

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

Trabajo para el Master de Antropología y Física Forense

Introducción:

Las medidas del equilibrio postural se utilizan para caracterizar la dinámica del sistema de control postural asociado al mantenimiento del equilibrio durante el ejercicio físico. El equilibrio postural puede evaluarse por medio del movimiento del centro de presión del cuerpo humano (CdP), el cual es un reflejo de la actuación de los lazos de control posturales del cuerpo humano.

El objetivo de este estudio es mostrar parte de los trabajos realizados para evaluar la influencia de la edad en la interacción compleja, no lineal, de los sistemas fisiológicos involucrados en el sistema de control postural humano. Este pequeño estudio incluye la discusión de los métodos que suelen ser utilizados para evaluar el funcionamiento del sistema de control postural, así como una visión del panorama actual de los trabajos realizados dentro de este área de investigación.

El sistema de control postural:

Para mantener el equilibrio, el sistema de control postural integra información de los sistemas propioceptivo, vestibular y visual. Algunos de estos sistemas pueden dañarse o sufrir una degeneración con el paso de los años; en estos casos, el sistema de control postural utiliza sus cualidades de plasticidad, para ajustar las informaciones entrantes y ser capaz de seguir manteniendo el equilibrio. Algunos estudios han investigado los papeles relativos de los citados sistemas fisiológicos que participan en el control postural (Dichgans, 1988) (Roll, 1987). Otros investigadores han estudiado las alteraciones de las cualidades funcionales de algunos sistemas fisiológicos individuales que produce el proceso de envejecimiento del cuerpo humano. Munsat (Munsat, 1984) descubre en sus trabajos que los cambios neurofisiológicos en los ancianos suelen conducir, por un lado, a una reducción de la topología neurológica estructural, y por otro lado, a una disminución en la calidad de la transmisión de la señal, ya que disminuye la velocidad de conducción nerviosa. Estas alteraciones neurofisiológicas disminuyen por tanto la eficacia de los sistemas fisiológicos con la edad, entre ellos los relacionados con el equilibrio postural.

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

Medidas del equilibrio postural:

Cuando permanecemos en postura ortostática, es decir postura bípeda erguida con los brazos a lo largo del cuerpo, nuestro cuerpo no está totalmente inmóvil, sino que oscila alrededor de puntos de equilibrio que crea instantáneamente. El equilibrio en la postura bípeda es el resultado de una compleja superposición de señales sensoriales (K.M. Newell, 1993) originadas desde los sistemas visual, vestibular y propioceptivo, los cuales gobiernan una cascada de movimientos musculares correctores encaminados a mantener el equilibrio en postura bípeda (Massion, 1994). Estas continuas correcciones en la postura producen las oscilaciones citadas, es decir, el cuerpo humano no es capaz de estar completamente inmóvil en postura bípeda.

El método más comúnmente utilizado para registrar estas oscilaciones es la plataforma de estabilometría, que registra la posición del CdP en el tiempo (Luca J. C., 1993) (Luca J. C., 1994). La plataforma contiene sensores de presión que detectan la localización del CdP del sujeto situado sobre ella. El registro del desplazamiento del CdP constituye una serie temporal o señal que puede ser analizada y procesada.

Existe una gran variedad de análisis basados en el registro del desplazamiento del CdP mediante una plataforma, y se han utilizado en numerosas investigaciones para caracterizar el equilibrio postural del sujeto sano (Duarte, 2001) (Turner, Scaling-violation phenomena and fractability in human posture control system, 2006). Estas medidas también han sido utilizadas para investigar cambios relacionados con la edad (Lichtenstein, 1990) (Doyle, 2004). Los análisis que se realizan sobre la señal desplazamiento del CdP se dividen en dos categorías. La primera está compuesta por estudios basados en variables clásicas, tales como la longitud recorrida y el punto medio del CdP durante la medida, así como la superficie por la cual se desplazó la proyección del CdP (Okubo, 1979) (Riley, 1997) (Fernandes, 1999) (Corbeil, 2003). La segunda la constituyen estudios enfocados a estudiar la dinámica interna de la señal mediante métodos basados en la geometría fractal.

Un importante número de trabajos han confirmado que la serie temporal de desplazamiento del CdP tiene característica fractales, e incluso multifractales (J.J. Collins, 1994) (C.C. Chow, 1995) (M. T. Blazquez, 2009). Un proceso fractal posee una estructura interna no trivial, que refleja en su salida una dinámica compleja no lineal. En los procesos fractales existen correlaciones de largo alcance, que pueden ser caracterizadas matemáticamente mediante relaciones escalantes, que siguen una relación de potencias y de las cuales se extraen

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

exponentes de correlación que caracterizan el comportamiento fractal del proceso (Mandelbrot, 1997).

Panorama actual de las investigaciones relacionadas con el tema: equilibrio postural y envejecimiento.

Se han realizado estudios para identificar los cambios en el control postural con la edad, que tienen como base exámenes de estabilidad postural (J. M. Chandler, 1990) (Heikkinen, 1985). Peterka (Peterka, 1990) evaluó el control postural de 214 sujetos entre 7 y 81 años de edad, y encontró cambios en la orientación de la oscilación relacionados con la edad. Lichtenstein (Lichtenstein M. J., 1989) evaluó mediante la plataforma de estabilometría un programa de ejercicios realizado por mujeres de avanzada edad: estudió la velocidad media y la superficie recorrida por el CdP y no encontró diferencias estadísticas significativas entre el grupo de control y el grupo de mujeres que sí realizaron el programa de ejercicios. Lord (Lord, 1991) encontró que las oscilaciones en el desplazamiento del CdP estaban asociadas a una baja sensibilidad propioceptiva: deficiencia del tacto, deficiencia en la percepción de la posición de las articulaciones, así como al tiempo de reacción, pero que no estaba relacionada con los sistemas visual y vestibular. Maki (Maki, 1990) encontró cambios relevantes en la velocidad media del CdP relacionados con la edad, en estudios realizados mediante una plataforma de estabilometría.

Muklebus et al (Myklebus, 1996) midieron la longitud recorrida por el CdP en un grupo compuesto por veinte sujetos entre 21 y 35 años, y en otro grupo compuesto por veinte sujetos entre 66 y 70 años de edad. Concluyen que estas medidas sobre el equilibrio postural presentan una relativa sensibilidad a la edad del sujeto, dicen encontrar diferencias con significancia estadística en ambos grupos, pero no presentan con claridad estos resultados.

Turner et al (Turner, Change of complexity patterns in human posture during aging, 2002) analizan las oscilaciones de personas en posición ortostática mediante un conjunto de análisis fractales y observan cambios en estas medidas fractales en función de la edad. Realizan registros del recorrido del CdP en dos grupos de sujetos de diferente edad. El primer grupo está compuesto por 57 sujetos con una media de edad de 30.5 +/- 5.0 años, y el segundo por 19 sujetos con una media de 62.9 +/- 10.9 años. Muestran que el envejecimiento va acompañado de una pérdida en la complejidad de los patrones de movimiento, es decir que en el proceso de envejecimiento el movimiento del CdP va hacia un comportamiento más regular y simple. Estos autores proponen la hipótesis de que la reducción en la complejidad postural está ligada al deterioro del sistema de control postural encargado de mantener el equilibrio. Este tipo de análisis fractales también han sido realizados sobre el electrocardiograma (Aghili, 1995)

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

(Peng, 1995) (Thurner, 1998) donde también se ha observado una pérdida en variabilidad en el ritmo de los latidos del corazón en enfermos.

Doyle et al (Doyle, 2004) registraron el recorrido del CdP de 91 participantes entre 17 y 90 años. Sobre estas medidas realizaron cálculos de la dimensión fractal de la trayectoria del CdP y no encontraron diferencias significativas entre los grupos de diferentes edades.

M. T. Blazquez (M.T.Blazquez, 2004) realizó un total de 1740 registros de la trayectoria del CdP a un grupo compuesto por trece sujetos. Concluyó que para un mismo individuo y un mismo tipo de medida los resultados de cada variable clásica (longitud recorrida, etc.) presentaban un margen de variación del orden del 50 % con un error asociado a esta variación del 16 %. Un rango de variación del 50 % en los resultados de las variables clásicas puede cuestionar los resultados de algunos de los trabajos aquí expuestos.

Discusión:

Existen numerosos estudios sobre el equilibrio postural, entre ellos un grupo está dedicado a estudiar la influencia de la edad en los sistemas fisiológicos involucrados en el control postural. La mayor parte de estos estudios se centran en el estudio de variables clásicas, es decir lineales. Este tipo de medidas presenta la característica de falta de repetitividad en los resultados; por ejemplo, la longitud recorrida por el CdP de un sujeto en posición ortostática durante 2 minutos, puede variar hasta en un 50 % cuando se repite la misma medida en las mismas condiciones. Otro tipo de estudios están basados en la geometría fractal, y han puesto de manifiesto la naturaleza fractal de la señal.

Los análisis fractales revelan la dinámica interna de la señal y se adaptan a la gran complejidad interna que posee el desplazamiento del CdP; este tipo de estudios también aportando importantes características fractales sobre otros registros que se efectúan sobre el cuerpo humano, tales como el electrocardiograma y el encefalograma. Por tanto, existe un campo importante de investigación sobre el tema “equilibrio postural y envejecimiento” utilizando diversos análisis fractales del desplazamiento del CdP del cuerpo humano.

Bibliografía:

Aghili, A. (1995). Scaling and ordering of neonatal heart rate variability. *Physica Review Letter*, vol 7. pp 1254-1257.

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

C.C. Chow, J. C. (1995). Pinned polymer model of posture control. *Physica Review E* , vol 52 907-912.

Corbeil, P. (2003). Perturbation of the postural control system induced by muscular fatigue. *Gait and Posture* , vol 18 pp 92-100.

Dichgans, H. C. (1988). On the role of vestibular, visual and somatosensory information for dynamic postural control in humans. *Progress in Brain Research* , vol 76 pp 253-262.

Doyle, T. (2004). Discriminating between elderly and young using fractal dimension analysis of centre of pressure. *Int. J. Med. Sci* , vol 1 pp 11-20.

Duarte, M. (2001). Long-range correlations in human standing. *Phys. Let. A* , vol 283, pp 124-128.

Fernandes, J. (1999). Influence de la pratique de l'activité physique sur le comportement postural orthostatique de la personne âgée. *Posture et équilibre* , pp 135-143.

Heikkinen, P. E. (1985). Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J. Gerontol.* , vol 40. pp 287-295.

J. M. Chandler, P. D. (1990). Balance performance on the postural stress test: comparison of young adults, healthy elderly, and fallers. *Phys. Ther.* , vol 70 pp 410-415.

J.J. Collins, C. D. (1994). Random walking during quiet standing. *Physica Review Letters* , vol 73 pp 764-767.

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

K.M. Newell, R. E. (1993). On postural stability and variability. *Gait and Posture* , vol 4. pp 225-230.

Lichtenstein, M. (1990). Comparison of biomechanics platform measures of balance in elderly women. *Gerontol.* , vol 45, pp 49-54.

Lichtenstein, M. J. (1989). Exercise and balance in aged women: a pilot controlled clinical trial. *Med Rehabil* , vol 70 pp 138-143.

Lord, S. (1991). Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J. Gerontol* , vol 46 pp 1069-1076.

Luca, J. C. (1993). Open-loop and closed-loop control of posture: A random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. *Exp Brain Research* , vol 95, pp 308-318.

Luca, J. C. (1994). Random walking during quiet standing. *Phys. Rev Let.* , vol 73, pp 764-767.

M. T. Blazquez, M. A. (2009). Study of the human postural control system during quiet standing using detrended fluctuation analysis. *Physica A* , vol 388 pp 1857-1866.

M.T.Blazquez. (2004). Cálculo de variables asociadas a frecuencias utilizadas por el sistema de control postural humano. Trabajo de investigación programa de doctorado: Bioingeniería y Física Médica. Granada.

Maki, B. (1990). Aging and postural control: a comparison of spontaneous and induce-sway balance tests. *J. Am. Geriatr Soc* , vol 38 pp 1-9.

Mandelbrot, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets.

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

Massion, J. (1994). Postural control system. *Curr. Opin. Neurobiol.* , vol 4 pp 877-887.

Munsat, T. (1984). *Aging of the neuromuscular system*. New York: Oxford University Press.

Myklebust, T. E. (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans. on biomedical eng.* , vol 43 pp 956-965.

Okubo, J. (1979). Influence of foot position and visual field condition in the examination for equilibrium function and sway of the center of gravity. *Agressologie* , vol 20 pp 127-132.

Peng, C. (1995). Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *Chaos* , vol 1 pp 82-87.

Peterka, R. J. (1990). Age-related changes in human posture control: Sensory organization tests. *J. Vest. Research* , vol 1. pp 73-85.

Riley, M. (1997). Common effects of touch and vision on postural parameters. *Exp. Brain Res.* , vol 117 pp 165-170.

Roll, J. P. (1987). La proprioception extra-oculaire comme élément de référence posturale et de lecture spatiale des données rétinienne. *Agressologie* , vol 28, pp 905-912.

Turner, S. (2002). Change of complexity patterns in human posture during aging. *Audiology and neuro-otology* , vol 7 pp 240-248.

Turner, S. (1988). Multiresolution wavelet analysis of heartbeat intervals discriminates healthy

Equilibrio postural y envejecimiento.

Escrito por Franck Maze

Jueves, 17 de Julio de 2014 16:59 - Actualizado Jueves, 17 de Julio de 2014 17:17

patients from those with cardiac pathology. *Physical Review Letters* , vol 20. pp 1544-1547.

Turner, S. (2006). Scaling-violation phenomena and fractability in human posture control system. *Phys. Rev E* , vol 62, pp 4018-4024.