Validación de un aparato reposador inductor de posturas que favorecen la salud postural

Antonio Bustamante

ab@antoniobustamante.com

1, Ch. Du Rond Point. 1170 Aubonne.

Guillem González

23698ggl@gmail.com

Introducción

Ocupación del andén

La espera de un medio de transporte requiere de un mobiliario urbano que asista al viajero induciéndole posturas de reposo. El banco ha sido el elemento que tradicionalmente ha servido a este fin. La cantidad de viajeros no ha dejado de aumentar y en muchos medios de transporte, en horas punta la superficie de andén por persona es cada vez menor.

Figuras 1, 2 y 3

Asiento patógeno

Con frecuencia los bancos de principios del XX resultan más cómodos y, sobre todo, más saludables que los asientos basados en la estética del Movimiento Moderno de la Arquitectura y las Artes Aplicadas; asientos que, en su minimalismo permiten dimensiones más reducidas. La postura

inducida por éstos conlleva la pérdida de las curvas fisiológicas de la espalda, con el riesgo de trastornos musculoesqueléticos por micro traumas repetidos. El riesgo por disergonomía[1] de los asientos con formas geométricas minimalistas que ignoran la anatomía y la bioestática de la sedestación ha ido creciendo a partir del periodo entre las dos guerras mundiales del siglo XX. Es abundante la literatura que señala el peligro del excesivo sedentarismo de la población.

Apoyo isquiático

Figuras 4,5 y 6

Los apoyos isquiáticos inducen una postura intermedia, ni sedente ni de bipedestación y son una alternativa al asiento. Basados en el "anclaje" de las tuberosidades isquiáticas y el fémur alrededor de un cilindro de diámetro adecuado, esos artefactos inducen una postura que ayuda a la conservación de las curvas fisiológicas de la espalda. No son convenientes para personas cuyas extremidades inferiores no alcanzan a posicionar los glúteos por encima del apoyo isquiático; en estos casos resulta más eficaz el apoyar la espalda contra una pared vertical o unas molduras "ad hoc".

Una buena utilización correcta del apoyo isquiático asegura una postura sana del tronco, con unas presiones intervertebrales como las de la postura erecta, pero no disminuye estas presiones como lo hace el 25º.

Frecuencia del servicio

La alta frecuencia de trenes es una respuesta al problema de la excesiva densidad de viajeros en los andenes, lo que da lugar a tiempos de espera cada vez más breves en los trayectos urbanos.

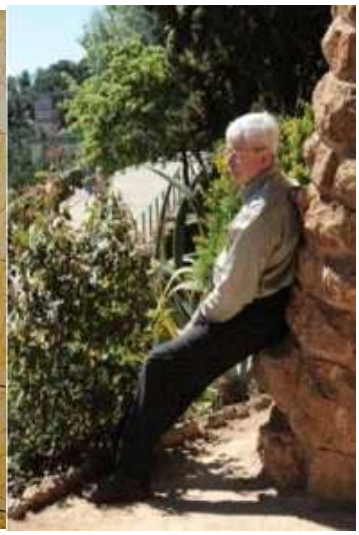
Atención a la salud del viajero, por parte de la empresa de transporte público

Los *Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya* (FGC) propusieron un nuevo tipo de objeto reposador que evitara los inconvenientes de la postura sedente y se adaptara a estos tiempos de espera cada vez más breves. Eligieron experimentar el "25º" por tratarse de un objeto que no sólo atiende a la comodidad, sino que mejora la salud postural del viajero. La empresa aceptó poner a prueba este

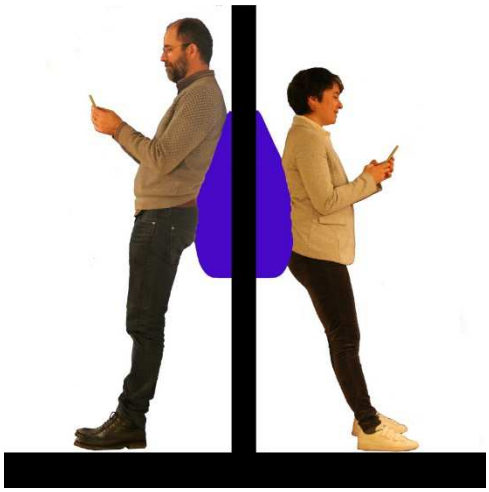
[1] La palabra "disergonomía" trata de evitar el oxímoron "riesgo ergonómico" que se usa, a mi entender, erróneamente.

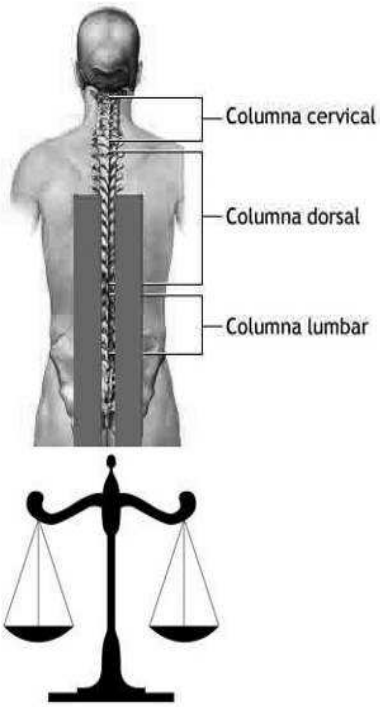
objeto que se propone optimizar la postura intermedia que adopta la persona que apoya la espalda sobre una pared, un árbol, un farol… para descansar.

El 25º



Figuras 7 y 8





Figuras 9, 10 y 11

La postura secundaria inducida por el 25º tiene una denominación en catalán (repenjarse) pero no la tenía en español y tuvimos que crear una palabra (recolgarse) que significara el efecto biomecánico

que el 25º ejerce sobre la espalda del usuario. Este efecto se caracteriza por disminuir la presión intervertebral en la zona lumbodorsal, induciendo la verticalidad del tronco al solicitar la musculatura paravertebral que transcurre a ambos lados de la espina dorsal, desde el nivel de la pelvis hasta la región cervical. El contacto del 25º con esta musculatura en la zona lumbo-dorsal (figuras 10 y 11) origina una fuerza de rozamiento: el objeto tira de la musculatura hacia arriba e induce una disminución de la presión intervertebral, lo que significa que con esta postura introducimos una tracción en la columna vertebrada. Esta tracción es simétrica respecto al "fiel de la balanza" que representa la columna, y el sistema postural recibe una información de equilibrio respecto al eje del cuerpo, provocando una rigurosa verticalidad de la cabeza.

Metodología

La empresa FGC partió de un modelo ya experimentado por los diseñadores Antonio Bustamante y Marc Llagostera.

Para su validación, FGC aplicó un método de observación del uso del modelo por parte de los viajeros.

Para mejor entender la metodología empleada en el diseño es bueno entender que el sistema formado por las vértebras (duras y rígidas) y los músculos, discos y ligamentos (flexibles y blandos) puede compararse, desde un punto de vista biomecánico, al principio conocido como Tensegridad.

Tensegridad

La Tensegridad es un principio estructural basado en el empleo de componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red tensada continua, de tal modo que los miembros comprimidos no se tocan entre sí y están unidos únicamente por medio de componentes traccionados (figura 12).

Figuras 12, 13 y 14

Basados en esta técnica están los esquemas biomecánicos de las figuras 16 a 23, que son ejemplos de cómo funciona el movimiento de los segmentos corporales del cuerpo humano gracias al trabajo armonioso de elementos duros y rígidos comprimidos, y elementos flexibles blandos traccionados.

Figura 15

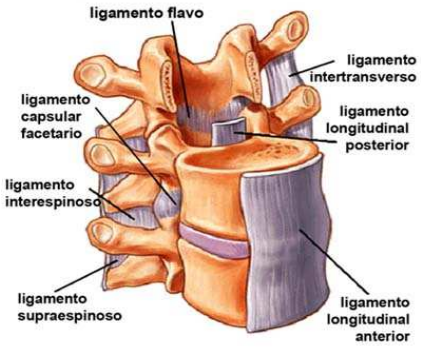
En la espina dorsal las apófisis transversales y espinosas de las diferentes vértebras están unidas por ligamentos que forman una compleja red que se ha tratado de esquematizar en las figuras 21, 22 y 23. En la figura 15 se esquematizan en cordel amarillo todos los elementos blandos (ligamentos y músculos) que trabajan a tracción para dar solidez al conjunto de vértebras duras apoyadas en discos intervertebrales blandos y elásticos. El cordel azul simboliza la musculatura que produce los movimientos y variaciones de forma de la espina dorsal en el espacio. Así pues, en ese esquema lo amarillo consolida una forma sinusoidal que gracias a lo azul puede adoptar una pluralidad de formas sin dañarse.

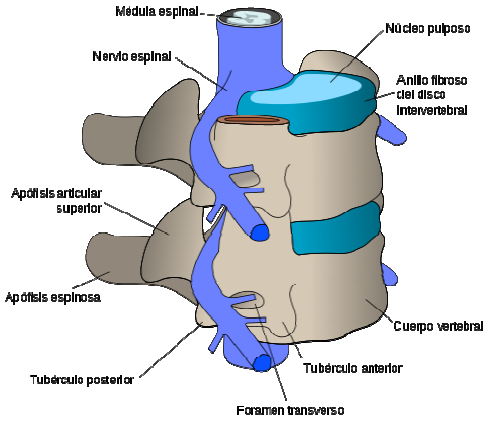
Todos los vertebrados tienen músculos solidarizados a elementos duros a la manera de los esquemas de las figuras 13 y 14. Y los músculos pueden estar relajados o contraídos, nunca estirados. Los ligamentos, las fascias y los músculos, contraídos o no, mantienen al conjunto de huesos de un vertebrado en la forma que adopta su cuerpo, y permiten a los segmentos corporales de este cuerpo una variedad de movimientos, posturas y gestos que pueden ser más o menos amplios dependiendo del entrenamiento del sujeto, pero que siempre tienen un límite más allá del cual el biomecanismo se estropea.

Metodología seguida para el diseño del 25º

La columna está formada por un conjunto de unidades óseas, las vértebras, formadas por un cuerpo vertebral, y tres apófisis: dos transversas y una posterior llamada espinosa. Las tres, a modo de manillares o timones, reciben las fuerzas a que las someten los músculos.

Entre dos vértebras adyacentes se sitúa un disco intervertebral que actúa como interfaz elástico. Al accionar sobre las apófisis, los músculos pueden variar la orientación espacial de una vértebra respecto a las contiguas gracias a la elasticidad del anillo intervertebral. Los contactos de las apófisis

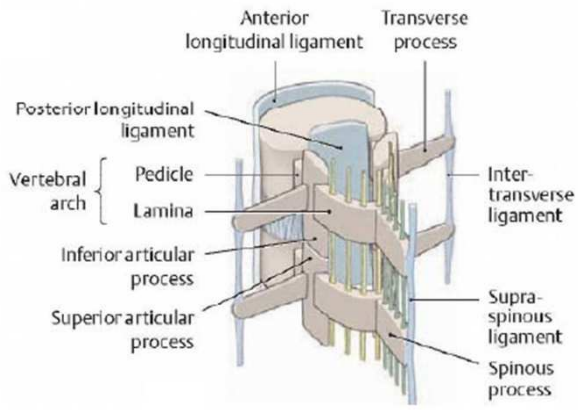


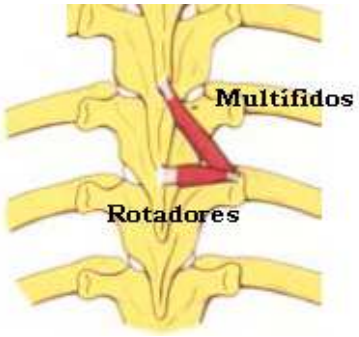


de unas y otras vértebras limitan los movimientos de rotación, flexión lateral y extensión, pero no tanto la flexión del tronco.

Figuras 16 y 17

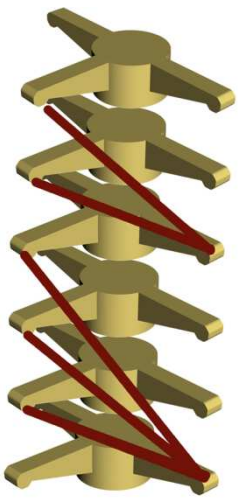
Las apófisis de una vértebra están ligadas a las de otras vértebras por músculos y ligamentos. Los ligamentos tienen poca elasticidad y colaboran a mantener la posición conveniente de unas vértebras respecto a las otras. Puede verse en las figuras esquemáticas la orientación y posición de

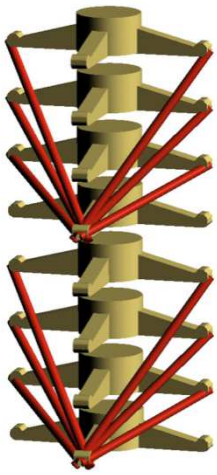


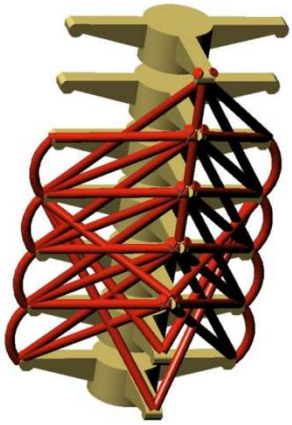


músculos y ligamentos entre dos apófisis transversas (intertransversos) entre dos apófisis espinosas (interespinosos) entre una transversal y una espinosa (multífidos y rotadores). Un ligamento supraespinoso une entre sí los extremos de las apófisis espinosas.

Figuras 18 y 19







Figuras20, 21, 22 y 23

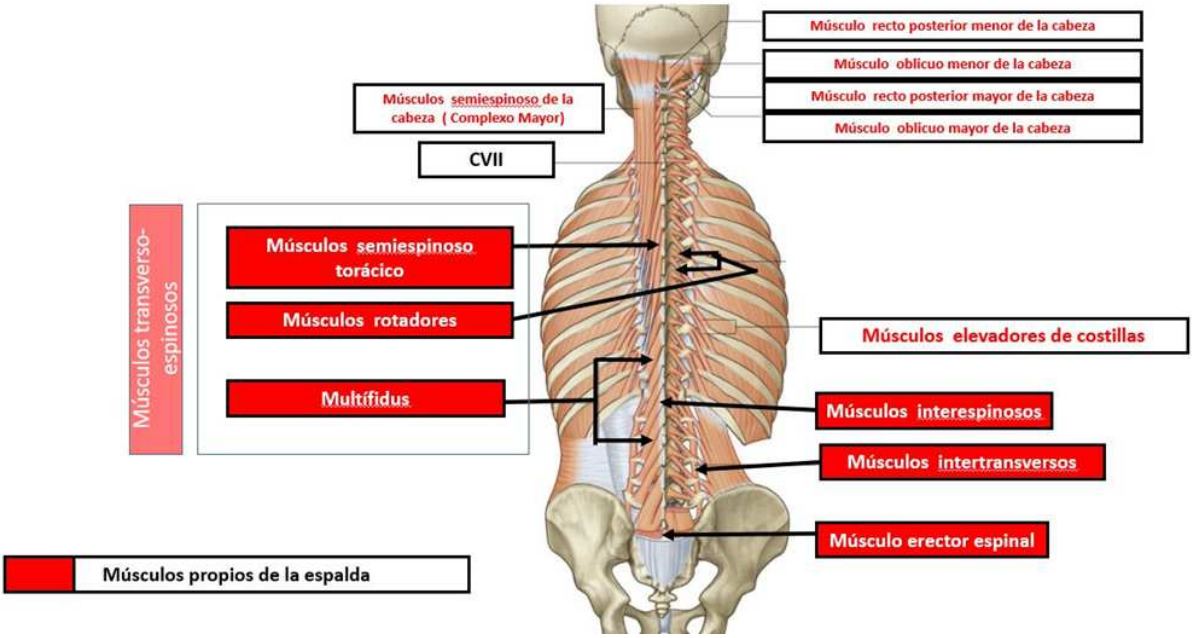


Figura 24

Esta composición de vértebras, músculos y ligamentos permite los movimientos del tronco a partir de una correcta postura erecta (figura 25).

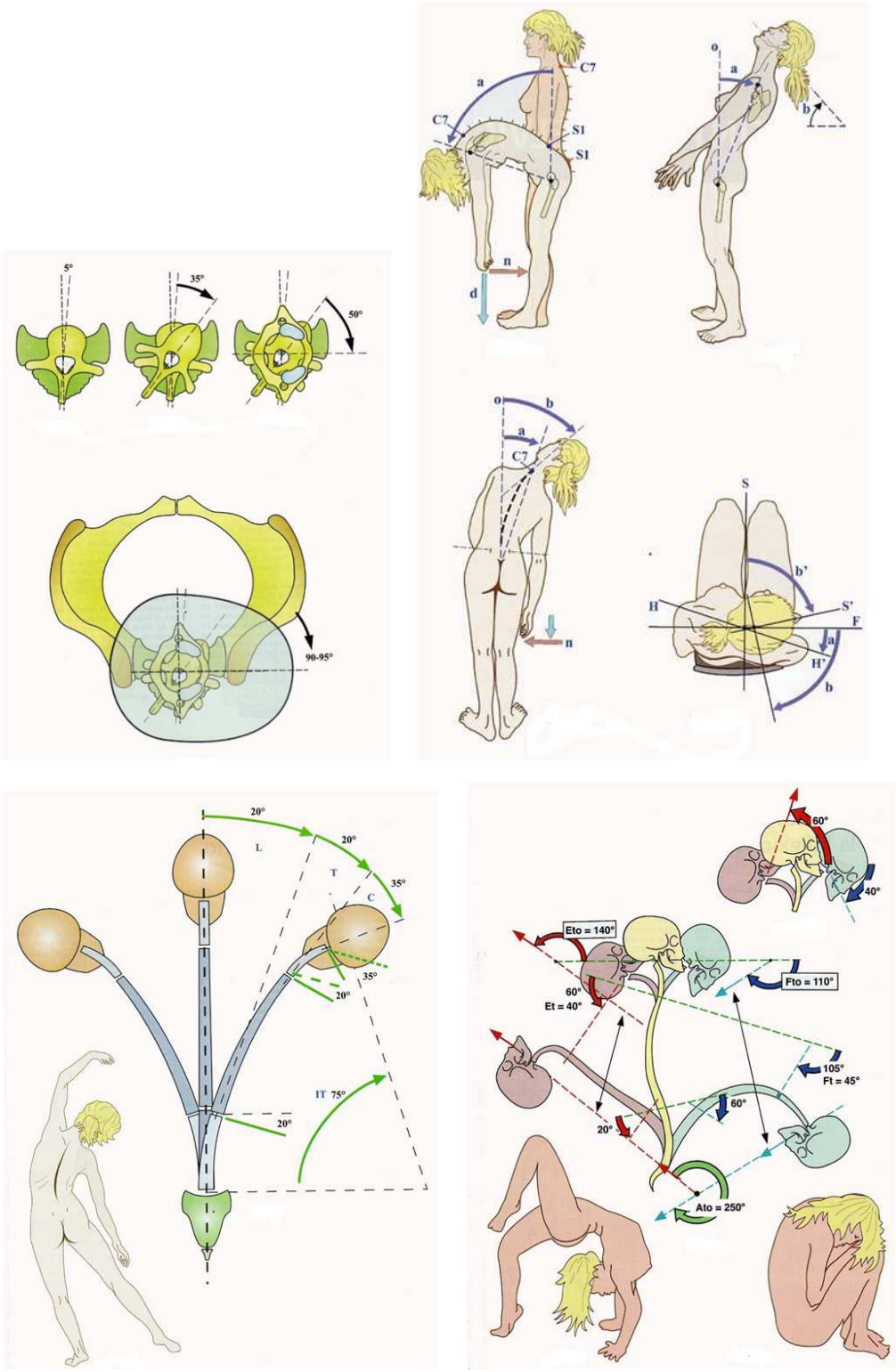


Figura 25

En un individuo sano, en correcta bipedestación, el sistema formado por las vértebras, ligamentos y musculatura paravertebral ha de estar bien alineado y sus elementos en justa simetría. Si tratamos de que mejore su postura el sujeto que, para descansar, apoya su espalda sobre una superficie plana, hemos de conseguir la alineación y justa simetría de estos elementos.

Hemos visto que el contacto del 25º con la musculatura paravertebral en la zona lumbo-dorsal origina una fuerza de rozamiento y que el objeto tira de la musculatura hacia arriba. Como la acción actúa sobre una musculatura que es simétrica a ambos lados de la columna, ésta se acomoda automáticamente en el hueco que presenta el 25º entre las dos superficies que "tiran" de los dos haces musculares hacia arriba, como en una balanza invertida bien equilibrada.

Imaginemos un sujeto que al final de un día de actividad ha desequilibrado ligeramente la alineación y correcta orientación de parte de los ligamentos aquí señalados. Debido a este desajuste, éstos actuarán como estructuras limitantes del movimiento, al permitir desplazar las vértebras un cierto ángulo, arrastrando en la deformación a las vértebras inferiores y superiores. En estas circunstancias, el sistema formado por las vértebras, ligamentos y musculatura paravertebral no está bien alineado ni sus elementos se hallan en justa simetría.

Tras unos minutos de apoyo en el 25º se notará el efecto de las dos superficies que "tiran" de los dos haces musculares hacia arriba, como en una balanza invertida bien equilibrada, y el sujeto debería mostrar una mejora en el ángulo de giro de tronco y cabeza, al actuar la acción del aparato recolocando estos elementos en la orientación correcta que se ha explicado más arriba.

Así pues, al apoyar la espalda en el 25º, estos ligamentos recolocan las estructuras óseas y permiten alinear más adecuadamente los espacios interarticulares. El aparato, pues, provoca que se acomoden las vértebras en su lugar y orientación, y esto se va a traducir en un aumento del rango de movimiento de rotación y flexión lateral, así como de la mejora de la verticalidad.

Esta mejora en la amplitud del giro se puede constatar con un aparato que mida el giro de un segmento corporal. Estamos utilizando el llamado Baiobit para comparar el rango de movimiento de rotación de los experimentadores, antes y después de experimentar unos minutos el apoyo del 25º.

La forma del perfil del 25º pretende adaptarse a la del mayor número posible de usuarias y usuarios que deberán interpretar un "pas de deux" (figura 26) con el objeto para optimizar este acoplamiento

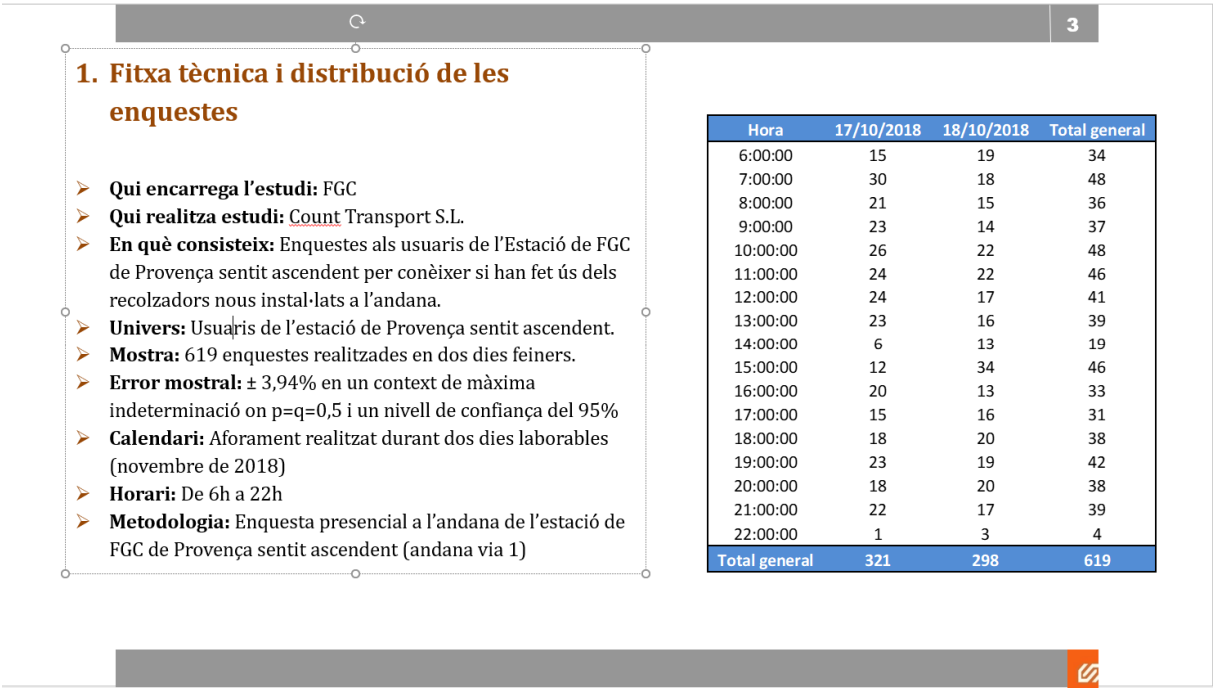
de la espalda al objeto. En este caso la Ergonomía no exige al objeto que se adapte al usuario sino al usuario que “baile con el objeto”.

Figura 26

Para llegar a la definición del volumen del aparato reposador se procedió por tanteo de modelos que eran experimentados por personas de constitución y talla diferentes, con el objetivo de obtener una forma estática a la que pudiera adaptarse el máximo número de usuarios adultos. Esta táctica de tanteo y corrección resulta adecuada porque la forma y la consistencia de la espina dorsal y la musculatura paravertebral, pese a ser muy parecida entre diferentes sujetos, no es idéntica ni varía según una ley geométrica que nosotros conociéramos.

Metodología seguida para la implementación de la postura secundaria

La empresa puso a prueba el 25º en una estación de gran afluencia de viajeros y realizó observaciones de su uso por los registros de las cámaras de seguridad. Para comprobar el nivel de aceptación del objeto experimental por el público, encargó una encuesta que mostró la excelente acogida del producto. Para mayor seguridad se realizó otra prueba en una estación de menor afluencia de viajeros y se analizaron las cámaras para constatar que los 25º eran solicitados con la misma aceptación que en la primera estación, de mayor afluencia de viajeros.



3

1. Fitxa tècnica i distribució de les enquestes

- **Qui encarrega l’estudi:** FGC
- **Qui realitza estudi:** Count Transport S.L.
- **En què consisteix:** Enquestes als usuaris de l’Estació de FGC de Provença sentit ascendent per conèixer si han fet ús dels recolzadors nous instal·lats a l’andana.
- **Univers:** Usuaris de l’estació de Provença sentit ascendent.
- **Mostra:** 619 enquestes realitzades en dos dies feiners.
- **Error mostral:** ± 3,94% en un context de màxima indeterminació on p=q=0,5 i un nivell de confiança del 95%
- **Calendari:** Aforament realitzat durant dos dies laborables (novembre de 2018)
- **Horari:** De 6h a 22h
- **Metodologia:** Enquesta presencial a l’andana de l’estació de FGC de Provença sentit ascendent (andana via 1)

Hora	17/10/2018	18/10/2018	Total general
6:00:00	15	19	34
7:00:00	30	18	48
8:00:00	21	15	36
9:00:00	23	14	37
10:00:00	26	22	48
11:00:00	24	22	46
12:00:00	24	17	41
13:00:00	23	16	39
14:00:00	6	13	19
15:00:00	12	34	46
16:00:00	20	13	33
17:00:00	15	16	31
18:00:00	18	20	38
19:00:00	23	19	42
20:00:00	18	20	38
21:00:00	22	17	39
22:00:00	1	3	4
Total general	321	298	619

Figuras 27. La encuesta se realizó sobre 619 pasajeros durante dos días laborables, entre las 6 y las 22 horas.

Resultados

En la primera experimentación del 25º las cámaras mostraron, entre las 7 h y las 22 h una ocupación continua de al menos una de las cinco piezas instaladas en la estación. En la segunda estación las cámaras recogieron una ocupación proporcionada a la de la primera, teniendo en cuenta la diferencia de frecuentación entre ambas estaciones.

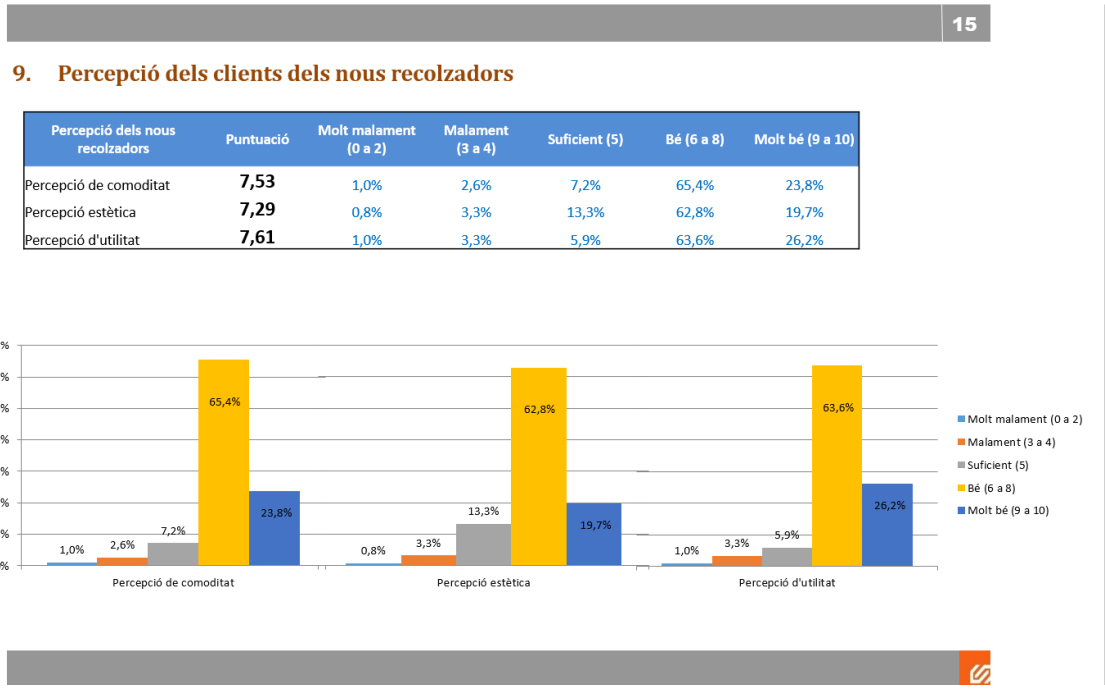


Figura 28

En la encuesta realizada, la comodidad del objeto fue negada por un 3,6% de los encuestados. Un 7,2% la juzgó suficiente y el resto de 89,2% la juzgaron buena o muy buena. Lo que significa que un 96,4% aprobaba la colocación de 25º en esa estación

Porcentajes parecidos obtuvo la apreciación de la utilidad.

La apreciación estética del objeto tiene especial interés debido a que su forma obedece a una función desconocida para el viajero: la de un objeto que le ayuda a “recolgarse”. Y sólo un 4,1% de los encuestados se manifestó en contra de la estética del 25º, pese a que algunos aprendieron a usarlo viendo a otros viajeros apoyados en él o leyendo las instrucciones de uso que se expusieron sobre la pared, encima de los reposadores. Para el destino público que tiene este producto, es importante que no provoque un rechazo estético por parte del usuario, que es el verdadero “propietario” del 25º.

Discusión

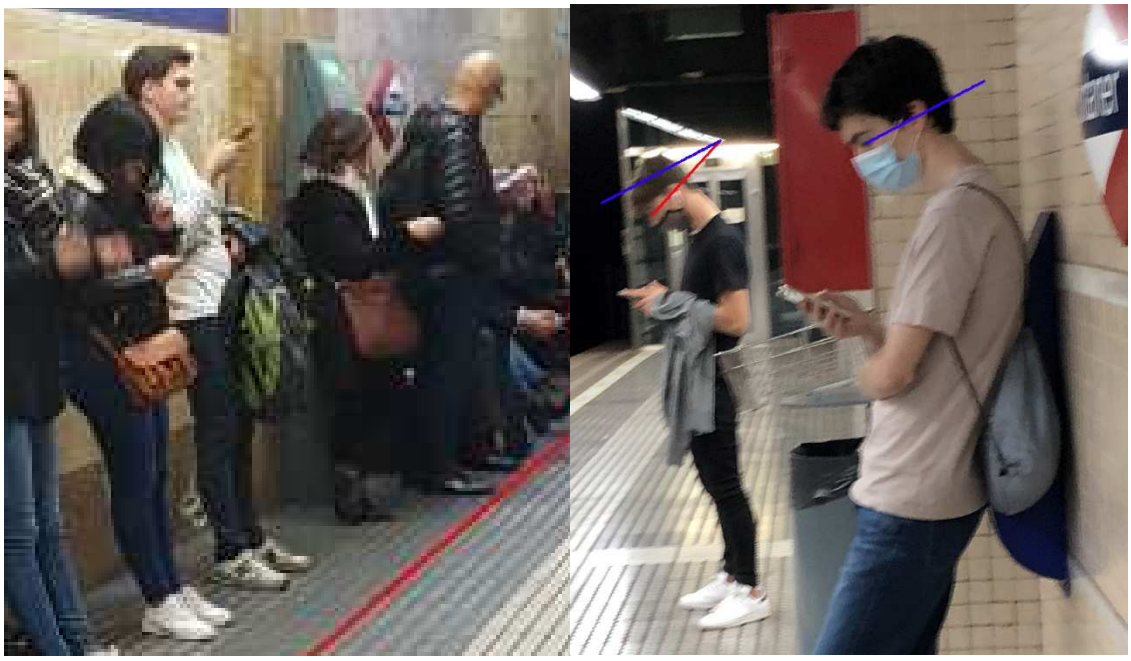
Figuras 29

Estos resultados recomiendan la implantación en otras estaciones.

Durante las observaciones del comportamiento de los viajeros respecto al 25º, se vio que el usuario, de altura media, de un banco ocupa casi el doble de superficie de pavimento que el usuario de igual talla en 25º. Esto es una ventaja en estaciones antiguas que han visto aumentar el número de viajeros con más rapidez que la frecuencia de trenes.

Figura 30

La aparición de un sorprendente “grafitti” en una de las piezas, aunque anecdótica, merece un comentario: el anónimo pintor mural que ha diseñado una pegatina con la imagen de una mochila a escala del 25º, está asociando la postura inducida por este objeto a la que tiene el excursionista que, mochila a la espalda, camina: ¿qué mejor manera de expresar que el 25º induce la sana y vertical postura del caminante? Y el cuerpo humano está hecho para caminar, correr, saltar… no para estar sentado.



Figuras 31 y 32

No se había previsto el impacto del 25º sobre la postura del viajero que mira su teléfono móvil. La observación de numerosas fotografías tomadas al azar ha revelado en algunos casos la disminución de la inclinación de la zona cervical durante esta operación.

Figuras 33 y 34

El 25º y la pandemia. Dos estaciones de los FGC: una con 25º instalados antes de la pandemia, y otra con 25º instalados durante la pandemia. La separación entre dos 25º consecutivos señala la necesidad de mantener la distancia que preconizan las normas de higiene.

Conclusión

Esta experiencia nos invita a investigar posturas intermedias que puedan ser saludables y que permitan un reposo no patógeno. También invita a reflexión sobre el “buen porte” y la relación entre la actitud postural y el estado de ánimo.

Figuras 35 y 36

La experiencia ha sido exitosa: FGC ha experimentado y validado el 25º y lo ha incluido como uno de los proyectos que forman parte de sus estaciones del futuro, llamadas Estaciones 4.0.

El Grupo de Expertos en Operaciones Ferroviarias, de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (GEOF) ha considerado que esta iniciativa es de elevado interés para la mejora de la calidad de servicio al viajero.

Bibliografía

- A.I. Kapandji. Fisiología articular, Vol. 3 Tronco y Raquis. Ed. Panamericana 1998.

- Serge Paoletti. Les fascias, Rôle des tissus dans la mécanique humaine. Sully éditions 1998.

- Williams and Lissner. Biomecánica del movimiento humano. Ed. Trillas 1991.

- Waldron, Julie A. et altri. Evaluación de posturas intermediasadoptadas en el espacio público para la definición de premisas de diseño de espacios y muebles.Especialización en Ergonomía, Universidad de Antioquia

- Waldron, Julie A. (2018) Human behaviour outdoors and the environmental factors. PhD thesis, University of Nottingham.

-Nicolien de Langen, Kees Peereboom. Musculoskeletal disorders and prolonged static sitting

https://oshwiki.eu/wiki/Musculoskeletal_disorders_and_prolonged_static_sitting#Musculoskeletal_health_effects

- European Agency for Safety and Health at Work. Prolonged static sitting at work Health effects and good practice advice

- European Agency for Safety and Health at Work. Sitting at work

- Antonio Bustamante. Sentarse como Dios manda, 3a edición. Editorial Universidad de Antioquia

- Antonio Bustamante, Marc Llagostera. Validación de un diseño ergonómico de apoyo lumbo-dorsal en la estación de Provenza de los FGC https://www.peritajemedicoforense.com/Antonio%20uno.pdf

-Clara González Oliva, Antonio Bustamante. Biomecánica del esperar sentado https://www.peritajemedicoforense.com/Posturas_de__Espera_26.12.09 [1].pdf

- Antonio Bustamante, Fabienne Kern. Sobre las solicitaciones del respaldo de los asientos al refuerzo dorsal vertebrado https://www.peritajemedicoforense.com/BUSTAMANTE4.htm