

Inglés, E.; Villena, V.; Padullés, J.M.; Funollet, F.; Labrador, V. y Gomila, J.B. (201x). Evaluación postural y análisis del equilibrio en principiantes de esquí nórdico / Postural Evaluation and Balance Analysis in Nordic Skiing Beginners. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. x (x) pp.xx Pendiente de publicación / In press.

ORIGINAL

EVALUACIÓN POSTURAL Y ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO EN PRINCIPIANTES DE ESQUÍ NÓRDICO

POSTURAL EVALUATION AND BALANCE ANALYSIS IN NORDIC SKIING BEGINNERS

Inglés, E.¹; Villena, V.²; Padullés, J.M.³; Funollet, F.⁴; Labrador, V.⁵ y Gomila, J.B.⁶

¹ Profesor titular interino. INEFC Barcelona (España). eduard.ingles@gencat.cat

² Investigador. INEFC Barcelona (España). victorvillena1@gmail.com

³ Profesor titular interino. INEFC Barcelona (España). ipadulles@gencat.cat

⁴ Profesor titular. INEFC Barcelona (España). ffunollet@gencat.cat

⁵ Investigador. Profesor colaborador. INEFC Barcelona (España). vlabrador@gencat.cat

⁶ Investigadora. INEFC Barcelona (España). bgomila@gencat.cat

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del alumnado de Actividades en el Medio natural del Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Centro de Barcelona, tanto a los participantes del curso de esquí nórdico como a los integrantes del grupo control. Este estudio se ha realizado con el soporte del Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Centro de Barcelona.

Código UNESCO / UNESCO Code: 5802 Organización y Planificación de la Educación / Educational Organisation and Planning;; 6104.02 Métodos Educativos / Teaching Methods

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 12. Aprendizaje motor / Motor learning

Recibido 27 de julio de 2015 **Received** July 27, 2015

Aceptado 28 de marzo de 2016 **Accepted** March 28, 2016

RESUMEN

Se trata de un estudio de diseño transversal con evaluación del control postural antes-después de un curso de iniciación al esquí nórdico (5 jornadas, 6h/día), a un grupo experimental de 25 sujetos, participantes de la formación, y un grupo control de 8 sujetos. Se pretende evaluar el efecto de un entrenamiento inicial de esquí nórdico sobre el control postural en jóvenes deportistas. La estabilidad corporal se evaluó por medio de un test estabilométrico, calculando

el área de desviación del centro de presiones por medio de una plataforma de fuerzas con sensores electrónicos. No se aprecian diferencias significativas en el grado de mejora del equilibrio entre el grupo experimental y el grupo control. Nuevos estudios con una mayor exigencia en la formación en esquí nórdico y un mayor número de sujetos en el grupo control son requeridos.

PALABRAS CLAVE: Control postural, Equilibrio, Esquí nórdico, Plataforma de fuerzas, Centro de gravedad.

ABSTRACT

It is a cross-sectional study with evaluation of postural control before and after a course of initiation to nordic skiing (5 days, 6 hours per day). The sample consisted of an experimental group of 25 subjects participated in the training and a control group 8 subjects. It is intended to evaluate the effect of initial training of Nordic skiing on postural control in young athletes. The physical stability was evaluated by a stabilometric test, calculating the deviation of the area of the center of pressures by the use of a force platform with electronic sensors. No significant differences were observed in the degree of improvement of the balance between the experimental group and the control group. New studies with a greater emphasis on training in nordic skiing and a greater number of subjects in the control group are required.

KEYWORDS: Postural control, balance, nordic skiing, force platform, center of gravity.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes y estado de la cuestión

El ser humano no está nunca en un estado de perfecto equilibrio mecánico, debido a que no posee un cuerpo estático o sólido rígido, sino que está en un continuo desequilibrio. Podemos definir el concepto de equilibrio como la capacidad para mantener la posición del centro de masas del cuerpo sobre la base de apoyo (Lephart, 2000). Ésta búsqueda continua responde a la denominada estabilidad o control postural (Ageberg, 2003); se trata de una propiedad de los cuerpos que consiste en una permanente persecución de su equilibrio cuando se apartan de él, tendiendo a volver a su posición inicial (Pierre-Marie & Weber, 2001).

El control postural durante la deambulación, bipedestación o sedestación representa la habilidad del ser humano para mantener el centro de presiones (CDP), que coincide con la proyección perpendicular del centro de gravedad (CDG), dentro de los límites de estabilidad (Fort, De Antolín, Costa, Massó, Rueda & Lloret, 2009). Los límites de estabilidad son fronteras de un área en el espacio en el que el cuerpo puede mantener su posición sin modificar la base

de soporte; estos límites no son fijos y cambian de acuerdo a las condiciones de actividad del sujeto, la situación del aparato locomotor, los estados emocionales y otros aspectos relacionados con el entorno (Romero-Franco, 2013). Si en algún momento el CDP se sitúa fuera de los límites de estabilidad, la caída es inevitable, a menos que se realice una maniobra brusca de corrección. El sistema de equilibrio evita la caída mediante continuos ajustes de la postura en bipedestación y minimiza las influencias desestabilizantes como la gravedad u otros vectores de fuerza. El sistema nervioso utiliza información sensorial proveniente de tres fuentes para mantener el control postural (Hewett, Paterno & Myer, 2002): los mecanorreceptores periféricos, la visión y el sistema vestibular. Además, existen diferentes estrategias para mantener el equilibrio, que varían dependiendo de la intensidad del estímulo desestabilizador y que impiden que el CDP caiga fuera de los límites de estabilidad; tales como la estrategia de tobillo y la estrategia de cadera (Herdman, 1989; Bernal, Faus & Bernal, 2006; Herman, Barton, Malliaras & Morrissey, 2012). La estrategia de tobillo rota el cuerpo alrededor de la articulación tibio-astragalina, produciendo principalmente esfuerzos de dirección antero-posterior. La estrategia de cadera concentra los movimientos alrededor de dicha articulación, y se genera cuando la base de sustentación es pequeña y cuando el CDG se mueve rápidamente hacia los límites de estabilidad, produciendo, principalmente, esfuerzos de dirección medio-lateral.

Estabilometría. Aplicación al deporte

La estabilometría consiste en la evaluación del control postural en una plataforma de fuerzas (Ageberg, 2003). Estudios previos que afirman que la medición a través de la plataforma de fuerzas en el ámbito deportivo no puede ser completamente representativa dado que existe un componente dinámico en la medición del sujeto, y el desplazamiento del centro de gravedad puede verse alterado por movimientos del pie del propio sujeto o, incluso, por un cambio en la configuración de las partes del cuerpo (Thomas y Whitney, 1959); es por esta razón que, en algunas plataformas se separa el componente estático del dinámico (Spaepen, Fortuin & Willems, 1979). En otros trabajos más recientes diversos se han probado tests de control postural mediante estabilometría para medir clínicamente la inestabilidad funcional de las extremidades inferiores (Shiraishi, Mizuta, Kubota, Otsuka, Nagamoto & Takagi, 1996; Birmingham, 2000). Así, tras haber sido efectuados múltiples tests retests de confianza de estabilometría, se ha demostrado una correlación de moderada a excelente a la hora de medir la estabilidad corporal con una plataforma de fuerzas (Ageberg, 2003; Birmingham, 2000); aunque, por otro lado, se han desarrollado distintos protocolos de medición, hecho que dificulta la posterior comparación de datos (Friden, Zätterström, Lindstrand & Moritz, 1989; Shiraishi *et al.*, 1996; Birmingham, 2000).

El análisis de la estabilidad o control postural ha sido ampliamente usado en el ámbito clínico (Matsusaka *et al.*, 2001). Su uso en la esfera del deporte se centra, principalmente, en la evaluación de lesiones para su prevención o

tratamiento posterior (Freeman et al., 1965; Tropp, Ekstrand & Gillquist, 1984; Leanderson, Eriksson, Nilsson & Wykman, 1996; Romero-Franco, 2013).

El presente estudio pretende aplicar la estabilometría al ámbito del aprendizaje deportivo, concretamente, de la modalidad de esquí nórdico. Se trata de un deporte en el que el equilibrio representa un componente esencial para el rendimiento, sobre todo en los primeros pasos de su aprendizaje (Funollet, Inglés, Gomila & Funollet, 2013; Funollet & Inglés, 2014). Es por ello que se pretende comprobar si un curso de cinco jornadas de iniciación al aprendizaje del esquí nórdico puede mejorar el control postural de los sujetos participantes, mediante el análisis pre y post de los parámetros estabilométricos.

MÉTODO

Diseño

Estudio de intervención de diseño transversal, con dos grupos de análisis: grupo experimental y grupo control. Se compara el control postural de ambos grupos antes y después de un curso de formación inicial de esquí nórdico de 5 jornadas a 6h/día de duración, donde se llevan a cabo el aprendizaje de diversas habilidades técnicas básicas, en el cual únicamente participan los sujetos integrantes del grupo experimental.

Muestra (n)

Se seleccionaron un total de 33 sujetos, distribuidos en los dos grupos mencionados: grupo experimental de 25 sujetos, 18 hombres y 7 mujeres; y grupo control de 8 sujetos, 5 hombres y 3 mujeres (Tabla 1).

Como criterios de inclusión se tomaron sujetos sanos, sin ninguna lesión, que fuesen activos (activos refiriéndonos a personas que practiquen algún deporte).

	Peso (Kg)	Talla (cm)	IMC	Edad
Grupo Experimental	69,5±11,3	174,3±10,7	22,8±2,3)	25±5,3
Hombres	74,4±8,3	179,2±7,6	23,2±2,3	24,9±6,1
Mujeres	56,9±7,5	161,9±6,3	21,7±2,1	25,1±3
Grupo Control	65,6±9,9	168,8±7,6	23±2,4	31,5±9,3
Hombres	68,5±8,5	171,5±8,3	23,2±0,7	34±11
Mujeres	61±12,2	164,3±4	22,6±4,3	27,3±4,2







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

Protocolo de estabilometría

La prueba de estabilometría se hizo mediante una plataforma de fuerzas con sensores electrónicos. Se siguieron las directrices del protocolo de medida

estabilométrica de Birmingham (2008). El protocolo nos garantiza la fiabilidad en la medición del control postural en situaciones de bipedestación, descartando la medición dinámica a través del salto, proporcionando unos coeficientes de correlación entre moderados y excelentes.

El test de estabilimetría se realizó en dos ocasiones, antes y después del curso de iniciación al esquí nórdico de 5 jornadas. En cada una de las dos ocasiones se tomaron medidas del área de desviación del centro de presiones tanto en el eje lateral como en el eje antero-superior. Tal como se muestra en las Figuras 1-6, se realizaron las posiciones siguientes: 1) Equilibrio bipodal con ojos abiertos (BA); 2) Equilibrio unipodal derecho con ojos abiertos (DA); 3) Equilibrio unipodal izquierdo con ojos abiertos (IA); 4) Equilibrio bipodal con ojos cerrados (BC); 5) Equilibrio unipodal derecho con ojos cerrados (DC); 6) Equilibrio unipodal izquierdo con ojos cerrados (IC).

<p>Figura 1. Equilibrio bipodal con ojos abiertos (BA)</p>	<p>Figura 2. Equilibrio unipodal derecho con ojos abiertos (DA)</p>	<p>Figura 3. Equilibrio unipodal izquierdo con ojos abiertos (IA)</p>
		
<p>Figura 4. Equilibrio bipodal con ojos cerrados (BC)</p>	<p>Figura 5. Equilibrio unipodal derecho con ojos cerrados (DC)</p>	<p>Figura 6. Equilibrio unipodal izquierdo con ojos cerrados (IC)</p>
		

En cada una de estas posiciones, los datos del centro de presiones fueron recogidas durante 10 segundos, midiendo alternativamente el equilibrio bipodal y las dos piernas, con ojos abiertos y cerrados, y tomando para el análisis 5

segundos de cada posición. De este modo, cada test tenía una duración total 60 segundos. Para familiarizar a los sujetos con el procedimiento del test, los sujetos practicaron las posiciones una vez justo antes de la realización del test.

La posición de partida del test empieza con el sujeto en bipedestación y una pequeña flexión de rodillas (aproximadamente 15°); 10 segundos después, el sujeto era instruido para levantar el pie izquierdo, contactando con la plataforma únicamente con el pie derecho; pasados 10 segundos, el instructor indicaba el cambio de pie de contacto. 10 segundos después se procedía a repetir el mismo protocolo pero con los ojos cerrados, indicando los cambios cada 10 segundos. Durante el test, los sujetos estaban con los ojos abiertos, mirando una hoja negra DIN A4 situada en la pared a 2 metros de la plataforma. En las posiciones con ojos cerrados, los sujetos hacían lo mismo hasta cerrar los ojos. Durante todos los tests se indicó a los sujetos que debían intentar estar lo más quietos posible, con los brazos a lo largo del cuerpo. Si alguno de los sujetos no podía acabar el test sin perder el equilibrio se volvía a repetir.

Obtención y análisis de datos

El software registra todos los datos de desplazamiento del centro de gravedad en cada uno de las posiciones durante diez segundos. Para cada una de estas posiciones se obtiene una figura que genera dos gráficos (Figura 7), en los cuales se observa el área de desplazamiento del centro de gravedad (primer gráfico), tanto en el eje lateral (línea roja del segundo gráfico), como en el eje antero-posterior (línea verde del segundo gráfico).

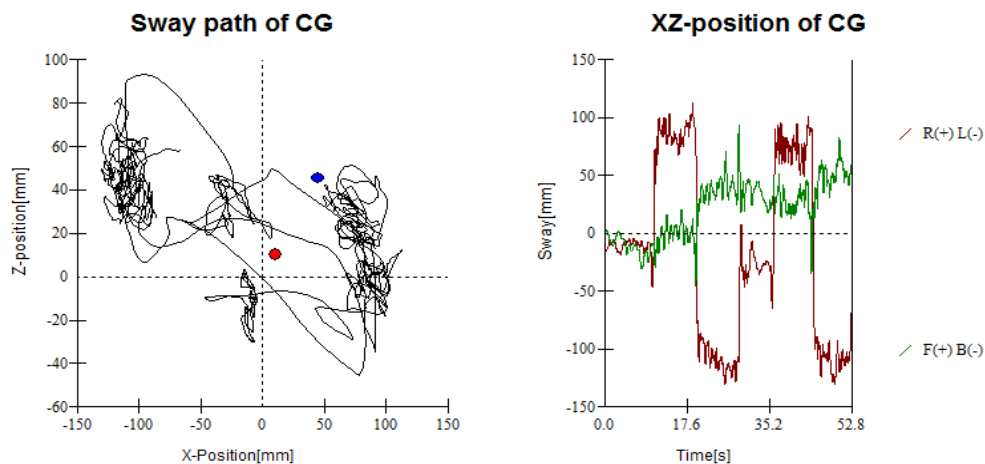


Figura 7. (A) Área de desplazamiento del centro de gravedad (A) y valores de desviaciones estándar de sus desviaciones en el eje lateral como en el antero-posterior.

El investigador toma los datos correspondientes a los cinco segundos centrales en los que el sujeto está más estable. Se recoge la desviación estándar del desplazamiento del centro de gravedad en ambos ejes. A partir de las desviaciones estándar en el eje lateral y antero-posterior, se obtiene la resultante, que nos proporciona un vector donde podemos cuantificar el valor y la dirección de la desviación del centro de gravedad (Figura 8). Se realiza este

mismo proceso para cada sujeto y para los dos tests realizados, antes y después del curso de iniciación al esquí nárdico.

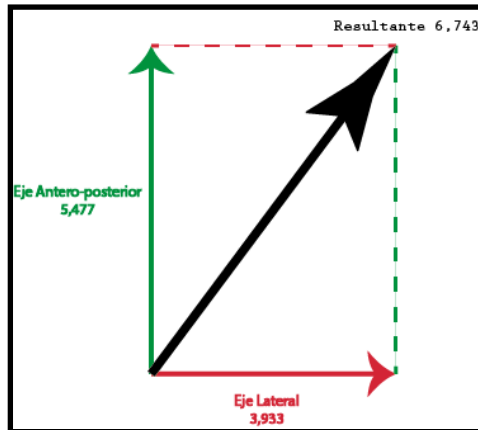


Figura 8. Obtención de la resultante de la desviación del centro de gravedad.

A continuación, se calculan los valores delta, para cada sujeto, que corresponden a la diferencia entre el control pre-curso y el post-curso, y para una de las posiciones testeadas. Además, calculamos el valor delta para la diferencia entre pie derecho e izquierdo con ojos abiertos, y la diferencia entre pie derecho e izquierdo con ojos cerrados. Finalmente, por medio de los valores delta, se realiza una prueba T test, para hallar la correlación entre ellos y poder determinar si existen, o no, diferencias significativas entre el control pre-curso y el post-curso en las diferentes situaciones anteriormente mencionadas.

Equipamiento

La estabilometría se realizó por medio de la ML plataforma de fuerza (Muscle Lab), con 4 sensores de fuerza, ofreciendo un muestreo de 200Hz, y disponiendo de un convertidor a/d de 16b Bit. Se usó un ordenador portátil utilizando el software Muscle Lab. La plataforma tiene unas dimensiones de 800 x 600 x 60 mm y fue montada sobre el suelo del laboratorio. El lugar en el cual se tomaron los datos fue el Laboratorio de Innovación Tecnológica del Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (Barcelona).

RESULTADOS

Todos los sujetos del grupo experimental realizaron el curso de iniciación al esquí nárdico con éxito, asistiendo al total de sesiones distribuidas en 5 días, con un total de 6 horas diarias. Se compara el equilibrio bipodal con ojos abiertos (BA), el equilibrio unipodal derecho con ojos abiertos (DA), el equilibrio unipodal izquierdo con ojos abiertos (IA), el equilibrio bipodal con ojos cerrados (BC), el equilibrio unipodal derecho con ojos cerrados (DC), el equilibrio unipodal izquierdo con ojos cerrados (IC), la diferencia entre pie derecho e izquierdo con ojos abiertos (DIA), y la diferencia entre pie derecho e izquierdo con ojos cerrados (DIC), en los dos momentos de toma de datos, antes y después del

curso de iniciación al esquí nórdico, y entre el grupo experimental y el grupo control.

A continuación se muestran los gráficos de la comparación de los valores delta de la resultante en cada una de las diferentes posiciones mencionadas y con las respectivas medianas de ambos grupos, control y experimental. Los gráficos se agrupan en tres figuras: la figura 9 muestra los resultados de las 3 posiciones con ojos abiertos; la figura 10 agrupa las 3 posiciones con ojos cerrados; y la figura 11 muestra los gráficos de comparación entre pie izquierdo y derecho, con ojos abiertos y ojos cerrados. En todos los gráficos, se muestran los valores delta de la resultante de los sujetos del grupo experimental representados por una redonda, en la parte izquierda de cada gráfico, mientras que los del grupo control se muestran mediante una cruz, en la parte derecha del gráfico. El valor promedio del grupo experimental se representa con una línea continua, mientras que el del grupo control, en cada caso, se simboliza con una recta discontinua. Cuando el valor delta se sitúa por debajo del valor 0 significa que ha habido una mejora en el control postural, mientras que un valor positivo, implica empeoramientos entre el test inicial y el final.

Comparación de las posiciones con ojos abiertos (BA, DA, IA)

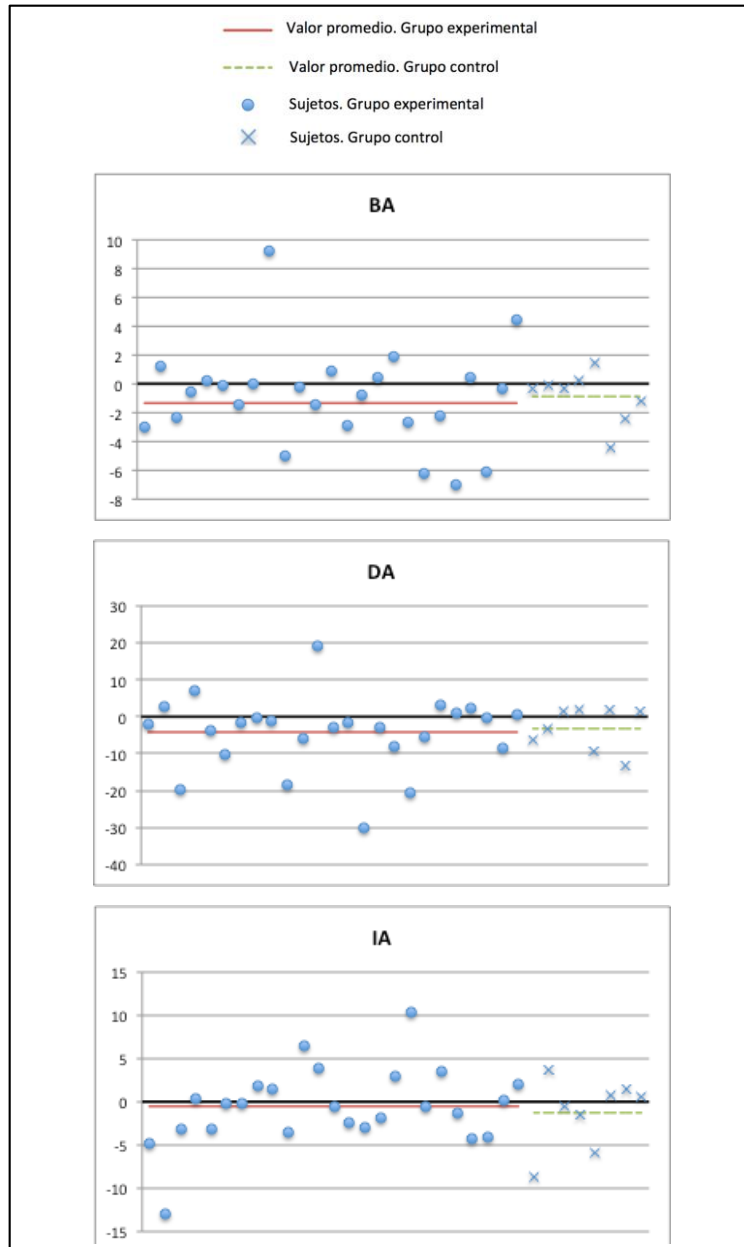


Figura 9. Comparación de los valores delta de las resultantes en las tres posiciones con ojos abiertos. BA: equilibrio bipodal con ojos abiertos; DA: equilibrio unipodal derecho con ojos abiertos; IA: equilibrio unipodal izquierdo con ojos abiertos.

Como podemos observar en los tres gráficos de la figura 9, existe una gran dispersión de los valores delta de las resultantes de todos los sujetos analizados y en las tres posiciones testeadas, sin poder establecer diferencias significativas entre los integrantes del grupo experimental y el grupo control, dado que en ambos grupos aparecen tanto casos de mejora como casos de empeoramiento en el control postural. Si nos fijamos en el valor promedio, vemos que en las tres posiciones y en ambos grupos se ha producido una mejora del equilibrio, aunque la diferencia entre grupo control y grupo experimental no puede considerarse significativa para los valores de p resultantes de la prueba t

para las tres posiciones con ojos abiertos. ($p=0,947$ en BA; $p= 0,711$ en DA; $p=0,667$ en IA).

Comparación de las posiciones con ojos cerrados (BC, DC, IC)

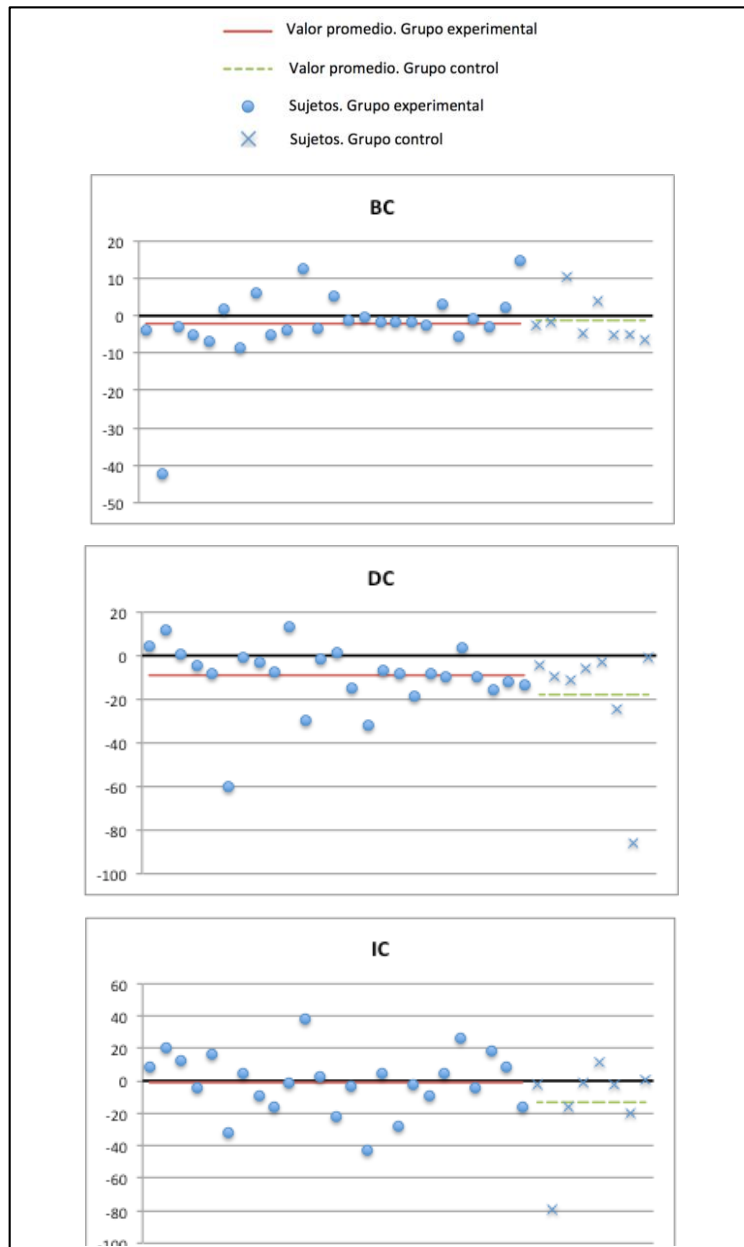


Figura 10. Comparación de los valores delta de las resultantes en las tres posiciones con ojos cerrados. BC: equilibrio bipodal con ojos cerrados; DC: equilibrio unipodal derecho con ojos cerrados; IC: equilibrio unipodal izquierdo con ojos cerrados.

Del mismo modo que en las posiciones con ojos abiertos, la figura 10 nos muestra los gráficos resultantes del análisis de las mismas posiciones con ojos cerrados. Aunque puede observarse que la dispersión de los valores delta de las resultantes de todos los sujetos analizados en este caso es menor, y que en las tres posiciones se produce una mejora en los valores promedio del control tanto

en el grupo experimental como en el grupo control, tampoco se evidencian diferencias significativas entre los integrantes de los dos grupos, dado que existen casos de mejora y de empeoramiento en ambos. Así, tal como ocurría en las posiciones con ojos abiertos, la diferencia en la mejora del equilibrio entre grupo experimental y grupo control no puede considerarse significativa para los valores de p resultantes de la prueba t para las tres posiciones con ojos cerrados ($p=0,799$ en BC; $p=0,416$ en DC; $p=0,268$ en IC).

Comparación entre pie derecho y pie izquierdo con ojos abiertos (DIA) y cerrados (DIC)

Por último, se realiza la comparación entre resultantes de valores delta entre pie derecho e izquierdo en las posiciones de equilibrio unipodal analizadas, con ojos abiertos y con ojos cerrados, respectivamente. La figura 11 nos muestra dos gráficos con la comparación entre pie derecho e izquierdo, uno para el equilibrio con ojos abiertos y el otro con ojos cerrados.

Podemos observar como la dispersión en el aumento o disminución de la diferencia entre ambos pies es mayor en las posiciones con ojos abiertos que con ojos cerrados.

Aun así, no se encuentran diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental para los valores de p resultantes de la prueba t para las posiciones con ojos abiertos ($p=0,565$ en DIA), ni para las posiciones con ojos cerrados ($p=0,707$ en DIC).

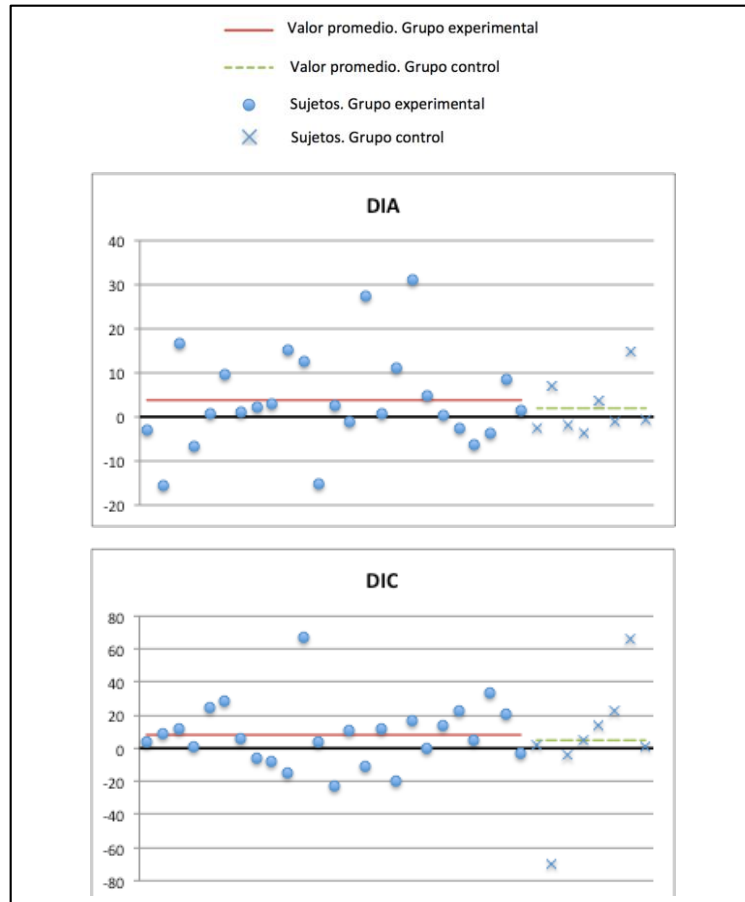


Figura 11. Comparación de los valores delta de las resultantes entre pie derecho y pie izquierdo, con ojos abiertos (DIA) y ojos cerrados (DIC).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la estabilimetría no son los esperados. Se refuta la hipótesis inicial dado que no se han encontrado diferencias significativas en la mejora del control postural entre el grupo experimental y el grupo control.

De este modo, observamos como las diferencias entre los valores de mejora no son suficientemente significativas como para poder afirmar que un curso de iniciación de esquí nórdico de un total de 30 horas, pueda mejorar el equilibrio medido a través del protocolo de medida estabilométrica de Birmingham (2008). Tal y como se ha mencionado en la introducción, la hipótesis se había planteado partiendo del hecho que el esquí nórdico es un deporte en el que el equilibrio representa un componente esencial, y todavía más en estadios iniciales de aprendizaje. Los resultados obtenidos en este estudio contrastan con las percepciones del alumnado en cursos previos (Funollet, Inglés, Gomila & Funollet, 2013; Funollet & Inglés, 2014); es por ello que se hace fundamental su discusión y el consecuente replanteamiento del diseño del estudio para futuros trabajos.

En múltiples investigaciones previas sí se han encontrado diferencias significativas entre los grupos analizados. Cabe destacar que, en todos los trabajos mencionados, se ha utilizado un protocolo basado en posiciones estáticas en los tests de estabilometría para valorar los cambios sobre el equilibrio. Es por ello que se optó por posiciones estáticas en bipedestación o en unipodal para nuestro análisis. Si bien es cierto que la posición en esquí nórdico no se produce nunca de forma estática, nuestro objetivo era el de evaluar el efecto de un trabajo de deslizamiento dinámico, sobre la mejora en la estabilidad postural estática.

Los resultados del trabajo de Ageberg (2003) muestran diferencias en cuanto al equilibrio entre sujetos lesionados y no lesionados, en este caso concreto, por una lesión previa de ligamento cruzado anterior de rodilla, denotando la importancia de esta articulación en el control postural. Del mismo modo, en diversos estudios, se encuentran diferencias significativas en el control postural en relación al sexo, siendo menor la desviación del centro de presiones en mujeres que en varones (Hewett, Paterno & Myer, 2002; Fort *et al.*, 2009) o según la edad (Ageberg, 2003; Vaquero, González, Cárcelos & Simón, 2013). Aun así, también hay estudios que denotan que siguen existiendo algunas lagunas en la significatividad de estas diferencias (Wilmore & Costill, 2007). En nuestro caso, aunque no se haya mostrado en los gráficos, no se han encontrado diferencias significativas en la mejora del equilibrio entre sexos.

La pequeña muestra total del estudio (N=33), así como el número reducido de sujetos integrantes del grupo control (n=8), podrían justificar la inexistencia de resultados significativos. Además, cabe resaltar que se trata de personas deportistas y que, por lo tanto, el efecto aprendizaje generado por la repetición de la prueba en un corto periodo de tiempo tanto en el grupo experimental como en el grupo de control, puede haber generado una mejora en ambos grupos. De este modo, no podemos discriminar la mejora producida por el curso de iniciación al esquí nórdico. Además, consideramos que el hecho de haber llevado a cabo un programa de entrenamiento demasiado básico, realizando una familiarización e iniciación a la práctica deportiva del esquí nórdico, puede no haber supuesto un estímulo suficientemente significativo para la mejora del equilibrio. Esto ocurre en el trabajo de Kavanaugh, McNabb & Revett (1996), en el cual los sujetos realizaron 2 horas diarias de práctica de esquí durante 6 jornadas mostrando mejoras en su estabilidad postural; trabajos posteriores ponen en duda sus resultados, precisamente, por la escasa carga de trabajo realizada (Nasuti & Temple, 2010). El trabajo realizado en nuestro estudio sigue las pautas presentadas en el manual de aprendizaje del esquí nórdico de Funollet & Inglés (2014), basándose en los 10 conceptos planteados. Aunque en los 5 días realizados se han presentado todos los conceptos, el grado de profundidad abastado puede no haber resultado suficiente.

LÍNEAS DE FUTURO

De este modo, para futuros trabajos será imprescindible disponer de una muestra de estudio mayor en el grupo experimental y, sobre todo, en el grupo control. Al mismo tiempo, deberemos incrementar el grado de exigencia y, por lo tanto, la duración del curso de esquí nórdico planteado; con el fin de garantizar la significatividad de los aprendizajes adquiridos. Mediante el aumento de la muestra y de la exigencia del curso podremos esclarecer la diferencia real en la mejora de equilibrio entre el grupo experimental y el grupo control. Además, con la intención de poder generalizar el efecto del aprendizaje sobre el nivel de equilibrio en deportes de deslizamiento, se considera que el siguiente paso debería ser el planteamiento de un estudio comparativo entre diferentes modalidades, tales como esquí alpino, snowboard o Telemark.

Además, consideramos que en la prueba estabilométrica sería conveniente establecer una varianza de la medida para cada sujeto. Por medio de la realización de diversas pruebas iniciales escogidas al azar para cada sujeto nos permitirían obtener la varianza en sus medidas estabilométricas y evitar, así, la mejora producida por el efecto aprendizaje por repetición de la misma prueba.

También deberemos tener en cuenta la posibilidad de realizar un análisis dinámico del equilibrio, pensando en la posibilidad de aplicar el planteamiento de este estudio a otras modalidades deportivas, tal y como se ha apuntado previamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ageberg, E. (2003). *Postural control in single-limb stance. in individuals with anterior cruciate ligament injury and uninjured controls*. Lund: Lund University.

Bernal, E., Faus, V., & Bernal, R. (2006). Presbivértigo: ejercicios vestibulares. *Gerokomos*, 17(4), 197-200.

Birmingham, T. B. (2000). Test-retest reliability of lower extremity functional instability measures. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(4), 264-268.

Fort, A.; De Antolín, P.; Costa, L.; Massó, N.; Rueda, L.; Lloret, M. (2009). Efectos de un entrenamiento propioceptivo (TRAL) de tres meses sobre el control postural en jóvenes deportistas. *Apunts: Educación física y deportes*, 95, 49-56.

Freeman, M. A., Dean, M. R., & Hanham, I. W. (1965). The etiology and prevention of functional instability of the foot. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 47(4), 678-685.

Friden, T., Zätterström, R., Lindstrand, A., & Moritz, U. (1989). A stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *The American journal of sports medicine*, 17(1), 118-122.

Funollet, F., Inglés, E. (2014). 10 conceptos para aprender a aprender con el esquí nórdico. Barcelona: INDE.

Funollet, F., Inglés, E., Gomila, B., Funollet, R. (2013). Aprender a aprender con el deporte. Libro-I ¡Sítuate! La esencia del aprendizaje. Barcelona: Editorial INDE.

Herdman, S. J. (1989). Exercise strategies for vestibular disorders. *Ear, Nose, & Throat Journal*, 68(12), 961-964.

Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC medicine*, 10(1), 75.

Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and related research*, 402, 76-94.

Kavanaugh, C., McNabb, T., & Revett T. (1996). The effects of a downhill skiing program on standing balance in adults and children with various disabilities. Unpublished master's thesis. Allendale, Michigan, USA: Grand Valley State University.

Leanderson, J., Eriksson, E., Nilsson, C., & Wykman, A. (1996). Proprioception in classical ballet dancers A prospective study of the influence of an ankle sprain on proprioception in the ankle joint. *The American journal of sports medicine*, 24(3), 370-374.

Lephart, S. (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Matusaka, N., Yokoyama, S., Tsurusaki, T., Inokuchi, S., & Okita, M. (2001). Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, 25-30.

Nasuti, G., & Temple, V. A. (2010). The risks and benefits of snow sports for people with disabilities: a review of the literature. *International journal of rehabilitation research*, 33(3), 193-198.

Pierre-Marie, G., & Weber, B. (2001). *Posturología regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona: Ed. Masson.

Romero-Franco, N. (2013). Estabilidad y propiocepción en atletismo. Tesis doctoral. Universidad de Jaén, Jaén.

Shiraishi, M., Mizuta, H., Kubota, K., Otsuka, Y., Nagamoto, N., & Takagi, K. (1996). Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 6(1), 32-39.

Spaepen A. J., Fortuin J. M. & Willems E. J. (1979). Comparison of the movements of the center of gravity and the center of pressure in stabilometric studies. Comparison with fourier analysis. *Agressologie*, 20(B), 115-166.

Thomas, D. P., & Whitney, R. J. (1959). Postural movements during normal standing in man. *Journal of anatomy*, 93(4), 524-539.

Tropp, H., Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(1), 64-66.

Vaquero, R., González, I. M., Cárceles, F. A., & Simón, E. R. (2013). Valoración de la fuerza, la flexibilidad, el equilibrio, la resistencia y la agilidad en función del índice de masa corporal en mujeres mayores activas. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 48(4), 171-176.

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Número de citas totales / Total references: 38 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)