máximas de estos movimientos lineales los discos interver-



**Figura D-118** Columna cervical (CC), (de: Bammes, *Die Gestalt des Menschen* [La estructura humana], 8ª edición, Editorial Ravensburger 1995)

vertebral, y de ella salen los respectivos cordones nerviosos a cada lado de las vértebras. La médula espinal tiene la fun-

ción de enviar la información motriz del SNC (sistema nervioso central) hacia la periferia, recoger la información sensi-

**Tabla D-19** Articulaciones de la CC

### 36 articulaciones de la CVC

#### Articulaciones atlantooccipitoides

**C0 – C1** Apoyo de la cabeza (C0) sobre la primera vértebra cervical (C1 o atlas) mediante dos articulaciones atlantooccipitales, gran movilidad en flexoextensión, ¡no hay disco intervertebral!

#### Articulaciones atlantoaxiales

**C1/C2** 4 arts. atlantoaxiales (2 arts. mediales [a través del diente del axis] y 2 arts. laterales) permiten una gran movilidad en rotación de 90° aprox. pero no permiten movimientos de inclinación lateral y tan sólo pequeños movimientos de flexoextensión. ¡Tampoco hay disco intervertebral!

#### Articulaciones de la CC inferior

**C2/C3 a C7/T1** Dos articulaciones con los arcos vertebrales correspondientes (típicas articulaciones interapofisarias), 2 articulaciones uncovertebrales (a la derecha y a la izquierda entre dos cuerpos vertebrales consecutivos) y un disco intervertebral. Todos los segmentos vertebrales disponen de una buena movilidad en los tres planos.

con un amplio espectro de ángulos. Con la aplicación de un entrenamiento muscular diferenciado de estas variantes de movimiento –flexión lateral y rotación en distintos ángulos– la capacidad de coordinación del tronco aumenta considerablemente (ver principio EF 6 y cap. D 2.2).

El cuadrado lumbar, como clásico flexor lateral de la CL, sólo se entrena dinámicamente con elementos de flexión lateral en el entrenamiento de la musculatura lateral y no en el entrenamiento de la musculatura recta.

Únicamente aplicando diferentes cinemáticas (cadenas cinéticas) en el entrenamiento de la musculatura lateral conseguiremos generar cargas de compresión y de cambio en las diferentes zonas, lo que tiene como consecuencia general la obtención de una mayor solidez diferenciada de las estructuras pasivas.

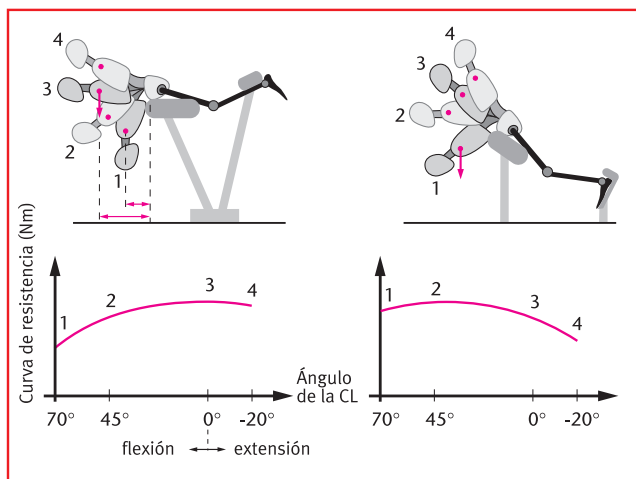
#### **h) Entrenamiento abdominal con problemas de espalda**

A los practicantes que padezcan patologías/lesiones agudas de la columna vertebral se les aconsejará visitar a un médico/ortopeda antes de empezar el entrenamiento muscular abdominal. Si no se establecen contraindicaciones médicas de ningún tipo o si existe un dolor de espalda crónico de larga duración, es muy aconsejable la puesta en marcha de un entrenamiento muscular abdominal diferenciado combinado con el entrenamiento de los extensores de tronco por todas las razones ya expuestas. Según el cuadro

clínico existente será necesario limitar algunos aspectos del movimiento o esperar llegar a fases avanzadas del entrenamiento para empezar la práctica de determinados ejercicios. Pero si siempre tiene en cuenta los 12 principios del entrenamiento de la fuerza, tiene presentes las relaciones de fuerza existentes, dosifica adecuadamente las cargas de los ejercicios y controla la realización del ejercicio junto con el practicante, teniendo también en cuenta como se siente, no se debe presentar ningún tipo de problemas. Esta forma de entrenamiento optimiza las cargas y ofrece al mismo tiempo importantes estímulos. Tenga presente que sólo si se crea una musculatura del tronco fuerte y funcional será posible poner fin al círculo vicioso que representa el “dolor de espalda” (ver cap. D 2.3e).

#### *Limitaciones del movimiento: hernia discal*

En las personas que hayan sufrido una hernia discal recientemente se debe evitar adoptar posiciones finales máximas en la zona lesionada de la columna vertebral. Si la hernia se ha producido en el segmento L5/S1 (junto con L4/L5 es la localización más habitual), podemos entrenar en flexión completa los dos primeros compartimentos del recto aislando correctamente la zona lesionada; deberemos ajustar las máquinas de un solo eje exactamente (ajustar únicamente para los dos ejes de rotación de referencia superiores), en los ejercicios libres el enrollamiento se debe realizar sólo hasta el



**Figura D-36** Comparación de las curvas de resistencia

- a) Hiperextensión horizontal  
b) Hiperextensión inclinada

jugando con la dureza y la longitud de las gomas. Durante la realización del ejercicio se debe mantener las asas de las gomas simétricas y cerca del cuerpo.

### Tracción de poleas

También es ideal aumentar la resistencia mediante la instalación de un aparato de tracción de poleas. Se deben instalar las poleas muy bajas y colocar el aparato de hiperextensión lo más cerca posible del aparato de tracción.

### Amplitud de movimiento

- La posición de **extensión máxima** no es problemática en ninguna de las posiciones. En la hiperextensión inclinada es condición esencial que el ángulo de inclinación del acolchado de la pelvis respecto a la horizontal no sobrepase los 45° (máximo 50°).
- **Posición de flexión máxima**
  - Hiperextensión horizontal: dado que en la posición de flexión máxima ya no se crea ningún momento

de rotación cifosante significativa, sino que la columna se ve sometida esencialmente a tracción, esta posición no es nada problemática. Unos de los pocos ejercicios existentes con posibilidades de flexión no problemáticas.

- Hiperextensión inclinada: como que en la posición de máxima flexión actúa un momento de rotación de aprox. el 70% del valor máximo, se debe continuar con la flexión, pero sin llegar a la posición de flexión máxima (se provoca una posición forzada). Se debe evitar los últimos 5-10° de flexión.

### Observaciones

En investigaciones realizadas en más de 100 instalaciones de fitness a lo largo de los últimos años se ha encontrado que aprox. el 90% de los practicantes efectuaba movimientos de pelvis durante la realización de estos ejercicios. Como ya hemos explicado, esto conlleva una

(Harris, Hagberg, Martel); valores constantes de la presión arterial en personas normotensas (Fleck 1994), y cierto aumento de aquellos valores en personas hipertensas. En este contexto es interesante el metaanálisis de *Kelley*, quien durante el lapso de tiempo entre 1996 y 1998 analizó, a través de diversos estudios, la relación entre el entrenamiento de fuerza y la presión arterial, observando una reducción de la presión sistólica del 2% y diastólica del 4% originada por el entrenamiento de fuerza (Kelley).

- Aumento del **grosor de las paredes cardíacas** y de la masa muscular del ventrículo izquierdo (Fleck 1994)
- Disminución del **rendimiento miocárdico** en reposo; es decir, en estado de reposo el corazón consume menos oxígeno y debe trabajar menos para mantener las funciones vitales (Fleck 1994).
- Se produce un aumento de la concentración de **HDL** y una cierta disminución de los valores de **LDL** y del colesterol total (Wallace, Hurley).
- Aumento moderado del  $\dot{V}O_{2\text{máx.}}$  del 4 al 8% (Gettmann, Stone 1983).
- Mejora del **transporte de oxígeno** a la célula muscular.

Uno de los efectos esenciales del entrenamiento de fuerza es, vistas estas relaciones, la descongestión del sistema cardiovascular cuando el cuerpo se ve sometido a cargas importantes. De este modo, una musculatura fuerte permite al ser humano responder a las cargas, por

ej. subir escaleras, a nivel periférico sin cargar absolutamente el corazón y, cuando las cargas son muy importantes, descargarlo en parte. Por ej. si la persona transporta una caja de botellas de agua, una musculatura esquelética fuerte permitirá una disminución de la presión arterial de trabajo y del rendimiento cardíaco necesario (Colliander, Goldberg, Fleck 1987). Estos efectos son especialmente importantes para las personas que padecen trastornos cardiovasculares, las que tienen factores de riesgo cardiovasculares o las que han sufrido un infarto cardíaco. En este sentido, para los pacientes cardiovasculares el entrenamiento de la fuerza se presenta, completado por un entrenamiento aeróbico, como una terapia ideal, que no supone un peligro potencial, tal como se demostró en el gran estudio realizado en la Clínica Cooper (McCartney).

## 16 EFECTOS HORMONALES BENEFICIOSOS

El tema de los efectos hormonales es extremadamente complejo y lo trataremos solamente en forma de apunte. Cualquier carga aguda provoca un aumento de la concentración de hormonas en la sangre. Éstas desempeñan un papel importante en los procesos reparadores y, si se efectúa un entrenamiento a largo plazo, en la adaptación funcional de los tejidos (por ej. el aumento del tejido muscular y óseo) (Kraemer 1994).

Durante e inmediatamente después del entrenamiento de fuerza se produce



forzada. ¿Cómo debemos actuar cuando existe una posición forzada en un ejercicio?

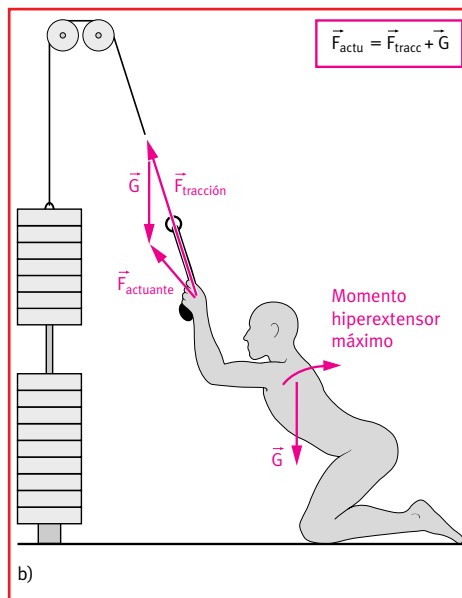
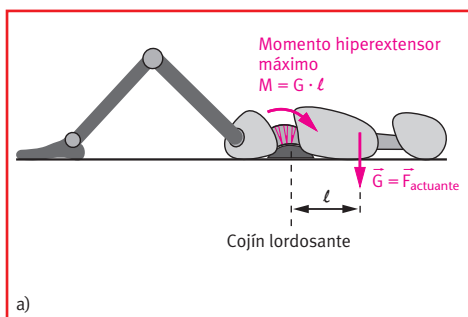
*Medidas a tomar ante ejercicios que presentan posiciones forzadas*

1. Analice si puede conseguir **trabajar con la misma amplitud articular con un ejercicio que no cree posiciones forzadas.**

Ejemplo: en el “Crunch”, en lugar de utilizar un cojín lordosante para aumentar la fase de estiramiento de los músculos abdominales, que provoca una posición forzada, se utiliza otro ejercicio con diferentes direcciones de resistencia, por ej. el “ejercicio salam”, mediante el cual se puede entrenar en la fase de estiramiento completa sin que se cree esta posición (ver fig. C-16 y el cap. sobre los músculos abdominales). En el ejemplo del ejercicio de flexión de codos que hemos planteado antes queda claro que la extensión total de los músculos flexores del codos sólo

se puede trabajar sin provocar posiciones forzadas con ejercicios como el curl con mancuernas en bipedestación (ver fig. C-15 y fig. C-6a).

2. Si no disponemos de un ejercicio sustitutivo por falta de material o el ejercicio que nos hemos planteado tiene otras ventajas importantes, hemos de considerar una **seguridad ante el tope** de forma que ni en estado de cansancio se pueda crear una posición forzada. Si por ej. quiere hacer un ejercicio de flexión de los codos en una máquina de flexión de codos uniarticular (ver fig. C-15b), (Garbe 1991), (ver fig. C-17a) porque quiere descargar la columna vertebral



**Fig. C-16 a + b** Comparación de dos ejercicios abdominales respecto al riesgo de aparición de posiciones forzadas

- a) Posición inicial en un ejercicio de crunches con cojín lordosante
- b) Posición inicial en el “ejercicio salam”

fuerzas y dirección de la resistencia (abreviado PFR).

#### 1.4 Oferta de ejercicios

Para **planificar un entrenamiento de forma óptima**, cualquier instalación de fitness, de rehabilitación o de entrenamiento de la fuerza debe **ofertar los siguientes elementos**:

- Máquinas aislantes global y parcialmente (uniarticulares, pluriarticulares, lineales, con ejes inclinados, con un recorrido de movimiento de gran amplitud o con diversos ejes de rotación)
- Diferentes ejercicios de tracción libre con muchas variantes de agarre
- Surtido de mancuernas y barras
- Una serie de aparatos pequeños para la realización de ejercicios con barras y peso corporal
- Diversas superficies de apoyo, acolchados y otros accesorios (ver cap. B 3.5 y cap. D)
- Diferentes calidades y desarrollos de resistencia (ver principio EF 2).

Este material ha de cumplir evidentemente con todas las exigencias técnicas de ergonomía, biomecánica y seguridad. Actualmente, los requisitos de seguridad no suelen ser un problema, pero hay que comprobar que también se cumplen los requisitos restantes y seleccionar el material en función de estos criterios.

Además del material, el **entrenador** debe plantear una organización de los ejercicios diferenciada. Éste debe tener una **gran competencia sobre los ejerci-**

**cios** en el sentido de conocerlos con precisión, disponer de un amplio banco de posibilidades, saber elegir el ejercicio adecuado al objetivo planteado y poderlo variar de forma efectiva con múltiples técnicas de diferenciación. Ésta representa una de las capacidades más importantes de un buen entrenador. Los principios EF que se exponen a continuación le serán de gran ayuda para la valoración y organización de los ejercicios, y en el capítulo D se expone una amplia oferta de ejercicios para la región del tronco.

## 2. RESISTENCIA PARA EL ENTRENAMIENTO

El cuerpo es el producto de los estímulos vividos. Crece y se define por la resistencia, y de forma general según las exigencias que se le planteen. El aparato locomotor, con sus estructuras sensitivas, motrices, neuronales, absorbentes de cargas, suministradoras de energía y reparadoras, necesita resistencias en forma de fuerzas “correctamente dosificadas” para aumentar su funcionalidad y su potencia. Así es como se determinan los efectos sobre el cuerpo, además de por el tipo de ejercicio (ver principio EF 1), por la magnitud, el tipo y el desarrollo de la resistencia para el entrenamiento.

¡Pero no todas las resistencias son iguales! Se plantean cuestiones como ¿Cuánta resistencia se necesita? ¿Cuánta es suficiente? o ¿Cuánta resistencia sería excesiva? ¿Se debe mantener la resistencia constante durante todo el movimiento o debe variar en función del ángulo articular o de la velocidad del movimien-

sentir la correcta realización del movimiento. Irá disminuyendo el contacto a medida que el practicante aprenda el ejercicio. Piense siempre que “se aprende mejor lo que se siente que las explicaciones verbales”.

- Como **practicante** debe comprobar que ni sus piernas ni su pelvis se muevan y, si lo hacen, debe compensar el movimiento muscularmente. Por otro lado, debe asegurarse de que no sean el brazo ni la espalda los que tiren del



**Figura D - 103a + b** Realización del ejercicio de inclinación lateral más rotación en el aparato de tracción de poleas

a) Posición inicial

b) Posición final

# Bibliografie

- Adams M. A., Hutton W. C., The mechanical function of the lumbar apophyseal joints. *Spine* 1983; 8:327–30.
- Addison R., Schultz A., Trunk strength in patients seeking hospitalization for chronic low-back disorders. *Spine* 1980; 5:539–44.
- Aisenberg J. A., Exercise in the prevention & management of osteoporosis. *Physical Therapy* 1987; 6:1100–04.
- Alexander R. McN., Vernon A., The dimensions of knee and ankle muscles and the forces they exert. *J. Hum. Movement Stud.* 1975; 1:115–23.
- Allmann H., Maximalkraft und Sprintleistung – Maximalkrafttraining im Sprinttraining. In: M. Bührle (Hrsg.), *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Schriftenreihe des BiSp, Band 56.* Schorndorf: Karl Hofmann 1985.
- Aniansson A., Gustafson E., Physical training in old men with special reference to quadriceps muscle strength and morphology. *Clinical Physiology* 1981; 1:87–98.
- Aniansson A., Ljungberg P., Rundgren A., Wetterquist H., Effect of a training programme for pensioners on condition and muscular strength. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 1984; 3:229–41.
- Baldwin K. M., Musculoskeletal adaptations to weightlessness and development of effective counter measures. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1996; 28:1247–53.
- Bammes G., *Die Gestalt des Menschen.* 8. Aufl. Ravensburg: Ravensburger Buchverlag 1995.
- Barnett L. S., Little league shoulder syndrome: Proximal humeral epiphyseolysis in adolescent baseball pitchers. *The journal of bone and joint surgery* 1985; 67-A: 495–96.
- Baum K., *Krafttraining bei Senioren: Hilfe zum Leben im Alter?* Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 1995; 46(4):214–20.
- Bergmann G., Kniggendorf H., Graichen F., Rohlmann A., Influence of shoes and heel strike on the loading of the hip joint. *J. Biomechanics* 1995; 28(7):817–27.
- Bittmann F., Badtke G., Schmidt O., Zum kinematischen Verhalten von Becken- und Schulterachse sowie Wirbelsäulenlänge beim Langstreckenlauf. Vortrag anlässlich des 35. Deutschen Sportärztekongresses am 25.–27. Sept. 1997 in Tübingen.
- Blackard D. O., Jensen R. J., Ebben W. P., Use of EMG analysis in challenging kinetic chain terminology. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1998; 30:443–48.
- Bloomer R. J., Ives J. C., Varying neural and hypertrophic influences in a strength program. *Strength and Conditioning Journal* 2000; 22(2):30–35.
- Bloomfield S. A., Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1997; 29(2):197–206.
- Bogduk N., Neck pain. *Australian Family Physician* 1984; 13(1):26–30.
- Bogduk N., Twomey L. T., *Clinical anatomy of the lumbar spine.* 2nd ed. Melbourne: Churchill Livingstone 1991.
- Brenke H., Dietrich L., Berthold F., Trainingsmethodische Hinweise zur Vermeidung von Schäden am Stütz- und Bewegungsapparat. *Med. u. Sport* 1985; 25(2):57–62.
- Bührle M., Schmidtleicher D., Der Einfluss von Maximalkrafttraining auf die Bewegungsschnelligkeit. *Leistungssport* 1977; 7:3–10.
- Bührle M., *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Schriftenreihe des BiSp, Band 56.* Schorndorf: Karl Hofmann 1985.
- Bührle M., Werner E., Muskelquerschnittstraining der Bodybuilder. Aus: Bührle, *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings. Schriftenreihe des BiSp, Band 56.* Schorndorf: Karl Hofmann 1985: 199–212.
- Bullough P. G., Goodfellow J., O'Connor J. J., The relationship between degenerative changes and load bearing in the human hip. *Journal of bone and joint surgery* 1973; 55B:746–58.
- Buskies W., Boeckh-Behrens W.-U., Probleme bei der Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining auf der Basis von Maximalkrafttests. *Leistungssport* 1999; 3:4–8.
- Breuning M., Das Krafttraining im Kindes- und Schüleralter als Präventivmaßnahme. *Haltung und Bewegung* 1985; 3:6–22.
- Calais-Germain B., *Anatomy of movement.* 1st ed. Seattle: Eastland Press 1993.
- Carpenter D. M., Nelson B. W., Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Medicine and science in sports & exercise* 1999; 31(1): 18–24.
- Cassell C., Benedict M., Specker B., Bone mineral density in elite 7- to 9-yr-old female gymnasts and swimmers. *Medicine and science in sports & exercise* 1996; 28(10): 1243–46.
- Charette S. L. et al., Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of applied physiology* 1991; 70(5): 1912–16.
- Chevrot A., *Neue Beurteilung des intersomatischen Gelenks.* *Manuelle Medizin* 1996; 34:201–5.
- Chu D. A., *Jumping into plyometrics.* 1st ed. Champaign, Illinois: Leisure Press 1992.

goma como los tubos o las bandas elásticas, compruebe que no estén agrietados o dañados de algún modo. Si lo estuvieran deberá sustituirlos por material nuevo por razones de seguridad.

- Las transmisiones por correa o por cuerda de las diferentes máquinas han de ser revisadas periódicamente para evitar posibles roturas y ser sustituidas en caso de sufrir daños. Si nota que la correa o la cuerda rozan al efectuar el movimiento, debe ajustarlas.
- Con máquinas de inserción de pesos siempre debe introducir la barra hasta el tope final en el peso deseado.
- Los dispositivos de detención de los diversos acolchados de asientos, respaldos, o rollos, las palancas o los topes deben estar bien fijados, de forma que no se puedan producir desprendimientos ni deslizamientos durante el entrenamiento.
- Las máquinas de entrenamiento se han de mover fácilmente, se debe minimizar el rozamiento. A tal efecto se deben engrasarse regularmente las barras que guían los pesos y las poleas de inversión, así como todas las partes móviles de los aparatos.
- Las mancuernas deberían disponer de agarraderos girables libremente. Con ello se reduce el momento de inercia de la rotación, que a su vez reduce la carga que deben soportar las articulaciones de las muñecas. Se debe comprobar igualmente la movilidad de las agarraderas girables de las máquinas de tracción de poleas y engrasarlas cuando haga falta.
- Al dejar las barras de las halteras en un soporte (soporte de sentadilla, de banco, etc.), o al dejar partes de máquinas con discos libres (por ej. prensa múltiple o prensa de piernas), siempre deberá asegurarse de que ambos extremos de la haltera estén en una posición segura antes de soltar, o que las partes de las máquinas estén bien acopladas antes de dejar el peso y el aparato.
- Al cambiar los discos de una barra (por ej. en press de banca, press inclinado o barra de sentadilla) deberá comprobar siempre que la barra esté bien colocada y no pueda caerse. Actualmente, muchas máquinas ya disponen de un dispositivo de seguridad de retención que se pueden bloquear al cambiar los discos. No vacíe nunca completamente un lado de la barra, hágalo progresivamente, primero un disco de la derecha y después otro de la izquierda.
- Tenga en cuenta de forma general la funcionalidad de las máquinas. Las diferencias de biomecánica y de ergonomía pueden ser considerables, con todas las ventajas y desventajas que esto supone para la práctica del entrenamiento. Las máquinas de entrenamiento viejas normalmente ya no responden a las exigencias de funcionalidad actuales, pero también se debe comprobar que las nuevas lo hagan. El diseño no es en ningún caso la vara de medida de un material biomecáni-

sición al sistema de protección ósea de la caja torácica, formado por las costillas, razón importante para mantener una musculatura abdominal fuerte y funcional.

Hablaremos con más profundidad de la CC, de sus particularidades y de su funcionalidad en el capítulo D5 (entrenamiento de la CC).

## 2 BIOMECÁNICA

La columna vertebral debe cumplir esencialmente 3 funciones (ver Tabla D-1).

### 2.1 Movimiento

#### a) Movilidad

La movilidad de cada uno de los segmentos vertebrales (una vértebra con la vértebra inmediatamente superior o inferior, desde craneal C0/C1 hasta caudal L5/S1) depende básicamente de la dirección del movimiento y de la geometría anatómica, variable. Cada uno de los segmentos ofrece una movilidad limitada, pero los 25 segmentos vertebrales en conjunto proporcionan a esta cadena de articulaciones de la columna vertebral la mayor movilidad de todas las articulaciones del cuerpo. En la flexión y la extensión podemos medir amplitudes desde la flexión completa hasta la extensión completa de unos 250° como media.

A pesar de ser la CT el segmento vertebral con más número de elementos, su movilidad es más reducida que la de

la CC o la de la CL debido a la disposición casi vertical de las apófisis espinosas (limitan la extensión) y a la existencia de la caja costal, estabilizadora.

#### b) Ejes de rotación

Cada vez que realizamos un movimiento se plantea la cuestión de cuáles son los ejes de rotación específicos de cada articulación, los centros que prácticamente no se mueven al efectuar movimientos de rotación. *Pearcy* identificó los ejes de rotación para los **movimientos de flexión y extensión** de la columna mediante la valoración geométrica de imágenes radiográficas de dos planos. En sujetos sanos resultó un eje de rotación de flexoextensión en la zona del núcleo pulposo para cada segmento vertebral (*Pearcy* 1988) (ver figura D-9). Las articulaciones interapofisarias no albergan ningún centro de rotación, sino que permiten un movimiento de deslizamiento traslatorio y son las que guían los movimientos.

*Bogduk* afirmó que el movimiento no se efectúa alrededor de un eje de rotación fijo, sino que éste se mueve dibujando una pequeña curva de pocos milímetros. Esto encajaría con el hecho de que, durante la flexión, la vértebra realiza una traslación hacia ventral además de la rotación sagital. En otra serie de investigación se observó que cuando había situaciones de degeneración vertebral, el desplazamiento del eje de rotación implicaba un área de movimiento muy superior a varios centímetros (*Bogduk* 1991). Esto provoca constante-

vasto *medial* = músculo en la parte interna del muslo y vasto *lateral* = músculo en la parte externa del muslo).

#### *Craneal-caudal*

Craneal significa hacia la cabeza y caudal, hacia los pies (ej.: la columna vertebral está unida *cranealmente* con la cabeza y *caudalmente* con la pelvis).

#### *Proximal-distal*

Proximal significa hacia el centro del cuerpo y distal, hacia la periferia (ej.: la articulación radiocubital *proximal* se encuentra en el codo y la articulación radiocubital *distal*, en la muñeca).

#### *Anterior-posterior*

Anterior significa que está situado delante y posterior, que está situado detrás (ej.: espina ilíaca *anterosuperior* y espina ilíaca *posterosuperior*).

#### *Superior-inferior*

Superior significa por encima de e inferior, por debajo de (Ej.: *supraespinoso* = que se encuentra por encima de la espina de la escápula, en contraposición con el *infraespinoso*, que está situado por debajo de la espina de la escápula).

#### *Plantar-palmar*

Plantar designa la planta del pie y palmar la superficie interna de la mano; la cara posterior tanto del pie como de la mano se denomina dorsal.

#### *Ipsolateral-contralateral*

Ipsolateral se refiere a que está situa-

do en el mismo lado del cuerpo; *contralateral*, en cambio, que está situado en el lado contrario (ej.: al efectuar la inclinación lateral del tronco contra resistencia, los músculos solicitados son los músculos oblicuos interno y externo ipsolaterales; al efectuar la rotación del tronco, los músculos responsables son el interno ipsolateral y el externo contralateral).

## 1.2 Descripción de los movimientos

Según la geometría de que disponga, en una articulación se puede efectuar uno o más de los siguientes movimientos básicos.

#### *Flexión-extensión*

La flexión describe el movimiento de doblar y la extensión, el de estirar una articulación. Los músculos pueden ser flexores o extensores; algunos músculos poliarticulares desempeñan ambas funciones (por ej.: el recto femoral tiene una función flexora de la cadera y extensora de la rodilla).

#### *Aducción-abducción*

La abducción es la separación y la aducción el acercamiento. En la zona de las piernas se habla explícitamente de los aductores y de los abductores. En la columna vertebral, a esta forma parecida de movimiento se la denomina flexión lateral.

#### *Rotación interna-rotación externa*

La rotación interna y la externa se efectúan perpendicularmente al eje de la pierna o del brazo y describen un movimiento de giro hacia dentro y hacia

cha/izquierda en el entrenamiento de la fuerza y en los diversos deportes (ver principio EF 6). Si reflexionamos sobre este tema, estaremos de acuerdo en que una amplia oferta de ejercicios exigentes con la coordinación también sería muy adecuada.

## 12.2 Entrenamiento de la fuerza para niños y jóvenes

El entrenamiento de fuerza bien pensado y bien dosificado no sólo no es problemático para el organismo de un niño o un joven, sino que además es muy aconsejable, e incluso muy necesario (ver cap. A). La cuestión que se plantea no es ¿a partir de cuándo podemos empezar con el entrenamiento de la fuerza?, pues este tipo de estímulos nos afecta desde los primeros meses de vida (ver cap. A), sino ¿cómo se puede/debe organizar y estructurar un entrenamiento muscular diferenciado para los diferentes grupos de edad?

De forma general podemos diferenciar 4 grupos de edad para los que hemos de estructurar diferentes entrenamientos: el entrenamiento con niños de 3 a 6 años, el de niños en edad escolar hasta la pubertad, el de jóvenes en la primera fase de la pubertad y el entrenamiento después de transcurrida esta primera fase (ver tabla C-31).

### Niños de 3 a 6 años

Se debería procurar que los niños de estas edades desarrollaran su impulso natural de movimiento de forma natural y que la magnitud de las resistencias que

hay que superar fuera suficiente. Para que esto se cumpla se debe ofrecer múltiples estímulos motores, que están contenidos por ej. en parques de ocio con ejercicios de arrastrarse, escalar, colgarse, etc. o en forma de carrera de obstáculos. La práctica de juegos en los que se imagina como se conquista un “castillo de piratas” o jugar a arrastrarse por el suelo agarrándose a una cuerda, etc. sacian las ganas de jugar y divierten y por tanto se practicarán frecuentemente.

Examine ahora estas formas de movimiento según las reflexiones leídas hasta ahora en este libro, examine en qué posición actúan las resistencias, si se presentan posiciones forzadas, etc. Verá como de pronto se le ocurren una gran cantidad de ejercicios muy inteligentes, con cargas muy bien equilibradas y muy estimulantes que puede integrar jugando. Se deben considerar tanto las zonas del tronco, con los músculos abdominales y los

**Tabla C-31** División de los grupos de edades para la estructuración de los entrenamientos

Grupos de edades importantes para el entrenamiento	
<b>1. Edad</b> Preescolar	<b>De 3 a 6 años</b>
<b>2. Edad</b> Escolar hasta prepuberal	<b>Niñas: hasta los 11 a. aprox.</b> <b>Niños: hasta los 12 a. aprox.</b>
<b>3. Edad</b> Fase puberal	<b>Niñas: 11/12 a 13/14 a.</b> <b>Niños: 12/13 a 14/15 a.</b>
<b>4. Edad</b> después de la primera fase de la pubertad	<b>Niñas: a partir de 14/15 a.</b> <b>Niños: a partir de 15/16 a.</b>

*Realización*

- Agarre la palanca movable y fíjese a ella con los brazos y con la parte superior del tronco de forma que la cintura escapular no pueda realizar movimiento alguno durante el ejercicio.
- Permanezca en posición sentada erguida durante todo el ejercicio.
- Si quiere rotar hacia la derecha empuje la palanca contra resistencia hacia la derecha. Deje que la palanca vuelva lentamente y, antes de dejar completamente el peso, vuelva a empujarla de nuevo hacia la derecha. Este movimiento se debe efectuar evidentemente libre de impulso.

- Si su máquina no dispone de un limitador del movimiento inicial, debe limitar la fase de movimiento excéntrica activamente mediante su feedback óptico o colocando marcas.

**Realización del ejercicio: máquina de aplicación inferior de la carga***Posición*

- En muchos fabricantes se puede ajustar la posición inicial del asiento. Si quiere efectuar una rotación hacia la derecha (desde la pelvis), coloque la palanca a unos 20° de rotación izquierda (y viceversa para la rotación hacia la izquierda).



**Figura D-111 a + b** Máquina de rotación de tronco con aplicación de las cargas a través de la pelvis  
 a) Posición inicial  
 b) Posición final

con la barbilla contra el pecho, sujetándola durante todo el ejercicio (fig. D-69).

- Si esto no puede ser llevado a cabo por el practicante, puede pasar una toalla por detrás del occipital sujetando la cabeza y realizar el ejercicio mientras alguien le sostiene así la cabeza.

### **Aumento o disminución de las resistencias**

*Disminución de la resistencia con un tubo o con tracción de poleas para principiantes*

Con frecuencia nos encontramos con que el peso del cuerpo representa una resistencia de entrenamiento demasiado importante. En consecuencia, el ejercicio no se puede llevar a cabo o solamente se puede efectuar con una amplitud limitada (ver cap. D 4.2). Para disminuir la resistencia utilice un tubo o la tracción de una polea. Mediante la tracción de una polea o un tubo hacia delante se puede reducir la resistencia ofrecida por el peso del cuerpo proporcionalmente a la fuerza de tracción aplicada. Sujete el tubo a un soporte fijo de forma que quede dispuesto oblicuamente hacia arriba y que quede tensado cuando adopte la posición inicial para la flexión de tronco (fuerza de tracción) (fig. D-70). En el caso de la polea de tracción colóquese delante del aparato de tracción de forma que el cable de tracción sostenido con las dos manos quede inclinado oblicuamente hacia delante y hacia arriba. En general los brazos estarán extendidos. Con la ayuda de este

material auxiliar prácticamente cualquier practicante podrá ejecutar el movimiento dinámicamente con la fuerza abdominal de que disponga hasta el acortamiento del tercer compartimento.

*Disminución de la resistencia sobre un banco inclinado*

En lugar de realizar las flexiones de tronco funcionales sobre el suelo o sobre una superficie horizontal, puede realizarlas sobre una superficie inclinada en la que la cabeza quede situada en el punto más alto. Con esta posición se reduce el brazo de carga efectivo, lo que causa una disminución de la resistencia. El grado de inclinación no debe ser demasiado inclinado, de forma que el acortamiento del tercer compartimento todavía pueda realizarse con una resistencia suficiente (ver fig. D-71).

*Aumento de la resistencia con discos de peso o tubo en practicantes avanzados*

- Se debe sostener el disco con ambas manos simétricamente delante del pecho de forma que las manos toquen el pecho. Durante la realización del movimiento el peso se debe mantener rígido y no se puede utilizar como masa de impulso (ver fig. D-72).
- En practicantes muy avanzados el peso se puede colocar sobre la frente, pero debe ser sostenido constantemente con las manos y sólo se puede enviar una parte de la carga a la CC. Con este ejercicio se cargan todavía más los flexores del cuello.

se ve muy descargada y, en segundo lugar, la activación del dorsal ancho tensa mejor en diagonal la fascia toracolumbar, lo que también provoca una descarga de la CV. En tercer lugar, el ejercicio es más fácil.

- Para conseguir el acortamiento total del compartimento inferior del recto del abdomen el mejor ejercicio es el de elevación de la pelvis sobre banco inclinado. En este ejercicio la fuerza de la gravedad actúa exactamente en la dirección de la tracción de las fibras; si continuamos con la elevación de la pelvis se acortan al máximo los dos compartimentos inferiores.
- Elija también ejercicios de elevación de la pelvis cuando el practicante pueda superar amplitudes pequeñas. Utilice las técnicas mencionadas para disminuir la resistencia.
- Si el practicante tiene antecedentes de hernia discal evite la elevación máxima para más seguridad (levantar sólo la pelvis). No obstante, la carga durante la elevación máxima es pequeña y nada crítica.

#### f) Máquina de elevación de la pelvis

Es relativamente infrecuente encontrar máquinas de elevación de la pelvis en las salas de fitness. Muchas veces encontramos las denominadas “máquinas abdominales” con rollos para levantar las piernas que evidentemente sólo fortalecen dinámicamente los flexores de la cadera (es decir, que únicamente se pueden utilizar como máquina de los flexores de cadera!). La ventaja de la máquina de ele-

vación de la pelvis consiste en la reducción de la carga de la parte inferior del cuerpo, mayoritariamente demasiado alta.



**Grado de dificultad: fácil (2)**

#### Grupos musculares entrenados

##### *Agonistas*

- Recto del abdomen (los dos compartimentos inferiores)
- Oblicuo externo del abdomen
- Oblicuo interno del abdomen

##### *Estabilizadores*

- Recto del abdomen (compartimentos superiores)
- Transverso del abdomen
- Cadena muscular del brazo y de tracción de la espalda

#### Realización del ejercicio

##### *Posición*

El practicante está fijado a la superficie de sedestación mediante un cinturón de seguridad y los pies están apoyados sobre el soporte o cuelgan libremente. Se agarran las palancas superiores y con la presión ejercida con la espalda se suelta el contrapeso de descarga (fijación del cuerpo mediante el respaldo y las palancas).

##### *Realización*

- Levante el asiento para la pelvis tan arriba como pueda.
- Vuelva lentamente el asiento a su posición inicial.
- Mediante el contrapeso se reduce notablemente el peso de la parte infe-

importante ya en los saltos de los canguros (Morgan). Esta forma de entrenamiento representa, pues, junto con el entrenamiento reflejo, un entrenamiento del almacenamiento de energía elástica.

Pero esta forma de entrenamiento viene acompañada de una gran carga para los músculos, los tendones y los puntos de inserción tendinosa, por lo que aconsejamos no empezar el entrenamiento pliométrico sin haber entrenado la fuerza máxima de forma intensiva como mínimo durante un año. Los intervalos de entrenamiento no deberían ser superiores a 4 semanas. Los ejercicios que se pueden hacer son por ej. los saltos profundos desde bancos de 30 a 40 cm de altura sobre una superficie estable. Justo después de saltar del banco, el deportista vuelve a saltar lo más alto posible sin rebotar. Las prensas de piernas balísticas en alto rendimiento ofrecen resultados similares. Los impulsos pliométricos con las regiones del brazo y de la cintura escapular se pueden realizar en una máquina multi con la ayuda de una barra guiada, descendiendo la barra rápidamente hacia el pecho, frenando repentinamente y acelerándola rápidamente de nuevo hacia arriba (sin peso adicional).

Las formas de entrenamiento pliométrico y explosivo son practicables bien directamente después del entrenamiento de la fuerza máxima, bien como una unidad de entrenamiento independiente con una fase de calentamiento y de preparación más amplia. En el primer caso el riesgo de sufrir lesiones está muy mini-

mizado y la capacidad de rendimiento aumentada. En la competición se podría aumentar por ej. el rendimiento del esprint efectuando sentadillas con peso justo 10 min antes de la carrera (Allmann).

### *Prácticas deportivas paralelas*

A medida que se avanza en el entrenamiento de fuerza máxima, se consigue el aumento de fuerza deseado. Cuando, tras meses de entrenamiento de fuerza, el deportista inicia de nuevo la práctica de su disciplina, a pesar de tener ahora músculos más fuertes, será más lento y menos preciso. El cuerpo todavía no ha aprendido a aplicar el programa motor asimilado a los músculos ahora más fuertes. Si hasta ahora era necesario activar el 70% de las fibras de un músculo para realizar un movimiento específico con la articulación a 12°, con unos músculos más fuertes tal vez esta orden tuviera que darse con un ángulo de 10° o puede que con 12° sólo tuviera que activarse el 65% de las fibras. Esto significa que el deportista debe darle al cuerpo la oportunidad de adaptarse de forma coordinada a las nuevas capacidades de frenado y de aceleración. Esto requiere algunas semanas de entrenamiento específico. Muchas veces ocurre que algunos deportistas y entrenadores no se quieren tomar este tiempo, no pueden o no quieren tolerar la “lentitud” y “falta de coordinación” que esto supone en las primeras unidades de entrenamiento, y por ello renuncian desafortunadamente al entrenamiento de fuerza máxima. El entrena-



**Figura D-104** Ayuda del entrenador para la inclinación lateral en el aparato de tracción de poleas

asa hacia abajo, sino que el movimiento se realice por la flexión lateral del tronco (controlar el movimiento en un espejo).

### **Observaciones**

#### *Alternativas de prensión*

Como alternativa al asa se puede utilizar también una cuerda o un manguito.

#### *Comparación de ejercicios*

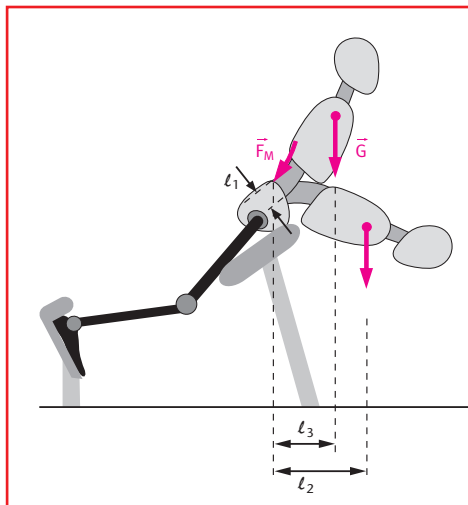
En el entrenamiento, cotidianos, pero

también en la literatura especializada, se practican los dos ejercicios de entrenamiento para los músculos abdominales que se describen y, en consecuencia, hemos creído necesario compararlos. Se trata de un ejercicio de inclinación lateral en bipedestación con una mancuerna y de un ejercicio en el aparato de tracción de poleas como el anterior, pero con la tracción dispuesta desde abajo. En estos dos ejercicios existen dos factores poco favorables respecto a los ejercicios presentados aquí.

salud, el entrenamiento con ADM total es necesario y funcional. La cuestión que se plantea aquí es más bien si al practicar un entrenamiento con ADM total se producen cargas perjudiciales. Esto depende exclusivamente, como ya sabemos, de la estructuración del ejercicio. En este caso debemos analizar detalladamente la carga que se produce en los dos puntos finales del movimiento.

### Cálculo de la fuerza en posición de extensión máxima

Si, estando en bipedestación, extendemos el tronco todo lo posible hacia atrás, se crea una posición de hiperlordosis y la CL se ve sometida a una carga muy importante. El momento de rotación del peso de la parte superior del tronco que se incrementa a medida que aumenta la hiperlordosis hace que ésta aumente



**Figura D-26** Valoración simplificada de las fuerzas en el ejercicio de extensión de tronco, (Ejemplo: Hiperextensión inclinada)

todavía un poco más y que se cree una situación de posición forzada que sólo se puede controlar mediante una importante actividad muscular.

En los siguientes ejercicios de entrenamiento se han elegido otros perfiles de resistencia. En el ejercicio de “hiperextensión inclinada”, por ej., el momento de rotación del peso de la parte superior del tronco  $M_3 = G \cdot l_3$  actúa contra los momentos de rotación extensores de la musculatura extensora (ver fig. D-26). En posición de extensión máxima, con el agotamiento muscular se produce una deslordotización y, en este caso, ninguna posición forzada.

### Razones para una posición de extensión máxima en los ejercicios de extensión de tronco

- No se provoca una posición forzada: el gran momento de rotación ( $G \cdot l_3$ ) actúa contra el movimiento de extensión y tiene un efecto deslordosante sobre la columna vertebral. Cuando se produce el agotamiento de los extensores del tronco (última repetición) con la estructuración de este ejercicio, no se producen cargas perjudiciales.
- No se llega a provocar una reacción de tope articular en la posición de extensión máxima, pues la movilidad articular activa (a la que se llega mediante la fuerza muscular) es siempre menor que la movilidad articular pasiva siempre que no se efectúen movimientos de impulso ni movimientos de la pelvis (ver principio EF 3).

### a) Máquina de empuje de hombros sobre la cabeza

**Recorrido del flujo de fuerzas:** el flujo de fuerzas se aplica a las manos a través de la palanca, a través de los brazos a la cintura escapular y caja torácica; es transmitido a través de la CT y de la CL a la pelvis, y es desviado hacia la superficie de sedestación a través de las tuberosidades isquiáticas.

La resistencia actúa perpendicularmente hacia abajo, es decir, que la columna vertebral se ve sometida a una carga de compresión, lo que hace que la curvatura de la columna tome relevancia. La forma del respaldo y del asiento son importantes para optimizar la carga de la columna vertebral. En este caso estaría muy bien disponer de un soporte lumbar ergonómico.

### b) Jalones con polea

**Recorrido del flujo de fuerzas:** el flujo de fuerzas es aplicado a las manos a través del maneral, continúa hacia la cintura escapular a través de los brazos y pasa a través de la CT y la CL hacia la pelvis, un pequeño componente a través de las tuberosidades isquiáticas hacia la superficie de sedestación y el componente mayor finalmente a través de las articulaciones de la cadera y los muslos hacia los muslos.

La resistencia actúa aquí perpendicular hacia arriba. La columna vertebral se ve sometida a una fuerza de tracción, de descarga. En este caso la postura de la columna vertebral en relación con las cargas pierde relevancia. La simetría

derecha/izquierda continúa siendo importante (ver principio EF 6), pero el temor a mantener un encurvamiento excesivo de la columna lumbar estaría en este caso completamente injustificado (ver otras indicaciones sobre el ejercicio de jalones con polea en el cap. D 6.2).

## 6 SIMETRÍA DE LOS ESTÍMULOS DE ENTRENAMIENTO Y DE LAS CARGAS

El entrenamiento de fuerza se puede realizar como un deporte totalmente simétrico. Lo que ocurre frecuentemente es que se entrena asimétricamente sin siquiera ser consciente de ello, con todas las consecuencias que esto tiene respecto al déficit de estímulos de entrenamiento idénticos para el lado derecho y para el izquierdo, a la recepción de importantes cargas unilateralmente y a la falta de corrección de los diversos desequilibrios ya existentes entre derecha e izquierda. Se trata de tomar conciencia de las exigencias asimétricas de la vida cotidiana y de algunos deportes para reducir así las altas cargas de flexión a las que se ven sometidas determinadas regiones corporales por la acción de cadenas musculares contralaterales y “de torsión”, protegiendo así las articulaciones.

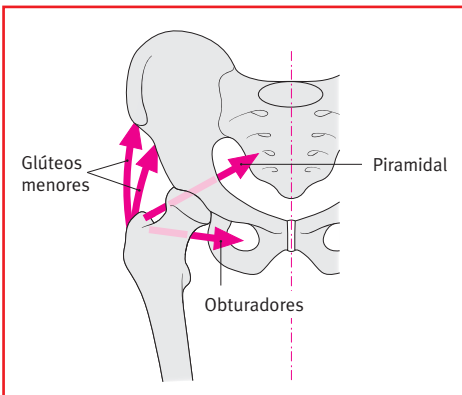
### 6.1 Estímulos de entrenamiento simétricos para derecha e izquierda

La aplicación de resistencias que deban ser superadas más por un lado que por otro produce estímulos de entrena-

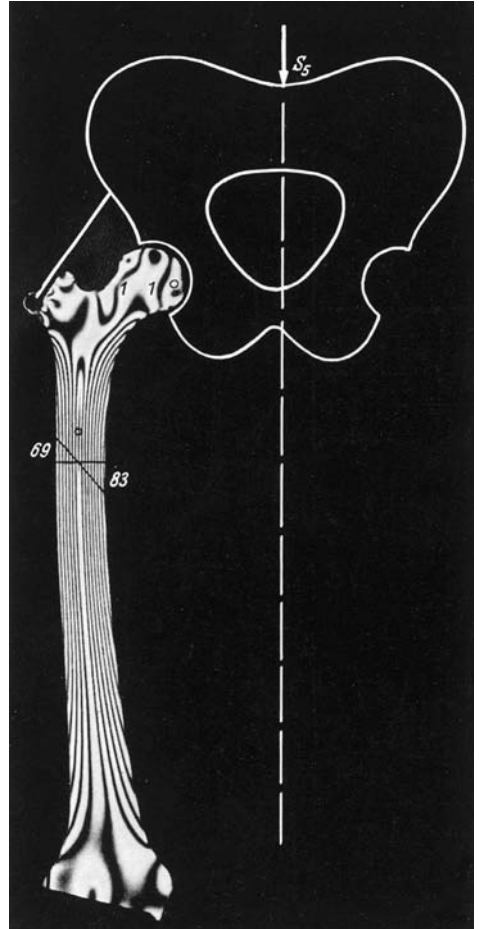
midial o el obturador, ejercen una fuerza resultante sobre la cabeza del fémur en la dirección del centro del acetábulo, que tiene un efecto estabilizador suficiente si las relaciones de fuerza son correctas (fig. C-26). El entrenamiento de la abducción y rotación de la cadera diferenciado estable pues muy aconseja para conseguir una buena estabilización de la cadera, esencialmente como medida de prevención y de rehabilitación ante la aparición de una posible coxartrosis (artrosis de la articulación de la cadera).

### Cinchas musculares

La forma del ángulo del fémur provoca anatómicamente la aparición de grandes cargas de flexión tanto si recibe cargas desde arriba como desde abajo. Esta disposición provocará la aparición de grandes cargas especialmente al realizar actividades muy dinámicas como la carrera rápida, el salto o una caída. Estas cargas serán esencialmente de compresión en la parte medial y de tracción en la parte lateral (fig. C-27a). Tal como ya hemos mencionado, la importante cifra de más de 100.000 fracturas de cuello de



**Figura C-26** Estabilizadores musculares de la articulación de la cadera



**Figura C-27** Carga de flexión del fémur, intento de representar óptimamente la tensión, las cifras isocromáticas se correlacionan con la magnitud de la carga de flexión (de: Pauwels, Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates Recopilación de tratados de anatomía funcional del aparato locomotor Springer 1965)  
a) Carga de flexión por la carencia de una cincha muscular

fémur anuales que se producen solamente en Alemania, nos confirma las grandes cargas de flexión a las que se ve sometido



**Figura D-84** Ayuda del entrenador durante la elevación

- En segundo lugar, en esta versión de elevación de la pelvis se puede llevar las rodillas al pecho, pues, dada la posición más baja de la pelvis, se produce trabajo físico. Gracias a esta posición se crea una dirección de tracción ideal contra resistencia para los compartimentos inferiores del recto del abdomen; aquí se puede acortar un compartimento más que en el ejercicio anterior.

#### *Elevación de la pelvis en el aparato de fondos*

- En este aparato debe procurar que el soporte de la espalda esté colocado correctamente. Es importante que este respaldo no forme un ángulo para aumentar la lordosis de la CL (provocaría puntos de carga máxima en la CL) y debe ser acolchado y lo suficientemente largo para que la pelvis y la CL queden completamente apoyadas en la posición inicial.
- Debe subir a la superficie de apoyo para los pies, colocar los antebrazos

sobre los soportes para los brazos y agarrar los manerales. Reclíñese sobre el respaldo, empuje cada vez más fuerte con los antebrazos sobre el soporte hasta que los pies se separen y levante a continuación las piernas hasta que la cadera esté colocada a unos  $100^\circ$  (= posición inicial).

- Levante ahora la pelvis tan alto como pueda (sin impulso). Vuelva la pelvis de nuevo lentamente a la posición inicial en cada repetición. ¡Esta variante es bastante difícil!

#### *Ejercicio desfavorable: elevación de la pelvis en la máquina de erectores lumbares (reck)*

Esta variante no es nada aconsejable, pues la elevación de la pelvis es muy difícil de conseguir por los problemas de equilibrio, prácticamente solo es posible con impulso. En casi todos los casos solamente se levantan las piernas como si se tratara de un ejercicio de flexión de la cadera. Cuando tenemos un ángulo de tracción vertical, la mejor

vemos confrontados 24 horas al día. Si queremos sostener un objeto, el peso es exactamente la fuerza que debemos superar; si lo queremos levantar, debemos aplicar una fuerza superior al peso (dependiendo de la aceleración); al descender un objeto de forma controlada, la fuerza se hace más pequeña en relación con el peso.

Así pues, los pesos y sus correspondientes fuerzas de aceleración son las formas de carga con las que nos vemos confrontados más frecuentemente y también las de la mayoría de las disciplinas. No vivimos en el agua (dominio de las fuerzas de rozamiento) ni libres de la fuerza de la gravedad (con las breves excepciones de los astronautas), sino que debemos organizar nuestra vida, desde el nacimiento, con la presencia de la fuerza de la gravedad. Desde hace millones de años, nuestras funciones corporales se han adaptado y nuestro aparato locomotor está completamente adaptado biomecánica y neuromuscularmente para absorber y gestionar la fuerza de la gravedad. La fuerza de la gravedad representa también el tipo de resistencia más importante que hay que vencer durante el entrenamiento. ¡No en vano perseguimos el objetivo de aplicar la mejora de la fuerza corporal a la vida diaria y al deporte elegido! ¡Las fuerzas elásticas y de rozamiento tienen un campo de aplicación ya descrito, pero no podrán sustituir jamás al peso como tipo de resistencia!

Como **medio de entrenamiento** debemos aplicar masas, por ej. la del pro-

pio cuerpo, discos, halteras y mancuernas, insertar pesos en las máquinas de entrenamiento, etc. y todos ellos deben ser levantados en la fase concéntrica contra la fuerza de la gravedad.

Pero en algunos ejercicios y en determinadas posiciones, la **inercia** que acompaña a las fuerzas de aceleración representa en parte un gran problema. Con la reducción de la velocidad de translación y rotación se puede reducir como se quiera la inercia. En este sentido véase las explicaciones expuestas en el principio EF 7.

Otro aspecto importante para el entrenamiento es la motivación del practicante. Algunas investigaciones han demostrado que la fuerza de la gravedad es el factor de motivación más importante, pues es la fuerza que más conocemos. La cantidad de masa levantada de más en una sesión es experimentada y sentida por el practicante, sea éste practicante de fitness, deportista de competición o esté en proceso de rehabilitación, y tiene un efecto muy motivador. Es de todos sabido que el factor motivación es un tema clave respecto a la regularidad del entrenamiento que tiene un efecto decisivo sobre la magnitud y durabilidad de los efectos del entrenamiento.

Como hemos visto, cada resistencia tiene su campo de aplicación. Todos los tipos de resistencia producen efectos en el entrenamiento siempre que la resistencia sea suficiente. En las actividades de la vida diaria normalmente se combinan diferentes tipos de resistencias, aunque la mayor importancia –debido a la relevan-

## 6. OTROS EJERCICIOS PARA LA ESTABILIZACIÓN MUSCULAR DE LA CV

Los ejercicios siguientes no son ejercicios dinámicos de la CV sino que son ejercicios para el entrenamiento dinámico de la rodilla, la cadera y la cintura escapular. Se exponen en este capítulo porque son ejercicios básicos para la estabilización de la columna vertebral y permiten al practicante auto-estabilizarse y desviar las fuerzas de forma favorable.

Con ayuda de los ejercicios de tracción de poleas y del levantamiento de peso muerto mejora la tensión diagonal de la fascia toracolumbar a través del dorsal ancho y de las fibras superiores del glúteo mayor (ver cap. D 2.3). Los ejercicios de tracción de poleas también influyen positivamente en la fijación de la escápula, que mejora medial y caudalmente, colaborando a la estabilización de la articulación glenoidea. El ejercicio de flexión de la cadera que presentamos ofrece un entrenamiento de amplitud total del psoas, estabilizador de la CL y de la ASI.

En los ejercicios complejos de peso muerto y de sentadillas el practicante aprende a absorber grandes cargas y a estabilizar correctamente todas las articulaciones vertebrales y la ASI, a mejorar la coordinación de las diferentes cadenas musculares y a desviar las fuerzas actuantes sobre el cuerpo con el mínimo de cargas posibles hacia el suelo. Ambos ejercicios son difíciles, pero ofrecen grandes ventajas en cuanto

a la potencia (fuerza) del practicante, que aumenta rápidamente. Como fase previa a estos ejercicios se puede realizar los ejercicios de prensa de piernas, en los que la columna vertebral se estabiliza mecánicamente. La cinemática de los ejercicios varía considerablemente en función de las diferentes posiciones de los pies, del ángulo de las caderas y del recorrido de los movimientos.

Puesto que este libro está centrado en los ejercicios de la columna vertebral,



**Figura D-159** Levantamiento de peso muerto con mancuernas  
a) Posición inicial

semanas, todavía obtuvo un aumento de la fuerza del 25% como media (McCall).

Cualquier principiante que se someta a un entrenamiento muscular intensivo durante un período de 1 a 2 años puede **doblar su fuerza corporal** en todas las articulaciones, sin necesidad de convertirse en un deportista de competición (Gottlob 1990).

De forma individual los valores de fuerza se pueden multiplicar por 5 o por 7, como lo demuestran los espectaculares récords mundiales en *powerlifting* (levantamiento de potencia) y en *halterofilia* (levantamiento de pesos) (ver tablas A-2 y A-3).



**Figura A-2** Entrenamiento muscular de una persona con edad avanzada.

Se puede entrenar la fuerza de todos los músculos, y por tanto de todas las articulaciones y de todas las partes del cuerpo. Podemos aumentar la fuerza del tobillo de la misma forma que la de la columna cervical, o la fuerza de las piernas como la de los músculos abdominales. Podemos ganar fuerza en la realización de un movimiento aislado de la misma forma que lo podemos hacer en una secuencia de movimiento que requiera mucha coordinación. La fuerza se puede especializar en movimientos de resistencia o en movimientos explosivos rápidos. Se puede entrenar para efectuar una o diez dominadas, o sesenta. Puede usted aumentar la fuerza de forma que logre subir una pared llevando a su hijo a cuestas. Se puede especializar en subir con una mano o, como lo ha hecho uno de los grandes escaladores mundiales, *Wolfgang Güllig*, especializarse en dominadas con un dedo ¡Él las hacía con el dedo meñique de la mano derecha!

También se puede concentrar en otros ejercicios de fortalecimiento de la mano, como lo hizo *Leon See*, quien demostró la gran fuerza que tenían sus manos partiendo por la mitad un montón de 80 cartas de una baraja. ¡No está mal para una persona de 72 años!

La fuerza de las piernas es necesaria para muchas cosas. La práctica de sentadillas desempeña aquí un papel muy importante. Se puede entrenar flexionando el peso del propio cuerpo o incluso superando el doble del peso corporal, o hacer como *Paul Anderson*: a los años 50 efectuaba el entrenamiento muscular con

## C. Los doce principios del entrenamiento muscular diferenciado

A continuación presentamos los doce principios básicos que hay que tener en cuenta durante la puesta en práctica del entrenamiento muscular diferenciado. Si se entrena regularmente en base a estos principios, el practicante podrá ver en un tiempo determinado cómo se producen los efectos explicados en el capítulo A. Los doce principios del entrenamiento de fuerza (principios EF) son válidos en cualquier edad, para cualquier estado de entrenamiento, para cualquier planteamiento de objetivos y para todo tipo de disposición individual: para personas que se estén rehabilitando, para quienes sufran algún tipo de dolencias, para deportistas aficionados, para los que estén interesados en la prevención de lesiones, para deportistas de competición o de alto rendimiento, para mujeres y para hombres, para jóvenes y para viejos.

### Las máximas son:

- Aplicar estímulos de entrenamiento con un objetivo determinado y lo bastante altos pero sin cargas perjudiciales
- Planteamiento de los objetivos individuales
- Obtener una capacidad de rendimiento suficiente para la

vida diaria, el deporte y la profesión

- Mantener la salud y la potencia hasta una edad muy avanzada
- Efectuar avances rápidos en el entrenamiento

Al proceder a la planificación del entrenamiento y a la ejecución de los ejercicios puede que en ocasiones se presente la incompatibilidad entre 2 o 3 principios EF. En ese caso hemos de valorar los objetivos planteados, la disposición individual y el estado de entrenamiento. Siempre serán prioritarias la seguridad ante la velocidad, la constancia ante la intensidad y la individualidad ante la generalización. Tal como se verá de la mano de los siguientes principios EF y en la parte específica de ejercicios, existen tantas alternativas y posibilidades de variación, que sin exagerar podemos afirmar: Cualquier persona que pueda levantarse de la cama está preparada para llevar a cabo un entrenamiento muscular diferenciado y puede participar en los efectos beneficiosos que éste produce. Cualquier persona que tenga una edad comprendida entre los 6 y los 106 años puede mejorar su estado de salud y su condición física, y aumentar considerablemente su calidad de vida al mismo



**Figura D-156 a + b** Extensión libre del cuello con rotación

a) Posición inicial



b) Posición final



**Figura D-157a + b** Flexión del cuello en posición tumbado con rotación

a) Posición inicial



b) Posición final



**Figuras D-158a + b** Flexión lateral libre de la CC hacia la izquierda con rotación hacia la izquierda

a) Posición inicial

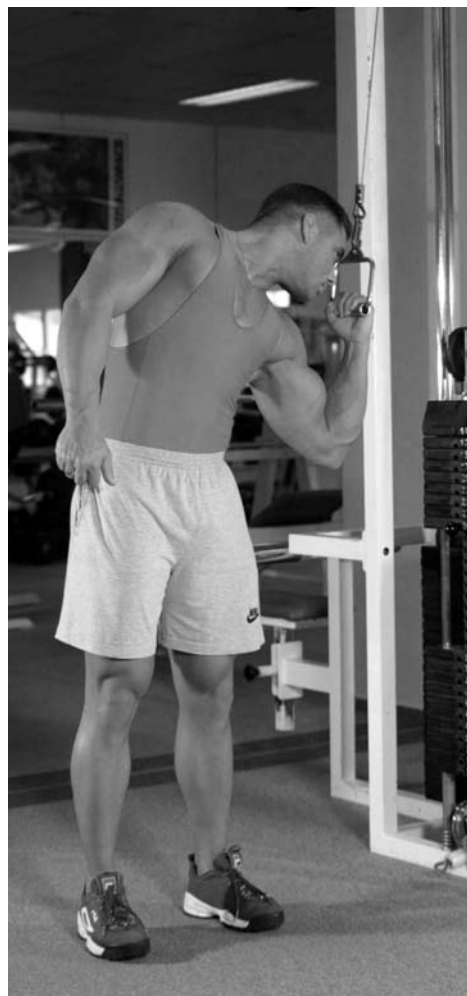
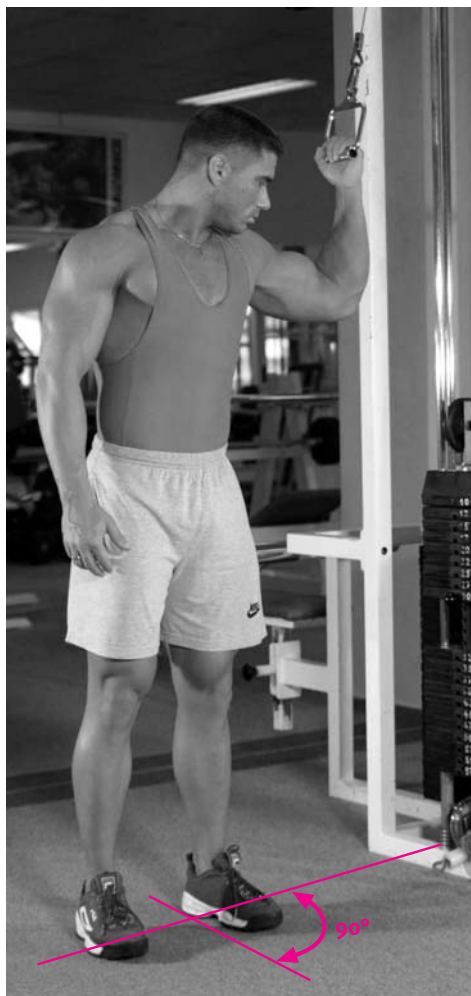


b) Posición final

### Control del ejercicio

- Como **entrenador** debe controlar que el practicante no mueva la pelvis (presa de los cuatro puntos). Si es necesario corregiremos el movimiento efectuando ligeras presiones hasta que el practicante haya aprendido a auto-

estabilizarse. También puede acompañar el movimiento del tronco de la siguiente forma (fig. D-104): una mano sobre el hombro que se eleva y la otra sobre el brazo del lado activo o sobre el as del practicante. De esta forma podrá ayudar al practicante a



**Figura D-102a + b** Realización del ejercicio de inclinación lateral en el aparato de tracción de poleas con un giro de 90°

a) Posición inicial

b) Posición final