

Efectes d'un entrenament propioceptiu (TRAL) de tres mesos sobre el control postural en joves esportistes*

AZAHARA FORT VANMEERHAEGHE**

Llicenciada en Ciències de l'Activitat física i l'Esport (INEFC)

Diplomada en Fisioteràpia (EUIFN Blanquerna).

Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu. Consell Català de l'Esport.

Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna. Universitat Ramon Llull

PEDRO DE ANTOLÍN RUIZ

Escola Universitària de Fisioteràpia Gimbernat

LLUÍS COSTA TUTUSAUS

Escola Universitària d'Infermeria, Fisioteràpia i Nutrició Blanquerna. Universitat Ramon Llull

NURIA MASSÓ I ORTIGOSA

Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna. Universitat Ramon Llull

LLUÍS RUEDA PELÀEZ

Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu. Consell Català de l'esport

MARIO LLORET I RIERA

INEFC. Institut Nacional d'educació Física Catalunya. Barcelona

Correspondència amb autors/es

** azaharafort@hotmail.com

Resum

Introducció: És un estudi d'intervenció de disseny longitudinal amb una duració de 6 mesos, de grup únic amb avaluació abans-després; que pretén d'avaluar l'eficàcia d'un programa propioceptiu com a mètode per a millorar el control postural en joves esportistes.

Mètodes: La mostra d'estudi van ser 28 jugadors/es de voleibol (15-18 anys).

Es van prendre dades un primer cop abans d'un primer trimestre sense intervenció, un segon cop finalitzat aquest període i un tercer cop després d'un segon trimestre amb entrenament. L'entrenament propioceptiu utilitzat es va fer mitjançant el mètode Teràpia Reequilibradora de l'Aparell Locomotor (TRAL).

L'estabilitat corporal es va mesurar calculant l'àrea de desviació del centre de pressions mitjançant una plataforma de forces amb sensors electrònics Buratto Advanced. Les posicions mesurades van ser la posició unipodal amb ulls oberts i tancats de les dues cames.

Resultats: Reducció significativa de l'àrea de desviació del centre de pressions en els quatre tests en el cas de les noies i només una reducció significativa en un dels tests amb el grup de nois.

Conclusions: L'entrenament amb TRAL millora el control postural en noies i produeix tendència a la millora en el cas dels nois. Nous estudis amb grup control i mostra més gran són requerits.

Paraules clau

Prevenió, Extremitat inferior, Propiocepció, Control postural, TRAL, Voleibol.

Abstract

Effects of a neuromuscular training programme to postural control in young volleyball players

Introduction: It's a longitudinal study of six months, a test-retest study in a single group which evaluates the effectiveness of a method called TRAL (Rebalance Locomotive System Therapy) as a proprioceptive programme to improve postural control in young athletes.

Methods: The study sample consists of 28 subjects between 15-18 years old, high-level volleyball players.

TRAL is the independent variable and postural control will be the dependent variable. A paired test will be taken before and after the training.

Postural control was measured with an electronic force platform (Buratto Advanced) three times: three months before training, at the conclusion of this training period, and for a further three months after the proprioceptive training.

Results: The training period shows a significant reduction of movements of the centre of pressure in women and there was only a significant reduction in one of the test in men. **Conclusion:** The training method improves postural control in women and only has a tendency to improve in men.

Key words

Prevention, Lower limb, Proprioception, Postural control, TRAL, and volleyball.

* Font de finançament: Ajut a la recerca concedit pel Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya 2004-2005.

Introducció.

Antecedents i estat actual del tema

Les lesions esportives són unes de les lesions més comunes de la societat moderna. L'etiologia, els factors de risc i els mecanismes exactes que desencadenen les lesions necessiten ésser identificades abans d'iniciar un programa de prevenció.

Les lesions de turmell, quant a localització, són les més comunes en una àmplia varietat d'esports. Les lesions del lligament lateral extern de turmell representen entre el 15 % i el 25 % de totes les lesions causades per la pràctica d'esport (Leanderson *et al.*, 1996).

Està demostrat per diversos estudis que tant les turmelleres com els embenats funcionals tenen un efecte preventiu (MacAuley, 2002). Tanmateix, aquestes dues mesures tenen certs efectes negatius com per exemple: poden irritar i provocar petites ferides a la pell, poden disminuir la funcionalitat, els embenats funcionals es poden desfer durant el partit, necessiten ser aplicats per personal qualificat.

L'entrenament propioceptiu amb taules d'equilibri també ha estat efectiu en la prevenció de lesions de turmell sense els inconvenients esmentats anteriorment (Verhagen *et al.*, 2004).

L'entrenament propioceptiu amb plans inestables és comú per a prevenir noves lesions de turmell. En diversos estudis s'ha comprovat una millora del balanceig postural mitjançant un entrenament propioceptiu després de 6 a 10 setmanes, de 3 a 5 cops setmanals i sessions de 10 a 20 minuts (varien segons els estudis) (Bahr *et al.*, 1997; Matsusaka *et al.*, 2001; Pintsaar *et al.*, 1996; Tropp *et al.*, 1984; Verhagen *et al.*, 2000; Stasinopoulos, 2004).

La majoria d'estudis revisats relacionats amb el genoll i la propiocepció ens parlen de lesions de lligament creuat anterior (William *et al.*, 2005; Caraffa *et al.*, 1996).

Diversos autors demostren l'efectivitat dels programes de prevenció de lesions de lligament creuat anterior de genoll mitjançant un programa d'entrenament neuromuscular en esportistes femenines (Hewett *et al.*, 1999; Holm *et al.*, 2004; Myklebust *et al.*, 2003).

Encara que manquen estudis, els més recents semblen mostrar que els pacients amb síndrome rotuliana milloren la seva simptomatologia mitjançant un programa de propiocepció (Baker *et al.*, 2002).

Mètode TRAL

El TRAL és un mètode de recuperació funcional dinàmica que es basa en la percepció de la postura corporal a través del moviment i els canvis de posició del centre de gravetat. Va ser creat per Pedro Antolín (Professor de la Universitat de Fisioteràpia Gimbernat) l'any 1989-90 (de Antolín Ruiz, 1998). Aquesta tècnica s'utilitza actualment en molts centres de fisioteràpia espanyols, especialment per a tractaments rehabilitadors de lesions d'extremitat inferior.

Actualment, no existeix cap estudi que demostrï l'eficàcia dels protocols del mètode TRAL com a entrenament propioceptiu eficaç en joves esportistes.

Propiocepció. Control postural

La propiocepció és important per a mantenir l'equilibri, controlar els moviments de l'extremitat i l'estabilitat articular (Roberts, 2003). La definició de propiocepció ha creat i crea encara molta controvèrsia en la comunitat científica. Inicialment, definicions com "habilitat per rebre estímuls dels músculs, tendons i articulacions i el procés d'informació d'una manera significativa en el sistema nerviós central", i, "ajuda en el coneixement del lloc on es troba un membre en l'espai" (Hewett *et al.*, 2002). Aquesta mancança per definir, de forma acceptable per tothom, dels termes propiocepció i control neuromuscular mostren la complexitat de l'assumpte i la dificultat per investigar de forma vàlida i de confiança.

L'equilibri és la capacitat de mantenir la posició del centre de masses del cos sobre la base de recolzament (Lephart, 2000), és sinònim d'estabilitat postural (Ageberg, 2003).

El control postural es defineix com el control de la posició del cos en l'espai amb dos objectius: l'estabilitat i l'orientació. L'orientació postural es refereix a l'habilitat de mantenir una correcta relació entre els diferents segments del cos amb l'entorn a la hora de realitzar la tasca. L'habilitat postural es defineix com l'habilitat per a mantenir el centre de massa del cos sense límits específics. El sistema nerviós utilitza informació sensorial provinent de tres fonts per a mantenir el control postural (Hewett *et al.*, 2002):

- Mecanoreceptors perifèrics (propiocepció).
- La visió.
- El sistema vestibular.

Cadascun d'aquests sistemes sensorials aporta contribucions úniques per al control postural.

Els mecanoreceptors perifèrics es localitzen a diversos llocs del cos incloent-hi la pell, les articulacions, els lligaments, els tendons i els músculs. El rol dels mecanoreceptors és el de convertir l'energia mecànica en un nou potencial elèctric. Bàsicament, el mecanoreceptor es un plexe especialitat del nervi, que proporciona de forma mecànica sentit de posició i coneixement conscient, tot iniciant respostes reflexes per estabilitzar articulacions i evitar lesions (Hewett *et al.*, 1999).

Estabilometria

L'estabilometria consisteix en l'avaluació del control postural en una plataforma de forces (Ageberg, 2003).

Diversos tests de control postural amb estabilometria han estat provats per a mesurar clínicament la inestabilitat funcional d'extremitat inferior (Friden *et al.*, 1989; Shiraishi *et al.*, 1996; Birmingham, 2000).

Freeman i col·laboradors mitjançant un test de Romberg modificat van mostrar que els pacients amb una distensió unilateral de turmell disminueixen l'habilitat per mantenir l'equilibri estàtic amb la cama lesionada respecte la no lesionada. Ells van suggerir que les lesions lligamentoses de turmell sovint provoquen un dèficit propioceptiu, i condueixen a un control postural deteriorat (Freeman *et al.*, 1965).

Leanderson i col·laboradors van documentar en el seu estudi prospectiu que l'anàlisi de l'estabilitat postural pot ser utilitzada per determinar l'efectivitat d'una rehabilitació propioceptiva després de distensions de turmell. Per tant, està considerat que el valor de l'àrea rectangular és útil per a la valoració de la funció inestable del turmell (Leanderson *et al.*, 1996).

Tropp i col·laboradors van mostrar correlació entre resultats anormals estabilomètrics com a predictius d'una futura lesió de turmell (Tropp *et al.*, 1984).

Han estat estudiats tests retests de confiança d'estabilometria i han demostrat tenir una correlació de moderada a excel·lent a l'hora de mesurar l'estabilitat corporal mitjançant una plataforma de forces (Ageberg, 2003; Birmingham, 2000).

El dèficit de control de la posició del centre de gravetat ha estat descrit com a un potent risc de patir lesions d'extremitat inferior (Matsusaka *et al.*, 2001).

En un estudi fet per Riemann i col·laboradors van observar com en la posició d'equilibri unipodal la musculatura pertanyent a l'articulació del turmell va ser la més

requerida, tant en la posició ferma sobre el terra, amb matalàs, amb plans multiaxials o ulls tancats. A mesura que augmenta la dificultat, com ho és el matalàs o els ulls tancats, es van utilitzant les articulacions més proximals al turmell (genoll/maluc) (Riemann *et al.*, 2003).

Diferències de gènere

Les diferències entre els sexes sobre el rendiment és evident en el rendiment esportiu; malgrat això, encara existeixen grans llacunes (Wilmore, 1998).

Diferències de gènere en l'estabilitat unipodal

Hewett i col·laboradors (1999) van estudiar les diferències de gènere en el control de l'estabilitat unipodal i van concloure que les dones tenien major estabilitat corporal amb la cama dominant i no dominant. En els subjectes amb deficiències en el lligament anterior creuat del genoll, els homes tenien major estabilitat que les dones preoperatoriament en la cama dominant i no dominant. En l'examen postoperatori els homes continuaven tenint major estabilitat 6, 9 i 12 mesos després de l'operació (Hewett *et al.*, 2002).

Mètode

Disseny

Estudi d'intervenció de disseny longitudinal, de grup únic amb avaluació abans-després. L'estudi va tenir una duració de 6 mesos, i s'hi van comparar un primer trimestre sense intervenció (inici d'octubre de 2004 a final desembre 2004) i un segon trimestre amb entrenament propioceptiu mitjançant TRAL (principi de gener 2005 a inici abril 2005).

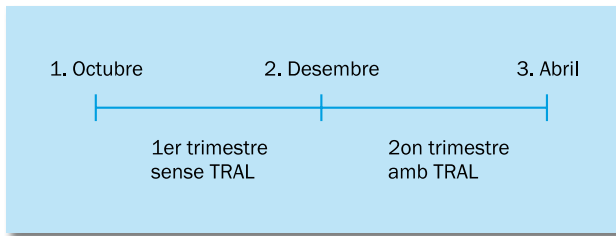
Mostra (n)

Els subjectes escollits per a l'estudi van ser l'equip de tecnificació de voleibol de la Residència Joaquim Blume d'Esplugues de Llobregat. Aquest grup consta de 14 nois i 14 noies d'edat compresa entre 15-18 anys d'edat (Taula 1).

	Pes (Kg)	Talla (cm)	Edat
Noies	66,5±6,6	176±3,0	15,6±0,6
Nois	79,2±13,1	190±0,1	16±0,9

Taula 1

Característiques subjectes d'estudi (Mitjana ± desviació estàndard).

▲
Taula 2

Preses de dades establimètriques en un període de 6 mesos (Primer trimestre sense entrenament i segon trimestre amb entrenament TRAL)

▲
Figura 1

Test de recolzament unipodal ulls oberts.

Les hores d'entrenament durant el temps de presa de dades va ser de 18 hores/setmanals tant per a nois com per a noies. Van realitzar dues competicions per setmana tant nois com noies, l'una amb el seu club i l'altra amb l'equip de la Residència Blume.

Es disposa del consentiment informat signat pels pares i pels esportistes participants en l'estudi. Aquest estudi ha estat aprovat pel comitè d'ètica del CAR de Sant Cugat del Vallès.

Procediment

Valoració estabilitat corporal

L'establimètria es va fer mitjançant una plataforma de forces amb sensors electrònics.

Es van seguir les directius del protocol d'establimètria fetes per Trevor B. Birmingham (Birmingham, 2000) i Eva Ageberg (Ageberg, Zatterstrom, i Moritz, 1998).

El test d'establimètria es va efectuar en tres ocasions: a final de setembre, final de desembre i principi d'abril (Taula 2). En cadascuna de les tres ocasions es van prendre mesures de l'àrea de desviació del centre de pressions. Es van realitzar les posicions següents: 1 Equilibri unipodal amb ulls oberts (Figura 1) i, 2) Equilibri unipodal amb ulls tancats. En cadascuna d'aquestes posicions les dades del centre de pressions van ser recollides tres cops consecutius, tot mesurant alternativament cama dreta i esquerra. En el test 1 es van recollir dades durant 25 segons, en el test 2 durant 10 segons.

Per familiaritzar els subjectes amb el procediment del test els subjectes van practicar de tres a cinc cops cadascun dels tests prèviament a la data de presa de dades i un cop just abans del test.

Tothom va començar primer per la cama dreta. Entre el test 1 i el 2 hi va haver un descans de 60 segons.

La posició de partida en els tests comença amb el subjecte en bipedestació amb recolzament del peu a mesurar al centre de la plataforma (marcat amb una creu) i una petita flexió de genoll (15°). Amb el peu oposat en contacte amb l'angle superior de la plataforma. Quan el subjecte estava preparat era instruït per a començar a flexionar el genoll contrari al recolzament a 90°, quan el subjecte estava preparat començava la presa de dades.

Durant el test on els subjectes estaven amb els ulls oberts, miraven a una cartolina negra DIN A4 situada a la paret a 2 m de la plataforma. Amb el test dels ulls tancats els subjectes feien el mateix fins a tancar els ulls.

Durant els dos tests se'ls va indicar als subjectes que havien d'intentar estar el més quiets possibles, amb els braços al llarg del cos.

Si algun dels subjectes no podia acabar el test sense perdre l'equilibri es tornava a repetir.

Entrenament propioceptiu mitjançant mètode TRAL

L'entrenament propioceptiu es va basar en el mètode TRAL.

Es va adaptar el mètode TRAL al temps i al material de què es disposava. En el nostre cas, el programa es va aplicar en l'espai reservat a la prevenció que els entre-

nadors dediquen en el seu temps de preparació física. El tractament de prevenció específic va tenir una durada de 15 minuts de dilluns a dijous i es va realitzar durant 12 setmanes (Figura 2). Tots els subjectes d'estudi van realitzar més del 80 % dels entrenaments.

El TRAL disposa de moltes plantilles d'exercicis, només se'n van escollir 12, totes en posició bípeda i unipodal.

El programa d'entrenament es va realitzar sense bambes, de dos a tres dies, i amb bambes, un/dos dies a la setmana. Es va seguir una progressió de dificultat començant amb els exercicis més bàsics. Quan l'exercici era dominat amb ulls oberts s'augmentava la dificultat tot augmentant el rang de moviment, les tasques a realitzar, el nombre de repeticions i, finalment, sense la utilització del sistema visual.



Figura 2
Entrenament propioceptiu mitjançant el mètode TRAL.

Anàlisi estadística

Les dades recollides han estat analitzades amb el paquet estadístic SPSS 13.0.

Primerament es va realitzar la prova de normalitat de Shapiro-Wilk. La distribució no va resultar Normal per la qual cosa es van realitzar proves no paramètriques (Domènech, 2000).

Seguidament, es va comparar la prova no paramètrica de Friedman; i si existien diferències, es va procedir amb la prova de Wilcoxon.

Es van utilitzar les proves de Wilcoxon i Friedman (mostres relacionades) perquè comparen dades intrasubjecte.

Es va agafar la millor mostra de les tres preses de dades de cada test.

Per calcular les mitjanes es va utilitzar el programa Excel.

Es va separar el grup de nois i noies, perquè els entrenaments tècnics i físics no van ser els mateixos.

Equipament

L'estabilometria es va fer mitjançant una plataforma de forces amb sensors electrònics (Burato advanced technology, Itàlia;1998) i un ordinador portàtil (Compaq Pentium 4). El programa utilitzat per a la presa de dades va ser el Foot Checker 3.1.(2004) (figura 3). La plataforma es de 50 × 48 cm i va ser muntada sobre el terra del laboratori.

El lloc on es van prendre les dades va ser el laboratori de biomecànica del servei mèdic del Consell Català de l'Esport.

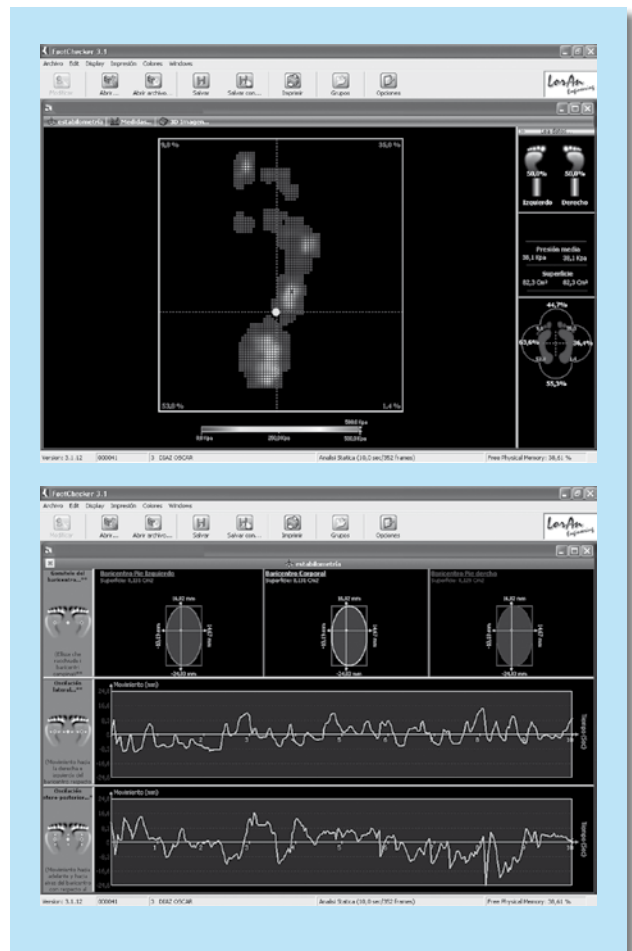


Figura 3
Programa Foot Checker 3.1.

Resultats

Tots els subjectes van finalitzar el programa d'entrenament amb èxit, i van complir el 80 % d'assistència mínima.

Es compara l'equilibri unipodal amb ulls oberts de la cama dreta (UOD), l'equilibri unipodal amb ulls oberts de la cama esquerra (UOE), l'equilibri unipodal amb ulls tancats de la cama dreta (UTD) i l'equilibri unipodal amb ulls tancats de la cama esquerra (UTE) en els tres moments de preses de dades, octubre-desembre-abril (o-d-a).

El valor comparat és l'àrea rectangular que representa les oscil·lacions del centre de gravetat de l'individu. A menor àrea significa que el seu centre de gravetat ha oscil·lat menys i, per tant, ha pogut mantenir una posició més estable i, doncs, un major control postural. A la *figura 4* es poden observar les mitjanes de les àrees de desviació postural obtingudes en les tres preses de dades per nois i noies.

Comparació UOD

Friedman, amb noies, dona diferències significatives. Malgrat que amb nois no existeixen diferències significatives amb la prova de Friedman, farem Wilcoxon igualment; s'ha d'assumir que el marge d'error serà superior, però en aquest cas es justifica perquè no m'interessen tant les diferències globals com les diferències per parelles.

Amb les noies, no hi ha diferències significatives entre octubre i desembre, sí, entre desembre i abril; i no n'hi ha entre octubre i abril. És a dir, a l'abril tenen millor control postural que al desembre i només una mica millor que a l'octubre. En el cas de les noies, quan comparem desembre amb octubre observem 4 subjectes amb menor àrea (milloren) i 10 subjectes amb major àrea. Això ens indicaria una tendència a empitjorar el control postural d'octubre a desembre. Si comparem desembre amb abril, 12 noies milloren l'àrea i 2 l'empitjoren. Si

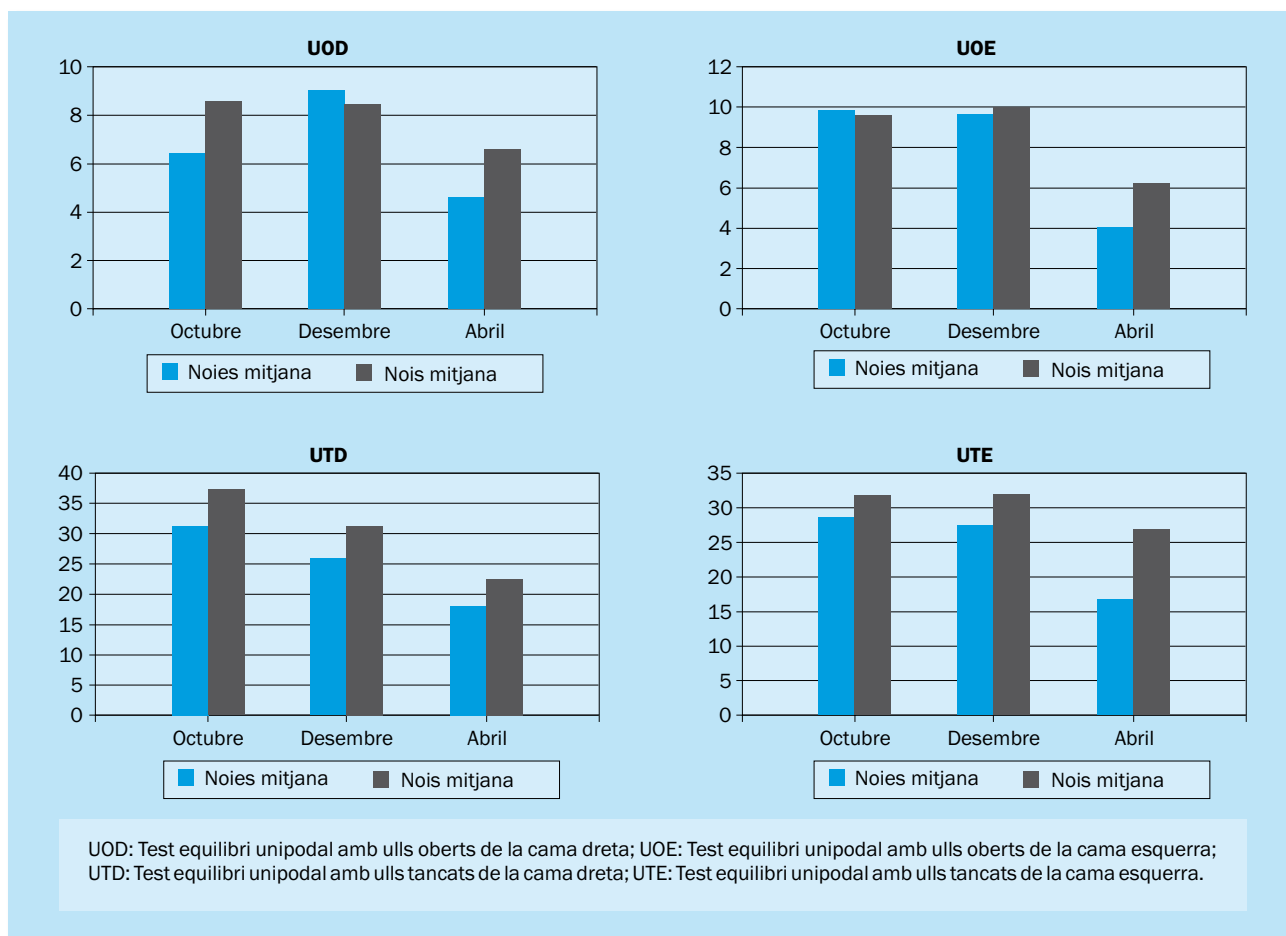


Figura 4

Comparació de mitjanes de les àrees de desviació del centre de pressions en els 4 tests aplicats en els tres moments de presa de dades.

comparem octubre i abril, 11 noies milloren i 3 empitjoren. Per tant, es pot observar una clara millora del control postural del segon trimestre amb entrenament respecte al primer.

En el cas dels nois no existeixen diferències significatives.

Comparació UOE

En el cas de les noies, no hi ha diferències significatives entre octubre i desembre, però sí que n'hi ha entre octubre-abril i desembre-abril. Igual que amb la cama dreta amb ulls oberts, en aquest cas hi ha una clara millora de l'estabilitat corporal a l'abril respecte desembre i octubre.

En el cas dels nois, no hi ha diferències significatives.

Comparació UTD

Friedman dona diferències significatives tant amb nois com amb noies.

La prova Wilcoxon ens indica que no existeixen diferències significatives en cap dels dos sexes entre o-d, però sí entre o-a i d-a. Hi ha una clara reducció de la desviació del centre de pressions el mes d'abril respecte a les altres dues preses de dades d'ambdós sexes.

Comparació UTE

Friedman només dona diferències significatives entre noies.

En el cas de les noies, no hi ha diferències entre o-d i sí que n'hi ha entre o-a i d-a, de forma que es millora el control postural el mes d'abril. En el cas dels nois, no hi ha diferències significatives en cap dels casos.

Comparació nois-noies

Si observem la *Figura 5* veurem les diferències de l'àrea de desviació dels diferents tests en nois i noies. Es pot observar que l'àrea es inferior en el cas de les noies en els quatre tests.

Discussió

Els resultats obtinguts en l'estabilometria no són exactament els esperats en el cas dels nois. Hi ha una clara millora significativa en la tercera presa de dades (abril) en el cas de les noies respecte a les altres dues preses de dades en els quatre tests aplicats, però no en el cas dels nois. En el cas dels nois, les millores només són significatives en el test d'ulls tancats cama dreta. La

petita mostra (N:28) d'estudi podria justificar els resultats. També cal ressaltar que els tests aplicats han tingut una correlació de fiabilitat de moderada a excel·lent, però utilitzant un altre tipus de plataforma de forces (Ageberg *et al.*, 1998; Birmingham, 2000).

Els millors resultats obtinguts en el cas de les noies i no en el cas dels nois, podrien ser deguts al grau d'implicació. Com a mera observació personal, el grau d'implicació en l'execució del programa va ser molt superior en les noies que no pas en els nois.

La tendència a empitjorar els resultats d'octubre a desembre es pot explicar perquè la càrrega d'entrenaments comença a ser important en aquest període.

Malgrat que les dades no són significatives en el cas dels nois, si observem les mitjanes de les àrees de desviació postural (*Figura 5*) s'hi aprecia una clara millora del mes d'abril respecte a les altres dues preses de dades, tant amb nois com amb noies, en els quatre tests aplicats. Potser amb una mostra més representativa podríem arribar a dades significatives estadísticament.

La tendència a la millora dels resultats concorda amb els obtinguts per Leanderson i col·laboradors (1996), els quals van documentar en el seu estudi prospectiu que l'anàlisi de l'estabilitat postural pot ser utilitzada per determinar l'efectivitat d'una rehabilitació propioceptiva després de distensions de turmell, pre-

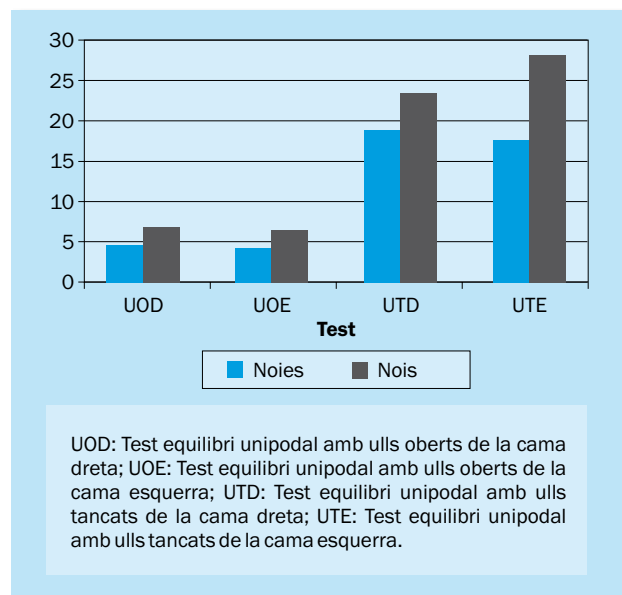


Figura 5

Comparació de l'àrea de desviació dels centres de pressions entre nois i noies a la presa de dades del mes d'abril.

ment el valor de l'àrea rectangular útil per a la valoració de la funció inestable del turmell (Leanderson *et al.*, 1996).

Les diferències entre nois i noies ens donen un major control postural en el cas de les noies. Aquests resultats concorden amb els de Hewett i col·laboradors (1999) que ja van estudiar les diferències de gènere en el control de l'estabilitat unipodal i van concloure que les dones tenien més estabilitat corporal amb la cama dominant i no dominant.

Línies de futur

Per a futurs estudis serà bàsic disposar d'una mostra d'estudi més gran i d'introduir el grup control. L'ampliació de la mostra, sobretot, ens servirà per aclarir les tendències a la millora.

A més a més, en el cas de la prova estabilmètrica s'hauria de realitzar un test retest de correlació intraclasse per a donar-li fiabilitat a les proves d'equilibri utilitzades. També s'haurà de tenir en compte la possibilitat de poder fer una anàlisi dinàmica del control postural, perquè és la presa de dades més lligada a la realitat de les lesions esportives.

Agraïments

S'agraeix la col·laboració de tot l'equip de voleibol de la Residència Blume; a tot l'equip mèdic del Consell Català de l'Esport, especialment a l'equip de fisioterapeutes; a Janne i Ulla-Britt Näslund, des de Suècia; i especialment a Pere de Antolín. Aquest estudi ha rebut una ajuda del Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya.

Amb el suport de la Secretaria General de l'Esport i del Departament d'Innovació, Universitats i Empresa.

Bibliografia

- Ageberg, E. (2003). *Postural Control in Single-limb Stance. In individuals with Anterior Cruciate Ligament Injury and Uninjured Controls*. Lund University.
- Ageberg, E.; Zatterstrom, R. i Moritz, U. (1998). Stabilometry and one-leg hop test have high test-retest reliability. *Scand.J.Med Sci. Sports* (8), 198-202.
- Bahr, R.; Lian, O. i Bahr, I. A. (1997). A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. *Scand.J. Med Sci.Sports* (7), 172-177.
- Baker, V.; Bennell, K.; Stillman, B.; Cowan, S. i Crossley, K. (2002). Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* (20), 208-214.
- Birmingham, T. B. (2000). Test-retest reliability of lower extremity functional instability measures. *Clin.J.Sport Med* (10), 264-268.
- Caraffa, A.; Cerulli, G.; Progetti, M.; Aisa, G. i Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol.Arthrosc* (4), 19-21.
- De Antolín Ruiz, P. (1998). Reeducação proprioceptiva, globalidad y T.R.A.L. *VII Jornadas Nacionales de Fisioterapia del Deporte. A Coruña, 1998* (A Coruña: Universidad de Coruña).
- Domenech, J. M. G. R. (2000). *Master Estadística. Diseño y estadística para la investigación en Ciencias de la Salud*. Barcelona.
- Freeman, M. A.; Dean, M. R. i Hanham, I. W. (1965). The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J.Bone Joint Surg.Br* (47), 678-685.
- Friden, T.; Zatterstrom, R.; Lindstrand, A. i Moritz, U. (1989). A stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *Am.J.Sports Med* (17), 118-122.
- Hewett, T. E.; Lindenfeld, T. N.; Riccobene, J. V. i Noyes, F. R. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am.J.Sports Med* (27), 699-706.
- Hewett, T. E.; Paterno, M. V. i Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clin.Orthop.Relat Res.*, 76-94.
- Holm, I.; Fosdahl, M. A.; Friis, A.; Risberg, M. A.; Myklebust, G. i Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med* (14), 88-94.
- Leanderson, J.; Eriksson, E.; Nilsson, C. i Wykman, A. (1996). Proprioception in classical ballet dancers. A prospective study of the influence of an ankle sprain on proprioception in the ankle joint. *Am.J.Sports Med*(24), 370-374.
- Lephart, S. M. F. F. (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Champaign,IL: Human Kinetics.
- MacAuley, D. B. M. T. (2002). *Evidence - based SportsMedicine*. London.
- Matsusaka, N.; Yokoyama, S.; Tsurusaki, T.; Inokuchi, S. i Okita, M. (2001). Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am.J.Sports Med* (29), 25-30.
- Myklebust, G.; Engebretsen, L.; Braekken, I. H.; Skjølberg, A.; Olsen, O. E. i Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med* (13), 71-78.
- Pintsaar, A.; Brynhildsen, J. i Tropp, H. (1996). Postural corrections after standardised perturbations of single limb stance: effect of training and orthotic devices in patients with ankle instability. *Br.J Sports Med* (30), 151-155.
- Riemann, B. L.; Myers, J. B. i Lephart, S. M. (2003). Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multi-axial surfaces. *Arch.Phys Med Rehabil.* (84), 90-95.
- Roberts, D. (2003). *Sensory Aspects of Knee Injuries*. Sweden: Lund University.
- Shiraishi, M.; Mizuta, H.; Kubota, K.; Otsuka, Y; Nagamoto, N. i Takagi, K. (1996). Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clin.J.Sport Med* (6), 32-39.
- Stasinopoulos, D. (2004). Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *Br.J Sports Med* (38), 182-185.
- Tropp, H.; Ekstrand, J. i Gillquist, J. (1984). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci. Sports Exerc.* (16), 64-66.
- Verhagen, E.; van der, B. A.; Twisk, J.; Bouter, L.; Bahr, R. i van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*(32), 1385-1393.
- Verhagen, E. A.; van Mechelen, W. i De Vente, W. (2000). The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. *Clin J Sport Med* (10), 291-296.
- William,W.; Briner, J. M. i Holly J. Benjamin, M. (2005). Managing Acute and Overuse Disorders. *The physician and sports medicine*, 27.
- Wilmore Jh. C. DL. (1998). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona.