

# Diferències de l'estabilitat postural estàtica i dinàmica segons sexe i cama dominant

AZAHARA FORT VANMEERHAEGHE<sup>a,b,c</sup>, DANIEL ROMERO RODRIGUEZ<sup>d</sup>, LLUÍS COSTA TUTUSAUS<sup>c</sup>, CARITAT BAGUR CALAFAT<sup>c</sup>, MARIO LLORET RIERA<sup>e</sup> I AGUSTÍN MONTAÑOLA VIDAL<sup>b</sup>

<sup>a</sup>CEARE. Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu. Consell Català de l'Esport. Esplugues de Llobregat. Barcelona. Espanya.

<sup>b</sup>Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna. Universitat Ramon Llull. Barcelona. Espanya.

<sup>c</sup>Facultat de Ciències de la Salut. Departament de Fisioteràpia. Universitat Internacional de Catalunya. Sant Cugat del Vallès. Barcelona. Espanya.

<sup>d</sup>Escola Universitària d'Infermeria, Fisioteràpia i Nutrició Blanquerna. Universitat Ramon Llull. Barcelona. Espanya.

<sup>e</sup>INEFC. Institut Nacional d'Educació Física. Barcelona. Espanya.

## RESUM

**Introducció i objectius:** L'objectiu principal d'aquest estudi va ser comparar les dades establimètriques de l'equilibri unipodal entre el sexe de l'individu i la cama dominant/no dominant de forma estàtica i dinàmica.

**Participants:** La mostra d'estudi van ser 20 subjectes, 10 dones i 10 homes físicament actius de  $22,56 \pm 5,7$  anys.

**Mètodes:** Es va mesurar l'amplitud de la desviació del centre de pressions (CP) mitjançant una plataforma optomètrica utilitzant tres tests unipodals de dificultat progressiva: ulls oberts (UO), ulls tancats (UT) i salt (S).

**Resultats:** En l'equilibri UO no es van trobar diferències significatives en la desviació del CP en cap de les variables. En la prova UT es van mostrar diferències significatives entre homes i dones en l'eix lateral i anteroposterior de la cama no dominant ( $p < 0,029$  i  $p < 0,035$ , respectivament). Per últim, en el cas del salt es van trobar diferències significatives entre la cama dominant i no dominant només en l'eix lateral ( $p < 0,011$  i  $p < 0,002$ , respectivament). No van haver-hi diferències significatives entre cama dominant i no dominant; encara que al analitzar per separat ambdós sexes es van trobar diferències en els dos eixos del salt de les dones i l'eix anteroposterior dels homes en el test unipodal d'ulls oberts.

**Conclusions:** Les dones van tendir a mostrar més equilibri (menor desviació del CP) en els tests més dinàmics (UT i S) en comparació amb els homes. Malgrat no trobar diferències entre cama dominant/no dominant en el total del grup, sí es va trobar que les dones mostraven més desviació del CP en la cama no dominant en la recepció del salt.

**PARAULES CLAU:** Control postural. Extremitat inferior. Sexe. Cama dominant.

## 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:  $22.56 \pm 5.7$  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 non-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.

Aquest treball ha rebut el suport de la Secretaria General de l'Esport i del Departament d'Innovació, Universitats i Empresa de la Generalitat de Catalunya.

Rebut el 26 de setembre de 2008 / Acceptat el 26 de novembre de 2008.

**Correspondència:** Azahara Fort Vanmeerhaeghe (azaharafort@hotmail.com).

## ANTECEDENTS I ESTAT ACTUAL DEL TEMA

La valoració del control postural té especial interès en el món de la medicina i de l'esport<sup>1-4</sup>. El control postural implica el domini de la posició del cos en l'espai amb els objectius d'estabilitat i orientació. L'estabilitat postural, també anomenada equilibri, es defineix com la capacitat per mantenir el centre de massa corporal dins la base de sustentació. D'altra banda, l'orientació postural es refereix a l'habilitat de mantenir una correcta relació entre els propis segments del cos i entre aquests i l'entorn a l'hora de realitzar la tasca<sup>5,6</sup>.

El dèficit de control de la posició del centre de gravetat ha estat descrit com un important factor de risc de lesió de l'extremitat inferior, atès que un increment de la variació de l'estabilitat corporal s'associa a una alteració de l'estratègia de control neuromuscular. Aquest fet augmenta les forces que es transmeten a les estructures intraarticulars, lligamentoses i musculars<sup>5,7-10</sup>. Malgrat això, els estudis que associen la disminució del control postural amb les lesions traumàtiques ens donen resultats contradictoris. La majoria d'investigacions han trobat relació entre la disminució de l'estabilitat postural després de lesions articulares<sup>10-14</sup> o un risc més gran de tenir lesions esportives amb atletes d'una estabilitat menor<sup>15,16</sup>, encara que d'altres no han obtingut resultats significatius<sup>17,18</sup>.

La majoria d'investigacions que associen la disminució d'estabilitat postural a les lesions articulares de genoll i turmell han estat desenvolupades amb posicions unipodals estàtiques en superfícies estables amb ulls oberts o tancats. En detriment d'això, hem de pensar que tant les activitats esportives com les de la vida diària tenen una naturalesa dinàmica, fet que fa que la rellevància dels tests estàtics sobre les activitats funcionals sigui encara avui dia un tema de controvèrsia<sup>19</sup>.

S'ha estudiat que les esportistes femenines tenen una incidència de lesions del lligament encreuat anterior de 4 a 6 vegades més gran que els homes practicant la mateixa activitat esportiva<sup>20</sup>. A més a més, també s'ha trobat que les distensions de grau I del lligament lateral de turmell tenen una incidència del 25% superior al sexe masculí<sup>21</sup>.

Aquesta més gran incidència de lesions podria venir donada per diferents alteracions en el control neuromuscular de les dones:

- Absència de control neuromuscular en el pla frontal del genoll, la qual cosa provoca un augment del valg i de les forces de reacció del terra. Aquest fet es dona en l'aterratge del salt unipodal i en les accions de canvi de direcció i/o desacceleració, és a dir, segons els mateixos mecanismes que

es donen en les lesions lligamentoses sense contacte de genoll<sup>1,22</sup>.

- Desequilibris neuromusculars entre cama dominant i no dominant quant a força i reclutament muscular. Hewett et al<sup>20</sup> han observat que la cama no dominant sol tenir una musculatura més dèbil i amb menys coordinació que la dominant. A més a més, durant l'aterratge, el pivotatge o la desacceleració del salt unipodal, les atletes femenines solen tenir una manca de control muscular dinàmic del genoll no dominant que podria predisposar a la lesió.
- Utilització de diverses estratègies d'aterratge en comparació amb els homes<sup>20,23</sup>. Segons Hewett et al<sup>1</sup>, les dones activen preferentment els extensors de genoll envers els flexors quan es necessita donar estabilitat articular en els moviments esportius, cosa que accentuarà i perpetuarà els desequilibris de força i reclutament muscular entre aquests músculs. Lephart et al<sup>23</sup> descriuen una major rotació interna de maluc en les dones en comparació amb els homes durant la recepció del salt unipodal.

La majoria de treballs que han estudiat les diferències d'equilibri entre sexe i/o cama dominant/no dominant ho han fet d'una manera estàtica<sup>16,24</sup>. Hi ha pocs treballs que analitzin les diferències en l'estabilitat dinàmica de l'extremitat inferior<sup>23,25</sup>.

En un treball previ, Black et al<sup>26</sup> van explorar l'equilibri postural estàtic en 132 adults sans mitjançant el test de Romberg i no van trobar diferències entre homes i dones<sup>26</sup>. Hewett et al<sup>27</sup> van estudiar les diferències de sexe en el control de l'estabilitat unipodal i van concloure que les dones tenien més estabilitat corporal amb la cama dominant i no dominant. En els subjectes amb deficiències en el lligament encreuat, els homes tenien més estabilitat que les dones preoperatoriament en la cama dominant i no dominant. En l'examen postoperatori, els homes continuaven tenint més estabilitat als 6, 9 i 12 mesos després de l'operació. La diferència de la més elevada estabilitat en dones sense lesió prèvia podria explicar-se amb un centre de gravetat més baix<sup>27</sup>.

Rozzi et al<sup>28</sup> van valorar la laxitud articular (translació anterior de la tibia), la propiocepció, l'equilibri i el temps necessari per aconseguir la tensió màxima muscular i el patró de l'activitat muscular entre 34 homes i dones esportistes. Els resultats van mostrar que, en comparació amb els homes, les dones esportistes tenien més laxitud articular i necessitaven més temps per detectar canvis en la posició articular (pitjor propiocepció), malgrat tenir més capacitat per mantenir el recolzament monopodal. A més a més, les dones van obtenir una

**Taula I**

Característiques de la mostra d'estudi (n = 20): mitjana (desviació estàndard)

|            | <b>Pes (kg)</b> | <b>Talla (cm)</b> | <b>IMC</b> | <b>Edat</b> | <b>Activitat física (hores/setmana)</b> |
|------------|-----------------|-------------------|------------|-------------|-----------------------------------------|
| Homes (10) | 60 (8,2)        | 1,80 (0,1)        | 18,3 (3,6) | 26,30 (5,9) | 9,5 (4,2)                               |
| Dones (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)                             |

més gran activitat electromiogràfica dels isquiotibials en la recepció del salt<sup>28</sup>.

Ross et al<sup>29</sup> van estudiar les diferències de força, equilibri i rang de moviment de la flexió de genoll entre la cama dominant i la no dominant durant la recepció unipodal en 30 individus d'ambdós sexes físicament actius. Les tasques d'equilibri es van mesurar mitjançant un test unipodal estàtic amb ulls tancats i un salt unipodal des d'un graó. Els resultats pertinents a les tasques d'equilibri amb ulls tancats indiquen una menor desviació en el pla sagital en la cama dominant, encara que no s'observen diferències en el pla frontal. Malgrat no trobar diferències significatives en el temps d'estabilització de la recepció del salt entre cames, conclouen que les forces de reacció del terra són més absorbides per la cama dominant a causa de la més gran flexió de genoll durant l'aterratge. Tots els altres paràmetres mesurats van ser superiors amb la cama dominant<sup>29</sup>.

Wikstrom et al<sup>25</sup> van estudiar les diferències entre sexe i cama dominant en diversos tests de control postural dinàmic (salt vertical, salt unipodal i manteniment de l'equilibri 3 s) en 40 individus sans de tots dos sexes. Els resultats no van donar diferències significatives entre la cama dominant i la no dominant. Quant a la diferència entre sexes, els autors conclouen que encara que les dones van obtenir un millor índex de control postural dinàmic, no van absorbir tan bé com els homes les forces de reacció vertical del terra. Segurament homes i dones tenen diferents estratègies de recepció del salt per estabilitzar-se i absorbir l'energia després del salt. Lephart et al<sup>23</sup> també van observar que les dones tenen una menor capacitat d'absorbir les forces verticals d'impacte després del salt, fet que van correlacionar amb una menor flexió i control del genoll en la recepció i amb una debilitat de la musculatura de quàdriceps i isquiotibials.

Avui dia encara hi ha pocs estudis relacionats amb les diferències en l'estabilitat postural entre cama dominant i no dominant, així com respecte de les diferències entre homes i dones. L'objectiu d'aquest estudi és comparar les dades establimètriques de l'equilibri unipodal entre sexe i cama domi-

nant/no dominant en una població físicament activa tant de forma estàtica com dinàmica mitjançant una plataforma optomètrica.

## MÈTODE

### Disseny

Estudi transversal. Es compara el control postural segons les variables de sexe i cama dominant/no dominant en un sol mesurament de dades.

### Mostra (n)

La mostra està formada per 20 individus sans de 22,56 ± 5,7 anys: 10 homes i 10 dones (taula I). Els criteris d'inclusió corresponien a persones sanes d'edat entre 18-35 anys, físicament actives (3 o més sessions a la setmana d'un mínim de 60 minuts distribuïdes en dies alterns). Es van excloure subjectes amb qualsevol lesió (aguda o crònica) o malaltia a l'inici de l'estudi. Els participants van signar un consentiment informat d'estudi, i aquest va ser aprovat pel Comitè d'Ètica de la Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna, Universitat Ramon Llull.

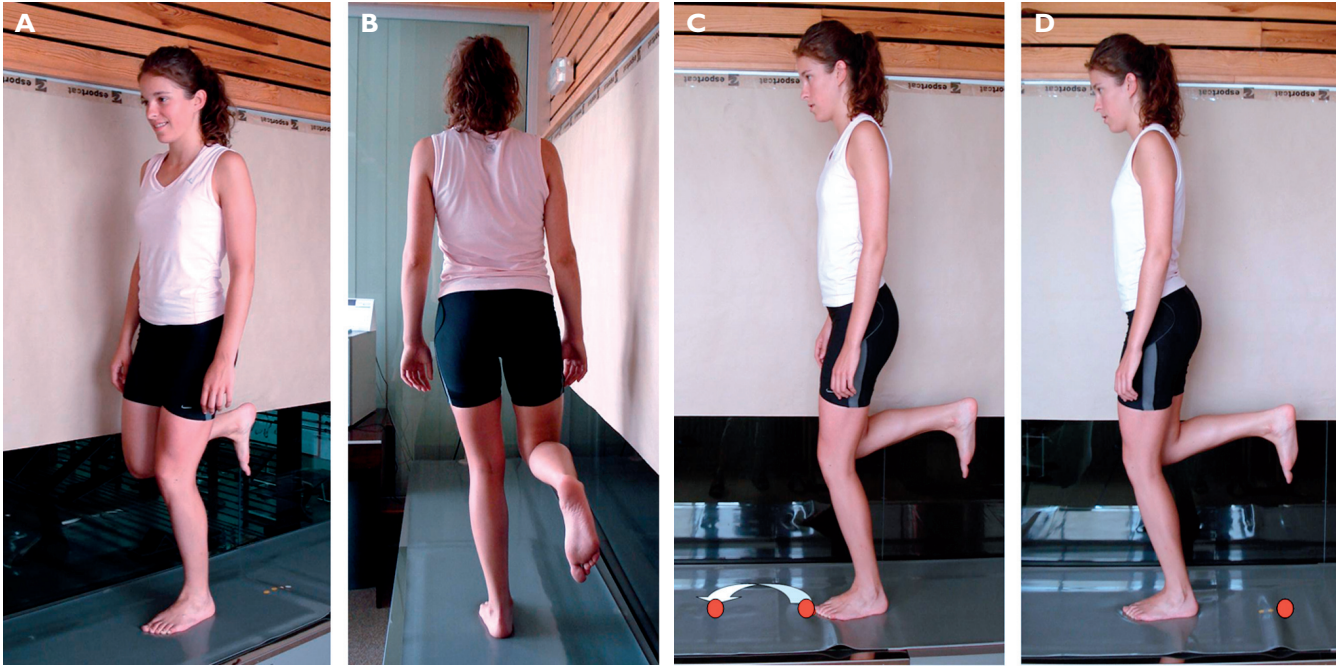
### Mètode d'observació. Recollida de dades

L'estabilometria es va fer mitjançant una plataforma de pressions plantars amb sensors òptics i es van seguir les directius del protocol de Trevor B. Birmingham<sup>30</sup> i Colby et al<sup>31</sup>. Es van fer els tests següents (fig. 1):

- Equilibri unipodal amb ulls oberts (UO).
- Equilibri unipodal amb ulls tancats (UT).
- Salt unipodal amb la meitat de la distància de la cama del subjecte (S) (des de trocànter major del fèmur a mal·lèol peroneal).

**Figura 1**

Proves d'equilibri unipodal. A y B) Test unipodal ulls oberts/ulls tancats (10 s). Test de salt unipodal (3 s): C) inici del salt; D) recepció del salt.



Cada test es va efectuar tres cops consecutius, alternant cama dreta i esquerra. En cada mesurament de dades es va recollir la mitjana de la desviació del centre de pressions (CP) en el pla frontal (eix X) i sagital (eix Y) de la duració total de cada test (fig. 2). El primer i segon test duraven 10 s, i el tercer, 3 s. Per familiaritzar-hi, els subjectes es va fer una prova d'un a tres dies abans de la primera obtenció de dades. Abans de fer el test, tots els voluntaris van seguir l'escalfament següent: cursa contínua 7 min a 7/9 km/h i estiraments en tensió activa<sup>32</sup> durant 3 min, i seguidament es van fer tres vegades els tests esmentats. Entre cada test va haver-hi un descans de 60 s.

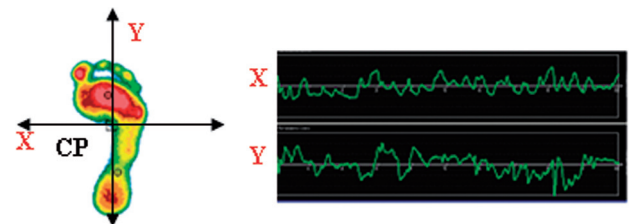
En els tests 1 i 2, el subjecte se situava dret amb recolzament del peu que calia mesurar al centre de la plataforma (marcat amb un punt) i una petita flexió de genoll (15 graus). Quan l'individu estava preparat, començava a flexionar el genoll contrari al recolzament a 90 graus, i al senyal del mateix voluntari s'iniciava l'obtenció de dades.

Durant el test 1 i 3 (ulls oberts), els subjectes miraven una cartolina negra DIN A4 situada a la paret a 1 m de la plataforma. Amb el test sense visió, els subjectes van fer el mateix fins a tancar els ulls.

Durant els 3 tests se'ls va indicar que havien d'intentar estar al més quiets possible, amb els braços al llarg del cos. El test es tornava a repetir en el cas que el subjecte no el pogués finalitzar

**Figura 2**

Desviació del centre de pressions en l'eix lateral i anteroposterior. X: eix X, pla frontal, desviació lateral; Y: eix Y, pla sagital, desviació anteroposterior; CP: centre de pressions.



sense perdre l'equilibri. La cama dominant va ser escollida en funció de la cama amb què es xuta una pilota. El protocol escollit va seguir les directrius de Trevor B. Birmingham<sup>30</sup> i Colby et al<sup>31</sup>. Un estudi previ ens va donar un coeficient de correlació intraclasse del test unipodal d'ulls oberts i tancats de bo a excel·lent en tots els paràmetres (0,769-0,613); contràriament, el del salt va ser de bo a baix (0,713-0,119).

### Equipament

Plataforma optomètrica per a la valoració de les pressions plantars (podocomputer/CbsScanGraf) amb un sistema com-

putat d'anàlisi del peu, recolzaments plantars i biomecànica de la marxa. Té una superfície de mesurament de  $370 \times 450$  mm amb una densitat de 60 sensors/cm<sup>2</sup>, una freqüència de captura de fins a 25 Hz i funciona amb el sistema Windows XP. Té la capacitat de quantificar la posició del centre de gravetat de forma bipodal o unipodal.

### Anàlisi estadística

Les dades recollides van ser analitzades estadísticament amb el sistema SPSS 15.0. Per a aquesta anàlisi es va seleccionar el millor resultat dels 3 mesuraments de dades consecutius de cada test. Es van comparar les desviacions del CP de nois i noies amb la prova per a dues mostres independents U de Mann-Whitney, ja que la mostra és petita i no compleix el criteri de normalitat. També es va fer una prova de mostres relacionades de Wilcoxon per trobar les diferències del CP entre cama dominant i no dominant.

### RESULTATS

La taula II ens mostra les diferències entre homes i dones. El test UO no mostra diferències significatives en cap cas. El test UT mostra diferències significatives en els dos plans en la cama no dominant. En el cas del test S es troben diferències significatives de totes dues cames només en el pla frontal. En els casos en què hi ha diferències significatives, la mitjana de la desviació del CP sempre és menor en el cas del grup femení.

Si comparem cama dominant i no dominant agafant com a mostra el total de dones i homes, no hi ha diferències significatives entre totes dues cames (taula III). En canvi, al separar homes i dones sí que hi trobem diferències significatives. En el cas de les dones hi ha una major desviació del centre de pressions de forma significativa de la cama no dominant en els dos eixos del test de salt. En el cas dels homes s'observa un augment significatiu del CP en el cas de la cama no dominant en el eix anteroposterior del test UO.

### DISCUSSIÓ

#### Diferències entre sexe

En la prova UO, igual que Black et al<sup>26</sup>, no hem trobat diferències significatives entre sexes. En canvi, Hewett et al<sup>27</sup> i Rozzi et al<sup>28</sup> sí que van trobar un més gran equilibri en les dones. En el cas del test UT, només obtenim diferències significatives en la cama no dominant. Si observem la mitjana de les

desviacions del CP (taula II), la diferència indica més oscil·lació del CP en el cas dels homes. Encara que les altres variables no han donat diferències significatives entre sexe, les mitjanes tendeixen a donar una menor desviació del CP en les dones en tots dos eixos. No hem trobat altres estudis que comparin la diferència de sexe amb el test unipodal d'ulls tancats.

En la prova de salt, les diferències significatives entre homes i dones es donen només en el pla frontal, amb una menor desviació del CP a favor del sexe femení. Wikstrom et al<sup>26</sup> també van obtenir un millor índex de control postural dinàmic en les dones, encara que el component vertical de les forces de reacció del terra va ser més ben absorbit pels homes, fet que s'associa a una menor flexió de genoll durant la recepció del salt entre les dones.

Segons els resultats obtinguts de la desviació del CP, tant pel nostre estudi com els ja esmentats, la més gran incidència de lesions d'extremitat inferior en les dones<sup>20,21</sup> no estaria relacionada amb una més gran desviació del CP, ja que aquesta variable no es mostra més elevada en el sexe femení. En el nostre estudi, igual que en d'altres<sup>25,27</sup>, les dones tendeixen a mostrar una menor desviació del CP en els tests més dinàmics (UT i S), és a dir, els que necessiten més requeriments físics i la variació del CP és més gran. Recordem que l'equipament utilitzat mesura la desviació del centre de pressions i no les forces d'impacte del terra ni la biomecànica de les extremitats.

Per tant, sembla que hi ha diferències entre homes i dones en el control neuromuscular, malgrat que en aquests moments no queda clar si és per diferents estratègies de control postural o deficiències del control neuromuscular. Igual que altres autors<sup>1,23,25</sup>, creiem que les estratègies de recepció del salt entre sexes solen ser diferents i podrien tenir influència en una major o menor incidència de lesions esportives de l'extremitat inferior. En relació amb els components de valg i posició propera a l'extensió de genoll com a factors que existeixen habitualment en el mecanisme lesional del lligament encreuat anterior, McLean et al<sup>33</sup> arriben a conclusions força interessants en comparar jugadors i jugadores de bàsquet. Els autors conclouen que estan d'acord amb l'existència de més valg en les dones, però afegeixen una dada que cal tenir en compte: els seus resultats no mostren que els subjectes amb més valg anatòmic detectat en una exploració produeixi més valg en la sortida oberta, salt lateral o recepció del salt unipodal. Pels seus resultats, dedueixen que el valg funcional en l'acció esportiva té més un origen d'estratègia neuromuscular que no anatòmic<sup>33</sup>. Per tant, podríem suggerir que la prevenció de lesions de lligament encreuat anterior mitjançant l'entrenament neuromuscular és possible.



**Taula II**

Comparació de mitjana i desviació estàndard (DE) de la mitjana de la desviació del centre de pressions entre homes i dones

| Test         | Eix | Sexe  | Dominant     |       | No dominant  |       |
|--------------|-----|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|              |     |       | Mitjana (DE) | p*    | Mitjana (DE) | p*    |
| Ulls oberts  | X   | Dones | 4,2 (1,1)    | 0,971 | 3,9 (1,4)    | 0,739 |
|              |     | Homes | 4,2 (1,2)    |       | 4,1 (1,7)    |       |
|              | Y   | Dones | 4,2 (1,0)    | 0,529 | 3,6 (1,3)    | 0,143 |
|              |     | Homes | 3,8 (1,1)    |       | 4,4 (1,4)    |       |
| Ulls tancats | X   | Dones | 8,9 (2,0)    | 0,218 | 8,4 (3,0)    | 0,029 |
|              |     | Homes | 10,9 (4,4)   |       | 11,4 (2,8)   |       |
|              | Y   | Dones | 9,5 (1,6)    | 0,529 | 9,0 (2,6)    | 0,035 |
|              |     | Homes | 10,6 (4,4)   |       | 12,3 (2,4)   |       |
| Salt         | X   | Dones | 8,6 (2,8)    | 0,011 | 10,8 (5,3)   | 0,002 |
|              |     | Homes | 14,3 (4,4)   |       | 9,5 (3,1)    |       |
|              | Y   | Dones | 7,0 (2,0)    | 0,853 | 9,2 (1,2)    | 0,247 |
|              |     | Homes | 10,1 (2,8)   |       | 8,6 (1,9)    |       |

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

**Taula III**

Comparació de la mitjana de la desviació del centre de pressions (CP) entre cama dominant i no dominant

| Test  | Ulls oberts |        | Ulls tancats |        | Salt   |        |
|-------|-------------|--------|--------------|--------|--------|--------|
|       | Eix X*      | Eix Y* | Eix X*       | Eix Y* | Eix X* | Eix Y* |
| Dones | 0,878       | 0,359  | 0,646        | 0,475  | 0,086  | 0,028  |
| Homes | 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  |

\*Prova de Wilcoxon,  $p < 0,05$ .

### Diferències entre cama dominant/no dominant

En la prova UO no es troben diferències significatives agafant el grup total o el grup femení o masculí per separat, excepte en la variable anteroposterior dels homes, en què segons les mitjanes (taula II) hi ha més variació en la cama no dominant.

En la prova d'UT tampoc hi ha diferències significatives en cap cas. El grup de Ross<sup>29</sup> va obtenir una menor desviació anteroposterior en la cama dominant, encara que no es van observar diferències en la desviació mediolateral.

En el test de salt es troben diferències significatives entre cama dominant i no dominant només en les dones. Si el resultat és que la desviació del CP en les dones és més gran que en els homes, podem dir que Hewett et al<sup>1</sup> parlen d'aquest fet com un dels possibles factors que predisposen a una més alta incidència de lesió del lligament encreuat anterior en dones respecte d'homes. En aquesta línia, Ross et al<sup>29</sup> van trobar diferències en el temps necessari per arribar al pic de forces de reacció vertical del terra. Wikstrom et al<sup>26</sup> no van trobar diferències significatives entre cames en el cas del salt unipodal.

Com que existeixen algunes controvèrsies en el tema de què tractem, és important pensant en futurs estudis el fet de considerar si una més gran variació del centre de pressions s'associa realment amb un menor control postural com es pensa fins ara, ja que alguns autors<sup>34</sup> han suggerit recentment que més variabilitat pot oferir més flexibilitat per actuar sobre forces inesperades. Aquest fet pot donar a l'esportista una més gran riquesa de patrons motors, fet que implica més capacitat coordinativa davant de la gran variabilitat d'estímul que es poden provocar en determinats esports. Els estudis publicats sobre el tema mostren poblacions molt diferents, igual que una gran diversitat de proves i mesuraments vàlids i fiables i mostres d'estudi petites. Malgrat que seria necessari ampliar la mostra de les investigacions, el nostre estudi també utilitza una mostra petita perquè

el processament de dades establimètriques exigeix una llarga elaboració per obtenir uns resultats definitius. En aquest sentit, s'haurà de millorar el programa informàtic de tractament de dades per a futures investigacions.

També necessitem nous mesuraments que ens permetin comparar tant l'estabilitat postural, la propiocepció, les forces de reacció del terra, la força muscular i la cinemàtica de les articulacions implicades, ja sigui en posició estàtica com dinàmica. Per últim, hem de pensar que les posicions dinàmiques són les

que més ens interessin, perquè s'apropen més a la realitat de l'esportista. Atesa una més gran dificultat i variabilitat que tenen en el mesurament, hem d'incidir encara més a estudiar-les per arribar a aconseguir dades que ens permetin plantejar estratègies d'aplicació segons els objectius que ens proposem.

## AGRAÏMENTS

A tot l'equip mèdic i tècnic del Consell Català de l'Esport.

## Bibliografia

- 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, Balias 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.
- 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.
- 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.