

ANÁLISIS DE LA EJECUCIÓN DE LA ARRANCADA EN HALTEROFILIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

ANALYSIS OF THE EXECUTION OF THE SNATCH IN WEIGHTLIFTING: A SYSTEMATIC REVIEW

Carlos Giner-Godoy y Bruno Bazuelo-Ruiz*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Valencia, España.

*Autor de correspondencia: Bruno Bazuelo-Ruiz. Email: bruno.bazuelo@uv.es

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Valencia. Calle Gasco Oliag, 3. 46010 – Valencia, España.

RECIBIDO: 22.01.22

ACEPTADO: 20.05.2022

Resumen

El propósito de este estudio es identificar, mediante una revisión sistemática, los parámetros clave en la ejecución de estos movimientos en términos de trayectoria ideal de la barra y parámetros cinemáticos como velocidad y aceleración en todo el recorrido. Para ello se han seleccionado 25 artículos científicos originales de las siguientes bases de datos: Google Scholar, PubMed, Dialnet y Scopus. Se encontró que existen tres posibles trayectorias de la barra con diferencias principalmente en la verticalidad de la barra en la fase ascendente y en el desplazamiento de los pies. Por otro lado, se determinó que la velocidad de la barra alcanzada al final del primer tirón oscilaba entre 1,17 y 1,26 m/s mientras que en el segundo tirón la velocidad que alcanzó la barra fue entre 1,7 y 1,8 m/s. En cuanto a la aceleración, en el primer tirón estaba comprendida en unos valores de entre 3,2 y 3,5 m/s² y en el segundo tirón entre 5,3 y 5,9 m/s². Estos resultados reflejan una clara importancia del análisis de la técnica deportiva en la ejecución de la arrancada en halterofilia, con el fin de mejorar el rendimiento deportivo y reducir el riesgo de lesión.

Palabras clave: técnica deportiva, crossfit, análisis de vídeo, rendimiento deportivo, lesiones.

Abstract

The purpose of this study is to identify, through a literature review, the key parameters in the execution of these movements in terms of the ideal trajectory of the bar and kinematic parameters such as speed and acceleration throughout the path. For this, 25 original scientific articles have been selected from the following databases: Google Scholar, PubMed, Dialnet and Scopus. It was found that there are three possible trajectories of the bar with differences mainly in the verticality of the bar in the ascending phase and in the displacement of the feet. On the other hand, it was determined that the speed of the bar reached at the end of the first pull ranged between 1.17 and 1.26 m/s while in the second pull the speed reached by the bar was between 1.7 and 1.8 m/s. Regarding acceleration, in the first pull it was between 3.2 and 3.5 m/s² and in the second pull between 5.3 and 5.9 m/s². These results reflect a clear importance of the analysis of sports technique in the execution of the snatch in weightlifting, in order to improve sports performance and reduce the risk of injury.

Keywords: sports technique, crossfit, video analysis, sports performance, injuries.

Introducción

En los deportes de fuerza explosiva con ejercicios de carácter acíclico, como es el caso de los movimientos que componen la halterofilia, se requiere de un alto nivel coordinativo para obtener un elevado rendimiento durante su ejecución, así como reducir el riesgo de lesión.

Las dos técnicas que provienen de la halterofilia y que actualmente también se emplean durante los entrenamientos y competiciones de crossfit, son la arrancada de fuerza y el dos tiempos. El objetivo final de estas dos técnicas es levantar la barra por encima de la cabeza, con el mayor peso posible.

Tal y como exponen Badillo y Serna (2002) en su libro "Bases de la programación del entrenamiento de fuerza", las principales diferencias existentes entre ambas técnicas se basan en que en el dos tiempo se puede levantar mucho más peso que en la arrancada de fuerza. Asimismo, estos autores haciendo referencia a la técnica de ejecución, también reflejan dos aspectos diferenciadores entre ambas que son fundamentales para entenderlas y saber distinguir las. El primer aspecto que las diferencia es la amplitud del agarre en la barra, que en la arrancada de fuerza, este, debe ser de mayor amplitud que en el dos tiempos, y el segundo aspecto que las diferencia, y no por eso menos importante, es que en la arrancada se lanza la barra por encima de la cabeza en un solo movimiento y en

el dos tiempos se emplean dos movimientos, el primero en el que se carga la barra sobre los hombros y el segundo en el que se lanza de manera vertical elevándola por encima de la cabeza.

La arrancada, además de conllevar la realización de la máxima fuerza en el menor tiempo posible, también requiere de un alto nivel coordinativo de la cadena cinemática en la que cada eslabón contribuye a la creación de fuerzas reactivas que se transmiten entre sí para acabar formando un patrón idóneo de organización temporal (Granell y Espinosa, 2009).

Por lo tanto, dada la importancia de una correcta ejecución de los movimientos en halterofilia, el objetivo del presente estudio es identificar, mediante una revisión bibliográfica, los parámetros clave en la ejecución de estos movimientos en términos de trayectoria ideal de la barra y parámetros cinemáticos como velocidad y aceleración en todo el recorrido.

Método

Esta revisión se ha realizado sobre la trayectoria de la barra en la arrancada y parámetros cinemáticos lineales. Para ello se han seleccionado artículos científicos originales de las siguientes bases de datos: Google Scholar, PubMed, Dialnet y Scopus. En ellas se han introducido las palabras clave "snatch" (arrancada), "kinematics" (cinemática), "weightlifting" (halterofilia) y los operados booleanos "AND" (y) y "OR" (ó). Se han tenido en cuenta en español, inglés y portugués. Los criterios de inclusión fueron artículos revisados por pares relacionados con el rendimiento deportivo, análisis de la técnica de la arrancada y en español, inglés o portugués. Como criterio de exclusión se atendió a los artículos enfocados al ámbito de la salud o de la enseñanza o educación. Se encontraron 67 resultados y finalmente, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 25 trabajos.

Discusión y Análisis

El objetivo del presente estudio es identificar, mediante una revisión bibliográfica, los parámetros clave en la ejecución de estos movimientos en términos de trayectoria ideal de la barra y parámetros cinemáticos como velocidad y aceleración en todo el recorrido.

En cuanto a la trayectoria de la barra, ésta dependerá principalmente de factores como el entrenamiento y la morfología del atleta, siendo un gran inconveniente los movimientos anteroposteriores en el momento de la captura o encaje, ya que si se producen demasiados "bucles" el atleta puede desequilibrarse y perder el control de

la barra. De manera que mantener una trayectoria de la barra lo más vertical posible solo con las oscilaciones horizontales necesarias, cercana al cuerpo y sin oscilaciones en la fase de encaje, sería la clave para una ejecución exitosa (Gourgoulis, Aggeloussis, Antoniou y Christoforidis, 2002).

Por otro lado, Vorobyev (1978) y Bartonietz (1996), sugieren que estas diferencias en las características morfológicas de los atletas influyen en la estructura temporal y en la fluidez de la ejecución. A causa de estas diferencias morfológicas la trayectoria descrita por la barra durante toda la ejecución es un reflejo directo de las fuerzas que ejerce el atleta sobre esta.

Tomando como principal referencia sobre el análisis cinemático de la barra a Vorobyev (1978), este distingue tres trayectorias ondulatorias diferentes descritas por la barra (A, B, C), teniendo en común estas tres trayectorias su forma de "s" alargada (Figura 1). A continuación, se describen detalladamente las características diferenciadoras de los tres tipos de trayectorias descritas por Vorobyev (1978):

- Trayectoria A: inicialmente, el atleta en la primera fase, tira de la barra hacia adentro acercándola a sus piernas, hasta llegar a la altura de la cadera, donde con el empuje de esta, la barra se desplaza ligeramente por delante de la línea imaginaria de referencia hasta llegar a su punto más alto, donde realiza un bucle descendente desplazándose por detrás de la línea imaginaria hasta el momento del encaje o recepción.
- Trayectoria B: durante el primer tirón, al igual que en la trayectoria A, el atleta tira hacia él desplazando la barra hacia dentro de la línea imaginaria, y seguidamente en el segundo tirón, al contrario que en la trayectoria A, esta no sobrepasa la línea por delante, manteniendo recorrido bastante vertical hasta el momento de la recepción, donde se desplaza hacia atrás alejándose más de la línea vertical realizando un bucle mucho menos notable que en la trayectoria anterior. Esta trayectoria se consideró técnicamente defectuosa ya que requería de un desplazamiento hacia atrás de los pies en el momento del encaje para poder recibir correctamente la barra.
- Trayectoria C: al inicio de esta trayectoria, al contrario de lo que sucedía en las dos anteriores, durante el primer tirón la barra se desplaza ligeramente hacia delante, para seguidamente, en el momento de la transición y segundo tirón desplazarse por detrás de la línea imaginaria hasta ser golpeada por la cadera, donde vuelve a desplazarse por delante de la línea vertical imaginaria, dibujando un bucle anteroposterior

hasta el momento del encaje o recepción, donde la barra vuelve justo a la altura de la línea de referencia o se queda ligeramente adelantada.

Tras analizar estas tres trayectorias, Vorobyev (1978), llegó a la conclusión de que la trayectoria A resultó ser la menos conveniente de las tres, la trayectoria B se consideró que era técnicamente incorrecta, ya que requería de un desplazamiento de los pies hacia atrás en el momento del encaje para poder recibir correctamente la barra, siendo finalmente la trayectoria C la idónea técnicamente, pues en esta la barra ascendía de manera más vertical, con menores desplazamientos horizontales y sin la necesidad de desplazar los pies para el encaje.

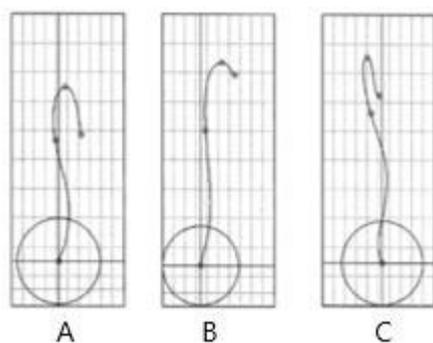


Figura 1. Diferentes trayectorias de la barra en la arrancada descritas por Vorobyev (1978).

Estos resultados obtenidos por Vorobyev (1978) fueron comprobados y confirmados posteriormente por diferentes estudios (González-Badillo, 1991; Granell y Espinosa, 2009; Isaka et al., 1996).

A lo largo de los años, un gran número de investigaciones (Bartonietz, 1996; Baumann, Gross, Quade, Galbierz y Schwirtz, 1988; Schilling et al., 2002; Garhammer, 1985; Gourgoulis, Aggelousis, Mavromatis y Garas, 2000; Isaka et al., 1996; Stone et al., 1998), han tratado este tema, analizando tanto la trayectoria de la barra como al atleta, con el fin de obtener una serie de parámetros que optimizasen al máximo el rendimiento de los halterófilos.

Según Rossi et al. (2007), en su investigación en la que realizó una comparación cinemática y cinética bilateral de la barra durante una competición, exponía que Garhammer y Komi (1998), concluyeron que las trayectorias de tipo A eran más utilizadas durante la competición que el tipo C, siendo el porcentaje de frecuencia de estas de un 62% y

un 31% respectivamente. Asimismo, Rossi et al. (2007) también deja reflejado en su estudio los resultados que obtuvo Baumann et al. (1988) informando finalmente que la trayectoria más utilizada en el campeonato mundial de halterofilia de 1985 fue la tipa B.

Por su parte, Rossi et al. (2007), tras realizar su investigación y su propio análisis cinematográfico de ciertos campeonatos mundiales de halterofilia masculinos, llegaba a la conclusión de que la trayectoria más utilizada fue la tipo C con un 92.9% de prevalencia en el lado derecho y un 85.7% en el lado izquierdo y la menos utilizada la tipo A, coincidiendo así con Hiskia (1993) que concluía en su estudio en el que analizaba la trayectoria de la barra en el campeonato de Europa que la trayectoria tipo C era la más utilizada tanto por levantadores de la categoría masculina o femenina y siendo la de menor prevalencia la tipo A, difiriendo de esta manera de los resultados obtenidos por Garhammer y Komi (1998) y Baumann et al. (1988) en sus estudios.

Por el contrario, según Granell y Espinosa (2009b) los resultados obtenidos en estos estudios, (Bartonietz, 1996; Baumann et al., 1988; Schilling et al., 2002; John Garhammer, 1985; Gourgoulis et al., 2000; Isaka et al., 1996; Stone et al., 1998) dejan ver claramente que a pesar de ser la trayectoria C la idónea a describir durante la ejecución, los atletas realizan de manera indistinta las trayectorias B y C, difiriendo así de lo concluido por Rossi et al. (2007), Garhammer y Komi (1998) y Baumann et al. (1988).

Granell y Espinosa (2009b), en su estudio en el que analizaron la ejecución de la arrancada en 31 atletas de la categoría junior masculina en el campeonato de Europa junior de halterofilia realizado en Valencia en el año 2003, con la finalidad de observar si el tipo de ejecución afectaba al rendimiento, concluyeron que además de ser las trayectorias tipo B y C las más utilizadas y las diferencias existentes entre estas, como por ejemplo, el desplazamiento de los pies en la tipo B, no se observó ninguna diferencia significativa que afectara al rendimiento. Reforzando finalmente la idea de que el entrenamiento debe individualizarse a las características morfológicas y multifactoriales de los levantadores con el fin de cimentar un modelo de ejecución individual lo más eficaz posible.

Respecto al desplazamiento vertical de la barra, Garhammer (1985) describió que la barra se desplazaba entre 3 y 9 centímetros en el primer tirón, seguidamente, en el segundo tirón, se movía entre 3 y 18 centímetros, para finalmente en la fase de recepción de la barra, esta se desplazase entre 3 y 9 centímetros nuevamente. Según Ho et al. (2014) y Campos et al. (2006), más o menos al 70% de la altura corporal del atleta la barra alcanza su máximo desplazamiento ascendente vertical. Dependiendo la máxima altura alcanzada por la barra de la estatura del levantador y de la experiencia de este, ya que a mayor experiencia menor altura alcanza la barra (Burdett, 1982).

Haciendo referencia al desplazamiento horizontal de la barra durante la ejecución, varias investigaciones, tales como las de Gorgoulis et al. (2009), Whitehead et al. (2014), y Musser et al. (2014), no revelaron diferencia alguna en cuanto a si este desplazamiento horizontal era la causa de un levantamiento exitoso o no exitoso. Por el contrario, Lin, Hsu y Ho (2015), enfocándolo desde otra perspectiva y comparando los levantamientos realizados por diferentes sujetos y no los realizados por los mismos levantadores, concluyó que los atletas con mayor nivel realizaban la arrancada de manera más vertical y con menos oscilaciones horizontales de la barra que los atletas de un nivel más bajo, dando a entender que los desplazamientos horizontales de barra sí pueden resultar claves en el rendimiento de una ejecución.

Otros aspectos fundamentales y que se han analizado en diversos estudios son los parámetros cinemáticos. La velocidad de ejecución es el tiempo que se tarda en realizar toda la técnica de la arrancada, iniciándose en el momento en el que el atleta comienza a aplicar fuerza sobre la barra, pasando por el momento de la recepción y encaje en la que el levantador se mantiene en posición de sentadilla profunda sosteniendo la barra por encima de la cabeza con los brazos totalmente estirados y finalizando al final de la recuperación en la que el atleta termina de pie manteniendo la barra por encima de su cabeza (Garhammer, 1985).

Harbili (2012), en su investigación, indicó existencias significativas comparando los porcentajes de la RM, la velocidad vertical máxima y la máxima altura alcanzada por esta durante la ejecución. Comparando estos 3 parámetros, este autor concluyó que a mayor porcentaje de la RM se levantara en la arrancada más disminuía tanto la potencia de salida como la velocidad vertical y la altura de la barra (Figura 2). Determinado así los efectos exactos que produce el aumento o la disminución del peso a mover, sobre la cinemática corporal y de la barra.

En todas las investigaciones analizadas se identifican tres momentos clave para el análisis del desplazamiento horizontal y vertical de la barra. Se comienza analizando el primer tirón que se realiza hacia el levantador, se continua con el segundo tirón donde la barra se desplaza alejándose del levantador y un tercer momento en el que la barra regresa hacia el levantador en el momento en el que esta comienza a descender desde la altura máxima. Al igual que Harbili, anteriormente Hoover et al. (2006) llegó a la misma conclusión en su estudio, describiendo que a medida que se incrementaba la carga de la barra, se producían descensos en los valores del desplazamiento vertical máximo, disminuía el recorrido de caída de la barra y también la máxima velocidad vertical ascendente.

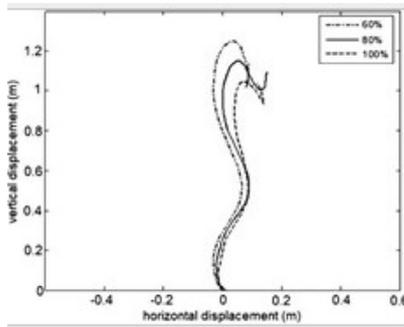


Figura 2. Comparación de la trayectoria de la barra dependiendo del % de la RM por Harbili (2012).

Los estudios realizados por Campos et al. (2006), Garhammer (1985) y Gourgoulis et al. (2009) en los que se realiza un análisis cinemático de la técnica de la arrancada, respecto al tiempo de ejecución, concluyen que para realizar un snatch, los atletas emplean un tiempo medio comprendido entre 0,9 y 1,1 segundos, tanto hombres como mujeres.

Además de analizar el tiempo total empleado para el movimiento completo, Campos et al., (2006) Gourgoulis et al. (2009) también analizaron el tiempo empleado durante cada fase de la técnica. Estos autores dejan ver claramente que durante el primer tirón se emplea entre 0,45 y 0,55 segundos, durante la fase de transición tal y como reflejaba Garhammer (1985) en su estudio, Campos et al. (2006) observó que casi el 50% de los sujetos que analizó perdían velocidad en esta fase respecto a la lograda durante el primer tirón, empleándose en la transición un tiempo medio comprendido entre 0,1 y 0,15 segundos, seguidamente se pasa a la fase del segundo tirón donde observaron que los atletas estudiados empleaban más o menos 0,15 segundos, en el tercer periodo o fase de encaje y recepción en el que el atleta se desplaza debajo de la barra (rotación) tardaban alrededor de 0,25 segundos, para llegar por último a la fase de recuperación empleando en esta entre 0,3 y 0,35 segundos. Por su parte, Harbili (2012) durante su análisis comparativo entre atletas masculinos y femeninos de la categoría de 69 kg, tras observar y analizar también la duración de las fases por separado, obtuvo resultados muy parejos a los expuestos por estos autores referenciados anteriormente.

Respecto a la velocidad que alcanza la barra en cada fase, Campos et al. (2006) reflejó en su estudio que la velocidad alcanzada por la barra al final del primer tirón oscilaba entre 1,17 y 1,26 m/s, continuando con la fase de transición donde se dio cuenta de que 14 de los 33 atletas analizados perdían entre 0,01 y 0,2 m/s de velocidad respecto a la velocidad alcanzada al final del primer tirón, 17 de ellos mantuvieron la velocidad y solo los 2 restantes la aumentaron y por último, en el segundo tirón la velocidad que alcanzó la barra fue entre 1,7 y 1,8 m/s. Alcanzando

en esta fase la velocidad máxima vertical obtenida durante todo el movimiento. De hecho, la velocidad vertical obtenida al final del primer tiró en un parámetro de rendimiento para tener en cuenta (Campos et al., 2006). Estos valores de los parámetros obtenidos se realizaron con cargas máximas ya que fue un análisis realizado durante una competición, lo que quiere decir que utilizando cargas menores las velocidades de ejecución, tanto de la ejecución completa como de sus partes podrían ser incluso mayores (Hadi, AkkuS y Harbili, 2012). El descenso de la velocidad de la barra en la fase de transición, como expone Gourgoulis et al. (2000) podría no ser causa directa de un menor rendimiento siempre y cuando esta pérdida de velocidad vertical lineal sea un pequeño porcentaje de la velocidad vertical lineal máxima.

Respecto a las aceleraciones de la barra Campos et al., (2006) describió que la aceleración que alcanzaba la barra durante el primer tirón estaba comprendida en unos valores de entre 3,2 y 3,5 m/s² y en el segundo tirón entre 5,3 y 5,9 m/s², demostrando así que los atletas aplican una mayor potencia durante el segundo tirón.

Consideraciones finales

Tras los resultados obtenidos se hace evidente la relevancia del análisis de la técnica en este tipo de movimientos en halterofilia con el fin de detectar posibles deficiencias que puedan perjudicar a maximizar el rendimiento deportivo o que pueda afectar a reducir el riesgo de lesión. Entrenadores e investigadores deben poner especial atención al análisis biomecánico, tanto de variables cinemáticas como cinéticas para ayudar a los deportistas a que realicen la técnica adecuada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Referencias

Badillo, J. J. G. y Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. INDE.

Barrero-Malagón, D. Y. y Suárez-Collazos, L. J. (2019). *Análisis dinámico comparativo del efecto de la técnica del movimiento del snatch sobre la articulación de la rodilla*. *Revista UIS Ingenierías*, 18(2), 131-138.

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

Baumann, W., Gross, V., Quade, K., Galbierz, P. y Schwirtz, A. (1988). *The Snatch Technique of World Class Weightlifters at the 1985 World Championships*. *Journal of Applied Biomechanics*, 4(1), 68-89. <https://doi.org/10.1123/ijsb.4.1.68>

Burdett, R. G. (1982). *Biomechanics of the snatch technique of highly skilled and skilled weightlifters*. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(3), 193–197. <https://doi.org/10.1080/02701367.1982.10609339>

Schilling, B.K., Stone, M.H., O'Bryant, H.S., Fry, A.C., Coglianesi, R.H. y Pierce, K.C. (2002). *Snatch technique of collegiate national level weightlifters*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 551-555.

Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, A., Pablos, C. y Carratalá, V. (2006). *Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 843–850. <https://doi.org/10.1519/R-55551.1>

Garhammer, J. y Komi, P. (1998). *Weightlifting performance and techniques of men and women*. *International conference on weightlifting and strength training*, 89–94.

Garhammer, John. (1985). *Biomechanical Profiles of Olympic Weightlifters*. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(2), 122-130. <https://doi.org/10.1123/ijsb.1.2.122>

González-Badillo, J. J. (1991). *Halterofilia*. Comité Olímpico Español.

Gourgoulis, V., Aggelousis, N., Mavromatis, G. y Garas, A. (2000). *Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters*. *Journal of Sports Sciences*, 18(8), 643-652. <https://doi.org/10.1080/02640410050082332>

Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Antoniou, P. y Christoforidis, C. (2002). *Comparative 3- Dimensional Kinematic Analysis of the Snatch Technique in Elite Male and Female Greek Weightlifters*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3), 359-66.

Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Garas, A. y Mavromatis, G. (2009). *Unsuccessful vs. successful performance in snatch lifts: A kinematic approach. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(2), 486–494.* <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b843>

Granell, J. C. y Espinosa, J. J. R. (2009). *Análisis cinemático de la trayectoria de la barra en la Arrancada y su relación con el rendimiento. Apunts. Educación física y deportes, 2(96), 59-65.*

Hadi, G., AkkuS, H. y Harbili, E. (2012). *Three-Dimensional Kinematic Analysis of the Snatch Technique for Lifting Different Barbell Weights. The Journal of Strength & Conditioning Research, 26(6), 1568–1576.* <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231abe9>

Harbili, E. (2012). *A Gender-Based Kinematic and Kinetic Analysis of the Snatch Lift In Elite Weightlifters in 69-Kg Category. Journal of Sports Science & Medicine, 11(1), 162-169.*

Hiskia, G. (1993). *Advanced electronic technology for real-time biomechanical analysis of weightlifting. Proceedings of the Weightlifting Symposium, 89–95.*

Ho, L. K. W., Lorenzen, C., Wilson, C. J., Saunders, J. E. y Williams, M. D. (2014). *Reviewing Current Knowledge in Snatch Performance and Technique: The Need for Future Directions in Applied Research. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(2), 574–586.* <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829c0bf8>

Hoover, D. L., Carlson, K. M., Christensen, B. K. y Zebas, C. J. (2006). *Biomechanical analysis of women weightlifters during the snatch. Journal of Strength and Conditioning Research, 20(3), 627-633.* <https://doi.org/10.1519/R-17625.1>

Isaka, T., Okada, J. y Funato, K. (1996). *Kinematic Analysis of the Barbell during the Snatch Movement of Elite Asian Weight Lifters. Journal of Applied Biomechanics, 12(4), 508-516.* <https://doi.org/10.1123/jab.12.4.508>

Lin, Y.-C., Hsu, C.-T. y Ho, W.-H. (2015). *Performance Evaluation for Weightlifting Lifter by Barbell Trajectory. International Journal of Biomedical and Biological Engineering, 9(2), 193-196.*

Musser, L. J., Garhammer, J., Rozenek, R., Crussemeyer, J. A. y Vargas, E. M. (2014). *Anthropometry and barbell trajectory in the snatch lift for elite women weightlifters. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(6), 1636–1648.* <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000450>

Rossi, S. J., Buford, T. W., Smith, D. B., Kennel, R., Haff, E. E. y Haff, G. G. (2007). *Bilateral Comparison of Barbell Kinetics and Kinematics During a Weightlifting Competition. International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 150-158. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.150>

Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Williams, F. E., Johnson, R. L. y Pierce, K. C. (1998). *Analysis of Bar Paths During the Snatch in Elite Male Weightlifters. Strength & Conditioning Journal*, 20(4), 30-38.

Vorobyev, A. N. (1978). *A textbook on weightlifting. Budapest: International Weightlifting Federation.*

Whitehead, P. N., Schilling, B. K., Stone, M. H., Kilgore, J. L. y Chiu, L. Z. F. (2014). *Snatch Technique of United States National Level Weightlifters. The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 587-591. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a73e5a>.