

Apunts Educación Física y Deportes
ISSN: 1577-4015
pubinefc@gencat.cat
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya
España

Fort Vanmeerhaeghe, Azahara; de Antolín Ruiz, Pedro; Costa Tutusaus, Lluís; Massó i Ort igosa, Nuria; Rueda PELÀEZ, Lluís; Lloret i Riera, Mario

Efectos de un entrenamiento propioceptivo (TRAL) de tres meses sobre el control posturalen jóvenes deportistas

Apunts Educación Física y Deportes, núm. 95, enero-marzo, 2009, pp. 49-56
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya
Barcelona, España

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551656931008

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Efectos de un entrenamiento propioceptivo (TRAL) de tres meses sobre el control postural en jóvenes deportistas*

AZAHARA FORT VANMEERHAEGHE**
Licenciada en Ciencias de la Actividad física y el Deporte (INEFC)
Diplomada en Fisioterapia (EUIFN Blanquerna).
Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu. Consell Català de l'Esport.
Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación y del Deporte Blanquerna. Universitat Ramon Llull

PEDRO DE ANTOLÍN RUIZ
Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat

LLUÍS COSTA TUTUSAUS
Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Nutrición Blanquerna. Universitat Ramon Llull

NURIA MASSÓ I ORTIGOSA
Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación y del Deporte 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

Correspondencia con autores/as
** *azaharafort@hotmail.com*

Resumen

Introducción: Es un estudio de intervención de diseño longitudinal con una duración de 6 meses, de grupo único con evaluación antes-después, que pretende evaluar la eficacia de un programa propioceptivo como método para mejorar el control postural en jóvenes deportistas.

Métodos: La muestra de estudio fue de 28 jugadores/as de voleibol (15-18 años).

Se tomaron datos una primera vez antes de un primer trimestre sin intervención, una segunda ocasión, una vez finalizado este periodo, y en una tercera ocasión después de un segundo trimestre con entrenamiento. El entrenamiento propioceptivo utilizado se realizó mediante el método Terapia Reequilibradora del Aparato Locomotor (TRAL).

La estabilidad corporal se midió calculando el área de desviación del centro de presiones mediante una plataforma de fuerzas con sensores electrónicos Buratto Advanced. Las posiciones analizadas fueron la posición unipodal con ojos abiertos y cerrados de las dos piernas.

Resultados: Reducción significativa del área de desviación del centro de presiones en los cuatro tests en el caso de las chicas y sólo reducción significativa en uno de los tests con el grupo de chicos.

Conclusiones: El entrenamiento con TRAL mejora el control postural en chicas y produce tendencia a la mejoría en el caso de los chicos. Son necesarios nuevos estudios con grupo control y mayor muestra.

Palabras clave

Prevención, Extremidad inferior, Propiocepción, 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 propioceptive 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.

* Financiación: Ayuda a la investigación concedido por el Colegio de Fisioterapeutas de Catalunya, 2004-2005.

Introducción. Antecedentes y estado actual del tema

Las lesiones deportivas son de las lesiones más comunes de la sociedad moderna. La etiología, los factores de riesgo y los mecanismos exactos que desencadenan las lesiones necesitan que se les identifique antes de iniciar un programa de prevención.

En cuanto a su localización, en una amplia variedad de deportes, las lesiones de tobillo son las más comunes. Las lesiones del ligamento externo de tobillo representan entre el 15 y el 25% de todas las lesiones causadas por la práctica deportiva (Leanderson *et al.*, 1996).

Diversos estudios han demostrado que tanto las tobilleras como los vendajes funcionales tienen un efecto preventivo (MacAuley, 2002). Sin embargo, estas dos medidas tienen ciertos efectos negativos, como por ejemplo: irritar y provocar pequeñas heridas en la piel, disminuir la funcionalidad, los vendajes funcionales se pueden deshacer durante el partido, han de ser aplicados por personal cualificado.

El entrenamiento propioceptivo con tablas de equilibrio también ha sido efectivo en la prevención de lesiones de tobillo sin los inconvenientes mencionados anteriormente (Verhagen *et al.*, 2004).

El entrenamiento propioceptivo con planos inestables es común para prevenir nuevas lesiones de tobillo. En diversos estudios se ha comprobado una mejoría del balanceo postural mediante un entrenamiento propioceptivo tras 6 a 10 semanas, de 3 a 5 veces por semana, en sesiones de 10 a 20 minutos (varían según los estudios) (Bahr *et al.*,1997; Matsusaka *et al.*, 2001; Pintsaar *et al.*, 1996; Tropp *et al.*, 1984; Verhagen *et al.*, 2000; Stasinopoulos, 2004).

La mayoría de estudios revisados relacionados con la rodilla y la propiocepción nos hablan de lesiones de ligamento cruzado anterior (William *et al.*, 2005; Caraffa *et al.*, 1996).

Diversos autores demuestran la efectividad de los programas de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior de rodilla mediante un programa de entrenamiento neuromuscular en deportistas femeninas (Hewett *et al.*, 1999; Holm *et al.*, 2004; Myklebust *et al.*, 2003).

Aunque son necesarios más estudios, los más recientes parecen demostrar que los pacientes con síndrome rotuliano mejoran su sintomatología mediante un programa de propiocepción (Baker *et al.*, 2002).

Método TRAL

El TRAL es un método de recuperación funcional dinámica que se basa en la percepción de la postura corporal a través del movimiento y los cambios de posición del centro de gravedad. Fue creado por Pedro Antolín (profesor de la Universidad de Fisioterapia Gimbernat) los años 1989-1990 (De Antolín Ruiz, 1998). Esta técnica se utiliza actualmente en muchos centros de fisioterapia españoles, especialmente para tratamientos rehabilitadores de lesiones de extremidad inferior.

En la actualidad, no existe ningún estudio que demuestre la eficacia de los protocolos del método TRAL como entrenamiento propioceptivo eficaz en jóvenes deportistas.

Propiocepción. Control postural

La propiocepción es importante para mantener el equilibrio, controlar los movimientos de la extremidad y la estabilidad articular (Roberts, 2003). La definición de propiocepción ha creado y crea todavía mucha controversia en la comunidad científica. Inicialmente, definiciones como "habilidad para recibir estímulos de los músculos, tendones y articulaciones y el proceso de información de una manera significativa en el sistema nervioso central" y "ayuda para percibir el lugar donde se halla un miembro en el espacio" (Hewett *et al.*, 2002). Esta carencia de una definición de forma aceptable para todos de los términos *propiocepción* y *control neuromuscular* muestra la complejidad del asunto y la dificultad para investigar de forma válida y fiable.

El equilibrio es la capacidad de mantener la posición del centro de masas del cuerpo sobre la base de apoyo (Lephart, 2000), es sinónimo de estabilidad postural (Ageberg, 2003).

El control postural se define como el control de la posición del cuerpo en el espacio con dos objetivos: la estabilidad y la orientación. La orientación postural se refiere a la habilidad de mantener una correcta relación entre los diferentes segmentos del cuerpo con el entorno a la hora de realizar una tarea. La habilidad postural se define como la habilidad para mantener el centro de masas del cuerpo sin límites específicos. El sistema nervioso utiliza información sensorial proveniente de tres fuentes para mantener el control postural (Hewett *et al.*, 2002):

- Mecanorreceptores periféricos (propiocepción).
- La visión.
- El sistema vestibular.

Cada uno de estos sistemas sensoriales aporta contribuciones únicas para el control postural.

Los mecanorreceptores periféricos se localizan en diversos lugares del cuerpo, incluyendo la piel, las articulaciones, los ligamentos, los tendones y los músculos. El rol de los mecanorreceptores es convertir la energía mecánica en un nuevo potencial eléctrico. Básicamente, el mecanorreceptor es un plexo especialidad del nervio, que proporciona de forma mecánica sentido de posición y conocimiento consciente, iniciando respuestas reflejas para estabilizar articulaciones y evitar lesiones (Hewett *et al.*, 1999).

Estabilometría

La estabilometría consiste en la evaluación del control postural en una plataforma de fuerzas (Ageberg, 2003).

Diversos tests de control postural con estabilometría han sido probados para medir clínicamente la inestabilidad funcional de extremidad inferior (Friden *et al.*, 1989; Shiraishi *et al.*, 1996; Birmingham, 2000).

Mediante un test de Romberg modificado, Freeman y colaboradores mostraron que los pacientes con una distensión unilateral de tobillo disminuían su habilidad para mantener el equilibrio estático con la pierna lesionada respecto de la no lesionada. Dichos autores sugirieron que las lesiones ligamentosas de tobillo provocan a menudo un déficit propioceptivo y conducen a un deteriorado control postural (Freeman *et al.*, 1965).

Leanderson y colaboradores documentaron en su estudio prospectivo que el análisis de la estabilidad postural puede ser utilizado para determinar la efectividad de una rehabilitación propioceptiva después de distensiones de tobillo. Por lo tanto, está demostrado que el valor del área rectangular es útil para la valoración de la función inestable del tobillo (Leanderson *et al.*, 1996).

Tropp y colaboradores mostraron correlación entre resultados anormales estabilométricos como predictivos de una futura lesión de tobillo (Tropp *et al.*, 1984).

Han sido estudiados tests retests de confianza de estabilometría y han demostrado tener una correlación de moderada a excelente a la hora de medir la estabilidad corporal mediante una plataforma de fuerzas (Ageberg, 2003; Birmingham, 2000).

El déficit de control de la posición del centro de gravedad ha sido descrito como un potente riesgo de sufrir lesiones de extremidad inferior (Matsusaka *et al.*, 2001).

En un estudio realizado por Riemann y colaboradores se observó que en la posición de equilibrio unipodal la musculatura perteneciente a la articulación del tobillo fue la más requerida, tanto en la posición firme sobre el suelo, con colchón, con planos multiaxiales u ojos cerrados. A medida que aumenta la dificultad, como lo es el colchón o los ojos cerrados, se van utilizando las articulaciones más proximales al tobillo (rodilla/cadera) (Riemann *et al.*, 2003).

Diferencias de género

Las diferencias entre sexos sobre el rendimiento es evidente en el rendimiento deportivo; a pesar de ello, todavía existen grandes lagunas (Wilmore, 1998).

Diferencias de género en la estabilidad unipodal

Hewett y colaboradores (1999) estudiaron las diferencias de género en el control de la estabilidad unipodal y concluyeron que las mujeres tenían mayor estabilidad corporal con la pierna dominante y no dominante. Preoperatoriamente, en los sujetos con deficiencias en el ligamento anterior cruzado de la rodilla, los hombres tenían mayor estabilidad que las mujeres en la pierna dominante y no dominante. En el examen postoperatorio los hombres continuaban teniendo mayor estabilidad tras 6, 9 y 12 meses de la operación (Hewett *et al.*, 2002).

Método

Diseño

Estudio de intervención de diseño longitudinal, de grupo único con evaluación antes-después. El estudio tuvo una duración de 6 meses, y se compararon un primer trimestre sin intervención (de octubre a diciembre de 2004) y un segundo trimestre con entrenamiento propioceptivo mediante TRAL (de enero a abril de 2005).

Muestra (n)

Los sujetos escogidos para el estudio fueron el equipo de tecnificación de voleibol de la Residencia Joaquim Blume de Esplugues de Llobregat. Este grupo consta de 14 chicos y 14 chicas, de edad comprendida entre 15 y 18 años *(Tabla 1)*.

	Peso (Kg)	*Talla (cm)*	*Edad*
Chicas	66,5±6,6	176±3,0	15,6±0,6
Chicos	79,2±13,1	190±0,1	16±0,9

Tabla 1
Características sujetos de estudio (Media ± desviación estándar).

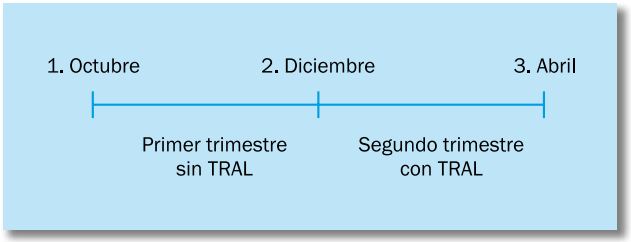


Tabla 2
Toma de datos estabilométricas en un período de 6 meses (primer trimestre sin entrenamiento y segundo trimestre con entrenamiento TRAL)



Figura 1
Test de apoyo unipodal ojos abiertos.

Las horas de entrenamiento durante el tiempo de toma de datos fue de 18 horas/semanales tanto para chicos como para chicas. Realizaron dos competiciones por semana; las chicas con su club y los chicos con el equipo de la Residencia Blume.

Se dispone del consentimiento informado firmado por los padres y por los deportistas participantes en el estudio. Este estudio ha sido aprobado por el comité de ética del CAR de Sant Cugat del Vallès.

Procedimiento

Valoración estabilidad corporal

La estabilometría se hizo mediante una plataforma de fuerzas con sensores electrónicos.

Se siguieron las directivas del protocolo de estabilometría realizadas por Trevor B. Birmingham (Birmingham, 2000) y Eva Ageberg (Ageberg, Zatterstrom y Moritz, 1998).

El test de estabilometría se efectuó en tres ocasiones: a finales de septiembre y diciembre y a principios de abril *(Tabla 2)*. En cada una de las tres ocasiones se tomaron medidas del área de desviación del centro de presiones. Se realizaron las siguientes posiciones: 1) equilibrio unipodal con ojos abiertos *(Figura 1),* y 2) equilibrio unipodal con ojos cerrados. En cada una de estas posiciones los datos del centro de presiones fueron recogidos tres veces consecutivas, midiendo alternativamente pierna derecha e izquierda. En el test 1 se recogieron datos durante 25 segundos; en el test 2, durante 10 segundos.

Para familiarizar a los sujetos con el procedimiento del test practicaron de tres a cinco veces cada uno de los tests, previamente a la fecha de toma de datos y en una ocasión, inmediatamente antes del test.

Todos empezaron por la pierna derecha. Entre el test 1 y el 2 se realizó un descanso de 60 segundos.

La posición de partida en los tests empieza con el sujeto en bipedestación con apoyo del pie a medir en el centro de la plataforma (marcado con una cruz) y una pequeña flexión de rodilla (15º), y el pie opuesto en contacto con el ángulo superior de la plataforma. Cuando el sujeto estaba preparado era instruido para empezar a flexionar la rodilla contraria al apoyo en 90º y comenzaba la toma de datos.

En el test en que los sujetos estaban con los ojos abiertos, miraban a una cartulina negra DIN A4 situada en la pared, a 2 m de la plataforma. En el test que se realizaba con los ojos cerrados los sujetos hacían lo mismo hasta que cerraban los ojos.

Durante los dos tests se indicó a los sujetos que debían intentar estar lo más quietos posible, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo.

Si alguno de los sujetos no acababa el test sin perder el equilibrio se volvía a repetir.

Entrenamiento propioceptivo mediante método TRAL

El entrenamiento propioceptivo se basó en el método TRAL.

Se adaptó el método TRAL al tiempo y material que se disponía. En nuestro caso, el programa se aplicó en

el espacio reservado a la prevención, que los entrenadores dedican en su tiempo de preparación física. El tratamiento de prevención específico tuvo una duración de 15 minutos, de lunes a jueves, y se realizó durante 12 semanas *(Figura 2)*. Todos los sujetos del estudio realizaron más del 80% de los entrenamientos.

Aunque el TRAL dispone de muchas plantillas de ejercicios, sólo se escogieron 12, todas en posición bípeda y unipodal.

El programa de entrenamiento se realizó, sin zapatillas deportivas, de dos a tres días, y con zapatillas uno o dos días a la semana. Se siguió una progresión de dificultad, comenzando con los ejercicios más básicos. Cuando el ejercicio era dominado con ojos abiertos se aumentaba la dificultad, aumentando el rango de movimiento, las tareas a realizar, el número de repeticiones y, finalmente, sin la utilización del sistema visual.



Figura 2
Entrenamiento propioceptivo mediante el método TRAL.

Análisis estadístico

Los datos recogidos han sido analizados con el paquete estadístico SPSS 13.0.

En primer lugar se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. La distribución no resultó Normal, por lo cual se realizaron pruebas no paramétricas (Domènech, 2000).

Seguidamente, se comparó la prueba no paramétrica de Friedman, y si existían diferencias se realizaba la prueba de Wilcoxon.

Se utilizaron las pruebas de Wilcoxon y Friedman (muestras relacionadas) porque comparan datos intrasujeto.

Se escogió la mejor muestra de las tres tomas de datos de cada test.

Para calcular las medias se utilizó el programa Excel.

Se separó el grupo de chicos y chicas, ya que los entrenamientos técnicos y físicos no fueron los mismos.

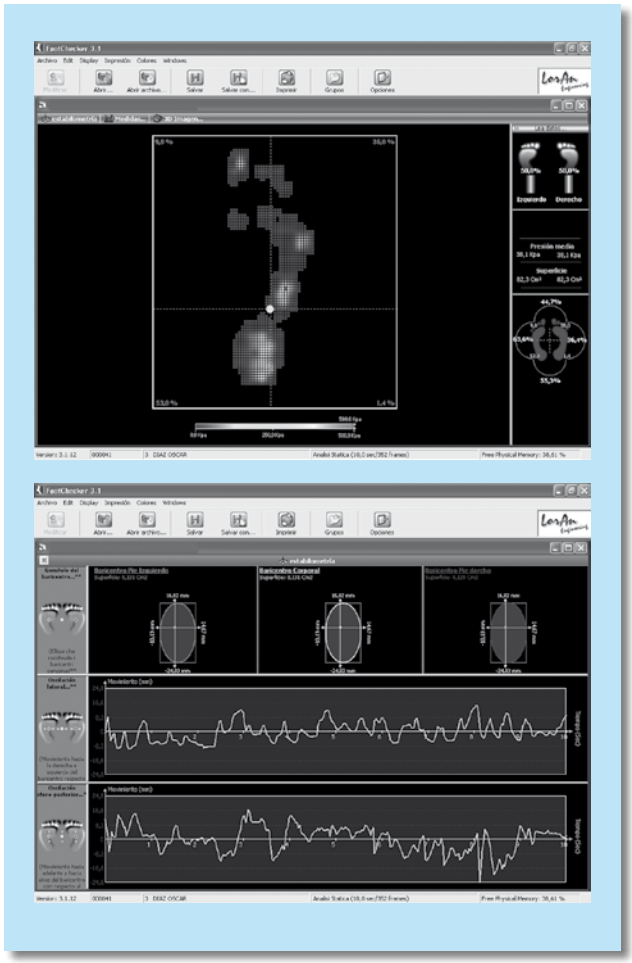


Figura 3
Programa Foot Checker 3.1.

Equipamiento

La estabilometría se realizó mediante una plataforma de fuerzas con sensores electrónicos (Burato Advanced Technology, Italia, 1998) y un ordenador portátil (Compaq Pentium 4). El programa utilizado para la toma de datos fue el Foot Checker 3.1. (2004) *(figura 3)*. La plataforma era de 50 × 48 cm y fue montada sobre el suelo del laboratorio.

Los datos se tomaron en el laboratorio de biomecánica del servicio médico del Consell Català de l'Esport.

Resultados

Todos los sujetos finalizaron el programa de entrenamiento y cumplieron el 80% de asistencia mínima.

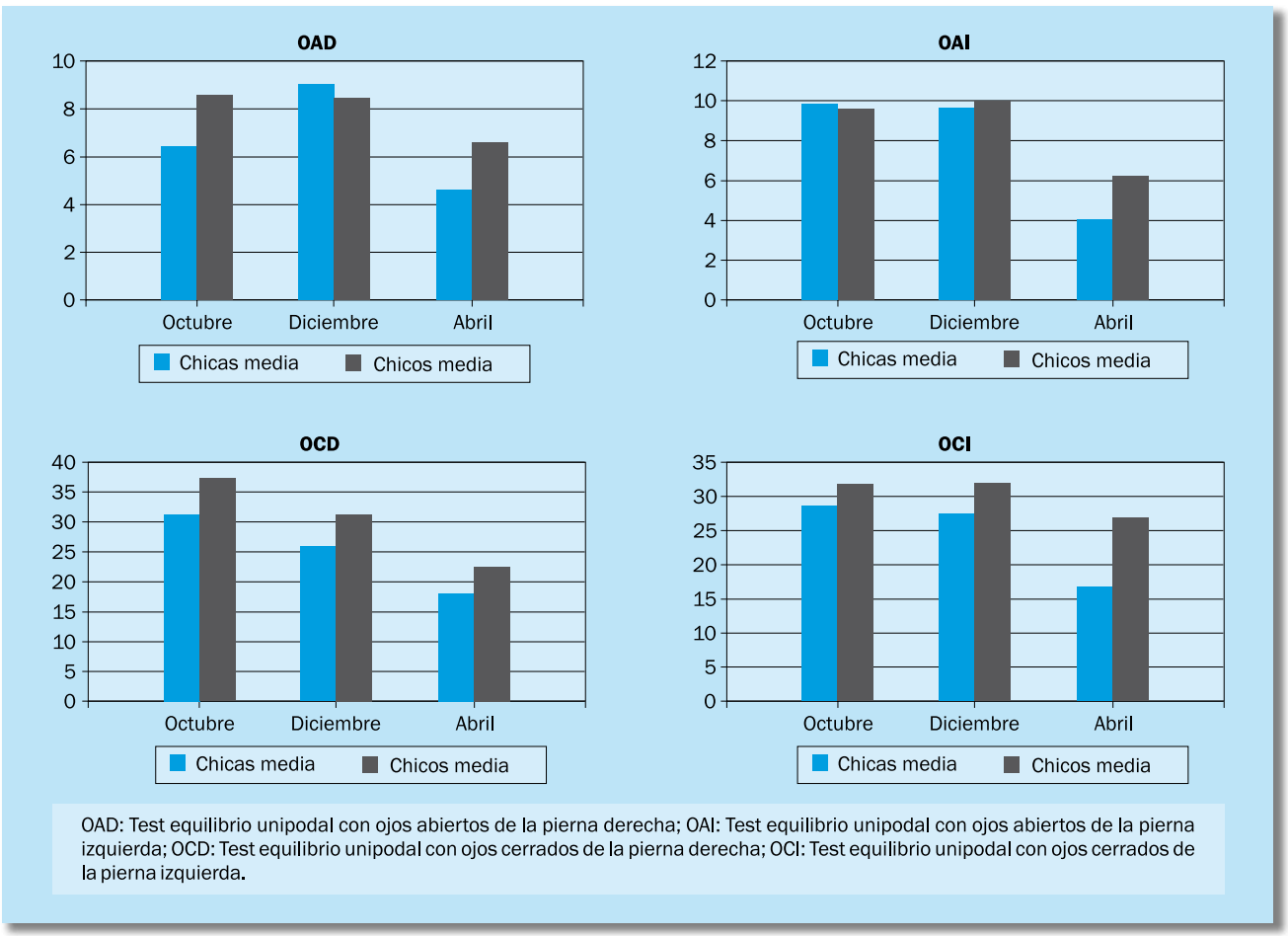
Se compara el equilibrio unipodal con ojos abiertos de la pierna derecha (OAD), el equilibrio unipodal con ojos abiertos de la pierna izquierda (OAI), el equilibrio unipodal con ojos cerrados de la pierna derecha (OCD) y el equilibrio unipodal con ojos cerrados de la pierna izquierda (OCI) en los tres momentos de toma de datos: octubre-diciembre-abril (o-d-a).

El valor comparado es el área rectangular que representa las oscilaciones del centro de gravedad del individuo. A menor área significa que su centro de gravedad ha oscilado menos y, por lo tanto, ha podido mantener una posición más estable y un mayor control postural. En la *figura 4* se pueden observar las medias de les áreas de desviación postural obtenidas en las tres tomas de datos para chicos y chicas.

Comparación OAD

Con chicas, Friedman da diferencias significativas. Aunque con chicos no existen diferencias significativas con la prueba de Friedman, se realiza igualmente Wilcoxon. Hemos de asumir que el margen de error será superior, pero en este caso se justifica porque no nos interesan tanto las diferencias globales como las diferencias por parejas.

Con chicas no hay diferencias significativas entre octubre y diciembre, pero sí las hay entre diciembre y abril; en cambio, no las hay entre octubre y abril. Es decir, en abril tienen mejor control postural que en diciembre, y sólo ligeramente mejor que en octubre. En el caso de las chicas, cuando comparamos diciembre con octubre observamos a 4 sujetos con menor área (mejoran) y 10 sujetos con mayor área. Ello nos indicaría una tendencia a empeorar el control postural de octubre a diciembre. Si comparamos diciembre con abril, 12 chi-



OAD: Test equilibrio unipodal con ojos abiertos de la pierna derecha; OAI: Test equilibrio unipodal con ojos abiertos de la pierna izquierda; OCD: Test equilibrio unipodal con ojos cerrados de la pierna derecha; OCI: Test equilibrio unipodal con ojos cerrados de la pierna izquierda.

Figura 4

Comparación de medias de las áreas de desviación del centro de presiones en los 4 tests aplicados en los tres momentos de toma de datos.

cas mejoran el área y 2 la empeoran. Si comparamos octubre y abril, 11 chicas mejoran y 3 empeoran. Por lo tanto, se puede observar una clara mejoría del control postural en el segundo trimestre con entrenamiento respecto al primero.

En el caso de los chicos no existen diferencias significativas.

Comparación OAI

En el caso de las chicas, no hay diferencias significativas entre octubre y diciembre, pero sí las hay entre octubre-abril y diciembre-abril. Igual que con la pierna derecha con ojos abiertos, en este caso hay una clara mejoría de la estabilidad corporal en abril respecto de diciembre y octubre.

En el caso de los chicos no hay diferencias significativas.

Comparación OCD

Friedman da diferencias significativas tanto en chicos como en chicas.

La prueba Wilcoxon nos indica que no existen diferencias significativas en ninguno de los dos sexos entre o-d, pero sí entre o-a y d-a. Existe una clara reducción de la desviación del centro de presiones el mes de abril con respecto a las otras dos tomas de datos de ambos sexos.

Comparación OCI

Friedman sólo da diferencias significativas entre chicas.

En el caso de las chicas, no hay diferencias entre o-d y sí las hay entre o-a y d-a, de forma que se mejora el control postural el mes de abril. En el caso de los chicos, no hay diferencias significativas en ninguno de los casos.

Comparación chicos-chicas

Si observamos la *Figura 4* vemos las diferencias del área de desviación de los diferentes tests en chicos y chicas. Se puede observar que el área es inferior en el caso de las chicas en los cuatro tests.

Discusión

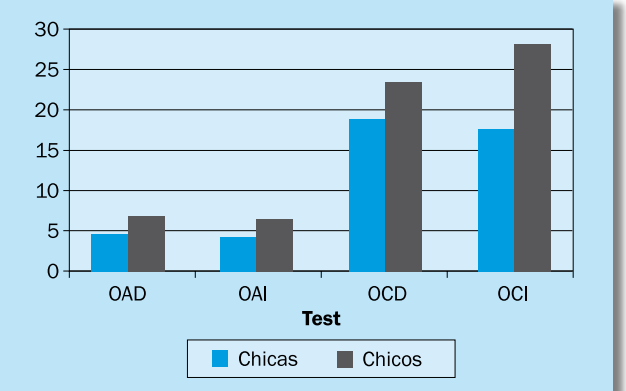
Los resultados obtenidos en la estabilometría no son exactamente los esperados en el caso de los chicos. Hay una clara mejoría, significativa en la tercera toma de datos (abril) en el caso de las chicas con respecto a las otras dos tomas de datos en los cuatro tests aplicados, pero no en el caso de los chicos. En el caso de los chicos, las mejorías sólo son significativas en el test de ojos cerrados con pierna derecha. La pequeña muestra (N:28) de estudio podría justificar los resultados. También hay que resaltar que los tests aplicados han tenido una correlación de fiabilidad de moderada a excelente, pero utilizando otro tipo de plataforma de fuerzas (Ageberg *et al.*, 1998; Birmingham, 2000).

Los mejores resultados obtenidos en el caso de las chicas y no en el caso de los chicos podrían ser debidos al grado de implicación. Como mera observación personal, el grado de implicación en la ejecución del programa fue muy superior en las chicas que en los chicos.

La tendencia a empeorar los resultados de octubre a diciembre se puede explicar porque la carga de entrenamientos empieza a ser importante en este periodo.

Aunque los datos no son significativos en el caso de los chicos, si observamos las medias de las áreas de desviación postural *(Figura 5)* se aprecia una clara mejoría en el mes de abril con respecto a las otras dos tomas de datos en los cuatro tests aplicados, tanto con chicos como con chicas. Quizás con una muestra más representativa podríamos llegar a datos estadísticamente significativos.

La tendencia a la mejoría de los resultados concuerda con los obtenidos por Leanderson y cols. (1996), los cuales documentaron en su estudio prospectivo que el análisis de la estabilidad postural puede ser utilizado para determinar la efectividad de una rehabilitación pro-



OAD: Test equilibrio unipodal con ojos abiertos de la pierna derecha; OAI: Test equilibrio unipodal con ojos abiertos de la pierna izquierda; OCD: Test equilibrio unipodal con ojos cerrados de la pierna derecha; OCI: Test equilibrio unipodal con ojos cerrados de la pierna izquierda.

Figura 5
Comparación del área de desviación de los centros de presiones entre chicos y chicas en la toma de datos del mes de abril.

pioceptiva después de distensiones de tobillo, tomando el valor del área rectangular útil para la valoración de la función inestable del tobillo (Leanderson *et al.*, 1996).

Las diferencias entre chicos y chicas nos dan un mayor control postural en el caso de las chicas. Estos resultados concuerdan con los de Hewett y colaboradores (1999), que ya estudiaron las diferencias de género en el control de la estabilidad unipodal y concluyeron que las mujeres tenían más estabilidad corporal con la pierna dominante y no dominante.

Líneas de futuro

Para posteriores investigaciones será básico disponer de una muestra de estudio mayor e introducir el grupo control. La ampliación de la muestra nos servirá sobre todo para aclarar las tendencias a la mejoría.

Además, en el caso de la prueba estabilométrica se debería realizar un test retest de correlación intraclase para dar fiabilidad a las pruebas de equilibrio utilizadas.

También habrá que tener en cuenta la posibilidad de poder realizar un análisis dinámico del control postural, porque es la toma de datos más ligada a la realidad de las lesiones deportivas.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de todo el equipo de voleibol de la Residencia Blume; a todo el equipo médico del Consell Català de l'Esport, especialmente al equipo de fisioterapeutas; a Janne y Ulla-Britt Näslund, desde Suecia; y especialmente a Pedro de Antolín. Este estudio ha recibido una ayuda del Colegio de Fisioterapeutas de Catalunya.

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

Bibliografía

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. y 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. y 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. y 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.; Projetti, M.; Aisa, G. y 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). Reeducación propioceptiva, 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 Salut*. Barcelona.

Freeman, M. A.; Dean, M. R. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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*. Champaigne,IL: Human Kinetics.

MacAuley, D. B. M. T. (2002). *Evidence - based SportsMedicine*. London.

Matsusaka, N.; Yokoyama, S.; Tsurusaki, T.; Inokuchi, S. y 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.; Skjolberg, A.; Olsen, O. E. y 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. y 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. y Lephart, S. M. (2003). Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multiaxial 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y Holly J. Benjamin, M. (2005). Managing Acute and Overuse Disorders. *The phisician and sports medicine, 27.*