

Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante

AZAHARA FORT VANMEERHAEGHE^{a,b,c}, DANIEL ROMERO RODRIGUEZ^d, LLUÍS COSTA TUTUSAUS^c, CARITAT BAGUR CALAFAT^c, MARIO LLORET RIERA^e Y AGUSTÍN MONTAÑOLA VIDAL^b

^aCEARE. Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu. Consell Català de l'Esport. Esplugues de Llobregat. Barcelona. España.

^bFacultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna. Universitat Ramon Llull. Barcelona. España.

^cFacultat de Ciències de la Salut. Departament de Fisioteràpia. Universitat Internacional de Catalunya. Sant Cugat del Vallès. Barcelona. España.

^dEscola Universitària d'Infermeria, Fisioteràpia i Nutrició Blanquerna. Universitat Ramon Llull. Barcelona. España.

^eINEFC. Institut Nacional d'Educació Física. Barcelona. España.

RESUMEN

Introducción y objetivos: El objetivo principal de este estudio fue comparar los datos estabilométricos del equilibrio unipodal entre el sexo del individuo y la pierna dominante/no dominante de forma estática y dinámica.

Participantes: La muestra de estudio fueron 20 sujetos (10 mujeres y 10 varones) físicamente activos de $22,56 \pm 5,7$ años.

Métodos: Se midió la amplitud de la desviación del centro de presiones (CP) mediante una plataforma optométrica utilizando tres tests unipodales de dificultad progresiva: ojos abiertos (OA), ojos cerrados (OC) y salto (S).

Resultados: En el equilibrio OA no se encontraron diferencias significativas en la desviación del CP en ninguna de las variables. En la prueba OC se mostraron diferencias significativas entre varones y mujeres en el eje lateral y anteroposterior de la pierna no dominante ($p < 0,029$ y $p < 0,035$, respectivamente). Por último, en el caso del salto se encontraron diferencias significativas en la pierna dominante y no dominante sólo en el eje lateral ($p < 0,011$ y $p < 0,002$, respectivamente). No hubo diferencias significativas entre pierna dominante y no dominante, aunque al analizar por separado ambos sexos se encontraron diferencias en los dos ejes del salto de las mujeres y el eje anteroposterior de los varones en el test unipodal de ojos abiertos.

Conclusiones: Las mujeres tendieron a mostrar un mayor equilibrio (menor desviación del CP) en los tests más dinámicos (OC y S) en comparación con los varones. A pesar de no encontrar diferencias entre pierna dominante/no dominante en el total del grupo, sí encontramos que las mujeres mostraban mayor desviación del CP en la pierna no dominante en la recepción del salto.

PALABRAS CLAVE: Control postural. Extremidad inferior. Sexo. Pierna dominante.

ABSTRACT

Introduction and objectives: The main objective of this study was to compare the single leg static and dynamic equilibrium data between gender of subjects and dominant and non-dominant limbs.

Participants: A total of 20 physically active subjects, 10 men and 10 women (ages: 22.56 ± 5.7 years).

Methods: We measured the mean amplitude of lateral and anteroposterior deviation of the pressure centre (PC) by means of an optometric platform using three single leg tests with progressive difficulty: open eyes (OE), closed eyes (CE) and one leg hop (H).

Results: There were no significant differences between men and women in the OE test. The CE test showed significant differences in the anteroposterior and lateral plane in the non-dominant leg ($p < 0.029$ and $p < 0.035$, respectively). As regards the H test, the results showed significant differences in dominant and no-dominant leg only in the frontal plane ($p < 0.011$ and $p < 0.002$, respectively). There were no significant differences between legs; but when the groups were analysed separately by gender differences were found in both planes of the H test in women and anteroposterior axis of OE test in men.

Conclusion: Women tend to show lower PC sway in the more dynamic tests (CE and H) compared to men. Although there were no differences between legs in the total group, it was found that women showed a greater PC sway in the non-dominant leg when landing in the one leg hop test compared with men.

KEY WORDS: Postural control. Lower limb. Gender. Dominant leg.

Este trabajo ha recibido la ayuda de la Secretaria General de l'Esport i del Departament d'Innovació, Universitats i Empresa de la Generalitat de Catalunya. Recibido el 26 de septiembre de 2008 / Aceptado el 26 de noviembre de 2008.

Correspondencia: Azahara Fort Vanmeerhaeghe (azaharafort@hotmail.com).

ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

La valoración del control postural tiene especial interés en el mundo de la medicina y el deporte¹⁻⁴. El control postural implica el dominio de la posición del cuerpo en el espacio con los objetivos de estabilidad y orientación. La estabilidad postural, también llamada equilibrio, se define como la capacidad para mantener el centro de masa corporal dentro de la base de sustentación. Por otro lado, la orientación postural se refiere a la capacidad para mantener una correcta relación entre los propios segmentos del cuerpo y entre éstos y el entorno a la hora de realizar la tarea^{5,6}.

El déficit de control de la posición del centro de gravedad ha sido descrito como un importante factor de riesgo de lesión de la extremidad inferior, pues un incremento de la variación de la estabilidad corporal se asocia a una alteración de la estrategia de control neuromuscular. Este hecho aumenta las fuerzas que se transmiten a las estructuras intraarticulares, ligamentosas y musculares^{5,7-10}. Sin embargo, los estudios que asocian la disminución del control postural con las lesiones traumáticas ofrecen resultados contradictorios. La mayoría de investigaciones han encontrado relación entre la disminución de la estabilidad postural tras lesiones articulares¹⁰⁻¹⁴ o un mayor riesgo de padecer lesiones deportivas con atletas de una estabilidad menor^{15,16}, aunque otros no han obtenido resultados significativos^{17,18}.

La mayoría de investigaciones que asocian la disminución de estabilidad postural en las lesiones articulares de rodilla y tobillo han sido desarrolladas con posiciones unipodales estáticas en superficies estables con ojos abiertos o cerrados. En detrimento de ello, debemos pensar que tanto las actividades deportivas como las de la vida diaria tienen una naturaleza dinámica, lo que hace que la relevancia de los tests estáticos sobre las actividades funcionales sea todavía hoy un tema controvertido¹⁹.

Se ha estudiado que las deportistas femeninas tienen una incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior de 4 a 6 veces mayor que los varones que practican la misma actividad deportiva²⁰; además, también se ha encontrado que las distensiones de grado I del ligamento lateral de tobillo tienen una incidencia del 25% superior a la del sexo masculino²¹.

Esta mayor incidencia de lesiones podría deberse a diferentes alteraciones en el control neuromuscular de las mujeres:

- Ausencia de control neuromuscular en el plano frontal de la rodilla, lo que provoca un aumento del valgo y de las fuerzas de reacción del suelo. Este hecho se da en el aterrizaje del

salto unipodal y en las acciones de cambio de dirección y/o desaceleración, es decir, según los mismos mecanismos que se dan en las lesiones ligamentosas sin contacto de rodilla^{1,22}.

- Desequilibrios neuromusculares entre pierna dominante y no dominante en cuanto a fuerza y reclutamiento muscular. Hewett et al²⁰ observaron que la pierna no dominante suele tener una musculatura más débil y con menos coordinación que la dominante. Además, durante el aterrizaje, el pivotaje o la desaceleración del salto unipodal las atletas femeninas suelen tener una falta de control muscular dinámico de la rodilla no dominante, que podría predisponer a la lesión.
- Utilización de diferentes estrategias de aterrizaje en comparación con los varones^{20,23}. Según Hewett et al¹, las mujeres activan preferentemente los extensores de rodilla a los flexores cuando se necesita dar estabilidad articular en los movimientos deportivos, que acentuará y perpetuará los desequilibrios de fuerza y reclutamiento muscular entre estos músculos. Lephart et al²³ describen una mayor rotación interna de cadera en mujeres en comparación a los varones durante la recepción del salto unipodal.

La mayoría de trabajos que han estudiado las diferencias de equilibrio entre sexo y/o pierna dominante/no dominante lo han hecho de forma estática^{16,24}. Existen pocos trabajos que analicen las diferencias en la estabilidad dinámica de la extremidad inferior^{23,25}.

En un trabajo previo, Black et al²⁶ exploraron el equilibrio postural estático en 132 adultos sanos mediante el test de Romberg y no encontraron diferencias entre varones y mujeres²⁶. Hewett et al²⁷ estudiaron las diferencias de sexo en el control de la estabilidad unipodal y concluyeron que las mujeres tenían mayor estabilidad corporal con la pierna dominante y no dominante. En los sujetos con deficiencias en el ligamento cruzado, los varones tenían mayor estabilidad que las mujeres preoperatoriamente en la pierna dominante y no dominante. En el examen postoperatorio los varones continuaban teniendo mayor estabilidad a los 6, 9 y 12 meses después de la operación. La diferencia de la mayor estabilidad en mujeres sin lesión previa podría explicarse con un centro de gravedad más bajo²⁷.

Rozzi et al²⁸ valoraron la laxitud articular (traslación anterior de la tibia), la propiocepción, el equilibrio y el tiempo necesario para alcanzar la tensión máxima muscular y el patrón de la actividad muscular entre 34 varones y mujeres deportistas. Los resultados mostraron que, en comparación con los varones, las mujeres deportistas tenían mayor laxitud articular y necesitaban más tiempo para detectar cambios en la posición articular (peor propiocepción), a pesar de tener mayor capaci-

Tabla I Características de la muestra de estudio (n = 20): media (desviación estándar)

	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC	Edad	Actividad física (horas/semana)
Varones (10)	60 (8,2)	1,80 (0,1)	18,3 (3,6)	26,30 (5,9)	9,5 (4,2)
Mujeres (10)	55,6 (18,4)	1,66 (0,1)	20,1 (6,3)	24,30 (5,7)	12,40 (4,9)
Total	57,8 (14,0)	1,73 (0,1)	19,4 (5,0)	22,56 (5,7)	10,95 (4,7)

dad para mantener el apoyo monopodal. Además, las mujeres obtuvieron una mayor actividad electromiográfica de los isquiotibiales en la recepción del salto.

Ross et al²⁹ estudiaron las diferencias de fuerza, equilibrio y rango de movimiento de la flexión de rodilla entre pierna dominante y no dominante durante la recepción unipodal en 30 individuos de ambos sexos físicamente activos. Las tareas de equilibrio se midieron mediante un test unipodal estático con ojos cerrados y un salto unipodal desde un escalón. Los resultados pertinentes a las tareas de equilibrio con ojos cerrados indican una menor desviación en el plano sagital en la pierna dominante, aunque no se observan diferencias en el plano frontal. A pesar de no encontrar diferencias significativas en el tiempo de estabilización de la recepción del salto entre piernas, concluyen que las fuerzas de reacción del suelo son más absorbidas por la pierna dominante debido a la mayor flexión de rodilla durante el aterrizaje. Todos los demás parámetros medidos fueron superiores con la pierna dominante²⁹.

Wikstrom et al²⁵ estudiaron las diferencias entre sexo y pierna dominante en varios tests de control postural dinámico (salto vertical, salto unipodal y mantenimiento del equilibrio durante 3 s) en 40 individuos sanos de uno y otro sexo. Los resultados no dieron diferencias significativas entre pierna dominante y no dominante. En cuanto a la diferencia entre sexos, los autores concluyen que aunque las mujeres obtuvieron un mejor índice de control postural dinámico, no absorbieron tan bien como los varones las fuerzas de reacción vertical del suelo. Seguramente varones y mujeres tienen diferentes estrategias de recepción del salto para estabilizarse y absorber la energía después del salto²⁵. Lephart et al²³ también observaron que las mujeres tienen una menor capacidad de absorber las fuerzas verticales de impacto después del salto, lo que correlacionaron con una menor flexión y control de la rodilla en la recepción y con una debilidad de la musculatura de cuádriceps y de los isquiotibiales.

Hoy todavía existen pocos estudios relacionados con las diferencias en la estabilidad postural entre pierna dominante y no

dominante, así como las diferencias entre varones y mujeres. El objetivo de este estudio es comparar los datos estabilométricos del equilibrio unipodal entre sexo y pierna dominante/no dominante en una población físicamente activa tanto de forma estática como dinámica mediante una plataforma optométrica.

MÉTODO

Diseño

Estudio transversal. Se compara el control postural según las variables de sexo y pierna dominante/no dominante en una sola toma de datos.

Muestra (n)

La muestra está formada por 20 individuos sanos de 22,56 ± 5,7 años: 10 varones y 10 mujeres (tabla I). Los criterios de inclusión correspondían a personas sanas de entre 18 y 35 años de edad físicamente activas (3 o más sesiones a la semana de un mínimo de 60 min distribuidas en días alternos). Se excluyeron sujetos con cualquier lesión (aguda o crónica) o enfermedad al inicio del estudio. Los participantes firmaron un consentimiento informado de estudio, y éste fue aprobado por el comité de ética de la Facultad de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna, Universitat Ramon Llull.

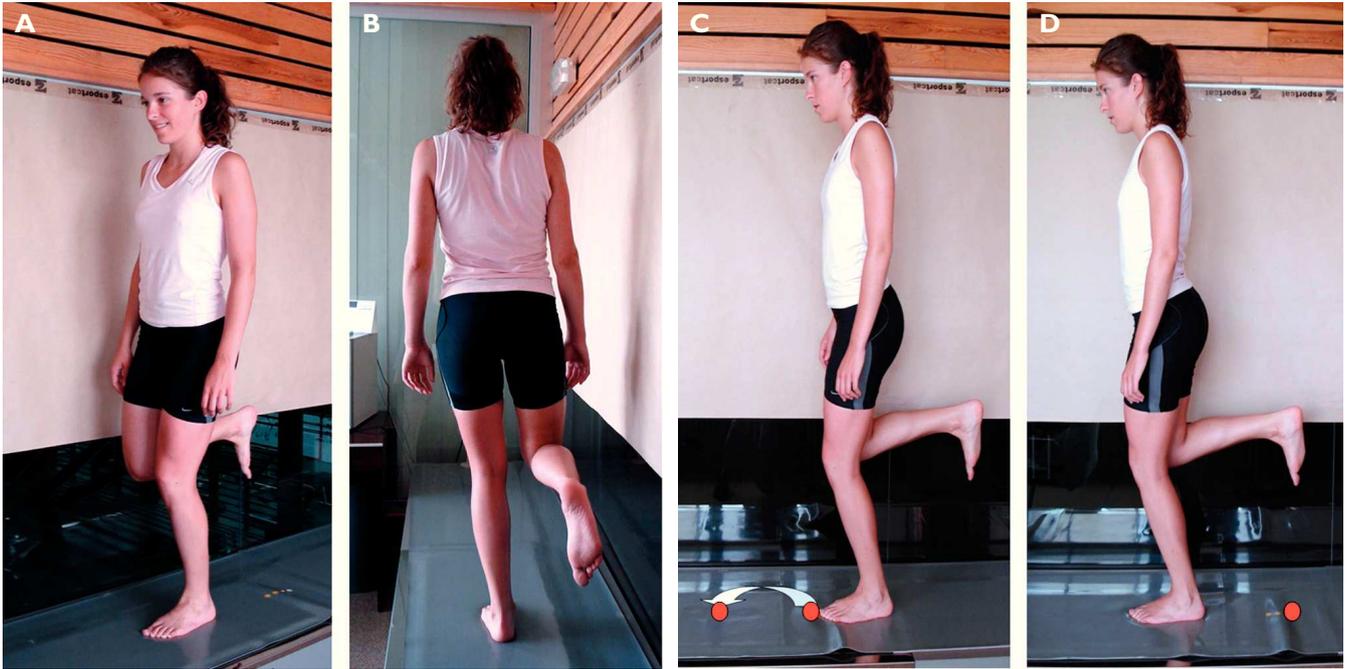
Método de observación. Recogida de datos

La estabilometría se hizo mediante una plataforma de presiones plantares con sensores ópticos y se siguieron las directrices del protocolo de Trevor B. Birmingham³⁰ y Colby et al³¹. Se realizaron los siguientes tests (fig. 1):

- Equilibrio unipodal con ojos abiertos (OA).
- Equilibrio unipodal con ojos cerrados (OC).

Figura 1

Pruebas de equilibrio unipodal. A y B) Test unipodal de ojos abiertos/ojos cerrados (10 s). Test de salto unipodal (3 s): C) inicio del salto; D) recepción del salto.



- Salto unipodal con la mitad de la distancia de la pierna del sujeto (S) (desde trocánter mayor del fémur a maleolo peroneal).

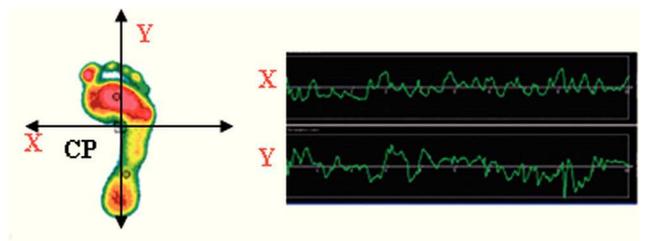
Cada test se realizó 3 veces consecutivas, alternando la pierna derecha y la izquierda. En cada toma de datos se recogió el promedio de la desviación del centro de presiones (CP) en el plano frontal (eje X) y sagital (eje Y) de la duración total de cada test (fig. 2). El primer y el segundo test duraban 10 s, y el tercero, 3 s. Para familiarizar a los sujetos se realizó una prueba de uno a tres días antes de la primera toma de datos. Antes de realizar el test todos los voluntarios procedieron al siguiente calentamiento: carrera continua de 7 min a 7/9 km/h y estiramientos en tensión activa³² durante 3 min, y seguidamente se realizaron 3 veces los test mencionados. Entre cada test hubo un descanso de 60 s.

En los tests 1 y 2 el sujeto se situaba en bipedestación con apoyo del pie a medir en el centro de la plataforma (marcado con un punto) y una pequeña flexión de rodilla (15 grados). Cuando el individuo estaba preparado empezaba a flexionar la rodilla contraria al apoyo a 90 grados, y a la señal del propio voluntario se iniciaba la toma de datos.

Durante los test 1 y 3 (ojos abiertos) los sujetos miraban a una cartulina negra DIN A4 situada en la pared a 1 m de la

Figura 2

Desviación del centro de presiones en el eje lateral y anteroposterior. X: eje X, plano frontal, desviación lateral; Y: eje Y, plano sagital, desviación anteroposterior; CP: centro de presiones.



plataforma. Con el test sin visión, los sujetos hicieron lo mismo hasta cerrar los ojos.

Durante los tests se les indicó que tenían que intentar estar lo más quietos posible, con los brazos a lo largo del cuerpo. El test se volvía a repetir en el caso de que el sujeto no pudiera finalizar sin perder el equilibrio. La pierna dominante fue escogida en función de la pierna con la que se chuta una pelota. Un estudio previo nos dio un coeficiente de correlación intraclass del test unipodal de ojos abiertos y cerrados de bueno a excelente en todos los parámetros (0,769-0,613); por el contrario, el del salto fue de bueno a bajo (0,713-0,119).

Equipamiento

Plataforma optométrica para la valoración de las presiones plantares (podocomputer/CbsScanGraf) con un sistema computarizado de análisis del pie, apoyos plantares y biomecánica de la marcha. Tiene una superficie de medida de 370×450 mm, con una densidad de 60 sensores/cm², una frecuencia de captura de hasta 25 Hz y funciona con el sistema Windows XP. Tiene la capacidad de cuantificar la posición del centro de gravedad de forma bipodal o unipodal.

Análisis estadístico

Los datos recogidos fueron analizados estadísticamente con el sistema SPSS 15.0. Para este análisis se seleccionó el mejor resultado de las 3 tomas de datos consecutivas de cada test. Se compararon las desviaciones del CP de varones y mujeres con la prueba para dos muestras independientes U de Mann-Whitney, ya que la muestra es pequeña y no cumple el criterio de normalidad. También se realizó una prueba de muestras relacionadas de Wilcoxon para encontrar las diferencias del CP entre pierna dominante y no dominante.

RESULTADOS

La tabla II ilustra las diferencias entre varones y mujeres. El test OA no muestra diferencias significativas en ningún caso. El test OC muestra diferencias significativas en los dos planos en la pierna no dominante. En el caso del test S se encuentran diferencias significativas de las dos piernas sólo en el plano frontal. En los casos donde hay diferencias significativas, el promedio de la desviación del CP siempre es menor en el caso del grupo femenino.

Si comparamos la pierna dominante y la no dominante tomando como muestra el total de mujeres y varones, no hay diferencias significativas entre ambas piernas (tabla III). En cambio, si separamos varones y mujeres sí encontramos diferencias significativas. En el caso de las mujeres existe una mayor desviación del centro de presiones de forma significativa de la pierna no dominante en los dos ejes del test de salto. En el caso de los varones se observa un aumento significativo del CP en el caso de la pierna no dominante en el eje anteroposterior del test de OA.

DISCUSIÓN

Diferencias entre sexo

En la prueba OA, al igual que Black et al²⁶ no hemos encontrado diferencias significativas entre sexos. Por el contrario,

Hewett et al²⁷ y Rozzi et al²⁸ sí encontraron un mayor equilibrio por parte de las mujeres. En el caso del test OC sólo obtenemos diferencias significativas en la pierna no dominante. Si observamos el promedio de las desviaciones del CP (tabla II), observamos que la diferencia indica una mayor oscilación del CP en el caso de los varones. Aunque las otras variables no han dado diferencias significativas entre sexo, los promedios tienden a dar una menor desviación del CP en las mujeres en ambos ejes. No hemos encontrado otros estudios que comparen la diferencia de sexo con el test unipodal de ojos cerrados.

En la prueba de salto, las diferencias significativas entre varones y mujeres se dan sólo en el plano frontal, con una menor desviación del CP en favor del sexo femenino. Wikstrom et al²⁶ también obtuvieron un mejor índice de control postural dinámico en las mujeres, aunque el componente vertical de las fuerzas de reacción del suelo fue mejor absorbido por los varones, hecho que se asocia a una menor flexión de rodilla durante la recepción del salto por parte de las mujeres.

Según los resultados obtenidos de la desviación del CP, tanto por nuestro estudio como los ya mencionados, la mayor incidencia de lesiones de extremidad inferior en las mujeres^{20,21} no estaría relacionada con la mayor desviación del CP, pues esta variable no se muestra mayor en el sexo femenino. En nuestro estudio, al igual que en otros^{25,27}, las mujeres tienden a mostrar una menor desviación del CP en los tests más dinámicos (OC y S), es decir, los que necesitan más requerimientos físicos y donde la variación del CP es mayor. Recordemos que el equipamiento utilizado mide la desviación del centro de presiones y no las fuerzas de impacto del suelo ni la biomecánica de las extremidades.

Por tanto, parece ser que existen diferencias entre varones y mujeres en el control neuromuscular, aunque hoy en día no queda claro si se debe a diferentes estrategias de control postural o a deficiencias del control neuromuscular. Al igual que otros autores^{1,23,25}, creemos que las estrategias de recepción del salto entre sexo suelen ser diferentes y podrían influir en la mayor o menor incidencia de lesiones deportivas de la extremidad inferior. En relación a los componentes de valgo y a la posición próxima a la extensión de rodilla como factores que se dan habitualmente en el mecanismo lesional del ligamento cruzado anterior, McLean et al³³ llegan a conclusiones muy interesantes al comparar jugadores y jugadoras de baloncesto. Los autores concluyen que están de acuerdo con la presencia de mayor valgo en las mujeres, pero añaden un dato para tener en cuenta: sus resultados no muestran que los sujetos con mayor valgo anatómico detectado en una exploración produzcan mayor valgo en la salida abierta, salto lateral o recepción del salto

Tabla II Comparación de la media y desviación estándar (DE) de la media de la desviación del centro de presiones entre varones y mujeres

Test	Eje	Sexo	Dominante		No dominante	
			Media (DE)	p*	Media (DE)	p*
Ojos abiertos	X	Mujeres	4,2 (1,1)	0,971	3,9 (1,4)	0,739
		Varones	4,2 (1,2)		4,1 (1,7)	
	Y	Mujeres	4,2 (1,0)	0,529	3,6 (1,3)	0,143
		Varones	3,8 (1,1)		4,4 (1,4)	
Ojos cerrados	X	Mujeres	8,9 (2,0)	0,218	8,4 (3,0)	0,029
		Varones	10,9 (4,4)		11,4 (2,8)	
	Y	Mujeres	9,5 (1,6)	0,529	9,0 (2,6)	0,035
		Varones	10,6 (4,4)		12,3 (2,4)	
Salto	X	Mujeres	8,6 (2,8)	0,011	10,8 (5,3)	0,002
		Varones	14,3 (4,4)		9,5 (3,1)	
	Y	Mujeres	7,0 (2,0)	0,853	9,2 (1,2)	0,247
		Varones	10,1 (2,8)		8,6 (1,9)	

*Prueba U de Mann-Whitney, $p < 0,05$.

Tabla III Comparación de la media de la desviación del centro de presiones (CP) entre pierna dominante y no dominante

Test	Ojos abiertos		Ojos cerrados		Salto	
	Eje X*	Eje Y*	Eje X*	Eje Y*	Eje X*	Eje Y*
Mujeres	0,878	0,359	0,646	0,475	0,086	0,028
Varones	0,919	0,015	0,241	0,214	0,241	0,214
Total	0,970	0,456	0,751	0,629	0,968	0,837

*Prueba de Wilcoxon, $p < 0,05$.

unipodal. De sus resultados deducen que el origen del valgo funcional en la acción deportiva es más de estrategia neuromuscular que anatómico³³. Por tanto, podría sugerirse que la prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior mediante el entrenamiento neuromuscular es posible.

Diferencias entre pierna dominante/no dominante

En la prueba OA no se encuentran diferencias significativas cogiendo el grupo total o de forma separada el grupo femenino o masculino, excepto en la variable anteroposterior de los varo-

nes, donde, según los promedios (tabla II), hay una mayor variación en la pierna no dominante.

En el caso de OC tampoco hay diferencias significativas en ningún caso. El grupo de Ross²⁹ obtuvo una menor desviación anteroposterior en la pierna dominante, aunque no se observaron diferencias en la desviación mediolateral.

En el test de salto se encuentran diferencias significativas entre pierna dominante y no dominante sólo en las mujeres. Si el resultado es que la diferencia de desviación del CP en las mujeres es mayor que en los varones, podemos decir que Hewett et al¹ refieren este hecho como uno de los posibles factores que predisponen a la mayor incidencia de lesión del ligamento cruzado anterior en mujeres respecto a varones. En esta línea, Ross et al²⁹ encontraron diferencias en el tiempo necesario para llegar al pico de fuerzas de reacción vertical del suelo. Wikstrom et al²⁶ no encontraron diferencias significativas entre piernas en el caso del salto unipodal.

Puesto que existen algunas controversias en el tema que tratamos, es importante, pensando en futuros estudios, considerar si la mayor variación del centro de presiones se asocia realmente a un menor control postural como se cree ahora, ya que algunos autores³⁴ han sugerido recientemente que la mayor variabilidad puede ofrecer una mayor flexibilidad para actuar sobre fuerzas inesperadas. Este hecho puede dar al deportista una mayor ri-

queza de patrones motores, lo que implica mayor capacidad coordinativa ante la gran variabilidad de estímulos que se pueden provocar en determinados deportes. Los estudios publicados sobre el tema muestran poblaciones muy diferentes, al igual que una gran diversidad de pruebas y medidas válidas y fiables y muestras de estudio pequeñas. Aunque sería necesario ampliar la muestra de las investigaciones, nuestro estudio también utiliza una muestra pequeña debido a que el procesado de datos estabi-lométricos precisa una larga elaboración para obtener resultados definitivos. En este sentido, hay que mejorar el programa informático de tratamiento de datos para futuras investigaciones.

También se precisan nuevas medidas que permitan comparar tanto la estabilidad postural, la propiocepción, las fuerzas

de reacción del suelo, la fuerza muscular y la cinemática de las articulaciones implicadas tanto en posición estática como dinámica. Por último, hay que pensar que las posiciones dinámicas son las que más nos interesan, pues se acercan más a la realidad del deportista. Dada la mayor dificultad y variabilidad que tienen en su medida, hemos de incidir aún más en su estudio para llegar a conseguir datos que nos permitan plantear estrategias de aplicación según los objetivos que nos proponemos.

AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo médico y técnico del Consell Català de l'Esport.

Bibliografía

- Hewett TE, Paterno MV, Myer GD. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;402:76-94.
- Lephart SM FF. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2000.
- Wikstrom EA, Tillman MD, Borsa PA. Detection of dynamic stability deficits in subjects with functional ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:169-75.
- Olaru A, Parra Farré J, Balius R. Estudi de validació d'un instrument d'avaluació postural (SAM, spinal analysis machine). *Apunts Med Esport.* 2006;41:51-9.
- Ageberg E. Postural control in single-limb stance. In individuals with anterior cruciate ligament injury and uninjured controls. Sweden: Lund University; 2003.
- Roberts D. Sensory aspects of knee injuries. Sweden: Lund University, 2003.
- Murphy DE, Connolly DA, Beynon BD. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med.* 2003;37:13-29.
- Friden T, Zatterstrom R, Lindstrand A, Moritz U. A stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *Am J Sports Med.* 1989;17:118-22.
- Matsusaka N, Yokoyama S, Tsurusaki T, Inokuchi S, Okita M. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med.* 2001;29:25-30.
- Tropp H, Odenrick P. Postural control in single-limb stance. *J Orthop Res.* 1988;6:833-9.
- Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47:678-85.
- Lysholm M, Ledin T, Odkvist LM, Good L. Postural control – a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. *Scand J Med Sci Sports.* 1998;8:432-8.
- Shiraishi M, Mizuta H, Kubota K, Otsuka Y, Nagamoto N, Takagi K. Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clin J Sport Med.* 1996;6:32-9.
- Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Factors affecting stabilometry recordings of single limb stance. *Am J Sports Med.* 1984;12:185-8.
- McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med.* 2000;10:239-44.
- Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:64-6.
- Bernier JN, Perrin DH, Rijke A. Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J Athl Train.* 1997;32:226-32.
- Isakov E, Mizrahi J. Is balance impaired by recurrent sprained ankle? *Br J Sports Med.* 1997;31:65-7.
- Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37:501-6.
- Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med.* 1996;24:765-73.
- Hosea TM, Carey CC, Harrer MF. The gender issue: epidemiology of ankle injuries in athletes who participate in basketball. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;372:45-9.
- Jacobs CA, Uhl TL, Mattacola CG, Shapiro R, Rayens WS. Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: sex differences. *J Athl Train.* 2007;42:76-83.

23. Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, Myers JB, Fu FH. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;401:162-9.
24. Soderman K, Alfredson H, Pietila T, Werner S. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:313-21.
25. Wikstrom EA, Tillman MD, Kline KJ, Borsa PA. Gender and limb differences in dynamic postural stability during landing. *Clin J Sport Med.* 2006;16:311-5.
26. Black FO, Wall C, III, Rockette HE Jr., Kitch R. Normal subject postural sway during the Romberg test. *Am J Otolaryngol.* 1982;3:309-18.
27. Hewett TE, Paterno MV, Noyes FR. Differences in single leg balance on an unstable platform between female and male normal, ACL-deficient and ACL-reconstructed knees. Traverse City, Michigan: The Twenty-fifth Annual Meeting of the American Orthopedic Society for Sports Medicine; 1999.
28. Rozzi SL, Lephart SM, Gear WS, Fu FH. Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *Am J Sports Med.* 1999;27:312-9.
29. Ross S, Guskiewicz K, Prentice W, Schneider R, Yu B. Comparison of biomechanical factors between the kicking and stance limbs. *J Sport Rehabil.* 2004;13:135-50.
30. Birmingham TB. Test-retest reliability of lower extremity functional instability measures. *Clin J Sport Med.* 2000;10:264-8.
31. Colby SM, Hintermeister RA, Torry MR, Steadman JR. Lower limb stability with ACL impairment. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29:444-51.
32. Esnault M. *Estiramientos analíticos en fisioterapia.* Madrid: Masson Elsevier; 1996.
33. McLean SG, Walker KB, van den Bogert AJ. Effect of gender on lower extremity kinematics during rapid direction changes: an integrated analysis of three sports movements. *J Sci Med Sport.* 2005;8:411-22.
34. van Emmerik RE, Van Wegen EE. On the functional aspects of variability in postural control. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30:177-83.