

Electromiografía de superficie durante diferentes tipos de sentadillas. Una revisión narrativa

Surface electromyography during different types of squats. A narrative review

Diego Alejandro Calderón López, Alejandro Arango Sarmiento, Andrés Ocampo García, Juan Camilo Martínez Montoya, María

Isabel Torres Cadavid

Universidad CES (Colombia)

Resumen. El objetivo de esta revisión narrativa es sintetizar la información recopilada en los últimos 10 años sobre la electromiografía de superficie durante la ejecución de la sentadilla tradicional, así como las estrategias que generen mayor activación en recto femoral, vasto lateral, vasto medial, glúteo mayor, y bíceps femoral. Métodos: En este estudio, se recopilaron artículos publicados entre 2013 y 2023 en inglés y español, provenientes de bases de datos como Pubmed, SportDiscus, Google Académico y Scielo. Estos artículos se enfocan en analizar la ejecución de la sentadilla y sus variaciones mediante el uso de electromiografía. Inicialmente, se encontraron un total de 340 artículos relacionados con el tema. Posterior al proceso de selección, involucrando criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron 36 artículos en total. Resultados: Mientras los 36 artículos reportaban la sentadilla tradicional. Dentro de las estrategias destacadas para evaluar la activación muscular resalta la modificación de la carga, el tipo de resistencia, la profundidad, el número de repeticiones y fatiga, entre otras. Todas estas estrategias se aplicaron sobre la musculatura del recto femoral, vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral y glúteo mayor. Conclusiones: Realizar mayor número de repeticiones y aumentar la carga levantada fueron las principales estrategias que generaron una mayor activación muscular. También la fase concéntrica y el *sticking point* fueron las fases de mayor activación. Hacen falta estudios que investiguen diferentes tipos de variaciones de sentadilla.

Palabras clave: Electromiografía de superficie, EMGs, Electromiografía, Ejercicio, Sentadilla.

Abstract. The aim of this narrative review is to synthesize the information collected in the last 10 years on surface electromyography during the performance of traditional, Bulgarian, and unilateral squats, as well as strategies that generate greater activation in rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, gluteus maximus, and biceps femoris. Methods: In this study, articles published between 2013 and 2023 in English and Spanish were collected from databases such as Pubmed, SportDiscus, Google Scholar, and Scielo. These articles focused on analyzing squat execution and its variations using electromyography. Initially, a total of 340 articles related to the topic were found. After the selection process, involving inclusion and exclusion criteria, a total of 36 articles were included. Results: Only five studies were related with the unilateral squat and only one article with the Bulgarian squat. Among the strategies highlighted to evaluate muscle activation, the modification of the load, type of resistance, depth, number of repetitions and fatigue, among others, stand out. All these strategies were applied on the rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris and gluteus maximus muscles. Conclusions: Performing a greater number of repetitions and increasing the load lifted were the main strategies that generated greater muscle activation. Concentric phase and sticking point were also the phases of greater activation. Studies investigating different types of squat variations are needed.

Keywords: Surface electromyography, EMGs, Electromyography, Exercise, Squat.

Fecha recepción: 03-11-23. Fecha de aceptación: 30-05-24

Alejandro Arango Sarmiento

alejoarangos@hotmail.com

Introducción

La sentadilla tradicional o también llamada sentadilla libre con barra, junto con el press de banca inclinado y el peso muerto, es uno de los ejercicios fundamentales en el ámbito deportivo y de rehabilitación, ya que favorece el fortalecimiento del miembro inferior por sus demandas multiarticulares, llevando a que su comprensión sea de vital importancia tanto para fisioterapeutas como para entrenadores (Oliva et al., 2020). Además, ofrece beneficios en las actividades de la vida diaria por su gran similitud con movimientos multiarticulares y en el plano sagital. (Oliva et al., 2020). Adicionalmente, es un ejercicio que cuenta con diferentes variaciones, las cuales pueden influir en las fuerzas que impactan a las articulaciones y al reclutamiento muscular (Vecchio, 2018).

La ejecución de la sentadilla tradicional se inicia en posición vertical, con rodillas y caderas extendidas. Usualmente la posición del ancho de los pies es similar al ancho de los hombros. A continuación, se realiza un *squat* o una *cuchilla*, buscando la flexión de cadera, rodilla y tobillo. Al alcanzar la profundidad deseada se realiza un movimiento

de ascenso para volver a la posición inicial. Se estima que de forma dinámica e isométrica se pueden activar más de 200 músculos durante su ejecución (Schoenfeld, B. J., 2010). Es importante mencionar que varios autores también la denominan como *back squat* o sentadilla trasera, ubicando la carga en la parte posterior sobre los trapecios, por tanto en esta revisión será manejado bajo el término de sentadilla tradicional. Este ejercicio tiende a presentar una multitud de variaciones en su ejecución, ya sea en su profundidad, amplitud, de forma unipodal o en qué donde se ubique la carga (Coratella et al., 2021).

Diferentes autores han definido las fases que se presentan en esta. El *sticking point*, desde el punto de vista biomecánico, se entiende como el punto del rango de movimiento articular en el que se produce la falla muscular momentánea durante el ejercicio, por lo cual se dificulta la realización del mismo (Kompf & Arandjelovic, 2017). Por otro lado, Van den Tillaar (2019) menciona dos subfases en la fase excéntrica, siendo la aceleración, que va desde la extensión completa de la rodilla hasta la velocidad máxima de descenso, y la subfase de desaceleración, comprendida desde la máxima velocidad de descenso hasta el punto más bajo de la barra.

Por el contrario, este autor divide la fase concéntrica en tres subfases. La *pre-sticking* va desde el punto más bajo de la barra hasta la primera velocidad máxima. *Sticking* es la primera velocidad máxima de la barra hasta la primera velocidad vertical más baja de la barra, y finaliza con la subfase de *post-sticking*, la cual inicia en la primera velocidad más baja hasta la segunda velocidad máxima de la barra.

Adicionalmente, la sentadilla sirve como método de evaluación para la prescripción del ejercicio. Por ejemplo, el *Kansas squat test* evalúa la potencia máxima y media de los miembros inferiores en atletas de potencia. La prueba consiste en realizar 15 repeticiones, cada una de ellas a la mayor velocidad posible con el 70% de la “masa del sistema” definida como 1RM + masa corporal (RM, repetición máxima) y a una frecuencia de una repetición por cada seis segundos con un dinamómetro externo anclado a la barra para realizar las mediciones pertinentes (Luebbers & Fry, 2015).

Debido a que las modificaciones en la ejecución de la sentadilla influyen en el reclutamiento muscular, es importante el uso de la electromiografía (EMG) para la medición de esta variable. Esta se caracteriza por generar un registro de la actividad eléctrica muscular durante una acción determinada, ya sea en un cuerpo en movimiento o durante acciones estáticas. Esta herramienta busca conocer la actividad de uno o varios músculos en una acción concreta o gesto deportivo, facilita la determinación de nivel de fatiga, valoración inicial de pacientes generando comparativas con músculos contralaterales, evaluando sinergias musculares, generación de *biofeedback*, determinación de activación en gestos deportivos para la prevención de lesiones y eficacia del movimiento y por último evaluación de trastornos neuromusculares y alteraciones en la coactivación muscular. (Massó et al., 2010), en este caso la sentadilla tradicional y sus variaciones, debido a que los cambios en el posicionamiento de la sentadilla tradicional y otros ejercicios influyen en los porcentajes de activación de los músculos (Eliassen et al., 2018).

Adicionalmente, se ha encontrado más información disponible sobre la sentadilla tradicional que en sus variaciones (Oliva et al., 2020; Vecchio, 2018; Bryanton, M. A., et al., 2012), por lo que se dificulta tener claridad acerca de los beneficios de cada modificación y del objetivo a realizar. Esto es importante pues a la hora de prescribir el ejercicio se debe tener en cuenta cual es el objetivo del entrenamiento y si las demandas del movimiento ejecutado apuntan al estímulo deseado.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que una prescripción inadecuada, sin certeza del músculo que se trabaja durante determinada ejecución y, por tanto, objetivos de entrenamiento y rehabilitación sesgados, puede resultar en el incumplimiento de las metas establecidas. Por otro lado saber que ejercicios o estrategias ayuda a incrementar la activación muscular puede ser beneficiosos por ejemplo al intentar incidir en mayor medida en las fases de protección mínimas en un posoperatorio de cruzado anterior donde se busca mejorar la fuerza de los isquiosurales (Brotzman & Manske, 2018), ya

que este músculo tiende a disminuir el desplazamiento anterior de la tibia y por tanto le restara trabajo al injerto en curación (Maniar et al., 2022) Un ejemplo similar se puede obtener al analizar los estabilizadores de la rótula donde el vasto medial oblicuo presenta un importante papel como estabilizador dinámico el cual resistirá el desplazamiento lateral por lo que es de vital importancia en personas con luxación lateral recidivante de la rodilla (Brotzman & Manske, 2018).

Por este motivo, esta revisión narrativa busca sintetizar la información recopilada en los últimos 10 años sobre la EMG de superficie durante la ejecución de las sentadilla tradicional, así como las estrategias que generen mayor activación en recto femoral, vasto lateral, vasto medial, glúteo mayor, y bíceps femoral. Esto proporcionará una base para futuros estudios en el campo de la EMG y, al mismo tiempo, ofrecerá a los profesionales de la salud y del deporte una aplicación práctica de los hallazgos para mejorar la prescripción y ejecución de estos ejercicios.

Metodología

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron artículos escritos en inglés o español, publicados entre el 2013 al 2023, de tipo experimentales, observacionales o revisiones sistemáticas, en los que se tuviera registro de electromiografía de superficie (EMGs) del vasto lateral, vasto medial, recto femoral, bíceps femoral y glúteo mayor, cuya población se ubicara en un rango de edad entre 18 a 44 años y que fueran físicamente activos o deportistas. Se excluyeron artículos de casos y controles, tesis de grado, revisiones de tema o aquellos que incluyeran población con alguna lesión, enfermedad o deformidad.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión bibliográfica, guiada por cuatro coinvestigadores, desde el 18/03/2023 hasta el 09/06/2023, en la cual se utilizó las palabras *squat*, *electromyography*, *muscular activity*, *EMGs*, *surface electromyography* con los operadores booleanos AND y OR. Por otra parte, se utilizaron las palabras *injury*, *disease*, *elderly*, *infant* en combinación con el operador booleano NOT. Además, se aplicaron filtros por idioma en inglés y español, por año de publicación de 2013 al 2023 y por tipo de artículo, siguiendo los criterios de selección.

Se obtuvieron 59 artículos en Pubmed, 42 en SportDiscus, 228 en Google académico y 11 en Scielo, dando un total de 340 artículos. Posteriormente se realizó una depuración por título, dejando por fuera los que no incluyeran las palabras clave antes mencionadas, en este paso se excluyó 229. En la depuración por resumen, se descartaron 56 artículos al encontrar población, ejercicios o músculos no deseados para esta revisión. El siguiente paso fue la lectura completa del contenido donde se excluyeron 8 artículos que no corresponden al objetivo planteado para esta revisión. Finalmente se depuraron 11 duplicados obteniendo un total de 36 artículos seleccionados. La estrategia de búsqueda se

resume en la **Figura 1**.

Si en algún momento uno de los cuatro coinvestigadores presenta dudas en el proceso de selección, consultaba a uno de los otros tres coinvestigadores para definir si el artículo sería finalmente seleccionado.

Resultados

Los 36 artículos utilizados en esta revisión contemplaban la sentadilla tradicional ejecutada con variaciones en carga (tipo y/o %1RM), tempo, profundidad, metodología de entrenamiento, entre otras. En todos los estudios se mencionaba al menos uno de los músculos contemplados:

vasto lateral, vasto medial, recto femoral, bíceps femoral y glúteo mayor.

En cuanto a la participación muscular algunos estudios reportan los resultados de manera cuantitativa en porcentajes de *maximal voluntary isometric contraction* (MVIC), *maximal voluntary contraction* (MVC), *Root mean square* en milivoltios (RMS mV), porcentaje de RMS (% RMS) y porcentaje de 1RM (% 1RM). Mientras que otros reportaron de manera cualitativa el valor numérico de EMG en el estudio, según una “mayor” o “menor” activación muscular de acuerdo con los resultados de la investigación ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1.
Tabla de artículos cuantitativos

Referencia	Población	Ejercicio evaluado	Carga, profundidad y tempo	Procesamiento de señal de EMG	Glúteo mayor	Bíceps femoral	Vasto lateral	Vasto medial	Recto femoral
Contreas et al. (2016)	13 mujeres experimentadas, entrenadas en fuerza	Sentadilla tradicional	10RM, hasta máxima flexión de rodilla, sin tempo	RMS, promedio y pico de %MVIC (media y desviación estándar)	Superior media: 29.58 ± 16.26 % Inferior media: 42.24 ± 21.51 % Superior pico: 88.13 ± 47.83 % Inferior pico: 124.76 ± 55.44 %	Media: 14.39 ± 6.41 % Pico: 38.59 ± 16.82 %	Media: 123.82 ± 67.42 % Pico: 280.54 ± 166.16 %	N/A	N/A
					Superior media: 29.35 ± 16.45 % Inferior media: 45.29 ± 23.54 % Superior pico: 84.85 ± 42.91 % Inferior pico: 129.60 ± 60.45 %	Media: 14.92 ± 6.64 % Pico: 37.50 ± 18.39 %	Media: 110.35 ± 47.24 % Pico: 243.92 ± 121.63 %	N/A	N/A
					Excéntrica: Rep1: 0.055 ± 0.007 Rep2: 0.079 ± 0.012 Rep3: 0.079 ± 0.012 Rep4: 85 ± 0.015 Concéntrica: Rep1: 0.143 ± 0.024 Rep2: 0.157 ± 0.032 Rep3: 0.151 ± 0.027 Rep4: 0.176 ± 0.035	Excéntrica: Rep1: 0.057 ± 0.008 Rep2: 0.061 ± 0.008 Rep3: 0.066 ± 0.009 Rep4: 0.065 ± 0.009 Concéntrica: Rep1: 0.111 ± 0.015 Rep2: 0.105 ± 0.017 Rep3: 0.121 ± 0.023 Rep4: 0.120 ± 0.020	Excéntrica: Rep1: 0.247 ± 0.020 Rep2: 0.273 ± 0.027 Rep3: 0.285 ± 0.037 Rep4: 0.284 ± 0.034 Concéntrica: Rep1: 0.292 ± 0.029 Rep2: 0.332 ± 0.037 Rep3: 0.336 ± 0.035 Rep4: 0.332 ± 0.032	Excéntrica: Rep1: 0.207 ± 0.036 Rep2: 0.224 ± 0.035 Rep3: 0.232 ± 0.034 Rep4: 0.210 ± 0.033 Concéntrica: Rep1: 0.268 ± 0.035 Rep2: 0.294 ± 0.036 Rep3: 0.309 ± 0.040 Rep4: 0.310 ± 0.039	Excéntrica: Rep1: 0.212 ± 0.029 Rep2: 0.210 ± 0.034 Rep3: 0.216 ± 0.028 Rep4: 0.216 ± 0.029 Concéntrica: Rep1: 0.208 ± 0.028 Rep2: 0.223 ± 0.034 Rep3: 0.227 ± 0.032 Rep4: 0.247 ± 0.039
					Excéntrica: Rep1: 0.075 ± 0.010 Rep2: 0.077 ± 0.011 Rep3: 0.09 ± 0.015 Rep4: 0.091 ± 0.015 Concéntrica: Rep1: 0.164 ± 0.022 Rep2: 0.151 ± 0.025 Rep3: 0.166 ± 0.029 Rep4: 0.166 ± 0.027	Excéntrica: Rep1: 0.056 ± 0.009 Rep2: 0.065 ± 0.012 Rep3: 0.066 ± 0.010 Rep4: 0.072 ± 0.014 Concéntrica: Rep1: 0.086 ± 0.014 Rep2: 0.093 ± 0.016 Rep3: 0.107 ± 0.021 Rep4: 0.113 ± 0.019	Excéntrica: Rep1: 0.226 ± 0.025 Rep2: 0.227 ± 0.024 Rep3: 0.243 ± 0.031 Rep4: 0.236 ± 0.024 Concéntrica: Rep1: 0.258 ± 0.025 Rep2: 0.273 ± 0.029 Rep3: 0.300 ± 0.032 Rep4: 0.317 ± 0.036	Excéntrica: Rep1: 0.169 ± 0.032 Rep2: 0.172 ± 0.029 Rep3: 0.191 ± 0.034 Rep4: 0.173 ± 0.028 Concéntrica: Rep1: 0.244 ± 0.036 Rep2: 0.282 ± 0.049 Rep3: 0.292 ± 0.044 Rep4: 0.299 ± 0.047	Excéntrica: Rep1: 0.128 ± 0.018 Rep2: 0.138 ± 0.024 Rep3: 0.149 ± 0.026 Rep4: 0.142 ± 0.024 Concéntrica: Rep1: 0.161 ± 0.021 Rep2: 0.174 ± 0.024 Rep3: 0.204 ± 0.035 Rep4: 0.206 ± 0.029
Eliassen et al. (2018)	14 hombres entrenados en resistencia	Sentadilla unilateral	(peso corporal+carga externa 4RM)/2)-peso corporal, Rodilla libre extendida hacia anterior, concéntrica máxima velocidad	RMS, promedio de mV para las fases excéntricas y concéntricas (media y desviación estándar)	Excéntrica: Rep1: 0.055 ± 0.006 Rep2: 0.066 ± 0.008 Rep3: 0.066 ± 0.009 Rep4: 0.071 ± 0.011 Concéntrica: Rep1: 0.135 ± 0.021 Rep2: 0.152 ± 0.025 Rep3: 0.167 ± 0.025 Rep4: 0.168 ± 0.027	Excéntrica: Rep1: 0.043 ± 0.007 Rep2: 0.052 ± 0.007 Rep3: 0.053 ± 0.008 Rep4: 0.054 ± 0.008 Concéntrica: Rep1: 0.087 ± 0.015 Rep2: 0.097 ± 0.015 Rep3: 0.104 ± 0.016 Rep4: 0.112 ± 0.020	Excéntrica: Rep1: 0.217 ± 0.025 Rep2: 0.220 ± 0.022 Rep3: 0.217 ± 0.021 Rep4: 0.230 ± 0.028 Concéntrica: Rep1: 0.253 ± 0.026 Rep2: 0.274 ± 0.027 Rep3: 0.274 ± 0.028 Rep4: 0.305 ± 0.033	Excéntrica: Rep1: 0.162 ± 0.030 Rep2: 0.166 ± 0.033 Rep3: 0.161 ± 0.030 Rep4: 0.178 ± 0.038 Concéntrica: Rep1: 0.231 ± 0.035 Rep2: 0.254 ± 0.041 Rep3: 0.257 ± 0.047 Rep4: 0.279 ± 0.044	Excéntrica: Rep1: 0.157 ± 0.024 Rep2: 0.152 ± 0.024 Rep3: 0.154 ± 0.025 Rep4: 0.142 ± 0.026 Concéntrica: Rep1: 0.166 ± 0.026 Rep2: 0.179 ± 0.025 Rep3: 0.202 ± 0.033 Rep4: 0.208 ± 0.031
			(peso corporal+carga externa 4RM)/2)-peso corporal, Rodilla libre flexionada a 90° hacia posterior, concéntrica máxima velocidad		Excéntrica: Rep1: 0.055 ± 0.006 Rep2: 0.066 ± 0.008 Rep3: 0.066 ± 0.009 Rep4: 0.071 ± 0.011 Concéntrica: Rep1: 0.135 ± 0.021 Rep2: 0.152 ± 0.025 Rep3: 0.167 ± 0.025 Rep4: 0.168 ± 0.027	Excéntrica: Rep1: 0.043 ± 0.007 Rep2: 0.052 ± 0.007 Rep3: 0.053 ± 0.008 Rep4: 0.054 ± 0.008 Concéntrica: Rep1: 0.087 ± 0.015 Rep2: 0.097 ± 0.015 Rep3: 0.104 ± 0.016 Rep4: 0.112 ± 0.020	Excéntrica: Rep1: 0.217 ± 0.025 Rep2: 0.220 ± 0.022 Rep3: 0.217 ± 0.021 Rep4: 0.230 ± 0.028 Concéntrica: Rep1: 0.253 ± 0.026 Rep2: 0.274 ± 0.027 Rep3: 0.274 ± 0.028 Rep4: 0.305 ± 0.033	Excéntrica: Rep1: 0.162 ± 0.030 Rep2: 0.166 ± 0.033 Rep3: 0.161 ± 0.030 Rep4: 0.178 ± 0.038 Concéntrica: Rep1: 0.231 ± 0.035 Rep2: 0.254 ± 0.041 Rep3: 0.257 ± 0.047 Rep4: 0.279 ± 0.044	Excéntrica: Rep1: 0.157 ± 0.024 Rep2: 0.152 ± 0.024 Rep3: 0.154 ± 0.025 Rep4: 0.142 ± 0.026 Concéntrica: Rep1: 0.166 ± 0.026 Rep2: 0.179 ± 0.025 Rep3: 0.202 ± 0.033 Rep4: 0.208 ± 0.031
			(peso corporal+carga externa 4RM)/2)-peso corporal, Rodilla libre extendida hacia anterior, concéntrica máxima velocidad		Excéntrica: Rep1: 0.055 ± 0.006 Rep2: 0.066 ± 0.008 Rep3: 0.066 ± 0.009 Rep4: 0.071 ± 0.011 Concéntrica: Rep1: 0.135 ± 0.021 Rep2: 0.152 ± 0.025 Rep3: 0.167 ± 0.025 Rep4: 0.168 ± 0.027	Excéntrica: Rep1: 0.043 ± 0.007 Rep2: 0.052 ± 0.007 Rep3: 0.053 ± 0.008 Rep4: 0.054 ± 0.008 Concéntrica: Rep1: 0.087 ± 0.015 Rep2: 0.097 ± 0.015 Rep3: 0.104 ± 0.016 Rep4: 0.112 ± 0.020	Excéntrica: Rep1: 0.217 ± 0.025 Rep2: 0.220 ± 0.022 Rep3: 0.217 ± 0.021 Rep4: 0.230 ± 0.028 Concéntrica: Rep1: 0.253 ± 0.026 Rep2: 0.274 ± 0.027 Rep3: 0.274 ± 0.028 Rep4: 0.305 ± 0.033	Excéntrica: Rep1: 0.162 ± 0.030 Rep2: 0.166 ± 0.033 Rep3: 0.161 ± 0.030 Rep4: 0.178 ± 0.038 Concéntrica: Rep1: 0.231 ± 0.035 Rep2: 0.254 ± 0.041 Rep3: 0.257 ± 0.047 Rep4: 0.279 ± 0.044	Excéntrica: Rep1: 0.157 ± 0.024 Rep2: 0.152 ± 0.024 Rep3: 0.154 ± 0.025 Rep4: 0.142 ± 0.026 Concéntrica: Rep1: 0.166 ± 0.026 Rep2: 0.179 ± 0.025 Rep3: 0.202 ± 0.033 Rep4: 0.208 ± 0.031
			(peso corporal+carga externa 4RM)/2)-peso corporal, Rodilla libre flexionada a 90° hacia posterior, concéntrica máxima velocidad		Excéntrica: Rep1: 0.055 ± 0.006 Rep2: 0.066 ± 0.008 Rep3: 0.066 ± 0.009 Rep4: 0.071 ± 0.011 Concéntrica: Rep1: 0.135 ± 0.021 Rep2: 0.152 ± 0.025 Rep3: 0.167 ± 0.025 Rep4: 0.168 ± 0.027	Excéntrica: Rep1: 0.043 ± 0.007 Rep2: 0.052 ± 0.007 Rep3: 0.053 ± 0.008 Rep4: 0.054 ± 0.008 Concéntrica: Rep1: 0.087 ± 0.015 Rep2: 0.097 ± 0.015 Rep3: 0.104 ± 0.016 Rep4: 0.112 ± 0.020	Excéntrica: Rep1: 0.217 ± 0.025 Rep2: 0.220 ± 0.022 Rep3: 0.217 ± 0.021 Rep4: 0.230 ± 0.028 Concéntrica: Rep1: 0.253 ± 0.026 Rep2: 0.274 ± 0.027 Rep3: 0.274 ± 0.028 Rep4: 0.305 ± 0.033	Excéntrica: Rep1: 0.162 ± 0.030 Rep2: 0.166 ± 0.033 Rep3: 0.161 ± 0.030 Rep4: 0.178 ± 0.038 Concéntrica: Rep1: 0.231 ± 0.035 Rep2: 0.254 ± 0.041 Rep3: 0.257 ± 0.047 Rep4: 0.279 ± 0.044	Excéntrica: Rep1: 0.157 ± 0.024 Rep2: 0.152 ± 0.024 Rep3: 0.154 ± 0.025 Rep4: 0.142 ± 0.026 Concéntrica: Rep1: 0.166 ± 0.026 Rep2: 0.179 ± 0.025 Rep3: 0.202 ± 0.033 Rep4: 0.208 ± 0.031
Evans et al. (2019)	31 personas (16 hombres y 15 mujeres) con nivel de experiencia en levantamiento principiante, intermedio y avanzado	Sentadilla tradicional	5RM, con barra hasta que muslo estuviera paralelo al suelo	RMS, media de proporción de MVIC	Derecho: 0.992660 ± 0.4939156 Izquierdo: 0.981799 ± 0.5159906	N/A	Derecho: 1.607793 ± 0.6188813 Izquierdo: 1.962875 ± 1.5131805	Derecho: 1.793955 ± 0.7004692 Izquierdo: 2.134931 ± 2.1335404	Derecho: 2.830952 ± 1.9601330 Izquierdo: 3.135345 ± 2.8898934
			5RM carga con cinturón, hasta que muslo estuviera paralelo al suelo		Derecho: 0.862798 ± 0.3484028 Izquierdo: 0.839259 ± 0.2498181	N/A	Derecho: 1.856990 ± 1.2992619 Izquierdo: 2.379881 ± 2.6563999	Derecho: 1.960465 ± 1.0441577 Izquierdo: 2.484488 ± 2.484488	Derecho: 2.821397 ± 2.1158538 Izquierdo: 3.439540 ± 2.9368753
Gulick et al. (2015)	13 atletas de competición (9 hombres y 4 mujeres)	Sentadilla tradicional	8RM, hasta que las rodillas tengas 90° flexión y los muslos estén paralelos al suelo	RMS, mV (media y desviación estándar)	Mujer: 0.271 ± 0.295 Hombre: 0.328 ± 0.185	Mujer: 0.148 ± 0.036 Hombre: 0.186 ± 0.129	Cuádriceps: Mujer: 0.646 ± 0.146 Hombre: 0.697 ± 0.199		
			8RM carga con cinturón, hasta que las rodillas tengas 90° flexión y		Mujer: 0.296 ± 0.388 Hombre: 0.227 ± 0.118	Mujer: 0.106 ± 0.013 Hombre: 0.140 ± 0.040	Cuádriceps: Mujer: 0.724 ± 0.220 Hombre: 0.774 ± 0.218		

		los muslos estén paralelas al suelo						
		Sentadilla tradicional	8RM carga con cinturón y bandas, hasta que las rodillas tengas 90° flexión y los muslos estén paralelas al suelo	Mujer: 0.290 ± 0.343 Hombre: 0.247 ± 0.130	Mujer: 0.148 ± 0.026 Hombre: 0.156 ± 0.056	Cuadriceps: Mujer: 0.690 ± 0.284 Hombre: 0.789 ± 0.220		
Korak et al. (2018)	13 mujeres entrenadas en fuerza	Sentadilla tradicional	80% 1RM, hasta qué parte superior de los muslos estuviera paralela al suelo, excéntrica de 2", concéntrica de 1". Protocolo tradicional	27.1 ± 29.2	N/A	4.8 ± 11.3	11.9 ± 16.5	-0.3 ± 13.0
			descanso entre repetición con carga de 1"	RMS, cambio porcentual de la actividad muscular. (media y desviación estándar)				
		Sentadilla tradicional	80% 1RM, hasta qué parte superior de los muslos estuviera paralela al suelo, excéntrica de 2", concéntrica de 1". Protocolo <i>rest-pause</i>	10.6 ± 29.8	N/A	- 8.3 ± 29.6	2.6 ± 15.8	-11.2 ± 27.7
			descanso entre repetición sin carga de 4"					
Wu et al. (2020)	19 hombres recreativamente activos	Sentadilla tradicional	Peso corporal, hasta estar a 90° flexión de rodilla, excéntrico y concéntrico de 2"	N/A	10.2 ± 13.0	49.8 ± 14.9	50.1 ± 15.3	27.7 ± 12.5
		Sentadilla tradicional	20kg barra, hasta estar a 90° flexión de rodilla, excéntrico y concéntrico de 2"	N/A	12.9 ± 14.9	70.2 ± 24.8	66.4 ± 24.4	39.5 ± 15.7
		Sentadilla tradicional	20kg (2 mancuernas de 10kg en cada mano), hasta estar a 90° flexión de rodilla, excéntrico y concéntrico de 2"	N/A	13.8 ± 15.8	72.9 ± 23.5	69.6 ± 23.6	43.6 ± 18.2
		Sentadilla tradicional	20kg con chaleco, hasta estar a 90° flexión de rodilla, excéntrico y concéntrico de 2"	N/A	13.4 ± 15.4	72.4 ± 23.2	68.8 ± 22.7	43.5 ± 18.9
		Sentadilla tradicional	20kg (una pesa entre las piernas), hasta estar a 90° flexión de rodilla, excéntrico y concéntrico de 2"	N/A	13.5 ± 14.8	67.6 ± 22.6	64.3 ± 23.2	34.6 ± 15.8
		Sentadilla tradicional	60% 1RM con barra, hasta que pliegue muslo estuviera inferior a la parte superior de la rodilla, excéntrica y concéntrica de 1". Discos en barra tradicional	N/A	Excéntrica: 8.2 ± 6.3 Concéntrica: 12.9 ± 10.1	Excéntrica: 185.5 ± 80.9 Concéntrica: 249.1 ± 88.1	Excéntrica: 381.1 ± 92.0 Concéntrica: 571 ± 213.6	Excéntrica: 179.7 ± 95.2 Concéntrica: 207.3 ± 126.9
Lawrence et al. (2015)	15 hombres entrenados en resistencia	Sentadilla tradicional	60% 1RM con barra trasera con discos colgando de bandas elásticas, hasta que pliegue muslo estuviera inferior a la parte superior de la rodilla, excéntrica y concéntrica de 1". Discos colgando de bandas enrolladas cuádruplemente con límite de 50 Lb por banda	RMS, actividad muscular integrada (mV x s) (media y desviación estándar)				
		Sentadilla tradicional	de la rodilla, excéntrica y concéntrica de 1". Discos colgando de bandas enrolladas cuádruplemente con límite de 50 Lb por banda	N/A	Excéntrica: 7.6 ± 4.9 Concéntrica: 12.4 ± 9.9	Excéntrica: 185.7 ± 85.8 Concéntrica: 273.1 ± 113.8	Excéntrica: 383.2 ± 144.5 Concéntrica: 626.3 ± 293.6	Excéntrica: 203.7 ± 167.1 Concéntrica: 240.0 ± 168.2

Mehls et al. (2022)	14 hombres y 14 mujeres entrenados en fuerza	Sentadilla tradicional	85% RM con barra hasta que muslos estuvieran paralelas la suelo, excéntrica de 2" y concéntrica de 1"	RMS, %MVIC (media y desviación estándar)	Hombres: Excéntrica Set1: 0.41 ± 0.28 Set2: 0.41 ± 0.28 Set3: 0.41 ± 0.31 Concéntrica Set1: 0.96 ± 0.62 Set2: 0.91 ± 0.61 Set3: 0.95 ± 0.71	Hombres: Excéntrica Set1: 1.42 ± 1.00 Set2: 1.44 ± 1.08 Set3: 1.30 ± 0.97 Concéntrica Set1: 1.82 ± 1.35 Set2: 1.70 ± 1.22 Set3: 1.65 ± 1.27	Hombres: Excéntrica Set1: 0.65 ± 0.38 Set2: 0.71 ± 0.50 Set3: 0.71 ± 0.42 Concéntrica Set1: 0.83 ± 0.51 Set2: 0.93 ± 0.62 Set3: 0.87 ± 0.56	Hombres: Excéntrica Set1: 2.91 ± 1.87 Set2: 2.92 ± 1.96 Set3: 2.80 ± 1.99 Concéntrica Set1: 3.72 ± 2.40 Set2: 3.59 ± 2.35 Set3: 3.52 ± 2.38	Hombres: Excéntrica Set1: 2.18 ± 2.80 Set2: 1.97 ± 1.90 Set3: 2.22 ± 2.04 Concéntrica Set1: 2.60 ± 3.73 Set2: 2.08 ± 1.96 Set3: 2.20 ± 1.82
					Mujeres: Excéntrica Set1: 0.64 ± 0.62 Set2: 0.53 ± 0.34 Set3: 0.51 ± 0.30 Concéntrica Set1: 1.21 ± 0.96 Set2: 1.12 ± 0.87 Set3: 1.10 ± 0.78	Mujeres: Excéntrica Set1: 0.57 ± 0.91 Set2: 0.31 ± 0.18 Set3: 0.44 ± 0.42 Concéntrica Set1: 1.15 ± 2.02 Set2: 1.31 ± 2.79 Set3: 1.51 ± 3.29	Mujeres: Excéntrica Set1: 0.85 ± 0.64 Set2: 0.80 ± 0.58 Set3: 0.79 ± 0.55 Concéntrica Set1: 0.96 ± 0.59 Set2: 0.95 ± 0.69 Set3: 0.92 ± 0.57	Mujeres: Excéntrica Set1: 2.70 ± 2.04 Set2: 2.65 ± 1.96 Set3: 2.60 ± 1.78 Concéntrica Set1: 3.22 ± 2.12 Set2: 3.13 ± 2.40 Set3: 3.17 ± 2.05	Mujeres: Excéntrica Set1: 2.06 ± 1.21 Set2: 1.76 ± 0.78 Set3: 1.80 ± 0.73 Concéntrica Set1: 2.34 ± 1.68 Set2: 1.87 ± 0.92 Set3: 1.82 ± 0.71
Clark et al. (2021)	40 participantes (21 Novatos 1RM<140% de la masa corporal y 19 experimentados 1RM > 160% de la. Masa corporal)	Sentadilla tradicional	Se normalizó 65% SM (1 RM+ (0.89 × masa corporal), hasta profundidad paralela, controlar excéntrica y concéntrica lo más rápido posible. grupo experimentado	RMS, promedio de %RMS	N/A	N/A	REP1: 73 20% de fallar: 76 40% de fallar: 81 60% de fallar: 82 80% de fallar: 82 100% de fallar: 83	N/A	N/A
		Sentadilla tradicional	Se normalizó 65% SM (1 RM+ (0.89 × masa corporal), hasta profundidad paralela, controlar excéntrica y concéntrica lo más rápido posible. grupo novato		N/A	N/A	REP1: 76 20% de fallar: 82 40% de fallar: 87 60% de fallar: 88 80% de fallar: 88 100% de fallar: 88	N/A	N/A
Van-trease et al. (2021)	32 hombres entrenados en fuerza	Sentadilla tradicional	65%RM con barra, excéntrica controlada y concéntrica a máxima velocidad	RMS, normalizado promedio pico concéntrico de 1RM	0.844 ± 0.237	0.785 ± 0.248	0.971 ± 0.222	0.924 ± 0.209	0.862 ± 0.227
		Sentadilla tradicional	85%RM con barra, excéntrica controlada y concéntrica a máxima velocidad		0.937 ± 0.254	0.894 ± 0.273	0.986 ± 0.206	0.957 ± 0.244	0.931 ± 0.251
		Sentadilla tradicional	65%RM con <i>Safety Bar</i> , excéntrica controlada y concéntrica a máxima velocidad		0.873 ± 0.292	0.762 ± 0.235	0.937 ± 0.195	0.912 ± 0.234	0.842 ± 0.254
		Sentadilla tradicional	85%RM con <i>Safety Bar</i> , excéntrica controlada y concéntrica a máxima velocidad		0.980 ± 0.308	0.857 ± 0.277	1.003 ± 0.190	0.954 ± 0.215	0.964 ± 0.243
Andersen et al. (2014)	15 hombres entrenados en fuerza (no competitivos)	Sentadilla búlgara	6RM, hasta 80° en la rodilla, propio ritmo. En suelo (estable)	RMS, %MVIC	N/A	215.5 ± 106.7 %	N/A	N/A	70.7 ± 18.3 %
		Sentadilla búlgara	6RM, hasta 80° en la rodilla, propio ritmo. En cojín de espuma (inestable)		N/A	193.3 ± 101.5 %	N/A	N/A	868.9 ± 16.1 %
		Sentadilla tradicional	6RM, hasta 80° en la rodilla, propio ritmo. En suelo (estable)		N/A	121.7 ± 35.8 %	N/A	N/A	89.7 ± 16.1 %
		Sentadilla tradicional	6RM, hasta 80° en la rodilla, propio ritmo. En cojín de espuma (inestable)		N/A	118.8 ± 40.1%	N/A	N/A	82.1 ± 19.6 %
Chiu et al. (2017)	9 personas (5 hombres, 4 mujeres) con entrenamiento previo	Sentadilla tradicional	Bajar lo más profundo posible 2 series x 3 repeticiones 80% 1RM. Sin restricción anterior de rodilla	RMS	N/A	Excéntrica: 27 ± 18 Concéntrica: 35 ± 21	Excéntrica: 53 ± 21 Concéntrica: 89 ± 51	Excéntrica: 62 ± 28 Concéntrica: 99 ± 47	Excéntrica: 39 ± 19 Concéntrica: 58 ± 36
		Sentadilla tradicional	Bajar lo más profundo posible 2 series x 3 repeticiones 80% 1RM Con restricción anterior de rodilla, caja al frente de puntas del pie			Excéntrica: 16 ± 6 Concéntrica: 24 ± 9	Excéntrica: 63 ± 41 Concéntrica: 81 ± 60	Excéntrica: 66 ± 32 Concéntrica: 84 ± 47	Excéntrica: 35 ± 22 Concéntrica: 46 ± 36
Gorsuch et al.	20 corredores universitarios	Sentadilla tradicional	6 repeticiones con 10RM,	mV de actividad muscular mediante	N/A	0.07 ± 0.01	N/A	N/A	0.14 ± 0.01

(2013)	(10 hombres y 10 mujeres)		hasta ángulo de 45° rodilla, 1" tanto excéntrico como concéntrico	electromiografía					
		Sentadilla tradicional	6 repeticiones con 10RM, hasta ángulo 90° rodilla, 2" tanto excéntrico como concéntrico			0.08 ± 0.01			0.18 ± 0.01
		Sentadilla tradicional	5 repeticiones al 70% 1RM, descalzo			38 ± 0.24			77 ± 0.56
		Sentadilla tradicional	5 repeticiones al 70% 1RM, Calzado inspirado en pies descalzos			57 ± 49			86 ± 56
Sinclair et al. (2014)	14 hombres con experiencias en levantamiento de sentadilla	Sentadilla tradicional	5 repeticiones al 70% 1RM, Zapatillas de halterofilia	La amplitud EMG media y máxima de cada músculo y se normalizó a % MVC	N/A		N/A	N/A	81 ± 52
		Sentadilla tradicional	5 repeticiones al 70% 1RM, Zapatillas de Running			40 ± 24			94 ± 67
Neto et al. (2020)	16 artículos descriptivos, con población deportista de 231 participantes (90 mujeres y 141 hombres)	Sentadilla tradicional	N/A	Promedio (%MVIC)	26.56 ± 12.33	N/A	N/A	N/A	N/A
		Sentadilla tradicional				60 RM % Excéntrico - Concéntrico 19.2 + 10.0 66.9 + 34.1	60 RM % Excéntrico - Concéntrico 29.0 + 17.2 56.0 + 24.4	60 RM % Excéntrico - Concéntrico 50.6 + 20.1 87.5 + 25.4	
		Sentadilla tradicional				75 RM % Excéntrico - Concéntrico 24.0 + 12.1 85.7 + 45.2	75 RM % Excéntrico - Concéntrico 33.0 + 20.0 66.5 + 29.1	75 RM % Excéntrico - Concéntrico 58.9 + 24.1 91.7 + 26.6	N/A
		Sentadilla tradicional				90 RM % Excéntrico - Concéntrico 24.0 + 12.1 92.7 + 50.0	90 RM % Excéntrico - Concéntrico 33.0 + 22.1 71.1 + 27.6	90 RM % Excéntrico - Concéntrico 58.9 + 24.9 99.2 + 30.6	N/A
Aspe et al. (2014)	14 jugadores de Rugby de élite		3 intensidades relativas (60, 75 y 90% del máximo de 3 repeticiones)	Se presentaron como un porcentaje medio integrado del registrado durante las MVC		60 RM % Excéntrico - Concéntrico 14.4 + 9.3 49.0 + 26.1	60 RM % Excéntrico - Concéntrico 26.4 + 15.0 45.9 + 25.0	60 RM % Excéntrico - Concéntrico 43.9 + 18.2 80.4 + 24.5	
		Sentadilla por encima de la cabeza				75 RM % Excéntrico - Concéntrico 13.4 + 6.9 66.9 + 34.1	75 RM % Excéntrico - Concéntrico 28.1 + 16.7 56.0 + 24.4	75 RM % Excéntrico - Concéntrico 48.5 + 20.4 87.5 + 25.4	N/A
		Sentadilla por encima de la cabeza				90 RM % Excéntrico - Concéntrico 18.6 + 9.5 60.9 + 32.7	90 RM % Excéntrico - Concéntrico 35.0 + 21.6 54.0 + 30.7	90 RM % Excéntrico - Concéntrico 58.5 + 22.4 82.3 + 24.1	N/A
Earp et al. (2016)	10 sujetos (6 hombres y 4 mujeres) entrenamiento previo	Sentadilla tradicional	Sentadilla con barra 80% RM, profundidad máxima hasta quedar a nivel paralelo por 2 repeticiones	% MVC de la sentadilla isométrica. EMG al 33% (proximal), 50% (medio) y 67% (distal) de la longitud del muslo	N/A			Prox- 115.9 ± 65.7 Mid- 87.7 ± 40.9 Dist- 81.9 ± 36.5	N/A
		Sentadilla tradicional	Sentadilla con salto sin peso profundidad máxima hasta quedar a nivel paralelo por 2 repeticiones					Prox- 140.2 ± 86.2 Mid- 84.9 ± 45.2 Dist- 82.2 ± 41.5	
Ander- sen et al. (2016)	19 mujeres sanas con experiencia previa en entrenamiento de fuerza	Sentadilla tradicional	Peso libre 6 RM			0.162 ± 0.186	0.331 ± 0.084	0.474 ± 0.192	0.285 ± 0.130
		Sentadilla tradicional	Peso libre + 2 bandas 39% Carga total	RMS en mV	N/A	0.166 ± 0.166	0.344 ± 0.097	0.489 ± 0.197	0.294 ± 0.130
		Sentadilla tradicional	Peso libre + 4 bandas 73% Carga total			0.182 ± 0.182	0.351 ± 0.101	0.489 ± 0.200	0.295 ± 0.132
Deforest et al. (2014)	9 hombres sanos con experiencia previa en entrenamiento de fuerza	Sentadilla trasera	1 repetición al 85% RM, con la mayor profundidad posible	RMS en mV		Concéntrica: 361.1 ± 228.6 Excéntrica: 134.4 ± 66.2	Concéntrica: 392.2 ± 220.4 Excéntrica: 161.1 ± 106.6	Concéntrica: 660.0 ± 363.3 Excéntrica: 566.7 ± 313.6	Concéntrica: 718.9 ± 424.6 Excéntrica: 547.8 ± 291.6
									Concéntrica: 1526.7 ± 410.0 Excéntrica: 1182.2 ± 364.9

Root mean square (RMS), Maximal voluntary isometric contraction (MVIC), Maximal voluntary contraction (MVC), No aplica (N/A), Repetición máxima (RM), Serie (Set), Repetición (Rep), Milivoltios (mV), Segundos ("), Kilogramo (Kg), Libras (Lb), Electromiografía (EMG)

Discusión y conclusión

En el transcurso de esta revisión, se exploraron diversas estrategias que evidencian un notorio incremento en la activación muscular de vasto lateral, vasto medial, recto femoral, glúteo mayor y bíceps femoral durante la ejecución de la sentadilla tradicional. Se destacan factores clave que influenciaron esta activación, tales como la profundidad del ejercicio, la fase de contracción, la carga empleada y el número de repeticiones. A pesar de este enfoque, es fundamental subrayar que otras estrategias examinadas, como el tipo de carga utilizado, no lograron generar el mismo aumento de activación muscular como se observó en las anteriores estrategias mencionadas. Asimismo, al evaluar la influencia del sexo en la población, no se evidenciaron diferencias significativas en la activación muscular frente a las cargas utilizadas.

Si bien las estrategias previamente mencionadas fueron evaluadas en cuanto al aumento de la activación muscular, a continuación, se listarán todas ellas, comenzando por aquellas que sí presentaron un incremento significativo y finalizando por aquellas que no tuvieron un efecto notable, además de las implementaciones a nivel deportivo y en rehabilitación, que se podrían aplicar.

Profundidad de ejecución

La profundidad de la sentadilla es un aspecto relevante que ha generado considerable interés en la literatura científica. Al analizar los resultados obtenidos por diversos estudios incluidos en esta revisión, se observan hallazgos divergentes en cuanto a su impacto en la activación muscular. Por un lado, Da Silva et al. (2017) compararon la sentadilla tradicional realizada con flexión de rodilla a 90° versus 140°, y encontraron que no existen cambios significativos en la activación del recto femoral y vasto lateral. Sin embargo, se identificó una activación significativamente mayor del glúteo mayor y bíceps femoral durante la sentadilla a 90°.

En contraste, los hallazgos de Gorsuch et al. (2013) demostraron que la sentadilla realizada a 90° genera cambios significativamente mayores en la activación del recto femoral, pero no se observaron diferencias en la activación del bíceps femoral. Además, Contreras et al. (2016) compararon la sentadilla realizada hasta que el muslo estuviera paralelo al suelo (horizontal) versus una máxima flexión de rodilla posible (completa). En este caso, no se encontraron cambios significativos en la activación del glúteo mayor, recto femoral y bíceps femoral.

La revisión sistemática realizada por Neto et al. (2020), promedió resultados de diversos ejercicios, incluyendo diferentes profundidades de la sentadilla tradicional, arroja diferentes resultados de EMG según la profundidad, siendo la sentadilla profunda la de menor activación para el glúteo

mayor.

En conjunto, estos resultados resaltan la complejidad y la falta de consenso en cuanto al impacto directo de la profundidad de la sentadilla en la activación muscular. Es posible que otros factores como la técnica individual, la carga utilizada y la experiencia del sujeto también influyan en los resultados.

Fase del ejercicio

El análisis de la literatura con relación a la interacción entre la fase del movimiento y la activación muscular durante la sentadilla ha arrojado resultados interesantes y divergentes. La mayoría de los estudios revisados coinciden en que la fase ascendente o concéntrica del movimiento suele implicar una mayor activación muscular en comparación con la fase descendente o excéntrica (Aspe & Swinton, 2014; Van den Tillaar, 2015; Lawrence & Carlson, 2015; Chauhan et al., 2016; Van den Tillaar et al., 2014; Van den Tillaar & Helms, 2020; Andersen et al., 2014). Sin embargo, algunos estudios, como el de Chiu et al. (2017), no encontraron cambios significativos entre ambas fases.

Es interesante notar que la técnica utilizada durante la ejecución de la sentadilla también puede tener un impacto en la activación muscular en diferentes fases del movimiento. Chauhan et al. (2016) demostraron que la activación del recto femoral varía según el método utilizado para realizar la sentadilla, siendo mayor en la fase excéntrica durante la sentadilla tradicional y mayor en la fase concéntrica al realizarla en una máquina Smith.

Además, la técnica utilizada durante la ejecución de la sentadilla también puede influir en la activación muscular. Los hallazgos de Slater & Hart (2017) indican que el valgo dinámico (movimiento de las rodillas hacia adentro) o la rodilla adelantada pueden modificar la activación del recto femoral durante las fases concéntrica y excéntrica del movimiento.

El recorrido de la sentadilla también puede influir en la activación muscular. Van den Tillaar (2019) encontró que el punto de mayor activación del glúteo mayor se produce en la fase *sticking* de la sentadilla tradicional. Esta fase se caracteriza por un mayor brazo de momento y, por lo tanto, una mayor carga, lo cual podría explicar la mayor activación muscular observada. Por otro lado, en 2015, otro estudio reportó que el punto de menor activación del glúteo mayor es la fase de *pre-sticking* en la sentadilla tradicional (Van den Tillaar, 2015). Estos hallazgos sugieren que el recorrido y las demandas específicas de cada fase pueden influir en la activación muscular.

La fase de activación muscular durante la sentadilla es un tema complejo y multifacético. Si bien la mayoría de los estudios sugieren una mayor activación en la fase ascendente

o concéntrica, otros resultados divergentes indican que factores como la técnica, el tipo de equipamiento, factores biomecánicos y el recorrido del movimiento también pueden influir en la activación muscular.

Carga empleada

El explorar la relación entre la carga empleada y la activación muscular revela resultados interesantes y complejos. Al revisar los estudios pertinentes, se encontró que la activación muscular no siempre se incrementa de manera proporcional al aumento de la carga utilizada. Por ejemplo, en la sentadilla tradicional, autores observaron que el glúteo mayor presentó un aumento significativo de activación en los rangos del 60% al 80% del RM (Van den Tillaar et al., 2019) mientras que al comparar una carga estándar de 60 kg y el 1RM, no se encontraron diferencias significativas en la activación del glúteo mayor, vasto lateral y bíceps femoral (Delgado et al., 2019). Estos resultados sugieren que la activación muscular puede no depender exclusivamente del peso absoluto levantado, sino que otros factores también pueden influir en la respuesta muscular.

Por otro lado, otros estudios indican que sí existe una relación proporcional entre la carga y la activación muscular. Se encontró que el recto femoral tuvo un aumento en su activación de forma proporcional entre los rangos de 30% hasta el 100% del 1RM, tanto como el bíceps femoral que mostró un aumento significativo en la activación muscular en los rangos del 30% al 40% del 1RM y nuevamente entre el 40% y el 90% del 1RM (Van den Tillaar et al., 2019). En otro estudio, se comparó la activación del bíceps femoral, vasto medial y vasto lateral utilizando el 65% y el 85% del 1RM, y se encontró que una mayor carga resultó en una mayor activación muscular (Vantrease et al., 2021). Asimismo, se ha reportado que el vasto lateral y medial alcanzaron su mayor activación con una carga correspondiente al 100% del 1RM (Van den Tillaar et al., 2019). Otro estudio que evaluó el vasto medial y bíceps femoral utilizando bandas elásticas que correspondían al 39% y 73% de la carga total también mostró una mayor activación con el aumento de la carga (Andersen et al., 2016). Estos hallazgos respaldan la idea de que una mayor carga puede resultar en una mayor activación muscular en ciertos grupos musculares.

Sin embargo, es importante destacar que la utilización del propio peso corporal también puede desencadenar una significativa activación muscular. Un estudio comparativo entre una carga elevada (80% RM) y el propio peso corporal, donde se le solicitó a los participantes que realizaran un salto en la sentadilla sin carga reveló que la activación del vasto lateral fue significativamente mayor en el salto sin carga en comparación con el 80% del 1RM (Earp et al., 2016). Este resultado sugiere que la potencia y la ejecución de un movimiento también pueden influir en la activación muscular, y que el peso corporal sólo puede ser suficiente para generar una activación óptima en ciertos músculos.

La relación entre la carga empleada y la activación muscular es compleja y multifactorial. Si bien en algunos casos

una mayor carga se traduce en una mayor activación muscular, en otros casos otros factores como la técnica, la potencia y la ejecución del movimiento también pueden influir en la respuesta muscular.

Repeticiones y fatiga

La evaluación de los hallazgos en cuanto al número de repeticiones revela que el incremento de la fatiga a medida que avanza el número de repeticiones genera un aumento en el reclutamiento muscular. En el caso de la sentadilla tradicional, se ha reportado que el glúteo mayor y el bíceps femoral experimentaron un aumento en su actividad muscular a medida que se aumentaba el número de repeticiones hasta un máximo de 6RM (Van den Tillaar & Helms, 2020). Lo mismo ocurrió con el recto femoral, donde se menciona un incremento en la activación conforme se realizaban las repeticiones (Van den Tillaar et al., 2014). Estudios adicionales también respaldan estos hallazgos, mostrando un aumento del 22.9% en el reclutamiento del recto femoral y un 13.2% en el bíceps femoral al comparar las dos primeras y las dos últimas repeticiones en un total de 10 repeticiones (Maddigan et al., 2014).

En el caso del vasto lateral, se reportó un comportamiento similar con un aumento progresivo en la señal electromiográfica a medida que se realizaban las repeticiones (Van den Tillaar et al., 2014).

Sin embargo, es interesante destacar que las últimas dos repeticiones no mostraron un aumento en la activación muscular, al igual que ocurrió con el vasto medial, donde no observaron un aumento en las últimas tres repeticiones (Van den Tillaar et al., 2014; Van den Tillaar & Helms, 2020). Estos resultados sugieren que la fatiga generada por un mayor número de repeticiones puede alcanzar un punto máximo y no continuar aumentando la activación.

Además, se encontró que el comportamiento y las repeticiones no varía significativamente entre poblaciones, ya que tanto en expertos como en novatos se presentó el mismo fenómeno de aumento en la activación muscular al realizar repeticiones hasta la fatiga, específicamente en el vasto lateral (Clark et al., 2021).

El incremento de la fatiga relacionado con el aumento del número de repeticiones se asocia con un mayor reclutamiento muscular en varios grupos musculares. Sin embargo, es importante tener en cuenta que según los hallazgos la activación muscular puede alcanzar un punto máximo y no seguir aumentando a medida que se realizan más repeticiones, lo que sugiere la complejidad de la relación entre la fatiga y el reclutamiento muscular.

Tipo y posicionamiento de la carga

Considerando las diversas modalidades de resistencia empleadas en la realización de la sentadilla y sus variantes, los estudios presentaron el uso de barras, cinturón, mancuernas, chaleco y pesas rusas (Evans et al., 2019; Gulick et al., 2015; Van den Tillaar & Helms, 2020; Wu et al., 2020). Al comparar el ejercicio realizado con la misma carga (5

RM-6 RM y 8 RM), no se encontraron diferencias significativas en la activación del glúteo mayor, recto femoral, vasto lateral, vasto medial y bíceps femoral entre los distintos tipos de resistencia utilizados, ni tampoco en la ubicación de la resistencia, como en el caso de la sentadilla tradicional con barra alta y baja (Van den Tillaar & Helms, 2020) o la ejecutada a nivel de la cintura con cinturón (Evans et al., 2019; Gulick et al. (2015).

Esta aparente falta de influencia significativa del tipo de resistencia en la activación muscular podría sugerir que los músculos objetivos de la sentadilla son capaces de reclutarse eficazmente, independientemente del dispositivo utilizado para aplicar la carga. Sin embargo, es importante destacar que, al generar cambios en el brazo de momento a través de modificaciones en el posicionamiento de la carga, se producen cambios en la activación muscular como sucede al comparar la ejecución de un front squat y back squat (Yavuz et al., 2015). Por tanto, no se debe descartar la relevancia del tipo y posicionamiento de la carga en la activación muscular.

Influencia del sexo

Al examinar sobre la comparación de las activaciones musculares entre hombres y mujeres al realizar la sentadilla revela resultados interesantes pero limitados. La mayoría de los estudios coinciden en que no existen diferencias significativas en la activación de los músculos del glúteo mayor, recto femoral, vasto lateral y vasto medial entre hombres y mujeres durante la ejecución de este ejercicio (Mehls et al., 2022).

Asimismo, al considerar la sentadilla en su forma isométrica, los hallazgos continúan respaldando la noción de que no hay disparidades en la activación muscular del vasto lateral y medial entre ambos sexos (Nimphius et al., 2019). Por otro lado, se ha observado que el único músculo que muestra una diferencia en la activación entre hombres y mujeres durante la sentadilla es el bíceps femoral (Mehls et al., 2022). Sin embargo, es importante destacar que esta disparidad no se mantuvo cuando el ejercicio se realizó en su forma isométrica (Nimphius et al., 2019). Estos resultados limitados resaltan la necesidad de una mayor investigación para comprender completamente la influencia del sexo en la activación muscular durante la sentadilla y otros ejercicios de fuerza.

La presunción de que el sexo no presenta diferencias significativas en la activación muscular durante la sentadilla es una indicación prometedora, pero se necesita más investigación para confirmar esta hipótesis y comprender mejor cómo factores como la composición corporal, la experiencia de entrenamiento y las diferencias neuromusculares pueden influir en estos resultados.

Implementación en la rehabilitación y el deporte

Identificar las estrategias que generan una mayor activación muscular durante la sentadilla y sus variaciones es esencial para mejorar el rendimiento deportivo y la eficacia de

los programas de rehabilitación. La combinación de diferentes aspectos, como la profundidad del ejercicio, la carga utilizada, las repeticiones y el tipo de carga, puede ser clave para lograr resultados óptimos en el entrenamiento y la recuperación de lesiones (Chulvi-Medrano, 2008). En conjunto, estas estrategias ofrecen una perspectiva valiosa para mejorar el rendimiento y la salud muscular en atletas y personas en proceso de recuperación, contribuyendo minuciosamente al diseñar programas de entrenamiento y rehabilitación basados en la sentadilla y sus variaciones, lo que puede abrir nuevas posibilidades para optimizar su efectividad.

En resumidas cuentas, esta revisión tuvo en cuenta la activación muscular durante la sentadilla tradicional, encontrando que la profundidad del ejercicio, la fase del movimiento, la carga utilizada y el número de repeticiones influyen en la activación muscular. No hay consenso sobre el impacto de la profundidad de la sentadilla en la activación. La fase ascendente suele implicar mayor activación que la fase descendente. La relación entre carga y activación muscular es compleja y multifactorial. Aumentar el número de repeticiones puede aumentar la activación, pero puede alcanzar un punto máximo. El tipo y posicionamiento de la carga parecen tener un impacto limitado en la activación electromiográfica. No se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en términos de activación muscular durante la sentadilla. Comprender estas dinámicas es clave para mejorar el rendimiento deportivo y la rehabilitación muscular.

Problemas metodológicos y limitaciones

Los estudios revisados presentan una notable falta de unificación en sus procesos metodológicos, lo cual incluye disparidades en aspectos fundamentales como el número de participantes, sus edades, niveles de experiencia, así como diversas formas de evaluar la EMG. Además, se evidencia una amplia variabilidad en el número de evaluaciones realizadas, las intensidades de la carga utilizada, los tipos de contracciones investigadas, las diferentes amplitudes de movimiento consideradas, y el tempo empleado en la ejecución del ejercicio. Es importante destacar que algunos de los estudios revisados presentan sus resultados únicamente en forma de gráficos, sin proporcionar cifras exactas que permitan una comparación más precisa de los niveles de activación muscular entre investigaciones.

Estas importantes diferencias en la metodología de los estudios generan dificultades para obtener resultados consistentes y comparables entre investigaciones. La falta de estandarización en los procedimientos metodológicos impide una interpretación más precisa y generalizable de los hallazgos.

Por otro lado, cabe mencionar que la mayoría de artículos revisados se encontraban en inglés, lo que puede limitar la cantidad de información disponible acerca del tema revi-

sado, ya que excluye las investigaciones realizadas en español.

Para futuras investigaciones en este campo, es fundamental considerar la importancia de unificar los procedimientos metodológicos utilizados en los estudios, a fin de establecer una base de comparación más sólida y obtener resultados más coherentes, así como no limitar la lectura de artículos a la lengua anglosajona. De esta manera, se podrá avanzar hacia una comprensión más profunda de las estrategias que influyen en la activación muscular.

A pesar de los problemas metodológicos encontrados en los estudios revisados, se destaca la relevancia de esta investigación en el campo de la activación muscular durante la sentadilla. Los resultados obtenidos proporcionan información valiosa para profesionales de la salud, entrenadores y atletas, al identificar estrategias que podrían potencialmente mejorar el desarrollo muscular y el rendimiento. Sin embargo, es crucial abordar las limitaciones metodológicas y buscar la estandarización para lograr una mayor fiabilidad y aplicabilidad de los resultados en el ámbito deportivo y de rehabilitación. Asimismo, se insta a futuros investigadores a abordar estos desafíos metodológicos y a continuar avanzando en la comprensión de este importante tema.

Puntos clave y aplicaciones prácticas:

- La fase concéntrica de la sentadilla es donde generalmente se encuentra una mayor activación junto al *sticking point*. Los fisioterapeutas y preparadores físicos deberán tener esto en cuenta a la hora de pensar variaciones en el estímulo para impactar de mayor medida en la activación muscular.

- La activación muscular tiende a aumentar de una forma no lineal conforme se aumenta la carga levantada. Por lo tanto, si se quiere incidir en una mayor activación muscular, podría ser ventajoso aumentar la intensidad.

- Una mayor profundidad no necesariamente lleva a una mayor activación muscular. En consecuencia, si únicamente se tiene el objetivo de mejorar el reclutamiento muscular, no es indispensable aumentar la profundidad de ejecución.

- A medida que se realizan las repeticiones, la activación muscular se incrementa. Por lo cual, el número de repeticiones deberá tenerse en cuenta si se quiere incidir en el porcentaje de activación muscular.

- Únicamente un artículo, en esta revisión, evalúa las diferencias entre un entrenamiento guiado por la metodología *rest-pause* y la tradicional encontrando únicamente una activación a favor del glúteo mayor lo que indica que esto puede no ser un factor determinante en los otros músculos. La falta de artículos encontrados en esta revisión sobre este tema dificulta señalar con certeza qué tipo de entrenamiento puede llegar a generar mayor activación muscular.

- Los hallazgos de los artículos incluidos en esta revisión muestran que no hubo diferencias en la activación muscular al utilizar distintos tipos de resistencia durante la sentadilla. No obstante, es relevante tener en cuenta que

estos resultados no descartan por completo la posibilidad de que el tipo de carga pueda tener importancia en otros escenarios o con diferentes rangos de cargas.

- No hay cambios significativos entre sexos a la hora de evaluar la EMG. Si bien fueron pocos los artículos y se deben realizar más estudios, esto indica que, al tener dos personas de sexos opuestos con características similares, no es necesario realizar diferentes ejercicios ya que posiblemente se generará la misma activación muscular en cuanto a sentadilla se refiere.

- Conocer cómo diferentes factores afectan la activación muscular durante la sentadilla puede ayudar en la selección de variaciones de este ejercicio para dirigirse a diferentes grupos musculares o adaptarse a las necesidades individuales.

- Se puede utilizar la información antes mencionada con el objetivo de corregir desequilibrios musculares o deficiencias de fuerza en ciertos grupos musculares.

- La información recopilada en esta revisión puede servir como base para la educación y formación de atletas y pacientes, ayudándoles a comprender la importancia de la técnica adecuada y la selección apropiada de carga y repeticiones.

- Estos conceptos brindarán herramientas a entrenadores, preparadores físicos y fisioterapeutas para diseñar programas de ejercicio más efectivos, que se enfoquen en los grupos musculares específicos según los objetivos del individuo.

Referencias

- Andersen, V., Fimland, M. S., Brennsset, L. R., Haslestad, M. S., Lundteigen, M. S., Skalleberg, K., & Saeterbakken, A. H. (2014). Muscle Activation and Strength in Squat and Bulgarian Squat on Stable and Unstable Surface.
- Andersen, V., Steiro Fimland, M., Knutson Kolnes, M., Jensen, S., Laume, M., & Hole Saeterbakken, A. (2016). Electromyographic Comparison of Squats Using Constant or Variable Resistance. *Journal of strength and conditioning research*, 30(12), 3456–3463.
- Aspe, R. R., & Swinton, P. A. (2014). Electromyographic and kinetic comparison of the back squat and overhead squat. *Journal of strength and conditioning research*, 28(10), 2827–2836.
- Brotzman, S. B., & Manske, R. C. (2018). Rehabilitación ortopédica clínica: un enfoque basado en la evidencia (4ª ed.). Elsevier España.
- Bryanton, M. A., Kennedy, M. D., Carey, J. P., & Chiu, L. Z. F. (2012). Effect of Squat Depth and Barbell Load on Relative Muscular Effort in Squatting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2820–2828.
- Chauhan, E., Bridge, C., Hammond, B., & Marques-Bruna, P. (2016). Surface Electromyography Analysis of the Free, Smith and Split Squats Performed by Strength-Trained Males. *Journal of Fitness Research*, 5(3), 68–

79.

- Chiu, L. Z., vonGaza, G. L., & Jean, L. M. (2017). Net joint moments and muscle activation in barbell squats without and with restricted anterior leg rotation. *Journal of Sports Science*, 35(1), 35-43.
- Chulvi-Medrano, I. (2008). Revisión narrativa del rol de la sentadilla en los programas de acondicionamiento neuromuscular y rehabilitación. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 12(1):35-45
- Clark, D. R., Lambert, M. I., Grigson, C., & Hunter, A. M. (2021). Impact of resistance training status on trunk muscle activation in a fatiguing set of heavy back squats. *European Journal of Applied Physiology*, 121(2), 597-608.
- Contreras B, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, Beardsley C, Cronin J. (2016). A Comparison of Gluteus Maximus, Biceps Femoris, and Vastus Lateralis Electromyography Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance-Trained Females. *J Appl Biomech*, 1(1):16-22.
- Corradi, E. F. F., Lanza, M. B., Lacerda, L. T., Andrushko, J. W., Martins-Costa, H. C., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Chagas, M. H. (2021). Acute physiological responses with varying load or time under tension during a squat exercise: A randomized cross-over design. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(2), 171-176.
- Da Silva, J. J., Schoenfeld, B. J., Marchetti, P. N., Pecoraro, S. L., Greve, J. M. D., & Marchetti, P. H. (2017). Muscle Activation Differs Between Partial and Full Back Squat Exercise With External Load Equated. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1688-1693
- DeFOREST, B. A., Cantrell, G. S., & Schilling, B. K. (2014). Muscle Activity in Single- vs. Double-Leg Squats. *International journal of exercise science*, 7(4), 302-310.
- Del Vecchio, L., Daewoud, H., & Green, S. (2018). The health and performance benefits of the squat, deadlift, and bench press. *MOJ Yoga Physical Ther.*, 3(2), 40-47.
- Delgado, J., Drinkwater, E. J., Banyard, H. G., Haff, G. G., & Nosaka, K. (2019). Comparison Between Back Squat, Romanian Deadlift, and Barbell Hip Thrust for Leg and Hip Muscle Activities During Hip Extension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(10), 2595-2601.
- Kompf, J., & Arandjelović, O. (2017). The Sticking Point in the Bench Press, the Squat, and the Deadlift: Similarities and Differences, and Their Significance for Research and Practice. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(4), 631-640.
- Earp, J. E., Stucchi, D. T., DeMartini, J. K., & Roti, M. W. (2016). Regional Surface Electromyography of the Vastus Lateralis During Strength and Power Exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 30(6), 1585-1591.
- Eliassen, W., Saeterbakken, A. H., & Van Den Tillaar, R. (2018). Comparison of Bilateral and Unilateral Squat Exercises on Barbell Kinematics and Muscle Activation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(5), 871-881.
- Evans, T. W., McLester, C. N., Howard, J. S., McLester, J. R., & Calloway, J. P. (2019). Comparison of Muscle Activation Between Back Squats and Belt Squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), S52-S59.
- Gorsuch, J., Long, J., Miller, K., Primeau, K., Rutledge, S., Sossong, A., & Durocher, J. J. (2013). The effect of squat depth on multiarticular muscle activation in collegiate cross-country runners. *Journal of strength and conditioning research*, 27(9), 2619-2625.
- Gulick, D. T., Fagnani, J. A., & Gulick, C. N. (2015). Comparison of Muscle Activation of Hip Belt Squat and Barbell Back Squat Techniques. *Isokinetics and Exercise Science*, 23(2), 101-108.
- Korak, J. A., Paquette, M. R., Fuller, D. K., Caputo, J. L., & Coons, J. M. (2018). Effect of a Rest-Pause vs. Traditional Squat on Electromyography and Lifting Volume in Trained Women. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1309-1314.
- Lawrence, M. A., & Carlson, L. A. (2015). Effects of an Unstable Load on Force and Muscle Activation During a Parallel Back Squat. *Journal of strength and conditioning research*, 29(10), 2949-2953.
- López-Trujillo, V. H., Bustamante-Valles, K. D., Candia-Luján, R., & Nájera Longoria, R. J. (2022). Análisis de electromiografía en la sentadilla libre con barra: Revisión sistemática. / Electromyography analysis of the free barbell squat: A systematic review. *Retos Nuevas Perspectivas en Educación Física, Deporte y Recreación*, 45, 611-621.
- Luebbbers, P. E., & Fry, A. C. (2015). The Kansas Squat Test: A Valid and Practical Measure of Anaerobic Power for Track and Field Power Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 29(10), 2716-2722.
- Maddigan, M. E., Button, D. C., & Behm, D. G. (2014). Lower-Limb and Trunk Muscle Activation With Back Squats and Weighted Sled Apparatus. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3346-3353
- Maniar, N., Cole, M. H., Bryant, A. L., & Opar, D. A. (2022). Muscle Force Contributions to Anterior Cruciate Ligament Loading. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(8), 1737-1750
- Massó, N., Rey, F., Romero, D., Gual, G., Costa, L., & Germán, A. (2010). Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Sports Med*, 45(166), 127-136.
- Mehls, K., Grubbs, B., Jin, Y., & Coons, J. (2022). Electromyography Comparison of Sex Differences During the Back Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 310-313.
- Monajati, A., Larumbe-Zabala, E., Goss-Sampson, M., &

- Naclerio, F. (2019). Surface Electromyography Analysis of Three Squat Exercises. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 73-83.
- Neto, W. K., Soares, E. G., Vieira, T. L., Aguiar, R., Chola, T. A., Sampaio, V. L., & Gama, E. F. (2020). Gluteus Maximus Activation during Common Strength and Hypertrophy Exercises: A Systematic Review. *Journal of sports science & medicine*, 19(1), 195-203.
- Nimphius, S., McBride, J. M., Rice, P. E., Goodman-Capps, C. L., & Capps, C. R. (2019). Comparison of Quadriceps and Hamstring Muscle Activity during an Isometric Squat between Strength-Matched Men and Women. *Journal of sports science & medicine*, 18(1), 101-108.
- Oliva, V., Buzgo, G., Novosad, A., & Vajda, M. (2020). The force-curve in squatting according to performance level. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(6), 3436-3444.
- Sinclair, J., McCarthy, D., Bentley, I., Hurst, H. T., & Atkins, S. (2015). The influence of different footwear on 3-D kinematics and muscle activation during the barbell back squat in males. *European Journal of Sport Science*, 15(7), 583-590.
- Slater, L. V., & Hart, J. M. (2017). Muscle Activation Patterns During Different Squat Techniques. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 667-676.
- Van den Tillaar, R. (2015). Kinematics and Muscle Activation Around the Sticking Region in Free-Weight Barbell Back Squats. *Kinesiology Slovenska*, 21(1), 15-25.
- Van den Tillaar, R. (2019). Effect of Descent Velocity upon Muscle Activation and Performance in Two-Legged Free Weight Back Squats. *Sports*, 7(1), 15-1.
- Van den Tillaar, R., & Helms, E. (2020). Comparison of Muscle Activation and Kinematics in 6-RM Squatting with Low and High Barbell Placement. *Journal of human kinetics*, 74, 131-142.
- Van den Tillaar, R., Andersen, V., & Saeterbakken, A. H. (2014). Comparison of Muscle Activation and Performance During 6 RM, Two-Legged Free-Weight Squats. *Kinesiology Slovenska*, 20(2), 5-16.
- Van den Tillaar, R., Andersen, V., & Saeterbakken, A. H. (2019). Comparison of muscle activation and kinematics during free-weight back squats with different loads. *PloS one*, 14(5), e0217044.
- Vantrease, W. C., Townsend, J. R., Sapp, P. A., Henry, R. N., & Johnson, K. D. (2021). Maximal Strength, Muscle Activation, and Bar Velocity Comparisons Between Squatting With a Traditional or Safety Squat Bar. *Journal of strength and conditioning research*, 35(Suppl 1), S1-S5.
- Wu, H. W., Tsai, C. F., Liang, K. H., & Chang, Y. W. (2020). Effect of Loading Devices on Muscle Activation in Squat and Lunge. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(2), 200-205.
- Yavuz, H. U., Erdağ, D., Amca, A. M., & Arıtan, S. (2015). Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads. *Journal of Sports Sciences*, 33(10), 1058-1066. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.984240>

Datos de los/as autores/as:

Alejandro Arango Sarmiento	alejoarangos@hotmail.com	Autor/a
Diego Alejandro Calderón López	dcalderonl@ces.edu.co	Autor/a
María Isabel Torres Cadavid	torres.mariai@uces.edu.co	Autor/a
Juan Camilo Martínez Montoya	martinezjm.juan@uces.edu.co	Autor/a
Andrés Ocampo García	ocampog.andres@uces.edu.co	Autor/a