



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

IV Congreso Internacional y XXV Nacional de Educación Física
 2, 3, 4 y 5 de abril de 2008
 Palacio de Exposiciones y Congresos de Córdoba



COMUNICACIÓN

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FUERZA DE LOS FLEXORES Y EXTENSORES DE LA RODILLA EN JUGADORES DE FÚTBOL

AUTORES:

Ana M^a de Benito Trigueros
 Silvia Sedano Campo
 Raúl Zarzuela Martín
 Fabricio Zambón Ferrarese
 José María Izquierdo Velasco
 Dr. Juan Carlos Redondo Castán
 Dr. Gonzalo Cuadrado Sáenz

RESUMEN

Las demandas del fútbol exigen a los jugadores que sean competentes en varias capacidades físicas entre las que se incluye la fuerza muscular. La descompensación entre los grupos musculares que intervienen en las acciones de juego, es uno de los puntos de estudio de mayor relevancia, debido a que conlleva un incremento en el riesgo de lesión. La muestra del presente estudio se compone de 18 futbolistas juveniles de alto nivel (edad = $18,33 \pm 1,4$ años) y 18 estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (edad $18,25 \pm 1,2$ años) que componen el grupo control. Los sujetos realizaron tests de fuerza máxima dinámica para flexores y extensores de rodilla, distinguiendo siempre entre pierna dominante y no dominante. Para el estudio de las diferencias de fuerza entre flexores y extensores de la rodilla en ambos grupos, así como en ambas piernas, se empleó la prueba no paramétrica para grupos independientes U de Mann Whitney. Los resultados demuestran que no hay diferencias significativas entre los flexores de la pierna dominante y no dominante, ni tampoco entre los extensores de ambas piernas para el grupo de futbolistas.

PALABRAS CLAVE: fuerza máxima dinámica, desequilibrio muscular, fútbol.

INTRODUCCIÓN

Las demandas fisiológicas del fútbol exigen a los jugadores que sean competentes en varias capacidades físicas entre las que se incluyen la potencia aeróbica y anaeróbica, la fuerza muscular, la flexibilidad y la agilidad (Ekblom, 1986; Reilly & Doran, 2003). Los estudios que analizan el tipo de esfuerzo realizado por un futbolista durante un partido revelan la realización de una gran cantidad de acciones explosivas, por lo tanto no sólo la fuerza y sus manifestaciones serán determinantes en el rendimiento del futbolista, sino también la relación que exista entre los diferentes grupos musculares implicados en la realización de los esfuerzos mencionados anteriormente.

El punto de partida de esta investigación ha sido constatar las diferencias existentes entre dos grupos musculares que son relevantes en la ejecución de las acciones técnicas en el fútbol, los músculos flexores y extensores de la rodilla. La preocupación radica en que una posible descompensación muscular puede aumentar la probabilidad de lesión del jugador. Knapik y cols. (1991) mantienen que existe una relación aparente entre el equilibrio muscular y el número de lesiones de la parte posterior de la pierna.

El segundo punto de análisis, surge de observar que cualquier jugador de fútbol realiza la mayoría de los gestos con su pierna hábil, por lo que cabe pensar que el futbolista tiene mayor fuerza en la pierna dominante que en la no dominante. Sin embargo, no debemos olvidar que el jugador utiliza esta última para equilibrar el cuerpo en los golpes y que son ambas piernas quienes realizan la mayoría de las acciones sin balón (desplazamientos, aceleraciones, desaceleraciones...), por lo que la acumulación de todos esos momentos de fuerza ayudarían a equilibrar los niveles de fuerza de las dos piernas.

Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos de este estudio se concretan en los siguientes: 1) Valorar la fuerza máxima dinámica de los flexores y extensores de la rodilla y ver sus diferencias, 2) determinar si los flexores y extensores de la pierna dominante tiene más fuerza máxima dinámica que los de la no dominante, 3) comprobar si existe descompensación muscular entre los flexores y extensores de rodilla, tanto en la pierna dominante como en la no dominante y 4) comparar los resultados obtenidos en futbolistas con los datos de un grupo de estudiantes universitarios.

METODOLOGÍA

Sujetos

En este estudio han participado un grupo de 18 futbolistas juveniles de División de Honor (GF) que entrenaban con una frecuencia de cinco sesiones a la semana además de la competición y un grupo de estudiantes universitarios de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (GE) de igual número. Los valores medios para la edad, peso y altura fueron $18,33 \pm 1,4$ años, $72,89 \pm 7,2$ kg. y $178,44 \pm 5,0$ cm. para el GF y de $18,25 \pm 1,2$ años, $77,11 \pm 11,3$ kg. y $173,44 \pm 6,0$ cm. para el GE. Todos los participantes tenían como pierna dominante la derecha.

Todos los componentes del GE realizaban algún tipo de actividad física de forma regular pero ninguno de ellos participaba o había participado en actividades de fútbol o fútbol sala.

Instrumentos

1. Máquina de extensión de piernas (Salter M-426) y máquina de flexión de piernas sentados (Salter M-428).
2. Goniómetro (Mota).
3. Báscula con tallímetro (MB201PLUST).
4. Ordenador HP Omnibook XE3 PENTIUM III con el sistema operativo Windows 2000 y los paquetes informáticos Microsoft® Office Excel 2003 y SPSS 14.0.

Procedimiento

El protocolo escogido para determinar la fuerza máxima utilizando el test de una Repetición Máxima (1RM) fue el establecido por Kraemer y Fry (1998) que se describe a continuación:

1. Ligero calentamiento de 5-10 repeticiones al 40%-60% del máximo percibido.
2. Después de un minuto de pausa, la carga se aumentaba hasta el 60%-80% del máximo percibido, procurando ejecutar 3-5 repeticiones.
3. Por último, se aumentaba la carga y se intentaba realizar una repetición. Si se conseguía, se concedían de 3 a 5 minutos de recuperación, después de los cuales se seguía aumentando la carga hasta que el individuo no conseguía levantarlo.

El valor de 1 RM era aquel correspondiente al peso del último levantamiento exitoso. Siguiendo las recomendaciones de dichos autores se mantenía una comunicación constante con el sujeto valorado, preguntándole por las sensaciones que tenía durante la realización del test para llegar a la repetición máxima. El protocolo se realizó en ambas piernas – dominante y no dominante - y para ambos grupos musculares – flexores y extensores de rodilla –, de forma aislada.

Los tests se realizaron en dos días diferentes, uno para cada grupo muscular, con una diferencia de una semana entre uno y otro. En el caso de los futbolistas, las mediciones fueron realizadas dentro del periodo de competición, dejando siempre 48 horas desde el partido hasta la realización del test. En los estudiantes, además de llevarse a cabo en semanas diferentes, se procedió a realizar pruebas experimentales un mes antes para que conocieran el protocolo de actuación, aspecto que en los futbolistas no fue necesario ya que lo habían hecho con anterioridad durante el periodo de pretemporada. Al ser ejercicios realizados con máquinas que dirigen el movimiento, la ejecución técnica es sencilla, con lo que no es un requisito imprescindible que los sujetos dominen el gesto.

En el momento de la ejecución de los test, se establecieron las siguientes pautas. El sujeto sentado con la espalda recta se sujetaba con las manos en los agarres colocados a ambos lados de la máquina. Para los extensores, el sujeto se colocaba en un ángulo de 90° colocando debajo y en contacto con la almohadilla de la máquina el empeine, realizando extensiones de la pierna siempre volviendo al ángulo de partida. En el caso de los flexores, el sujeto partía de la misma posición (sentado) pero, en vez de colocarse con las piernas flexionadas, lo hacía con ellas extendidas, flexionando hasta llegar al ángulo de 90°, la almohadilla en este caso se colocaba a la altura de los talones. Los ángulos fueron medidos con un goniómetro.

Al finalizar el test de una pierna se dejaba al sujeto 5' de recuperación antes de comenzar de nuevo el protocolo con la pierna contraria.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa Microsoft® Office Excel 2003 para el registro de los datos y su tratamiento gráfico, y el programa SPSS-v14.0 para el tratamiento estadístico. Para el estudio de las diferencias entre la fuerza de los flexores y extensores de la rodilla en ambos grupos, así como en ambas piernas (dominante y no dominante), se utilizó la prueba no paramétrica para grupos independientes U de Mann Whitney. El nivel de significación fue fijado en $p < 0,05$. Los valores se muestran como media \pm desviación estándar (SD).

Resultados

A continuación se presentan los valores obtenidos en las diferentes pruebas tanto en el GF como en el GE, analizando por separado uno y otro, para al final establecer el análisis comparativo entre los dos grupos.

El GF muestra unos valores medios de fuerza máxima dinámica en el cuádriceps (músculo extensor principal) derecho e izquierdo de $60,3 \pm 7,2$ kg. y $61,02 \pm 7,0$ kg., respectivamente (figura 1). No se encontraron diferencias significativas entre las dos piernas ($p > 0,05$).

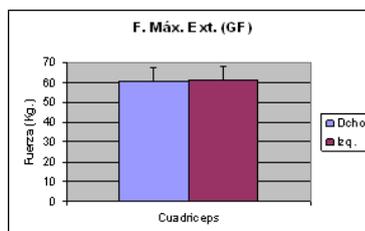


Figura 1 – Fuerza Máxima Dinámica de los extensores de la rodilla de la pierna derecha (dominante) e izquierda (no dominante).

Este mismo análisis se realizó en los flexores de la rodilla (figura 2), obteniendo unos valores de $52,7 \pm 5,7$ Kg para la pierna derecha y de $52,6 \pm 4,5$ Kg para la izquierda, no encontrando tampoco ninguna diferencia estadísticamente significativa entre ambas piernas ($p > 0,05$).

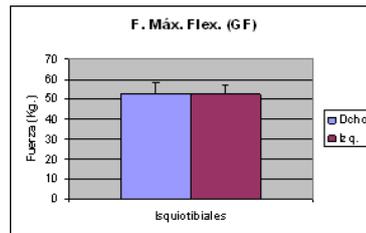


Figura 2 – Fuerza Máxima Dinámica de los flexores de la rodilla de la pierna derecha (dominante) e izquierda (no dominante).

Sin embargo, si se comparan los valores medios de fuerza máxima dinámica de los extensores con los valores de los flexores de ambas piernas, sí que se observan diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos musculares analizados ($p < 0,05$), siendo los músculos extensores de los futbolistas más fuertes que los flexores.

Para establecer los datos referentes a una posible descompensación muscular, se tomó como referencia el cociente de relación flexores/extensores (Isquiotibiales/Cuádriceps) descrito por Dintiman y cols. (2001), según el cual, el intervalo 75-80% descarta la existencia de disequilibrios musculares, en pruebas de fuerza máxima dinámica. En la figura 3 se pueden ver los resultados de este cociente, observando que tanto en la pierna dominante como en la no dominante dicho cociente de relación muestra valores que están por encima de ese intervalo 75-80%, ($87 \pm 0,08\%$ y $88 \pm 0,08\%$). Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas piernas ($p > 0,05$) en lo que hace referencia al cociente.

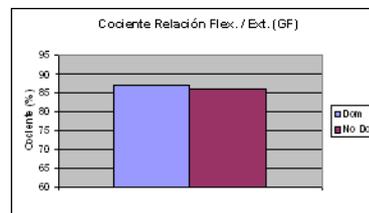


Figura 3 – Cociente de relación entre flexores y extensores de las piernas dominante y no dominante.

En relación al GE, la figura 4 muestra los valores medios de Fuerza Máxima Dinámica de $37,4 \pm 7,1$ Kg y $33,8 \pm 7,1$ Kg para el cuádriceps derecho e izquierdo, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los valores de las dos piernas ($p > 0,05$).

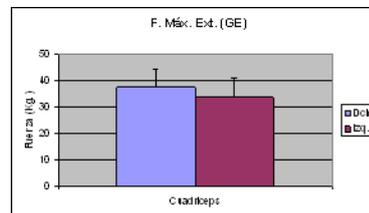


Figura 4 – Fuerza Máxima Dinámica de extensores de la pierna derecha (dominante) e izquierda (no dominante).

En el caso de los flexores (figura 5), los valores medios obtenidos son $25,1 \pm 6,3$ Kg y $20,8 \pm 6,5$ Kg en la pierna derecha e izquierda respectivamente, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

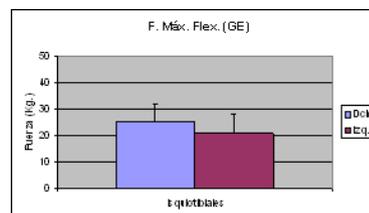


Figura 5 – Fuerza Máxima Dinámica de flexores de la pierna derecha (dominante) e izquierda (no dominante).

Si se analizan las diferencias entre los valores obtenidos por los músculos extensores y flexores de las piernas dominante y no dominante se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los dos grupos, teniendo mayor fuerza los músculos extensores.

Para terminar con el grupo de estudiantes, la figura 6 muestra el cociente de relación flexores/extensores. Según los datos ya mencionados, los porcentajes de relación, $66 \pm 0,09\%$ para la pierna derecha (dominante) y de $61 \pm 0,1\%$ para la izquierda (no dominante) muestran la existencia de un disequilibrio o descompensación en ambas piernas.

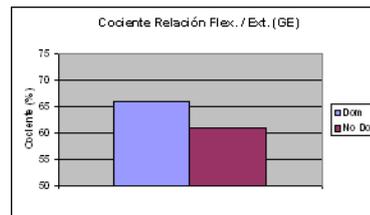


Figura 6 – Cociente de relación entre flexores y extensores de las piernas dominante y no dominante.

Por último se efectuó una comparación entre el grupo de estudiantes y el de futbolistas, observando así las diferencias señaladas en los párrafos anteriores.

En relación a la fuerza máxima dinámica de los músculos extensores de la rodilla (figura 7) existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre el grupo de futbolistas y el grupo de estudiantes para ambas piernas a favor de los primeros.

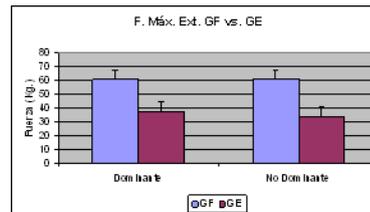


Figura 7 – Comparativa entre GF y GE de la Fuerza Máxima Dinámica de los músculos extensores de la rodilla de la pierna derecha (dominante) y de la izquierda (no dominante).

Las mismas conclusiones pueden ser válidas para los músculos flexores de la rodilla (figura 8) donde vuelven a encontrarse diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ambas piernas.

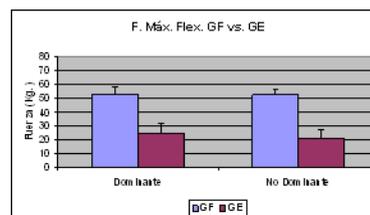


Figura 8 – Comparativa entre GF y GE de la Fuerza Máxima Dinámica de los músculos flexores de la rodilla de la pierna derecha (dominante) y de la izquierda (no dominante).

Si se compara el cociente de relación flexores/extensores (figura 9) se obtienen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los dos grupos y para las dos piernas.

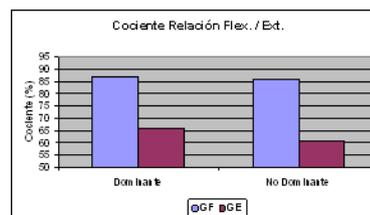


Figura 9 – Comparativa entre GF y GE del cociente de relación flexores/extensores de las piernas derecha (dominante) e izquierda (no dominante).

DISCUSIÓN

Tradicionalmente se ha tenido la idea de la existencia de un desequilibrio muscular entre los flexores y extensores de la rodilla en los jugadores de fútbol, debido a la utilización preferente de los segundos en las acciones técnicas que conllevan el golpeo del balón. Por otro lado también está extendida la creencia de que este hecho comporta un mayor riesgo de lesión para el jugador de fútbol.

La mayoría de los estudios llevados a cabo para corroborar estas hipótesis desde el campo de la teoría del entrenamiento se han efectuado a través tests de fuerza isocinéticos, sin embargo, Cometti y cols. (2001) aseguran que la dinamometría isocinética no refleja el rendimiento global de los parámetros de movimientos específicos del fútbol. Teniendo en cuenta dicha afirmación, el presente estudio realiza pruebas de fuerza máxima dinámica para posteriormente hallar el cociente de relación flexores/extensores, como dato para establecer si existe o no desequilibrio en dichos grupos musculares.

Los datos obtenidos se han comparado con otros tomados mediante pruebas isocinéticas, si bien sólo se han comparado los niveles de fuerza de los flexores y extensores de las piernas dominante y no dominante, pero no el cociente de relación, establecido en un 60% para este tipo de pruebas. Para esto último, se ha relacionado con el porcentaje propuesto por Dintiman y cols. (2001) para pruebas dinámicas, estableciendo el intervalo 75-80% para descartar la existencia de desequilibrios musculares. Aún teniendo en cuenta lo anterior, existe la posibilidad de establecer comparaciones con las investigaciones en pruebas isocinéticas, para ver la coincidencia o no de los datos obtenidos.

Los resultados revelan que los futbolistas presentan diferencias significativas en relación a la fuerza máxima de extensores y flexores de la rodilla en ambas piernas, mostrando los primeros mayores valores medios, estando en la misma línea que los obtenidos por Ostenberg y cols., (1998) y Magalhaes y cols. (2004). No se encontraron diferencias significativas entre los flexores de la pierna dominante y no dominante, dato que coincide con lo reportado por Masuda y cols. (2003) y tampoco se encontraron diferencias significativas entre los extensores de ambas piernas, siendo mayores los valores obtenidos en la pierna no dominante. Este hecho, aunque sorprendente, coincide con los resultados obtenidos por Capranica y cols. (1998). Por el contrario, todos estos resultados son contrarios a lo expuesto por Kramer y Balsor (1990), que afirmaban haber encontrado diferencias significativas en los flexores y extensores de la pierna dominante con respecto a la no dominante en jóvenes jugadores de fútbol.

Otro de los puntos de análisis era comprobar si existía descompensación muscular entre ambos grupos musculares, tanto en una como en otra pierna. Los datos muestran que no hay diferencias significativas en el cociente de relación flexores/extensores y que los valores en porcentaje están por encima del intervalo propuesto por Dintiman y cols. (2001) en pruebas de fuerza máxima dinámica. Estos resultados coinciden con los encontrados en pruebas isocinéticas realizadas por Magalhaes y cols. (2004) en las que no había evidencias de descompensación entre los grupos musculares mencionados. Tampoco autores como Gur y cols. (1999), Rosene y cols. (2001) y Siqueira y cols. (2002) encontraron resultados que indicaran que el futbolista sufriera desequilibrios musculares entre los flexores y extensores de rodilla en la pierna dominante y no dominante.

Bangsbo (1994) explica la inexistencia de dicha descompensación por el hecho de que el propio entrenamiento propicie el aumento de la fuerza, tanto de flexores como de extensores. Además, durante el entrenamiento, los jugadores realizan acciones de tipo explosivo, tales como aceleraciones, sprints, saltos y golpes que provocan que ambos grupos musculares sean los protagonistas de las mismas, aunque en diferentes momentos de la acción, hecho que sin duda contribuye a mantener el equilibrio muscular.

En cuanto a la comparación de los datos de los futbolistas con los datos del grupo control, los resultados muestran que los jugadores de fútbol tienen mayores valores medios de fuerza, así como diferencias significativas en todos los parámetros estudiados. Estos valores están acordes con los estudios realizados por Iga y cols. (2004) donde encontraron diferencias significativas en el cociente de relación entre un grupo de futbolistas y uno de no entrenados.

Como conclusión general, se puede decir que en el GF existen diferencias en la fuerza máxima dinámica tanto entre grupos musculares como entre piernas, sin embargo esas diferencias no son estadísticamente significativas. Cuando se compara sus valores con los del GE aparecen diferencias significativas en el nivel de fuerza máxima dinámica, siendo éste superior en el conjunto de futbolistas en ambos grupos musculares. En lo que hace referencia al cociente isquiotibiales/cuádriceps, lo primero que hay que señalar es que existe una diferencia estadísticamente significativa entre GF y GE, sin embargo son los estudiantes los que muestran una descompensación muscular y no los futbolistas como tradicionalmente se venía pensando.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bangsbo J. (1994) Physical conditioning training in soccer: a scientific approach. University of Copenhagen. Copenhagen. Denmark.
2. Capranica L, Cama G, Fanton F, Tessitore A y Figura F. (1998) Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. Instituto Superiore di Educazione Fisica.
3. Cometti G, Maffiuletti N, Pousson M, Chatard J-C y Maffulli N. (2001) Isokinetic strength and anaerobic power of elite, sub-elite and amateur french soccer players. *Int. J. Sports Med.* 22: 45-51.
4. Dintiman G, Ward B y Tellez T. (2001) La velocidad en el deporte. Edit. Tutor. Madrid. Capítulo 1: Evalúe su velocidad.
5. Ekblom B. (1986) Applied physiology of soccer. *Sports Med.* 3: 50-60.
6. Gur H, Akova B, Punduk Z y Kucukoglu S. (1999) Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contractions in elite soccer players. *Scand. J. Med. Sci. in Sports.* 9, 2: 81-87.
7. Iga J, Reilly T, Lees A y George K. (2004) Comparison of isokinetic knee flexor and extensor strength profiles in trained junior soccer players and untrained individuals. *J. Sports Sci.* 22, 6: 546-547.
8. Knapik J, Bauman CL y Jones BH. (1991) Pre-season strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am. J. Sports Med.* 19, 1: 76-81.
9. Kraemer WJ y Fry AJ. (1998) Strength testing: development & evaluation of methodology. *Physiological assessment of human fitness.* Pg. 121.
10. Kramer J y Balsor B. (1990) Lower extremity preference and knee extensor torques in intercollegiate soccer players. *Canad. J. Sport Sci.* 15: 180-184.
11. Magalhaes J, Oliveira J, Ascensao A y Soares J. (2004) Concentric quadriceps and hamstring isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 44, 2: 119-125-
12. Masuda K, Kikuhara N, Takahashi H y Yamanaka K. (2003) The relationship between cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *J. Sports Sci.* 21: 851-858.
13. Ostenberg A, Roo E, Ekdahl C y Roos H. (1998) Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scan. J. Med. & Sci. Sports.* 8: 257-264.
14. Reilly T y Doran D. (2003) Fitness assessment. *Science and soccer.* In T. Reilly & A.M. Williams. London. pp. 21-46.
15. Rosene J.M, Fogarty T.D y Mahaffey B.L. (2001) Isokinetic hamstring: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J. Athl. Tra.* 36, 4: 378-383.
16. Siqueira C.M, Pelegrini F, Fontana M.F y Greve J. (2002) Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Revista do Hospital das Clinicas.* 57: 19-24.