

Introducción parcial a la locomoción humana

1. Objetivo.

El objetivo del presente escrito es iniciar al lector en el movimiento de la pelvis de las personas adultas al andar normalmente. Se trata de una introducción porque, como se mostrará después, sólo se pretende incitar a facultativos médicos a profundizar en la causa del dolor lumbar en la locomoción humana de personas de más de 80 años de edad. Es una introducción parcial, porque sólo se trata del movimiento de la pelvis y no de las piernas ni del resto del cuerpo que interviene en la locomoción.

No se tratará la locomoción humana deportiva ni disfunciones funcionales.

2. Descripción anatómica.

En los adultos, la pelvis es un hueso formado por la fusión anatómica de los huesos ilion, isquion y pubis; vulgarmente se llama hueso de la cadera.

La columna vertebral está formada, de arriba a abajo, por los siguientes huesos: 7 vértebras cervicales, 12 vértebras dorsales o torácicas, 5 vértebras lumbares, 5 vértebras sacras (fusionadas anatómicamente formando el hueso sacro) y 4 vértebras coccígeas (fusionadas anatómicamente entre sí y con el hueso sacro). Las vértebras lumbares son distintas formológicamente de las restantes vértebras y son las protagonistas del presente escrito. Encima y debajo de cada vértebra hay un cartílago (es decir, un tipo de tejido conjuntivo) llamado disco intervertebral.

3. Definiciones.

Con la persona de pie, sin moverse y de espaldas:

Se define el punto L como el punto de la piel de la espalda que recubre la parte superior del disco intervertebral de la primera vértebra lumbar. Se define el punto S como el punto de la piel de la espalda que recubre la parte superior del hueso sacro. Los puntos L y S están en una misma recta vertical. Se define el punto G como el punto de la piel que recubre la parte más posterior del glúteo izquierdo. Se define el punto P como el punto de la piel que está en la recta horizontal del punto S y en la recta vertical del punto G.

La representación de dichos puntos se muestra en la figura 1 sin escala y sin rigurosidad de medidas relativas.

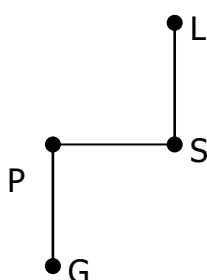


Figura 1

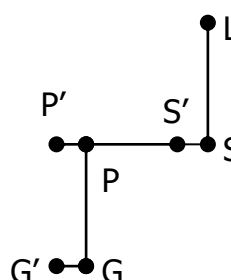


Figura 2

4. Clasificación de las locomociones.

4.1. Locomoción invariante.

La locomoción se llama invariante si, al andar, los puntos L, S, P y G mantienen sus distancias relativas. Esta clase de locomoción no ejerce desgaste ni pinzamiento de los discos intervertebrales.

4.2. Locomoción giratoria.

La locomoción se llama giratoria si, al andar, los puntos S, P y G se desplazan horizontalmente a los puntos S', P' y G' aproximadamente en la misma longitud, tal como se muestra en la figura 2. Esta clase de locomoción produce un desgaste de los discos intervertebrales lumbares debido al giro. En esta clase de locomoción, la parte externa de la pelvis se mueve adelante y atrás respecto al resto del cuerpo, aparentemente en un afán de alargar las zancadas. Es conveniente tratar de corregir esta clase de locomoción, especialmente si el desplazamiento es largo; para ello, uno de los métodos consiste en practicar la locomoción en cinta rodante y con un espejo lateral. A veces se observa que al final de un desplazamiento hay una amortiguación del mismo con una o dos oscilaciones. El coeficiente de locomoción giratoria viene dado por la siguiente relación entre 4 segmentos:

$$C_G = \frac{LS - (SS' + PP' + GG') / 3}{LS} \quad (\text{La locomoción invariante tiene } C_G = 1.)$$

Después de que el punto P se desplaza a P', suele producirse una oscilación cerca de éste; se trata de un movimiento periódico amortiguado cuya duración máxima es el tiempo de un paso; para 70 centímetros de longitud de paso y 5 kilómetros por hora de velocidad locomotora, el tiempo de un paso es 0,504 s. La elongación o posición variable x (en centímetros) del punto P' respecto al tiempo t (en segundos) viene dada por la ecuación (el coseno, en radianes):

$$x = a \cdot e^{-\alpha t} \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{T'} - \Phi\right)$$

en donde:

a = amplitud del movimiento (distancia máxima del punto P' al punto de equilibrio de la vibración) en centímetros

e = base de los logaritmos neperianos

α = decremento logarítmico (cuanto mayor es, mayor y más rápida es la amortiguación)

π = número pi

T' = pseudoperíodo del movimiento (inversa de la frecuencia) en segundos

Φ = parámetro inicial

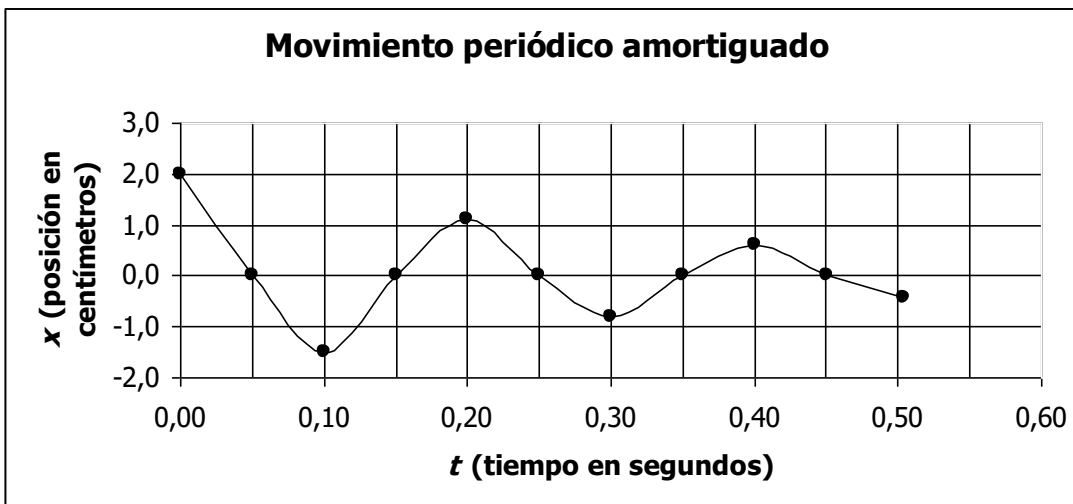
Ejemplo típico y su gráfico:

$$a = 2 \text{ cm}$$

$$\alpha = 3$$

$$T' = 0,2 \text{ s}$$

$$\Phi = 0$$



Obsérvese que la curva queda interrumpida en 0,504 s, al terminar el paso; en este momento, se pasa a $x = 0$.

4.3. Locomoción basculante.

La locomoción se llama basculante si, al andar, el punto P se desplaza al punto P' describiendo aproximadamente un arco de circunferencia alrededor del punto L, tal como se muestra en la figura 3. Esta clase de locomoción produce un pinzamiento de los discos intervertebrales lumbares. Esta clase de locomoción es debida a una falta de rigidez de la musculatura lumbar; se produce con mayor intensidad en la locomoción más lenta de lo habitual. A veces se observa que en cada paso hay una amortiguación del mismo con una o dos oscilaciones de un modo similar a la locomoción giratoria. El coeficiente de locomoción basculante viene dado por la siguiente relación entre 2 ángulos:

$$C_B = \frac{PSL}{P'SL}$$

(La locomoción invariante tiene $C_B = 1$.)

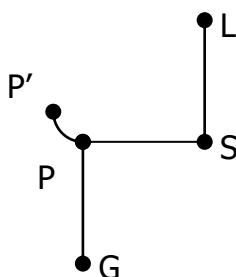


Figura 3

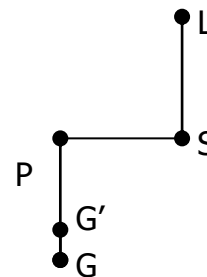


Figura 4

Es conveniente tratar de corregir esta clase de locomoción, especialmente si el arco es largo; para ello, se puede practicar una gimnasia que refuerce los músculos lumbares.

4.4. Locomoción pseudobasculante.

La locomoción se llama pseudobasculante si, al andar, el punto G se desplaza al punto G', tal como se muestra en la figura 4. Se llama así porque parece producirse un movimiento basculante de la pelvis, pero en realidad no ocurre así, sino que es únicamente el músculo glúteo el responsable de dicho movimiento. A veces se observa que en cada paso hay una amortiguación del mismo con una o dos oscilaciones de un modo similar a la locomoción giratoria. El coeficiente de locomoción pseudobasculante viene dado por la siguiente relación entre 2 segmentos:

$$C_p = \frac{PG'}{PG} \quad (\text{La locomoción invariante tiene } C_p = 1.)$$

Esta clase de locomoción no ejerce desgaste ni pinzamiento de los discos intervertebrales; no es necesario ni es posible corregirla sin recurrir a la cirugía.

4.5. Locomoción cimbreante.

La locomoción se llama cimbreante si, al andar, el punto P se desplaza al punto P' y el punto S se desplaza al punto S' describiendo ambos aproximadamente sendos arcos de circunferencia de igual ángulo alrededor del punto L, tal como se muestra en la figura 5. A veces se observa que en cada paso hay una amortiguación del mismo con una o dos oscilaciones de un modo similar a la locomoción giratoria. El coeficiente de locomoción cimbreante viene dado por la siguiente relación entre 3 ángulos:

$$C_c = \frac{S'LS + P'LS}{2 \cdot PLS} \quad (\text{La locomoción invariante tiene } C_c = 1.)$$

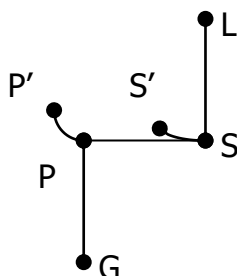


Figura 5

Esta clase de locomoción es poco usual; produce pequeños pinzamientos de los discos intervertebrales lumbares. No parece necesario corregir esta clase de locomoción.

4.6. Locomoción asimétrica.

La locomoción se llama asimétrica si, al andar, el desplazamiento de uno de los puntos L, S, P o G de la parte izquierda del paciente es distinto de uno de los puntos correspondientes a la parte derecha del paciente.

4.7. Locomoción mixta.

La locomoción se llama mixta si, al andar, aparece mezcla de dos o más de las cinco locomociones anteriores.

5. Metodología del diagnóstico.

Para efectuar el diagnóstico del paciente, el mejor método es el siguiente. Los elementos necesarios son: una cinta rodante de gimnasio, un rotulador, una cámara de vídeo, un proyector de vídeo, una pantalla de proyección, una regla graduada y un transportador de ángulos graduado. Otro método más espectacular está expuesto en la dirección de Internet www.xsens.com.

5.1. Proceso de la metodología.

1. Se marcan los puntos L, S, P y G en el paciente con el rotulador.
2. Se miden las distancias LS, SP y PG con la regla graduada y el ángulo PLS con el transportador de ángulos graduado.
3. Se pide al paciente que ande por la cinta rodante a su velocidad usual; después de los primeros 10 pasos (que no se consideran representativos de la locomoción), se graba la locomoción durante 60 pasos.
4. Se pasa la secuencia imagen por imagen a la pantalla con el proyector; para cada imagen se miden las distancias LS, SP y PG en la pantalla mediante la regla graduada; y se miden el ángulo PLS y el ángulo (que puede ser nulo) que forma la línea LS con una línea vertical.
5. Se anotan las mayores diferencias que eventualmente se observen entre los datos del paso 2 y los del paso 4. Si estas diferencias existen, deben ser 30 conjuntos de diferencias que corresponden a los pasos dados por la pierna izquierda (si no se han detectado diferencias, la locomoción es invariante). Se hallan las medias aritméticas de dichas diferencias y sus resultados se trazan a escala natural en un papel milimetrado, dando eventualmente puntos S', P' y G' junto con los puntos L, S, P y G, formando la locomografía.

5.2. Interpretación de la locomografía.

A la vista de las figuras 1 a 5 y de la locomografía, se miden las longitudes SS', PP', GG', LS, PG', PG y los ángulos PSL, P'SL, S'LS, P'LS y PLS. Después se calculan C_G , C_B , C_P y C_C ; con lo cual se conoce la clase de locomoción y la gravedad que implique.

6. Conclusión.

Para ir más allá del presente escrito de introducción de la locomoción, procede investigar científicamente la repercusión que la clase de locomoción tiene en el dolor lumbar de personas de más de 80 años de edad, las cuales forman el grupo de edad que estadísticamente han andado más y, por tanto, pueden haber solicitado más trabajo a sus discos intervertebrales lumbares. Para ello, se puede buscar la correlación estadística entre los coeficientes de locomoción y el grado de dolor lumbar en un grupo suficientemente aleatorio y suficientemente grande de personas de más de 80 años de edad. Se comprende que el grado de dolor es subjetivo; por tanto, hay que emplear un método que palíe esta subjetividad. Si se corroborase estadísticamente que algún valor de algún coeficiente de locomoción puede producir a la larga dolores lumbares, debería enseñarse a caminar mejor a la infancia que tenga este valor del coeficiente.