

## EFEECTO DEL EJERCICIO NEUROMUSCULAR PREVENTIVO DE TENDENCIA UNILATERAL SOBRE LA ESTABILIDAD EN FÚTBOL

SANFIZ-ARIAS, H. <sup>(1)</sup>

<sup>1)</sup> BSc in Physical Activity and Sport Sciences (Universidade da Coruña).

### RESUMEN

La relación entre desequilibrios artro-musculares necesarios y la reducción del riesgo de lesión inherente a la práctica específica es un tema de interés entre los profesionales del fútbol en alto rendimiento. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un protocolo de ejercicio neuromuscular preventivo de tendencia unilateral en relación a la estabilidad de cadera y rodilla en jugadores de fútbol semiprofesionales. Quince jugadores de fútbol ( $23,7 \pm 3,06$ ) pertenecientes a un mismo equipo de fútbol de 2ª División B - Grupo I durante la temporada 2016/2017 han sido distribuidos entre un grupo de jugadores con lesiones previas en la articulación de la rodilla que ha realizado ejercicio preventivo (GP, n=10) y un grupo control (GC, n=5). El GP ha realizado, durante 7 meses y dos sesiones semanales, 2 series de 6 ejercicios de 4 repeticiones consistentes en diferentes desafíos de estabilización de tendencia unilateral. Las pruebas de valoración pre y post intervención, filmadas y tratadas con el software Kinovea, han consistido en 2x3 sentadillas monopodal con alcance posterior de la pierna sin carga, donde se ha registrado el ángulo, en el momento de mayor flexión de rodilla y cadera, existente entre la Espina Iliaca Antero Superior (EIAS), centro de la rótula y línea entre maléolo tibial y peroneo. Los resultados muestran diferencias significativas en relación al incremento de la estabilidad de rodilla y cadera entre los jugadores que han participado en un programa de ejercicio neuromuscular preventivo de carácter unilateral ( $\chi^2 = 8,025$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.05$ ).

**PALABRAS CLAVE:** Prevención, cadera, rodilla, unilateral.

Fecha de recepción: 13/07/2017. Fecha de aceptación: 06/08/2017

Correspondencia: [henrique.sanfiz@udc.es](mailto:henrique.sanfiz@udc.es)

### INTRODUCCIÓN

El riesgo de lesión en fútbol es una realidad caracterizada por un alto grado de complejidad, el cual no emerge de la relación lineal entre factores aislados y totalmente predictivos, sino que responde a un carácter multifactorial y específico (Bittencourt et al., 2016). La actividad específica de los jugadores de fútbol es de predominancia unilateral, por lo que los patrones motores y adaptaciones asimétricas son inherentes e imprescindibles para alcanzar el rendimiento (Fousekis, Tsepis & Vagenas, 2010; Maly, Zahalka & Mala, 2014; Maly, Zahalka & Mala, 2016). No obstante, un exceso de

dichas asimetrías puede afectar al aparato locomotor con múltiples consecuencias adversas, más o menos perniciosas en función de la gravedad, momento y evolución de la misma (Chena, 2015; San Román, 2015a, 2015b). Existen valores críticos a partir de los cuales la presencia de desequilibrios del 15% pueden incrementar el riesgo de lesión (Hickey et al., 2009; Troule & Casamichana, 2016), limitando la disponibilidad del deportista e implicando consecuencias económicas adversas (Marshall, Lopatina, Lacny & Emery, 2016). Ciertos patrones de movimiento como los cambios de dirección con desalineación de la rodilla (Fauno & Jakobsen, 2006; Shimokochi & Shultz, 2008), la recepción de saltos con la rodilla próxima a

la extensión (Rochcongar, Laboute, Jan & Carling, 2009), la rotación tibio-femoral o el aterrizaje en valgo dinámico (Alentorn-Geli et al., 2009; Besier, Lloyd, Cochrane & Ackland, 2001) pueden provocar una menor eficiencia y eficacia de la articulación de la rodilla ante las exigencias del juego. Esta serie de patrones de movimiento pueden disminuir la capacidad de atenuar el impacto impuesto sobre la articulación de la rodilla durante la fase de desaceleración de los saltos (Tamura, Akasaka & Otsudo, 2017). De este modo, siguiendo a Martín Acero en González Ravé & López (2014), la eficacia e integridad de cualquier articulación dependen del control neuromuscular del que es capaz el sujeto durante el propio movimiento.

Estos hallazgos sugieren que, pese a los jugadores precisar de ciertos desequilibrios artro-musculares necesarios e inherentes al futbolista y reforzados por la práctica específica optimizadora del rendimiento, existe la necesidad de conseguir propuestas de intervención de carácter coadyuvante (Seirul.lo, 1986; Seirul.lo, 2017) que tanto faciliten la activación del futbolista de cara a la práctica específica como, a su vez, solucionen las demandas del mismo frente a la lesión, antes de que suceda, durante su tratamiento y después de terminado este. No obstante, las tareas tradicionales enfocadas hacia la prevención de lesiones o activación previa a las sesiones de entrenamiento habitualmente son estáticas o

de carácter bipodal, mientras que los jugadores, durante el juego, necesitan ajustar constantemente sus intervenciones y movimientos en entornos de dinámicos ante múltiples estímulos, donde los jugadores y equipos están sometidos a una influencia mutua entre si (Travassos, Araújo, Vilar & McGarry, 2011).

Atendiendo a este tipo de condicionantes mencionados, parece oportuno la implementación de propuestas de ejercicio preventivo/activación desde una aproximación combinada y funcional basada en el movimiento (Seirul.lo, 2017), donde la presencia de estímulos de predominancia unilateral (Gonzalo-Skok et al., 2017; Oliveira, Silva, Farina & Kersting, 2013), con perturbaciones (Fitzgerald, Axe & Snyder-Mackler, 2000; Weltin, Gollhofer & Mornieux, 2017) y de carácter inesperado (Besier, Lloyd & Ackland, 2003; Lloyd, 2001) se convierten en posibles condicionantes a tener en cuenta a la hora de diseñar e implementar dichas propuestas preventivas en los deportes de equipo como el caso del fútbol.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un protocolo de ejercicio neuromuscular preventivo de tendencia unilateral en relación a la estabilidad de MMII en jugadores de fútbol semiprofesionales. De acuerdo con este marco de investigación, se formuló la hipótesis de que los jugadores que participaban en el

protocolo de ejercicio preventivo de tendencia unilateral conseguían incrementar su estabilidad a nivel de MMII al final del programa.

## MÉTODO

### Diseño

A través de una dirección temporal prospectiva, se ha llevado a cabo un diseño experimental univariante, unifactorial, de carácter no aleatorizado y controlado. Los quince futbolistas participantes han sido distribuidos en un grupo control (GC, n=5) y otro sometido a entrenamiento preventivo (GP, n=10), donde ha sido evaluada la estabilidad de rodilla y cadera pre y post intervención en cada uno de los futbolistas. Se ha valorado, tras la intervención, (1) la pérdida o no incremento de la estabilidad en ninguna de las dos piernas, (2) el incremento en una o (3) en las dos piernas. Se ha considerado como incremento de la estabilidad aquellas variaciones superiores a 5° en la alineación registrada entre la EIAS, centro de la rótula y línea entre maléolo tibial y peroneo en el mayor grado de flexión de rodilla y cadera durante las pruebas de valoración.

### Participantes

Quince jugadores de fútbol ( $23,7 \pm 3,06$ ), pertenecientes a la plantilla de un equipo de 2ª División B - Grupo I de España durante la temporada 2016/2017 han

participado en el presente estudio. Todos ellos contaban con experiencia previa entre 1ª y 3ª División de fútbol en España. Los criterios de inclusión establecidos hicieron referencia a que los jugadores estuvieran totalmente sanos y en estado de total disponibilidad para competir. Los criterios de exclusión fueron cualquier tipo de lesión de media-larga duración, superior al 10% del tiempo de intervención, y por ende su falta de continuidad en el protocolo de entrenamiento preventivo. El protocolo del estudio cumple las directrices éticas de la Declaración de Helsinki de 1975 (Revisión de 1983). A lo largo de la intervención, su práctica habitual consistió en 5 sesiones de entrenamiento de 90 minutos de duración aproximada y un partido de competición por semana. Han sido asignados como participantes dentro del grupo de entrenamiento preventivo (GP) tanto jugadores con alguna lesión previa en la articulación de la rodilla como aquellos con mayores grados de inestabilidad en las pruebas de valoración realizadas previamente.

### Instrumentos/Materiales

Se ha empleado una cámara de video Panasonic HC-V180EC-K para filmar las pruebas de valoración pre y post intervención. Además, durante el protocolo de intervención se ha empleado una base de step con dimensiones de 110x42x21 cm, así como alturas regulables de 5 cm, un fitball, tres

balones Adidas <<Errejota>>, 2 aros y 5 esterillas.

### Procedimiento

Tras dos semanas de familiarización, el protocolo de intervención ha consistido en dos sesiones semanales de aproximadamente 20 minutos de duración previas al entrenamiento específico durante 7 meses de duración. En cada una de las sesiones se han llevado a cabo 2x6x4-8reps de diferentes propuestas de ejercicios con predominancia de cadera y de rodilla de carácter unilateral, donde se han valorado diferentes condicionantes configuradores de las tareas propuestas como entrenamiento coadyuvante (Figura 2). Los análisis estadísticos se han efectuado mediante el paquete estadístico SPSS v.24.0. con un nivel de significación para el análisis inferencial de  $p < 0.05$ . Se ha calculado la relación de asociación aplicando el test de la razón de verosimilitud basado en la distribución chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Las relaciones de asociación entre categorías, se han calculado a partir de los residuos ajustados correspondientes a las tablas de contingencias Cambios en la estabilidad\*Grupo. La interpretación del tamaño del efecto de los cambios en la estabilidad cadera-rodilla se basó en; (1)

empeora o no incrementa su estabilidad, (2) incrementa su estabilidad en una pierna y; (3) incrementa su estabilidad en ambas piernas, considerando como cambios aquellos con variaciones de 5° en la alineación entre cadera, rodilla y tobillo.

### RESULTADOS

Los indicadores relacionados con la estabilidad de cadera-rodilla de los jugadores participantes en el presente estudio son presentados en las tablas 1, 2 y 3. Se ha determinado la frecuencia con la que los jugadores participantes en el estudio no incrementaban, incrementaban en una única pierna o en ambas piernas la estabilidad a nivel de MMII en función del grupo al cual han sido asignados. A partir de los residuos ajustados correspondientes a las tablas de contingencia (Tabla 1), se ha aplicado el test de la razón de verosimilitud basado en la distribución chi-cuadrado ( $X^2 = 8,025$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.05$ ), comprobando que existe una asociación fuerte entre variables (Tabla 3). Los jugadores que han participado en el protocolo de ejercicio preventivo han incrementado su estabilidad a nivel de MMII al final de la intervención ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 1:** Tabla de contingencias Cambios\*Grupo

		Grupo		Total
		GC	GP	
Variaciones de la estabilidad	No incrementa	4	1	5
	Incrementa en una pierna	1	3	4
	Incrementa en dos piernas	0	6	6
Total		5	10	15

**Tabla 2:** Pruebas de chi-cuadrado

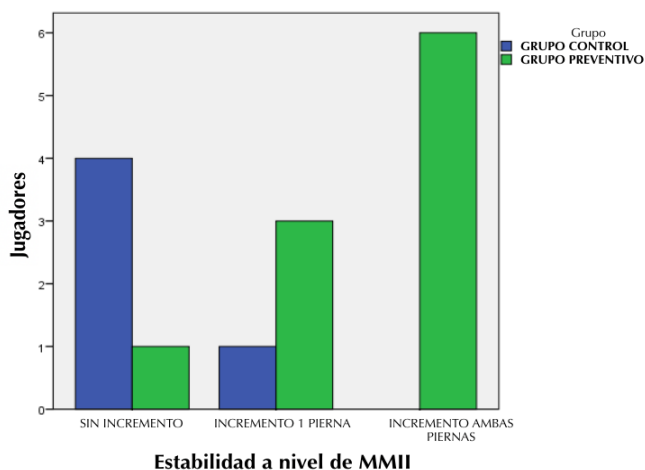
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,025 <sup>a</sup>	2	,018
Razón de verosimilitud	9,593	2	,008
Asociación lineal por lineal	7,213	1	,007
N de casos válidos	15		

NOTA: a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,33.

**Tabla 3:** Medidas simétricas

		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi	,731	,018
	V de Cramer	,731	,018
	Coefficiente de contingencia	,590	,018
N de casos válidos		15	

**Figura 1:** Relación entre recuento de jugadores y cambios en la estabilidad a nivel de MMII en función del grupo (Fuente: elaboración propia)



## DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue analizar los efectos de un protocolo de ejercicio neuromuscular preventivo de tendencia unilateral en relación a la estabilidad de MMII en jugadores de fútbol a nivel semiprofesional. Estudios previos ya han demostrado que las asimetrías están presentes y son necesarias para el rendimiento en fútbol (Maly, Zahalka & Mala, 2014; Maly, Zahalka & Mala, 2016). No obstante, como actividad caracterizada por continuos esfuerzos de carácter intermitente y explosivo, la eficiencia del sistema neuromuscular, especialmente a nivel de MMII, se convierte en un factor importante ya estudiado por otros autores (Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001). Un óptimo grado de estabilidad de los MMII es importante para poder generar y absorber las continuas fuerzas que los futbolistas experimentan, garantizando un mayor grado de eficiencia en el movimiento así como un menor riesgo de lesión durante la práctica específica. De este modo, han sido estudiados los efectos positivos vinculados a la aplicación de diferentes programas de ejercicio de carácter preventivo o coadyuvante en relación al incremento de fuerza y estabilidad a nivel de MMII en los deportes de equipo (Brito et al., 2010; Faude et al., 2017). Otros autores, sin embargo, muestran resultados nada concluyentes entre

la intervención a través de programas de ejercicio preventivo y la reducción del riesgo de lesión en propuestas de menor duración o baja participación por parte de los sujetos participantes (Engebretsen, Myklebust, Holme, Engebretsen & Bahr, 2008).

En el presente estudio, el principal hallazgo ha sido que los jugadores que han participado en el protocolo de ejercicio preventivo neuromuscular de carácter unilateral han incrementado su estabilidad a nivel de MMII al final de la intervención, en su gran parte en ambas piernas. No obstante, estos resultados deben de interpretarse con precaución, ya que no es posible realizar generalizaciones a partir del abordaje de fenómenos de carácter complejo.

En el futuro, se deben de realizar investigaciones adicionales utilizando muestras más grandes en futbolistas de alto nivel. Además, es necesario abordar la prevención de lesiones en fútbol desde una perspectiva compleja, identificando patrones de interacción significativos relacionados con la aparición y prevención de lesiones en lugar del análisis de factores aislados. De este modo, es necesario abordar el problema objeto de estudio desde diferentes escalas. Un análisis del fenómeno desde esta perspectiva, relacionando metodología de entrenamiento, biomecánica, psicología y fisiología podrá facilitar el desarrollo de métodos que mejoren la prevención de lesiones en fútbol.

En conclusión, los jugadores que han participado en un protocolo neuromuscular de carácter preventivo o coadyuvante basado en estímulos variables de carácter unilateral han incrementado su estabilidad a nivel de MMII tras la implementación del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C. & Cugat, R. (2009). *Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors*. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, 17, 705–729. doi: 10.1007/s00167-009-0813-1

Besier T., Lloyd D., Cochrane J. & Ackland TR. (2001). *External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers*. Medicine & Science of Sports & Exercise, 33(7):1168-75. doi: 0195-9131/01/3307-1168/\$3.00/0

Besier, T. F., Lloyd, D. G., & Ackland, T. R. (2003). *Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 35(1), 119-127. doi: 10.1249/01.MSS.0000043608.79537.AB

Bittencourt, N. F. N., Meeuwisse, W. H., Mendonça, L. D., Nettel-Aguirre, A., Ocarino, J. M., & Fonseca, S. T. (2016). *Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition—narrative review and new concept*. British journal of sports medicine, 50(21), 1309-1314. doi:10.1136/bjsports-2015-095850

Brito, J., Figueiredo, P., Fernandes, L., Seabra, A., Soares, J. M., Krustup, P., & Rebelo, A. (2010). *Isokinetic strength effects of FIFA's "the 11+" injury prevention training programme*. Isokinetics and

Exercise Science, 18(4), 211-215. doi:10.3233/IES-2010-0386

Chena, M. (2015). *Las lesiones de isquiotibiales en el fútbol: Incidencia lesional, factores de riesgo y propuesta preventiva*. Futbolpf: Revista de Preparación física en el fútbol, (15), 52-67.

Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). *Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players*. International journal of sports medicine, 22(01), 45-51. doi:10.1055 / s-2001-11331

Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). *Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function*. The American journal of sports medicine, 36(6), 1052-1060. doi: 10.1177/0363546508314432

Faude, O., Rössler, R., Petushek, E. J., Roth, R., Zahner, L., & Donath, L. (2017). *Neuromuscular adaptations to multimodal injury prevention programs in youth sports: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials*. Frontiers in physiology, 8, 791. doi: 10.3389 / fphys.2017.00791

Fauno, P. & Jakobsen, B. (2006). *Mechanism of anterior cruciate ligament injuries in soccer*. International journal of sports medicine, 27(01), 75-79. doi: 10.1055 / s-2005-837485

Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2000). *The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals*. Physical therapy, 80(2), 128-140. doi: 10.1093/ptj/80.2.128

Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). *Lower limb strength in professional soccer*

- players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of sports science & medicine*, 9(3), 364.
- González Ravé, J. M. & López, C. (2014). *Core training. De la salud al alto rendimiento*. Badalona. Paidotribo.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). *Single-Leg Power Output and Between-Limbs Imbalances in Team-Sport Players: Unilateral Versus Bilateral Combined Resistance Training*. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114. doi: 10.1123/ijsp.2015-0743
- Hickey, K. C., Quatman, C. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Brosky, J. A., & Hewett, T. E. (2009). *Methodological report: Dynamic field tests used in an NFL combine setting to identify lower extremity functional asymmetries*. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 23(9), 2500. doi: 10.1519 / JSC.0b013e3181b1f77b
- Lloyd, D. G. (2001). *Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(11), 645-654.
- Maly, T., Zahalka, F., & Mala, L. (2014). *Muscular strength and strength asymmetries in elite and sub-elite professional soccer players*. *Sport Science*, 7(1), 26-33.
- Maly, T., Zahalka, F. & Mala, L. (2016). *Unilateral and Ipsilateral Strength Asymmetries in Elite Youth Soccer Players With Respect to Muscle Group and Limb Dominance*. *International Journal Of Morphology*, 34(4), 1339-1344.
- Marshall, D. A., Lopatina, E., Lacny, S., & Emery, C. A. (2016). *Economic impact study: Neuromuscular training reduces the burden of injuries and costs compared to standard warm-up in youth soccer*. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22), 1388-1393. doi: 10.1136/bjsports-2015-095666
- Oliveira, A. S. C., Silva, P. B., Farina, D., & Kersting, U. G. (2013). *Unilateral balance training enhances neuromuscular reactions to perturbations in the trained and contralateral limb*. *Gait & posture*, 38(4), 894-899. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.04.015
- Rochcongar, P., Laboute, E., Jan, J., & Carling, C. (2009). *Ruptures of the anterior cruciate ligament in soccer*. *International journal of sports medicine*, 30(05), 372-378. doi: 10.1055/s-0028-1105947
- San Roman, Z. (2015a). *Evolución y tendencias de la prevención de lesiones (Parte 2ª). Tendencias en el aprendizaje motor relacionadas con la prevención de lesiones*. *Fútbolpf: Revista de preparación física en el fútbol*, (15), 10-24.
- San Roman, Z. (2015b). *Evolución y tendencias de la prevención de lesiones (Parte 3ª). Tendencias en el entrenamiento excéntrico y en el entrenamiento control neuromuscular en la prevención de lesiones*. *Fútbolpf: Revista de preparación física en el fútbol*, (15), 25-40.
- Seirul-lo, F. (1986). *Entrenamiento Coadyuvante*. *Apuntes de Medicina Esportiva*, 23, 38-41.
- Seirul-lo, F. (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo*. Barcelona. Mastercede.
- Shimokochi, Y. & Shultz, S. J. (2008). *Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury*. *Journal of athletic training*, 43(4), 396-408.
- Tamura, A., Akasaka, K. & Otsudo, T. (2017). *Knee valgus alignment influences the energy absorption on the hip joint during a drop vertical jump*. *Physical Therapy in Sport*, 28, e2-e3. doi: 10.1016/j.ptsp.2017.08.011



Travassos, B., Araújo, D., Vilar, L., & McGarry, T. (2011). *Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football)*. *Human Movement Science*, 30(6), 1245-1259. doi: 10.1016/j.humov.2011.04.003

Troule, S., & Casamichanana, D. (2016). *Application of functional test to the detection of*

*asymmetries in soccer players*. *Journal of Sport and Health Research*. 8(1):53-64.

Weltin, E., Gollhofer, A., & Mornieux, G. (2017). *Effects of perturbation or plyometric training on core control and knee joint loading in women during lateral movements*. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(3), 299-308.

Figura 2: Propuesta de condicionantes configuradores de las tareas de entrenamiento coadyuvante (fuente: elaboración propia)

