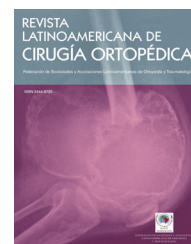




Revista latinoamericana de cirugía ortopédica

www.elsevier.es/rslaot



Original

Evaluación isocinética de músculos flexores y extensores en jugadores de fútbol profesional antes de iniciar la fase de pretemporada



Paulo Roberto Santos-Silva*, André Pedrinelli, Diego Eduardo Rubio Jaramillo, Carlos Guilherme Dorileo y Júlia Maria D'Andrea Greve

Laboratorio de Estudios del Movimiento (LEM) y grupo de Medicina del Deporte del Instituto de Ortopedia y Traumatología (IOT) del Hospital das Clínicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 25 de mayo de 2016

Aceptado el 26 de junio de 2016

On-line el 21 de agosto de 2016

Palabras clave:

Fuerza isocinética

Equilibrio muscular

Índice flexores/extensores

Jugadores de fútbol

R E S U M E N

Objetivo: Verificar el mecanismo isocinético concéntrico de los músculos flexores y extensores de las articulaciones de rodillas en las piernas dominantes y no dominantes en jugadores de fútbol antes de iniciar la temporada futbolística.

Material y métodos: Se evaluaron 30 futbolistas profesionales de alto rendimiento, con edades entre 18 y 33 años, en el 86% la pierna derecha era dominante (chut). Se realizó el examen isocinético con una velocidad angular de 60°/s en el dinamómetro, utilizando acción muscular concéntrica.

Resultados: El pico de torsión de los flexores de la pierna dominante fue un 3% superior a la pierna no dominante, sin encontrar una diferencia significativa. La diferencia del pico de torsión de los músculos extensores de la extremidad no dominante fue un 9% superior a la dominante ($p=0,06$). La relación porcentual de los flexores/extensores para el pico de torsión de la extremidad no dominante fue un 7% inferior a la dominante ($p=0,09$).

Conclusión: Estos resultados indican la necesidad de evaluar previamente los músculos flexores y extensores de la rodilla como conducta de prevención, antes de iniciar el programa de entrenamiento de los futbolistas profesionales.

© 2016 Federación de Sociedades y Asociaciones Latinoamericanas de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Isokinetic evaluation in flexor and extensor muscles of professional soccer players before starting the pre-season phase

A B S T R A C T

Objective: Assessment the concentric isokinetic performance of the flexor and extensor muscles of the joints of the knees legs dominant and not dominant prior to the commencement of a new soccer season.

Keywords:

Isokinetic strength

Muscle balance

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fisiologistahc@yahoo.com.br (P.R. Santos-Silva).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rslaot.2016.06.005>

2444-9725/© 2016 Federación de Sociedades y Asociaciones Latinoamericanas de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Flexors/extensors ratio
Soccer player

Material and methods: A total of 30 high-performance professional soccer players aged between 18 and 33 years, and 86% had the right leg as dominant (kick) and the remaining 14% left leg. All underwent isokinetic testing in angular velocity of 60°/s in the dynamometer using concentric muscle action.

Results: The following results were obtained: peak torque in angular velocity of 60°/s of the flexors of the dominant leg (DL) was higher than 3% to the non-dominant leg (NDL), but this difference was not significant. Unlike the torque pique the extensor muscles of the NDL was 9% higher ($P = 0.06$) than DL. The percentage of flexors/extensors ratio for peak torque NDL was abnormal and below 7% ($P = 0.09$) than DL.

Conclusion: These results indicate the need for prior assessment of the flexor and extensor muscles of the knee as a preventive conduct before starting the training program of high performance soccer players.

© 2016 Federación de Sociedades y Asociaciones Latinoamericanas de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El fútbol es uno de los deportes más populares en el mundo, que combina movimientos que exigen realizar esfuerzos extenuantes, como fintas repentinas, paradas bruscas, giros constantes del cuerpo, aceleraciones, saltos y tiros en diversas circunstancias, exigiendo de los futbolistas velocidad, resistencia, fuerza, agilidad, técnica y aptitud analítica¹. Estos esfuerzos dependen de la fuerza de las extremidades inferiores, repetidos con frecuencia durante todo el partido, lo que aumenta el riesgo de lesiones musculares, especialmente en el muslo^{2,3}, más concretamente en los músculos flexores de la rodilla⁴⁻⁷. La causa se ha atribuido a una disminución de la fuerza excéntrica de los músculos del muslo^{8,9} asociado a la fatiga muscular que aparece a lo largo del partido¹⁰. El patrón de esfuerzo muscular intermitente del fútbol necesita ser considerado no solamente en el aspecto metabólico, sino también por el impacto mecánico de la sobrecarga ejercida sobre los músculos de esa región. Por lo tanto, hay que analizar el equilibrio sinérgico de los músculos de la extremidad inferior proximal, flexores y extensores de la rodilla, para ver si ejecutan de modo integrado. Así, un equilibrio en la relación de fuerza de los músculos flexores y extensores de la rodilla disminuye el riesgo de lesiones en los jugadores de fútbol. La identificación del índice de relación flexo-extensora en la articulación de la rodilla, en futbolistas, considerando como referencia los valores publicados, sirve de apoyo a la organización del entrenamiento muscular y permite su corrección. Nuestra hipótesis de trabajo es que los futbolistas tras el periodo de vacaciones presentan debilidad muscular. El objetivo de este estudio es verificar el pico de torsión de la musculatura flexo-extensora de la rodilla y la relación flexión/extensión en la pierna dominante y no dominante en un grupo de futbolistas profesionales durante la pretemporada.

Material y metodología

Se evaluaron con dinamometría isocinética computarizada 30 jugadores de fútbol profesional, con una edad media de 25 años (DE: 4; rango: 18-33); con una masa corporal de 76,3 kg (DE: 7,2; rango: 66,5-95) y una estatura de 180 cm (DE: 8; rango:

170-198). Las pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Estudio del Movimiento por el grupo de Medicina del Deporte (Centro de acreditación FIFA y FIMS) del Instituto de Ortopedia y Traumatología del Hospital das Clínicas de la FMUSP. En el grupo de jugadores estudiados el 86% tenía la pierna derecha como dominante (chut) y los restantes la pierna izquierda. Todos los futbolistas eran profesionales, con una experiencia media de 8 años (DE: 3) y entrenaban 6 veces por semana, 12 h de entrenamiento semanal y participando en campeonatos profesionales con uno o 2 partidos por semana. En el momento del estudio volvían a sus actividades después de un mes de vacaciones. Fueron evaluados antes de iniciar los entrenamientos propios de la pretemporada futbolística. Antes de ser sometidos a las pruebas recibieron explicaciones sobre los procedimientos de evaluación, los objetivos del estudio y los posibles beneficios y riesgos de un estudio de esta naturaleza. Luego de estar de acuerdo firmaron un consentimiento informado (Consejo Nacional de Salud resolución específica n.º 196/96) para estudios con seres humanos, de acuerdo con el protocolo de Helsinki.

Procedimientos de la evaluación isocinética

Los jugadores evitaron realizar ejercicios de alta intensidad 24 h antes de la prueba y comieron ligero 1 h antes de la prueba.

La prueba isocinética fue de la acción concéntrica en los músculos flexores y extensores de las articulaciones de las rodillas en la pierna dominante (PD) y no dominante (PND), con una velocidad angular de 60°/s, en un dinamómetro isocinético computarizado (6000, Cybex®, Ronkonkoma, Lumex Inc. EE. UU.). La PD fue definida como aquella que era utilizada por el jugador para el chut. La rodilla de la PD fue la primera en ser estudiada. Los deportistas se familiarizaron con el equipo y con la velocidad evaluada antes de realizar la prueba. Antes el atleta realizó calentamiento sobre una bicicleta ergométrica computarizada (Bike, Cybex®, EE. UU.), con carga equivalente a 50 W, con una velocidad de 80 r.p.m., durante 10 min. Posteriormente inició el ensayo en bipedestación y sentado, efectuando 3 repeticiones simuladas en intensidad submáxima. Posteriormente, se inició la valoración con la articulación de la rodilla, en extensión y flexión, en esfuerzo de intensidad máxima y un intervalo de 60 seg. Durante la realización de

Tabla 1 – Índice músculos flexores/músculos extensores de las piernas dominantes y no dominantes en futbolistas profesionales (n = 30) al comienzo de la pretemporada (prueba isocinética concéntrica a velocidad angular 60°/s)

Musculatura	Pierna dominante (concéntrico) X ± DE (rango)	Pierna no dominante (concéntrico) X ± DE (rango)	p
Flexores (Nm)	155 ± 17 (126-188)	150 ± 19 (118-198)	0,287
Extensores (Nm)	255,5 ± 37,5 (179-340)	278,5 ± 54 (224-428)	0,06*
Índice (%)	59 ± 9,5 (43-85)	55 ± 9 (34-71)	0,09*

DE: desviación estándar; Nm: Newton metros; X: media.
* Significativo.

la prueba disponíamos de registros visuales y auditivos, y también durante la ejecución recurrimos al ánimo verbal¹¹.

Las variables recogidas y analizadas en la prueba fueron el pico de torsión, la relación convencional y las deficiencias bilaterales con una velocidad de 60°/s, siendo estos valores obtenidos después de corrección automática de la gravedad y longitud del segmento. La velocidad de 60°/s ha sido propuesta para la evaluación de las relaciones convencionales (pico de torsión concéntrico flexores/pico de torsión concéntrico de los extensores), relación funcional (pico de torsión excéntrico flexores/pico de torsión concéntrico extensores) e índice de fatiga.

Análisis estadístico

La normalidad de los datos fue verificada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos fueron descritos verificándose la media, la desviación estándar y el rango. Para las comparaciones de la PD y la PND utilizamos la «t» de Student para muestras pareadas y determinar las diferencias de ambas piernas. En todos los análisis fue aceptado como significativo un nivel de $p < 0,05$.

Resultados

El pico de torsión con una velocidad angular de 60°/s de los músculos flexores de la PD, fue 155 Nm y el de la PND fue de 150 Nm, un 3% inferior sin ser esta diferencia significativa. La diferencia del pico de torsión de los músculos extensores de la PND fue 278,5 Nm, mientras que el de la PD fue 255,5 Nm, un 9% superior ($p = 0,06$). El índice porcentual entre los músculos flexores y los músculos extensores para el pico de torsión fue en la PND anormal (55%) e inferior un 7% ($p = 0,09$) a la PD (59%) (tabla 1).

Discusión

El principal resultado de este estudio fue verificar los desequilibrios de la musculatura extensora de la rodilla y del índice entre flexores y extensores en jugadores de fútbol durante la acción concéntrica, tras retornar de un periodo de 30 días de vacaciones. La fuerza muscular entre las PD y PND de jugadores de fútbol, al igual que con otros deportistas, ha ofrecido resultados contradictorios. Aunque varios investigadores¹²⁻¹⁴ han relatado una simetría entre la PD y

PND, otros¹⁵⁻¹⁷ sugieren la existencia de asimetría significativa. En el fútbol las actividades específicas de los jugadores otorgan al grupo muscular de los extensores mayor importancia durante los saltos, tiros y desarmes, mientras los flexores actúan en la carrera y son los encargados de estabilizar la rodilla durante los giros rápidos, cambios de dirección y movimientos explosivos¹⁸. Además, la contribución estabilizadora de los flexores aumenta con el incremento de la velocidad¹⁹. En nuestro estudio hemos demostrado que los valores medios de pico de torsión concéntrico de los músculos extensores, a 60°/s, fue menor en la PD, lo cual contradice otros estudios previos^{20,21}.

En el presente estudio observamos, por la diferencia entre valores mínimos y máximos, deficiencias bilaterales superiores al 15%, a 60°/s, es decir, algunos jugadores se encontraban fuera de los valores de normalidad y esa diferencia posiblemente influyó en una menor fuerza de la PD. La relación convencional se ha obtenido; por la división del pico de torsión concéntrica de los músculos isquio-tibiales por el pico de torsión concéntrica del músculo cuádriceps femoral. Existe un consenso en que el valor normativo para este índice, en jugadores de fútbol, está por el 0,6 (60%) a velocidades bajas, como 60°/s²². El índice entre los músculos flexores y los músculos extensores es un indicador de la capacidad funcional de la rodilla. Los valores inferiores al 50%, a una velocidad angular de 60°/s, refleja una discrepancia entre los músculos antagonistas de la rodilla, traduciendo un riesgo de lesión. Cuando los músculos extensores ejercen una fuerza desproporcionada sobre los músculos flexores, significa un trabajo excesivo de la tibia sobre el fémur durante las actividades dinámicas, y el ligamento cruzado anterior (LCA) estará exigido por encima de lo normal. Por lo tanto, si los músculos flexores se encontraran débiles para neutralizar fuerza excesiva, el LCA tendría mayor probabilidad de rotura²³.

La caída de la fuerza excéntrica de los músculos flexores puede ser preocupante, y los cambios de velocidad, en varias direcciones, durante las fases de aceleración y desaceleración de la actividad muscular, es un mecanismo primario de lesión en el fútbol⁴. Además, los músculos flexores tienen una mayor cantidad de fibras de tipo II que no son resistentes a la fatiga y aumentan el riesgo de lesión, especialmente al final de los partidos de fútbol²⁴.

Los jugadores de fútbol del presente estudio no habían iniciado los entrenamientos de pretemporada, y esa condición pudo afectar a la fuerza muscular de los extensores de la PD. La justificación de un mayor pico de torsión de la PD está

relacionado con los años de entrenamiento²⁵. Otro aspecto que llama la atención es que el 86% de los futbolistas del presente estudio tenía la pierna derecha como dominante, y esa pierna tiene una tendencia para producir valores de pico de torsión isocinético significativamente más elevados que la izquierda²⁶. Por lo tanto, la PD fue más débil que la PND. Además, los jugadores con dominancia del pie izquierdo tienden a utilizar ambos pies por igual, mientras atletas diestros utilizan únicamente su pie derecho en la mayoría de las jugadas²⁷. Todavía más, algunas habilidades futbolísticas son realizadas por la PD y, por lo tanto, el pico de torsión de la extremidad dominante es mayor. A pesar del menor pico de torsión de los músculos extensores de la PD y del menor índice entre los músculos flexores y los extensores, con una velocidad angular de 60°/s, de la PND este lo encontramos dentro de la franja, entre el 50% y el 60%, referida en la bibliografía²⁸. Es importante resaltar que los valores medios obtenidos representan las condiciones generales de un grupo de jugadores, no la realidad de cada jugador. Sin embargo, la evaluación isocinética al inicio de la pretemporada competitiva debe ser parte del programa para identificar los jugadores con riesgo de lesión muscular en flexores y extensores de las rodillas. Por lo tanto, el mayor debilitamiento verificado en la PD y asimetría en la PND, observado en el presente estudio, justifican la necesidad de este tipo de evaluación muscular.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reilly T, Thomas V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud.* 1976;2:87-97.
2. Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med.* 2001;22:45-51.
3. Junge A, Dvorak J, Graf-Baumann T, Peterson L. Football injuries during FIFA tournaments and the Olympic games, 1998-2001: Development and implementation of an injury-reporting system. *Am J Sports Med.* 2004;32 Suppl:80-9.
4. Hawkins RD, Hulse MA, Wilkinson C, Hodson A, Gibson M. The football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med.* 2001;35:43-7.
5. Morgan BE, Oberlander MA. An examination of injuries in major league soccer: The inaugural season. *Am J Sports Med.* 2001;29:426-30.
6. Wong P, Hong Y. Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med.* 2005;39:473-82.
7. Bjorneboe J, Bahr R, Andersen TE. Gradual increase in the risk of match injury in Norwegian male professional football: A 6-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24:189-96.
8. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002;30:199-203.
9. Mjolsnes R, Arnason A, Osthagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 2004;14:311-7.
10. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football. Analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2004;38:36-41.
11. Andreacci JL, LeMura LM, Cohen SL, Urbansky EA, Chelland SA, Duvillard SPV. The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *J Sports Sci.* 2002;20:345-52.
12. Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic hamstring: Quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J Athl Train.* 2001;36:378-83.
13. Siqueira CM, Pelegrini FRMM, Fontana MF, Greve JMD. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2002;57:19-24.
14. Molnar GE, Alexander J. Objective quantitative muscular testing in children: A pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1974;57:224-8.
15. Goslin BR, Charteris J. Isokinetic dynamometry: Normative data for clinical use in lower extremity (knee) cases. *Scand J Rehabil Med.* 1979;11:105-9.
16. Wyatt MP, Edwards AM. Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise. *J Sports Phys Ther.* 1981;3:48-56.
17. Cotte T, Chatard JC. Isokinetic strength and sprint times in English premier league football players. *Biol Sport.* 2011;28:89-94.
18. Greig M, Siegler JC. Soccer-specific fatigue and eccentric hamstrings muscle strength. *J Atl Train.* 2009;44:180-4.
19. Weber FS, Silva BGC, Radaelli R, Paiva C, Pinto RS. Avaliação isocinética em jogadores de futebol profissional e comparação do desempenho entre as diferentes posições ocupadas no campo. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:264-8.
20. Ferreira AP, Gomes AS, Ferreira CES, Arruda M, França NM. Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho em 29 atletas de futsal em membro dominante e não dominante. *Rev Bras Cienc Esporte.* 2010;32:229-43.
21. Crosier JL, Gateau S, Bitnet J, Gently M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in Professional soccer players: A prospective study. *Am J Sports Med.* 2008;36:1469-75.
22. Cheung RTH, Smith AW, Wong DP. H:Q ratios and bilateral leg strength in College field and court sports players. *J Hum Kinet.* 2012;33:63-71.
23. Kellis S, Gerodimos V, Kellis E, Manou V. Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinet Exerc Sci.* 2001;9:31-9.
24. Geschwind N, Galburda I. A cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations and pathology: A relationship between handedness and exercise hypothesis and program of research. *Arch Neurol.* 1985;42:428-45.
25. Zakas A. Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006;46:28-35.
26. Coombs R, Garbutt G. Developments in the use of the hamstrings/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *J Sports Sci and Med.* 2002;1:56-62.
27. Garrett WE Jr, Califf JC, Bassett FH 3rd. Histochemical correlates of hamstring injuries. *Am J Sports Med.* 1984;12:98-103.
28. Valderrabano V, Barg A, Paul J, Pagenstert L, Wiewiorski M. Foot and ankle injuries in professional soccer players. *Sport Orthop Traumatol.* 2014;30:98-105.