

Biomecánica en el gesto técnico de una sentadilla en personas que asisten al gimnasio: revisión sistemática

Biomechanics in the technical gesture of a squat in people who attend the gym: systematic review

Adrián Patricio Pillajo Ortega

Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. appillajoo@uce.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7917-1354>

Contacto: appillajoo@uce.edu.ec

Artículo recibido el 19/septiembre/2024. Aprobado 22/octubre/2024

Resumen

La sentadilla es un ejercicio que tonifica directamente el tren inferior pero también fortalece los músculos, tendones y ligamentos de todo el cuerpo. Durante los últimos años la biomecánica en el gesto técnico de la sentadilla se ha vuelto un tema de gran interés para investigadores y entrenadores, puesto que su transferencia a nivel deportivo y a actividades cotidianas es muy alta, por esta razón, siempre se ha debatido varios puntos como, el rango de movimiento, la posición de los pies, los ángulos de ejecución, etc. El objetivo de este estudio fue analizar la literatura científica sobre la biomecánica del gesto técnico de la sentadilla en personas que asisten al gimnasio. Esta investigación se realizó mediante una revisión sistemática, siguiendo los lineamientos del método PRISMA, a través de búsquedas en diferentes bases de datos, para seleccionar los estudios más relevantes. En los resultados, se encontró que la biomecánica de la sentadilla puede variar según las características de cada sujeto, el rango articular, la experiencia de entrenamiento, el músculo objetivo y el tipo de sentadilla. Se concluye en que el análisis de la literatura científica demostró que la correcta ejecución de la sentadilla depende del contexto de cada individuo.

Palabras clave: Sentadilla; Gimnasio; Biomecánica; Movilidad Articular; Rendimiento; Técnica.

Abstract

The squat is an exercise that directly tones the lower body but also strengthens the muscles, tendons and ligaments of the entire body. In recent years, the biomechanics of the technical gesture of the squat has become a topic of great interest for researchers and coaches, since its transfer to sports

and daily activities is very high, for this reason, several points have always been debated, such as the range of motion, the position of the feet, the angles of execution, etc. The objective of this study was to analyze the scientific literature on the biomechanics of the technical gesture of the squat in people who attend the gym. This research was carried out through a systematic review, following the guidelines of the PRISMA method, through searches in different databases, to select the most relevant studies. In the results, it was found that the biomechanics of the squat can vary according to the characteristics of each subject, the joint range, the training experience, the target muscle and the type of squat. In conclusion, the analysis of the scientific literature showed that the correct execution of the squat depends on the context of each individual.

Keywords: Squat; Gym; Biomechanics; Joint Mobility; Performance; Technique.

Introducción

Dentro del mundo del entrenamiento, es importante realizar un análisis biomecánico de cada movimiento técnico, ya que la ejecución debe ser perfecta y adecuada para las necesidades de cada individuo, especialmente en deportes que son predominantemente técnicos (Sánchez y Muñoz, 2022). La sentadilla consiste en flexionar las rodillas, la cadera y los tobillos, bajar el cuerpo manteniendo la verticalidad, para luego regresar a una posición erguida. Este ejercicio multiarticular es ampliamente utilizado en los programas de entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo y la salud, ya que su capacidad de activar varios grupos musculares simultáneamente, como son los cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, gastrocnemios, tibiales, musculatura del core, entre otros, lo convierten en un ejercicio completo.

El contexto del entrenamiento de las personas que asisten a los gimnasios, influye para seleccionar la técnica y el tipo de sentadilla a utilizar. Cuni (2022), analizó la cinemática de la sentadilla en fisicoculturistas en el gimnasio de Bayamo, encontrando que la ejecución técnica de la sentadilla está determinada por características anatómicas, espaciales y temporales. Además expresó que los individuos presentan diferencias significativas en la ejecución de la sentadilla. Por lo tanto, la sentadilla va a depender de las particularidades individuales, para realizar y escoger una técnica adecuada y funcional.

En la ciudad de Riobamba, Castro (2024), realizó un estudio sobre la biomecánica de la sentadilla y el fortalecimiento del core en usuarios de gimnasio. En los resultados de su investigación, se encontró que existe una relación entre los ángulos articulares de la rodilla, la cadera y el tobillo,

lo cual es fundamental para la estabilidad y la alineación durante la sentadilla; además, son relevantes para la técnica y el rendimiento. Cabe resaltar que los músculos de la zona media (core), también intervienen para dar estabilidad al movimiento y por ende más aplicación de fuerza.

Moreno et al. (2022), en su estudio denominado, *Diferencias biomecánicas del gesto técnico de la media sentadilla libre en físico-culturistas profesionales y amateur*, realizado en la ciudad de Quito, determinaron que las personas con mayor experiencia en el entrenamiento poseen una técnica más efectiva en la sentadilla, mientras que los amateurs o novatos tienen menor eficiencia en el movimiento biomecánico, dada su inexperiencia. Es importante mencionar que los fisicoculturistas tienen la capacidad de activar grupos musculares específicos en el movimiento.

Por otro lado, en los últimos años, los profesionales de la salud señalan sobre un riesgo potencial que provoca lesiones en la zona de la espalda baja y las rodillas. Sin embargo, los entrenadores mencionan que la sentadilla es el ejercicio más completo para el trabajo de la fuerza. Por esta razón es importante mencionar que los profesionales del área deben conocer sobre la biomecánica de la sentadilla para poder evitar lesiones a las personas que asisten a los gimnasios.

La sentadilla es un ejercicio utilizado por diversos preparadores físicos, ya que tiene varias ventajas importantes que permiten mejorar el rendimiento deportivo y además se puede transferir a las actividades básicas de cada sujeto, como caminar, correr, sentarse, etc. Es importante comprender la información relacionada con este ejercicio, ya que la sentadilla debe adaptarse a la biomecánica y capacidades de cada persona, y no al revés, porque los individuos que asisten a los gimnasios son totalmente diferentes unos con otros. Por esta razón, nace la siguiente investigación con el objetivo principal de analizar la literatura científica sobre la biomecánica en el gesto técnico de la sentadilla en personas que asisten al gimnasio.

Metodología

El siguiente estudio se llevó a cabo a través de una revisión sistemática en la cual, Moreno et al. (2018) definen como resúmenes claros y sistemáticos de la información disponible, para responder una pregunta específica en un solo documento, utilizando métodos rigurosos y transparentes. La exploración de este artículo se realizó utilizando diferentes bases de datos y buscadores, como PubMed, SciELO, Dialnet y Google Académico, donde se emplearon diversas estrategias de búsqueda a través del uso de los operadores booleanos AND, OR y NOT. También se utilizaron las pautas establecidas en el método PRISMA.

A continuación, se detallan los criterios de elegibilidad para la selección de los artículos estudiados:

Criterios de elegibilidad

Se consideraron aptos aquellos estudios que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: (1) artículos o investigaciones publicados en los últimos 7 años, (2) estudios escritos en español e inglés, (3) estudios con disponibilidad completa, (4) estudios que contengan al menos una de las variables y que cumplan con el objetivo del estudio. Los estudios se excluyeron si: (1) los estudios publicados en años anteriores a 2017, (2) estudios escritos en idiomas distintos del español e inglés, (3) artículos sin disponibilidad completa, (4) artículos que no contengan ninguna de las variables y que no cumplan con el objetivo de estudio.

Selección de estudios

El proceso de extracción y selección de estudios para esta revisión en una primera exploración, arrojó un total de 319 artículos de las diferentes bases de datos, de los cuales 4 quedaron eliminados por estar duplicados y 225 por no estar relacionados a la temática, pasando 90 estudios para analizar su resumen y metodología, de estos estudios 75 quedaron excluidos por los criterios de elegibilidad, quedando de esta forma 15 estudios para su análisis final y su inclusión en este trabajo de revisión.

Discusión y Análisis de resultados

Autor	Objetivos	Tipo de investigación	Resultados
Moreno et al. (2022)	El objetivo fue analizar la técnica de la media sentadilla en fisiculturistas profesionales y amateurs como método empírico. Descriptiva-explicativa	Descriptiva-explicativa	Los fisiculturistas profesionales poseen una técnica más efectiva, mientras que los amateurs poseen menor eficiencia en el movimiento biomecánico dada su inexperiencia.
Alfonso et al. (2023)	El objetivo de esta investigación fue encontrar los componentes biomecánicos que influyen en la ejecución técnica de la sentadilla profunda en personas con experiencia en el entrenamiento de fuerza.	Descriptiva observacional	Se observó que los sujetos que llegaron a sentadilla profunda son personas con experiencia en el gimnasio y tuvieron mejor estabilidad de pie-rodilla-cadera.
Kitamura, T. (2019)	El objetivo de este estudio fue medir las actividades musculares en una postura de sentadilla normal y una postura de sentadilla con el centro de presión del pie	Observacional prospectivo	Los patrones de actividad muscular varían significativamente según la postura y la presión de los pies (COP) en la sentadilla, y así se puede

	desplazado intencionalmente hacia adelante lo más lejos posible.		desarrollar grupos musculares específicos.
Illmeier G. et al (2023)	El objetivo de esta revisión es exhibir claramente todos los factores importantes que influyen en el adelantamiento de la rodilla al hacer sentadillas con barra y establecer conexiones cruzadas que pueden no ser evidentes a primera vista.	Revisión bibliográfica cualitativa	Las variaciones de sentadillas con barra sin limitaciones son más apropiadas para estimular las extremidades inferiores, reduciendo la tensión en la columna lumbar inferior a comparación con las técnicas restringidas.
Coratella, G. (2021)	El objetivo fue explorar la activación de los músculos de los glúteos, los muslos y la espalda baja en diferentes variaciones de sentadilla.	Estudio cruzado intra-sujeto	Estos hallazgos muestran cómo los culturistas reclutan músculos de forma única al realizar diferentes variaciones de sentadillas.
Choe K. et al. (2021)	El objetivo de esta investigación fue comparar la cinética de las articulaciones de las extremidades inferiores entre la sentadilla con barra y el peso muerto.	Transversal	Las personas que se enfocan en sus extensores de cadera pueden obtener un mayor beneficio del peso muerto tradicional (CD) en comparación con la sentadilla trasera (BS), y las personas que trabajan los extensores de rodilla se benefician al incorporar la BS en comparación con el CD.
Werner D. et al. (2024)	El propósito de este estudio fue comparar distintas evaluaciones clínicas y la biomecánica de la sentadilla entre personas con y sin inestabilidad crónica del tobillo.	Comparativo observacional	Las personas con inestabilidad crónica del tobillo (ICT) tienen una dorsiflexión deficiente al realizar la sentadilla, por lo cual la técnica es ineficiente, además las extremidades con ICT, en sentadillas unilaterales mostraron menores demandas cinemáticas pero mayores demandas cinéticas que las sentadillas bípedas.
Kasovic, J. et al. (2019)	El propósito de este estudio fue comparar la cinemática entre la FS y BS, así como entre el peso muerto convencional y el peso muerto sumo	Experimental	Los resultados sugieren que las variables de carga-velocidad sean individuales para sentadilla frontal (FS) y BS, así como para CD y peso muerto sumo (SD), esto debería usarse con fines de entrenamiento.
Mackey, E., y Riemann, B. (2021)	El objetivo de este estudio fue comparar el impulso del momento articular net, el trabajo, el momento articular neto máximo y el desplazamiento máximo de las articulaciones del tobillo, la rodilla y la cadera entre la BSS y la sentadilla trasera bilateral tradicional (BS).	Experimental cruzado	Tanto la sentadilla búlgara (BSS) como la BS son ejercicios que dominan la cadera. La BSS se puede utilizar mejor en circunstancias en las que se busca centrarse en la extensión de la cadera y minimizar las demandas de la articulación de la rodilla, como en las primeras fases de la rehabilitación de la rodilla.
McCormick, J. et al. (2023)	El Objetivo de este estudio fue examinar los efectos del rendimiento del VPAC en las respuestas biomecánicas de los	Investigación de laboratorio controlado.	La actividad muscular del tronco fue significativamente mayor durante FS versus BS. La contracción abdominal preventiva voluntaria (VPAC) condujo

	músculos del tronco durante el BS cargado versus el FS en sujetos sanos.		a una mejor capacidad para mantener una columna lumbar neutra durante ambas variaciones de sentadilla.
Sánchez B. y Muñoz A. (2022)	El objetivo de este estudio es Analizar información actualizada sobre las adaptaciones cinéticas y cinemáticas que provoca la sentadilla sobre la articulación de la rodilla; incluyendo deportistas femeninos y masculinos, en un rango etario entre 18 y 45 años.	Revisión Sistemática	Los resultados muestran que la tibia al desplazarse genera rotación interna de cadera y valgo de rodilla, también el momento máximo de flexión de rodilla se incrementa al aumentar la carga sobre el 85% de 1RM, además los músculos con mayor activación son: vasto lateral, vasto medial y recto femoral.
Castro A. (2024)	El objetivo de este estudio fue evaluar los errores en la ejecución de la sentadilla y determinar su influencia en la fuerza del Core.	Descriptiva experimental	La sentadilla es un ejercicio que fortalece no solo el tren inferior también desarrolla el tren superior y también la técnica de sentadilla influye en el fortalecimiento del Core.
Gutiérrez M. et al (2019)	El objetivo de este estudio fue comparar las fuerzas de reacción, la potencia y la cinemática del centro de masas durante la realización de sentadillas con salto utilizando la máquina Smith (SM) y el peso libre.	Comparativo experimental	Se sugiere que la situación de la sentadilla libre (SL) es mejor a comparación de la sentadilla con máquina Smith para buscar una aproximación real a la competición deportiva, siendo SL un movimiento que produce un mayor control postural.
Fernandez B. (2023)	El objetivo fue buscar la relación que existe entre la movilidad articular y la fuerza muscular en el movimiento de la sentadilla profunda en los fisicoculturistas.	Descriptiva	Los resultados mencionan que existe una relación significativa entre la movilidad articular y fuerza muscular, además se pudo obtener datos importantes como la correlación índice de masa corporal (IMC) y la fuerza muscular al realizar la sentadilla.
Zawadka M. et al. (2020)	El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el rango de movimiento (ROM) en el plano sagital y los parámetros de tiempo durante una sentadilla con peso corporal y la profundidad de la sentadilla.	Correlacional	Esto sugiere que el tiempo de la pelvis y el tobillo puede ser importante para mantener el equilibrio durante la sentadilla y puede llevar a lograr la profundidad deseada.

Tabla 1: Síntesis de resultados

Los diferentes estudios incluidos en la tabla 1, sobre la biomecánica de la sentadilla en personas que asisten al gimnasio, muestran y detallan las diferencias significativas en la técnica y ejecución eficiente, lo cual depende de varios factores, como el nivel de experiencia, tipo de sentadilla, activación muscular, rango de movimiento y cargas utilizadas.

La sentadilla es el ejercicio de fuerza más estudiado y discutido en el contexto del ejercicio físico y la salud general, puesto que su transferencia nivel deportivo y a actividades cotidianas es

muy alta (Alfonso y Gutierrez, 2023). Por esta razón, siempre se han debatido varios puntos como el rango de movimiento, la posición de los pies, los tipos de sentadilla, los ángulos de ejecución, etc. Estas variables, son cruciales para aplicar un movimiento específico para cada persona.

Alfonso y Gutiérrez (2023), afirman que los sujetos que logran realizar la sentadilla profunda son personas con experiencia en el gimnasio y tuvieron mejor estabilidad de pie-rodilla-cadera, mientras que los sujetos con menor tiempo de entrenamiento llegan a una sentadilla paralela por la falta de movilidad de su cuerpo. Los atletas con mayor experiencia en el gimnasio presentan una técnica más adecuada y una activación muscular más eficiente en comparación de los novatos, así lo menciona, Kitamura (2019) quien explica, que los fisicoculturistas profesionales muestran una mejor técnica, teniendo un mayor control en su postura y menores desplazamientos del centro de presión del pie (COP). Del mismo modo Mackey y Riemann (2021) expresan que, en una sentadilla bípeda, los sujetos más activos demuestran un mayor rango de movimiento que los participantes menos activos. Estos estudios demuestran que factores, como la técnica de la sentadilla, el rango de movimiento y la activación muscular, se ven influenciados por la experiencia y nivel de entrenamiento.

Lo anteriormente mencionado, va en concordancia con Blanco y Quitian (2020), quienes son del criterio que la falta de ejercicio puede afectar negativamente la movilidad articular. A través de su estudio, se comprobaron que la amplitud de movimiento y el desplazamiento de los segmentos se ven influenciados por la edad y el peso al realizar ciertos movimientos, enfatizando que la biomecánica de la sentadilla es superior en personas que asisten al gimnasio y tienen más experiencia, en comparación con aquellas que no practican ejercicio físico.

Es importante destacar lo que mencionan Kasovic et al. (2019), quienes sugieren que los perfiles de carga (1RM), velocidad y ángulos articulares, deben ser individuales tanto para las sentadilla frontal y sentadilla trasera. Además, las variables deben ser específicamente adecuadas al contexto del entrenamiento de cada sujeto, puesto que existe la posibilidad que personas que asistan a los gimnasios solo busquen realizar actividad física para cuidar su salud.

Tipos de sentadilla

En los diferentes estudios de la tabla 1, se encontró que la biomecánica de la sentadilla normal se realiza en posición bípeda, sin ningún tipo de carga externa, y varía según el rango de movimiento: sentadilla media, paralela y profunda. A partir de la sentadilla normal, se conforman los otros tipos

de sentadillas, las cuales dependen de la amplitud de las extremidades inferiores (sentadilla sumo), la posición de la carga externa (barra, máquina Smith, mancuerna, etc.) y el énfasis a una sola extremidad inferior o en desbalances musculares (sentadilla unilateral o búlgara). Cabe resaltar que en la ejecución de este tipo de ejercicio influyen factores como: movilidad articular y el objetivo del entrenamiento.

Mackey y Riemann (2021) y Choe et al. (2021) identificaron que los tipos de sentadilla (sentadilla con barra, sentadilla sin barra) y las cargas utilizadas influyen en los parámetros cinemáticos y cinéticos. La sentadilla con barra presentó una mayor activación de los glúteos y los isquiotibiales, mientras que la sentadilla sin barra aumentó la activación del cuádriceps. Estos resultados demuestran que la selección del tipo de sentadilla y la carga pueden ser importante para los objetivos del entrenamiento, ya que se puede enfatizar grupos musculares en específico.

Rango de Movimiento y Ángulos articulares

El rango de movimiento (ROM) y los ángulos de las articulaciones son críticos para la efectividad y seguridad de la sentadilla. El ROM en la sentadilla está asociado con una mayor activación muscular, especialmente en los músculos extensores de la cadera y la rodilla; es decir, una sentadilla profunda (40° a 45° de flexión de rodilla) enfatiza una mayor activación muscular que la sentadilla paralela (60° a 70° de flexión de rodilla) o sentadilla media (80° a 100° de flexión de rodilla).

Illmeier et al. (2023) resaltan que el ROM dependerá del contexto del individuo y el objetivo del entrenamiento, puesto que se escogerá el tipo de sentadilla según estas variables y su profundidad. Además, existen personas que anatómicamente no podrán realizar rangos articulares extensos. Zawadka et al. (2020) destacan que los fisicoculturistas profesionales y personas con experiencia en el gimnasio alcanzan ángulos más profundos en la flexión de la rodilla y la cadera, lo que optimiza la activación del glúteo máximo y los isquiotibiales. También mencionan que la coordinación espacial de la pelvis y el tobillo puede ser importante para mantener el equilibrio durante la sentadilla y puede llevar a lograr la profundidad deseada.

El ROM varía según el contexto de la persona, es decir, si está totalmente activa, si es una persona sedentaria, si tiene buena flexibilidad o si su fisiología lo permite, pero tener una movilidad articular adecuada puede evitar lesiones o molestias y llevará a un mayor reclutamiento de unidades motoras.

Activación de Músculos

La activación muscular varía significativamente según el tipo de sentadilla y la carga utilizada. Kitamura (2019) encontró que, en comparación con la sentadilla libre, la sentadilla con barra y la sentadilla búlgara resultaron en una mayor activación del glúteo máximo y los isquiotibiales debido a la flexión pronunciada de la cadera. Además, Coratella et al. (2021) y Sánchez y Muñoz (2022) observaron que la activación del cuádriceps es mayor en la sentadilla libre, debido a la mayor demanda de flexión de rodilla, estabilidad y control postural. Cabe resaltar que Castro (2024) y McCormick et al. (2023) explican que la sentadilla es un ejercicio que fortalece no solo el tren inferior, sino que también desarrolla el tren superior. Aunque la técnica de sentadilla puede influir en el fortalecimiento del core, es indispensable tener un control de los músculos de la zona media al momento de realizar el ejercicio, ya que esto reduce el riesgo de lesión en la columna lumbar.

La activación muscular dependerá de varios aspectos, sin embargo, existen dos casos especiales que se pueden aplicar en cualquier variante de sentadilla, la dominancia de cadera y dominancia de rodilla. Si la flexión de la cadera es más dominante, se activan mayormente los músculos posteriores (glúteo, isquiotibiales, lumbar, etc.), pero si existe una mayor flexión de rodilla, la activación del cuádriceps es mayor, pero hay que resaltar que los músculos tanto de la cadena posterior como anterior trabajan en conjunto, puesto que existen movimientos de flexión–extensión de cadera, tobillo y rodilla.

Conclusión

Esta revisión sistemática analizó la información sobre la sentadilla y se concluyó que la ejecución depende del contexto individual. Se debe escoger el tipo de sentadilla, la activación muscular y el rango de movimiento según cada persona. La investigación brinda evidencia sólida sobre la biomecánica de la sentadilla en individuos con distintos niveles de experiencia en el gimnasio. Aquellos con más años de práctica presentan una mejor ejecución y mayor profundidad de la sentadilla que aquellas con menor experiencia en el entrenamiento.

Es indispensable mencionar que los entrenadores deben considerar el nivel de experiencia del individuo, las características anatómicas para así poder adaptar la técnica de enseñanza. Sin embargo, una ejecución inadecuada podría causar problemas de salud, como lesiones en la espalda

baja y rodillas. Se debe tomar en cuenta que la flexibilidad del tobillo, rodilla y cadera es fundamental, ya que cualquier limitación en estas articulaciones puede afectar la técnica correcta. Una limitación importante de este estudio fue la población analizada, ya que la mayoría de las investigaciones se centraron en poblaciones específicas como atletas o fisicoculturistas. Esto limita generalización de los resultados a la población general. Además, los estudios existentes no abordan cómo mejorar la amplitud articular y como mejorar la técnica de la sentadilla. Por lo tanto, se recomienda que futuras investigaciones exploren la biomecánica de la sentadilla en diversas poblaciones y realicen estudios longitudinales y de intervención para optimizar la técnica de la sentadilla.

Bibliografías

Alfonso, J.I. y Gutierrez, M. (2023). Biomecánica de la sentadilla en personas entrenadas entre 20 y 60 años de un centro de entrenamiento de la ciudad de Villa María. [Tesis de Licenciatura, Universidad del Gran Rosario]. Repositorio Institucional digital UGR.

<https://rid.ugr.edu.ar/bitstream/handle/20.500.14125/843/Inv.%20D383%20MFN%207600%20tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Blanco, C., y Quitian, A. (2020). Análisis biomecánico del ejercicio sentadilla libre en sujetos sin acondicionamiento físico. Revista Ontare, 6.

<https://doi.org/10.21158/23823399.v6.n0.2018.2423>

Castro, Á. (2024). Análisis biomecánico de la sentadilla y su influencia en el fortalecimiento del Core. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional digital UNACH.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13322/1/UNACHECFCEHTPAFD-0030-2024.pdf>

Choe, K. H., Coburn, J. W., Costa, P. B., y Pamukoff, D. N. (2021). Hip and Knee Kinetics During a Back Squat and Deadlift. Journal of strength and conditioning research, 35(5), 1364–1371.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002908>

Coratella, G., Tornatore, G., Caccavale, F., Longo, S., Esposito, F., y Cè, E. (2021). The Activation of Gluteal, Thigh, and Lower Back Muscles in Different Squat Variations Performed by Competitive Bodybuilders: Implications for Resistance Training. International journal of environmental research and public health, 18(2), 772. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020772>

Cuní, M. (2021). Análisis cinemático de la ejecución de la sentadilla en fisicoculturistas del gimnasio de Bayamo. OLIMPIA UDG.

<https://revistas.udg.co.cu/index.php/olimpia/article/view/2342/4548>

Fernandez, D. (2023). Relación entre el rango de movimiento articular y fuerza muscular en el movimiento de la sentadilla profunda en fisicoculturistas. [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/37831/1/Fernandez%20Bunces%2c%20Dostin%20Antonio%20final.pdf>

Guerrero, M. y Córdoba, F. (2019). Análisis biomecánico de la sentadilla con cargas sub-máximas, como elemento identificador de posibles lesiones deportivas en columna en personas que asisten regularmente al gimnasio humbert gym sede norte de la ciudad de Palmira. [Tesis de grado, Universidad del Valle]. Biblioteca digital UDV.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstreams/df6a111d9a7e478f8e599f08f0a29f1f/download>

Gutiérrez, M., Marcos, D., Morato, D., Morata, L., Manrique, J. y Gutiérrez, C. (2019). Comparación de la sentadilla con salto usando máquina Smith y masa libre. *Biomecánica*, 27(1), 25-34.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/330424/9249-10407-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Illmeier, G., y Rechberger, J. S. (2023). The Limitations of Anterior Knee Displacement during Different Barbell Squat Techniques: A Comprehensive Review. *Journal of clinical medicine*, 12(8), 2955. <https://doi.org/10.3390/jcm12082955>

Kasovic, J., Martin, B., y Fahs, C. A. (2019). Kinematic Differences Between the Front and Back Squat and Conventional and Sumo Deadlift. *Journal of strength and conditioning research*, 33(12), 3213–3219. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003377>

Kitamura, T., Kido, A., Ishida, Y., Kobayashi, Y., Tsukamoto, S., y Tanaka, Y. (2019). Muscle Activity Pattern with A Shifted Center of Pressure during the Squat Exercise. *Journal of sports science & medicine*, 18(2), 248–252.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6543999/>

- Mackey, E. R., y Riemann, B. L. (2021). Biomechanical Differences Between the Bulgarian Split-Squat and Back Squat. *International journal of exercise science*, 14(1), 533–543. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8136570/>
- McCormick, J. B., Drusch, A. S., Lynch, D. J., Seeber, G. H., Wilford, K. F., Hooper, T. L., Allen, B. S., O'Connell, D. G., Mena-Iturriaga, M. J., Cooper, K. J., y Sizer, P. S. (2023). The Effect of Volitional Preemptive Abdominal Contraction on Biomechanical Measures During A Front Versus Back Loaded Barbell Squat. *International journal of sports physical therapy*, 18(4), 831–844. <https://doi.org/10.26603/001c.84306>
- Moreno Martínez, M. A., Romero Acosta, L. A., y Quintanilla Ayala, L. X. (2022). Diferencias biomecánicas del gesto técnico de la media sentadilla libre en fisico-culturistas profesionales y amateur. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 17(2), 465-476. Epub. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199624522022000200465&lng=es&tlng=pt
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., y Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), 184-186. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>
- Ruiz, F., Tenesaca, D. y Coral, G. (2023). Análisis biomecánico de la sentadilla libre en el levantamiento de potencia en Quito . *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 18(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522023000100003
- Sánchez, B. y Muñoz, A. (2022). Biomecánica de la articulación de rodilla durante la sentadilla: Una revisión sistemática. *Journal of Movement and Health*. 19(2), 1-14. <https://jmh.cl/index.php/jmh/article/view/147/133>
- Werner D., Casey L., Myers E. y Barrios J. (2024). Biomecánica de la sentadilla de miembros inferiores y medidas clínicas selectas en la inestabilidad crónica del tobillo. *Clinical Biomechanics*. [https://www.clinbiomech.com/article/S02680033\(24\)000433/fulltext#secst0045](https://www.clinbiomech.com/article/S02680033(24)000433/fulltext#secst0045)
- Zawadka, M., Smolka, J., Skublewska-Paszkowska, M., Lukasik, E., y Gawda, P. (2020). How Are Squat Timing and Kinematics in The Sagittal Plane Related to Squat Depth?. *Journal of sports science & medicine*, 19(3), 500–507.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7429430/> .