



**Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el balance postural
y reposicionamiento activo del miembro inferior en basquetbolistas
mujeres juveniles con inestabilidad funcional de tobillo.**

**Proyecto de Investigación para optar al grado de
Magíster en ciencias de la actividad física y deporte aplicadas a la rehabilitación,
entrenamiento y reintegro deportivo.**

Alumnos(s): Karina Vásquez O, Matías López V.

Profesor guía: Eduardo Guzmán Muñoz, Klgo. MSc.

Santiago de Chile, 2019

Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el balance postural y reposicionamiento activo del miembro inferior en jugadoras de baloncesto juveniles con inestabilidad funcional de tobillo.

Effects of a neuromuscular training on the postural balance and active repositioning of the lower limb in young female basketball players with functional ankle instability.

Autores:

Karina Vásquez-Orellana¹, Matías López- Vásquez², Eduardo Guzmán-Muñoz³.

¹ Kinesióloga, Licenciada en Kinesiología, Estudiante Magíster en ciencias de la actividad física y deporte aplicadas al entrenamiento, rehabilitación y reintegro, Instituto de Ciencias del Deporte CEO, Universidad Santo Tomás, Chile.

² Licenciado en Ciencias del Deporte y Actividad Física, Postítulo Marketing y Gestión Deportiva, Estudiante Magíster en ciencias de la actividad física y deporte aplicadas al entrenamiento, rehabilitación y reintegro, Instituto de Ciencias del Deporte CEO, Universidad Santo Tomás, Chile.

³ Kinesiólogo, Licenciado en Kinesiología, Máster en Ciencias de la Salud y el Deporte, Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás.

Autores de correspondencia:

Karina Andrea Vásquez Orellana, k.vasquez.orellana@gmail.com +56977805545

Código postal: 9500000, Hermógenes Sandoval Guajardo Norte 1089, Buin, Chile.

Matías Antonio López Vásquez, Matiasantonio.lopez11@gmail.com +56981595869

Código postal: 7591538, Curaco 1940, Las Condes, Chile.

Resumen

Introducción: La prevención de lesiones depende de varios factores a trabajar en el deportista, en donde un buen trabajo del control postural y propiocepción son claves para lograr aquello. Se plantea que el entrenamiento neuromuscular podría mejorar el balance postural dinámico y propiocepción en basquetbolistas con inestabilidad funcional de tobillo (IFT). **Método:** Estudio descriptivo-explicativo. La muestra fue compuesta por 27 jugadoras de basquetbol entre 15 a 17 años, pertenecientes al Club Deportivo de la comuna de Maipú, 13 asignadas al grupo control y 14 sometidas al entrenamiento neuromuscular. Se realizó una intervención neuromuscular de 6 semanas, de 2 días no consecutivos. Se trabajaron ambas extremidades en superficies estables, inestables, con y sin inhibición visual. **Resultados:** En el grupo control el balance postural dinámico aumentó significativamente en anterior extremidad dominante ($p < 0,007$), posterolateral (PL) de la extremidad dominante ($p < 0,002$), anterior extremidad no dominante ($p < 0,036$) y posterolateral (PL) extremidad no dominante ($p < 0,046$), mientras que el error posicional disminuyó en la rodilla de la extremidad no dominante ($p < 0,032$). En el grupo de entrenamiento neuromuscular el balance postural dinámico aumentó en todas sus direcciones, extremidad dominante anterior ($p < 0,001$), posteromedial (PM) ($p < 0,001$) y posterolateral (PL) ($p < 0,001$), mientras que en la extremidad no dominante anterior ($p < 0,001$), posteromedial (PM) ($p < 0,007$) y posterolateral (PL) ($p < 0,006$), mientras que el error posicional disminuyó significativamente, extremidad dominante cadera ($p < 0,001$), rodilla ($p < 0,001$) y tobillo ($p < 0,001$), extremidad inferior no dominante cadera ($p < 0,028$) y rodilla ($p < 0,023$). **Conclusión:** Un entrenamiento neuromuscular de seis semanas mejoró el balance postural dinámico y propiocepción en extremidad dominante y no dominante es basquetbolistas mujeres con IFT.

Palabras claves: Tobillo, Inestabilidad, Balance Postural, Propiocepción, Entrenamiento Neuromuscular, Basquetbol.

Abstract

Introduction: The prevention of injuries depends on several factors to work in the athlete, where a good job of postural control and propiception are keys to achieve that. It is proposed that neuromuscular training could improve dynamic postural balance and proprioception in basketball players with functional ankle instability.

Method: Descriptive-explanatory study. The sample was composed of 27 basketball players between 15 and 17 years old, belonging to the Sports Club of the commune of Maipú, 13 assigned to the control group and 14 undergoing neuromuscular training. A 6-week, non-consecutive 2-week neuromuscular intervention was performed. Both limbs were worked on stable, unstable surfaces, with and without visual inhibition.

Results: In the control group the dynamic postural balance increased significantly in the anterior dominant limb ($p < 0.007$), posterolateral (PL) of the dominant limb ($p < 0.002$), anterior non-dominant limb ($p < 0.036$) and posterolateral (PL) non-dominant limb ($p < 0.046$), while the positional error decreased in the knee of the non-dominant limb ($p < 0.032$). In the neuromuscular training group the dynamic postural balance increased in all directions, anterior dominant limb ($p < 0.001$), posteromedial (PM) ($p < 0.001$) and posterolateral (PL) ($p < 0.001$), while in the anterior non-dominant limb ($p < 0.001$), posteromedial (PM) ($p < 0.007$) and posterolateral (PL) ($p < 0.006$), while the positional error decreased significantly, dominant hip limb ($p < 0.001$), knee ($p < 0.001$) and ankle ($p < 0.001$), lower limb non-dominant hip ($p < 0.028$) and knee ($p < 0.023$). **Conclusion:** A six-week neuromuscular training improved dynamic postural balance and proprioception in the dominant and non-dominant limb is female basketball players with functional ankle instability.

Keywords: Ankle, Instability, Postural Balance, Proprioception, Neuromuscular Training, Basketball.

Introducción

La inestabilidad funcional de tobillo (IFT) es una de las lesiones que se da con mayor frecuencia posterior a un esguince (Munn, Beard y Refshauge, 2002), en donde cerca del 40% de los esguinces progresan a inestabilidad funcional de tobillo (Yeung, Chan, So y Yuan, 1994). Esta alteración se debe, principalmente, a un déficit neuromuscular y propioceptivo que ocasiona una sensación subjetiva de inestabilidad, a pesar de mantener la integridad de sus estructuras articulares (Freeman, Dean y Hanham, 1965).

La articulación de tobillo es una de las más estables del cuerpo. Su estabilidad se debe a la especial configuración ósea entre mortaja tibio-peronea y la cúpula astragalina, las estructuras capsulo-ligamentosas que forman la articulación y los diversos tendones que la cruzan (Sánchez, Fuertes y Ballester, 2015). El complejo ligamentoso lateral del tobillo funciona como una única unidad funcional y es el más implicado en los fenómenos de inestabilidad (Sánchez et al., 2015). Este complejo está compuesto por el ligamento peroneo-astragalino anterior (LPAA), el ligamento peroneo-calcáneo (LPC) y el ligamento peroneo-astragalino posterior (LPAP) (Bekerom, Oostra y Alvarez, 2008). Una rotura o afección del complejo y de la cápsula articular son los que más frecuentemente podrán dar lugar a una inestabilidad de tobillo (Sánchez et al., 2015). Así pues, la IFT ocurre generalmente por dos razones; (1) inestabilidad mecánica debido disfunciones de la articulación y estructuras anatómicas de tobillo, y (2) por inestabilidad funcional que se refiere al déficit de integración sensoriomotora entre la articulación y el sistema nervioso central (Hertel, 2008).

La IFT ha sido atribuida inicialmente a déficits propioceptivos. Estudios más recientes señalan que la inestabilidad funcional puede deberse más concretamente a una serie de deficiencias en los mecanismos que proporcionan el control neuromuscular a la articulación del tobillo (Frigg, Magerkurth y Valderrabano, 2007;

Sánchez et al., 2015). Los elementos básicos del control neuromuscular son la propiocepción, el control sobre el balance postural, la capacidad y velocidad de reacción muscular, y la fuerza muscular (Sánchez et al., 2015). El fortalecimiento de los músculos que atraviesan el tobillo mediante ejercicios protocolizados de rehabilitación y de propiocepción permite retomar su vida diaria y deportiva sin necesidad de ninguna cirugía, sobre todo en casos de inestabilidad funcional (Sánchez et al., 2015). Los programas donde se combinan ejercicios específicos de reeducación propioceptiva y de desarrollo del control postural desempeñan un papel primordial en el control de la inestabilidad crónica articular. En los últimos años, uno de los abordajes que ha presentado resultados más alentadores en el tratamiento de la IFT es el entrenamiento neuromuscular. Un entrenamiento neuromuscular es una combinación de ejercicios propioceptivos, de fuerza y control postural como parte de un programa integral de rehabilitación y prevención de lesiones (Lin, Delahunt y King, 2012). Se ha señalado que un entrenamiento neuromuscular mejora las respuestas motoras inconscientes al estimular las señales aferentes y los mecanismos centrales responsables del control dinámico de las articulaciones (Lin et al., 2012). En el deportista existe una gran importancia conseguir esta estabilidad articular, ya que, a través de los entrenamientos neuromusculares, tendrá una mejor sensación de confianza al deportista frente a la articulación de tobillo alterada. Hay que considerar que la autoconfianza le permitirá exigir al máximo sus capacidades físicas por lo que tendrá repercusiones positivas en su rendimiento deportivo (Olmedilla, Ortega y Abenza, 2007).

Por otra parte, el balance postural dinámico corresponde a una de las habilidades motoras afectadas por la IFT (Caparrós, Morales, Dabanch, Díaz, Molina, Salazar y Viscay, 2017; Andrade y Villena, 2006), al mismo tiempo se generará un déficit propioceptivo que puede afectar el reconocimiento de la posición articular en miembro inferior (Andrade y Villena, 2006). En este sentido, se ha visto que el déficit en el balance postural y en la propiocepción han sido sugeridos como predictores de lesión de tobillo (Andrade y Villena, 2006). Existen evaluaciones tanto para el

balance postural como la propiocepción. Uno de los test más utilizados para evaluar el balance postural dinámico en deportistas es el SEBT modificado. El objetivo principal del test incorpora una postura de apoyo unipodal con el alcance máximo de la pierna opuesta en las tres direcciones (anterior, posterolateral y posteromedial), mientras mantiene el equilibrio con la pierna contralateral. La pierna de apoyo requiere una dorsiflexión de tobillo, rodilla y cadera en rangos de movimientos y la fuerza adecuada, propiocepción y control neuromuscular para realizar esta tarea (Andrade y Villena, 2006). Dentro de las evaluaciones más comunes de unos de los aspectos de la propiocepción, se encuentra el reposicionamiento activo, la cual es una prueba de sentido posicional que representa la estatestesia, es decir, la capacidad para percibir la posición de un segmento en el espacio (Yong y Lee, 2017). Esta prueba evalúa el error posicional existente entre una posición articular indicada por el evaluador y la persona debe reproducir de forma voluntaria (Silva y Guzmán, 2019).

Si bien en Chile no existen estudios de basquetbolistas juveniles que se haya evaluado y cuantificado el reposicionamiento articular activo y balance postural pre y post intervención a un entrenamiento neuromuscular como un tratamiento de rehabilitación para IFT, hay estudios en otros deportistas con inestabilidad de tobillo que fueron sometidas a entrenamientos neuromusculares de 6 semanas, obteniendo como resultado una mejora en el control postural (Caparrós et al., 2015).

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue establecer los efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el balance postural y reposicionamiento activo del miembro inferior en basquetbolistas mujeres juveniles con IFT.

Material y método

Es un estudio de tipo descriptivo-explicativo. La muestra fue seleccionada de forma no probabilística y por conveniencia. Todos los participantes leyeron y firmaron voluntariamente un consentimiento y asentimiento informado basado en los criterios y actividades a los que fueron sometidos. La investigación fue aprobada por el comité de ética de la universidad Santo Tomas, Chile (N° 64.19).

Participantes

La muestra fue compuesta por 27 jugadoras de basquetbol entre 15 a 17 años pertenecientes a un club deportivo de la comuna de Maipú. Trece de ellas fueron asignadas al grupo control mientras que catorce de ellas fueron sometidas a un entrenamiento neuromuscular (grupo experimental). Se consideraron los siguientes criterios de inclusión: 1) basquetbolistas de sexo femenino entre 15-17 años con inestabilidad funcional de tobillo según cuestionario CAIT; 2) Asentimiento informado firmado voluntariamente por su apoderado. Se excluyeron a las deportistas 1) Presencia de alguna discapacidad física y/o mental; 2) Sufrir una lesión músculo esquelético en los últimos tres meses 3) Ser sometido a Cirugía en los últimos 3 meses; 4) Presentar alguna patología que impida la realización de actividad física; 5) Deportistas que hayan sido retirados del club de basquetbol en el transcurso de la investigación; 6) Deportistas que hayan asistido a menos del 85% de los entrenamientos de basquetbol.

SEBT modificado.

Se utilizó un protocolo de test de SEBT modificado en tres direcciones: anterior, postero medial (PM) y posterolateral (PL) para la evaluación del balance dinámico. La posición inicial fue con el participante de pie con las manos en la cintura y se solicitó realizar el mayor alcance posible con la extremidad inferior dominante y no dominante (Cervantes y Silva, 2014). La extremidad evaluada en esta prueba es la

que soporta el peso corporal durante el alcance. La evaluación se consideró válida cuando la deportista no despegó el pie de apoyo del suelo y logró volver con la extremidad a la posición inicial (Cervantes y Silva 2014). Para cada dirección se realizaron tres intentos y se registró el mejor (Andrade y Villena, 2006). Las distancias se tomaron con una cinta métrica en cm (Sanny®, Brasil, precisión 0,1 mm) y se normalizaron con la longitud del segmento (distancia entre l espina iliaca anterosuperior y el borde inferior del maléolo medial de tobillo) para expresar el resultado en porcentaje.

$$\% \text{ test SEBT modificado} = \frac{\text{Distancia alcanzada (cm)}}{\text{Longitud segmento pierna (cm)}} \times 100\%$$

Reposicionamiento Activo.

Se utilizó la prueba de reposicionamiento activo como herramienta de evaluación para medir estatestecia, un aspecto de la propiocepción. Se realizó la medición del error posicional en las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo a través de 4 acelerómetro integrados a un dispositivo marca GPS WIMU PRO (Almeria, España) que entrega de forma digital el rango articular. Se ubicó al sujeto en una posición cómoda para limitar las compensaciones y con los ojos cerrados para evitar la retroalimentación visual. El investigador a cargo ubicó la articulación en una posición “diana” durante 3-5 segundos, con el fin de que el sujeto pudiera sentir la posición de los segmentos (Sous, Navarro, Navarro, Brito y Ruíz, 2011). La articulación volvió a colocarse en una posición neutral antes de ser movilizada hacia a la posición diana. Cuando el sujeto señaló que se encontraba en la posición de referencia de manera activa, el investigador determinó la diferencia en relación con la posición diana que correspondió el “error posicional” (Freeman et al., 1965).

Entrenamiento neuromuscular

La intervención neuromuscular tuvo una duración de 6 semanas. Se distribuyó en 2 sesiones semanales de 10 a 15 minutos en días no consecutivos. La intensidad de entrenamiento fue de carácter progresivo, se centró, principalmente, en la extremidad inferior. Este entrenamiento fue realizado previo el entrenamiento regular de las basquetbolistas. Todas las sesiones contemplaron circuitos con estaciones de trabajo de 30 segundos que consistían en ejercicios de coordinación en escaleras de suelo, con saltos, equilibrios unipodales con disco freeman y bandas elásticas, trabajos con balones de basquetbol y mini bosus, y ejercicios de precisión. Cada deportista debía efectuar tres series del circuito completo por sesión. La primera semana se realizó un entrenamiento con trabajos unipodal con ojos abiertos y estímulos externos, para luego realizar lanzamientos al aro. Desde la segunda semana hasta finalizar el proceso de intervención se aumentó la complejidad, donde se agregó ojos cerrados y bases inestables. Consistían en trabajos de coordinación con escaleras y salto, cayendo en bases estables e inestables., y para finalizar cada deportista debía ejecutar un lanzamiento dando la realidad de juego a las cuales están sometidas.

Entrenamiento convencional de basquetbol femenino

Los entrenamientos fueron llevados en el gimnasio del club deportivo. Ambos grupos (control y experimental) realizaban 2 entrenamientos a la semana, en días no consecutivos. El entrenamiento de basquetbol, de acuerdo al programa desarrollado por el equipo de preparación física, consistía en calentamiento, trabajo físico, trabajo táctico, enfriamiento y elongaciones. La duración de los entrenamientos era de 90 minutos. Tanto el grupo control como experimental participaban en los entrenamientos desarrollados con el club deportivo.

Análisis Estadísticos

Se utilizó el software estadístico SPSS versión 23.0 para el análisis de los resultados. Se calculó la media y desviación estándar para todas las variables. La distribución de los datos fue determinada con la prueba de Shapiro-Wilk. Se empleó la prueba de t-student para muestras relacionadas para comparar las evaluaciones pre y post intervención tanto en grupo control como en el grupo experimental. El tamaño del efecto se calculó con la d de Cohen, considerando un efecto pequeño ($\geq 0,2$), moderado ($\geq 0,5$) o fuerte ($\geq 0,8$). Se consideró un nivel alfa de 0,05 para todos los análisis.

Resultados

De las 27 participantes de este estudio, 2 basquetbolistas no fueron consideradas en el análisis final. Una de las deportistas perteneciente al grupo control fue excluida por no cumplir con el porcentaje de asistencia a las sesiones de entrenamiento neuromuscular, mientras que otra participante del grupo experimental no fue considerada por una lesión sufrida durante el campeonato. Por lo tanto, la muestra analizada en este estudio corresponde a 25 jugadoras de basquetbol (12 grupo control y 13 grupo experimental). La media y desviación estándar de la edad, peso, talla e IMC se observan en la tabla 1. No se presentaron diferencias significativas en estas variables entre los grupos ($p > 0,05$).

Tabla 1: Características generales de la muestra.

	Grupo control		Grupo Experimental	
	Media	DE	Media	DE
Edad (años)	15,66	1,15	15,38	0,56
Peso (Kg)	60,25	8,99	59,38	7,2
Talla (m)	1,64	0,08	1,7	0,05
IMC (kg/m ²)	22,06	1,93	20,36	1,46

IMC: índice de masa corporal; DE: desviación estándar.

Balance postural dinámico

En la tabla 2 y 3 se muestran los resultados del SEBT modificado tanto para el grupo control como experimental en tres direcciones: anterior, PM y PL para la evaluación del balance dinámico.

En el grupo control se observó un aumento del rendimiento en la mayoría de las direcciones evaluadas tanto para la extremidad dominante como no dominante. Los aumentos estadísticamente significativos fueron encontrados en las direcciones: anterior de la extremidad dominante ($p < 0,007$; TE = 0,74), PL de la extremidad dominante ($p < 0,002$; TE = 0,31), anterior de la extremidad no dominante ($p < 0,036$; TE = 0,59) y PL de la extremidad no dominante ($p < 0,046$; TE = 0,74). Los mayores cambios se observaron en la dirección anterior de la extremidad dominante con un

aumento del 7,45% y en la dirección PL en la extremidad no dominante con un cambio de un 9,61% (tabla 2).

Tabla 2: Resultados de balance postural dinámico pre y post intervención en grupo control.

Direcciones SEBTm	PRE		POST		Valor p	% Cambio	TE
	Media	DE	Media	DE			
<i>Extremidad dominante</i>							
Anterior	60,25	5,54	64,56	6,09	0,007*	7,45	0,74
Postero medial	91,52	12,44	95,21	10,71	0,204	6,38	0,49
Posterolateral	87,97	9,8	93,69	9,38	0,002*	7,41	0,31
<i>Extremidad no dominante</i>							0,22
Anterior	62,84	5,61	65,53	5,33	0,036*	6,14	0,59
posteromedial	96,44	9,72	94,33	8,84	0,327	6,27	0,81
Posterolateral	86,86	9,82	93,61	6,41	0,046*	9,61	0,74

DE: desviación estándar, TE: Tamaño del Efecto.

**p<0,05. Prueba T – student para muestras relacionadas*

Para el grupo de entrenamiento neuromuscular se observó un aumento tanto en la extremidad dominante como no dominante. Como se puede apreciar en la tabla 3, la extremidad dominante se reflejan cambios en todas sus direcciones: anterior ($p < 0,001$; TE = 2,20), PM ($p < 0,001$; TE = 1,07) y PL ($p < 0,001$; TE = 0,99), mientras que en la extremidad no dominante los cambios se reflejaron en las direcciones

anterior ($p < 0,001$; TE = 1,50), PM ($p < 0,007$; TE = 0,57) y PL ($p < 0,006$; TE = 0,64). El mayor cambio se evidenció en el alcance anterior de la extremidad dominante (17,01%) (Tabla 3).

Tabla 3: Resultados de balance postural dinámico pre y post intervención en grupo de entrenamiento neuromuscular.

Direcciones SEBTm	PRE		POST		Valor p	% Cambio	TE
	Media	DE	Media	DE			
<i>Extremidad dominante</i>							
Anterior	57,73	6,31	69,87	4,59	0,001*	17,01	2.20
PM	84,08	11,91	94,90	7,69	0,001*	12,11	1.07
PL	81,34	13,81	93,17	9,57	0,001*	12,93	0.99
<i>Extremidad no dominante</i>							
Anterior	60,49	5,08	67,86	4,69	0,001*	10,75	1.50
PM	85,88	13,85	93,53	12,58	0,007*	8,38	0.57
Posterolateral	85,48	15,50	94,39	11,82	0,006*	11,41	0.64

DE: desviación estándar, TE: Tamaño del Efecto.

* $p < 0,05$. Prueba T – student para muestras relacionadas

Prueba de reposicionamiento activo

En la tabla 4 y 5 se muestran los resultados del reposicionamiento activo de las articulaciones de extremidad inferior dominante como no dominante pre y post intervención para el grupo control como grupo de entrenamiento neuromuscular (experimental). En el grupo control se observó cambio significativo en la articulación de rodilla de la extremidad no dominante ($p < 0,032$; TE = 0,45) con un porcentaje de 127,38% como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Resultados del reposicionamiento activo pre y post intervención en grupo control.

Articulaciones	PRE		POST		Valor P	% Cambio	TE
	Media	DE	Media	DE			
<i>Extremidad dominante</i>							
Cadera	6,00	4,24	6,08	4,18	0,935	61,54	0.01
Rodilla	5,41	2,57	4,5	2,54	0,204	46,64	0.35
Tobillo	3,50	2,77	2,91	1,72	0,573	98,19	0.25
Extremidad no dominante							
Cadera	4,08	2,87	3,75	3,72	0,789	101,38	0.09
Rodilla	5,00	4,80	3,08	3,57	0,032*	127,38	0.45
Tobillo	3,25	2,73	2,50	1,24	0,267	81,79	0.35

DE: desviación estándar, TE: Tamaño del Efecto.

** $p < 0,05$. Prueba T – student para muestras relacionadas*

En el grupo de entrenamiento neuromuscular, luego de la intervención, se observó cambios en la mayoría de las articulaciones evaluadas. En la extremidad inferior dominante como se puede apreciar en la tabla 5, el cambio significativo se encontró en las articulaciones de cadera ($p < 0,001$; TE = 2,72), rodilla ($p < 0,001$; TE = 2,70) y tobillo ($p < 0,001$; TE = 2,07). Mientras que en la extremidad inferior no dominante los cambios fueron en las articulaciones de cadera ($p < 0,028$; TE = 0,97) y rodilla ($p < 0,023$; TE = 0,88). Los mayores cambios se evidenciaron en la articulación de rodilla de la extremidad no dominante con un 138,71% y en la articulación de cadera tanto en la extremidad no dominante como dominante con un cambio de 94,8% y 83,96%, respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5: Resultados del reposicionamiento activo pre y post intervención en grupo de entrenamiento neuromuscular.

Articulaciones	PRE		Post		Valor P	% Cambio	TE
	Media	DE	Media	DE			
<i>Extremidad dominante</i>							
Cadera	7,15	2,96	1,23	0,83	0,001*	83,96	2.72
Rodilla	8,15	3,18	1,84	0,89	0,001*	72,57	2.70
Tobillo	7,38	3,73	1,76	0,83	0,001*	69,5	2.07
<i>Extremidad no dominante</i>							
Cadera	3,61	2,46	1,76	1,09	0,028*	94,8	0.97
Rodilla	4,00	2,97	2,00	1,22	0,023*	138,71	0.88
Tobillo	2,07	1,25	1,38	1,12	0,121	55,12	0.58

*DE: desviación estándar, TE: Tamaño del Efecto. * $p < 0,05$. Prueba T – student para muestras relacionadas*

Discusión

El principal resultado de esta investigación responde al objetivo propuesto e indica que un entrenamiento neuromuscular de seis semanas de duración mejora el balance postural dinámico y la capacidad de reposicionamiento activo de miembro inferior en mujeres basquetbolistas con IFT. Uno de los primeros estudios realizados en deportistas con inestabilidad de tobillo fue Caparrós et al., 2015, quien evaluó el efecto del entrenamiento neuromuscular sobre el reposicionamiento activo, obteniendo como resultado es su estudio una mejora en el control postural. Hallazgos similares han sido reportados por otras investigaciones que muestran que el entrenamiento neuromuscular mejora la condición física, balance, prevención de lesiones y habilidades motrices (Guzman, Daigre, Soto, Concha, Mendez, Sazo y Valdés, 2019.). Los hallazgos de este estudio apoyan, respaldan y amplían investigaciones que también hacen referencias sobre los importantes cambios del entrenamiento neuromuscular dentro de una planificación de entrenamiento por parte del equipo técnico. (Cervantes y Silva, 2014).

La IFT se entiende como la deficiencia en los mecanismos que proporcionan el control neuromuscular a la articulación del tobillo (Hertel, 2006), afectando la recepción de señales aferentes desde los sensores propioceptivos del tobillo provocando una reacción de la musculatura retrasada o enlentecida. Por lo tanto, si ésta no responde de manera eficiente, el tobillo se encontrará más desprotegido siendo propenso a sufrir una lesión (Sánchez et al., 2015). Según estudios sobre la planificación de entrenamiento neuromuscular en sujetos con IFT, indican que una duración de 6 semanas aumenta la estabilidad articular en deportistas de 13 a 18 años (Cervantes y Silva, 2014). Por lo tanto, para el estudio el entrenamiento neuromuscular de seis semanas es fundamental para mejorar el control postural dinámico y a la hora de buscar estrategias para prevenir lesiones de tobillos u otra articulación adyacente que comprometan el deporte.

Dentro de los resultados del estudio se observó un aumento de alcance en todas las direcciones del grupo neuromuscular, tanto en la extremidad dominante con inestabilidad funcional de tobillo como no dominante. El déficit del balance postural en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo ha sido atribuido al daño de los receptores sensoriales provocados por la lesión ligamentosa (Freeman et al., 1965). Actualmente existen estudios en sujetos sanos donde se ha visto que no hay déficit del control sensoriomotor al simular una lesión ligamentosa de tobillo. (Myers, Riemann, Hwang, Fu y Lephart, 2003; Riemann, Myers, Stone y Lephart, 2004). Esto indicaría que la información sensorial no solo se debe exclusivamente al daño de ligamento, sino que existen otros receptores, (capsulares, musculo tendinoso y cutáneos) disponibles para permitir un buen control sensoriomotor (Myers et al., 2003; Riemann et al., 2004).

El déficit del control postural tanto en tobillo lesionado como no lesionado encontrado en las basquetbolistas, explicaría que no solo existen déficits sensoriomotores locales, sino que también deficiencias mediadas centralmente (Hertel, 2008; Méndez, Guzmán, Gatica y Zbinden, 2015). Es por esto que el entrenamiento neuromuscular aplicado al estudio consideró la ejecución de los ejercicios con ambas extremidades en el caso del trabajo unipodal.

El entrenamiento neuromuscular como herramientas para mejorar la propiocepción (estatesesia) cumple un papel fundamental a la hora de buscar estrategias para el desarrollo de las deportistas, como fue en este estudio donde las basquetbolistas que fueron intervenidas con entrenamiento neuromuscular obtuvieron resultados positivos. La exposición repetida a los desafíos de equilibrio y estabilidad en superficies estables e inestables da como resultado ajustes anticipatorios que podrían favorecer las respuestas musculares y esto contribuir a un mejor control postural (Silva y Guzmán, 2019).

En el grupo que fue sometido a un entrenamiento neuromuscular, los resultados obtenidos en el error posicional mostraron una mejora significativa en articulaciones

del tren inferior dominante y no dominante. Esto pudo deberse a que el entrenamiento neuromuscular aumenta en las adaptaciones neuronales centrales y periféricas (Asadi, Villareal y Arazi, 2015), viéndose reflejado en una mayor retroalimentación sensorial. Las adaptaciones periféricas que pueden haber ocurrido debido al entrenamiento neuromuscular probablemente se debieron a la estimulación repetitiva de los mecanorreceptores articulares tanto en superficies inestable como estables y en condiciones de ojo abierto y cerrados. Estas adaptaciones pueden ser responsables de la mejora de rendimiento de las jugadoras del error posicional en las articulaciones evaluadas (Silva y Guzmán, 2019).

En el grupo control el balance postural dinámico, aumentaron sus alcances en dirección anterior y PL, respecto al error posicional en el grupo control, solo obtuvo un cambio significativo en la articulación de rodilla no dominante, estos cambios podrían deberse al entrenamiento regular al cual están sometidos. Si bien no hay estudios que nos pudiesen dar respuesta del resultado, una futura investigación podría responder los cambios obtenidos en el grupo control.

Las principales limitaciones son la selección no aleatoria y por conveniencia de los participantes. Además no hubo un cálculo del tamaño de la muestra. Por otra parte la falta de un período de seguimiento, este factor es crucial para conocer los efectos reales de las terapias de mediano y largo plazo. Se sugiere que el seguimiento de los grupos incluirse en futuras investigaciones. A pesar de algunas debilidades también podemos enfatizar en fortalezas como, la inclusión de contar con un grupo control y de herramientas de evaluación validadas como los 4 acelerómetros que contaba Wimbu Pro, para la medición del reposicionamiento activo.

En conclusión, esta investigación señala que un entrenamiento de seis semanas mejoró el balance postural dinámico y la capacidad de reposicionamiento activo de miembro inferior en jugadoras mujeres entre 15 y 17 años con IFT en extremidad dominante como no dominante. Se sugiere aplicar un programa de entrenamiento neuromuscular durante las sesiones de entrenamiento de los deportistas

con el fin de prevenir lesiones y mejorar en el rendimiento motor, esto al menos 10 minutos de cada sesión de trabajo, tanto en la extremidad lesionada como no lesionada.

Bibliografía

Cruz D, Hita F, Lomas R, Osuna M & Martínez A. (2013). *Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish versión of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) an instrument to assess unilateral chronic ankle instability. Clinical Rheumatology . Volume 32.*

Czajka C, Tran E, Cai A & DiPreta J. (2014). *Ankle sprains and instability. Med Clin North Am.*

Caparrós C, Morales J, Dabanch A, Díaz F , Molina D , Salazar J & Viscay N. (2015). *Efectos del entrenamiento neuromuscular sobre el balance dinámico y actividad muscular en deportistas con inestabilidad funcional de tobillo: un estudio preliminar. CES Movimiento y Salud. Talca Chile.*

Miklovic T, Donovan L, Protzuk O, Kang M & Feger M. (2018). *Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction. Phys Sportsmed.*

Wright CJ, Linens S & Cain M. (2017). *Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. J Sport Rehabil.*

Cervantes R & Silva H. (2014). *Estudio de la Efectividad de un entrenamiento funcional sobre la sensación de estabilidad de tobillo en handbolistas mujeres seleccionadas nacionales entre 13 y 18 años, Universidad Finis Terrae, Santiago De Chile.*

Wilkerson GB & Nitz AJ. (1994). *Dynamic ankle stability: mechanical and neuromuscular interrelationships. J Sport Rehabil,*

O'Driscoll J, Kerin F & Delahunt. (2011). *Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.*

Olmedilla Z, Ortega T & Abenza C. (2007). *Percepción de los futbolistas e influencia del trabajo psicológico en la relación entre variables psicológicas y lesiones. Cuadernos de Psicología del Deporte, España.*

Wilkerson R & Mason M. (2000). *Difference's in men and women mean ankle ligamentous laxity. Iowa Orthop J.*

Troop. (2002). *Las lesiones de los ligamentos del tobillo a menudo causan déficit del control neuromuscular, España.*

Sampieri H., Collado F, Carlos & Lucio B. (2003). *Metodología de la investigación McGraw-Hill interamericana. México D. F*

Fong D, Hong Y, Chan L, Yung P & Chan K. (2007). *Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports. Sports Med.*

Andrade C & Villena P. (2006). *Estudio sobre la aplicación del star excursión balance test como método de entrenamiento de equilibrio dinámico y propiocepción*

en sujetos que presentan inestabilidad funcional de tobillo. Tesis licenciatura en Kinesiología. Santiago: Universidad de Chile.

Sous SJ, Navarro R, Navarro García R, Brito O & Ruíz C. (2011). *Bases Biomecánicas del Tobillo. Canarias Médica y Quirúrgica.*

Freeman M. (1965). *Instability of the Foot After Injuries to the Lateral Ligament of the Ankle. The Journal of the Bone and Joint Surgery.*

Gribble P & J. Hertel. (2003). *Considerations for normalization of measures of the Star Excursion Balance Test. Measurement in Physical Education and exercise Science.*

Hertel J & Miller, C. (2000). *Intratester and Intertester Reliability During the Star Excursion Balance Tests. Journal Sport Rehabilitation.*

Olmsted L. Carcia, J & Hertel S. (2002). *Efficacy of the Star Excursion Balance Test in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. Journal of Athletic Training.*

Wright CJ, Linens S & Cain MS. A. (2017). *Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. J Sport Rehabil.*

Munn J, Beard D, Refshauge K & Lee R. (2002). *Do functional-performance test detect impairment in subjects with ankle instability. Sport Rehabil.*

Yeung M, Chan K, So C, Yuan W. (1994). *An epidemiological survey on ankle sprain. Br J Sport Med.*

Lin CWC, Delahunt Ev & King E. (2012). *Neuromuscular training for chronic ankle instability. Phys Ther. .*

Silva M & Guzmán E. (2019). *Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre propiocepción y motricidad en escolares entre 8 a 10 años.*

Guzman Muñoz E, Daigre Prieto M, Soto Santander K, Concha Cisternas & Mendez Rebolledo G, Sazo S, Valdés B.(2019). *Efectos de un entrenamiento neuromuscular sobre el control postural de voleibolistas universitarios con inestabilidad funcional de tobillo. Med Deporte Chile.*

Guzman Muñoz E, Sazo Rodriguez S, Concha C Y, Valdes Badilla P, Lira C, Silva M, Henriquez f, Yuing F , Cigarroa I, Castillo Retamal M & Mendez Rebolledo G. (2019). *Four Weeks of Neuromuscular Training Improve Static and Dynamic Postural Control in Overweight and Obese Children: A Randomized Controlled Trial, Journal of Motor Behavior,*

Asadi, A.,de Villaroel, E. S & Arazi, H. (2015). *The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. The Journal of Strength & Conditioning Research.*

Hertel J. (2008). *Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. Clin Sports Med.*

Mendez Rebolledo G, Guzmán Muñoz E, Gatica Rojas V & Zbinden Foncea H. (2015). *Longer reaction time of the fibularis longus muscle and reduced postural control in basketball players with functional ankle instability: A pilot study. Phys Thear Sport.*

Myers JB, Riemann BL, Hwang JH, Fu Fh & Lephart SM. (2003). *Effect of peripheral afferent alteration of the lateral ankle ligaments on dynamic stability. Am J Sport Med.*

Riemann BL, Myers JB, Stone DA & Lephart SM. (2004). *Effect of lateral ankle ligament anesthesia on single-leg stance stability. Med Sci Sports Exerc.*

Sánchez Monzó, Carlos, Fuertes Lanzuela, Manuel & Ballester Alfaro, Juan José. (2015). *Chronic Ankle Instability. Update, Rev. S. And. Traum. y Ort.*

Hertel J. (2002). *Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train.*

Frigg A, Magerkurth O & Valderrabano V. (2007). *The effect of osseous ankle configuration on chronic ankle instability. Br J Sports Med.*

Van den Bekerom MP, Oostra RJ & Alvarez P. (2008). *The anatomy in relation to injury of the lateral collateral ligaments of the ankle: a current concepts review. Clin Anat.*