

sofmmoo.com 2003

Nuevos datos sobre la ergonomía de la sedestación. Medición in vivo de la presión intradiscal.

C.Lelong* T.Aubergé** F.Plas*** J.G.Drevet*

* Clinique du Dos **Clinique Belledonne *** Ecole de Kinésithérapie CHU,
Grenoble

Traducción : F. Colell (GBMOIM)

La patología mecánica del raquis lumbar se exagera con frecuencia con la sedestación, en particular con la sedestación en el puesto de trabajo.

¿Podemos contemplar progresos ergonómicos validando la definición de asiento de trabajo y de forma más global la de un espacio de trabajo adaptado a la posición de sedestación?

Para responder a estos interrogantes realizamos un modelo biomecánico para posteriormente registrar las presiones intradiscales in vivo permitiendo el estudio de las contracturas raquídeas durante los diferentes tipos de sedestación.

¿Por qué una nueva concepción de la sedestación en el puesto de trabajo?

Debemos hacernos una primera pregunta:

¿Representa un factor de riesgo la sedestación actual?

Staffel ¹⁵, cirujano ortopédico alemán, definió en 1884 las normas de la silla de trabajo moderna, que fueron inmediatamente aceptadas sin críticas por parte de los expertos. Se trata de un asiento de base horizontal con un respaldo vertical en el que el sujeto está sentado con los tobillos, las rodillas, y las caderas flexionados en ángulo recto (Fig. 1).

No obstante ello, en aquella época, el plano de trabajo estaba inclinado con respecto a la horizontal. Éste se transforma en horizontal, y las alturas del asiento y del plano de trabajo no cesan de disminuir a pesar del aumento de la talla de la población, lo que es paradójico.

Staffel además había descrito esta posición considerando la espalda recta y la mirada horizontal.

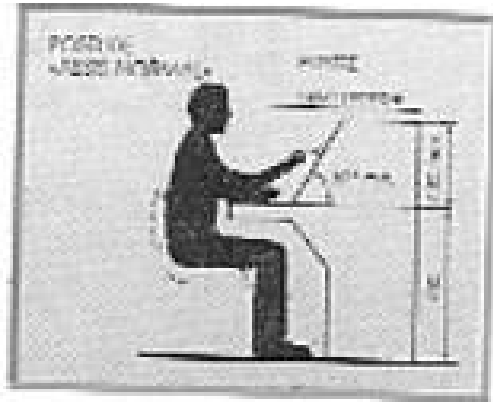


Fig. 1 – Sedestación de trabajo definida en 1884 por Staffel (Posición A)

Pero para efectuar un trabajo respetando el confort visual hemos de inclinarnos hacia adelante en dirección al plano de la mesa (Fig. 2).



Fig. 2 – Sedestación de trabajo habitual en 1990 (Posición B)

Los estudios radiológicos realizados por Schobert ¹², en 1962, muestran que el paso de la bipedestación a la sedestación convencional descrita por Staffel comporta una flexión de caderas de 60° así como una flexión del raquis lumbar de 30°, y no una flexión de caderas de 90°.

Esta flexión generalmente aumentará en la posición de trabajo dependiendo de la tarea a efectuar, de la altura del plano de trabajo y de los hábitos del individuo.

Gracias a los registros de presión in vitro y después in vivo, Andersson y Nachemson, pudieron evaluar las cargas discales en las diferentes posiciones

de sedestación ^{1, 10, 11}. Mostraron que la carga aproximada del disco L3-L4 en el individuo representaba:

- en bipedestación, el 100% del peso del cuerpo;
- en decúbito, el 25% del peso del cuerpo;
- en sedestación a 90°, mirada horizontal (posición de Staffel), el 140% del peso del cuerpo;
- en sedestación en flexión anterior, del 185% al 250% del peso del cuerpo, en función de la tarea a realizar.

Estas cargas discales exageradas en sedestación, mantenidas durante largos periodos de tiempo pueden provocar micro traumatismos que pueden dar lugar a fisuras intradiscales que participan en la génesis de las lumbalgias ⁽²⁾.

¿Existe una solución?

Tras múltiples generaciones algunos artesanos, como los alfareros, utilizan un asiento de trabajo en el que la plataforma está inclinada hacia adelante.

Si consideramos al cuerpo en estado de relajación total, éste adopta una geometría de mínimas tensiones, ilustrada por la posición de reposo adoptada espontáneamente por los astronautas en vuelo orbital ^(Fig. 3): el ángulo tronco-muslo se acerca a los 120°, permitiendo evitar una flexión del raquis lumbar y conservar al mismo tiempo la lordosis fisiológica ¹⁶.

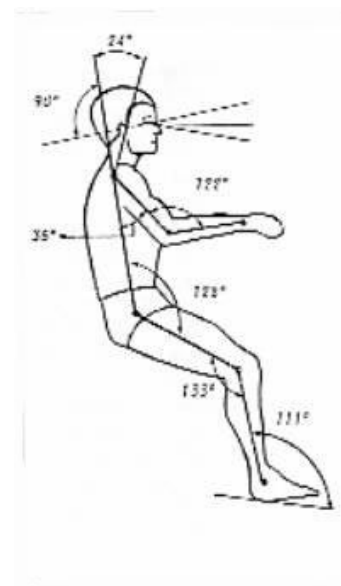


Fig. 3 – Geometría de mínima carga según Verriest y cols.

Conforme a estas reflexiones, Mandal^{8, 9} preconiza para evitar cualquier flexión lumbar (Fig. 4):

- un asiento inclinado hacia adelante
- un plano inclinado
- una modificación de alturas

¿Se trata de una mejora ergonómica de la sedestación en el trabajo?



Fig. 4 – Una nueva concepción de la sedestación en el trabajo según Mandal. (Posición C)

Biomecánica de los discos lumbares en sedestación

El estudio biomecánico de la sedestación se ha realizado en dos etapas:

- 1- Realización de un modelo matemático, y
- 2- control y validación con registro de las PID (Presiones Intra Discales).

Modelo matemático

Hemos elaborado un modelo matemático del raquis lumbar que permite calcular (en los tres últimos niveles lumbares para una posición precisa en un sujeto dado) las fuerzas normales y tangenciales en los discos así como las cargas totales impuestas a estas estructuras.

Las cargas discales están representadas por las PID desarrolladas en el núcleo y las cargas totales en las fibras del anulus.

El modelo se ha podido realizar con el uso de radiografías y de fórmulas de equilibrio de las fuerzas y de los momentos en comparación a un sistema de ejes de referencia. Ello permite un análisis de cargas discales durante las posiciones de sedestación:

- la sedestación descrita por Staffel, a 90°, mirada horizontal (Fig. 1)
- la sedestación en el trabajo en asiento y tablero horizontales (Fig. 2)
- La sedestación adaptada: asiento inclinado adelante, plano de trabajo inclinado, alturas adaptadas (Fig. 4).

Los diferentes cálculos y la realización del modelo matemático fueron desarrollados por otros ^{5, 6, 7}.

Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

La adaptación de la sedestación en el puesto de trabajo, posición C (Fig. 4) permite reducir

un 55% el conjunto de las cargas discales en los tres últimos discos lumbares respecto a la posición B (posición de trabajo habitual) y

un 33% respecto a la sedestación representada por la posición A descrita por Staffel.

Parece evidente que la sedestación en el trabajo puede mejorarse considerablemente con la inclinación anterior del plano de asiento.

No obstante quedan por determinar algunos elementos:

- La validación del modelo matemático en correlación con los resultados de las PID in vivo.
- El ángulo de inclinación del asiento. Diversos test prácticos han podido demostrar que una inclinación superior a 10° provoca discomfort salvo que se acompañe de apoyo en las rodillas.
- La parte activa muscular que desempeña un papel capital en las cargas discales lumbares ³
- El papel de un soporte lumbar determinando su forma e inclinación.

Un protocolo de registro de las PID durante las diferentes formas de sedestación constituye la etapa complementaria indispensable.

Registro de las Presiones Intra Discales en Sedestación

Los registros in vivo de las PID de los niveles lumbares permiten apreciar mejor las cargas a las que se ven sometidas las estructuras de los núcleos ^{10, 11, 13, 14}

Material y Método

El terminal de presión permite el registro de variaciones de impedancia y contempla las mediciones estáticas y dinámicas. El terminal miniaturizado, cuya membrana es de silicio, tiene un diámetro de 1,3 mm. Permite una lectura directa, in situ, de la presión en el núcleo. El acondicionador, actuando como un puente de impedancia, permite una lectura inmediata de las presiones expresadas en kg/cm². Este material a podido testarse y validarse en numerosos estudios, particularmente en la realización de pruebas estáticas y dinámicas.

Durante estos estudios se pudo demostrar el efecto de la musculatura paravertebral en la PID ³.

Cualquier contracción muscular de las cadenas toraco-lumbares posteriores va seguida de una elevación instantánea y mayor de la PID de 100% a 400% de su valor base. En el plan metodológico solo los discos poco alterados, continentales, se estudian durante estos estudios dinámicos; ello permite asimilar al núcleo a un elemento viscoelástico rodeado por las capas concéntricas del anulus. De ello resulta una presión homogénea, independiente de la posición del terminal, lo que no es posible en un disco muy degenerado ⁴.

En la práctica el estudio se realizó en sujetos con un núcleo poco alterado en el contexto de una discografía de decisión.

La población estudiada comprende 10 sujetos adultos.

Los primeros resultados conciernen al análisis de cuatro expedientes.

Posiciones de sedestación estudiadas:

La inclinación anterior del asiento se analizó sin soporte lumbar:

Asiento horizontal

Inclinación anterior de 5°

Inclinación anterior de 10°

Inclinación anterior de 15°

El registro de las PID en cada posición duró entre 1 y 2 minutos, para poder apreciar el papel eventual de las tensiones musculares.

Para cada postura se efectuó:

una primera medición con la mirada horizontal y después

una segunda medición con flexión anterior lumbar de 20°

Seguidamente se hizo el test del soporte lumbar en cada inclinación del asiento.

El soporte lumbar presenta una escotadura lateral derecha por cuestiones técnicas.

Posteriormente se valora el papel de los reposabrazos en cada una de las inclinaciones de asiento (5°, 10°, 15°).

Resultados preliminares

Los primeros resultados obtenidos en cuatro sujetos jóvenes adultos, tres hombres y una mujer, de edades comprendidas entre 28 y 47 años, permiten las observaciones siguientes:

1) Una reducción del orden del 30% de las PID (25% a 30%) durante la sedestación con una inclinación del asiento de 10° hacia adelante con referencia a la sedestación horizontal.

2) El papel importante de un soporte lumbar adaptado durante los tiempos de reposo, así como la presencia de reposabrazos que, no obstante entorpecen las condiciones requeridas para la realización de algunas actividades profesionales. De ello se desprende que parece realizable una mejora ergonómica de la sedestación en el trabajo, esencialmente por la modificación de la inclinación del asiento. No obstante ello la mejora del asiento de trabajo es insuficiente.

3) Se deben adaptar también

las alturas del asiento y

el plano de trabajo.

Un mejor asiento de trabajo por sí solo no permitirá disminuir los riesgos lumbares si no se considera el conjunto del espacio de trabajo:

adaptación de diferente alturas,

plano de trabajo inclinado,

organización del espacio de trabajo,

respeto de las exigencias visuales.

Bibliografía

- **01. ANDERSSON** B.J.G, ORTENGREN R., NACHEMSON A., ELFSTROM G. BROMAN H. The sitting posture: an electromyographic and discometric study. *Orthop. Clin. North. Am.*, 1975,6,105-120.
 - **02. BORTOLUCCI** C., DOSDAT J.C. ROBERT H. Approche biomécanique du disque intervertébral lombaire sous différents types de charges par mesures de pression intranucléaires. *Biophys. Med.Nucl.*, 1979,,3, A63167.
 - **03. DREVET** J.G..LELONG C.,AUBERGE T. Les pressions intra discales lombaires in vivo, applications aux techniques de rééducation des lombo radicaigies. *Ann. Kinesither.* 1990. 17.509-512.
 - **04. DREVET** J.G.. AUBERGE T. LELONG C.. BLANC D.. MARTIN M. Lombalgies rebelles et discopathies fonctionnelles. *Rev.Med. Orthop.* 1990. n°20,17-18.
 - **05. LELONG** C..DREVET J.G. CHEVALLIER R., PHELIP X. Biomécanique rachidienne et station assise. *Rev. Rhum. Mal.Osteoartic.* 1988. 55, 375380.
 - **06. LELONG** C., DREVET G., GRIMAL C., JUVIN R., PLAS F., PHELIP X. Réflexions sur la station assise de travail In *Actualités en Rééducation Fonctionnelle et Réadaptation*, Masson ed., Paris 1986, pp. 40918.
 - **07. LELONG** C. La station assise de travail: réflexions et biomécanique. Thèse Médecine, Grenoble, 1986
 - **08. MANDAL** A.C. "The seated man". Taarbaek Strandvej Ed, Denmark, 1974.
 - **09. MANDAL** A.C. L'homme assis : théories et réalités *Ann. Kinésithér.*, 1984,11,17.
 - **10. NACHEMSON** A. The influence of spinal movements on the lumbar intradiscal pressure and on the tensil stresses in the annulus fibrosus. *Acta. Orthop. Scand.*, 1963, 33, 183-207.
 - **11. NACHEMSON** A.; MORRIS J.M. In vivo measurements of intradiscal pressure. *J. Bone Joint Surg.*, 1964, 46-A, 1077-1092
 - **12. SCHOBERTH** Sitzhaltung Sitzschaden Sitzmöbel Springer Verlag Ed., Berlin, 1962
 - **13. SCHULTZ** A., ANDERSSON B.J.G. Analysis of loads on the lumbar spine. *Spine*, 1981, 6, 76-83.
 - **14. SCHULTZ** A., ANDERSSON B.J.G. ORTENGREN R., HADERSPECK K. NACKEMSON A. Loads on the lumbar spine. *J. Bone Joint. Surg.*, 1982, 64-A, 713-721
 - **15. STAFFEL** F. *Allgem Gesundheitspflg*, 1884, 3, 403-411
 - **16. VERRIEST** J.L. Les sièges d'automobiles *Recherche*, 1986,17:912-920
-