



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS DE LA REHABILITACIÓN VESTIBULAR SOBRE LA FUERZA EN MIEMBROS INFERIORES.

AUTOR/ES: Verón, Mariana

TUTOR/ES DE CONTENIDO: Lic. Dandres, Romelí

TUTOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Previgliano, Martín

FECHA DE LA ENTREGA: 18-12-2015

CONTACTO DEL AUTOR: veron.mari@hotmail.com

RESUMEN

Introducción:

La rehabilitación vestibular (RV) es utilizada en pacientes con trastornos de equilibrio corporal, de origen vestibular. El control postural requiere de una compleja interacción entre múltiples procesos musculoesqueléticos, neurales y sensoriales. Para el mantenimiento del equilibrio postural, en bipedestación, se emplean tres estrategias posturales: estrategia de tobillo, cadera y de paso. El objetivo de ésta investigación fue analizar los efectos de la rehabilitación vestibular sobre la fuerza muscular de miembros inferiores.

Material y métodos:

Se llevo a cabo un estudio de cohorte, descriptivo, prospectivo y longitudinal, donde se analizaron 12 personas con diagnóstico de vestibulopatía central o periférica. Se utilizó un dinamómetro portátil *MicroFet 2* (*Hoggan, scientific, LLC.*) para la medición de la fuerza máxima isométrica del psoas ilíaco, glúteo mayor, cuádriceps, tibial anterior y gemelos; en una relación de fuerza/tiempo (Kg/s), en ambos miembros inferiores. Las mediciones y recopilaciones de datos se realizaron en la primera y última sesión del tratamiento de RV, que consta de 10 sesiones.

Resultados:

El promedio de la fuerza en el Pre es de 12,7 kg. sobre 4,2 seg., mientras que en el Post marcó 14,9 kg. sobre 4,7 seg. demostrando así una significativa mejora en la evolución de la fuerza durante las 10 sesiones de RV.

Discusión y Conclusión:

En esta investigación se analizó profundamente el par agonista-antagonista, gemelo y tibial anterior, ya que estos músculos son los principales implicados en la estrategia de tobillo. Los resultados obtenidos del gemelo y tibial anterior marcaron un aumento de la fuerza durante el tratamiento de RV, esto representa una mejor efectividad en la co-contracción del par agonista-agonista, logrando así una mayor estabilidad anteroposterior en bipedestación.

Los resultados preliminares de este estudio indican que la RV incide directamente sobre la fuerza en miembros inferiores.

Palabras Clave: Rehabilitación vestibular – Dinamómetro portátil - Control postural – Estrategia de tobillo-

ABSTRACT

Introduction:

Vestibular rehabilitation (VR) is used in patients with body balance disorders of vestibular origin. Postural control requires a complex interaction between multiple musculoskeletal, neural and sensory processes. Strategy ankle, hip and step: For maintenance of postural balance, standing three postural strategies are employed. The objective of this research was to analyze the effects of vestibular rehabilitation on muscle strength of lower limbs.

Material and methods:

A cohort study, descriptive , prospective, longitudinal , where 12 people were analyzed with diagnosis of central or peripheral vestibulopathy took place . A portable dynamometer MicroFET 2 (Hoggan , scientific , LLC.) for the measurement of the maximum force isometric iliopsoas , gluteus maximus , quadriceps , tibialis anterior and calf are used ; in a relationship force/time (kg/ s) in both lower limbs . The measurements and data collections were carried out in the first and last treatment session RV, consisting of 10 sessions.

Results:

The average force in the Pre is 12,7 kg . about 4,2 sec ., while the Post marked 14,9 kg. about 4,7 sec . demonstrating a significant improvement in the evolution of force during the 10 sessions of RV.

Discussion and conclusion:

This research looked deeper agonist - antagonist pair, calf and anterior tibial since they are primarily involved in the strategy ankle. The results of the force analysis showed a significant improvement with the treatment of RV, this represents an increase of co - contraction of these muscles, causing a better stability in standing anteroposterior. Preliminary results of this study indicate that RV directly affects the strength in the lower limbs.

Keywords: Vestibular rehabilitation - Portable Dynamometer - Postural Control - Ankle strategy

INTRODUCCIÓN

La disfunción vestibular es una alteración que se produce en el sistema nervioso central o periférico, que trae como consecuencia la perturbación del equilibrio, postura y marcha.(1) Se caracteriza por presentar vértigo, mareos, inestabilidad postural, alteración en la marcha, caídas y reducción en la capacidad funcional. (2) Esta disfunción reduce la independencia en las actividades de la vida diaria.(3)

La rehabilitación vestibular (RV) es un instrumento terapéutico utilizado en pacientes con trastornos de equilibrio corporal, de origen vestibular.(2) Ha mostrado mejoras significativas en pacientes con vestibulopatías centrales y periféricas.(4) Los objetivos principales de la RV son la facilitación de la estabilidad visual, aumentar la interacción vestibulovisual mientras se realizan movimientos cefálicos, aumentar la estabilidad postural estática y dinámica, en condiciones donde la información sensorial se encuentra en conflicto.(2, 5)

Los protocolos de RV diseñados por *Cawthorne y Cookdey* y *Susan Herdman* permitieron mejorar la planificación e intervención, sobre los síntomas vestibulares, logrando así la reducción del mareo, vértigo, incapacidad funcional y desequilibrio del cuerpo.(2, 3) Estos protocolos actúan sobre los mecanismos de compensaciones vestibulares que son conocidos como adaptación, habituación y sustitución.(2, 6) La adaptación se adquiere a partir de que el sistema recibe y procesa información distorsionada o incompleta y luego esta información se ajusta adecuadamente a los estímulos.(6) La habituación implica la reducción de la respuesta sensorial, a través del tiempo, al repetirse la exposición a un estímulo permanente y específico.(4, 6, 7) La sustitución emplea estrategias alternativas de los sistemas intactos, visual, propioceptivo y somatosensorial, para reemplazar la información ausente o contradictoria.(8)

El control postural requiere de una compleja interacción entre múltiples procesos musculoesqueléticos, neurales y sensoriales. Tiene dos objetivos fundamentales, la orientación postural y el equilibrio postural. La orientación postural implica la alineación corporal respecto a la gravedad, superficie de apoyo, entorno visual y referencias internas. Mientras que el equilibrio postural involucra la coordinación de estrategias de movimientos para que el centro de masa se encuentre estable ante factores intrínsecos o extrínsecos que alteren la estabilidad postural.(9)

Para mantener el equilibrio postural en bipedestación se emplean tres estrategias posturales: estrategia de tobillo, cadera y de paso. En la estrategia de tobillo el cuerpo se mueve en torno al eje de rotación de la articulación tibiotarsiana, como un péndulo invertido, para mantener el equilibrio ante pequeñas perturbaciones. La estrategia de cadera ejerce el control del balance en todas las direcciones, usando la cadera y el tronco para mantener el

centro de masa estable. Se utiliza cuando las superficies son estrechas o muy inestables, en situaciones que no permiten la adecuada torsión del tobillo o cuando centro de masa debe moverse rápidamente. La estrategia de paso entra en acción cuando la persona da un paso para recuperar el equilibrio, en momentos donde se exceden los límites de estabilidad.(8, 9)

Un dispositivos de prueba funcional cuantitativo, para medir la fuerza máxima isométrica, es el dinamómetro portátil (DP) *MicroFet 2 (Hoggan, scientific, LLC).*(10) Es un dispositivos portátil, con facilidad de uso y costo accesible.(11, 12) Su uso reporta una alta fiabilidad para medir la fuerza isométrica en flexión y extensión de cadera.(11, 13) También en la extensión de rodilla demostró su alta fiabilidad mediante resultados de investigación.(12, 14) En cambio, el uso de DP en mediciones de la fuerza del tobillo, es discutida debido a la falta de datos de confiabilidad.(13)

El dinamómetro isocinético ha sido utilizado como un equipo fiable y objetivo para la medición de fuerza en miembros inferiores. Sin embargo, este dispositivo tiene un alto costo, no es portátil, requiere de un amplio espacio y puede imponer un gasto importante en los investigadores y pacientes.(14)

El objetivo de ésta investigación será analizar los efectos de la rehabilitación vestibular sobre la fuerza muscular de miembros inferiores, en un periodo de diez sesiones, medidas con DP al inicio y al final del tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo, diseño y características del estudio:

Se llevo a cabo un estudio observacional, longitudinal, de cohorte y prospectivo.(5) Para determinar cómo actúa la rehabilitación vestibular sobre la fuerza en miembros inferiores.

Población y muestra:

El estudio se realizará en el Centro Martín Previgliano, donde acude una población de 80 pacientes adultos que presentan lesiones y/o disfunciones vestibulares, de origen central y periférico. El tiempo que llevó la investigación fue de 3 meses.

Tamaño de la muestra:

Se analizaron 12 voluntarios que participaron de la investigación.

Tipo de muestreo:

Estratificado.

Criterios de inclusión

Se incluyeron al estudio a participantes de ambos sexos, con diagnóstico de vestibulopatía central o periférica, historia de vértigo, desequilibrio o caídas. Todos los participantes dieron su consentimiento libre e informado para participar de la investigación.(5)

Criterio de exclusión:

Se excluyeron a los participantes con enfermedades neurológicas, trastornos visuales graves, trastornos musculoesqueléticos, trastornos psicoemocionales y hábitos regulares de actividades físicas.(3, 5)

Criterios de eliminación:

Se eliminaron de la investigación a los voluntarios que presentaban sintomatología vestibular aguda, como vértigo o mareo. También a aquellos que ausenten en 3 sesiones durante el tratamiento.(3)

Aspectos éticos:

El presente proyecto será evaluado por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló.

Se le entregó a los participantes un documento escrito titulado “Carta de información y consentimiento escrito de participación del voluntario” y un “Consentimiento informado” explicando los objetivos y propósitos del estudio, los procedimientos experimentales, posibles molestias; duración del estudio; la suspensión del estudio cuando se encuentren efectos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no justifiquen continuar con el estudio y, la libertad que tienen los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que deseen. En ese documento también se indicó cómo se mantendrá la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio ante una eventual presentación de los resultados en eventos científicos y/o publicaciones. En caso de aceptación el sujeto firmará dicho documento.

Instrumento(s)/Materiales:

Para la medición de fuerza máxima isométrica en las extremidades inferiores, se utilizó un dinamómetro portátil *MicroFet 2 (Hoggan, scientific, LLC).*(10)

Método:

La evaluación se realizó en el Centro Martín Previgliano donde acuden 80 adultos mayores que realizan tratamiento de RV. A los pacientes que asistían por primera vez y se encontraban dentro de los criterios, se les proporcionaba información sobre los objetivos y el desarrollo del estudio y se los invitaba a participar.

El procedimiento, la toma de mediciones y la recolección de datos fueron realizados por el Licenciado Kinesiólogo Fisiatra Martín Previgliano y su equipo de Licenciados Celia Nerina Coria y Rafael Suárez Anzorena.

Para el análisis del estudio se previó que el tratamiento de RV tuviera una duración de 10 sesiones, en donde se realizaron dos tomas de mediciones de la fuerza máxima isométrica en ambos miembros inferiores, con DP. La primera toma se llevó a cabo al inicio de la primera sesión y la segunda al finalizar la décima sesión.

Se realizó las mediciones de los músculos psoas ilíaco y cuádriceps, colocando al paciente en sedestación con flexión de cadera y rodilla a 90 °.

Para el psoas iliaco el evaluador ubicó el DP sobre la parte anterior del muslo, alentando al paciente a que realice una contracción máxima isométrica durante el mayor tiempo posible y aplicó la resistencia.(10)

El cuádriceps fue valorado con la aplicación del DP sobre la cara anterior de la pierna, a 5 centímetros proximal de la articulación tibiotarsiana. El paciente realizó una contracción isométrica máxima durante el mayor tiempo posible y el evaluador aplicó la resistencia.

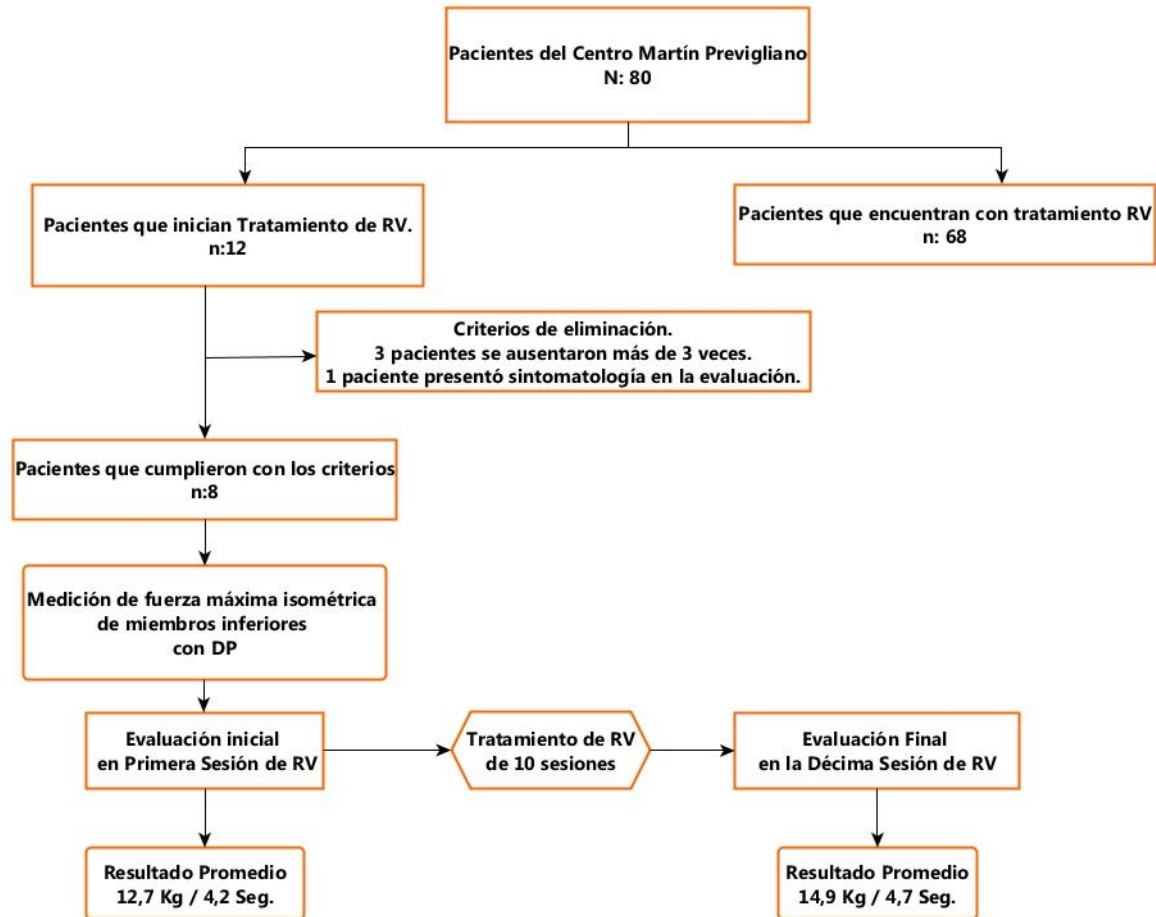
Para la evaluación del glúteo mayor se posicionó al paciente en decúbito prono, con rodilla flexionada a 90°. El evaluador situó el DP sobre la parte posterior del muslo e insistió al participante a que realice contracción máxima isométrica durante el mayor tiempo posible y ejerció la resistencia.(15)

En la medición de los músculos tibial anterior y gemelo el paciente se encontraba en posición de decúbito supino, con rodilla extendida y tobillo a 90°.

En la valoración el tibial anterior el DP se colocó sobre la cara dorsal de la cabeza de los metatarsianos. El evaluador pidió al paciente que realice el máximo esfuerzo durante el mayor tiempo posible y empleó la resistencia.(10)

En la evaluación del gemelo el DP se ubicó sobre la cara plantar de la cabeza de los metatarsianos, el evaluador imprimió la resistencia durante el máximo esfuerzo del paciente.(15)

Para el análisis de la fuerza se utilizó el promedio entre las tres pruebas de fuerza máxima isométrica evaluadas en cada músculo, de ambos miembros inferiores. Los datos fueron reflejados en una planilla brindada por el fabricante del DP, en una relación de fuerza/tiempo (Kg/s).



Tratamiento estadístico de los datos:

Los datos serán volcados al Microsoft Excel, con el que se realizarán tablas, gráficos y se calcularán los porcentajes.

RESULTADOS

Doce voluntarios (9 mujeres y 3 hombres) con edades entre 42 y 87 años participaron de la investigación. Tres pacientes fueron eliminados ya que cumplieron con el criterio de ausencia de más de tres sesiones del tratamiento de RV, y un paciente no pudo culminar con el examen debido a que presentó sintomatología. En la primera sesión se realizó la toma de muestras de los músculos psoas iliaco, cuádriceps, tibial anterior, glúteo mayor, isquiotibial y gemelo, repitiéndose la misma al finalizar el tratamiento de RV de 10 sesiones. Cada músculo fue evaluado tres veces y se obtuvo como resultado un promedio de la fuerza en kilogramos y segundos de cada miembro inferior.

A continuación de desarrollaran los datos promedios de la fuerza en la evaluación inicial (**Pre tratamiento**) y la evaluación final (**Post tratamiento**) de cada uno de los músculos evaluados.

El gemelo fue el músculo que ha manifestado la mayor mejora en la fuerza muscular con un promedio Post de 19,6 kg. en 5 seg., contra el promedio Pre de 14,8 kg. en 4,3 seg.

El Psoas ilíaco demostró un incremento de la valoración en fuerza, con un promedio Post de 17 kg. en 4 seg. contra un Pre de 13,8 kg. en 3,6 seg.

La marcación que obtuvo el cuádriceps fue de un Post de 17,2 kg. en 5,1 seg contra un Pre de 14,2 kg. en 4,4 seg.

El tibial anterior logró un Post de 14,4 kg en 5,4 seg. contra un Pre de 11,9 kg. en 4,5 seg.

El valor que mostró el glúteo mayor fue de un Post de 12,4 kg en 4,4 seg. contra un Pre de 12,8 kg. en 4 seg. Este músculo tuvo una incidencia negativa en la fuerza en kilogramos ya que el resultado del Pre fue más alto que el Post.

Mientras que los isquiotibiales no obtuvieron progreso de la fuerza en kilogramos teniendo un Pre de 8,5 contra un Post de 8,8 pero durante los segundos de contracción máxima isométrica, el valor Pre de 4,5 dió más alto que el valor del Post de 4,3.

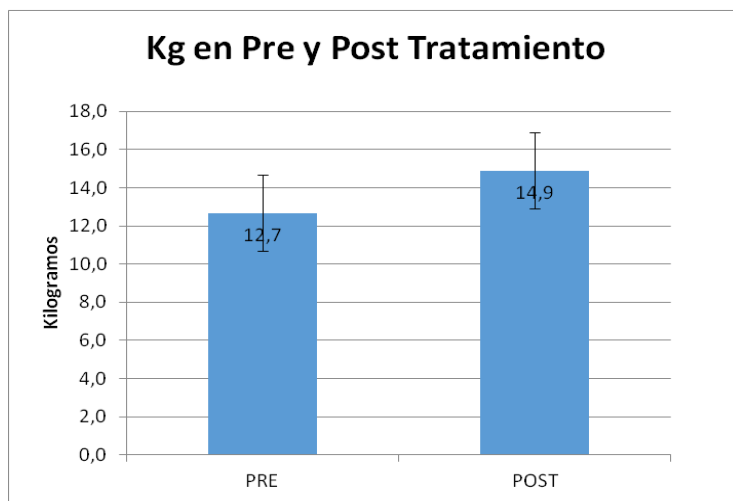
VARIACIÓN DE FUERZA EN CADA MÚSCULO				
Músculo	PRE		POST	
	Kg	Seg	Kg	Seg
Psoas Iliaco	13,8	3,6	17,0	4,0
Cuádriceps	14,2	4,4	17,2	5,1
Tibial Anterior	11,9	4,5	14,4	5,4
Glúteo Mayor	12,8	4,0	12,4	4,4
Isquiotibiales	8,5	4,5	8,8	4,3
Gemelos	14,8	4,3	19,6	5,0

Tabla 1 Promedios de la evaluación pre y post de cada músculo

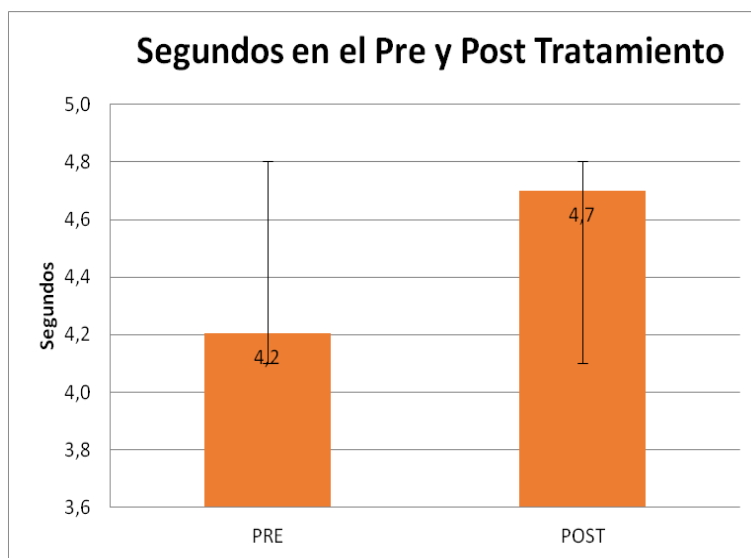
En la **Tabla 2** se presentan los valores promedios de fuerza evaluados en el Pre y en el Post del tratamiento de RV. La media de la fuerza en el Pre fue de 12,7 kg. en 4,2 seg., mientras que en el Post marcó 14,9 kg. sobre 4,7 seg. demostrando así, una mejora significativa en la evolución de la fuerza durante las 10 sesiones de RV. En relación con al desvío estándar, se obtuvieron en el Pre 4,4 kg. y 2,3 seg. y en el Post 5,0 kg. y 2,4 seg. El pico máximo fue de 21,9 kg. y 8,8 seg. en el Pre y 23,7 kg. y 9,4 seg. en el Post. El valor mínimo se expresó en 8,4 kg. y 2,3 seg. en el Pre y 9,0 kg. y 2,8 seg. en el Post

Promedio total de fuerza				
	PRE		POST	
	kg	Seg	Kg	Seg
Media	12,7	4,2	14,9	4,7
Desviación estandar	4,4	2,3	5,0	2,4
Máximo	21,9	8,8	23,7	9,4
Mínimo	8,4	2,3	9,0	2,8

Tabla 3 valores promedios totales de fuerza en el Pre y Post de la RV.



En la Figura 2 se presenta la media en kilogramos en el pre y post tratamiento



En la Figura 3 se presenta la media en segundos en el pre y post tratamiento.

En la **Figura 2 y 3** se grafican las diferencias obtenidas de los promedios totales de la fuerza entre el Pre y el Post, luego del tratamiento de RV de 10 sesiones. Aquí se puede observar como el programa de RV influye directamente sobre la fuerza en miembros inferiores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los protocolos de RV diseñados por *Cawthorne* y *Cookdey* y *Susan Herdman* se consideran eficaces para disminuir la sintomatología del mareo, vértigo, incapacidad funcional y desequilibrio del cuerpo.(8) La mayoría de los estudios publicados evalúan la efectividad de estos protocolos utilizados en la reducción de caídas y mejora del equilibrio, en pacientes adultos mayores con vestibulopatías centrales y periféricas.(16) Sin embargo

no se han encontrado ensayos clínicos que investiguen los efectos que produce la RV sobre la fuerza en miembros inferiores.

El entrenamiento del equilibrio pretende reclutar estrategias de movimientos reactivos y estrategias sensoriales cuando se expone al paciente a perturbaciones externas. Con movimientos lentos y pequeños de vaivén se trabaja la estrategia de tobillo. Mientras que con movimientos rápidos y estrecho del centro de masa se estimula la estrategia de cadera. Estas prácticas hacen que se requiera una participación coordinada de los músculos del tobillo y cadera en dirección anteroposterior y mediolateral contra el efecto perturbador de la gravedad y en superficies inestables.(17)

Para el control postural en bipedestación tranquila, el cuerpo se comporta como un péndulo invertido, es allí donde actúa en dominancia la estrategia de tobillo, cumpliendo un rol importante para el mantenimiento de la postura; requiriendo así una gamma de libre movimiento y fuerza en los músculos del tobillo.(18-20)

En esta investigación se analizó profundamente el par agonista-antagonista, gemelo y tibial anterior, ya que estos músculos son los principales implicados en la estrategia de tobillo. Los resultados obtenidos del gemelo y tibial anterior marcaron un aumento de la fuerza durante el tratamiento de RV, esto representa una mejor efectividad en la co-contracción del par agonista-agonista, logrando así una mayor estabilidad anteroposterior en bipedestación.(21)

La RV provoca efectos positivos en el equilibrio, marcha y reducción de los síntomas, además genera en el paciente autoconfianza y mejor calidad de vida. Los resultados preliminares de este estudio indican que la RV incide directamente sobre la fuerza en miembros inferiores. No obstante, se necesita continuar con la investigación ya que no fue muy significativa la muestra, y así poder confirmar con mayor certeza los efectos benéficos que produce el programa de rehabilitación vestibular sobre la fuerza de miembros inferiores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Danilov YP, Tyler ME, Skinner KL, Hogle RA, Bach-y-Rita P. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss. *J Vestib Res.* 2007;17(2-3):119-30.
2. Ricci NA, Aratani MC, Dona F, Macedo C, Caovilla HH, Gananca FF. A systematic review about the effects of the vestibular rehabilitation in middle-age and older adults. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(5):361-71.
3. Aquaroni Ricci N, Aratani MC, Caovilla HH, Freitas Gananca F. Effects of conventional versus multimodal vestibular rehabilitation on functional capacity and balance control in older people with chronic dizziness from vestibular disorders: design of a randomized clinical trial. *Trials.* 2012;13:246.
4. Sealy A. Vestibular assessment: a practical approach. *Occup Med (Lond).* 2014;64(2):78-86.
5. Mantello EB, Moriguti JC, Rodrigues-Junior AL, Ferrioli E. Vestibular rehabilitation's effect over the quality of life of geriatric patients with labyrinth disease. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(2):172-80.
6. Tavares Fda S, Santos MF, Knobel KA. Vestibular rehabilitation in a university hospital. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(2):241-7.
7. Clendaniel RA. The effects of habituation and gaze stability exercises in the treatment of unilateral vestibular hypofunction: a preliminary results. *J Neurol Phys Ther.* 2010;34(2):111-6.
8. Han BI, Song HS, Kim JS. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises. *J Clin Neurol.* 2011;7(4):184-96.
9. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11.
10. Newsome SD, Wang JI, Kang JY, Calabresi PA, Zackowski KM. Quantitative measures detect sensory and motor impairments in multiple sclerosis. *J Neurol Sci.* 2011;305(1-2):103-11.
11. Alnahdi AH, Zeni JA, Snyder-Mackler L. Hip abductor strength reliability and association with physical function after unilateral total knee arthroplasty: a cross-sectional study. *Physical therapy.* 2014;94(8):1154-62.
12. Knols RH, Aufdemkampe G, de Bruin ED, Uebelhart D, Aaronson NK. Hand-held dynamometry in patients with haematological malignancies: measurement error in the clinical assessment of knee extension strength. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:31.
13. Cobb SC, Bazett-Jones DM, Joshi MN, Earl-Boehm JE, James CR. The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. *J Athl Train.* 2014;49(2):173-80.
14. Kim WK, Kim DK, Seo KM, Kang SH. Reliability and validity of isometric knee extensor strength test with hand-held dynamometer depending on its fixation: a pilot study. *Ann Rehabil Med.* 2014;38(1):84-93.
15. Johnson BA, Macwilliams B, Carey JC, Viskochil DH, D'Astous JL, Stevenson DA. Lower extremity strength and hopping and jumping ground reaction forces in children with neurofibromatosis type 1. *Hum Mov Sci.* 2012;31(1):247-54.

16. Yang XJ, Hill K, Moore K, Williams S, Dowson L, Borschmann K, et al. Effectiveness of a targeted exercise intervention in reversing older people's mild balance dysfunction: a randomized controlled trial. *Physical therapy*. 2012;92(1):24-37.
17. Salsabili H, Bahrpeyma F, Esteki A, Karimzadeh M, Ghomashchi H. Spectral characteristics of postural sway in diabetic neuropathy patients participating in balance training. *J Diabetes Metab Disord*. 2013;12:29.
18. Fujimoto M, Hsu WL, Woollacott MH, Chou LS. Ankle dorsiflexor strength relates to the ability to restore balance during a backward support surface translation. *Gait & posture*. 2013;38(4):812-7.
19. Saffer M, Kiemel T, Jeka J. Coherence analysis of muscle activity during quiet stance. *Experimental brain research*. 2008;185(2):215-26.
20. Finley JM, Dhaher YY, Perreault EJ. Regulation of feed-forward and feedback strategies at the human ankle during balance control. *Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference*. 2009;2009:7265-8.
21. Luu BL, Inglis JT, Huryn TP, Van der Loos HF, Croft EA, Blouin JS. Human standing is modified by an unconscious integration of congruent sensory and motor signals. *The Journal of physiology*. 2012;590(Pt 22):5783-94.