



ENTRENAMIENTO CON POLEAS CÓNICAS

La base de los sistemas isoinerciales, dentro de los que se encuadran las poleas cónicas, es la tecnología MV^2 , sistema de resistencia basado en un mecanismo de resistencia isoinercial donde la energía producida en la fase concéntrica por el sujeto se devuelve en la fase excéntrica. Esta tecnología permite conseguir un excéntrico en cadena cinética cerrada-abierta, multiplano y multiarticular. Concretamente se utiliza la inercia de un volante en lugar de la energía potencial obtenida por la posición de un objeto externo. En la fase concéntrica el sujeto genera energía cinética a través del giro del volante la cual será frenada durante la fase excéntrica

Estos dispositivos entran dentro de la amplia categoría de dispositivos de entrenamiento de la fuerza en los que la fuerza de resistencia es dinámica y proporcional a la fuerza generada por el individuo. Cuando el individuo aplica una mayor fuerza a la correa de sujeción, la aceleración angular es creciente, aumentando de esta forma la energía cinética producida. Aunque esta metodología no es nueva (Hill, 1922), fue a partir de la década de los 90, a partir de los estudios de Berg y Tesch (1), a través de su trabajo utilizando los primeros dispositivos flywheel con el objetivo de luchar contra los efectos de la ingravidez en los astronautas.

En los años posteriores Askling & cols en 2003 (2), mostraron las grandes aplicaciones de estos dispositivos en el ámbito del rendimiento, y fundamentalmente, en el campo de la prevención de lesiones tras sus espectaculares resultados con futbolistas de la liga sueca.

A raíz, de los buenos resultados obtenidos, en 2006, Chiu y Salem (3), utilizan la polea cónica modelo Versa Pulley, dentro su investigación para comparar los resultados obtenidos entre el uso de peso libre y los dispositivos isoinerciales. Compararon 3 ejercicios de fuerza tradicionales basado en patrones básicos de movimiento: front squat, lunge y push press.

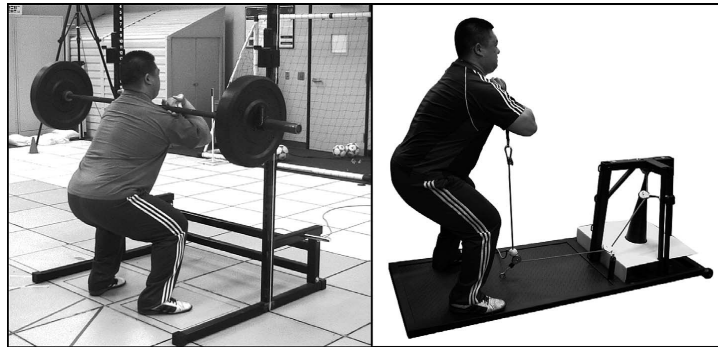


Fig 1: Front Squat

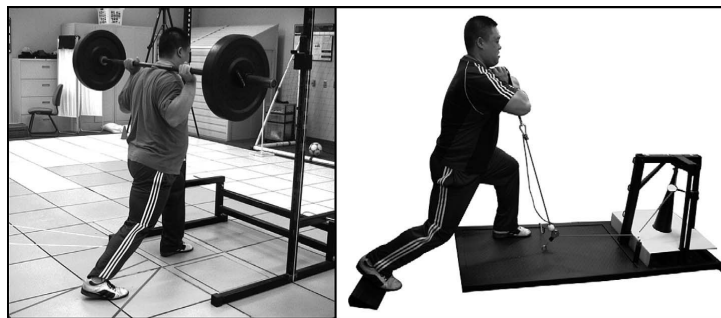


Fig 2: Lunge

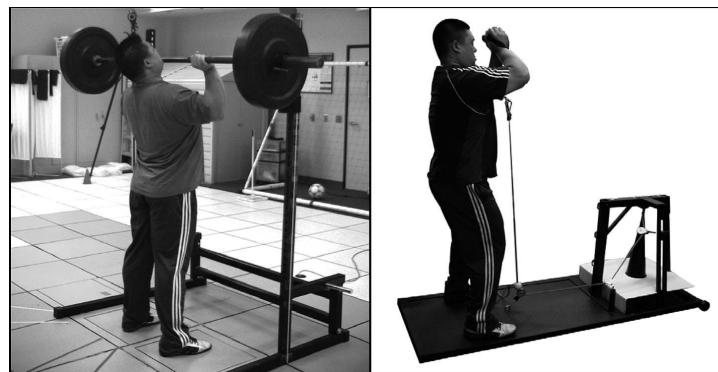


Fig 3: Push Press

Centraron los objetivos de la investigación en comprobar las diferencias en las cinemáticas de las articulaciones implicadas en los tres ejercicios estudiados.

Para comprobar las diferencias entre ambos métodos en tobillo, rodilla y cadera se utilizaron plataformas de fuerza, cámaras de grabación y marcadores anatómicos.



Tras analizar los resultados obtenidos, los investigadores concluyeron que el entrenamiento en polea isoinercial requería mayores demandas de resistencia mecánica. Sólo encontraron mayores beneficios para la mejora de la fuerza en el trabajo específico de fuerza máxima de la cadena extensora. El entrenamiento en Versa Pulley fue recomendado como opción prioritaria para la mejora de la potencia.

En tiempos más recientes, uno de los investigadores más prolíficos en el ámbito del entrenamiento deportivo y la prevención de lesiones, Gerard Moras en 2015 (4), ha realizado un interesante estudio con poleas isoinerciales en poblaciones jóvenes.

Para ello monitorizaron y compararon la velocidad pico de ejecución de sentadillas con VersaPulley (VP) en condiciones estables (CE) y condiciones inestables (CI) en jugadores junior de baloncesto de élite durante una temporada y evaluaron los cambios en la arquitectura muscular (AM).

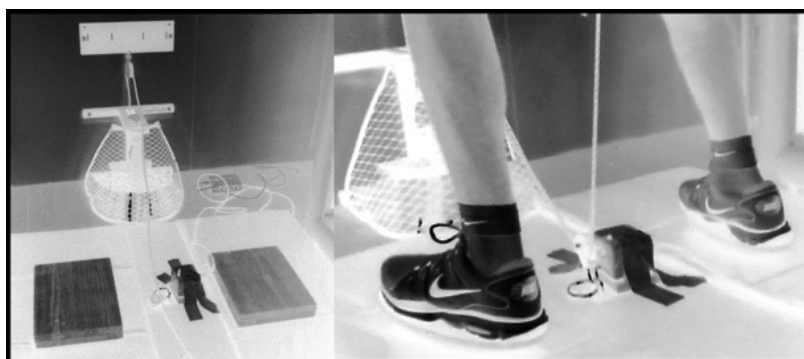


Fig 4: Squat en Versa Pulley SE vs SI

Los resultados no mostraron diferencias significativas en la velocidad pico al realizar sentadillas entre ambas condiciones en ningún momento de la temporada, aumentando un 17% en CE y un 23% en CI ($p < 0,01$). El grosor muscular ($p = 0,009$) y el ángulo de peneación ($p < 0,05$) aumentaron mientras que la longitud de los fascículos no experimentó cambios significativos. El entrenamiento regular de baloncesto y el entrenamiento de fuerza incluyendo sentadillas con VP en CE y CI generaron niveles similares de velocidad pico en ambas condiciones en jugadores de baloncesto júnior de élite. La velocidad pico aumentó tanto en CE como en CI durante la temporada. Además, se produjeron cambios en la AM.



Como conclusión, Gerard Moras expresa “el dispositivo Versa Pulley proporciona una alternativa a realizar el ejercicio de sentadilla tradicional con peso libre y podría ser incluido en la periodización de programas de entrenamiento de fuerza”.

Ya en 2016, otros dos autores de renombre como son Julio Tous y Per Tesch (5), incluyeron el entrenamiento con poleas cónicas, dentro de una batería de ejercicios durante 10 semanas, y su efecto en el gesto del cambio de dirección (CDO).

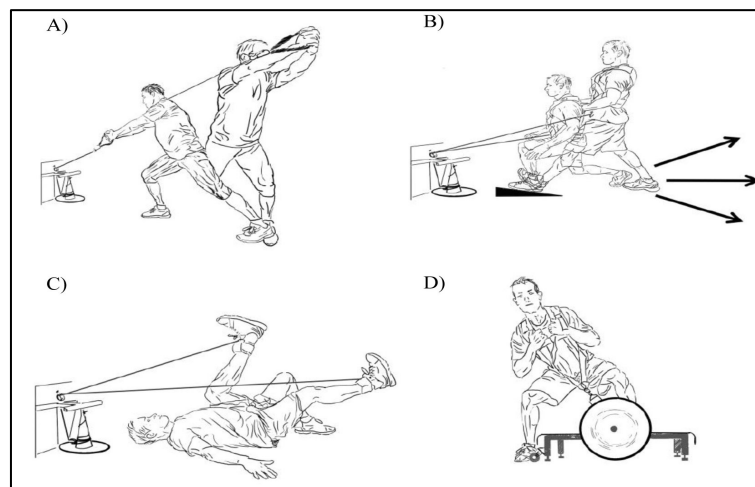


Fig 5. Ejercicios isoinerciales propuestos

Para ello el grupo de estudio realizó un protocolo de 2 series de 6-10 repeticiones en 5 ejercicios específicos (4 inerciales como pueden verse en la figura 5, más squat sobre plataforma vibratoria) y 3 complementarios. El grupo control utilizó un volumen comparable (2 series de 6-10 repeticiones) en ejercicios de peso libre combinado con pliométricos y ejercicios de velocidad lineal, con un total de 9 ejercicios.



Para la medición del cambio de dirección y velocidad midieron a todos los sujetos en las siguientes pruebas:

- **V-Cut** (los jugadores realizaban un sprint de 25 m con un giro de 45° cada 5m).
- **Test velocidad:** 30 m sprint, salida de pie (pie delantero 0,5 m por detrás de la línea de salida) con un tiempo parcial de 10 m. Tres intentos realizaron con 3 minutos de descanso entre series. Se eligió el mejor intento para su análisis.
- **Repeated Sprint Ability:** El test RSA compuesto 6 series de 2 x 20 m sprints con 180 ° de CDO y 20 segundos de descanso entre las series. La mejor (RSAB) y (Rmuestra) tiempos de sprint promedio y el porcentaje de reducción(%Dec) en el tiempo de sprint se eligieron para su posterior análisis.
- **Countermovement Jump:** Mediante la medición de tiempo de vuelo en un CMJ vertical, la altura de salto y la potencia se calcularon posteriormente. La inspección visual confirmó que el aterrizaje se produjo sin ningún tipo de flexión de la articulación de la rodilla con las manos en la cadera/cintura. La profundidad de la CMJ era auto-seleccionada. Se realizaron 3 intentos intercalados por 45 segundos, siendo el mejor rendimiento el elegido para el análisis.
- **Test 6 saltos horizontales:** Seis saltos consecutivos dirigidas a minimizar el tiempo de contacto. Se consideró el primer salto de una CMJ, los siguientes 5 saltos fueron escogidos para el análisis.

Los resultados de este estudio mostraron una fuerte correlación entre las mejoras en la capacidad de salto y el CDO. Mientras que estos cambios no se produjeron en los jugadores sometidos al entrenamiento convencional, atribuyendo estas adaptaciones al estímulo semanal (hicieron 1 entrenamiento semanal durante 11 semanas de estudio) de sobrecarga excéntrica provocada.

En el entorno del alto rendimiento, el tiempo disponible para el entrenamiento de fuerza y sesiones de acondicionamiento durante el período de temporada está limitado. La búsqueda de estrategias eficientes en tiempo que mejoren simultáneamente varias acciones motoras específicas además de prevenir lesiones parece crucial.



Dada la naturaleza altamente dinámico de los movimientos de fútbol, hay una necesidad de introducir métodos más desafiantes deben ser introducidos en la práctica para mejorar la eficiencia en situaciones reales de juego. A pesar de que no hubo cambios en las cargas de inercia utilizadas a lo largo de la intervención (11 semanas), estas deben ser manipuladas constantemente. En conclusión, el actual estudio de pone de relieve la importancia de la aplicación de frenado, de deceleración, aceleradora de potencia reactiva, y volver a acelerar. Por lo tanto, las ganancias en parte inferior del cuerpo de la fuerza excéntrica y el poder provocados por este régimen de entrenamiento parecen llevar a una gran mejora de rendimiento

Las ventajas del uso de los sistemas isoinerciales son numerosas, entre ellas, que podemos entrenar los ciclos CEA sin impactos, adaptándolos a la fuerza del sujeto. Gracias a eso además, mejoramos los tiempos de acople concéntrico-excéntrico, incrementando la potencia, fuerza y velocidad del sujeto. Todo ello con un gasto energético menor que en contracciones concéntricas (6,7,8).

Todo esto será tratado de forma específica en la próxima formación, mediante los siguientes contenidos:

- Conceptos generales **ECC training**
- Sistema **isoinercial**
- Evidencia científica
- **Variables de carga** en las poleas cónicas
- **Asimetría y control de fatiga**: diferentes **manifestaciones** de la **potencia**
- Optimización **de rendimiento y prevención de lesiones**
- **Poblaciones especiales**



Bibliografía:

1. **Berg HE, Tesh PA.** *Force and power characteristics of a resistive exercise device for use in space.* Acta Astronaut. 1998 Jan-Apr;42(1-8):219-30.
2. **Askling C, Karlsson J, Thorstensson A.** *Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload.* Scandinavian Journal Medicine Science Sports. 2003 Aug;13(4):244-50.
3. **Loren Z.F. Chiu & George J. Salem.** *Comparison of joint kinetics during free weight and flywheel resistance exercise.* Journal of Strength and Conditioning Research, 2006, 20(3), 555–562.
4. **Jairo Vázquez-Guerrero y Gerard Moras.** *Changes in muscular architecture and execution velocity during squats performed using the VersaPulley under stable and unstable conditions in junior elite basketball players.* Cuadernos de Psicología del Deporte, vol. 15, 3, 243-252.
5. **Julio Tous-Fajardo, Oliver Gonzalo-Skok, José Luis Arjol-Serrano, and Per Tesch.** *Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training.* International Journal of Sports Physiology and Performance, 2016, 11, 66-73.
6. **Bigland-Ritchie B, Jones DA, Woods JJ.** *Excitation frequency and muscle fatigue: electrical responses during human voluntary and stimulated contractions.* Exp Neurol, 1979 May;64(2):414-27.
7. **Lastayo PC, Reich TE, Urquhart M, Hoppeler H, Lindstedt SL.** *Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen.* American Journal of Physiology. 1999 Feb;276.



8. Daussin FN, Ponsot E, Dufour SP, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, Geny B, Piquard F, Richar R. *Improvement of VO₂max by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training.* European Journal of Applied Physiology. 2007 Oct;101(3):377-83.