De cadena cerrada a cadena abierta.

Febrero, 2007.
® Domingo Sánchez

Cada movimiento está integrado dentro de una cadena, comprender donde se establece el punto de apoyo nos ayudará a entender mejor como se organiza el movimiento.
Si deseamos establecer una progresión en la dificultad técnica del un determinado gesto o movimiento, es determinante comprender como se organiza dentro de los tipos de cadenas. Cada una de ellas influye de forma diferente en aspectos importantes como el centro de gravedad, estabilidad, coordinación intermuscular, etc.
Atendiendo a como se fijen los segmentos corporales, las cadenas pueden ser de dos tipos; cerradas o abiertas.

Cadena Cerrada

Movimiento caracterizado por producirse una fijación del segmento distal y el que se desplaza es el segmento proximal. Es decir, el segmento proximal se desplaza sobre el distal.

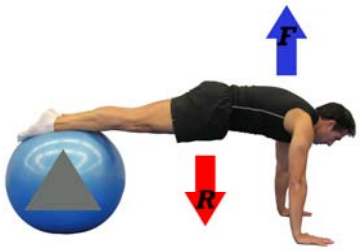


Los segmentos corporales que participan se encuentran **prisioneros por un elemento externo**. Al aplicar fuerzas se pueden producir modificaciones del centro de gravedad del sujeto sin que se liberen las extremidades del sistema. Por esta razón, se les consideran movimientos organizados en cadenas muy estables.

Movimientos típicos de cadena cerrada son los de empuje o tracción con apoyos en superficies inmóviles. Lo movimientos de fondos de brazos o piernas, así como los de trepa, son gestos organizados dentro de una cadena cerrada.

Un ejemplo muy claro lo tenemos cuando observamos un ejercicio de barra de un gimnasta. La barra permanece inmóvil y es el cuerpo del gimnasta y sus segmentos los que organizan el movimiento alrededor de la barra; su centro de gravedad se desplaza continuamente por el espacio, al aplicar una fuerza, las manos agarradas a la barra trasmiten esta energía a los segmentos proximales y el tronco que terminan desplazándose. El cuerpo genera unas fuerzas e inercias que terminan por desplazar al propio cuerpo.





Cualquier movimiento dentro de una cadena cerrada, suele ser multiarticular, colaborando además con muchos grupos musculares para actuar como estabilizadores. Por tanto, son ejercicios denominados "generales".

Palanca de **segundo género** en la que la resistencia se encuentra entre el punto de apoyo y la potencia o punto

de aplicación de la fuerza. Un ejemplo de este tipo de palancas es la carretilla

Cadena Abierta



Al contrario que sucede en movimientos de cadena cerrada, se produce una fijación de los segmentos proximales y el movimiento se produce a nivel de los segmentos distales. En este caso es el segmento distal es el que se mueve sobre el proximal.

Podemos encontrar movimientos de cadenas abiertas muy simples como una extensión de rodilla en una máquina de extensión de cuadriceps, donde encontramos un movimiento monoarticular ejercido por la contracción de un solo músculo como el cuadriceps, encajado dentro de un control motor nada exigente.



Pero las cadenas abiertas pueden llegar a ser bastante complejas, llegando a involucrar a varias articulaciones y decenas de músculos, lo cual convierte a la organización del movimiento en un complejo ajuste neuromotor donde la coordinación intermuscular es clave para el éxito del movimiento. Un claro ejemplo de cadena abierta compleja es cualquier tipo de lanzamiento en el que se desea una precisión (lanzamiento balonmano, fútbol, etc) o imprimir la mayor fuerza posible (lanzamiento de jabalina).

En los movimientos organizados en cadenas abiertas, aparece un primer segmento que se encuentra articulado a una base fija y con posterioridad se articulan, uno tras otro. Debido a esta organización del movimiento en cadena de segmentos proximales a distales, las fuerzas se transmiten hacia el exterior. Es por esta razón por la que requieren de una mayor exigencia mecánica y neuromotora. Para que esta fuerza se transmita en la dirección e intensidad adecuada necesita de una **correcta coordinación intermuscular entre segmentos**, en el momento en que la fuerza aplicada pase por un segmento y no se coordine adecuadamente, el error se transmitirá a los siguientes segmentos desencadenando una aplicación errónea de la fuerza pretendida.

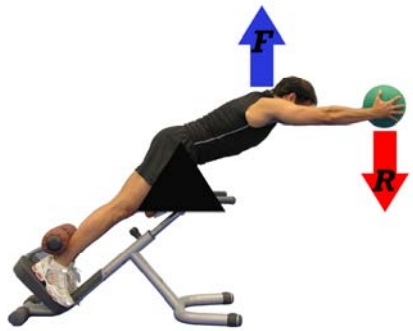
La musculatura estabilizadora y fijadora del tronco realiza una función muy importante en este tipo de acciones de cadena abierta. El tronco se estabiliza para realizar la función de punto de apoyo de los segmentos distales, que actúan a modo de palanca para aplicar fuerza sobre otros cuerpos. En muchos gestos, el centro de gravedad del cuerpo puede permanecer estable durante la ejecución del movimiento.

Según esto, debemos garantizar un correcto acondicionamiento de los músculos estabilizadores del tronco. Es lo que se denomina **"core"**. No solo incluye a los músculos abdominales, sino también a la musculatura paravertebral, suelo pélvico y músculos respiratorios.

Son movimientos típicos de lanzamientos del tren superior y movimientos de patadas del tren inferior. También movimientos de tracción del tren superior donde se desplazan objetos como tirar de una cuerda.

Los gestos de cadena abierta son los más comunes tanto en la vida cotidiana, como en los deportes. En cualquier deporte de raqueta podemos observar como al golpear la bola el movimiento se inicia desde lo proximal, se encadenan contracciones musculares sucesivas con sentido próximo-distal generando una fuerza e inercia que termina transmitiéndose al objeto externo y el resultado es que el objeto externo se desplaza en la dirección del vector de fuerza aplicado sobre él.

En teoría es una sucesión de movimientos monoarticulares pero que se organizan consecutivamente. Los movimientos más simples utilizan un número limitado de grupos musculares y suelen llamarse de "aislamiento" ya que a veces participa un solo grupo muscular. En una extensión de rodilla, solo actúa el músculo cuadriceps.



En movimientos de cadenas abiertas se utilizan palancas de **tercer género**, siendo la más frecuente en el cuerpo humano. En estos casos, el punto de potencia o de aplicación de la fuerza se encuentra situado entre el punto de apoyo y la resistencia.

Cuadro resumen:

	Cadena Cerrada	Cadena Abierta
Característica	No existe segmento libre	Segmento libre
Centro de gravedad	Variable	Fijo
Implicación articular	Poliarticular en un movimiento	Monoarticular en varios movimientos consecutivos
Fuerzas articulares	Coaptación articular	Decoaptación articular
Tipo de palanca	Segundo género	Tercer género
Estabilidad	Alta	Baja
ROM	Condicionado	Libre, lo determina el sujeto
Control motor	Bajo	Alto

Progresión en la ejecución técnica.

Desde un punto de vista técnico, podemos observar que los movimientos organizados en cadenas cerradas (a priori) sostienen una menor exigencia de ejecución. Mecánicamente, movimientos de varios segmentos corporales en cadena abierta como puede ser un lanzamiento, implica un ajuste neuromotor mas exigente que cualquier gesto de cadena cerrada como un fondo de pectoral (push-up).

A la hora de plantear un plan de entrenamiento a medio y largo plazo, interesa seleccionar ejercicios progresivos en su dificultad técnica. Se debe comenzar eligiendo ejercicios de tipo cadena cerrada para progresivamente ir acercándonos a ejercicios donde predominen cadenas abiertas.

<u>Progresión técnica de cadena cerrada a abierta del tren inferior.</u>







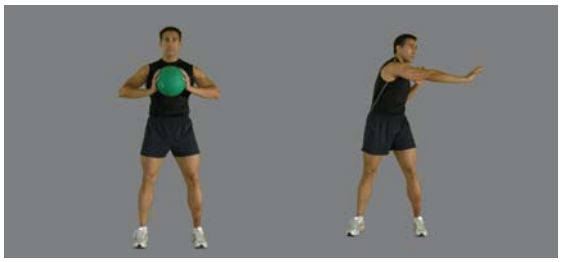

1. Prensa de piernas
2. Sentadilla en multipower
3. Sentadilla Fit-Ball en pared
4. Sentadilla con barra
5. Zancada atrás
6. Extensión pierna en polea.

Progresión técnica de cadena cerrada a abierta del tren superior.









1. Push-up
2. Press en máquina de palanca
3. Press en polea
4. Lanzamiento balón medicinal

Cadenas cinéticas y salud articular

Las estructuras óseas están diseñadas para soportar fuerzas de compresión áxial (hacia abajo del hueso) sin embargo, no son estructuras especialmente diseñadas para soportar fuerzas de corte (de los laterales del hueso). Estudios efectuados en la clínica Mayo (Minnesota, U.S.A.), han demostrado que los ejercicios de cadena cinética cerrada (sentadilla, prensa) producen significativamente menos fuerza de corte hacia la articulación tibiofemoral que los de cadena cinética abierta como las extensiones de cuadriceps sentado.

Los ejercicios de cadena cinética cerrada producen fuerzas que se transmiten en la dirección de las trabéculas óseas. Las fuerzas de corte de los movimientos de cadena cinética abierta, a veces tres veces mayores que los de cadena cerrada pueden producir dolor en la articulación involucrada y potencialmente desgarros en el tejido conjuntivo de la articulación.

Sin embargo, estas fuerzas de compresión axial a lo largo del eje longitudinal del hueso que se producen en movimientos de cadenas cerradas, tienen el inconveniente de producir una intensa coaptación articular, lo que implica aumento de presión sobre el cartílago articular.

Por el contrario, en los movimientos de cadena abierta, se produce una decoaptación del segmento distal, ya que se produce un vector luxante en la articulación. Este fenómeno es muy importante porque explica la contracción excéntrica que se produce en movimientos de lanzamiento para "sujetar" el extremo distal del miembro y que no se luxe por la inercia propia del movimiento.

Por tanto, podemos afirmar que para personas con problemas articulares del tipo **osteoartritis y otras de degeneración del cartílago**, sería conveniente una aplicación de ejercicios del tipo de **cadena abierta**.

En el caso de patologías de tipo degenerativo como la **osteoporosis**, es conveniente la aplicación de movimientos en **cadena cerrada** por la estimulación y aplicación de cargas en el sentido de las trabéculas óseas.