

2.2 Medios de entrenamiento

2.2.1 Máquinas vs. medios libres

En el entrenamiento para el *fitness* y la calidad de vida podemos decir que utilizar máquinas o medios libres (como barras, discos, *kettlebells* o medios funcionales inestables como el *physioball* o bandas de suspensión) no suponen un beneficio extra de uno sobre el otro. Ambas modalidades contienen sus pros y contras. Por ejemplo, los pesos libres son económicos, transportables y fáciles de conseguir en cualquier área comercial; se pueden tener en un simple bolso y trasladarlos a cualquier lugar para utilizarlos previamente a cualquier entrenamiento. Por otra parte, una máquina de gimnasio ofrece una resistencia específica que le permite a quien la utiliza liberar el foco de la ejecución técnica y ocuparse de un movimiento simple; si bien, por otro lado, ocupan mucho espacio y no se puedan trasladar.

La principal diferencia entre estos dos medios de entrenamiento radica en el hecho de que, al usar medios libres, el individuo puede moverse en un plano tridimensional: hacia delante y hacia atrás, y horizontal y verticalmente. Esto es muy importante ya que permite al deportista reproducir movimientos del juego. Además, no solo involucra mayor masa muscular, sino que el deportista debe trabajar también para estabilizar su propio cuerpo mientras vence la resistencia. Por otra parte, aumenta, sin embargo, el riesgo de lesión si no se mantiene una técnica apropiada.

Las máquinas, por su parte, están fijas en un eje; esto le permite al individuo moverse en uno o dos planos como máximo. Por eso, su utilización de manera exclusiva puede llevar a una falta de adaptación funcional. Esto conlleva un elevado riesgo de lesión como resultado de la falta de compromiso de los músculos estabilizadores que han sido ignorados en favor de la utilización de estos implementos para estimular los grandes grupos musculares y así incrementar los pesos movilizados.

Aunque el mercado de máquinas de entrenamiento ha evolucionado notablemente en los últimos 20 años, en la mayoría de los gimnasios todavía se encuentran aquellas máquinas de sobrecarga variable, donde se aumenta la carga agregando o quitando placas que general varían su peso entre 5 y 10 kg cada una. Estas máquinas se fabrican de manera estandarizada, donde los fabricantes apuntan a satisfacer las demandas de la población orientada al entrenamiento para la aptitud física más que del entrenamiento deportivo (Cappa, D., 2000).

Encontramos las siguientes ventajas y desventajas de la utilización de este tipo de equipamiento.



Ventajas de la utilización de máquinas de resistencia variable

- 1) Son medios óptimos para entrenar grupos musculares específicos de manera aislada.
- 2) Su utilización es más segura para la salud del deportista que la utilización de medios libres.
- 3) Para el entrenamiento grupal simplifican la organización y distribución en el espacio.
- 4) Aumentar o disminuir la carga es muy simple y esto acorta los tiempos de entrenamiento.

Desventajas de la utilización de máquinas de resistencia variable

- 1) El desplazamiento de la carga se produce en un rango predeterminado y estable. En los deportes colectivos las acciones motrices son variables e inestables.
- 2) Se realizan actuaciones motrices simples, que no guardan relación con la compleja ejecución técnica de las acciones deportivas.
- 3) Las velocidades de ejecución son relativamente lentas, lo que imposibilita una elevada producción de potencia.
- 4) Su fabricación está orientada a satisfacer las demandas del mercado establecido por sujetos promedio, por lo que deportistas muy altos como voleibolistas o basquetbolistas y aquellos muy bajos (deportes por categoría - judo - lucha - boxeo) muchas veces se ven imposibilitados de utilizarlas.
- 5) Muchas veces un aumento en la carga supone un porcentaje de incremento muy elevado para el deportista; al tener cargas fijas (lingotes de 5 - 10kg) en algunos casos los deportistas se ven imposibilitados de movilizar la carga aumentada, lo cual ocurre generalmente en deportistas principiantes mujeres que movilizan poco peso.
- 6) Muchas veces la totalidad de los kilogramos que permite movilizar la máquina supone un estímulo insuficiente para deportistas muy fuertes.
- 7) A menudo su precio de mercado es muy elevado y no suponen una mejora en la calidad del entrenamiento por lo que su adquisición se torna improductiva.

No debemos dejar de remarcar que este análisis se desarrolla en el contexto de los deportes de equipo; si la finalidad fuera el entrenamiento para la salud y la calidad de vida, estas valoraciones se modificarían sustancialmente.

Vale la pena destacar que para decidir qué medios utilizar, hay que analizar los costos y beneficios de cada uno y mantener un punto de vista balanceado y orientado a los fines que persigue el entrenamiento. Si bien los medios libres deben ser la piedra angular de cualquier programa de entrenamiento de la fuerza, las máquinas pueden ser grandes



herramientas que ayuden en el desarrollo de ciertos grupos musculares que necesiten un estímulo extra.

2.2.2 Los derivados de levantamiento de pesas

El **levantamiento de pesas (*weightlifting*)** es uno de los deportes clásicos de los Juegos Olímpicos. Se compite en dos modalidades denominadas **arrancada o arranque (*snatch*)** y **envión (*clean and jerk*)**. En el *arranque*, el deportista eleva la barra por encima de la cabeza en un solo movimiento a una velocidad muy alta (1,6 – 1,7 m/s) (Cappa, 2000). En este ejercicio los levantadores de pesas llegan a desplazar cargas muy elevadas que representan alrededor de 2,4 veces el propio peso corporal en las categorías livianas (54 kg o menos) y 1,7 veces los más pesados (100 kg o más). Las elevadas cargas desplazadas sumadas a la altísima velocidad de ejecución hacen de éste un movimiento ideal para desarrollar grandes niveles de potencia muscular.

El segundo ejercicio es el *envión*. En este ejercicio también se eleva la barra por encima de la cabeza, pero no en uno sino en dos movimientos. En el primero, la barra es llevada desde el piso a los hombros y se denomina *cargada* mientras que en el segundo movimiento la barra es desplazada desde los hombros hasta arriba de la cabeza. En este ejercicio un levantador de pesas experto puede levantar hasta 2,9 veces su propio peso corporal en categorías livianas (54 kg o menos) y 2,17 veces en categorías pesadas (100 kg o más) (Cappa, D., 2000).

Este tipo de movimientos son conocidos por ser de las actividades que mayor potencia hayan registrado de parte de un ser humano en ejercicios de fuerza. Por ejemplo, un levantador de 100 kg de peso puede producir 3000 vatios de potencia absoluta comparado a los 1100 que se generan en una sentadilla (Garhammer, J., 1993). Debido tanto a la capacidad de estos ejercicios de generar enormes niveles de potencia, como a sus patrones de movimiento y velocidad, que son relativamente similares a las actividades deportivas, es que estos ejercicios son considerados como uno de los mejores para incrementar la *performance* deportiva (Stone, 1993).



Tabla 6: Potencia máxima generada por diversos ejercicios

Potencia máxima generada por diversos ejercicios		
Ejercicio	Potencia absoluta en vatios	
	Varón - 100 kg.	Mujer - 75 kg.
2do tiempo	5400	2600
Cargada	3000	1750
Arranque	2950	1750
Sentadilla	1100	
Peso muerto	1100	
Pressplano	300	

Fuente: adaptado de Haff, Whitley, &Potteiger, 2001.

Las cargas óptimas para maximizar la producción de potencia en este tipo de ejercicios parecen situarse por encima del 80% de una repetición máxima (RM) (Garhammer, J., 1993); este elevado porcentaje es inherente a la naturaleza del ejercicio (alta velocidad y gran fuerza producida).

Figura 8: Arranque o arrancada



Fuente: adaptado de Böttcher, & Deutscher, 2004, como se cita en Zawieja-Koch, 2005, p.9.

Según el reglamento de la Federación Internacional, en la ejecución del arranque el atleta se ubica al frente de la barra agarrándola palmas abajo y flexionando ambas rodillas. Desde esa posición la barra es jalada en un solo movimiento desde el suelo hasta la máxima extensión de ambos brazos sobre la cabeza. Durante todo el movimiento la barra se mantiene muy cerca del cuerpo y a su vez puede ser deslizada sobre los muslos. Sólo los pies del deportista pueden tocar la plataforma durante todo el movimiento. El peso, una vez que ha sido levantado, debe permanecer inmóvil, es decir, permanecer con ambas piernas y brazos en completa extensión y los pies alineados y paralelos. Una vez que el árbitro da la señal, el atleta puede descargar la barra sobre la plataforma de competencia.

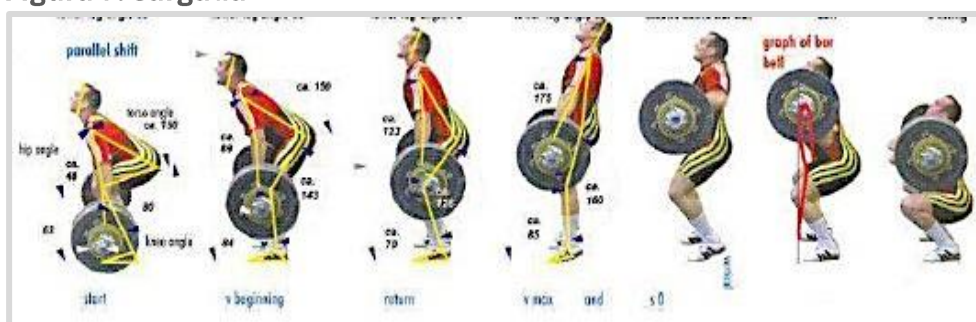
En el siguiente video se puede observar lo que aquí desarrollamos:



<https://goo.gl/0bNLEp> (Frank Rothwell, 2015)

Por otra parte, el envión se divide en dos partes: una **cargada** y el **segundo tiempo**. En la primera (cargada), el deportista se ubica al frente de la barra agarrándola con las palmas hacia abajo (en un ángulo más cerrado que en el arranque) y buena flexión de rodillas. El implemento es jalado en un único movimiento desde la plataforma hasta los hombros, ya sea realizando un salto en tijeras o no. Durante este movimiento continuo, se solicita que la barra no toque el pecho antes de detenerse en la posición final, generalmente sobre las clavículas o pecho con los brazos completamente doblados. Luego, los pies del competidor deben regresar a la posición inicial previo al inicio de la segunda parte. El atleta tiene que terminar la primera parte con los pies en la misma línea y las piernas completamente extendidas y paralelas al tronco y la barra.

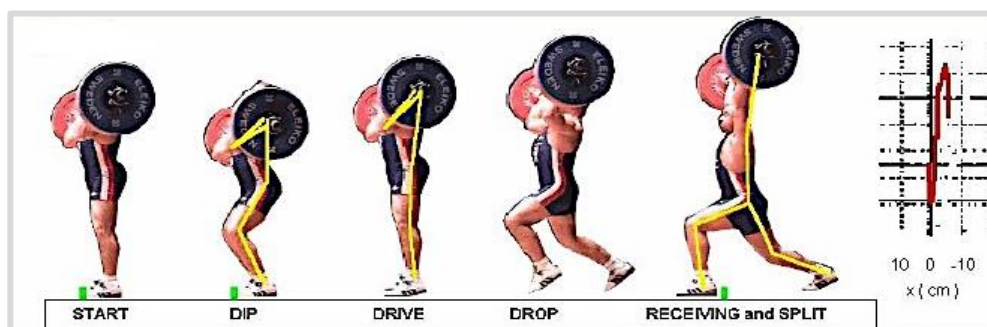
Figura 9: Cargada



Fuente: adaptado de Böttcher, & Deutscher, 2004, como se cita en Zawieja-Koch, 2005, p.9.

En la segunda parte de este movimiento el deportista flexiona y extiende las piernas de manera enérgica y simultánea a la vez que los brazos se encargan de desplazar la barra hacia arriba; todo esto se desarrolla en un solo movimiento hasta conseguir la extensión máxima de los brazos. Posterior a esto, el deportista debe retornar a la misma línea paralela al plano del tronco y la barra con sus piernas completamente extendidas y esperando que el Árbitro lo habilite para deponer la barra.

Figura 10: 2do Tiempo

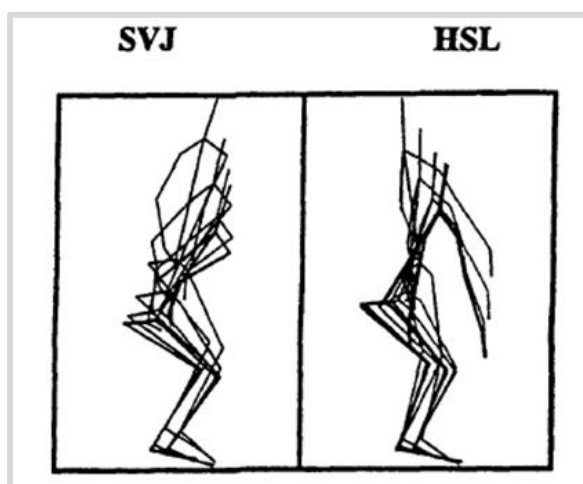


Fuente: adaptado de Böttcher y Deutscher, 2004, p.9.

En el siguiente video se puede observar lo que aquí desarrollamos:
<https://goo.gl/i0TF2G> (kettlebellsport, 2013)

Desde una perspectiva práctica, utilizar los levantamientos completos (desde el suelo) en el ámbito del entrenamiento deportivo tiene algunas complicaciones, por lo que se utilizan variaciones o *derivados* para maximizar las manifestaciones de potencia. En este tipo de ejercicios se comienza con la barra *colgante*, es decir, en los muslos, por encima o debajo de la rodilla (dependiendo de la escuela técnica), a partir de lo cual se necesita menor amplitud de movimiento. Ha sido comprobado que la utilización de esta clase de ejercicios mejora significativamente la *performance* del deportista tanto en saltos como en *sprints* de distancia corta (20 yardas -18,2 metros-), pero no así en cambios de dirección. Los programas de entrenamiento que incorporan variaciones del arranque y envión mejoran entre un 2,8% y un 9 % la capacidad de salto vertical (MacKenzie, S. J., Lavers, R. J., & Wallace, B., 2014). La razón de la mejora está fundamentada en la similitud cinemática entre la realización de un salto vertical y este tipo de ejercicios, como demostró Canavan (1996). En la siguiente figura se ilustra lo que se acaba de exponer:

Figura 11: Similitud en los desplazamientos de los segmentos corporales en un *squat jump* comparado a un arranque de potencia



Fuente:Canavan, Garrett, & Armstrong, 1996, p. 130

En el lado izquierdo de la imagen vemos el desplazamiento de los segmentos corporales en un salto vertical sin impulso (*squat jump*) y en el derecho un arranque de potencia.

Es recomendable utilizar *derivados de levantamiento de pesas* en los programas de entrenamiento por los siguientes motivos:

- Son ejercicios que generan una elevadísima potencia muscular.

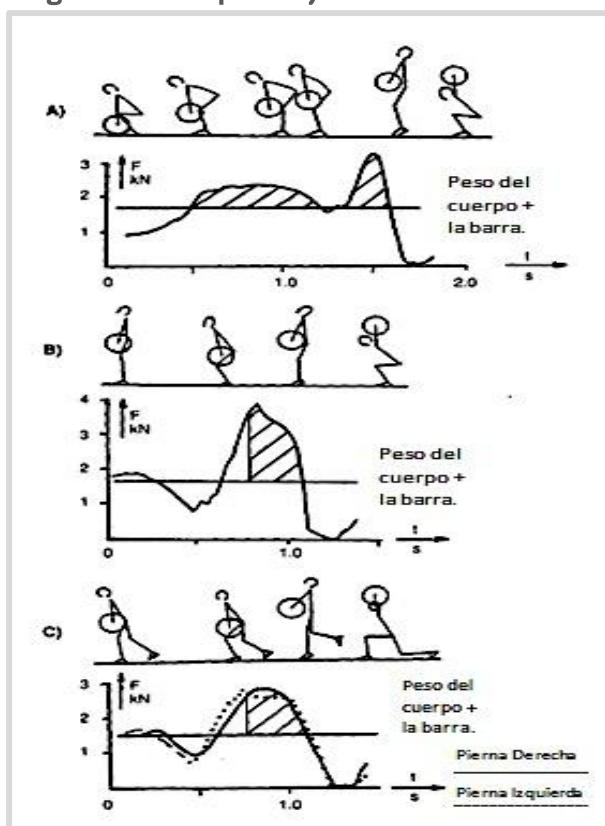
- La técnica es más simple que en el gesto completo, por lo que los jugadores sin tanta experiencia en el entrenamiento con sobrecarga los pueden aprender más fácilmente.
- Al no levantar la barra del suelo se evita la fase más lenta del ejercicio y se ejecuta la fase que genera más potencia.
- Se asemejan mucho más a gestos deportivos potentes como un salto con contra movimiento (CMJ).
- En deportistas altos y con amplia envergadura como voleibolistas o basquetbolistas permiten una fácil adaptación y protegen sus articulaciones.

En la siguiente figura vemos las fuerzas de reacción del suelo y el tiempo de desarrollo de un arranque. En la imagen A) vemos un arranque tradicional con dos piernas desde el suelo con 80 Kg., en la B) un arranque colgante con dos piernas y 85 Kg y en la C) un arranque colgante con una pierna y 65 kg.

Es interesante destacar la posibilidad de realizar variantes unilaterales como medio para mejorar la producción de potencia en este tipo de gestos que son característicos de deportes colectivos, como lo es, por ejemplo, una entrada en bandeja en baloncesto. Como vemos en la variante C) de la imagen, el atleta puede desarrollar con una pierna mucho más del 50% de lo que ejecuta con dos.



Figura 13: Comparación de fuerzas de reacción del suelo y tiempo de desarrollo de 3 tipos diferentes de arranque (desde el suelo, colgante y colgante a una pierna)



Fuente: Bartonietz, 1996, p. 30.

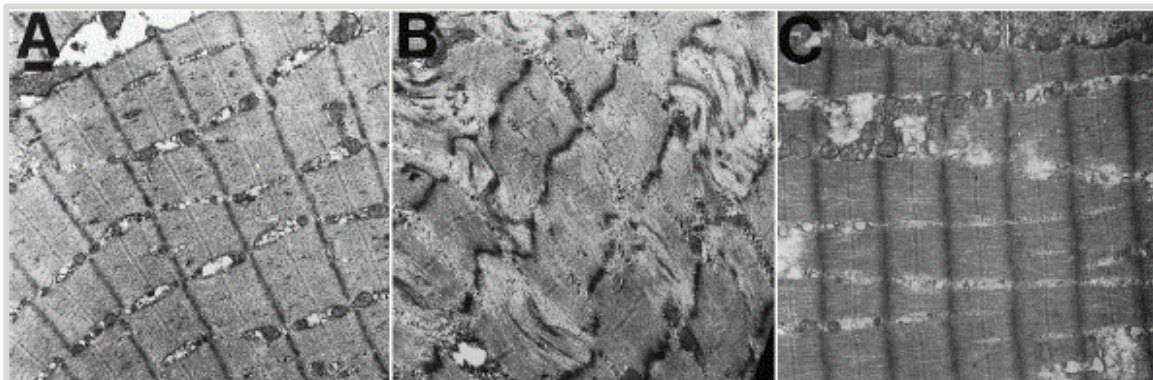
2.2.3 El trabajo excéntrico

El trabajo excéntrico, cuya correcta denominación sería **trabajo de sobrecarga excéntrica**, es una de las grandes innovaciones en el entrenamiento deportivo de los últimos 20 años. Su eficacia ha sido comprobada no solo en el campo del rendimiento deportivo, sino también para la prevención de lesiones y rehabilitación de diversas patologías como las tendinitis aquileana y rotuliana (Tous Fajardo, J., 2010). Se sabe que las acciones excéntricas son capaces de producir más fuerza que las acciones concéntricas ya que los puentes cruzados generados por los filamentos de actina y miosina utilizan la energía elástica almacenada por el estiramiento (Norstrand, 2008) y de este modo, su eficiencia mecánica es mayor y su costo metabólico es menor (Enoka, R. M., 1996).

Este mecanismo de tensión sobre los puentes cruzados, cuando las fibras se encuentran alargadas, provoca disrupciones en la unión es miotendinosas, contribuye a dañar el tejido muscular y provoca dolor e inflamación (Hortobagyi et al., 1998). En la siguiente figura se ven cortes

longitudinales del músculo vasto lateral antes (A), dos días después (B) y siete días después (C) de realizar diez series de 10 repeticiones de un ejercicio excéntrico para los cuádriceps. Se observa en la imagen B la desorganización de los filamentos y el daño extensivo, y en C la recuperación completa la semana posterior.

Figura 14: Cortes longitudinales del músculo vasto lateral



Fuente: Hortobagyi et al., 1998, p. 496

La utilización de ejercicios de predominancia excéntrica en el campo deportivo es de capital importancia. En los desgarros musculares es aceptado que el mecanismo de rotura se produce cuando el músculo contraído se sobre estira por encima de sus límites, es decir que no puede ejercer una tensión determinada en alargamiento (Noonan, T. & Garrett, W. E., 1999), ante lo cual los ejercicios de carácter excéntrico ofrecen un efecto protector conocido en inglés como **repeated bout effect (efecto de series repetidas)**. Este fenómeno ocurre cuando luego de una sesión de trabajo excéntrico y luego de que se cumpla su completa recuperación, la repetición del mismo estímulo ocasiona solo un daño muscular mínimo, es decir, aumenta el umbral de tolerancia para absorber este tipo de cargas y produce un efecto protector que hace al músculo menos vulnerable a las roturas (Tous Fajardo, J., 2010), efecto que puede durar hasta varios meses.

Aunque no se conocen bien los mecanismos exactos de este fenómeno preventivo generado por un entrenamiento de orientación excéntrica, existen tres teorías que intentan explicarlo:

- **Teoría neural:** según esta teoría, el daño inicial es resultado de la gran intensidad del estímulo en un número relativamente pequeño de fibras rápidas. Luego de un periodo, se observa un incremento en la activación de unidades motoras ante el mismo estímulo.
- **Teoría del tejido conectivo:** esta hipótesis sostiene que el daño se produce luego de una sesión excéntrica a nivel de tejido conectivo no contráctil, entonces, éste se lesiona y la integridad miofibrilar se pierde. Se sugiere que la remodelación posterior de los filamentos de tejido conectivo tiene un efecto preventivo.

- **Teoría celular:** esta teoría propone que el daño muscular es ocasionado por micro-roturas en los sarcómeros, ocasionadas por la repetición de acciones excéntricas y que, luego de un período de adaptación, existe un incremento en el número de sarcómeros conectados en serie, lo que limitaría el daño posterior (McHugh, M. P. Connolly, D. A., Eston, R. G. & Gleim, G. W., 1999).

Para programar estos ejercicios excéntricos en el proceso de entrenamiento debemos conocer no solo los beneficios, sino los inconvenientes que ocasionan. Podemos sintetizar los aspectos negativos de la respuesta aguda luego de este tipo de estímulos de la siguiente manera:

- Inmediatamente después de efectuarlos se aumenta la rigidez muscular y, por consiguiente, disminuye la flexibilidad (Cleak, M. J., 1992).
- Son grandes generadores de dolor muscular de aparición tardía (DOMS) (Nosaka, K. & Newton, M., 2002).
- Micro rupturas musculares de discos Z, sarcómeros, titina y nebulina. Esto ocasiona la liberación de enzimas musculares al torrente sanguíneo estimulando una respuesta inflamatoria que puede durar hasta una semana (Marqueste, T. et al., 2004).
- Alteración de la respuesta de los órganos sensoriales con su consiguiente disminución del control motor (husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi) (Marqueste et al., 2004).

Para sintetizarlos efectos positivos de la aplicación de estímulos excéntricos, además del efecto protector en los músculos podemos agregar los siguientes:

- Incrementan la fuerza significativamente generando menos fatiga que las acciones concéntricas (Hortobagyi et al., 1998).
- La adaptación cruzada es mayor (esto es que, a nivel neural, la aplicación de un estímulo en un miembro produzca una adaptación en el miembro contralateral) que en las acciones concéntricas (Hortobagyi et al, 1998).
- Incrementan la síntesis y remodelación de colágeno tipo I en el tendón, lo que lo convierte en un efectivo agente en la rehabilitación de tendinopatías (Langberg et al., 2007).

Medios de entrenamiento de sobrecarga excéntrica:

- 1) **Máquinas isoinerciales (poleas cónicas y Máquinas Yo-Yo):** este tipo de tecnología fue creada con la intención de atenuar, en los astronautas, los efectos de la inactividad física provocados por la



presencia en un entorno de micro gravedad (Norrbrand, L., 2008). La polea cónica, también conocida como Versa Pulley, es un cono unido a una rueda de inercia fija a la que pueden añadirse pesos para variar el momento de inercia. Al cono se le enrolla una cuerda que, al tirar sobre ella, ofrece una supuesta inercia variable durante la amplitud de movimiento y con ello una mayor resistencia en la parte más estrecha del cono. La dirección de tracción de la cuerda puede aplicarse en cualquiera de las tres dimensiones, lo que permite la posibilidad de desarrollar movimientos complejos, específicos y prácticamente ilimitados (Tous Fajardo, J., 2010).

Figura 15: Polea cónica



Fuente: [Imagen intitulada sobre polea cónica]. (s. f.). Recuperado de: <https://goo.gl/LKsc2k>

Cuando se utiliza la máquina Yo-Yo, el disco y cono de inercia van unidos a una estructura. A diferencia de la polea, no se utiliza una cuerda sino una cincha de transmisión que se enrolla al eje de la estructura que va adjuntada al disco, mientras que la otra punta de la cincha se encuentra fijada a la pieza unida al implemento que utiliza el individuo (cinturón, chaleco, etc.) a través del cual ejerce la tracción. Cuando el deportista realiza una acción concéntrica tirando de la cincha, la rueda gira y al finalizar el recorrido la misma no se detiene, esto ocurre debido a su inercia, lo que provoca el retroceso de la cincha y un fuerte tirón sobre el ejecutante en el sentido opuesto a la fuerza realizada; de este modo, el individuo debe ejercer una resistencia capaz de desacelerar la rueda, hasta lograr disipar la energía cinética acumulada previamente y así detener la rueda por completo. Al ser la realización de esta acción excéntrica de un desplazamiento angular menor que la acción

concéntrica y de igual energía en ambas direcciones, se genera una sobrecarga debido al torque excéntrico superior (Tous Fajardo, 2010).

Figura 16: Máquina Yo-Yo



Fuente: [Imagen intitulada sobre máquina YoYo] (s. f.). Recuperado de: <http://goo.gl/GLXIbV>

La diferencia existente entre los dos mecanismos isoinerciales radica en que la polea cónica puede desarrollar velocidades excéntricas muy elevadas con niveles de fuerza moderados, mientras que la máquina Yo-Yo es capaz de producir mayores niveles de fuerza, pero velocidades de ejecución más lentas (Tous Fajardo, J., 2006).

Tous Fajardo, Norrbrand, Pozzoy Tesch (2006) compararon la activación eléctrica de los cuádriceps en sujetos que realizaban sentadillas con barra y sentadillas utilizando un dispositivo isoinercial. Los autores encontraron mayor activación en el recto femoral tanto en las fases concéntricas como excéntricas utilizando la Yo-Yo (ver las siguientes figuras) que realizando sentadillas tradicionales. Este constituye un gran dispositivo para utilizar sobre todo con sujetos con tronco débil incapaces de tolerar grandes cargas sobre el tren superior. Idénticos resultados pueden encontrarse en estudios sobre la activación de isquiotibiales (Tous Fajardo et al., 2006), lo que convierte a las máquinas isoinerciales en medios efectivos para la prevención de lesiones en este grupo muscular.

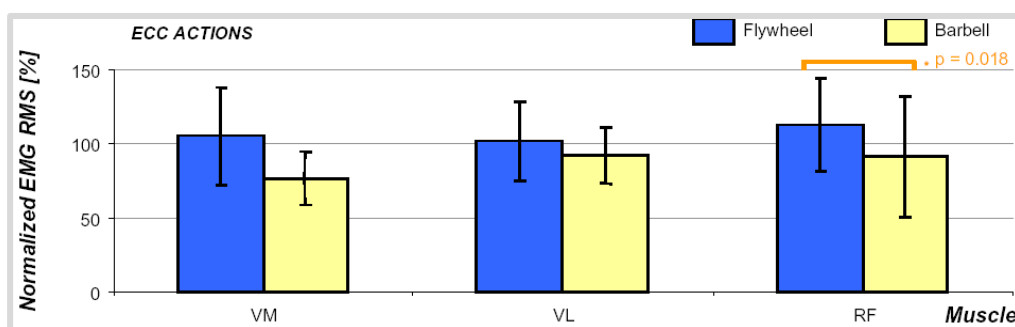


Figura 17: Sentadilla con dispositivo isoinercial vs. sentadilla con barra olímpica



Fuente: Tous Fajardo et al., 2006. p. 8.

Figura 18: Amplitud electromiográfica (EMG) sentadilla isoinercial (en azul) vs. sentadilla con barra (en amarillo)



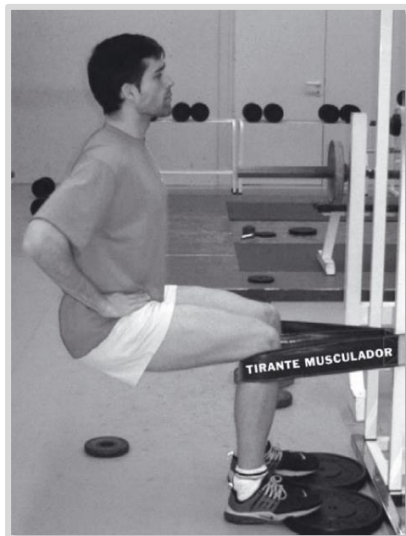
Fuente: Tous Fajardo et al., 2006, p.9

Podemos ver en esta figura la comparación de los valores medios de activación electromiográfica en fase excéntrica (ECC) de una sentadilla utilizando una máquina Yo-Yo (barras de color azul) o ejecutando una sentadilla tradicional con barra (barras de color amarillo) para tres grupos musculares diferentes (VM -vasto medial-, VL -vasto lateral-, RF -recto femoral-). Se observan diferencias significativas en todos los músculos analizados a favor de la máquina Yo-Yo.

Vea el siguiente video a modo ilustrativo: <https://goo.gl/kxuz2J> (Inercial, 2013)

- 2) Tirante musculador o cinturón ruso:** está constituido por una banda de material flexible cuyos extremos se desdoblán en bucles destinados a la introducción de las piernas u otras partes del cuerpo.

Figura 19: Tirante musculador o cinturón ruso



Fuente: Da Silva et al., 2005, p. 46.

Figura 20: Tirante musculador o cinturón ruso



Fuente: [Imagen intitulada sobre tirante musculador o cinturón ruso]. (s. f.). Recuperada de: <http://goo.gl/oDvP8c>

El uso del tirante permite, con relativa seguridad y sin mayores riesgos para el deportista, la realización de dos tipos de estímulos musculares: por un lado, la ejecución de acciones isométricas o estáticas en estiramiento y por el otro, acciones dinámicas en estiramiento (como sobrecarga excéntrica).

En la tabla 7 se pueden analizar los resultados obtenidos de la actividad mioeléctrica para cuatro ejercicios diferentes que involucran los músculos que componen el cuádriceps. Entre paréntesis se encuentra el porcentaje de activación comparándolo a la realización de una sentadilla con Tirante utilizando 20 kg. Es muy importante señalar que realizar

sentadillas con 150 Kg para el recto femoral supone solo activar el 84% y el 64% en fase concéntrica y excéntrica respectivamente.

Tabla 7: Comparación de la actividad eléctrica del cuádriceps para ejercicios con tirante musculador, extensión de piernas y una sentadilla clásica

Ejercicio	Músculo (señal μV) Entre paréntesis diferencia TIRANTE-20kg			Fase de la acción muscular
	Vasto medial	Vasto lateral	Recto femoral	
Tirante sentadilla Cuadriceps (0 kg)	252 (92)	153 (77)	202 (81)	Excéntrica
Tirante sentadilla Cuadriceps (20kg)	379 (107)	243 (84)	236 (83)	Concéntrica
Tirante sentadilla Cuadriceps (20kg)	275	198	248	Excéntrica
Tirante sentadilla Cuadriceps (20kg)	354	288	284	Concéntrica
Extensión piernas 75kg (máquina CCA)	188 (68)	164(83)	177(71)	Excéntrica
Extensión piernas 75kg (máquina CCA)	249 (70)	217 (75)	179 (63)	Concéntrica
Sentadilla clásica con 150 kg	308 (112)	202 (102)	209 (84)	Excéntrica
Sentadilla clásica con 150 kg	369 (104)	228(79)	182 (64)	Concéntrica

Fuente: González de Suso, J., 2010, p. 3.

Entre los beneficios más importantes de la utilización de este implemento se destacan los siguientes:

- I. Permite ejecutar una acción excéntrica muscular sin mayores riesgos, es decir de manera gradual, progresiva y controlada.
- II. Al provocar menos fuerzas de cizallamiento que otros ejercicios, se convierte en una variante más segura para las articulaciones.
- III. Constituye una opción económica para entrenar con grandes grupos de jugadores, pues su elaboración no es de mayor complejidad y si se dispone de más de uno, esto permite economizar tiempo de entrenamiento en equipos numerosos.
- IV. Es un elemento eficaz en la prevención de roturas de músculos biarticulares y de tendinopatías.
- V. Puede utilizarse en casi cualquier sitio, siempre y cuando el suelo no sea muy resbaladizo y se pueda anclar a un poste.

3) Utilización del propio peso corporal y/o la ayuda de un compañero: constituye un método eficaz cuando se trabaja con grupos numerosos, carecemos de medios económicos para adquirir máquinas o se dificulta su traslado.

Dentro de este grupo podemos citar ejercicios como el *curl nórdico*, que ha sido exitosamente introducido en algunos programas de entrenamiento destinados a la mejora de la fuerza y la disminución de lesiones, aunque ha sido muy criticado por su agresividad.



Los *squats* en planos inclinados también han mostrado su efectividad en la rehabilitación de tendinopatías y en programas de fuerza de extensión de rodilla.

Por último, aunque no existan estudios de investigación todavía al respecto, podemos utilizar la resistencia de un compañero a través de formas jugadas y ejercitaciones que tengan como finalidad producir una sobrecarga excéntrica.

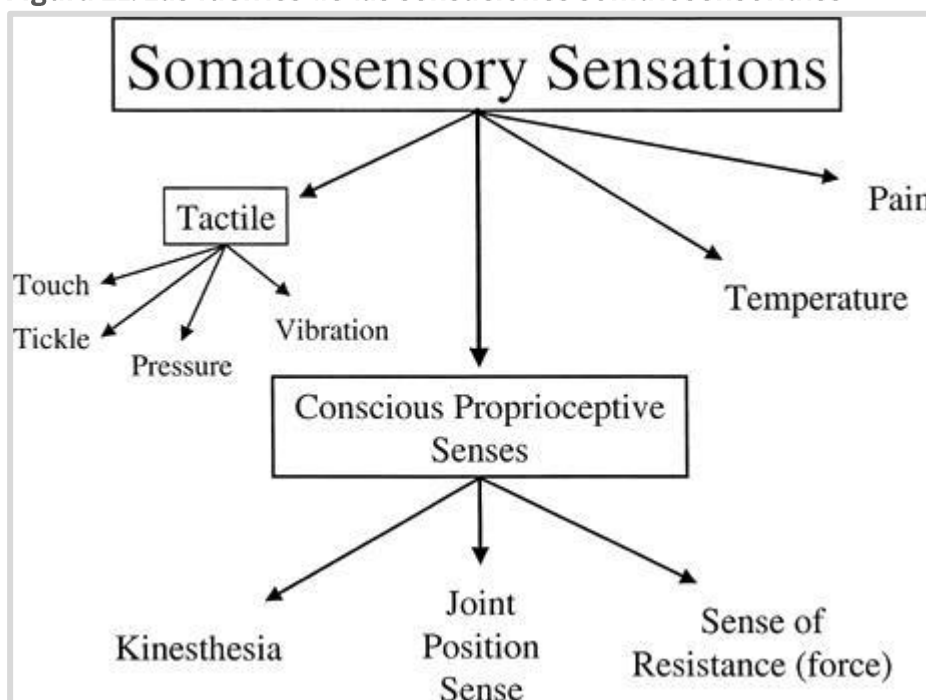
2.2.4 Medios inestables

En la actualidad el entrenamiento del equilibrio y la estabilidad ocupa un rol esencial en la optimización de la *performance* deportiva y la prevención de lesiones (Behm, D. G. & Anderson, K. G., 2006). Existen numerosas metodologías y ejercicios que implementan dispositivos variados de trabajo propioceptivo. En 1906, Sherrington definió la **propiocepción** como “la culminación de todas las aferencias neuronales originadas en los propioceptores articulares, tendinosos, musculares y tejidos profundos asociados” (como se cita en Romero, 2010, p. 169). La evidencia científica indica que gracias a este tipo de entrenamiento se mejora la fuerza muscular, la coordinación y el equilibrio muscular (Behm, D., Drinkwater, E., Willardson, J., & Cowley, P., 2010).

El sistema nervioso central (SNC) del deportista consigue la información necesaria del **sistema somatosensorial** (también llamado sistema propioceptivo -SP-), del **sistema vestibular** y del **sistema visual** para controlar los movimientos. Las sensaciones de propiocepción son aquellas que tienen que ver con el estado físico del cuerpo, las sensaciones de movimiento, de presión en las plantas de los pies e incluso de equilibrio. Estas sensaciones se perciben a través de **mecanorreceptores** específicos ubicados en la piel, músculos, ligamentos y tendones. Pueden percibir presión, vibraciones, sentido de posición de una articulación y kinestesia. La importancia de la propiocepción no se cuestiona ya que esta evita movimientos anormales de las articulaciones tanto en posiciones de extrema tensión como de flexión. Su efecto profiláctico en la prevención de lesiones está fuera de discusión, aunque también es muy valioso su aporte a la coordinación de movimientos complejos (Jerosch, J. & Prymka, M., 1996).



Figura 21: Las fuentes de las sensaciones somatosensoriales



Fuente: Adaptado de Riemann & Lephart, 2002, p. 73.

Debemos tener en cuenta que el trabajo propioceptivo debe enfocarse en generar perturbaciones que estimulen los *propioceptores*; esto se puede conseguir principalmente en situaciones propicias para optimizar la capacidad de reacción y equilibrio ante estímulos imprevistos, lo cual puede realizarse de modo estático como así también dinámico. En la selección de las tareas a desarrollar es fundamental estimular los propioceptores de la zona que nos interese, mediante las tareas adecuadas (Romero, 2010).

Quienes defienden esta modalidad de entrenamiento aducen que el desequilibrio generado por las plataformas inestables provoca un mayor estrés en el sistema neuromuscular en comparación al piso y a bancos fijos o estables. Según esta teoría, las ganancias de fuerza se deberían a mecanismos de hipertrofia muscular y optimización de la coordinación neuromuscular como consecuencia de una mejor complementariedad del trabajo entre grupos musculares sinérgicos, estabilizadores y antagonistas.

Cuando hablamos de trabajos sobre medios inestables nos referimos a sentarse, tumbarse, arrodillarse, acostarse o pararse sobre implementos como PhysioBalls (Swissball), discos dinámicos (Dyna Discs), tablas de equilibrio (WobbleBoard), rodillos de espuma de alta densidad (FoamRoller), Bosu (proviene de las siglas en inglés para *bothsides to use*, es decir, utilizable de los dos lados), colchonetas, mini trampolines y otros dispositivos similares (Behm, D. G. & Anderson, K., 2006); aunque también podemos provocar la inestabilidad con implementos medio rellenos de líquido o arena.

Si bien podríamos inferir que este tipo de entrenamiento suponen solo beneficios para la performance deportiva, pueden terminan siendo desventajosos si solo nos enfocamos en ellos. Por lo tanto, es el objetivo de este análisis que usted incorpore los conceptos que le permitan introducir este tipo de tareas en un entorno adecuado y dentro de un programa variado y específico.

Históricamente, la rehabilitación y prevención de lesiones como el esguince de tobillo o rodilla ha focalizado su trabajo en el fortalecimiento muscular y ha ignorado los déficits propioceptivos. La propiocepción es la conciencia de la postura, del movimiento y de cambios en el equilibrio, como así también el conocimiento de la posición, peso y resistencia de objetos en relación al propio peso corporal. Las bases inestables surgen como respuestas al problema de la reeducación del sistema propioceptivo para minimizar los inconvenientes generados por la falta de coordinación (Hoffman, M. & Payne, V. G., 1995).

Según el principio de especificidad, las cargas deberían replicar situaciones de juego o, al menos, ser lo más parecido posible a ellas. Como en los partidos no todas las fuerzas son generadas bajo condiciones de estabilidad (por ejemplo, el lanzamiento con marca, un cambio de dirección ante un rival, un *drible* para eludir una defensa, un pivoteo, etcétera), el entrenamiento debería intentar replicar las demandas del juego.

Si bien en los deportes colectivos casi todas las situaciones se desarrollan en equilibrio dinámico, el entrenamiento tradicional se desenvuelve en situaciones de equilibrio estacionario. Al respecto de esto, Shimada et al. (2003) no encontró correlación entre el balance dinámico (caminata) y el estático, y aunque otros autores reportan efectos contrarios de balance y ajuste a perturbaciones; el problema radica en que estos estudios solo pueden simular condiciones relativamente parecidas, es decir, el trabajo con plataformas inestables no puede replicar situaciones de juego. Por lo tanto, su efectividad para mejorar la *performance* aún puede debatirse (Wahl, M. J. & Behm, D. G., 2010). Según Willardson (2009):

El método óptimo para incrementar la propiocepción y la estabilidad en cualquier deporte, consiste en practicar las habilidades propias del deporte en la misma superficie en la cual se desarrolla la competición. Desafortunadamente, esto no es posible siempre, por lo que desafíos alternativos pueden ser necesarios. (p. 108).

La utilización de medios inestables en el entrenamiento puede provocar que el individuo sea incapaz de generar niveles máximos de fuerza y potencia muscular y, vale la pena destacar que a medida que se incrementa la inestabilidad, se produce una mayor activación de los



músculos antagonistas con el fin de proveer mayor equilibrio, lo cual genera decrementos de fuerza aún mayores. Con el fin de analizar la influencia de un entrenamiento con bases inestables sobre diferentes variables condicionales, como saltos, *test* de agilidad y *sprints* de 10 y 40 yardas, Cressey, West, Tiberio, Kraemery Maresh (2007) compararon dos grupos de entrenamiento durante diez semanas: uno de ellos realizaba ejercicios sobre bases inflables y el otro realizaba los mismos ejercicios, pero en el suelo. El grupo que entrenó de manera estable tuvo un rendimiento superior en todas las manifestaciones evaluadas. Los autores concluyeron que, si bien la utilización de estos implementos ha sido de eficacia demostrada en la rehabilitación de lesiones, su utilización con el fin de incrementar la *performance* deportiva debería ser cuidadosamente analizada.

Sinteticemos, entonces, los beneficios del entrenamiento en superficies inestables:

- Disminuye el riesgo de lesión en tobillo y rodilla, lo que le da importancia en la prevención; en este punto coinciden Caraffa (1996) y Verhagen y Van Mechelen (2009).
- Son importantes agentes en la rehabilitación de lesiones ligamentosas de tobillo y rodilla (Lephart, S., Pincivero, D. & Giraido, J., 1997).
- Aumenta la activación de la musculatura del *core* en mayor medida que los mismos ejercicios realizados en superficies estables (Fowles, J., 2010).
- Mejora la coordinación muscular y las estrategias de activación muscular en los músculos de tobillo (McKeon, P. & Hertel, J., 2008).
- Mejora el equilibrio estático (Anderson, K. & Behm, D. G., 2005)

Por último, algunas cuestiones a tener en cuenta a la hora del entrenamiento en superficies inestables:

- Sus efectos en la mejora de la fuerza máxima y la potencia son nulos o insignificantes, en el mejor de los casos, y no deberían utilizarse como el medio principal para el desarrollo de estas manifestaciones (Cressey, E. et al. 2007).
- Tienen menor activación eléctrica de la musculatura de las piernas y del tren superior comparado a idénticos ejercicios realizados en superficies estables (Behm, D. G. & Anderson, K. 2006).
- Para evitar contradicciones en la especificidad del movimiento, es importante controlar la ejecución de los movimientos en superficies inestables ya que, generalmente, son realizados a velocidades muy bajas, mientras que en el deporte las acciones se desarrollan muy rápido (Willardson, J. Fontana, F & Bressel, E., 2009).



Referencias

Anderson, K., & Behm, D. G. (2005). *The impact of instability resistance training on balance and stability* (Traducción propia). *Sports medicine*, 35(1), 43-53.

Bartonietz, K. E. (1996). *Biomechanics of the Snatch: Toward a Higher Training Efficiency* (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 18(3), 24-31.

Behm, D. G., & Anderson, K. G. (2006). *The role of instability with resistance training* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 716-722.

Behm, D. G., Anderson, K., & Curnew, R. S. (2002). *Muscle force and activation under stable and unstable conditions* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(3), 416-422.

Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). *Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning* (Traducción propia). *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 109-112.

Bértola, D. (2010). *Hans Selye y sus ratas estresadas*. *Medicina universitaria*, 12(47), 142-143.

Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports* (Traducción propia), 3E. USA: Human Kinetics.

Canavan, P. K., Garrett, G. E., y Armstrong, L. E. (1996). *Kinematic and Kinetic Relationships Between an Olympic-Style Lift and the Vertical Jump* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 127-130.

Cappa, D. (2000). *Entrenamiento de la potencia muscular*. Mendoza: Dupligraf.

Caraffa, A., Cerulli, G., Progetti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). *Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer*. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 4(1), 19-21.

Cleak, M. J., & Eston, R. G. (1992). *Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise*. *British journal of sports medicine*, 26(4), 267-272.



Comerford, M. J., & Mottram, S. L. (2001). *Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction* (Traducción propia). *Man Ther*,6(1), 3-14.

Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., &Maresh, C. M. (2007). *The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 561-567.

Da Silva, M.E., Padullés, J.M., Núñez, V., Vaamonde, D., Viana, B., Gómez, J.R.,& Lancho, J.L.(2005). *Análisis electromiográfico y de percepción de esfuerzo del Tirante Musculador con respecto al ejercicio medio squat*. *Apuntes de Educación Física y Deportes*, 4º trimestre, pp. 45-52.

Enoka, R. M. (1996). *Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system* (Traducción propia). *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339-2346.

Fleck, S. (2011). *Non-linear periodization for general fitness & athletes* (Traducción propia). *Journal of human kinetics*, 29(Special Issue), 41-45.

Fowles, J. R. (2010). *What I always wanted to know about instability training* (Traducción propia). *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 35(1), 89-90.

Frank Rothwell (Uploader). (2015, Agosto, 31). *NaimSuleymanoglu 150 kg Snatch* [video de Youtube]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=O5SqocMOiGs>

Garhammer, J. (1979). *Power production by Olympic weightlifters* (Traducción propia). *Medicine and science in sports and exercise*, 12(1), 54-60.

Garhammer, J. (1993). *A Review of Power Output Studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, Performance Prediction, and Evaluation Tests* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(2), 76-89.

González de Suso, J. (s. f.). *Bases científicas del entrenamiento con el tirante musculador inventado y patentado por Hans Ruf Jiménez*. Departamento de fisiología, Centre d'Alt Rendiment (CAR) Sant Cugat. Recuperado de: <http://www.fiebrefutbol.es/wp-content/uploads/2012/08/Tirante-Muscular-2010.pdf>

Haff, G. G., Whitley, A., &Potteiger, J. A. (2001). *A Brief Review: Explosive Exercises and Sports Performance* (Traducción propia). *Strength & Conditioning Journal*, 23(3), 13.



Hoffman, M., & Payne, V. G. (1995). *The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects* (Traducción propia). *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 21(2), 90-93.

Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Klatt, M., Faigenbaum, A. D., Ross, R. E., Tranchina, N. M., & Kraemer, W. J. (2009). *Comparison between different off-season resistance training programs in Division III American college football players* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 11-19.

Hori, N., Newton, R. U., Andrews, W. A., Kawamori, N., McGuigan, M. R., & Nosaka, K. (2008). *Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction?* (Traducción propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 412-418.

Hortobágyi, T., Houmard, J., Fraser, D., Dudek, R., Lambert, J., & Tracy, J. (1998). *Normal forces and myofibrillar disruption after repeated eccentric exercise* (Traducción propia). *Journal of Applied Physiology*, 84(2), 492-498.

[Imagen sin título sobre máquina YoYo]. (s. f.). Recuperado de: http://www.efisioterapia.net/cursos/22844-fundamentos-y-metodologia-trabajo-excentrico-aplicado-recuperacion-y-prevencion?qt-lo_ltimo_=0

[Imagen sin título sobre polea cónica]. (s. f.). Recuperado de: http://byomedicsystem.es/1631-thickbox_default/eccotek-training-force-polea-conica.jpg

Inercial (Uploader). (2013, noviembre, 13) *Polea Cónica Inercial - Características Técnicas* [video de Youtube]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=9ok1gw8dg5U>

Issurin, V. B. (2010). *New horizons for the methodology and physiology of training periodization* (Traducción propia). *Sports medicine*, 40(3), 189-206.

Jerosch, J., & Prymka, M. (1996). *Proprioception and joint stability. Kneesurgery, sportstraumatology, arthroscopy*, 4(3), 171-179.

Jordi Cañadas (Uploader). (2014, Agosto, 16). *Preparacion Fisica Aplicada A Los Deportes Colectivos Balonmano Seirul lo* [video en Youtube]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=uSJ-r3p5ldQ>

Kettlebellsport (Uploader). (2013, febrero, 22). *VasilyAleksyeyev - Clean and Jerk 534.5 lb / ВасилийАлексеевтолчок 242,5 кг* [video de



Youtube].Recuperado
de<https://www.youtube.com/watch?v=34SVc9BMi18>

Kok, L. Y., Hamer, P. W., & Bishop, D. J. (2009). *Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization* (Traducción propia). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(9), 1797-807.

Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2007). *Optimizing strength training: designing nonlinear periodization workouts* (Traducción Propia). USA: Human Kinetics.

Langberg, H., Ellingsgaard, H., Madsen, T., Jansson, J., Magnusson, S. P., Aagaard, P., & Kjær, M. (2007). *Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis* (Traducción Propia). *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 61-66.

Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido, J. L., & Fu, F. H. (1997). *The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries* (Traducción Propia). *The American journal of sports medicine*, 25(1), 130-137.

Linnamo, V. (2002). *Motor unit activation and force production during eccentric, concentric and isometric actions* (disertación académica) (Traducción Propia). Neuromuscular Research Center, Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä. Recuperado de <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/13497/9513912205.pdf?sequence=1>

Marqueste, T., Decherchi, P., Messan, F., Kipson, N., Grélot, L., & Jammes, Y. (2004). *Eccentric exercise alters muscle sensory motor control through the release of inflammatory mediators* (Traducción Propia). *Brain research*, 1023(2), 222-230.

McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., Gattman, E. J., & Gleim, G. W. (2001). Electromyographic analysis of repeated bouts of eccentric exercise (Traducción Propia). *Journal of sports sciences*, 19(3), 163-170.

McHugh, M. P. (2003). *Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise* (Traducción Propia). *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13 (2), 88-97.

McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., & Gleim, G. W. (1999). *Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect* (Traducción Propia). *Sports Medicine*, 27(3), 157-170.



McKeon, P. O., & Hertel, J. (2008). *Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective?* (Traducción Propia). *Journal of athletic training*, 43(3), 305-315.

McKeon, P., Ingersoll, C., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B., & Hertel, J. (2008). *Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability* (Traducción Propia). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(10), 1810.

MacKenzie, S. J., Lavers, R. J., & Wallace, B. B. (2014). *A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat* (Traducción Propia). *Journal of sports sciences*, 32(16), 1576-1585.

Monteiro, A. G., Aoki, M. S., Evangelista, A. L., Alveno, D. A., Monteiro, G. A., da Cruz Piçarro, I., & Ugrinowitsch, C. (2009). *Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines* (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1321-1326.

Noonan, T. J., & Garrett Jr, W. E. (1999). *Muscle strain injury: diagnosis and treatment* (Traducción Propia). *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7(4), 262-269.

Norrbrand, L. (2008). *Acute and early chronic responses to resistance exercise using flywheel or weights* (Tesis doctoral) (Traducción Propia). Recuperado de <http://miun.diva-portal.org/smash/get/diva2:332124/FULLTEXT01.pdf>

Norrbrand, L., Fluckey, J. D., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2008). *Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size* (Traducción Propia). *European journal of applied physiology*, 102(3), 271-281.

Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). *Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training* (Traducción Propia). *European journal of applied physiology*, 110(5), 997-1005.

Nørregaard, J., Larsen, C. C., Bieler, T., & Langberg, H. (2007). *Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy* (Traducción Propia). *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(2), 133-138.

Nosaka, K., Newton, M., & Sacco, P. (2002). *Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage* (Traducción Propia). *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(6), 337-346.



Nosaka, K., & Newton, M. (2002). Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 117-122.

Prestes, J., De Lima, C., Frollini, A. B., Donatto, F. F., & Conte, M. (2009). *Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition* (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 266-274.

Reglas y reglamentos técnicos de competencia de la IWF. (2013). Aprobado en el congreso de la IWF (International Weightlifting Federation), llevado a cabo en Bakú, Azerbaiyán.

Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., & Burkett, L. N. (2002). *A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength* (Traducción Propia). *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(2), 250-255.

Rhea, M. R., & Alderman, B. L. (2004). *A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs* (Traducción Propia). *Research quarterly for exercise and sport*, 75(4), 413-422.

Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). *The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability*. *Journal of athletic training*, 37(1), 71.

Schelling, X. (2009). *Entrenamiento de la Fuerza. Niveles de aproximación* (Catalán). Revista de la Associació Catalana d' Entrenadors de Basquetbol. "Minut ACEB", 1(4), 18-21.

Seirulo, F. (1990). *Entrenamiento de la fuerza en balonmano*. Red: revista de entrenamiento deportivo, 4(6), 30-34.

Seirulo, F. (1994). *Preparación física aplicada a los deportes colectivos. Balonmano*. Santiago de Compostela: Lea.

Servicio Médico Barcelona, F. C. (2012). *Guía de práctica clínica de las tendinopatías: diagnóstico, tratamiento y prevención*. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 47(176), 143-168.

Shimada, H., Obuchi, S., Kamide, N., Shiba, Y., Okamoto, M., & Kakurai, S. (2003). *Relationship with dynamic balance function during standing and walking*. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 82(7), 511-516.

Shimano, T., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Silvestre, R., & Newton, R. U. (2006). *Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free*



weight exercises in trained and untrained men (Traducción Propia). The Journal of Strength & Conditioning Research, 20(4), 819-823.

Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento* (Vol. 24). Barcelona: Paidotribo.

Solé Fortó, J. (2008) *Planificación del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Sicropat Sport.

Solomonow, M., &Krogsgaard, M. (2001). *Sensorimotor control of knee stability. A review* (Traducción Propia). Scandinavian journal of medicine & science in sports, 11(2), 64-80.

Stone, M. H. (1993). *Position statement: Explosive Exercise and Training* (Traducción Propia). Strength & Conditioning Journal, 15(3), 7-15.

Tous Fajardo, J. (2010). Cap. 7: *Entrenamiento de la fuerza mediante sobrecargas excéntricas*. En *Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento deportivo óptimo*, pp. 217-232. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Tous-Fajardo, J., Norrbrand, L., Pozzo, M., &Tesch, P. (Mayo, 2006). Quadriceps electromyographic activity during two different squat activities: flywheel multigym vs barbell half-squat (Traducción Propia). En *I Congreso Internacional de Avances en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Congreso llevado a cabo en Sevilla, España.

Verhagen, E. A., & Van Mechelen, W. (2009). *Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial* (Traducción Propia). British Medical Journal, 339, b2684.

Wahl, M. J., &Behm, D. G. (2008). *Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals* (Traducción Propia). TheJournal of Strength & ConditioningResearch, 22(4), 1360-1370.

Willardson, J., Fontana, F. E., &Bressel, E. (2009). *Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises* (Traducción Propia). International journal of sportsphysiology and performance, 4(1), 97-109.

Zawieja-Koch, M. (2005a). *Weightlifting in training for athletics – Part I* (Traducción Propia). NSA, 20(1), 7-23. IAAF. Recuperado de http://richwoodstrack.com/rhs_team_area/meet_mastery/tech_Weight%20training%20Pt%201.pdf

Zawieja-Koch, M. (2005b). *Weightlifting in training for athletics - Part II* (Traducción Propia). NSA, 20(2), 38-43.IAAF. Recuperado de:



http://richwoodstrack.com/rhs_team_area/meet_mastery/tech_Weight%20training%20Pt%202.pdf

