

Asociación entre la aptitud física aeróbica y metabolismo glucolítico en futbolistas profesionales varones adultos

Association between aerobic fitness and glycolytic metabolism in adult male professional football players

*Felipe Hermosilla Palma, **Pablo Merino-Muñoz, *Manuel Marilaf Hormazábal, *Patricio Aguilar Salazar, *Brian Vergara Otárola, ***Bianca Miarka, ****Esteban Aedo-Muñoz, *****, ****Jorge Pérez Contreras

*Universidad Autónoma de Chile (Chile), **Universidad Adventista de Chile (Chile), ***Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil), ****Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (Chile), *****Universidad Santo Tomás (Chile)

Resumen. Objetivo: Analizar la asociación entre la aptitud física aeróbica y el metabolismo glucolítico en jugadores profesionales varones adultos chilenos. Como objetivo secundario, examinar las diferencias entre posiciones de juego. Métodos: La muestra corresponde a 31 futbolistas profesionales adultos pertenecientes a un club de Primera B de Chile. Se determinó la aptitud aeróbica a través de la prueba Yo-Yo de resistencia intermitente nivel I. Se obtuvo una muestra de lactato posterior a su finalización, con el propósito de analizar la implicancia del metabolismo glucolítico. Se realizó la prueba de Pearson para identificar las asociaciones entre variables y la prueba ANOVA de un factor para analizar las diferencias entre posiciones de juego. Resultados: No existe relación entre la aptitud aeróbica y el metabolismo glucolítico ($r=0.165$ y $p=0.375$). Del mismo modo no se presentan diferencias entre posiciones para la aptitud aeróbica ($p=0.64$) y producción de lactato ($p=0.75$). Conclusión: El rendimiento en esfuerzos dependientes de oxígeno no se relaciona con la capacidad glucolítica para esta muestra de futbolista profesionales, por tanto, no es posible proyectar influencias entre las variables, así como tampoco en función de la posición en el campo de juego.

Palabras clave: Fútbol, rendimiento físico aeróbico, metabolismo glucolítico, lactato.

Abstract. Objective: Analyze the association between aerobic physical fitness and glycolytic metabolism in adult male professional Chilean soccer players. As a secondary objective, examine differences between playing positions. Methods: The sample consists of 31 adult professional footballers from a Chilean Primera B club. Aerobic fitness was determined through the Yo-Yo intermittent endurance level I test. A lactate sample was obtained after its completion to analyze the implication of glycolytic metabolism. The Pearson test was performed to identify associations between variables, and the one-way ANOVA test was conducted to analyze differences between playing positions. Results: There is no relationship between aerobic fitness and glycolytic metabolism ($r=0.165$ and $p=0.375$). Similarly, there are no differences between positions for aerobic fitness ($p=0.64$) and lactate production ($p=0.75$). Conclusion: The performance in oxygen-dependent efforts is not related to glycolytic capacity for this sample of professional footballers. Therefore, it is not possible to project influences between the variables, nor based on the playing position.

Keywords: Soccer, aerobic physical fitness, glycolytic metabolism, lactate.

Fecha recepción: 24-06-2. Fecha de aceptación: 29-01-24

Jorge Pérez Contreras
joperezc@gmail.com

Introducción

La aptitud física aeróbica es parte fundamental de los esfuerzos en el fútbol. Los jugadores recorren distancias que van desde los 9.0 a 14.0 km por partido (Dolci et al., 2020; Modric et al., 2020), a intensidades por encima del 70% de la frecuencia cardíaca máxima (Djaoui et al., 2017; Suarez-Arrones et al., 2015). El estándar de oro para su determinación corresponde al análisis de intercambio respiratorio, con el fin de determinar el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). Los valores de VO_{2max} son predictores de rendimiento deportivo, favorecen la recuperación entre esfuerzos de alta intensidad (Balsom et al., 1994; Spencer et al., 2005), influyendo en la integridad de los patrones técnicos (Ferraz et al., 2019). En este contexto, están descritos aquellos valores que se considerados promedio para futbolistas de diferente nivel competitivo. Es así como Slimani & Nikolaidis (2017), reportan un promedio de 57,8 a 61,7 ml/kg/min en futbolistas amateur y entre 59,2 a 66,6 ml/kg/min en futbolistas elite. Del mismo modo, independiente del nivel competitivo, los autores reportan diferencias entre las posiciones de juego respecto de esta variable fisiológica.

Así como el VO_{2max} es un determinante de

rendimiento en futbolistas, otros aspectos vinculados a su perfil fisiológico dan cuenta de su condición en este aspecto. Los esfuerzos con generación de energía no dependiente de oxígeno, son determinantes en los momentos cruciales del partido (Faude et al., 2012). En este sentido, los niveles de lactato sanguíneo permite vislumbrar el rol de la glucólisis, debido a la limitación en la utilización de oxígeno en esfuerzos de alta intensidad (Proia et al., 2016). Existen asociaciones entre la producción de lactato y distancia recorrida en competencia (Bangsbo, Nørregaard, & Thorsø, 1991) así como a partir de la aplicación de progresivas hasta el agotamiento (Santos-Silva et al., 2017). Del mismo modo es posible determinar intensidades de carrera asociadas a la velocidad de umbral de lactato para el diseño de entrenamientos de resistencia (Schwesig et al., 2019).

Dadas las restricciones impuestas por el calendario de competiciones, resulta complicado llevar a cabo pruebas que evalúen de manera individualizada el perfil aeróbico/anaeróbico del futbolista (Scott et al., 2017). Por este motivo, las pruebas que incluyen la carrera, cambios de dirección y aceleraciones se presentan como una opción idónea (Bok & Foster, 2021). En este contexto, las pruebas de ida y vuelta adquieren una importancia especial, ya que incorporan un patrón de carrera específico que engloba las

acciones mencionadas anteriormente. Dentro de éstas, la prueba Yo-Yo presenta una alta fiabilidad (test-retest), observándose coeficientes de correlación que van desde valores buenos a excelentes (0,78 a 0,98, respectivamente) (Grgic et al., 2019). Corresponde a una prueba progresiva e intermitente hasta el agotamiento y evalúa la capacidad de realización y recuperación entre esfuerzos de alta intensidad (Bangsbo et al., 2008). Fue diseñada para disciplinas de características intermitentes de intensidad variable, tal como las que predominan en fútbol (Krustrup et al., 2003).

Debido al perfil de esfuerzo intermitente en el fútbol, la aptitud física aeróbica es demandada en aproximadamente el 90% de la totalidad del partido (Stølen et al., 2005), sin embargo, las acciones que determinan el éxito del juego son aquellas que solicitan del metabolismo anaeróbico (Dolci et al., 2020; Faude et al., 2012). En vista de esto, ¿Existe asociación entre la aptitud física aeróbica y anaeróbica en futbolistas profesionales? A partir de esta pregunta, el presente estudio tiene por objetivo analizar la asociación entre la aptitud física aeróbica y el metabolismo glucolítico en jugadores profesionales varones adultos chilenos y como objetivo secundario identificar examinar las diferencias entre posiciones de juego.

Método

Diseño

Estudio cuantitativo no-experimental con un diseño transversal de tipo descriptivo.

Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra corresponde a 31 futbolistas profesionales adultos pertenecientes a un club de Primera B de Chile. Las características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.
Características por posición de juego

Posición	n	Edad (años)		Peso (kg)		Talla (cm)		IMC (kg/m ²)	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Arquero	2	34	4.2	82.3	2.1	179.2	3.2	25.6	2.7
Defensa	12	23.5	2.9	76.6	1.4	177.2	4.1	24.4	2.8
Volante	8	24.7	4.2	69.1	1.9	167.3	2.7	24.7	2.3
Delantero	9	22.1	3.2	70.8	2.7	171.1	2.2	24.2	2.5

"n": número muestral; DE: desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal.

Procedimientos

El registro de datos se llevó a cabo en el complejo deportivo del club, durante la 12^{ma} semana del periodo competitivo. En primer lugar, se informó respecto de las características y voluntariedad de la evaluación, así como también de los posibles riesgos asociados. Los jugadores aceptaron ser parte de las evaluaciones mediante la firma de un consentimiento informado, respetando el tratado de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013), destacando que las evaluaciones físicas son inherentes al proceso de entrenamiento deportivo a las cuales los futbolistas profesionales están familiarizados. Las pruebas comenzaron a las 10:00 horas am. El calentamiento fue liderado por el preparador

físico, el cual consistió en ejercicios de movilidad articular, estiramientos dinámicos y desplazamientos a baja intensidad por una duración total de 10 minutos. Posterior a esto, los jugadores realizaron la prueba YoYo de recuperación intermitente nivel 1 y un minuto después de finalizarla se obtuvo la muestra de lactato. Todos los procedimientos se llevaron a cabo sobre una cancha de pasto natural, con zapatos de fútbol y una temperatura ambiental de 19°C y humedad relativa del 35%, de acuerdo con información declarada por la Dirección Meteorológica de Chile.

Instrumentos de recogida de datos.

Yo-Yo Test de Recuperación intermitente nivel I

La evaluación se realizó en grupos de 6 jugadores. En línea con el protocolo descrito por Krustrup et al., (2003) se recorrieron 40 metros (20 de ida y 20 de vuelta) por un carril previamente demarcado. Hubo una recuperación de 10 segundos por cada ida y vuelta completada. La intensidad de la carrera fue determinada mediante un estímulo sonoro, el cual corresponde al audio disponible para tal efecto. Los jugadores terminan la prueba cuando, (i) No son capaces de continuar corriendo debido a la fatiga alcanzada y/o (ii) Cuando no cumplen con la llegada a la línea de delimitación por dos veces consecutivas. Se registró la distancia recorrida al finalizar la prueba.

Toma de muestra de lactato

El procedimiento fue llevado a cabo utilizando un analizador portátil de lactato (LactateScout, SensLab GmbH, Germany) (Tanner et al., 2010). Un minuto después de haber terminado la participación del deportista en la prueba YoYo, se procedió a sanitizar con alcohol el pulpejo del dedo índice, para posteriormente realizar una punción con lancetas esterilizadas (Accu-check® SoftClick) a partir de lo cual se recolectó una muestra de sangre capilar (5 uL) directamente desde el dedo hacia el analizador.

Análisis estadístico

Se verificó la distribución de los datos mediante la prueba Shapiro-Wilk, donde se cumplió el supuesto de normalidad, por lo que se presentaron las variables como media y desviación estándar. Se analizó la asociación entre variables a través del coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados fueron categorizados como 0 a 0,1 trivial; 0,11 a 0,39 débil; 0,4 a 0,69 moderado; 0,7 a 0,89 fuerte; y 0,9 a 1 muy fuerte (Schober & Schwarte, 2018). Se analizaron las diferencias entre posiciones de juego a través de la prueba ANOVA univariada. Toda la estadística fue realizada a través del software SPSS versión 25 con un alfa preestablecido de 0,05.

Resultados

No se encontró asociación entre el lactato y el VO₂max ($r=0.17$, $p=0.38$) (Figura 1). En la Tabla 2 se pueden apreciar los valores por posición de juego. Los delanteros y arqueros son quienes presentan mayor y menor rendimiento

físico aeróbico, respectivamente. No existen diferencias entre posiciones ($p=0.64$). En cuanto a la respuesta glucolítica, la acumulación de lactato da cuenta de una mayor actividad para los arqueros y la más baja en los mediocampistas. Del mismo modo, no existen diferencias entre posiciones ($p=0.75$).

Tabla 2.

Rendimiento y acumulación de lactato en prueba YoYo. Datos agrupados por posición y total, se presentan como media y desviación estándar.

Posición	Distancia (m)				Lactato (mMol)			
	M	DE	F	p	M	DE	F	p
Arq	2140	141.4			10.7	1.91		
Def	2283	466.3	0.57	0.64	10.2	3.02	0.41	0.75
MD	2208	491.6			9.15	2.22		
Del	2311	335.1			10.11	1.85		
Total	2227	420.9			9.95	2.40		

Arq: Arquero; Def: Defensor; MD: Mediocampista; Del: Delantero; F: F de Anova. $p<0.05$

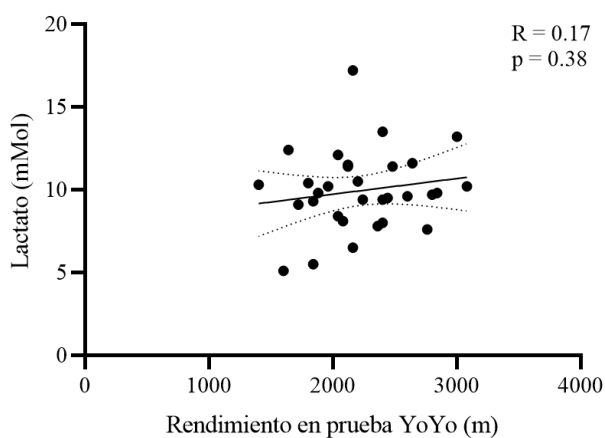


Figura 1. Gráfico de dispersión con recta de regresión lineal e intervalo de confianza del 95%

Discusión

El objetivo de la presente investigación fue analizar la asociación entre la aptitud física aeróbica y el metabolismo glucolítico en futbolistas profesionales. Como objetivo secundario se propuso identificar las diferencias existentes entre posiciones de juego en ambas variables. Los resultados indican que la relación entre la producción de lactato a partir de un esfuerzo progresivo y maximal no se relaciona con la máxima aptitud aeróbica. Por otro lado, no se encontraron diferencias en los niveles de las variables evaluadas entre las diferentes posiciones de juego de los futbolistas.

La prueba YoYo ha demostrado tener relación con la distancia total de carreras realizadas a alta intensidad durante el partido (Castagna et al., 2010; Ingebrigtsen et al., 2014). Tanto éstas, como el número de secuencias anaeróbicas se encuentran determinadas, entre otros aspectos, por el nivel competitivo (Di Salvo et al., 2010; Mohr et al., 2003). De este modo, la aptitud física aeróbica se podría considerar como un factor discriminante entre futbolistas con distinto estatus. Nuestros hallazgos coinciden con el rango descrito en investigaciones previas para futbolistas de similar nivel (Bangsbo et al., 2008) y se encuentran por

sobre los reportados en el contexto nacional. Sin embargo, para este último caso, las muestras correspondieron a futbolistas juveniles (Ramírez-Campillo et al., 2016; Ramírez-Campillo et al., 2015a; Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramírez Campillo, et al., 2015c; Pérez-Contreras et al., 2022) y universitarios (Molina-Márquez et al., 2021), aspecto que refuerza la influencia del nivel competitivo sobre el rendimiento físico aeróbico.

La posición en el equipo se ha sindicado como uno de los factores que influye en el desempeño físico de los futbolistas durante la competición, (Di Salvo et al., 2007; Pettersen & Brenn, 2019). Diversos estudios describen la distancia recorrida por los jugadores durante el partido, siendo generalmente mediocapistas centrales y externos quienes mayor rendimiento presentan (Di Salvo et al., 2013; Konefał et al., 2023; Modric et al., 2019). Sin embargo, recientes análisis dan cuenta de la influencia de los factores contextuales sobre la respuesta físicas de los jugadores. De este modo, el resultado parcial del partido (Konefał et al., 2023), la condición visitante local (Díez et al., 2021) o la disposición táctica (Mendez-Villanueva et al., 2013) se consideran como determinantes de la cantidad e intensidad de la distancia recorrida. Estos desempeños en competencia podrían verse reflejados en pruebas específicas de aptitud aeróbica, situación que no es evidenciada en nuestros hallazgos, no existiendo diferencias entre posiciones ($p=0.64$).

La acumulación de lactato en sangre informa sobre el aporte de las vías metabólicas de producción de energía (Powers & Howley, 2018), permite analizar estados de forma deportiva (Facey et al., 2013; Schwesig et al., 2019) y prescribir cargas de entrenamiento (Heuberger et al., 2018). Acciones de alta intensidad generan un incremento en la producción de este metabolito. En este sentido, se han reportado valores por sobre los 6 mMol/L en juegos de espacios reducidos (Coutts et al., 2009) y por sobre los 10 mMol/L en pruebas incrementales hasta el agotamiento (Santos-Silva et al., 2017), dando cuenta de la elevada demanda sobre el metabolismo anaeróbico.

En relación con los niveles de lactato alcanzados, la inexistencia de investigaciones que hayan valorado esta variable en Chile no permite realizar comparaciones con población del mismo contexto competitivo. Sin embargo, a nivel internacional, diversos estudios han identificado las respuestas del metabolismo glucolítico en futbolistas, es así como Santos-Silva et al., (2017) reporta valores promedio de $12,3 \pm 1,6$ mMol/lit en futbolistas profesionales brasileños ($n=60$, $20,8 \pm 2,7$ años), evaluados en un test incremental y maximal en treadmill. Estas concentraciones difieren de las registradas en nuestra investigación ($9,95 \pm 2,4$ mMol/lit), situación que se puede interpretar como una menor capacidad glucolítica frente a esfuerzos maximales de los futbolistas pertenecientes a este estudio.

Nuestros resultados reflejan la ausencia de relación entre el rendimiento aeróbico y los niveles de lactato alcanzados, lo que determina que la capacidad cardiorrespiratoria/muscular no presenta asociación con el patrón

glucolítico de generación de energía. Independiente de esto, la literatura describe cómo la identificación de concentraciones de lactato permite generar insumos que son utilizados para la prescripción de cargas de entrenamiento, así como también para identificar las adaptaciones que se generan a partir de la aplicación de estímulos específicos (Denadai et al., 2005; Eniseler, 2005). Del mismo modo, la asociación entre lactato y otras variables, como la frecuencia cardíaca, y de percepción del esfuerzo han sido demostradas a partir de la realización de juegos reducidos en fútbol, lo que da cuenta de su utilidad como parámetro de evaluación de respuesta fisiológica (Coutts et al., 2009).

El presente estudio no está exento de limitaciones, ya que no se controlaron otras variables asociadas a la carga interna (frecuencia cardíaca, percepción subjetiva del esfuerzo), lo que hubiese robustecido los hallazgos. Por otro lado, solo se presenta la realidad de un equipo de fútbol con un bajo tamaño muestral, por lo que no es posible extrapolar los resultados a otros equipos.

Conclusión

A partir de los resultados se concluye que la aptitud física aeróbica y el metabolismo glucolítico no presentan asociación en una prueba máxima e incremental hasta el agotamiento. De esta manera se desestima una posible interrelación entre ambos que pudiese dar luces de un perfil aeróbico anaeróbico a partir de la prueba aplicada. Por otro lado, no se encontraron diferencias entre el rendimiento aeróbico y la producción de lactato entre posiciones de juego. Este último análisis podría orientar a los entrenadores a planificar y diseñar entrenamientos diferenciados según posición de juego y de esta manera especializar el perfil fisiológico acorde a las demandas competitivas.

Para futuras investigaciones se recomienda incorporar el control de otras variables de carga interna, como frecuencia cardíaca y percepción subjetiva del esfuerzo, con el propósito de acceder a un análisis contextual que aporte a una descripción más acabada de las respuestas de rendimiento en futbolistas profesionales

Referencias

- Asociación Médica Mundial. (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos – WMA – The World Medical Association*. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Balsom, P. D., Ekblom, B., & Sjodin, B. (1994). Enhanced oxygen availability during high intensity intermittent exercise decreases anaerobic metabolite concentrations in blood. *Acta Physiologica Scandinavica*, 150(4), 455–456. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1994.tb09711.x>
- Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsø, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16(2), 110–116.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Med*, 38(1), 37–51.
- Castagna, C., Vincenzo, M., Impellizzeri, F. M., Weston, M., & Álvarez, J. C. B. (2010). Relationship Between Endurance Field Tests and Match Performance in Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227–3233.
- Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.08.005>
- Denadai, B. S., Gomide, E. B. G., & Greco, C. C. (2005). The Relationship Between Onset of Blood Lactate Accumulation, Critical Velocity, and Maximal Lactate Steady State in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 364–368. [https://doi.org/https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2005\)19\[364:trboob\]2.0.co;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1519/1533-4287(2005)19[364:trboob]2.0.co;2)
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489–1494. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521166>
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschann, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222–227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>
- Di Salvo, V., Pigozzi, F., González-Haro, C., Laughlin, M. S., & De Witt, J. K. (2013). Match performance comparison in top English soccer leagues. *International Journal of Sports Medicine*, 34(6), 526–532. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327660>
- Díez, A., Lozano, D., Arjol-Serrano, J. L., Mainer-Pardos, E., Castillo, D., Torrontegui-Duarte, M., Nobari, H., Jaén-Carrillo, D., & Lampre, M. (2021). Influence of contextual factors on physical demands and technical-tactical actions regarding playing position in professional soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00386-x>
- Djaoui, L., Haddad, M., Chamari, K., & Dellal, A. (2017). Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology and Behavior*, 181(July), 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.09.004>
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and Energetic Demand of Soccer: A Brief Review. *Strength and Conditioning Journal*, 42(3), 70–77. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000533>

- Eniseler, N. (2005). Heart Rate and Blood Lactate Concentrations as Predictors of Physiological Load on Elite Soccer Players During Various Soccer Training Activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 799–804. <https://doi.org/10.1519/r-15774.1>
- Facey, A., Irving, R., & Dilworth, L. (2013). Overview of Lactate Metabolism and the Implications for Athletes. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 1(3), 42–46. <https://doi.org/10.12691/ajssm-1-3-3>
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Ferraz, R. M. P., van den Tillaar, R., Pereira, A., & Marques, M. C. (2019). The effect of fatigue and duration knowledge of exercise on kicking performance in soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, 8(6), 567–573. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.02.001>
- Grgic, J., Oppici, L., Mikulic, P., Bangsbo, J., Krustup, P., & Pedisic, Z. (2019). Test–Retest Reliability of the Yo-Yo Test: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 49(10), 1547–1557. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01143-4>
- Heuberger, J. A. A. C., Gal, P., Stuurman, F. E., De Muinck Keizer, W. A. S., Miranda, Y. M., & Cohen, A. F. (2018). Repeatability and predictive value of lactate threshold concepts in endurance sports. *PLoS ONE*, 13(11), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206846>
- Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P. S., Ade, J., Krustup, P., & Holtermann, A. (2014). Relationships Between Field Performance Tests in High-Level Soccer Players. 28(4), 942–949. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f861>
- Konefał, M., Radzimiński, Ł., Chmura, J., Modrić, T., Zacharko, M., Padrón-Cabo, A., Sekulic, D., Versic, S., & Chmura, P. (2023). The seven phases of match status differentiate the running performance of soccer players in UEFA Champions League. *Scientific Reports*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33910-9>
- Krustup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K., & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 697–705. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.9452.0.32>
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., & Bourdon, P. C. (2013). Match Play Intensity Distribution in Youth Soccer. *International Journal of Sport Sciences*, 34, 101–110.
- Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Aerobic fitness and game performance indicators in professional football players; playing position specifics and associations. *Heliyon*, 6(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05427>
- Modric, T., Versic, S., Sekulic, D., & Liposek, S. (2019). Analysis of the association between running performance and game performance indicators in professional soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph16204032>
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Molina-Márquez, I., Gómez Álvarez, N., Hernández Mosqueira, C., & Pavez-Adasme, G. (2021). Composición corporal, somatotipo, rendimiento en salto vertical y consumo máximo de oxígeno en futbolistas profesionales y universitarios. *Revista Ciencias de La Actividad Física*, 22(2), 1–13. <https://doi.org/10.29035/rcaf.22.2.4>
- Pettersen, S. A., & Brenn, T. (2019). Correction: Activity Profiles by Position in Youth Elite Soccer Players in Official Matches. *Sports Medicine International Open*, 03(01), E65–E65. <https://doi.org/10.1055/a-0970-6550>
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise Physiology* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Proia, P., di Liegro, C. M., Schiera, G., Fricano, A., & Di Liegro, I. (2016). Lactate as a metabolite and a regulator in the central nervous system. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/ijms17091450>
- Ramírez Campillo, R., Burgos, C. H., Henríquez Olguín, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., Castro Sepúlveda, M., Marques, M. C., & Izquierdo, M. (2015). Effect of Unilateral, Bilateral, and Combined Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance of Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1317–1328. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000762>
- Ramírez Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez Olguín, C., Meylan, C. M. P., Martínez, C., Álvarez, C., Caniuqueo, A., Cadore, E. L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of Vertical, Horizontal, and Combined Plyometric Training on Explosive, Balance, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1784–1795. <https://doi.org/doi:10.1519/JSC.0000000000000827>
- Ramírez Campillo, R., Henríquez Olguín, R., Burgos, C., Andrade, D. C., Zapata, D., Martínez, C., Álvarez, C., Baez, E. I., Castro Sepúlveda, M., Peñailillo, L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of Progressive Volume-Based Overload During Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance in Young Soccer

- Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(13), 1884–1893. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000836>
- Ramírez Campillo, R., Vergara Pedreros, M., Henríquez Olguín, C., Martínez Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., De La Fuente, C. I., Caniuqueo, A., Alonso Martínez, A. M., & Izquierdo, M. (2016). Effects of plyometric training on maximal-intensity exercise and endurance in male and female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(8), 687–693. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1068439>
- Santos-Silva, P. R., Pedrinelli, A., & Greve, J. M. D. (2017). Blood lactate and oxygen consumption in soccer players: comparison between different positions on the field. *Medical Express*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.5935/medicalexpress.2017.01.02>
- Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Schwesig, R., Schulze, S., Reinhardt, L., Laudner, K. G., Delank, K. S., & Hermassi, S. (2019). Differences in player position running velocity at lactate thresholds among male professional German soccer players. *Frontiers in Physiology*, 10(JUL), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00886>
- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2017). Anthropometric and physiological characteristics of male Soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, November. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025–1044. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535120-00003>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer An Update. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Suarez-Arrones, L., Torreño, N., Requena, B., Sáez De Villarreal, E., Casamichana, D., Barbero-Alvarez, J. C., & Munguía-Izquierdo, D. (2015). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), 1417–1422.
- Tanner, R. K., Fuller, K. L., & Ross, M. L. R. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 551–559. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1379-9>

Datos de los autores:

Felipe Hermosilla Palma	felipe.hermosilla@uautonoma.cl	Autor/a
Pablo Merino-Muñoz	pablo.merino@usach.cl	Autor/a
Manuel Marilaf Hormazábal	profesormanuelmarilaf@gmail.com	Autor/a
Patricio Aguilar Salazar	p.a.a.s3@hotmail.com	Autor/a
Brian Vergara Otárola	brianv.otarola@gmail.com	Autor/a
Bianca Miarka	miarkasport@hotmail.com	Autor/a
Esteban Aedo-Muñoz	esteban.aedo@umce.cl	Autor/a
Jorge Pérez Contreras	joperezc@gmail.com	Autor/a