

Relación entre fuerza dinámica máxima de miembro inferior con el sprint y salto vertical en futbolistas amateurs

Relationship between maximum dynamic strength of the lower limb with sprint and vertical jump in amateur soccer players

Felipe Montecino Rojas 

Universidad Santo Tomás, Escuela de Ciencias del Deporte y Actividad Física, Talca, Chile
Correo: felipecienciasdeldeporte@gmail.com

Resumen

Objetivo: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y describir si existe una relación entre la fuerza de miembro inferior en 1RM de sentadilla tras nuca con peso libre con el sprint, SJ y CMJ en futbolistas amateurs. **Metodología:** Estudio cuantitativo-correlacional de corte transversal. La selección de la muestra fue de manera no probabilística por conveniencia con el objetivo de evaluar y describir si existe una relación entre la fuerza de miembro inferior en 1RM de sentadilla tras nuca con peso libre con el sprint, SJ y CMJ en futbolistas amateurs. 23 futbolistas amateurs participaron, todos miembros del Club Deportivo y social Colo-Colo de San Javier (ANFA) VII región, Chile. **Conclusión:** Este estudio demuestra que los niveles de fuerza de 1RM de sentadilla tras nuca no están relacionados con las variables deportivas en los futbolistas amateurs en SJ y Sprint, pero si en el salto CMJ.

Palabras claves: Fútbol, Fuerza muscular, Rendimiento atlético, Ciencias de la nutrición y del Deporte, Aceleración, Ejercicio Físico



Abstract

Objective: The present study aimed to evaluate and describe whether there is a relationship between lower limb strength in 1RM free weight squat with sprint, SJ and CMJ in amateur soccer players. **Methodology:** Quantitative-correlational cross-sectional study. The sample was selected in a non-probabilistic manner for convenience with the aim of evaluating and describing whether there is a relationship between lower limb strength in 1RM free weight squat with sprint, SJ and CMJ in amateur soccer players. 23 amateur soccer players participated, all members of the Colo Colo de San Javier Sports and Social Club (ANFA) VII region, Chile. **Conclusion:** This study shows that 1RM squat strength levels are not related to sports variables in amateur soccer players in SJ and Sprint, but are related to CMJ jump.

Keywords: Soccer, Muscle Strength, Athletic Performance, Sports Nutritional Sciences, Acceleration, Exercise

Introducción

Uno de los deportes más populares en todo el mundo es el fútbol (1). Los futbolistas son considerados atletas sumamente completos que deben desarrollar acciones de barridas, saltos, cambios de direcciones, movimientos a altas velocidades y soportar golpes del rival dado por el propio deporte (2). Una de las capacidades más importantes en el fútbol es la potencia y la fuerza, sobre todo en extremidades inferiores ya que suele ser determinante en los sprints y saltos para concretar jugadas defensivas o de ataque antes que el equipo rival (3, 4). Además, mayores niveles de fuerza muscular en miembros inferiores se relaciona con bajas probabilidades de lesiones (5,3). También se ha demostrado que la fuerza muscular es uno de los componentes más importantes para lograr un alto rendimiento (6). Dado todo lo analizado, pareciera que poseer una buena capacidad de salto, carrera y cambios de dirección son variables importantes para alcanzar un éxito deportivo en el futbol (7, 8, 9).

Los estudios han utilizado varios métodos y sistemas para evaluar la fuerza. Algunos la han evaluado de manera isocinética (10,11); otros, a través de las sentadillas con máquina (12,13) y las sentadillas con peso libre (10, 14, 15, 16, 17), todo esto para investigar la relación entre la fuerza y el rendimiento en el sprint. La evidencia demuestra que las mejores relaciones en fuerza y en sprint se dan cuando se evalúa la fuerza en la sentadilla tras nuca con peso libre (16,17). Siguiendo con el tema de la fuerza es necesario desterrar ciertos mitos y paradigmas, ya que las investigaciones demuestran que el entrenamiento de fuerza es seguro, optimiza el rendimiento y fortalece los sistemas musculoesqueléticos disminuyendo el riesgo de lesiones (18, 19, 20, 21).

El sprint requiere niveles de aceleración y de fuerza considerables para superar la inercia de la masa corporal. Varios estudios han investigado la relación entre la fuerza y los rendimientos de sprint, demostrando que, en general, los atletas más fuertes presentan mejores rendimientos en el sprint (10,14,15,16,17). La evidencia menciona que cuando los futbolistas, independiente del nivel que presenten de cara al estado de entrenamiento, se someten a un plan de intervención y mejoran los niveles de fuerza, también transfieren estos beneficios al sprint (12, 22, 23).

Por otra parte, el salto vertical se usa también en muchas pruebas para evaluar la condición física y rendimiento deportivo, al ser un indicador fiable de potencia muscular general (24). El salto vertical también está relacionado con la fuerza en sentadilla, lo que quiere decir que atletas que presentan mayores niveles de fuerza dinámica máxima en miembros inferiores, presentan un mejor salto (17). Además, un metaanálisis reciente encontró que mayores niveles de salto vertical están relacionados con un mejor sprint (25).

En la actualidad, no existen muchos estudios que relacionen la fuerza dinámica máxima de miembros inferiores con el sprint y salto vertical, por lo que sería interesante poder ver si se da esta relación. Así, el objetivo de este estudio es determinar las relaciones entre la fuerza dinámica máxima en sentadilla trasera, el rendimiento en Sprint de 30 metros y salto vertical (CMJ y SJ) en jugadores de fútbol amateurs. Se planteó la hipótesis de que a mayor fuerza dinámica máxima mayor altura en pruebas de salto y un menor tiempo de sprint.

Metodología y tipo de estudio

Diseño del estudio

El presente estudio es cuantitativo-correlacional, de corte transversal. El estudio se realizó entre el 30 de mayo y el 4 de junio en el centro de entrenamiento Fútbol Cracks y gimnasio House Fitness de la comuna de San Javier de Loncomilla, Chile. Se eligieron futbolistas de manera no probabilística por conveniencia considerando los criterios de inclusión y exclusión. La medición del sprint de 30 metros y la medición del salto vertical CMJ y SJ se realizaron en la primera semana de evaluaciones (30 de mayo) y en la segunda semana (4 de junio) se evaluó la fuerza de 1 RM en sentadilla con peso libre. Todo esto para responder a la pregunta de que si existe una relación entre la fuerza máxima de la 1 RM y la capacidad de salto de CMJ y SJ junto con el sprint de 30 metros.

Criterios de inclusión y exclusión

Los participantes fueron seleccionados y reclutados por un licenciado en ciencias del deporte con experiencia en la evaluación y el manejo de trastornos deportivos y musculoesqueléticos. Los participantes seleccionados fueron varones atletas relativamente jóvenes de entre 17 y 30 años que hayan estado en cualquier nivel de entrenamiento de fútbol. En primera instancia se había planteado como factor de exclusión a los jugadores que no estuvieran con un IMC normal o peso saludable (IMC entre 18.5-24.9) según la calculadora de IMC del centro para el control y prevención de enfermedades (CDC) (26). Pero dado que en el fútbol amateur muchos jugadores no se encuentran dentro de estos parámetros, se decidió incluirlos, para que los resultados fueran referentes al club, ya que muchos de ellos son titulares dentro del equipo (mencionar que son los actuales campeones de liga).

Se excluyeron del estudio los participantes:

- a.** Con una enfermedad cardiorrespiratoria
- b.** Problemas de la columna o de las extremidades inferiores
- c.** Lesión actual
- d.** Antecedentes de alguna cirugía de las extremidades inferiores
- e.** Dolor musculoesquelético confirmado mediante exámenes médicos y físicos

Aprobación ética, registro de ensayos clínicos y consentimiento informado

El estudio se ajusta al Código de Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki). Los participantes recibieron una descripción detallada del estudio, su procedimiento, beneficios y daños antes de aplicar cualquier intervención. Todos los métodos se realizaron siguiendo las directrices y regulaciones pertinentes. Todos los participantes dieron voluntariamente su consentimiento informado por escrito.

Participantes

Participaron 23 futbolistas amateurs (edad: $25,7 \pm 4,2$ años; masa corporal: $76,2 \pm 11,4$ kg y altura corporal: $1,70 \pm 0,06$ cm), todos miembros del Club Deportivo y social Colo Colo de San Javier (ANFA) tanto de la serie de Honor y Primera Serie que juegan en la liga local de la comuna de San Javier de Loncomilla, VII región, Chile. Todos los participantes tenían un promedio de $11,7 \pm 3,9$ años de experiencia en entrenamiento de fútbol competitivo.

Después de ser informados de los beneficios y riesgos del estudio, los sujetos firmaron un formulario de consentimiento informado por escrito aprobado tanto por el club como por el investigador. Cabe mencionar que el participante menor de edad (17,5 años) fue autorizado por sus padres quienes también firmaron una carta de consentimiento informado.

Plan de trabajo

Procedimiento de evaluaciones

Evaluación sprint de 30 metros

Antes de la prueba de sprint de 30 m, los participantes realizaron un calentamiento estándar de carrera de 15 minutos que consistió en trote suave, estiramientos, saltos y, al final, la realización de dos Sprint progresivos (hasta el 90% del esfuerzo máximo) de 30 metros. Este protocolo fue extradido de una revisión de Altman, et al (27). Luego, se completaron dos ensayos, utilizándose el mejor para el análisis. Entre las pruebas, se impuso un descanso de 3 minutos para permitir una recuperación completa.

Al momento de evaluar al deportista se le fijó un cinturón a la altura del tronco posterior para poder anclar el fijador del Race Analyzer® (ChronoJump. Barcelona, España). Una vez que el deportista se ubicó en la posición de partida y el evaluador verificara que el hilo estuviera en máxima tensión y el software estuviera en la evaluación correcta de sprint de 30 metros, se le dio la orden de salida.

Evaluación salto vertical CMJ y SJ

Los futbolistas comenzaron realizando dos pruebas de salto vertical (SJ y CMJ) para medir el poder explosivo promedio de las extremidades inferiores. Los saltos se evaluaron utilizando la plataforma de contacto BoscoSytem® (ChronoJump. Barcelona, España), DIN - A1 (590 x 841 mm) y el software ChronoJump 2.3.0-1528. Antes de la actuación principal de salto, realizaron un breve calentamiento de 5 minutos, finalizando con una demostración de los saltos y la realización de saltos de práctica. Cada jugador realizó tres pruebas de SJ con los brazos en las caderas y tres pruebas de CMJ también con la mano en las caderas. Los mejores resultados de altura para SJ y CMJ se tomaron para un análisis más detallado. El intervalo de descanso entre ensayos fue de 30 s. Se designó una recuperación de dos minutos

entre ambos saltos (SJ y CMJ). Esto se basó en el protocolo de una revisión sistémica de Dudagoitia (28).

Evaluación fuerza dinámica máxima en sentadilla tras nuca con peso libre

Para evaluar el test de fuerza máxima dinámica en sentadilla tras nuca, a los deportistas se les pidió que realizaran un trote de 10 minutos en cinta rodante y luego estiramientos dinámicos de miembros inferiores, todo esto guiado por un licenciado en ciencias del deporte y actividad física. Para comenzar con la evaluación, el deportista realizó 10 repeticiones con el peso solo de la barra, luego fue colocándole peso de manera progresiva, hasta llegar a una carga en donde pudiera realizar 8 repeticiones máximas.

El test comenzó con la selección de una carga en donde el atleta pudiera movilizar 8 repeticiones máximas. Posterior a la ejecución de las 8 repeticiones se fue agregando carga extra (del 5% de la carga seleccionada al comienzo) y solo sacando 2 repeticiones con dicha carga; luego nuevamente se le agregó un 5% extra de la carga inicial y se siguió con el mismo protocolo hasta que el deportista pudiera realizar una única repetición. Al deportista solo se le permitía realizar 2 repeticiones en cada serie con el fin de no fatigar en exceso el miembro inferior y no tener intereseñencias por fatiga en los resultados. Cabe señalar que después de terminar cada serie el deportista descansó entre 2 a 3 minutos por serie (esto variaba según cómo se sintiera de recuperado). Este protocolo se orientó según el estudio de Mendoca, et al. (29).

Instrumentos: detalles del instrumento, validez y fiabilidad

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS (versión 25.0). Se utilizaron los valores de media y desviación estándar para el análisis de la estadística descriptiva. Para la estadística inferencial, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro wilk. Posterior a la prueba de normalidad, se aplicó la prueba paramétrica de Pearson para la relación entre la 1RM y SJ y la prueba no paramétrica de correlación de spearman para la relación de la 1RM y CMJ y sprint de 30 metros. Un coeficiente de correlación r de 0 a 0,4 se consideró como una relación débil, un coeficiente de 0,4 a 0,7 se consideró como una relación moderada y un coeficiente de 0,7 a 1,0 se consideró como una relación fuerte. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

En la tabla 1 se exponen las características generales de la muestra con valores mínimos, máximos, media y desviación estándar. La edad media de los participantes fue de $25,72 \pm 4,21$. El peso corporal fue de $76,25 \pm 11,41$. La estatura fue de $1,70 \pm 0,06$. El IMC fue de $26,08 \pm 3,01$. La RM fue de $91,52 \pm 11,22$. El SJ fue de $30,95 \pm 4,40$. El CMJ fue de $33,86 \pm 4,24$. El sprint fue de $4,68 \pm 0,31$

Tabla 1. Características generales de los participantes.

	Min	Max	Media	DE
Edad (años)	17,50	30,90	25,72	4,21
Peso corporal (kg)	54,70	95,90	76,25	11,41
Estatura (m)	1,54	1,87	1,70	0,06
IMC (kg/m²)	20,84	31,89	26,08	3,01
RM (kg)	70	115	91,52	11,22
SJ (cm)	23,87	39,39	30,95	4,40
CMJ (cm)	26,92	41,12	33,86	4,24
Esprint (s)	4,29	5,24	4,68	0,31

DE: Desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal. RM: Repetición máxima; SJ; Squat Jump; CMJ: Countermovement jump

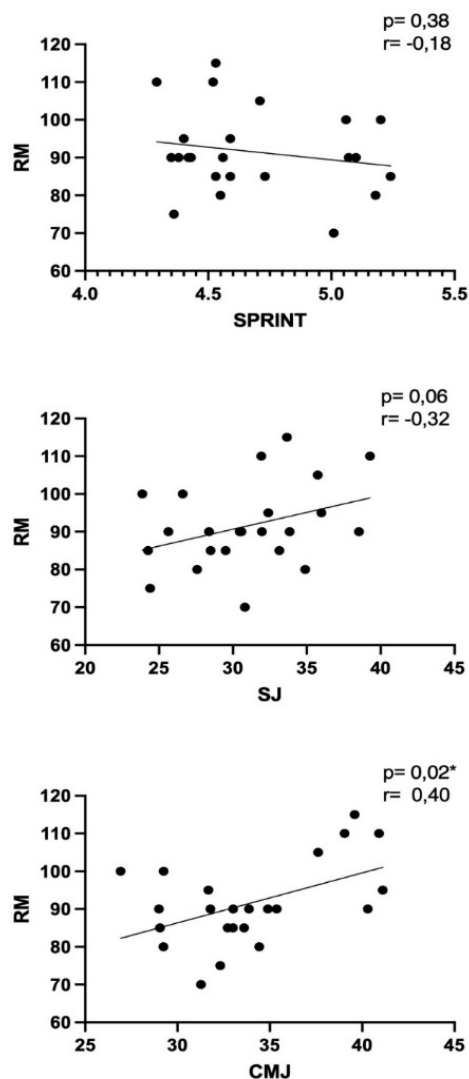
Los resultados mostraron una relación estadísticamente significativa de carácter positivo entre la 1RM de sentadilla dinámica libre tras nuca y el salto CMJ ($r=0,02 - P=0,40$). Por otro lado, no se encontraron relaciones entre la 1 RM de sentadilla libre tras nuca con el salto SJ ($r=0,32 - P=0,06$) y el sprint de 30 metros ($r=-0,18 - P=0,38$). Ver tabla 2.

Tabla 2. Correlación entre RM y variables de rendimiento

Correlación entre RM y variables de rendimiento		
Variable	<i>p</i>	Valor <i>r</i>
SJ	0,06	0,32
CMJ	0,02*	0,40
Esprint	0,38	-0,18

RM: Repetición máxima; SJ; Squat Jump; CMJ: Countermovement jump; *: <0,05

Figura 1. Correlación entre RM y variables de rendimiento (*= $p < 0,05$).



Discusión

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre la fuerza máxima dinámica en sentadilla tras nuca en peso libre con los niveles salto en CMJ y SJ junto con el sprint de 30 metros. Los resultados mostraron una relación estadísticamente significativa de carácter positivo entre la 1RM de sentadilla libre tras nuca y el salto CMJ. Por otro lado, no se encontraron relaciones entre la 1 RM de sentadilla libre tras nuca con el salto SJ y el sprint de 30 metros. La evidencia muestra que en el caso de los futbolistas de alto nivel sí existe una relación entre los niveles de fuerza dinámica máxima de miembro inferior con

los saltos SJ, CMJ y sprint. Por ejemplo, en el estudio de Wisløff et al. (17), informaron que la fuerza máxima en sentadilla (1RM) se relacionó de manera positiva con el sprint de 30 metros ($r = 0,71$ - $p, 0,01$). Además, el rendimiento en la altura del salto vertical se correlacionó con el tiempo de sprint de 10 m ($r = 0,72$ - $p, 0,001$) y de 30 m ($r = 0,60$ - $p, 0,01$). Otra investigación demuestra que la fuerza de los músculos de las piernas se correlaciona fuertemente con la capacidad de correr (30). Otro estudio muy similar es el de Lehance et al. (6), en donde encontró que los futbolistas de elite profesionales y juveniles que tenían mayores niveles de fuerza en los flexores y extensores de rodilla también tienen mejores niveles de salto y un mejor tiempo en el sprint de 10 metros.

Por otra parte, también se demuestra en la literatura que los jugadores que tienen un sprint más rápido presentan un mejor salto vertical (31). También los resultados de un estudio de Boraczynskiet et al. (32), demostraron que los jugadores de fútbol de élite con mayor fuerza en la parte inferior del cuerpo muestran un mejor rendimiento en sprint y CMJ. Como se aprecia en los estudios antes mencionados, todos estos son en futbolistas profesionales, de élite y altamente entrenados, por ende, parece ser que efectivamente en los futbolistas profesionales existe una asociación positiva entre la fuerza de 1 RM de sentadilla o de miembro inferior y las variables de CMJ y SJ junto con el sprint de 10 y 30 metros.

Por otro lado, se ha informado que los futbolistas amateurs presentan bastantes deficiencias de cara al rendimiento deportivo. Por ejemplo, un estudio de Evangelos et al. (31), demostró que los jugadores de fútbol profesionales de primera división de Grecia mostraron valores de potencia, flexibilidad y capacidad aeróbica significativamente mayores en comparación con los jugadores de fútbol de amateurs del mismo país. En el estudio publicado por Nahuel y Gastón García (33) compararon la condición física entre futbolistas argentinos amateur y semiprofesional, donde los resultados fueron favorables a los jugadores semiprofesionales que presentaron mayores niveles de fuerza, velocidad y vo2Max. Está demostrado que los Sprint y saltos son sumamente importantes para el resultado del juego y que para tener un sprint y saltos óptimos se necesitan buenos niveles de fuerza en miembros inferiores (6,17, 30, 34, 35, 36) por eso es importante que los atletas presenten altos niveles de fuerza de miembro inferior como lo son la 1 RM en sentadilla tras nuca en peso libre. El estudio presenta algunas limitaciones. Una de ellas es que la muestra total de jugadores evaluados es pequeña; la edad de los participantes también puede ser una limitación en este estudio ya que los rangos de edades de los participantes eran muy variados. Otra limitación fue que a todos los jugadores se les comparó de la misma manera, independiente de la posición dentro de la cancha (portero, defensa central, volante, mediocampo o delanteros). Una fortaleza del estudio es que se desarrolló en futbolistas amateurs que es un grupo emergente en la investigación; además, los instrumentos de evaluación son validados y confiables.

Conclusión

Este estudio demuestra que los niveles de fuerza dinámica máxima de sentadilla tras nuca si están relacionados con el salto CMJ, pero no se relacionan con las variables SJ y sprint. La aptitud física es crucial para el rendimiento de los jugadores de fútbol tanto amateurs como profesionales, por lo que los entrenadores deberían dar prioridad al entrenamiento de fuerza, sobretodo en miembros inferiores, ya que está demostrado que altos niveles de fuerza en miembro inferior se asocian a un mejor rendimiento deportivo (6,17, 30, 34, 37). Además, es importante evaluar, a través de pruebas de campo y laboratorio, en qué condición se encuentra cada jugador antes de la aplicación de cada programa.

Agradecimientos

El autor agradece a los participantes del estudio por su esfuerzo, dedicación de tiempo y colaboración durante el estudio.

Declaración de conflictos de interés

El autor declara no tener conflictos de interés.

Referencias

- Parrish, C. y Nauright, J. Fútbol en todo el mundo: una guía cultural del deporte favorito del mundo ABC-CLIO2014.
- Hammami M, Gaamouri N, Shephard RJ, Chelly MS. Effects of contrast strength vs. plyometric training on lower-limb explosive performance, ability to change direction and neuromuscular adaptation in soccer players. J Strength Cond Res [Internet]. 2019 [citado el] ; 33(8): 2094-2103. doi: 10.1519/JSC.0000000000002425.
- Buchheit M, Méndez-Villanueva A, Simpson B, Bourdon P. Match running performance and fitness in youth soccer. Int J Sports Med [Internet]. 2010 [citado el] ; 31 (11): 818-825. doi: 10.1055/s-0030-1262838.
- Aslan A, Acikada C, Güvenç A, Gören H, Hazir T, Özkara A. Demandas metabólicas del rendimiento en partidos en jugadores de fútbol jóvenes. J. Ciencias del deporte. Medicina. 2012; 11 (1): 170-179.

- Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, Jo E, Lowery RP, Ugrinowitsch C. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2013 [citado el]; 27 (3): 854-859. doi: 10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb.
- Lehance C., Binet J., Bury T., Croisier JL. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand. J. Med. Sci. Sports* [Internet]. 2009 [citado el]; 19: 243-251. doi: 10.1111/j.1600-0838.2008.00780.x.
- Hasan S. Effects of plyometric vs. strength training on strength, sprint, and functional performance in soccer players: a randomized controlled trial. *Sci Rep* [Internet]. 2023 [citado el]; 13(1):4256. doi: 10.1038/s41598-023-31375-4.
- Nuñez J, Suarez-Arrones L, de Hoyo M, Loturco I. Strength training in professional soccer: effects on short-sprint and jump performance. *Int J Sports Med* [Internet]. 2022 [citado el]; 43(6): 485-495. doi: 10.1055/a-1653-7350.
- Silva JR. The soccer season: performance variations and evolutionary trends. *PeerJ* [Internet]. 2022 [citado el]; 10:e14082. doi: 10.7717/peerj.14082.
- Baker D, Nance S. La relación entre la velocidad de carrera y las medidas de fuerza y potencia en jugadores profesionales de la Liga Profesional de Rugby League. *Publice* [Internet]. 1999 [citado el]; 13: 230-235.
- Blazevich A, Jenkins D. Predicción de tiempos de carrera de velocidad a partir de pruebas isocinéticas y de levantamiento de sentadillas: un análisis de regresión. *J Strength Cond Res* [Internet]. 1998 [citado el]; 12: 101-103.
- Chelly MS, Fathloun M, Cherif N, Ben Amar M, Tabka Z, Van Praagh E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009 [citado el]; 23(8):2241-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b86c40.
- Harris NK, Cronin JB, Hopkins WG, Hansen KT. Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2008 [citado el]; 22(3):691-8. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816d8d80.
- Comfort P, Bullock N, Pearson SJ. A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012 [citado el]; 26(4):937-40. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822e5889.
- Cronin JB, Hansen KT. Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2005 [citado el]; 19(2):349-57. doi: 10.1519/14323.1.
- McBride JM, Blow D, Kirby TJ, Haines TL, Dayne AM, Triplett NT. Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009 [citado el]; 23(6):1633-6. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa.

- Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004 [citado el]; 38(3):285-8. doi: 10.1136/bjism.2002.002071.
- Hunter JP, Marshall RN, McNair PJ. Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *J Appl Biomech* [Internet]. 2005 [citado el]; 21(1):31-43. doi: 10.1123/jab.21.1.31.
- Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009 [citado el]; (5 Suppl):S60-79. doi: 10.1519/JSC.0b013e31819df407.
- Faigenbaum AD, Myer GD. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med* [Internet]. 2010 [citado el]; 44(1):56-63. doi: 10.1136/bjism.2009.068098.
- Harries SK, Lubans DR, Callister R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2012 [citado el]; 15(6):532-40. doi: 10.1016/j.jsams.2012.02.005.
- Comfort P, Haigh A, Matthews MJ. Are changes in maximal squat strength during preseason training reflected in changes in sprint performance in rugby league players? *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012 [citado el]; 26(3):772-6. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822a5cbf.
- Chelly MS, Chérif N, Amar MB, Hermassi S, Fathloun M, Bouhlel E, Tabka Z, Shephard RJ. Relationships of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 [citado el]; 24(1):266-71. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c3b298.
- Markovic G, Jaric S. Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? *J Sports Sci* [Internet]. 2007 [citado el]; 25(12):1355-63. doi: 10.1080/02640410601021713.
- Moran J, Ramirez-Campillo R, Liew B, Chaabene H, Behm D, García-Hermoso A, Izquierdo M, Granacher U. Effects of vertically and horizontally orientated plyometric training on physical performance: a meta-analytical comparison. *Sports Med* [Internet]. 2021 [citado el]; 51: 65-79. doi: 10.1007/s40279-020-01340-6.
- Calculadora de IMC del Centro para el control y prevención de enfermedades (CDC) https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/adult_bmi/metric_bmi_calculator/bmi_calculator.html
- Altmann S, Ringhof S, Neumann R, Woll A, Rumpf MC. Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLoS One* [Internet]. 2019 [citado el]; 14(8):e0220982. doi: 10.1371/journal.pone.0220982.

- Barrio ED, Thapa RK, Villanueva-Flores F, Garcia-Atutxa I, Santibañez-Gutierrez A, Fernández-Landa J, Ramirez-Campillo R. Plyometric jump training exercise optimization for maximizing human performance: a systematic scoping review and identification of gaps in the existing literature. *Sports (Basel)* [Internet]. 2023 [citado el];11(8):150. doi: 10.3390/sports11080150.
- Mendonca GV, Alves DL, Fitas A, Pezarat-Correia P. Minimum velocity threshold in response to the free-weight back squat: reliability and validity of different submaximal loading schemes. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2024 [citado el];. doi: 10.1007/s00421-024-05494-3.
- Peñailillo L, Espíldora F, Jannas-Vela S, Mujika I, Zbinden-Foncea H. Muscle strength and speed performance in youth soccer players. *J. Hum. Cinet* [Internet]. 2016 [citado el]; 50: 203-210. doi: 10.1515/hukin-2015-0157.
- Bekris E, Pidoulas G, Pidoulas P, Gissis I, Katis A, Komsis S. Examination of physical fitness parameters between professional and amateur greek soccer players during the transition period. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2021 [citado el]; 35(3): 776-781. doi: 10.1519/JSC.0000000000002770
- Boraczyński M, Boraczyński T, Podstawski R, Wójcik Z, Gronek P. Relationships between measures of functional and isometric lower body strength, aerobic capacity, anaerobic power, sprint and countermovement jump performance in professional soccer Players. *J Hum Kinet* [Internet]. 2020 [citado el]; 75:161-175. doi: 10.2478/hukin-2020-0045.
- Bua N, García, G. Comparación de la condición física entre futbolistas argentinos amateur y semi-profesional [Internet]. 2019 [citado el]. Disponible en: <https://efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/1161/919>
- Haff GG, Piedra MH. Métodos de desarrollo del poder con especial referencia a los futbolistas. *J Strength Cond Res*. 2015. 37: 2-16.
- Drust B, Atkinson G, Reilly T. Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Med*. 2007. 37: 783-805.
- Gissis I, Papadopoulos C, Kalapotharakos VI, Sotiropoulos A, Komsis G, Manolopoulos E. Características de fuerza y velocidad de jóvenes jugadores de fútbol de élite, subelita y recreativos. *Res Sports Med*. 2006. 14: 201-21.
- Pedersen S., Welde B., Sagelv EH, Heitmann KA, Randers MB, Johansen D., Pettersen SA. Associations between maximal strength, sprint, and jump height and match physical performance in high-level female football players. *Scand J Med Sci Sports* [Internet] 2021 [citado el]; 32: 54-61. doi: 10.1111/sms.14009.