PubliCE, (PubliCE) 2000

Monograph

Introducción: Arranque versus Envión

Meg Stone[2], Mike Stone[3] y Jon Carlock[1]

[1]*Sports Physiology, USOC, Estados Unidos.*
[2]*Coaching Management, USOC, USA.*
[3]*Head of Sports Physiology, USOC.*

RESUMEN

Palabras Clave: levantamiento de pesas, ejercicios explosivos, cargada, segundo tiempo

INTRODUCCION

El deporte del levantamiento de pesas se compite en dos levantamientos: en arranque y en envión. En el arranque (Figura 1) la barra debe ser levantada por encima de la cabeza en un movimiento, generalmente el levantador realiza una sentadilla profunda cuando levanta la barra por sobre la cabeza. Luego de que la barra se encuentras por sobre la cabeza el atleta debe levantarse de forma erguida, con los pies paralelos. En el envión (Figura 2) la barra primero se lleva a los hombros con un movimiento. Al igual que en el arranque, cuando el levantador lleva la barra a los hombros puede realizar un desliz en tijera o ir a sentadilla profunda bajo la barra, luego de esto el atleta debe levantarse en forma erguida. Luego de haberse parado el levantador realiza un movimiento descendente (flexionando las rodillas) y lleva la barra sobre la cabeza utilizando la extensión de las caderas y las rodillas a la vez que nuevamente va a sentadilla profunda o realiza un desliz en tijeras bajo la barra sosteniéndola con los brazos extendidos. Luego el levantador debe levantarse erguido (Figura 3).

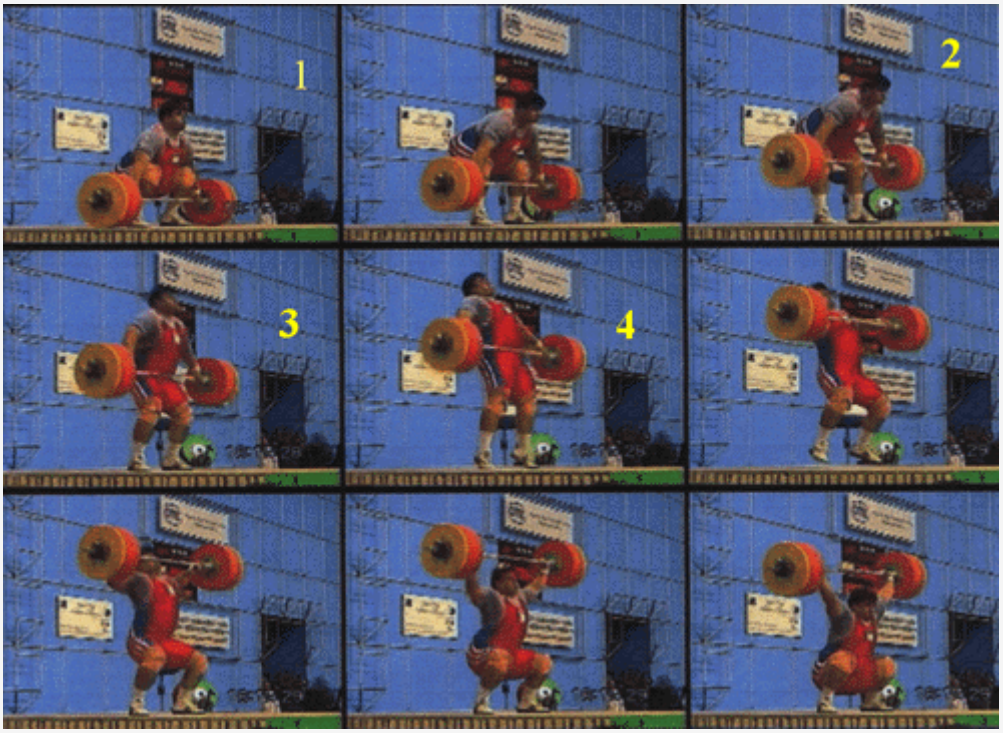

Figura 1. *Arranque. Análisis de la técnica – Rezazadeh Hossein IRI, +105kg, arranque 206 kg.*

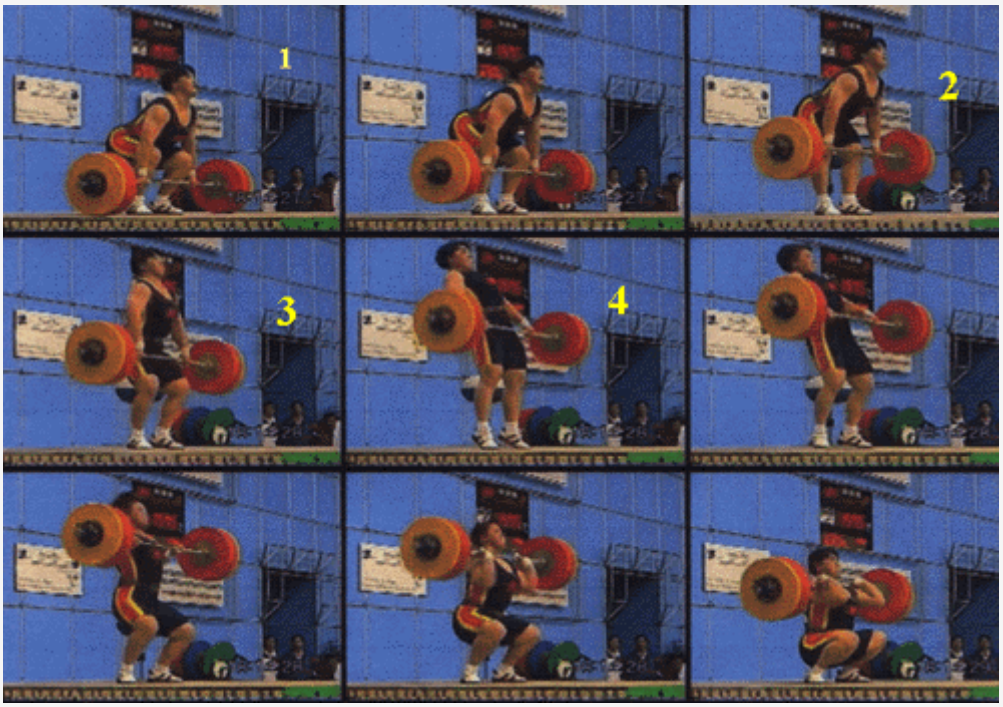

Figura 2. *Cargada. Análisis de la Técnica – Maiyuan Ding, CHINA, +75 kg, Envión 175.5 kg.*

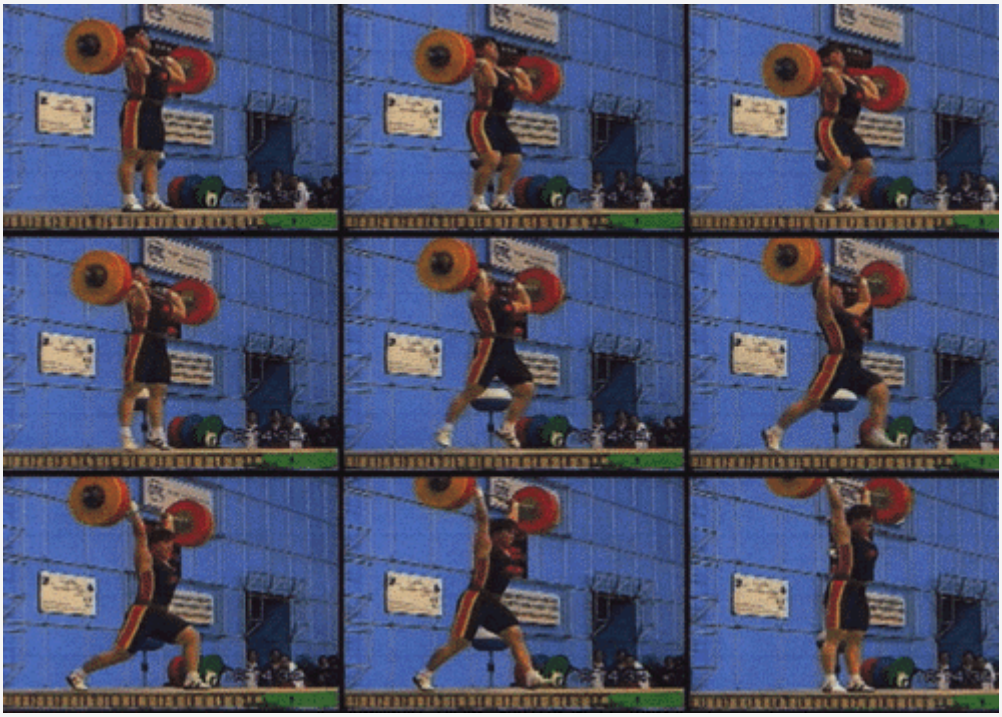

Figura 3. *2º Tiempo. Análisis de la Técnica – Maiyuan Ding, CHINA, +75kg, Envión 175.5 kg*

Los movimientos del levantamiento de pesas y en particular los movimientos en donde se tira de la barra, se han vuelto una parte integral de los programas de entrenamiento para muchos deportes. Estos movimientos explosivos pueden tener una gran transferencia del efecto de entrenamiento si se utiliza una técnica razonablemente buena de los ejercicios. El propósito de esta discusión es: primero describir la técnica apropiada utilizada en la porción de tirón en el arranque y en el envión, segundo, examinar la potencial importancia de estos levantamientos para el deporte, y tercero, examinar los resultados potenciales de entrenar de manera similar a los levantadores de pesas.

ARRANQUE VERSUS ENVION

Primero se debería señalar que el término tirón es en realidad un nombre impropio. Aunque se utiliza el término tirón, lo que en realidad impulsa a la barra es el empuje de los extensores de la cadera y de la rodilla contra el piso. Sin embargo, por convención se utiliza el término “tirón”.

Hay poca diferencia en las técnicas básicas del tirón para el arranque y el envión. El método más eficiente para realizar el tirón tanto en el arranque como en el envión es lo que se denomina “doble flexión de rodillas” lo cual se discutirá luego con más detalle. En el arranque el agarre es relativamente ancho (Figura 1) lo cual facilita la colocación de la barra por sobre la cabeza y disminuye la altura hasta la cual debe ser levantada hasta quedar en posición fija. En el envión (Figura 2) el agarre es relativamente angosto comparado con el arranque, lo cual facilita la colocación de la barra sobre los hombros. Para el arranque (en comparación con el envión) las diferencias en el espaciamiento de las manos puede resultar en, una colocación más inferior de la cadera al comienzo del levantamiento, en cambios en el punto de contacto de la barra sobre el muslo y en algunas diferencias en el estrés producido sobre la musculatura, particularmente en la articulación del hombro.

Secuencia Básica del Tirón

La técnica básica del tirón se puede describir como sigue:

Comienzo justo antes de la iniciación del movimiento

1. Pies: planos sobre el piso, separados un ancho de hombros con los dedos apuntando ligeramente hacia fuera

2. La barra se encuentra directamente sobre el empeine
3. Los brazos están extendidos durante todo el tirón
4. La espalda debe estar plana o arqueada durante el levantamiento
5. La cabeza se mantienen en posición neutral o ligeramente levantada

Si los brazos no están estirados y la espalda no está plana o arqueada formando un sistema semirígido, entonces las fuerzas no serán transmitidas eficientemente desde los extensores de las piernas y las caderas hasta la barra.

Comienzo del Levantamiento (Figuras 1 y 2 – posición 1)

Al comenzar el levantamiento:

1. Los pies se mantienen planos, es importante que los pies se mantengan planos sobre el piso durante el mayor tiempo posible, esto facilita la transmisión de fuerzas.
2. Las caderas están más altas que las rodillas
3. Las rodillas están sobre y más adelante que la barra
4. Los hombros están sobre y más delante de la barra
5. Los brazos están extendidos – los codos rotados hacia fuera con la muñeca algo flexionada – si los codos están rotados hacia fuera, debido a una rotación interna, durante el tirón es mucho más difícil que se flexionen los codos – por lo tanto la barra permanece cerca del cuerpo. La flexión de la muñeca o el intento de flexionar la muñeca durante el tirón también ayuda a mantener la barra cerca del cuerpo y hace más difícil que se produzca una rotación externa del codo.
6. La cabeza se mantiene en una posición neutral o ligeramente levantada.

La Barra en las Rodillas (Figuras 1 y 2a – posición 2)

Cuando la barra se levanta hasta la altura de las rodillas:

1. Los pies están planos
2. Las caderas están más altas que las rodillas – en este punto se ha producido poca extensión de la cadera – el movimiento ascendente de la barra se produce mayormente por la extensión de las rodillas
3. Las rodillas se encuentran por detrás de la barra
4. Los hombros se encuentran sobre la barra. Si se trazara una línea desde la parte anterior de los hombros hacia abajo, esta pasaría por delante de la barra.
5. Los brazos se mantienen estirados, los codos rotados hacia fuera y las muñecas flexionadas
6. La cabeza se mantiene en posición neutral o ligeramente levantada.

El complejo levantador barra se ha movido hacia arriba y atrás completando el “primer tirón”

La Barra en la Parte Media del Muslo (Figuras 1 y 2a – posición 3)

La transición de la barra desde las rodillas hasta la parte media del muslo, resulta de un movimiento hacia delante y/o de una nueva flexión de las rodillas tal como si ocurriera un efecto de descarga. El movimiento hacia delante o de nueva flexión de las rodillas se conoce comúnmente con el nombre de “doble flexión de rodillas” (DBK), la primera flexión de la rodilla ocurre cuando se comienza el levantamiento. La DBK es mayormente el resultado de un movimiento hacia atrás y hacia arriba del tronco durante la fase de transición, lo cual contribuye a una fijación o más característicamente un movimiento hacia delante de las rodillas. La nueva flexión de las rodillas con frecuencia tiene un ángulo de entre 10 y 20º (Bartonietz 1996, Roman and Treskov 1983). Aunque no intencional, comúnmente hay una reducción o estabilización de la velocidad de la barra durante esta transición ya que las rodillas se están flexionando y el cuerpo se está re alineando para luego producir una mayor fuerza vertical (Bartonietz, 1996, Enoka 1979, Garhammer and Gregor 1992). La notable caída en la velocidad de la barra podría ser el resultado de que el levantador comienza a levantar la barra del piso muy rápidamente debido a una muy rápida elevación de las caderas o como resultado de una debilidad en los extensores de la cadera (Bartonietz 1996). Es crítico que la DBK se produzca rápidamente ya que esto reducirá la caída en la velocidad vertical durante la descarga y además mejora la eficiencia de la re alineación como resultado del efecto de estiramiento acortamiento (Bobbert et al. 1996, Enoka 1979, Kuahanen et al. 1984, Reiser et al. 1996)

En la parte media del muslo:

1. Los pies todavía están planos
2. Las caderas ahora están detrás de la barra pero están sobre las rodillas como resultado de la doble flexión de rodillas. El tronco está casi vertical
3. Las rodillas ahora están en frente de la barra

4. Los hombros se han movido directamente sobre o detrás de la barra
5. Los brazos están extendidos, con los codos hacia fuera y las muñecas flexionadas.

A partir de esta posición se puede iniciar efectivamente el segundo tirón. Esta posición en donde la barra se encuentra en la parte media del muslo es crucial para un levantamiento efectivo, ya que es la posición, la que permite que la máxima fuerza y la máxima tasa de producción de fuerza sean alcanzadas.

Segundo Tirón (Figuras 1 y 2a – posición 4)

Durante el segundo tirón, el pico de tensión, la tasa de desarrollo de la fuerza, la potencia y la velocidad de la barra están todas en sus mayores valores. Se debería señalar que la duración del segundo tirón está negativamente correlacionada con la eficiencia y el éxito de un levantamiento (Kuahanen et al 1984), por lo tanto lo principal a considerar aquí es la explosión con la que se realiza el movimiento.

Durante el Segundo Tirón podemos Observar que:

1. las caderas se extienden
2. los hombros se mueven como encogiéndose
3. el levantador se coloca sobre la punta de los pies mediante una flexión plantar. El grado de flexión plantar depende en cierta medida de cada levantador. Hay cierta controversia entre los entrenadores acerca del beneficio de la flexión plantar – hay cierta evidencia de que la flexión plantar puede incrementar la velocidad final de la barra (Weide 1989, Bartonietz 1996, Bartonietz 2000), sin embargo puede llevar mas tiempo realizar la flexión plantar para luego mover los pies a la posición correcta para el desliz y la toma de la barra. La mayoría de los levantadores realizan la flexión plantar y esta técnica parece ser ventajosa para otros deportes además del levantamiento de pesas, ya que es muy similar a la flexión plantar que se realiza en otros deportes tales como los saltos, los bloqueos y los empujes.
4. Los brazos todavía están extendidos, los codos hacia fuera y las muñecas intentando flexionarse.
5. La cabeza se mantiene en posición neutral o ligeramente levantada.

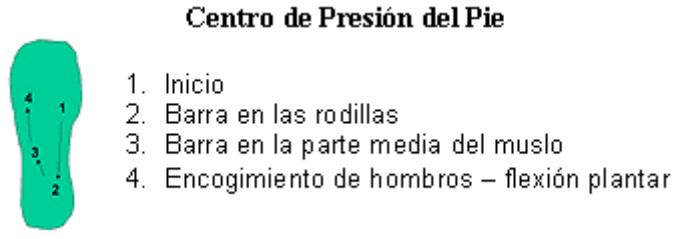

Figura 4.

Por medio de la utilización de una plataforma de fuerza y con los cálculos apropiados se puede determinar el centro de presión del pie. Observe que en el momento de levantar la barra (1) el centro de presión tiende a estar adelantado y a medida que la barra se mueve hacia la rodilla (2) el centro de presión de mueve hacia atrás en dirección al talón. Durante la doble flexión de rodilla el centro de presión de mueve hacia la parte media del pie (3). Si el centro de presión se mueve muy hacia delante durante la DKB entonces el levantador se colocará sobre la punta de los pies muy pronto, lo cual resulta en un roce temprano del muslo (o un golpe), y el alejamiento de la barra del cuerpo del levantador, lo que a su vez resulta en fuerzas horizontales adicionales. Durante el segundo tirón, se produce la extensión del cuerpo, el centro de presión del pie se mueve hacia delante, hacia la punta de los pies (4) a medida que ocurre la flexión plantar.

Fuerza Vertical

La utilización de una plataforma de fuerza también permitirá la medición de la fuerza vertical de reacción contra el piso. Se debe recordar que los movimientos de “tirón” son en realidad de empuje contra el piso. Esta fuerza, provocada mayormente por los extensores de las piernas y de las caderas, es transmitida a la barra a través de un sistema semirígido formado por la sección media, el tronco y los brazos.

Como se puede observar en la Figura 5, (1-2) el primer tirón en donde la barra se mueve desde el piso hasta justo por debajo de las rodillas está caracterizado por un incremento inicial en la fuerza seguido por una producción de fuerza

relativamente estable. Durante la extensión (2-3) hay una fase sin carga a medida que las rodillas se vuelven a flexionar. Durante el segundo tirón hay un rápido incremento en la fuerza hasta que el levantador realiza el desliz. Aun con pesos máximos el levantamiento entero debería ser completado en aproximadamente 1 segundo o menos.

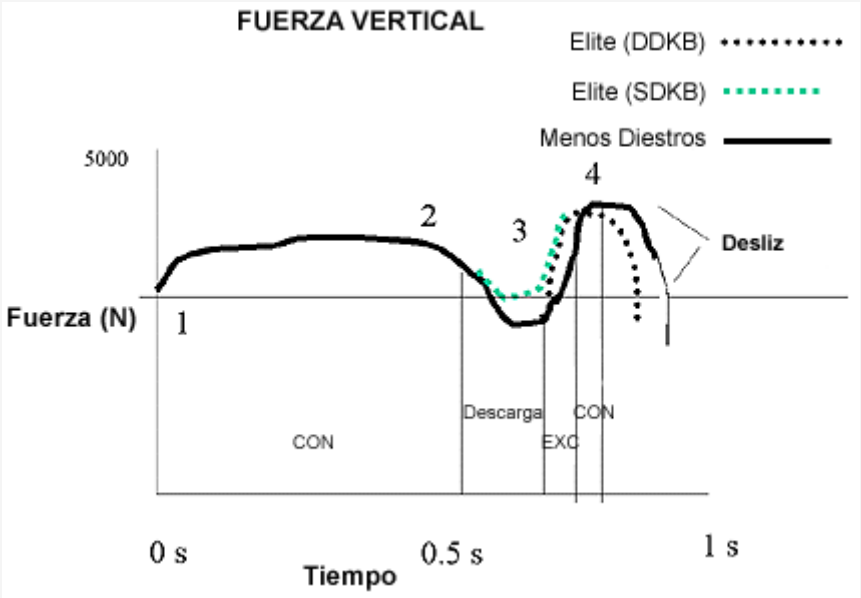

Figura 5.

Los levantadores de elite característicamente completan la fase de transición más rápido que los levantadores menos diestros. La mayor rapidez en la transición (doble flexión de rodilla) entre los levantadores mas diestros probablemente resulta de la habilidad para aplicar la fuerza excéntrica más rápidamente o por aplicar una fuerza de mayor magnitud (Kauhanen et al. 1984). Además, los levantadores de elite pueden acelerar la barra más rápido durante la subsiguiente fase concéntrica. El análisis (tanto cualitativo como cuantitativo) de más de 1000 levantamientos en competencias nacionales (USA y Gran Bretaña) y en competencias internacionales, dejó bastante claro que la mayoría de los levantadores de elite y de los levantadores de gran calibre (99%+) que se clasificaron entre los primeros cinco de esas competencias, utilizaban la técnica de doble flexión de rodilla.

La mayoría de los levantadores utiliza una “doble flexión de rodilla” más pronunciada o un estiramiento acortamiento durante la transición, con un ángulo final en la rodilla de aproximadamente 130 – 140º; el ángulo final de la rodilla en el arranque es característicamente un poco menor (mayor flexión de rodilla) que en el envión (Bartonietz 1996, Reiser et al. 1996). Algunos levantadores utilizan un doble flexión de rodilla mucho más profunda con mayores ángulos finales en la rodilla. No se sabe bien el porque de esta diferencia; sin embargo, puede deberse a diferencias en las propiedades elásticas o a diferencias en los patrones de activación muscular. Interesantemente, los autores han observado que los DBN/SSC más profundos son característicos de levantadores de las categorías livianas, particularmente en el envión (< 85 kg).

Fuerza Vertical – Tirón Directo

Las fuerzas verticales resultantes de la técnica de la doble flexión de rodilla pueden ser contrastadas con un tirón directo en el cual no se produce la doble flexión de rodilla y con frecuencia hay un tirón considerable de los brazos. Utilizando los datos de nuestro laboratorio (Figura 6) se puede observar que las mayores fuerzas ocurren brevemente luego del comienzo del levantamiento y que luego de esto la fuerza con frecuencia disminuye marcadamente. Este tipo de tirón resulta en magnitudes menores en el pico de fuerza y en la tasa de desarrollo de la fuerza y con frecuencia su realización lleva más tiempo, lo que reduce la efectividad del movimiento de tirón.

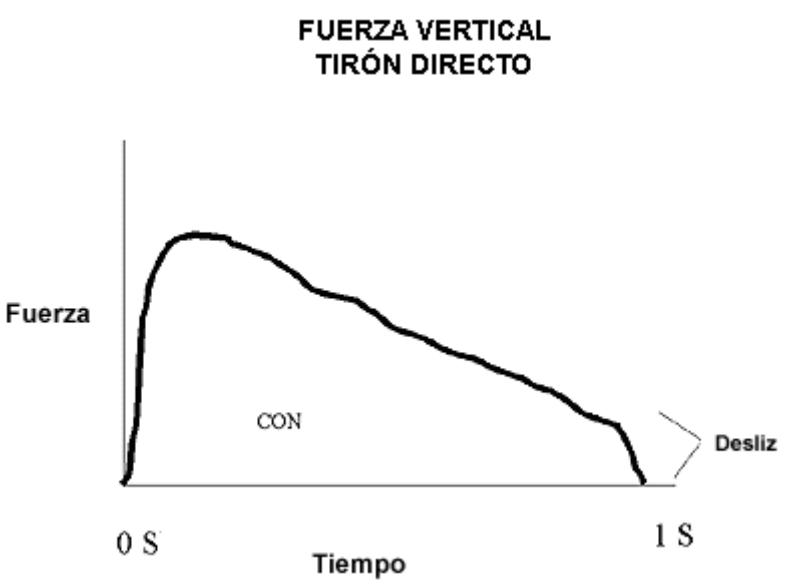

Figura 6.

Secuencia del Envión

En esta secuencia (Figura 7) se puede observar claramente la doble flexión de rodilla durante el envión. Las distintas posiciones discutidas previamente pueden ser observadas en esta serie de fotos. La posición 1 corresponde al despegue de la barra durante la cual el centro de presión del pie esta adelantado cerca del metatarso. En la posición 2 la barra se ha movido hacia las rodillas y el centro de presión del pie se ha movido hacia el talón. La posición 3 corresponde a la doble flexión de rodilla en la cual la barra se ha movido hasta la parte media del muslo, las rodillas están en un ángulo de aproximadamente 130-140º y el tronco está casi vertical. Esta posición es la mas fuerte de toda la secuencia del tirón y es crucial para el éxito en el alto nivel. En la posición 4 podemos observar la extensión completa luego de la cual el levantador realiza el desliz.

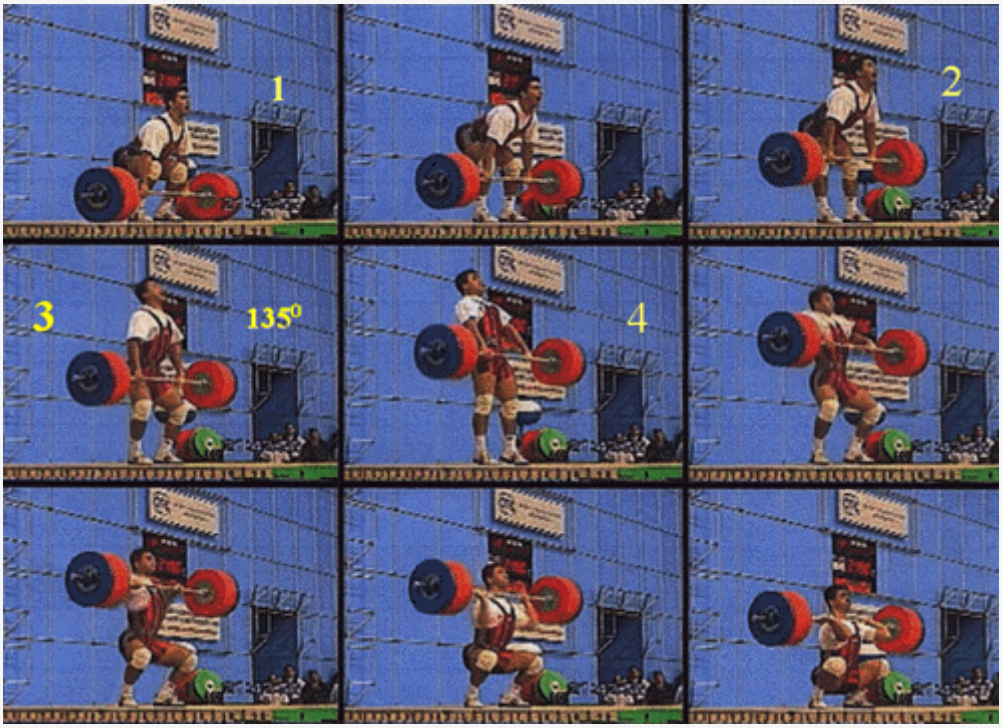

Figura 7. *Análisis técnico, Nasirinia Shahin IRI, 85 Kg, Envión – 215 kg*

Secuencia del Arranque

Esta secuencia (Figura 8) muestra el arranque. Observe que las posiciones alcanzadas durante el tirón son similares a las alcanzadas durante el tirón en el envión. Sin embargo, hay algunas diferencias producto del espaciamiento entre las manos para la sujeción de la barra. Por ejemplo en la fase de doble flexión de rodilla la barra toca la parte superior del muslo del levantador en lugar de la parte media del muslo.

Es importante que la barra toque realmente el muslo durante la doble flexión de rodilla. Esto es porque si se deja la barra en frente del muslo provoca que el levantador se coloque en una posición en la que puede ejercer menos fuerza. Además, cuanto más alejada este la barra del centro de masa del levantador, mayor energía se requerirá para reposicionar la barra y llevarla con éxito sobre la cabeza o sobre los hombros. Si bien el roce de la barra contra el muslo (no arrastrarla sobre el muslo o golpearla) puede incrementar la fricción durante el tirón, esta fricción es anulada por la habilidad de acelerar la barra a partir de la posición de doble flexión de rodilla.

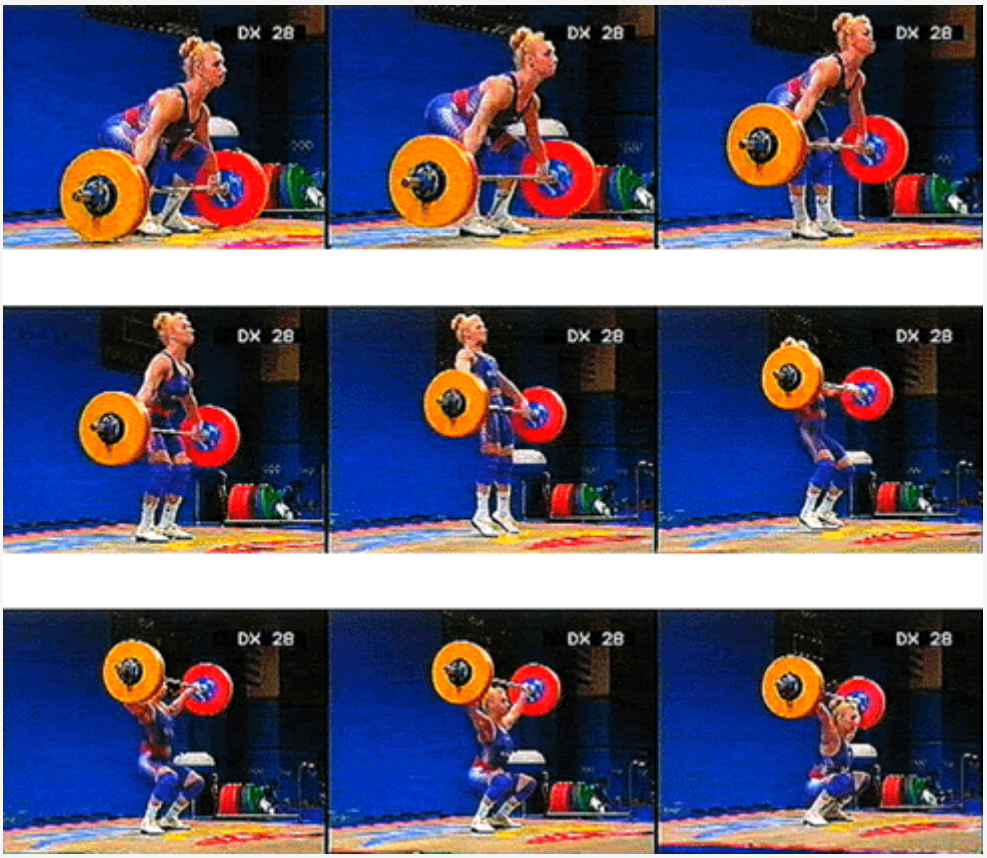

Figura 8.

Trayectoria de la Barra durante el Desliz en el Arranque (Figura 9)

El desplazamiento vertical y horizontal de la barra hacia delante y atrás puede observarse viendo la barra desde un extremo. Esto (Figura 9) fue generado a partir de datos recolectados utilizando un V-scope (Lipmann Electronics, Wingate Israel). El V-scope es un instrumento que utiliza tecnología de ultrasonido/infrarroja, lo cual permite un seguimiento preciso del camino de la barra. En esta vista del arranque, el levantador podría estar siendo observado desde la derecha. Observe que durante el tirón hasta la parte superior del muslo, tanto la barra como el levantador se mueven hacia arriba y atrás.

A medida que se inicia el segundo tirón la barra se aleja del levantador debido al roce con el muslo y también debido a que el levantador se coloca en puntas de pies al final del segundo tirón. Luego de completar la extensión el levantador realiza el desliz colocándose debajo de la barra sujetándola por encima de la cabeza. La Figura 10 es un trazado del camino de la barra durante el desliz en el arranque en el cual el levantador desciende hasta una posición de sentadilla profunda tomando la barra por encima de la cabeza. En un "arranque de potencia" el peso es tirado lo suficientemente alto de manera que no es necesario ir a una posición de sentadilla profunda y la barra es sujetada por sobre la cabeza simplemente con una ligera flexión, quedando los muslos casi paralelos con el piso. En comparación con el arranque de potencia, observe que durante el arranque la barra viaja una distancia vertical más corta, debido al peso de la barra, y también baja más debido a que el levantador sujeta la barra en posición de sentadilla profunda.

El pico de fuerza se produce justo después del contacto inicial con el muslo y el pico de velocidad se produce brevemente después del pico de fuerza; el pico de potencia característicamente ocurre entre el pico de fuerza y el pico de velocidad.

Figura 9. *Trayectoria de la barra – Trazado de la trayectoria de la barra utilizando el V-scope – el levantador es observado desde la derecha.*

Figura 10. *Trayectoria de la barra - desliz en el envión*

Trayectoria de la Barra durante el Desliz en el Envión

La figura 11 muestra la trayectoria de la barra durante el desliz en el envión. Debido a la diferencia de peso colocado en la barra y la velocidad resultante, durante la realización de un envión con mucho peso la barra no podrá ser levantada tan alto como durante el arranque.

Figura 11. *Envión de potencia*

Trayectoria de la Barra durante una Cargada de Potencia

Si después del desliz la barra puede ser sujetada con los muslos quedando por encima de la posición paralela al piso, los ejercicios se denominan “arranque de potencia o cargada de potencia”. Los arranques y cargadas de potencia pueden realizarse con pesos ligeros a moderadamente pesados. Las mayores velocidades alcanzadas durante los movimientos de potencia permiten que luego del desliz la barra sea sujetada sin tener que descender a una posición de sentadilla profunda. Las Figuras 12a y 12b muestran las posición característica de recepción para el desliz profundo en el arranque y en el envión.

Figura 12.

Trayectoria de la Barra durante un Envión Colgante

En muchos deportes se utilizan regularmente los ejercicios de arranque y envión colgante así como también los tirones (Bartonietz 1996, Bartonietz 2000). El término “colgante” comúnmente significa que el movimiento es iniciado desde una posición erguida con una flexión preliminar antes de iniciar la fase ascendente del tirón. Los ejercicios colgantes pueden ser realizados desde diferentes posiciones, la más común es colocando la barra sobre los muslos o sobre las rodillas. La Figura 13 muestra la trayectoria de la barra durante un arranque colgante iniciado con la barra en la cintura. El movimiento descendente inicial muy rápido (flexión de la rodilla) proporciona un breve ciclo de estiramiento acortamiento que mejora la producción de fuerza durante el movimiento ascendente.

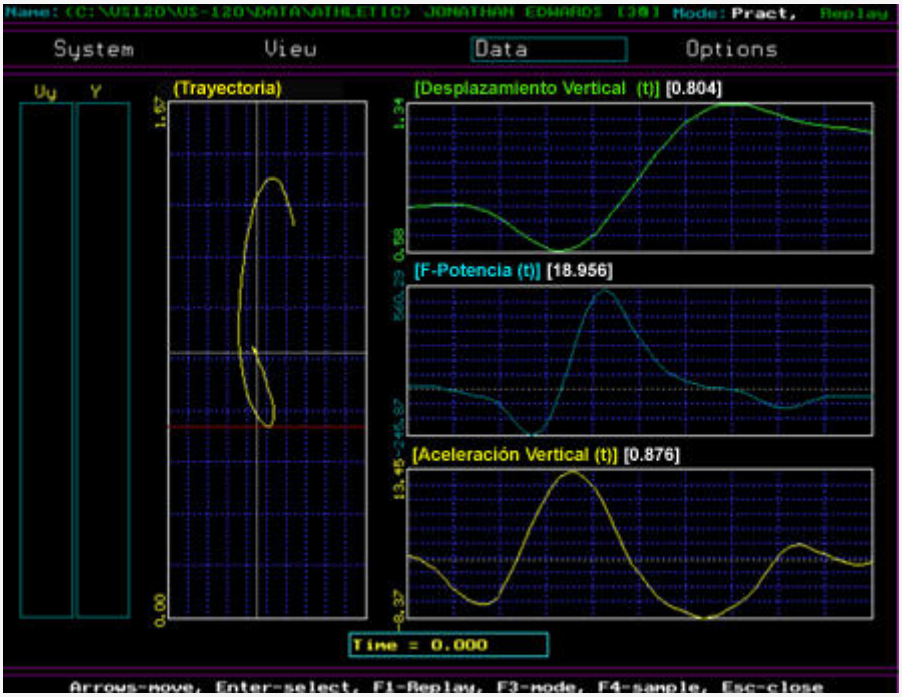

Figura 13. *Arranque colgante. Producción de potencia = 3278 W – (48.5W/kg)*

Una buena técnica es esencia debido a una variedad de razones incluyendo:

- Transmitir la fuerza eficientemente y en la dirección apropiada de manera que se pueda levantar el mayor peso posible
- Se puede mejorar el potencial de transferencia a otros deportes, y,
- Se reduce el riesgo potencial de lesiones

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer especialmente a Genadi Hiskia y a “Sport-Expert” por permitir la utilización de las fotos de las secuencias de los levantamientos.

REFERENCIAS

1. Bartonietz, K (2000). Drehtchnik kontra angleleittchnik? Erfahrungen, erkenntnisse und hyopothensen zur kugelstob-drehtechnik, veranschault an einem 22-m-stob von Randy Barnes. *Lehre der Leichathletik, berlin 29(19): 15-18, (20):22, 1990. - Citied in Lanka*
2. Bartonietz , K. E (1996). Biomechanics of the snatch: toward a higher training efficiency. *Strength and Conditioning 18:24-31*
3. Bartonietz, K (2000). Strength training for throwers. *In (J.Jarver. ed) The Throws, Tafnews Press, Mountain View, CA. pp. 22-26*
4. Bobbert, M.F. , Gerritsen, K.G.M., Litjens, M.C.A. and van Soest, A.J (1996). Why is countermovment jump height greater than squat jump height?. *Medicine and Science in Sport and Exercise 28:1402-1412*
5. Canavan, P.K., Garret G.E. & Armstrong, L.E (1996). Kinematic and kinetic relationships between an Olympic-style lift and the vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research 10(2): 127-130*
6. Enoka, R.M (1979). The pull in Olympic weightlifting. *Medicine Science and Sport 11: 131-137*
7. Garhammer, J.J (1993). A review of the power output studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction and evaluation tests. *Journal of Strength and conditioning Research 7:76-89*
8. Garhammer, J. and Gregor, R (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *Journal of Applied Sports Science Research6:129-134*
9. Lanka, J (2000). Shot Puttng. *In. (V. Zatsiorsky ed.) Biomechanics in Sport London, Blackwell Science Ltd. Pp. 435-457*
10. Lanka, J. and Shalmanov, A (1982). Biomechanics of shot put. *FIS, Moscow*
11. Kauhanen, H., Hakkinen, K, and Komi, P.V (1984). A biomechanical analysis of the snatch and clean & jerk techniques of Finnish

elite and district level weightlifters. *Scandinavian Journal of Sport Sciences 6:47-56*
12. McBride, J., Triplett-McBride, T. Davie, A.. Newton, R.U (1999). A Comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters and sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research 13:58-66*
13. Melby, C., Scholl, C, Edwards, G. and Bullough, R (1993). Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *Journal of Applied Physiology 75:1847-1853*
14. Newton, R.U., Murphy, A.J., Humphries, B.J. Wilson, G.J., Kraemer, W.J. and Hakkinen, K (1997). Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *European Journal of Applied Physiology 75:333-342*
15. Reiser, R.F., Smith, S.L., Rattan, R (1996). Science and technology to enhance weightlifting performance: The Olympic program. *Strength and Conditioning 18:43-51*
16. Roman, R. and Treskov, V.V (1984). Snatch technique of world record holder Y. Zakharevitch. *In, (S. Lelikov , eds) 1983 Weightlifting Yearbook, Sportivny Press, pp.15-23*
17. Scala, D., McMillan, J., Blessing, D., Rozenek, R. and Stone, M.H (1987). Metabolic cost of a preparatory phase of training in weightlifting: A practical observation. *Journal of Applied Sports Science Research, 1(3): 48-52*
18. Siff, M. C. and Verkoshansky, Y.V (1998). Super Training: strength training for sporting excellence. *Supertraining International, Denver, CO*
19. Stone , M.H (1991). Physiological Aspects of Safety and Conditioning. *In (J. Chandler and M.H. Stone, eds.) United States Weightlifting Federation Safety and Conditioning Manual. USWF*
20. Stone, M. H. , O'Bryant, H.S., Williams, F.E., Pierce, K.C. and Johnson, R.L (1998). Analysis of bar paths during the snatch in elite male weightlifters. *Strength and Conditioning, 20(5): 56-64*
21. Stone, M.H., Plisk, S. and Collins, D (2002). Training Principle: evaluation of modes and methods of resistance training - a coaching perspective. *Sport Biomechanics 1(1): (In Press)*
22. Stone, M.H. and Stone M.E (2001). Comparison of power output among well-trained athletes using different strength training programmes. *(Unpublished data) - presentation at UK Athletics Elite Coaches Clinic, Sheffield England, October*
23. Weide, U (1996). Mathematical modelling and movement simulation in weightlifting - toward the further improvement of the aim technique for the Olympic snatch. *Leipzig:Research Institute for Physical Culture and Sport (Dissertation) - Cited in Bartonietz, K*
24. Weyand, P.G., D.B. Sternlight, M.J., Bellizi and S. Wright (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology, 89:1991-1999*