



**FUNDACION H.A.BARCELO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **CÓMO AFECTAN LOS MOVIMIENTOS OCULARES A LA BIPEDESTACIÓN ESTÁTICA EN INDIVIDUOS SANOS**

**AUTOR:** Averta, Leandro

**TUTOR DE CONTENIDO:** Lic. Previgliano, Martín

**TUTOR METODOLÓGICO:** Lic. Ronzio, Oscar

**FECHA DE LA ENTREGA:** 21-10-2014

**CONTACTO DEL AUTOR:** leandroaverta@hotmail.com

## RESUMEN

**Introducción:** El equilibrio corporal es una interacción compleja entre los sistemas somatosensorial, visual y vestibular que permiten que el cuerpo se mantenga estable en contra de la gravedad. Cuando se produce un cambio en uno de ellos surgen cambios que provocan el desequilibrio y pueden afectar la calidad de vida del individuo. El propósito del presente estudio fue determinar la influencia de los movimientos oculares en la bipedestación estática en individuos sanos. Se plantea la hipótesis de que durante los movimientos oculares se produce oscilación del centro de gravedad en bipedestación.

**Material y métodos:** Se trata de un estudio analítico observacional transversal. Se incluyeron 12 estudiantes (8 mujeres, 4 hombres) del quinto año de la carrera de Kinesiología de Fundación Barceló de entre 25 y 40 años de edad sin patologías vestibulares, visuales y somatosensoriales que no hayan realizado una actividad deportiva en forma frecuente en los últimos 3 años y que no tomen medicación alguna.

Se utilizó la posturografía para evaluar el equilibrio (equipo: *Balance Platform, Otometrics, Software, Vestlab70 v.7.00 build: 242*). Y como objeto de seguimiento visual se utilizó un péndulo a 1,5 metros de altura del piso y a una distancia de 1 metro de los individuos.

**Resultados:** Los valores medios de la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad fueron: Con el péndulo fijo 14,4 $\pm$ 4,9 mm/s; con el péndulo en movimiento, en dirección antero posterior (A-P) 18,5 $\pm$ 5,1 mm/s; en dirección latero lateral (L-L) 18,0 $\pm$ 7,3 mm/s; rotaciones hacia la derecha (Rot Der) 18,7 $\pm$ 8,3 mm/s y rotaciones hacia la izquierda (Rot Izq) 16,4 $\pm$ 4,4 mm/s.

**Discusión y Conclusión:** El presente estudio tuvo como objetivo determinar si los movimientos oculares afectan la postura estática del individuo. Se observó un aumento de la velocidad de desplazamiento en todas las condiciones que requerían seguimiento visual en comparación con la condición de mirada fija. Se evidencia que los movimientos oculares afectan el control de la postura estática del individuo aumentando la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad.

**Palabras Clave:** Posturografía – control postural – movimientos oculares – equilibrio estático.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Body Balance is a complex interaction between the somatosensory, visual and vestibular systems that allow the body to remain stable against gravity. When a change occurs in one of them come changes that cause imbalance and can affect the quality of life of the individual. The purpose of this study was to determine the influence of eye movements on static standing in healthy individuals. The hypothesis that eye movements during the swing center of gravity occurs in standing poses .

**Material and methods:** This is a cross-sectional observational analytic study. 12 students (8 women , 4 men ) of the fifth year of the career of Kinesiology Barceló between 25 and 40 years old Foundation without vestibular, visual and somatosensory who have not made a sport frequently in recent pathologies were included 3 years and not taking any medication.

Posturography was used to assess the balance (equipment: Balance Platform, Otometrics, Software, v.7.00 build Vestlab70: 242). And as a matter of visually track a pendulum to 1.5 meters above the floor at a distance of 1 meter was used individuals.

**Results:** The mean values of the speed of displacement of the center of gravity were fixed with pendulum 14.4 +/- 4.9 mm / s ; with the pendulum moving in anteroposterior direction ( AP ) 18.5 +/- 5.1 mm / s ; latero lateral direction ( LL ) 18.0 +/- 7.3 mm / s ; clockwise rotation ( Rot Der ) 18.7 +/- 8.3 mm / s rotation to the left ( Rot L) 16.4 +/- 4.4 mm / s .

**Discussion and conclusion:** The present study aimed to determine if eye movements affect the static posture of the individual. Increasing the scrolling speed in all conditions requiring visual tracking against gaze condition was observed. It is evident that the eye movements affecting the posture control of the individual static speed increasing displacement of the center of gravity.

**Keywords:** Posturography – static balance – eye movements – postural control.

## INTRODUCCIÓN

El equilibrio corporal es una interacción compleja entre los sistemas somatosensorial, visual y vestibular que permiten que el cuerpo se mantenga estable en contra de la gravedad. Cuando se produce un cambio en uno de ellos surgen cambios que provocan el desequilibrio y pueden afectar la calidad de vida del individuo.(1)

Las investigaciones de balanceo del cuerpo durante los movimientos sacádicos de los ojos han proporcionado evidencias discrepantes. En particular, no se ha demostrado claramente que los movimientos oculares aumentarían o disminuirían la oscilación del cuerpo.(2)

El aumento de la oscilación corporal se encontró en pacientes con trastornos vestibulares, propioceptivos y del cerebelo. Sin embargo, si la información visual es suficiente la estabilidad de la postura de la mayoría de los pacientes es restaurado a niveles normales.(3)

La atención es un mecanismo neural para seleccionar la información visual relevante para su posterior procesamiento. Un cambio de la atención es por lo general seguido por un movimiento sacádico del ojo para cambiar la mirada de lugar.(4) Otras investigaciones han llevado a cabo ensayos para delinear los efectos de la visión y los factores musculoesqueléticos en el seguimiento visuomotor.(5) Otros estudios han observado que la modulación por la estimulación externa, acelera y mejora la detección de objetos y los tiempos de reacción de los movimientos sacádicos.(6)

Los estímulos provenientes de canales sensoriales propician condiciones para identificar la orientación del cuerpo en el ambiente y las fuerzas que están actuando en ese cuerpo. En determinadas situaciones, los estímulos provenientes de los canales sensoriales son congruentes y, en otras situaciones, los estímulos pueden ser contradictorios y el sistema de control postural necesita optar en utilizar estímulos provenientes de un canal sensorial en detrimento de otros.(7)

La postura y el equilibrio tienen la habilidad de recuperarse de la inestabilidad y la habilidad de anticipar y moverse en propósito de eludir la inestabilidad. Recientes estudios han mostrado los efectos de la fuerza y el entrenamiento multisensorial en diferentes condiciones de superficie y restricciones visuales.(8)

Las caídas son multifactoriales, y sus causas son categorizadas como factores intrínsecos y extrínsecos. Algunos ejemplos de factores intrínsecos incluyen: alteraciones del equilibrio, enfermedades neurológicas, deterioro sensorio, enfermedades musculo esqueléticas, hipertensión y el uso de medicamentos.(9)

La estabilización de las imágenes en la fóvea es el requisito fundamental para una visión clara. En orden para estabilizar la mirada en el comportamiento natural, el cerebro busca una estimación del movimiento de la cabeza y garantiza un movimiento de los ojos adecuado, reflejo vestíbulo-ocular (RVO).(10)

El grado de estabilidad de un cuerpo depende de cuatro factores distintos: el peso corporal, la altura del centro de gravedad, el tamaño de la base de sustentación y la localización de la línea de gravedad dentro de esa base de sustentación. La estabilidad del individuo es inversamente proporcional a la altura del centro de gravedad y directamente proporcional a la base de sustentación.(11)

Anteriores investigaciones revelaron que en el plano sagital, el desplazamiento del centro del pie (CP) era causado por la actividad de los músculos que cooperan con las articulaciones del tobillo, mientras que en el plano frontal era por la actividad de los aductores y abductores de la cadera.(12)

Entender la estabilidad postural y el equilibrio es importante porque millones de personas experimentan mareos y problemas de equilibrio en su vida.(13)

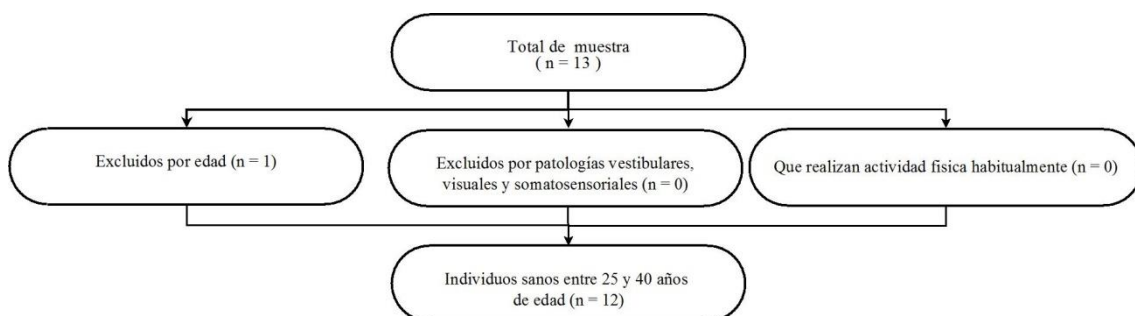
La detección precoz de disfunciones posturales es esencial para la promoción de intervenciones adecuadas en enfermos con desequilibrio. La valorización del componente propioceptivo sumado a las informaciones de otros sistemas sensoriales enriquece el raciocinio clínico y conduce a una mejor resolución de las acciones del equipo de salud.(14)

En las laberintopatías, la aplicación de *tests* que avalen el reflejo vestíbulo-ocular (RVO) son importantes, pero insuficientes para llegar a un diagnóstico preciso. El análisis del reflejo vestíbulo-espinal (RVE) y la integración con las informaciones visuales y propioceptivas tornan el examen más completo. El Test Clínico de Integración sensorial y equilibrio (CTSIB), empleado en la posturografía computarizada, fue desarrollado con el objetivo de identificar la contribución de los tres principales sistemas sensoriales envueltos en el equilibrio (visual, vestibular, y somatosensorial). Este test busca aislar las diversas contribuciones sensoriales por medio de la remoción o distorsión de la superficie y de la visión.(14)

El propósito del presente estudio fue determinar la influencia de los movimientos oculares en la bipedestación estática en individuos sanos. Se plantea la hipótesis de que durante los movimientos oculares se produce oscilación del centro de gravedad en bipedestación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio analítico observacional transversal. Se incluyeron 12 estudiantes (8 mujeres, 4 hombres) del quinto año de la carrera de Kinesiología de Fundación Barceló de entre 25 y 40 años de edad sin patologías vestibulares, visuales y somatosensoriales que no hayan realizado una actividad deportiva en forma frecuente en los últimos 3 años y que no tomen medicación alguna.



Se utilizó la posturografía para evaluar el equilibrio (equipo: *Balance Platform, Otometrics, Software, Vestlab70 v.7.00 build: 242*). Y como objeto de seguimiento visual se utilizó un péndulo a 1,5 metros de altura del piso y a una distancia de 1 metro de los individuos.(3, 15)

Se realizaron cinco mediciones de 10 segundos cada una en cada persona, la primera con el péndulo fijo, sin movimiento; la segunda, con movimiento en sentido antero-posterior (A-P); la tercera, oscilaciones en sentido latero lateral (L-L); la cuarta, rotaciones hacia la derecha (Rot. Der.) y la quinta, rotaciones hacia la izquierda (Rot. Izq.). Las mediciones se realizaron con pies descalzos y paralelos entre sí alineados sobre las huellas que tiene el dispositivo para tal fin, sobre una base de apoyo inestable de gomaespuma colocada sobre la plataforma con el objetivo de disminuir las aferencias somatosensoriales.(2, 15)

Aunque la posturografía es la herramienta más utilizada para la evaluación postural, no está estandarizado ni hay consenso acerca de cuáles son las variables que se deben utilizar. En este estudio se utilizó la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad ya que se la ha considerado la medida más sensible a las comparaciones entre grupos de diferentes edades y con diferentes condiciones de inestabilidad.(15)

La valoración del control postural se realizó en una clínica para asegurar que las condiciones ambientales sean favorables para la evaluación.(15)

## RESULTADOS

Los valores medios de la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad fueron: Con el péndulo fijo 14,4+/-4,9 mm/s; con el péndulo en movimiento, en dirección antero posterior (A-P) 18,5+/-5,1 mm/s; en dirección latero lateral (L-L) 18,0+/-7,3 mm/s; rotaciones hacia la derecha (Rot Der) 18,7+/-8,3 mm/s y rotaciones hacia la izquierda (Rot Izq) 16,4+/-4,4 mm/s.

N	Fijo (mm/s)	A-P (mm/s)	L-L (mm/s)	Rot Der (mm/s)	Rot Izq (mm/s)
1	14,7	26,6	21,9	18,3	17,2
2	12,0	13,3	14,0	11,2	12,2
3	9,3	13,2	11,0	11,3	11,3
4	13,0	14,9	13,4	11,9	11,3
5	11,6	22,2	16,8	19,9	21,9
6	13,3	20,8	15,8	19,6	18,0
7	14,2	19,0	16,8	14,8	12,9
8	11,5	18,8	17,5	20,2	17,1
9	27,6	25,7	38,0	38,0	23,7
10	18,0	22,1	22,9	31,5	21,1
11	17,2	13,7	16,2	15,5	17,9
12	10,2	12,0	11,2	12,2	11,6
<b>Media</b>	<b>14,4</b>	<b>18,5</b>	<b>18,0</b>	<b>18,7</b>	<b>16,4</b>
<b>Desvío Estándar</b>	<b>4,9</b>	<b>5,1</b>	<b>7,3</b>	<b>8,3</b>	<b>4,4</b>
<b>Máx</b>	<b>27,6</b>	<b>26,6</b>	<b>38,0</b>	<b>38,0</b>	<b>23,7</b>
<b>Mín</b>	<b>9,3</b>	<b>12,0</b>	<b>11,0</b>	<b>11,2</b>	<b>11,3</b>

En la tabla, se observan los resultados de las mediciones realizadas a los 12 voluntarios (8 mujeres y 4 hombres) que participaron en éste estudio. La variable velocidad, se expresa en mm/seg.

Fijo, estímulo visual sin movimiento; AP con movimiento antero posterior; LL en dirección latero lateral y Rotaciones derecha e izquierda.

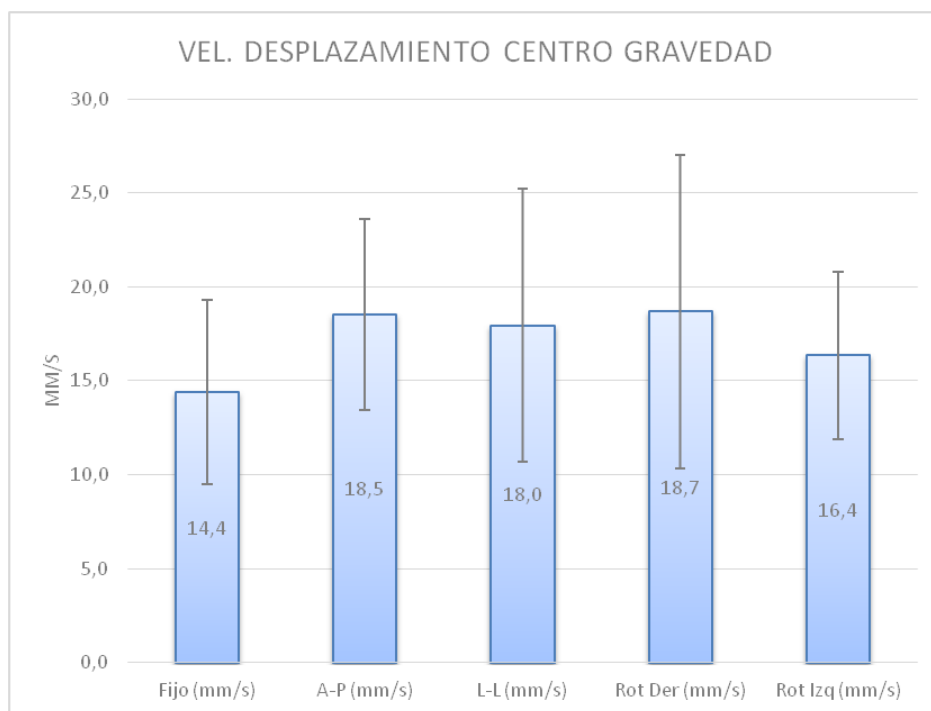


Gráfico. Se observan los incrementos de las velocidades de desplazamiento del centro de gravedad, en las diferentes condiciones de seguimiento visual. Fijo, estímulo visual sin movimiento; AP con movimiento antero posterior; LL en dirección latero lateral y Rotaciones derecha e izquierda.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar si los movimientos oculares afectan la postura estática del individuo. Se observó un aumento de la velocidad de desplazamiento en todas las condiciones que requerían seguimiento visual en comparación con la condición de mirada fija.

Glasauer et al., demostraron que el movimiento de mirada lenta, realizado por los ojos solos o por movimientos de cabeza y ojos combinados, pueden inducir significativamente balanceo corporal. Los autores sostienen que además de la influencia de movimiento de la escena visual en el control del equilibrio, las señales de movimiento de los ojos tienen una influencia directa en el control postural, concluyendo en que los ojos mueven el cuerpo.(3)

En este estudio, se utilizó la evaluación de posturografía estática, sin embargo en la mayor parte de la literatura se encuentran trabajos de posturografía dinámica, esto dificultó la comparación de resultados obtenidos.

Jahn et al., señalaron que la estabilización visual de la postura no sólo depende de señales visuales aferentes, sino también de las señales motoras oculares.(16)

Zampieri y Di Fabio descubrieron que el entrenamiento del equilibrio con ejercicios de movimientos oculares, pueden mejorar la marcha y la postura estática de personas con parálisis supranuclear progresiva.(17) En tanto, Cho et al., determinó que el entrenamiento del equilibrio con la herramienta de la realidad virtual, es más efectivo en mejorar el equilibrio dinámico que el estático.(18)

Harel et al., en un estudio realizado con personas con parálisis realizaron posturografías sentados y determinaron una mejor correlación de los resultados en comparación con otras pruebas clínicas de rutina. Así mismo Balaguer García et al determinó que la posturografía permite detectar en algunos enfermos la influencia negativa sobre la estabilidad postural, no sustituye a los exámenes clásicos sino que aporta información complementaria.(19, 20)

Dorneles et al., determinó que las adolescentes de género femenino presentaban menor velocidad de desplazamiento del centro de gravedad en comparación con los de género masculino. Esto se debe a las diferencias antropométricas de los individuos.(11) También Ghiringhelli y Gananca observaron diferencias entre los sexos y los valores de las mujeres eran más bajos que los de los hombres. En nuestro estudio no se planteó el análisis de los resultados por sexo debido a que se buscó la respuesta a otro interrogante.(1)

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que los movimientos oculares afectan el control de la postura estática del individuo aumentando la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ghiringhelli R, Ganança CF. Posturografia com estímulos de realidade virtual em adultos jovens sem alterações do equilíbrio corporal. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2011;23:264-70.
2. Sérgio Tosi R, Stefane Aline A, Paula Fávoro P, Daniela G, Renato M, José Angelo B. Effects of saccadic eye movements on postural control stabilization. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2013;19(3).
3. Glasauer S, Schneider E, Jahn K, Strupp M, Brandt T. How the eyes move the body. *Neurology*. 2005;65(8):1291-3.
4. Solé Puig M, Puigcerver L, Aznar-Casanova JA, Supèr H. Difference in Visual Processing Assessed by Eye Vergence Movements. *PLoS ONE*. 2013;8(9):e72041.
5. Roerdink M, Ophoff ED, Lieke EPC, Beek PJ. Visual and musculoskeletal underpinnings of anchoring in rhythmic visuo-motor tracking. *Experimental brain research*. 2008;184(2):143-56.
6. Diederich A, Schomburg A, Colonius H. Saccadic Reaction Times to Audiovisual Stimuli Show Effects of Oscillatory Phase Reset. *PLoS ONE*. 2012;7(10):e44910.
7. Viana AR, Barela JA, Garcia C, Barela AMF. Controle postural e uso de informação visual em crianças praticantes e não praticantes de ginástica artística. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. 2011;33:747-60.
8. Pereira YS, Medeiros JMd, Barela JÂ, Barela AMF, Amorim CF, Sousa CdO, et al. Static postural balance in healthy individuals: Comparisons between three age groups. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2014;20:85-91.
9. Madureira MM, Takayama L, Gallinaro AL, Caparbo VF, Costa RA, Pereira RMR. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int*. 2007;18(4):419-25.



10. Shaikh A, Palla A, Marti S, Olasagasti I, Optican L, Zee D, et al. Role of Cerebellum in Motion Perception and Vestibulo-ocular Reflex—Similarities and Disparities. *Cerebellum*. 2013;12(1):97-107.
11. Dorneles PP, Pranke GI, Mota CB. Comparação do equilíbrio postural entre adolescentes do sexo feminino e masculino. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2013;20:210-4.
12. Mraz M, Curzytek M, Mraz MA, Gawron W, Czerwosz L, Skolimowski T. Body balance in patients with systemic vertigo after rehabilitation exercise. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*. 2007;58 Suppl 5(Pt 1):427-36.
13. Chaudhry H, Findley T, Quigley KS, Ji Z, Maney M, Sims T, et al. Postural stability index is a more valid measure of stability than equilibrium score. *Journal of rehabilitation research and development*. 2005;42(4):547-56.
14. Varela DG, Carneiro JAO, Colafêmina JF. Estudo do equilíbrio postural estático em pacientes com vestibulopatia mediante sistema de sensores eletromagnéticos tridimensionais. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2012;78:7-13.
15. Marcos D, Sandra MSFF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2010;14(3).
16. Jahn K, Strupp M, Krafczyk S, Schuler O, Glasauer S, Brandt T. Suppression of eye movements improves balance. *Brain : a journal of neurology*. 2002;125(Pt 9):2005-11.
17. Zampieri C, Di Fabio RP. Balance and eye movement training to improve gait in people with progressive supranuclear palsy: quasi-randomized clinical trial. *Physical therapy*. 2008;88(12):1460-73.
18. Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2012;228(1):69-74.
19. Harel NY, Asselin PK, Fineberg DB, Pisano TJ, Bauman WA, Spungen AM. Adaptation of computerized posturography to assess seated balance in persons with spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*. 2013;36(2):127-33.
20. Balaguer Garcia R, Pitarch Corresa S, Baydal Bertomeu JM, Morales Suarez-Varela MM. Static posturography with dynamic tests. Usefulness of biomechanical parameters in assessing vestibular patients. *Acta otorrinolaringologica espanola*. 2012;63(5):332-8.