

CARACTERÍSTICAS NEUROMUSCULARES: CINEMÁTICA Y CINÉTICA EN ATLETAS UNIVERSITARIOS PRACTICANTES DE LEVANTAMIENTO DE PESAS Y ESTUDIANTES DE INICIACIÓN DEPORTIVA

Neuromuscular characteristics: kinematics and kinetics in university athletes practicing weightlifting and sports initiation students

David Eduardo León

daleon2@estudiantes.areandina.edu.co

María Daniela Ríos Rojas

mrrios49@estudiantes.areandina.edu.co

Carlos Castillo

ccastillo44@areandina.edu.co

Cristian Andrés Yáñez

cyanez@areandina.edu.co

Fundación Universitaria del Área Andina.
Profesional en entrenamiento deportivo
Colombia

Resumen

Objetivo: Identificar las características neuromusculares a nivel cinético y cinemático existentes entre estudiantes universitarios practicantes de levantamiento de pesas y sedentarios. **Método:** se seleccionó una muestra voluntaria de 14 estudiantes que practican halterofilia y 10 que iniciaron un programa de entrenamiento con edades de 19.1 ± 10.1 años, estatura 164.1 ± 8 cts. y peso corporal 73 ± 40 kg. Se instruyó a los participantes sobre el Squat Jump (SJ), el cual consiste en realizar un salto vertical máximo partiendo desde posición de flexión de rodillas a 90° , con las manos en la cadera desde el inicio del movimiento y hasta finalizarlo evitando generar contra movimiento o rebote, los sujetos mantuvieron una posición erguida del tronco, efectuando la caída lo más próximo al lugar de inicio. Los registros de las variables cinéticas y cinemáticas se determinaron mediante un juego de 4 plataformas de fuerza BTS P-6000, sobre las cuales se realizaron 3 saltos de Squat Jump (SJ) tomando el promedio de estos para el análisis de este presente estudio. **Resultado:** Los resultados han puesto de manifiesto que la potencia, altura de salto y velocidad máxima fue superior en los deportistas universitarios sin embargo se encontró un grado de similitud en la fuerza y la rigidez de piernas entre los deportistas universitarios y las personas que inician un programa de actividad físico-deportiva. **Conclusión:** Se evidenció que los deportistas universitarios de levantamiento de pesas en comparación con las personas que inician un programa de entrenamiento deportivo y según las hipótesis planteadas, se encuentran en niveles de similitud en las variables de altura del salto, pico de velocidad, fuerza, rigidez de piernas de acuerdo a la especificidad del entrenamiento y la ausencia de ejercitación respectivamente. Se confirma una relevancia significativa en las variables de potencia y tasa del desarrollo de la fuerza concéntrica en la población de entrenados de acuerdo con la continuidad del proceso de entrenamiento

Palabras clave: Squat Jump, cinética, cinemática, estudiantes universitarios, sedentarios.

INTRODUCCIÓN

El Squat Jump (SJ), consiste en un salto vertical realizado con las dos extremidades inferiores de manera simultánea, tras una flexión de rodillas de 90°, desde donde se inicia el ascenso vertical evitando generar cualquier tipo de contra movimiento o rebote, realizando un salto vertical máximo con el fin de evaluar la fuerza explosiva sin uso del reflejo miotático o reutilización de energía elástica. Contribuye a la génesis de una teoría explicativa; según esta teoría, las aceleraciones verticales de los segmentos contribuirían a incrementar la velocidad de estiramiento de la musculatura extensora de las extremidades inferiores, así como a reducir su posterior velocidad de acortamiento. Dos factores que incrementarían la tensión muscular. Como suele suceder durante el análisis del movimiento del cuerpo humano, la interpretación de los hechos no es tan sencilla debido a que es posible que operen en conjunto varios mecanismos (Gutiérrez-Dávila, Garrido, ; Gutiérrez-Cruz, & Giles, 2011).

Con fundamento en los factores expuestos anteriormente, el objetivo de esta investigación es segmentar la cinética en el Squat Jump (SJ)), aplicando para ello una metodología de registro cinético, mediante la fuerza de reacción convertida en un voltaje eléctrico medible a través de los sensores piezoeléctricos que componen una plataforma de fuerza. Un segundo objetivo es intentar determinar las diferencias que se producen tras el análisis de las variables; fuerza, potencia, altura de salto, rigidez muscular en extremidades inferiores y tasa de fuerza cuando la prueba se aplica a poblaciones con diferencias en el método de entrenamiento durante la práctica físico-deportiva (Kipp, Harris, & Sabick, 2011).

Se eligió la prueba de Squat Jump (SJ), debido a que es un movimiento exclusivo de los levantadores de pesas puesto que es biomecánicamente es semejante a la posición inicial en el arranque y la envión. A demás, existe la creencia de que iniciar desde una sentadilla elimina el factor elástico de la serie en la cadera, rodillas y músculos de tobillo, obligando al evaluado a depositar su confianza en la acción muscular concéntrica en vez del ciclo de acortamiento, estiramiento para producir una gran velocidad en el despegue, adicional a esto en gran medida de la fase de tracción del envión y arranque están involucradas acciones musculares concéntricas. Inclusive al desplazar las rodillas hacia adelante y extender la cadera podría ser una micro pausa en la extensión de rodilla que no da lugar a una flexión activa de la misma, generando un reposicionamiento en la musculatura extensora así como la columna vertebral con el fin de generar de manera más óptima la palanqueta.(Travis, Goodin, Beckham, & Bazylar, 2018).

Por otro lado, poder comparar el comportamiento de las variables anteriormente expuestas entre un deportista y una persona del común permitirá conocer las diferencias a nivel biomecánico y encontrar semejanzas que puedan definir falencias en el entrenamiento del deportista y de esta manera enfocar un entrenamiento focalizado y personalizado con el fin de mejorar el rendimiento del deportista, lo cual podría ser objeto de futuras investigaciones.

El objetivo de este artículo es identificar las características neuromusculares a nivel cinético y cinemático en los estudiantes universitarios que comienzan la práctica de actividad físico-deportiva y los estudiantes que practican levantamiento de pesas dentro de un programa de entrenamiento deportivo.

El gesto del Squat Jump tiene como base, un conjunto de características específicas e independientes, permitiendo ser así un factor de gran relevancia en el seguimiento y evaluación del rendimiento en varias actividades físico-deportivas puesto que permite determinar el resultado en los progresos de entrenamiento. (Gutiérrez-Dávila, Garrido, ; Gutiérrez-Cruz, & Giles, 2011 p. 3). Dentro del desarrollo de esta prueba se obtienen las siguientes variables, altura de salto (indicador de rendimiento de habilidad explosiva), pico de velocidad (máxima velocidad alcanzada), fuerza (capacidad de generar tensión muscular frente a una resistencia), potencia (cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo), rigidez muscular (tensión muscular involuntaria) en extremidades inferiores y tasa concéntrica de desarrollo de la fuerza o RFDC (tiempo que tarda en desarrollar la fuerza concéntrica) (Giles Girela, González Roperro, Gallardo Román, Gutiérrez-Dávila, & Rojas Ruiz, 2015).

En este artículo queremos corroborar tras la comparación de los resultados obtenidos, si existe una relación significativa entre la hipertrofia del entrenamiento de fuerza de los atletas de halterofilia y la rigidez muscular pasiva y comparar la evaluación de los Deportistas y personas que inician un programa de entrenamiento, como sugiere. (Chino, Ohya, Kato, & Suzuki, 2018).

Con el fin de establecer características de evaluación de la potencia en SJ sin el uso de elementos externos que puedan generar amortiguación, así como el consumo de la energía, los cuales pueden evitar obtener un resultado acertado de la altura de salto. (Ferraro & Fábrica, 2017). Así como el planteamiento de (Gutiérrez-Dávila, González, Giles, Gallardo, & Rojas, 2016), el cual nos dice que trabajar con sobrecargas incrementa la fase de pico de potencia en los ejercicios de contra movimiento el cual no muestra variación en el impulso vertical pero si en la reducción de la velocidad del despegue en un porcentaje similar al de la sobrecarga. La teoría nos dice que el entrenamiento de halterofilia contribuye al desarrollo del desplazamiento máximo vertical debido a que se modifica su mecanismo de despegue. Demostrando que este entrenamiento es superior que los entrenamientos de salto, lo anterior bajo la hipótesis de que los beneficios están relacionados parcialmente a la retroalimentación kinestésica en halterófilos a diferencia de los saltadores (Haug, Spratford, Williams, Chapman, & Drinkwater, 2015).

Buscamos confirmar lo planteado por (Hirayama, 2014) el cual dice que tras la repetición de un ejercicio de Squat con una carga suficiente (volumen o intensidad) mejora el rendimiento del Squat Jump posterior a la realización de un protocolo de sentadilla con intensidad incrementable. Según (Johnston, Butler, Sparling, & Queen, 2015), quienes intentaron establecer las variables biomecánicas en conjunto que pudieran predecir el rendimiento en SJ; tras varias tareas de salto, determinó que no existe un conjunto único de variables que puedan predecir el rendimiento en salto, posterior a la ejecución de varias tareas de salto.

Los estudios sugieren una relación con el calentamiento dinámico y estático, evidenciando algunas ventajas al iniciar una actividad y/o entrenamiento, ya que realizar un estiramiento o calentamiento estático no genera cambios o activación relevante en los músculos de las extremidades inferiores, que son los isquiotibiales, los cuádriceps, los flexores de cadera. Realizar un estiramiento dinámico puede activar y desarrollar una mayor flexibilidad en los isquiotibiales, al aumentar el tiempo de la actividad, se evidencia una mejora en los cuádriceps y otros músculos. Cuanto más vigoroso sea el calentamiento, mejor rendimiento, potencia y flexibilidad en los atletas (Aguilar et al., 2012). Además tras un estudio con el test de SJ, reactive jump (RJ) y test de velocidad de 30 metros, se determinó que la implementación del estiramiento pasivo durante la parte de calentamiento tiene una influencia negativa sobre el rendimiento de la fuerza explosiva y la velocidad (Gálvez, Tapia, & Jurado, 2013).

Los levantadores de pesas tienen un biotipo bastante fornido por las características del deporte, un desequilibrio en los macronutrientes de los deportistas conllevaría a una disminución notable en su rendimiento, el trabajo para los individuos de levantamiento de pesas desarrolla la transformación de las fibras musculares de tipo IIX y IIA, brindando así una hipertrofia de las fibras tipo II, que se encargan del desarrollo de la fuerza máxima en los halterófilos, el levantamiento de pesas también desarrolla cambios estructurales en el Sistema cardiovascular (Storey & Smith, 2012). Por ello se recomienda que los atletas débiles se enfoquen en desarrollar la fuerza antes de entrenar la potencia, mientras que los atletas entrenados deben entrenar la potencia, mantener y mejorar la fuerza. Los trabajos excéntricos pueden ser una gran opción para mejorar este tipo de entrenamiento (Suchomel, Nimphius, Bellon, & Stone, 2018). Es necesario hacer un seguimiento a través de SJ puesto que es una herramienta de control de la fuerza, confiable en levantadores de pesas, debido a que tiene una amplia gama de medir el rendimiento. Los SJ son prácticamente únicos debido que requieren fuerza explosiva así como la capacidad de despegue rápido mostrando más correlación con la fuerza máxima que CMJ según el estudio de (Travis et al., 2018).

Método

Para el presente estudio se seleccionó una muestra voluntaria con su respectivo consentimiento informado, de 14 personas, 6 mujeres y 8 hombres que practicaban levantamiento de pesas hace más de 18 meses, 10 personas que iniciaron un programa de actividad física del cual llevaban 8 semanas, 8 mujeres y 2 hombres, edad promedio de 19.1 ± 10.1 años, altura media 164.1 ± 8 cm y la masa corporal media 73 ± 40 kg.

Cada participante realizó 3 saltos verticales o Squat Jump (SJ), desde una posición inicial de sentadilla, a una flexión de rodilla de 90° , respectivamente, en el plano sagital, con el tronco erguido y las manos en la cintura. Se realizaron tres saltos consecutivos, aislados cada uno con descansos de dos minutos. Para establecer las posturas de SJ, se utilizó el método establecido por Gutiérrez-Dávila, Garrido, Amaro, Ramos, & Rojas, (2012, p. 8) con el fin de obtener de los participantes, una postura óptima.

Se utilizó un juego de 4 plataforma de fuerza BTS P-6000 que cuenta cada una con las siguientes características; resolución de 16 bits sobre el rango seleccionado, desviación de sensibilidad sobre la superficie de la placa. < 1,0%, sobre la escala completa, histéresis < 0,2% a escala completa, con las cuales cuenta el laboratorio de análisis de movimiento biomecánico de la Fundación Universitaria del Área Andina, por medio del cual se aplicó la técnica de SJ, con el fin de obtener los datos cinéticos; fuerza/kg, potencia/kg y tasa concéntrica de desarrollo de la fuerza, cinemáticos; altura de salto, pico de velocidad, rigidez

en miembros inferiores. Se requirió que el participante ejecutara el movimiento SJ, sobre las plataformas ejecutándolo en tres muestras de las cuales se tomó el promedio.

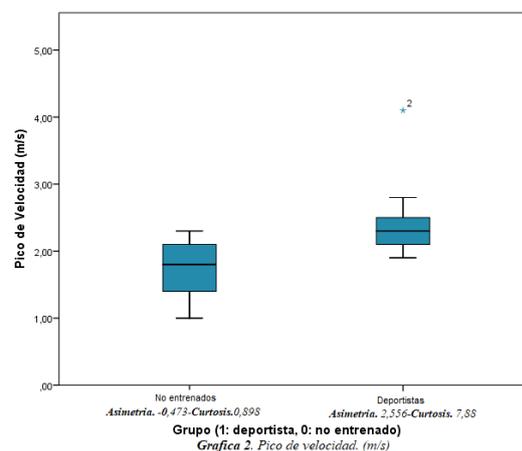
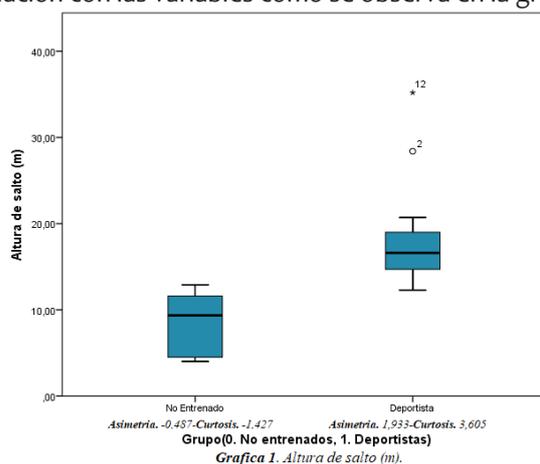
Resultados

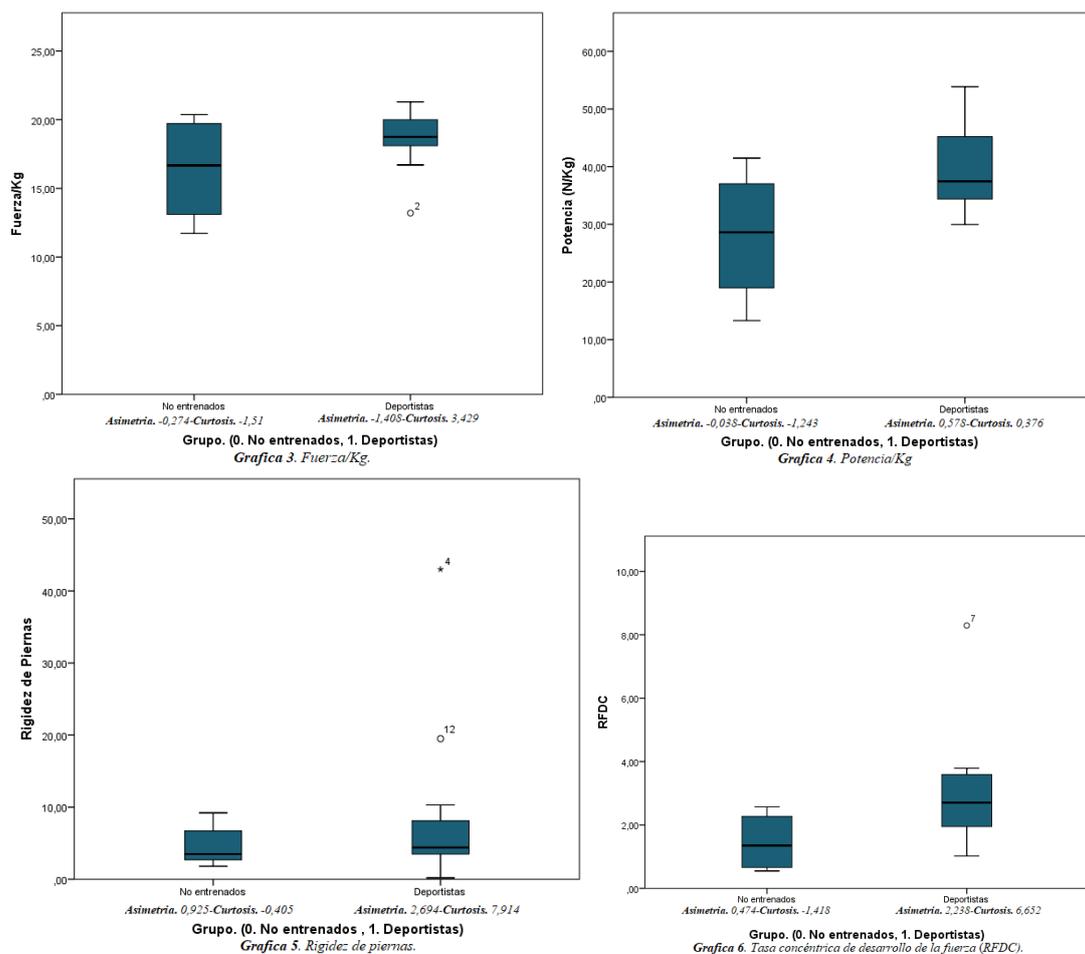
Después de realizar, los respectivos saltos se registraron los valores y se tabularon por medio del software SPSS versión 24 a partir del cual se agruparon los datos en dos clases, deportista que agrupa los resultados de los estudiantes que practican halterofilia y no deportista que hace relación al grupo de personas que comienzan el programa de actividad física. Los resultados se agruparon en la tabla 1.

VARIABLE	CLASE	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	Q1 (25%)	MEDIANA	Q3 (75%)	ASIMETRIA	CURTOSIS
Altura de salto	Deportista	18,335	6,265	158,25	16,6	172	1,933	3,605
	No deportista	8,8	3,378	4,475	9,35	11,725	-0,487	-1,427
Pico de velocidad	Deportista	16,481	0,536	14,55	2,3	19,425	2,556	7,88
	No deportista	2,428	0,427	1,35	1,8	2,1	-0,473	-0,898
Fuerza/Kg	Deportista	18,594	2,001	2,1	18,75	2,525	-1,408	3,429
	No deportista	16,481	3,181	13,005	16,674	19,737	-0,274	-1,51
Potencia/Kg	Deportista	39,615	6,841	17,955	37,46	20,05	0,578	-0,376
	No deportista	27,268	9,799	18,056	28,614	37,195	-0,038	-1,243
Rigidez de piernas	Deportista	8,192	11,171	34,362	4,4	45,462	2,694	7,914
	No deportista	4,54	2,484	2,625	3,5	6,95	0,925	-0,405
RFDC	Deportista	3,012	1,748	2,875	2,705	8,65	2,238	6,652
	No deportista	1,405	0,772	0,655	1,35	2,307	0,474	-1,418

Tabla 1. Análisis estadístico de las variables en SJ obtenido en los grupos Deportista y No deportista. **Fuente:** Propia.

Al graficar los resultados anteriores se seleccionó el diagrama de caja y bigotes el cual permite comparar de manera visual la distribución de los datos con respecto a la media y poder realizar la comparación de los datos en relación con las variables como se observa en la graficas 1 a la 6.





Al comparar los datos obtenidos entre los grupos evaluados de las variables altura de salto, pico de velocidad y potencia/kg se observa que el grupo de deportistas tiene un mayor desempeño que el grupo de personas no deportistas.

Por otro lado, al comparar la asimetría y curtosis se puede determinar que los datos registrados de la prueba de SJ no tienen un comportamiento de normalidad, por ende, al trabajar dos muestras independientes para realizar las respectivas comparaciones estadísticas y comprobaciones de hipótesis se utilizara el método U de Mann Whitney.

Por esta razón se plantean las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1: La distribución de altura de salto (cm) es la misma entre los grupos evaluados.
- Hipótesis 2: La distribución de pico de velocidad (m/s) es la misma entre los grupos evaluados.
- Hipótesis 3: La distribución de fuerza/kg, es la misma entre los grupos evaluados.
- Hipótesis 4: La distribución de potencia/kg, es la misma entre los grupos evaluados.
- Hipótesis 5: La distribución de la rigidez de piernas, es la misma entre los grupos evaluados.
- Hipótesis 6: La distribución de RFDC, es la misma entre los grupos evaluados.

Los resultados de significancia y las decisiones que nos plantea la prueba estadística se representa en la [Tabla 2.](#)

Hipótesis	Significancia (α)	Decisión
H1	,0001	Rechaza la hipótesis nula
H2	0,01	Rechaza la hipótesis nula
H3	0,96	Retener la hipótesis
H4	0,05	Rechaza la hipótesis nula
H5	4,37	Retener la hipótesis
H6	0,02	Rechaza la hipótesis nula

Tabla 2. Resultados de significancia. Fuente: Propia.

Se observa en la [gráfica 1](#). que en el grupo de deportistas la altura de salto es mayor que en el grupo de personas que estas comenzando la práctica de actividad física, este comportamiento es de esperar ya que el entrenamiento desarrollado permite un fortalecimiento a nivel muscular lo que permite que durante la fase de impulso en el salto el musculo desarrollo la potencia suficiente para poder separar el cuerpo del piso.

Al analizar la velocidad pico de movimiento se observa en la [gráfica 2](#). que es mayor en el grupo de personas deportistas que en el grupo de las personas que inician una práctica deportiva, este comportamiento está directamente relacionado con la capacidad muscular explosiva del deportista debido a que los entrenamientos de levantamiento de pesas producen mejoras en la contractibilidad del musculo, esto debido a un aumento de los estímulo voluntarios, inducido debido a la activación neuronal de las unidades motoras de contracción rápida la cual esta desencadenada a través del (SNC) Sistema Nervioso Central, esto quiere decir que cuanto más veloz sea en la transmisión del estímulo será mayor la velocidad de la contracción muscular y por ende el movimiento. Sin embargo cabe resaltar que también es relevante el grosor del diámetro del nervio transmisor esto debido a que las fibras musculares de tipo II las cuales presentan una inervación de ramales nerviosos de diámetro grueso en comparación al diámetro de las fibras musculares rojas de tipo I, o contracción lenta (Rodríguez, 2013).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la [gráfica 3](#). según la prueba estadística se puede afirmar que la distribución de fuerza/Kg entre los estudiantes que practican levantamiento de pesas y los estudiantes que inician actividad física es la misma. Esto quiere decir que en los dos grupos la elongación muscular máxima alcanzada por las extremidades inferiores es la responsable de la fuerza activa desarrollada al máximo, debido a que los cambios en la elongación muscular producen alteraciones en la fuerza activa, toda vez que cambia la superposición de la miosina gruesa y las miofibrillas de actina (Kerr, 1996).

Teniendo en cuenta que la potencia es directamente proporcional a la fuerza y la velocidad se observa en la [gráfica 4](#). que esta es mayor en el grupo de deportistas en relación con el grupo que inicia la actividad física, este comportamiento está relacionado con la condición de respuesta a nivel del Sistema Nervioso Central debido a los cambios producidos en el funcionamiento neuromuscular desarrollado mediante el entrenamiento y a las características fisiológicas que adopta el musculo frente al entrenamiento con cargas. (Maffiuletti et al., 2016).

Si se analiza el comportamiento a nivel neuromuscular de la fuerza aplicada durante un salto, es válido afirmar que depende del factor velocidad de las unidades motoras en el musculo y este a su vez está relacionado con la respuesta contráctil durante el movimiento el cual permite que se obtenga una respuesta de fuerza acorde con la flexibilidad del musculo, esto mediante la capacidad elástica del musculo, en consecuencia a la rigidez muscular de miembro inferior, que se genera tras un entrenamiento de levantamiento de pesas o tras un periodo de inactividad, se obtuvo como resultado que la fuerza desarrollada y la rigidez de piernas tanto en el grupo de deportistas como en el grupo de personas ue inician una práctica deportiva es la misma durante la ejecución de un salto en Squat, [grafica 3 y 5](#).

Aunque el grupo de personas que practican levantamiento de pesas presentan una tasa de desarrollo de fuerza concéntrica mayor que el grupo de personas que inician una práctica deportiva, [grafica 6](#). Esta variable del desarrollo de la fuerza se fundamenta a partir del componente elástico y de flexibilidad muscular que proporciona dicha cualidad en el desempeño reflejado en la diferencia hallada en este resultado que indica que los deportistas tienen una mayor capacidad a la hora de generar una rápida activación muscular al inicio de la contracción, esto debido a la cantidad de unidades motoras activadas o la tasa a la que las motoneuronas descargan potenciales de acción.(Maffiuletti et al., 2016)

Discusión

Los datos hallados en este estudio evidencian que según las hipótesis planteadas se encontró similitud en altura de salto aun cuando la de los deportistas debería ser superior debido a que el entrenamiento de levantamiento de pesas mejora la velocidad en las extremidades inferiores como lo dice (Kipp, Redden, Sabick, & Harris, 2012) además se dice que el entrenamiento pliométricos y el entrenamiento de

levantamiento de pesas son un método eficaz para mejorar el rendimiento en la altura de salto según (Hackett, Davies, Soomro, & Halaki, 2016) planteamiento que no pudimos evidenciar en este estudio.

En concordancia con el estudio realizado por (Wirth, Keiner, Szilvas, Hartmann, & Sander, 2015), los sujetos no entrenados aumentaron la fuerza en corto periodo de tiempo el cual se vio reflejado en la transferencia al salto vertical debido a la adaptación neuronal. Pero no se debe entrenar con métodos de entrenamiento de carga supra máximas durante periodos precompetitivos debido a que no se generara el efecto de transferencia. Así la cosas es válido afirmar que el equipo de levantamiento de pesas puede implementar ejercicios de sentadilla de alta intensidad debido a que son mejores que los ejercicios moderados y pueden ser utilizados como calentamiento con el fin de mejorar el rendimiento de SJ (Fukutani et al., 2014). La potencia muscular está relacionada con la rigidez muscular en extremidades inferiores debido a que los músculos tienen una gran capacidad de almacenar y aprovechar la energía elástica musculotendinosa, mejorando los resultados en los ejercicios de potencia del individuo a través del reclutamiento y la codificación de velocidad de las motoneuronas (Korff, Horne, Cullen, & Blazeovich, 2009), esto quiere decir que debido a que las personas que iniciaron un programa de entrenamiento no proviene de un trabajo físico deportivo anterior al que llevan en la institución y además por su edad han experimentado lo planteado por este autor. Pero entre los deportistas universitarios y las personas que inician un programa de entrenamiento los resultados mostraron poca significancia. Es por ello que se recomienda el entrenamiento de la flexibilidad dinámica y controlada puesto que se ha demostrado que es una muy buena opción para realizar el calentamiento antes de iniciar una actividad físico-deportiva puesto que generan cambios eficaces en la musculatura toda vez que mejoran el rendimiento y estado de la flexibilidad (Opplert & Babault, 2018). Debido a que el SJ está relacionado fuertemente con los movimientos de levantamiento de pesas, debido a que a través de este se pudo predecir el rendimiento de levantamiento de pesas demostrando mediante este, cambios en las fibras de los músculos, posterior a los programas de entrenamiento de levantamiento de pesas al aprovechar la distancia de aceleración más larga producida en la cadena cinética del SJ generando un salto alto máximo es por ello que se toma esta técnica como metodología de seguimiento y control en el entrenamiento físico-deportivo (Vizcaya, Viana, Olmo, & Acero, 2009).

Conclusión

Se evidenció que los deportistas universitarios de levantamiento de pesas en comparación con las personas que inician un programa de entrenamiento deportivo y según las hipótesis planteadas, se encuentran en niveles de similitud en las variables de altura del salto, pico de velocidad, fuerza, rigidez de piernas de acuerdo con la especificidad del entrenamiento y la ausencia de ejercitación respectivamente. Se confirma una relevancia significativa en las variables de potencia y tasa del desarrollo de la fuerza concéntrica en la población de entrenados de acuerdo con la continuidad del proceso de entrenamiento.

El entrenamiento de levantamiento de pesas es un sistema efectivo para aumentar la fuerza, potencia consecuentemente a la periodización del entrenamiento siempre que estén bien planificadas las cargas proyectadas a la consecución del estímulo y del objetivo a entrenar (Otto, Coburn, Brown, & Spiering, 2012). La evidencia demostró que la prueba de SJ genera una activación mayor en extremidades inferiores donde dicha característica de la tasa de desarrollo de la fuerza se genera en la fase ascendente del movimiento (MacKenzie, Lavers, & Wallace, 2014).

Recomendaciones

- Se recomienda aplicación de ejercicios pliométricos en la parte del calentamiento en los entrenamientos de fuerza, puesto que inducen a una mejora evidente en la capacidad de generar fuerza por parte del músculo, a diferencia de un calentamiento tradicional que no potencia un menor incremento en los procesos de vasodilatación y aumento de temperatura corporal.
- potencia si no que por el contrario disminuye la capacidad de generación de fuerza del musculo. (Johnson, Baudin, Ley, & Collins, 2019).
- Es necesario desarrollar métodos de entrenamiento que incluyan ejercicios para el aumento de la flexibilidad en miembro inferior con el fin de mejorar el comportamiento de rigidez de piernas.
- Se debe promocionar en los deportistas, personas que inician entrenamiento y entrenadores el trabajo de flexibilidad dentro de las sesiones de entrenamiento con fines de protección y prevención de lesiones.

- El entrenamiento de la fuerza beneficia la potencia evitando la pérdida en los niveles de fuerza, actuando a la vez factor preventivo a nivel cardiovascular y osteomuscular.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., & Padua, D. A. (2012). A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e31822e58b6>
- Chino, K., Ohya, T., Kato, E., & Suzuki, Y. (2018). Muscle Thickness and Passive Muscle Stiffness in Elite Athletes: Implications of the Effect of Long-Term Daily Training on Skeletal Muscle. *International Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1055/s-0043-122737>
- Ferraro, D., & Fábrica, G. (2017). Differences in the utilisation of active power in squat and countermovement jumps. *European Journal of Sport Science*. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1305453>
- Fukutani, A., Takei, S., Hirata, K., Miyamoto, N., Kanehisa, H., & Kawakami, Y. (2014). Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000409>
- Gálvez, P., Tapia, A., & Jurado, A. (2013). Influencia del estiramiento en el calentamiento para el salto y la velocidad. *Rev Ib CC Act Fis Dep*.
- Giles Girela, F. J., González Ropero, C., Gallardo Román, D. J., Gutiérrez-Dávila, M., & Rojas Ruiz, F. J. (2015). Efecto de la intensidad del contramovimiento sobre el rendimiento del salto vertical. *Apunts Educación Física y Deportes*. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.06)
- Gutiérrez-Dávila, M., Garrido, J. M., Gutiérrez-Cruz, C., & Giles, J. (2011). Análisis De La Contribución Segmentaria En Los Saltos Verticales Con Contramovimiento Y Su Efecto Debido a La Restricción Propuesta En El Test De Bosco Cmj. *Motricidad. European Journal of Human Movement*. <https://doi.org/10.1249/MSS.ob013e3181915670>
- Gutiérrez-Dávila, M., Garrido, J. M., Amaro, F. J., Ramos, M., & Rojas, F. J. (2012). MÉTODO PARA DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN SEGMENTARIA EN LOS SALTOS. SU APLICACIÓN EN EL SALTO VERTICAL CON CONTRAMOVIMIENTO. *Motricidad: European Journal of Human Movement*.
- Gutiérrez-Dávila, M., González, C., Giles, F. J., Gallardo, D., & Rojas, F. J. (2016). Efecto de sobrecargas ligeras sobre el rendimiento del salto vertical con contramovimiento. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.64.002>
- Hackett, D., Davies, T., Soomro, N., & Halaki, M. (2016). Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094951>
- Haug, W. B., Spratford, W., Williams, K. J., Chapman, D. W., & Drinkwater, E. J. (2015). Differences in end range of motion vertical jump kinetic and kinematic strategies between trained weightlifters and elite short track speed skaters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000889>
- Hirayama, K. (2014). Acute effects of an ascending intensity squat protocol on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000259>
- Johnson, M., Baudin, P., Ley, A. L., & Collins, D. F. (2019). A Warm-Up Routine That Incorporates a Plyometric Protocol Potentiates the Force-Generating Capacity of the Quadriceps Muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002054>
- Johnston, L. A., Butler, R. J., Sparling, T. L., & Queen, R. M. (2015). A single set of biomechanical variables cannot predict jump performance across various jumping tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000779>
- Kerr, K. (1996). Neuromechanical Basis of Kinesiology. *Physiotherapy*, 82(5), 306. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)66863-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)66863-0)
- Kipp, K., Harris, C., & Sabick, M. B. (2011). Lower extremity biomechanics during weightlifting exercise vary across joint and load. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e3181da780b>
- Kipp, K., Redden, J., Sabick, M. B., & Harris, C. (2012). Weightlifting performance is related to kinematic and kinetic patterns of the hip and knee joints. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e318239c1d2>
- Korff, T., Horne, S. L., Cullen, S. J., & Blazevich, A. J. (2009). Development of lower limb stiffness and its contribution to maximum vertical jumping power during adolescence. *Journal of Experimental Biology*. <https://doi.org/10.1242/jeb.033191>
- MacKenzie, S. J., Lavers, R. J., & Wallace, B. B. (2014). A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat. *Journal of Sports Sciences*. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.908320>
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6>
- Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0797-9>
- Otto, W. H., Coburn, J. W., Brown, L. E., & Spiering, B. A. (2012). Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e31824f233e>
- Rodríguez, A. (2013). Fuerza.
- Storey, A., & Smith, H. K. (2012). Unique aspects of competitive weightlifting: Performance, training and physiology. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.2165/11633000-000000000-00000>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Travis, S., Goodin, J., Beckham, G., & Bazylar, C. (2018). Identifying a Test to Monitor Weightlifting Performance in Competitive Male and Female Weightlifters. *Sports*. <https://doi.org/10.3390/sports6020046>
- Vizcaya, F. J., Viana, O., Olmo, M. F. Del, & Acero, R. M. (2009). Could the deep squat jump predict weightlifting performance? *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e3181a04dc3>
- Wirth, K., Keiner, M., Szilvas, E., Hartmann, H., & Sander, A. (2015). Effects of Eccentric Strength Training on Different Maximal Strength and Speed-Strength Parameters of the Lower Extremity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000528>