

Modelo matemático de medición del raquis lumbar en RPG. (Resumen)

Pilar San Pedro Orozco; Fernando Blaya Haro

PILAR SAN PEDRO OROZCO
Bioingeniería, Postura y Salud, SL
pilarsanpedro@yahoo.es
Tfno.: 618231002

FERNANDO BLAYA
Universidad Politécnica de Madrid
fernando.blaya@upm.es
Tfno.: 609185367

Resumen

La columna lumbar juega un papel relevante tanto en la biomecánica del individuo como en la aportación a la definición de su postura. En el presente trabajo se plantea un estudio geométrico y matemático que permita valorar y caracterizar gráficamente la morfología del raquis lumbar en su plano sagital, para poder así analizar y definir su comportamiento y disponer de una herramienta objetiva para la interacción en la postural global del individuo.

Consideramos que los resultados obtenidos en los modelos propuestos son relevantes al aportar una metodología para la sistematización y modelización postural del individuo, basada en la propuesta de unas variables geométricas adecuadas y en la obtención de las relaciones de dependencia entre ellas que demuestren la premisa fundamental de globalidad de la postura establecida en la Reeducción Postural Global (RPG).

Palabras clave: columna lumbar, variables posturales, Reeducción Postural Global.

Introducción

El objetivo fue proponer inicialmente un modelo geométrico (San Pedro Orozco, P. et col.; 2013) (Pieper, CC. et col.; 2014) apoyado en un sistema de medición de parámetros que caractericen a la región lumbar de la columna vertebral, que permita describir gráficamente la morfología del raquis lumbar en su plano sagital (Kapandji, I.A.; 1977), (Rouvière, H., Delmas, A. 2005) para poder así definirlo, analizarlo y posteriormente simular su comportamiento desde el punto de vista postural.

Una vez se dispone de la caracterización geométrica de la columna lumbar, se aplicó mediante métodos estadísticos un test de independencia entre las variables propuestas que determine su posible correlación con el objetivo de poder formular posteriormente, en caso de producirse, el concepto de “globalidad de la postura” y su aplicación a la modelización de la estructura humana completa.

Esta metodología de trabajo permite actuar de manera sistemática para conseguir una predisposición postural óptima mediante metodologías de reeducación postural.

Material y método

La muestra utilizada para el estudio fue de 77 personas (48 hombres y 29 mujeres) de características heterogéneas en cuanto al sexo, edad y peso. Los datos radiológicos fueron obtenidos del Centro de Medicina del Deporte del Consejo Superior de Deportes de Madrid.

Para el presente estudio se eligió la toma sagital de la región lumbosacra (Dreischarf, M. et col.; 2016), Al ser pruebas protocolizadas, todas las tomas se realizaron con el mismo rigor técnico; indicaciones recibidas por el sujeto, postura, lugar, distancia al foco y a la pantalla, y modo de actuación.

Una vez obtenidos los ficheros digitales de radiografías se procedió a su tratamiento mediante el programa de diseño asistido por ordenador AutoCAD 2015.

El resultado obtenido para la medición de cada toma radiológica de raquis lumbar fue una imagen en la que se reflejan los valores de las variables geométricas planteadas.

Modelo Geométrico

El modelo geométrico practicado se basó en un sistema de medición de parámetros de la columna vertebral en su región lumbar, que permitió describir gráficamente la morfología del raquis lumbar en su plano sagital, (De Sèze, S.; Djian, A.).

Los parámetros obtenidos en la medición geométrica de las curvas se utilizaron como variables en el estudio de este modelo gráfico de la curvatura lumbar que se adapta a su contorno real y que permite trabajar con el concepto de postura. Para tal fin se consideraron unas variables que de forma conjunta permiten obtener una representación gráfica de la morfología lumbar.

Las variables raquídeas obtenidas en las mediciones realizadas sobre las tomas radiológicas consideradas fueron las siguientes:

Ángulo Sacro (α_1): Este ángulo se mide entre la cara superior de S_1 o platillo Sacro y la horizontal. La angulación ideal de la cara superior de S_1 y la horizontal es alrededor de unos 30°-34° (De Sèze, S.; 1961; p. 39).

Ángulo de Reversión (α_2): Éste ángulo está comprendido entre la cuerda lumbar y la plomada trazada desde el vértice postero-superior de la vértebra L₁.

Altura de la Lordosis: Esta Variable es la posición de la flecha máxima de la curva.

Flecha (f): Esta Variable es un segmento que representa la máxima distancia desde la curva lumbar a la cuerda lumbar.

Longitud de la Curva (s): Esta variable es la Longitud del contorno de la curva lumbar que se obtiene como spline que pasa por los puntos medios del perímetro del cuerpo vertebral en su cara posterior.

Modelo Matemático.

Para realizar el modelo matemático se establecieron dos grupos de variables clasificadas según el criterio de la fuente de obtención que procedieran (San Pedro Orozco, P.; 2012; p.154). Grupo A de variables generales: edad, sexo, talla, BMI. Grupo B de variables raquídeas: ángulo sacro, ángulo de reversión, altura de la lordosis, longitud de curva y flecha. Se realizó mediante un **Test de independencia**, a través del cual se determinó la correlación entre las variables consideradas en el raquis lumbar. La técnica estadística utilizada para realizar el análisis descrito anteriormente se basó en una distribución teórica χ^2 (chi-cuadrado).

Se consideraron las tablas de contingencia en proporciones de las parejas de variables indicadas en la siguiente figura, y tras determinar el Identificador Id, el número de variables de cada una de ellas, se procedió a la comparación con el percentil característico del nivel de confianza del 95% en la tabla de distribución de χ^2 .

Resultados:

Se han obtenido algunas relaciones de dependencia interesantes que son el primer paso para formular matemáticamente el concepto de “globalidad de la postura”. Hubiera sido esperable que los estudios entre las variables que se relacionaban con el sexo (ángulo sacro-sexo, ángulo de reversión-sexo, longitud de la curva-sexo y flecha-sexo) mostrasen una relación de dependencia, pero en los resultados han resultado ser de independencia. En el caso de altura de lordosis-sexo y BMI-sexo, sin embargo han resultado dependientes. En el caso de la altura en L₄ se ha registrado en 1/3 de los varones y sólo en 2 mujeres, mientras que en L₃, 27 de 29 de las mujeres y en 2/3 de los varones.

Otras parejas de variables que mostraron relación de dependencia fueron el ángulo sacro-ángulo de reversión como era de esperar: “Los cambios de valor del ángulo sacro influyen en el ángulo de reversión. Sin embargo, la altura de lordosis es independiente de las dos”.

Las variables claramente dependientes son: ángulo sacro-ángulo de reversión, ángulo sacro- longitud de la curva y ángulo sacro-flecha. Como en el caso anterior, esto supone que las modificaciones realizadas en el ángulo sacro mediante tratamientos posturales Globales como la RPG influyen para modificar los valores de las otras variables.

Ángulo de reversión-flecha, también mostraron relación de dependencia como en principio cabría esperar dado su significado e incidencia en la postura.

La variable BMI es dependiente de la edad y el sexo.

La flecha es mayor con altura de lordosis en L₃.

Discusión

Los resultados obtenidos en los modelos propuestos son relevantes para la sistematización y modelización postural del individuo, una vez se formulen las posibles relaciones de dependencia entre las variables propuestas se amplíe el estudio a otras regiones del raquis y conceptos fundamentales en el análisis global de la postura.

Por otra parte, este modelo geométrico y matemático elaborado puede aplicar su metodología al conjunto columna vertebral-pelvis con el objeto de obtener un modelo postural con un nivel de globalidad superior y por lo tanto con una capacidad de análisis biomecánico más completo del individuo.

Este modelo muestra matemáticamente que diferentes variables geométricas relacionadas con la postura se comportan de forma global al ser dependientes unas de las otras, como lo son: ángulo sacro-ángulo de reversión, ángulo sacro-longitud de la curva y ángulo sacro-flecha. Así, se demuestra que posibles correcciones que puedan incidir en la región lumbar mediante tratamientos posturales Globales como la RPG (Souchart, P.; 2002. p. 121-129) (Souchart, P.; 2005), por ejemplo sobre el ángulo sacro, influirán en la modificación de los valores de las restantes variables posturales dependientes de ésta (*¿Cómo se puede esperar que actuando sobre un elemento se ejerza una acción plenamente efectiva sobre otro si no están directamente unidos por la relaciones de causa y efecto?*) (Souchart, P.; 2012. p. 98).

Los modelos geométrico y matemático pueden resultar de interés por su utilidad metodológica para todos aquellos profesionales que se dediquen al estudio y medición del raquis desde distintos ámbitos: biomecánico, geométrico, diagnóstico, médico, fisioterápico, deportivo, etc.

Bibliografía

Campbell-Kyureghyan, N., Jorgensen, M., Burr, D. and Marras, W., 2005. The prediction of lumbar spine geometry: method development and validation. *Clinical Biomechanics*, 20(5), pp. 455-464.

De Sèze S, Djian A. Savoir interpreter une radiographie vertébrale. De Rhode-St-Génese. Belgica: De Visscher; 1961.

Dreischarf, M., Pries, E., Bashkuev, M., Putzier, M. and Schmidt, H., 2016. Differences between clinical “snap-shot” and “real-life” assessments of lumbar spine alignment and motion—What is the “real” lumbar lordosis of a human being? *Journal of Biomechanics*, 49(5), pp. 638-644.

Kapandji, IA. (1977). Cuadernos de fisiología articular. Tomo 3. Tronco y raquis. 2ª ed. Barcelona: Toray-Masson, S.A.

Rouvière, H., Delmás, A. (2005). Anatomía Humana. 11ª española ed. Barcelona: Masson; 2005.

Pieper, CC, Groetz, SF, Nadal J, Schild HH, Nilggenmann PD, 2014. Radiographic evaluation of ventral instability in lumbar spondylolisthesis: do we need extension radiographs in routine exams? . *Eur Spine J*, Jan 2014, Volume 23, Issue 1, pp 96-101. *The Spine Journal*, 14(8), pp. 1813-1814.

San Pedro Orozco P. Valoración cuantitativa de la actitud postural del deportista. In: Miguelturra - Ciudad Real ed. Ciudad Real: EZR Estudio Digital; 1997. p. 85-94.

San Pedro Orozco, P. Modelo geométrico y matemático de medición de variables posturales del raquis lumbar. Aplicación a la biomecánica del deporte de élite: Halterofilia. 2012.

San Pedro Orozco P., Magro R., Blaya F., Abad L. Variables geométricas que definen la postura: valoración de la estructura raquídea lumbar. *Tecnología@ y desarrollo* 2013;XI. 2013. Separata.

Santonja Medina, F., Pastor Clemente, A. & Serna García, L., (2000). Valoración radiográfica de las desalineaciones sagitales del raquis. *Ortopedia* 9, 216.

Souchard, P.; RPG Principios de la Reeducción Postural Global. 1ª ed. Badalona, España: Paidotribo; 2005.

Souchard, P.; Escoliosis. Su tratamiento en fisioterapia y ortopedia. 1ª ed. Madrid: Medica Panamericana S.A.; 2002.

Souchard, P.; Reeducción Postural Global. El método de la RPG, p.97-100; 1ª ed. Barcelona, España: Elsevier Masson; 2012.