

Caracterización de fuerza de cadena muscular anterior y posterior en futbolistas colombianos, categorías U17 y U20

Characterization of anterior and posterior muscle chain strength in Colombian footballers, categories U17 and U20

Christian Quiceno cristianquiceno@hotmail.com

José Iván Alfonso Mantilla josealfonso25@hotmail.com

María Alejandra Samudio marialeja_28@hotmail.com

Juan Camilo Arévalo jkamilo509@gmail.com

Resumen

Introducción: para el desarrollo del talento deportivo se deben tener en cuenta aspectos como la madurez, características fisiológicas, habilidades técnicas y tácticas, características psicosociales, factores genéticos y contexto social, que se deben combinar con las cualidades físicas para desarrollar un deportista de alto rendimiento. La cualidad física más importante para los deportistas de alto rendimiento es la fuerza muscular distribuida de forma adecuada a lo largo de las cadenas musculares. **Objetivo:** evaluar la fuerza muscular de la cadena muscular anterior y posterior en jugadores de fútbol categoría U17 -U20. **Método:** estudio descriptivo para evaluar la fuerza de la cadena muscular anterior con el dispositivo Kbox en combinación con el smartcoach pro y la cadena muscular posterior con el sistema Nordbord, en jugadores de fútbol U20 y U17. **Resultados:** la fuerza muscular de la cadena posterior caracterizada por los isquiotibiales en jugadores U17 por posición fue: arqueros 317N, defensas 296N, volantes 269N y delanteros 368N. En jugadores U20 fue: arqueros 308N, defensas 310N, volantes 285N y delanteros 262N. Para la cadena muscular anterior, en los jugadores U17 fue: arqueros 355watts, defensas 421watts, volantes 349watts y delanteros 413 watts. En jugadores U20 fue: arqueros 429watts, defensas 686watts, volantes 492watts y delanteros 527watts. **Conclusión:** se estableció un perfil de fuerza para categorías U17 y U20, que será punto de partida para desarrollar programas enfocados en el aumento del rendimiento físico y la prevención de lesiones a partir de mejorar la fuerza de la cadena muscular anterior y posterior.

Palabras clave: futbol amateur, cualidades físicas, rendimiento deportivo, prevención de lesiones, tecnología.

Abstract

Introduction: for the development of sports talent, aspects such as maturity, physiological characteristics, technical and tactical skills, psychosocial characteristics, genetic factors and social context must be taken into account, which must be combined with physical qualities to develop a high-performance athlete. The most important physical quality for high-performance athletes is muscle force that is properly distributed along the muscle chains. **Objective:** to evaluate the muscular strength of the anterior and posterior muscular chain in soccer players category U17 -U20. **Method:** descriptive study to evaluate the strength of the anterior muscle chain with the Kbox device in combination with the smartcoach pro and the posterior muscle chain with the Nordbord system, in U20 and U17 soccer players. **Results:** the muscular strength of the posterior chain characterized by the hamstrings in U17 players by position was: 317N archers, 296N defenders, 269N flywheels and 368N forwards. In U20 players it was: 308N archers, 310N defenders, 285N flyers and 262N forwards. For the previous muscular chain, in the U17 players it was: 355 watts archers, 421 watts defenders, 349 watts flyers and 413 watts forwards. In U20 players it was: archers 429watts, defenders 686watts, flyers 492watts and forwards 527watts. **Conclusion:** a strength profile was established for categories U17 and U20, which will be the starting point to develop programs focused on increasing physical performance and preventing injuries from improving the strength of the anterior and posterior muscle chain.

Keywords: amateur soccer, physical qualities, sports performance, injury prevention, technology.

Introducción

En la actualidad, las cualidades físicas se han convertido en un elemento esencial en la detección de talento deportivo, debido a que una identificación adecuada a edades tempranas puede definir el futuro potencial de jugadores y brindar información altamente confiable para los entrenadores acerca del tipo de entrenamiento que se debe realizar para potencializar las habilidades de cada jugador (Jauhiainen et al., 2019). Para el desarrollo del talento deportivo, se deben tener en cuenta aspectos como madurez, fisiología, habilidades técnicas y tácticas, características psicosociales, factores genéticos y contexto social, los cuales deben combinarse con las cualidades físicas para desarrollar un deportista de alto rendimiento (de Gouvêa et al., 2017; Focan et al., 2018; Van Den Berg et al., 2019). En medicina deportiva, las cualidades físicas juegan un papel importante en la detección de talento deportivo debido a que, cuando se puede evaluar de forma objetiva habilidades como fuerza, capacidad aeróbica, agilidad, aceleración, desaceleración y salto, se pueden determinar perfiles de rendimiento e identificar jugadores potenciales para el alto rendimiento desde el aspecto físico (Fernández et al., 2017; Fransen et al., 2017; Roth et al., 2020).

El objetivo de muchos investigadores en el área deportiva ha sido descubrir las características físicas que pueden llevar a un atleta a desarrollar al máximo sus cualidades físicas y convertirlo en un atleta inquebrantable. Este concepto se ha manejado por diferentes investigadores en el área, donde juegan un papel importante los factores físicos, psicológicos y ambientales. En primera instancia, cualidades físicas como fuerza, capacidad aeróbica, velocidad y salto, relacionadas con un adecuado entrenamiento a nivel de la carga dividida en el volumen, frecuencia e intensidad, desarrollarán deportistas adaptados a la carga crónica que adapten sus cualidades físicas a las necesidades del juego (Gabbett et al., 2019). Todas las cualidades físicas son de vital importancia para el desarrollo de atletas de elite. Sin embargo, la fuerza es el pilar de todas las cualidades para el desarrollo de habilidades complejas en los deportes de alto rendimiento. Para ejemplificar, la fuerza es el punto de partida para desarrollar la velocidad, cambiar de dirección, acelerar y desacelerar en acciones específicas funcionales del deporte. Adicionalmente, deportistas con niveles de fuerza mayores al promedio, disminuyen el riesgo de lesiones (Suchomel et al., 2018). La fuerza muscular se basa en aspectos a nivel fisiológico, morfológico y neural como el área de sección transversal, arquitectura muscular, unidades de sarcómeros, reclutamiento de unidades motoras y su decodificación y sincronización en acciones musculares específicas.

Existen diferentes metodologías para el entrenamiento de fuerza en el alto rendimiento, como los entrenamientos con peso corporal, ejercicios unilaterales, con pesas o pliométricos. Sin embargo, para el deporte de alto rendimiento, el ejercicio enfocado en carga excéntrica demuestra tener mejores adaptaciones a características anatómicas y funcionales de la unidad muscular, como el ángulo de penación, la longitud del músculo, la masa muscular y variables funcionales como el cambio de dirección, salto, aceleración y desaceleración, llevando al aumento de cualidades físicas en acciones reales del deporte (Bourne et al., 2018; Opar et al., 2015; Suchomel et al., 2018; Timmins et al., 2018; Timmins, Bourne et al., 2016a,b; Timmins, Ruddy, et al., 2016). Por tal motivo, el objetivo de este estudio es realizar una evaluación de la fuerza muscular de la cadena muscular anterior y posterior en jugadores de fútbol categoría U17 -U20.

Método

Estudio descriptivo con el fin de evaluar la fuerza de la cadena muscular anterior y posterior de jugadores de fútbol U20 y U17. Se definieron como variables de medición la fuerza de la cadena muscular posterior, medida con el sistema Nordbord, con unidad de medida en newton; y la fuerza de la cadena muscular anterior, medida con el sistema Kbox junto con el encoder de Smartcoach system, con unidad de medida en watts.

Participantes

Se realizó el estudio en 25 jugadores de fútbol categoría U20 y 25 Jugadores categoría U17.

Criterios de inclusión: jugadores activos en el club, que no hayan presentado lesiones musculoesqueléticas en los últimos 3 meses, con fecha de nacimiento en los rangos establecidos por el grupo investigador: jugadores U20, nacidos entre 2000-2002; jugadores U17, nacidos entre 2003-2004.

Criterios de exclusión: jugadores que estuvieran a prueba en el club, con presencia de lesiones o incapacidad para realizar las pruebas, con fecha de nacimiento fuera del rango establecido.

Instrumentos de medición y evaluación

En primera instancia, para la evaluación se utilizó el dispositivo kBox Exxcentric, un dispositivo para el entrenamiento de sobrecarga excéntrica mediado por inercia, que tiene un volante y una cinta de tracción que genera la fuerza para realizar gestos funcionales. Esto en combinación con el encoder de Smartcoachsystem PRO, dispositivo de alta tecnología que evalúa la potencia excéntrica en watts en diferentes gestos funcionales. Para evaluar la cadena muscular anterior se utilizó la sentadilla con una inercia al 0,20 kg/m² (Aranda & Gonzalo, 2016) (imagen 1).

En segunda instancia, se utilizó el sistema Nordbord, desarrollado por la empresa VALD performance, dispositivo que evalúa la fuerza en newton y el porcentaje de imbalances de la cadena muscular posterior de forma isométrica y excéntrica. Para esta evaluación se utilizó el gesto nórdico para la evaluación de la cadena muscular posterior (Roe et al., 2018) (imagen 2).



Imagen 1. Evaluación con el sistema Smartcoach PRO.



Imagen 2. Evaluación sistema Nordbord.

Protocolo de medición

Se evaluó el grupo U20 y luego el grupo U17. Al inicio se hizo un calentamiento de 8 minutos con movilidad articular y estiramientos dinámicos; la prueba se llevó a cabo en orden de posición, arrancando con los arqueros, defensas, volantes y delanteros. Primero se efectuó la prueba con la máquina kBox, explicando a los participantes cómo ejecutar el gesto de sentadilla y luego lo realizaron. Después se llevó a cabo la prueba en el dispositivo Nordbord, explicándoles cómo realizar el gesto nórdico sin compensaciones de otros músculos, luego de los cual se midieron 3 repeticiones, donde el sistema vinculado al Nordbord arrojó el promedio de fuerza.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se hizo con el programa Excel para obtener los resultados las variables mínima, media y máxima de fuerza de cada dispositivo por posición de juego.

Resultados

En el estudio se caracterizó la fuerza muscular de la cadena muscular anterior y posterior de futbolistas amateur, categorías U20 y U17, hallando diferencias entre cada categoría. En la tabla 1 se observan los resultados de la evaluación con el sistema Nordbord y en la tabla 2 los resultados con el sistema Smartcoach.

En fuerza muscular de la cadena posterior en isquiotibiales (tabla 1), para la categoría U17, por posición, se halló: *arqueros*: promedio de fuerza 317N, mínimo 244N, máximo 373N y porcentaje de imbalance 10%; *defensas*: promedio de fuerza 296N, mínimo 208N, máximo 366N y porcentaje de imbalance 11%; *volantes*: promedio de fuerza 269N, mínimo 196N, máximo 363N y porcentaje de imbalance 13%; y *delanteros*: promedio de fuerza 279N, mínimo 206N, máximo 368N y porcentaje de imbalance 10%. En comparación con el estudio de Roe et al. (2018), que caracterizó la fuerza en jugadores U17, hallando valores de fuerza promedio 297N, máximo 321N y promedio de porcentaje de imbalance 9,8%, se puede afirmar que los jugadores U17 colombianos evaluados presentan valores promedio de fuerza de isquiotibiales con respecto a jugadores europeos.

Para la categoría U20, en fuerza muscular de la cadena posterior en isquiotibiales, por posición, se halló: *arqueros*: promedio de fuerza 308N, mínimo 290N, máximo 380N y porcentaje de imbalance de 6%; *defensas*: promedio de fuerza 310N, mínimo 202N, máximo 529N y porcentaje de imbalance 14%; *volantes*: promedio de fuerza 285N, mínimo 216N, máximo de 379N y % de imbalance del 12%; y *delanteros* promedio de fuerza 262N, mínimo 171N, máximo 397N y porcentaje de imbalance 13%. En comparación con el estudio de Roe et al. (2018) donde en jugadores de categoría U20 se hallaron valores promedio de fuerza de 319N, máximo 351N y promedio de porcentaje de imbalance 10%, se concluye que la fuerza promedio tuvo diferencias con algunas posiciones de juego, como en el porcentaje de

imbalance, siendo mayor en los jugadores colombianos. Sin embargo, en fuerza máxima los jugadores U20 colombianos obtuvieron mejores resultados.

Tabla 1. Caracterización de fuerza muscular de la cadena muscular posterior categorías U17 y U20.

U 17			U 20		
Posición	Evaluación	Valor	Posición	Evaluación	Valor
Arqueros N=3	Min	244N	Arqueros N=3	Min	290N
	Med	317N		Med	308N
	Max	373N		Max	380N
	% Imbalance	10%		% Imbalance	6%
Defensas N=7	Min	208N	Defensas N=8	Min	202N
	Med	296N		Med	310N
	Max	366N		Max	529N
	% Imbalance	11%		% Imbalance	14%
Volantes N=9	Min	196N	Volantes N=8	Min	216N
	Med	269N		Med	285N
	Max	363N		Max	379N
	% Imbalance	13%		% Imbalance	12%
Delanteros N=6	Min	206N	Dela nteros N=6	Min	171N
	Med	279N		Med	262N
	Max	368N		Max	397N
	% Imbalance	10%		% Imbalance	13%
Min: Mínima; Med: Media; Max: Máxima; N: Newtons; % Imbalance					

Fuente: elaboración propia.

La fuerza de la cadena muscular anterior se caracterizó mediante el sistema Smart coach (tabla 2). Para la categoría U17 se halló: *arqueros*: promedio 355watts, mínimo 180watts y máximo 478watts; *defensas*: promedio 421watts, mínimo 181watts y máximo 725watts; *volantes*: promedio 349watts, mínimo 188watts y máximo de 510watts; y *delanteros*:

promedio 413watts, mínimo 322watts y máximo 621watts. Para la categoría U20 se halló: *arqueros*: promedio 429watts, mínimo 290watts y máximo 520watts; *defensas*: promedio 686watts, mínimo 405watts y máximo 1200 watts; *volantes*: promedio 492watts, mínimo 321watts y máximo 740watts; y *delanteros*: promedio 527watts, mínimo 317watts y máximo 889watts. Se estableció que los jugadores U20 presentan mayores niveles de fuerza en la cadena muscular anterior que los jugadores de categoría U17.

Tabla 2. Caracterización de fuerza muscular de la cadena muscular anterior categoría U20 y U17.

U 17			U 20		
Posición	Evaluación	Valor	Posición	Evaluación	Valor
Arqueros N= 3	Min	180 watts	Arqueros N= 3	Min	290 watts
	Media	355 watts		Med	429 watts
	Max	478 watts		Max	520 watts
Defensas N=7	Min	181 watts	Defensas N=7	Min	405 watts
	Media	421 watts		Med	686 watts
	Max	725 watts		Max	1200 watts
Volantes N=9	Min	188 watts	Volantes N=9	Min	321 watts
	Media	349 watts		Med	492 watts
	Max	510 watts		Max	740 watts
Delanteros N=6	Min	322 watts	Delanteros N=6	Min	317 watts
	Media	413 watts		Med	527 watts
	Max	621 watts		Max	889 watts
Min: Mínima; Med: Media; Max: Máxima					

Fuente: elaboración propia 2020.

Discusión y conclusiones

Las cualidades físicas son de gran importancia en el camino hacia el alto rendimiento deportivo. Desde la medicina deportiva se ha establecido la importancia de tener deportistas con habilidades como fuerza, capacidad aeróbica, flexibilidad, salto, velocidad, desarrolladas en todo su potencial, siendo la fuerza la cualidad más importante para un deportista de alto rendimiento (Lauersen et al., 2014). Cuando se realiza una adecuada caracterización de esta habilidad en jugadores amateurs, se puede establecer un perfil de rendimiento, donde se identifiquen características físicas del jugador que lleven a realizar una mejor orientación sobre su posición en el campo y proyección al alto rendimiento deportivo, desde la optimización de sus cualidades físicas (Di Salvo et al., 2007; Gusic et al., 2017).

Con los resultados obtenidos se determinaron perfiles de rendimiento de la fuerza para cuádriceps e isquiotibiales en jugadores de categorías U17 y U20 que generaran un camino en la importancia de la caracterización de la fuerza y de la creación de perfiles de rendimiento específicos con el fin de potencializar las habilidades físicas de los deportistas de alto rendimiento en jugadores colombianos. A partir de esta caracterización se pueden determinar acciones a nivel de entrenamiento específico orientadas a mejorar habilidades del rendimiento, como velocidad, salto, sprint o cambios de dirección, en gestos funcionales específicos del deporte, lo que aumentará las posibilidades de obtención de logros deportivos a nivel nacional e internacional.

Se busca también incentivar el análisis del rendimiento como un factor determinante en los equipos de alto nivel deportivo. Por tal motivo, la investigación en alto rendimiento es el camino para comprender que las cualidades físicas son un determinante en la proyección de jugadores amateurs al deporte profesional, debido a que permitirá realizar caracterizaciones específicas para la detección de talento desde los aspectos fisiológicos y de rendimiento físico. Es misión de quienes se desempeñan en el deporte de alto rendimiento es crear, difundir y compartir investigaciones que permitan el crecimiento del conocimiento en deporte.

Referencias

- Aranda, L., & Gonzalo, R. (2016). Comparación de dos dispositivos de medición de potencia y trabajo durante ejercicio de fuerza con tecnología inercial flywheel. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 144-148.
- Bourne, M., Timmins, R., Opar, D., Pizzari, T., Ruddy, J., Sims, C., . . . Shield, A. (2018). An evidence-based framework for strengthening exercises to prevent hamstring injury. *Sports Medicine*, 48(2), 251-267. doi:10.1007/s40279-017-0796-x
- de Gouvêa, M., Cyrino, E., Valente, J., Ribeiro, A., da Silva, D., Ohara, D., . . . Ronque, E. (2017). Comparison of skillful vs. less skilled young soccer players on anthropometric,

- maturation, physical fitness and time of practice. *International Journal of Sports Medicine*, 38(05), 384-395.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon, F., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Fernández, J., Suárez, H., & Carral, J. (2017). Selection of talents in handball: anthropometric and performance analysis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23(5), 361-365.
- Focan, G., Paraschiv, C., & Zamfir, C. (2018). The identification of talent in soccer-a brief review. *Romanian Journal for Multidimensional Education*, 10(4), 282-293.
- Fransen, J., Bennett, K., Woods, C., French, N., Deprez, D., Vaeyens, R., & Lenoir, M. (2017). Modelling age-related changes in motor competence and physical fitness in high-level youth soccer players: implications for talent identification and development. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 203-208.
- Gabbett, T., Nielsen, R., Bertelsen, M., Bittencourt, N., Fonseca, S., Malone, S., ... Windt, J. (2019). In pursuit of the 'Unbreakable' Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation? *British Journal of Sports Medicine*, 53, 394-395.
- Gusic, M., Popovic, S., Molnar, S., Masanovic, B., & Radakovic, M. (2017). Sport-specific morphology profile: differences in anthropometric characteristics among elite soccer and handball players. *Sport Mont*, 15(1), 3-6.
- Jauhiainen, S., Äyrämö, S., Forsman, H., & Kauppi, J. (2019). Talent identification in soccer using a one-class support vector machine. *International Journal of Computer Science in Sport*, 18(3), 125-136.
- Lauersen, J., Bertelsen, D., & Andersen, L. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871-877. doi:10.1136/bjsports-2013-092538
- Opar, D., Williams, M., Timmins, R., Hickey, J., Duhig, S., & Shield, A. (2015). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(4), 857-865. doi:10.1249/mss.0000000000000465
- Roe, M., Malone, S., Delahunt, E., Collins, K., Gissane, C., Persson, U., . . . Blake, C. (2018). Eccentric knee flexor strength profiles of 341 elite male academy and senior Gaelic football players: do body mass and previous hamstring injury impact performance? *Physical Therapy in Sport*, 31, 68-74. doi:10.1016/j.ptsp.2018.01.006
- Roth, A., Schmidt, S., Hartmann, S., Scharenberg, S., Seidel, I., Altmann, S., . . . Bös, K. (2020). Development of physical fitness under consideration of talent-specific aspects. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 608-622. doi:10.14198/jhse.2020.153.11

- Suchomel, T., Nimphius, S., Bellon, C., & Stone, M. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765-785. doi:10.1007/s40279-018-0862-z
- Timmins, R., Filopoulos, D., Ruddy, J., Maniar, N., Hickey, J., Giannakis, J., . . . Opar, D. (2018). Eccentric hamstring training in elite AFL athletes promotes improvements in lower limb strength. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, S35.
- Timmins, R., Bourne, M., Shield, A., Williams, M., Lorenzen, C., & Opar, D. (2016a). Biceps femoris architecture and strength in athletes with a previous anterior cruciate ligament reconstruction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 337-345. doi:10.1249/mss.0000000000000783
- Timmins, R., Bourne, M., Shield, A., Williams, M., Lorenzen, C., & Opar, D. (2016b). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1524-1535. doi:10.1136/bjsports-2015-095362
- Timmins, R., Ruddy, J., Presland, J., Maniar, N., Shield, A., Williams, M., & Opar, D. (2016). Architectural changes of the biceps femoris long head after concentric or eccentric training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 499-508. doi:10.1249/mss.0000000000000795
- Van Den Berg, L., Jooste, J., Jacobs, S., & Grobbelaar, H. (2019). Psychological factors may counterbalance physical disadvantage of late maturation among African junior soccer players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 41(3), 117-127.