

# ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO DINÁMICOS EN LA MANIPULACIÓN DE CARGAS

## ANALYSIS OF DYNAMIC RISK FACTORS IN HANDLING OF LOADS

**DECS:** lumbalgia, ocupacional, prevención, ergonomía, manipulación de cargas, factores de riesgo

**MeSH:** low back pain, occupational, prevention, ergonomics, handling of loads, risk factors



### **Autoras:**

**Dña. Silvia García Baonza**

*Terapeuta Ocupacional.*

[silvia\\_7658@hotmail.com](mailto:silvia_7658@hotmail.com)

**Dña. Carmen Marco Sanz**

*Profesora Facultad Ciencias de la Salud. Departamento de Anatomía e Histología Humanas. Universidad de Zaragoza.*

[carmarco@unizar.es](mailto:carmarco@unizar.es)

### **Como citar este documento:**

García Baonza S, Marco Sanz C. Análisis de factores de riesgo dinámicos en la manipulación de cargas. TOG (A Coruña) [revista en Internet]. 2013 [fecha de la consulta]; 10(18): [16 p.]. Disponible en:

<http://www.revistatog.com/num18/pdfs/original6.pdf>

**Texto recibido:** 24/03/2013

**Texto aceptado:** 24/10/2013

**Texto publicado:** 28/11/2013

## **I**ntroducción

Los estudios epidemiológicos han demostrado el enorme impacto social del dolor lumbar en todo el mundo (1) así como la gran repercusión económica que ello supone (2).

En los países occidentales el 70-80% de la población padece dolor lumbar en algún momento de su vida, (3) y convirtiéndose en la principal causa de restricción de movilidad, discapacidad a largo plazo, disminución de la calidad de vida y por ende, en una de las principales causas de absentismo laboral y de consulta médica en los servicios de traumatología y cirugía ortopédica (4).

La lumbalgia es por tanto un grave problema socio-sanitario. Está considerada la principal causa de limitación de la actividad en personas menores de 45 años y la tercera en mayores de 45

### Resumen

Las actividades laborales de cargar y manipular materiales se relacionan con un mayor riesgo de dolor lumbar. El objetivo de este estudio es cuantificar diversos factores de riesgo dinámicos durante la manipulación de cargas, para aportar bases objetivas en la profilaxis de la lumbalgia. El estudio se realiza en 25 sujetos. Para medir el rango de movimiento se ha utilizado un sistema de electrogoniometría, valorando la movilidad lumbar, en los tres planos al variar la técnica de levantamiento con una y dos manos, el ángulo de inicio para el levantamiento de la carga entre 0° y 90° de rotación a la derecha, y el peso de la carga de 4 y 12 Kg. Los resultados muestran que los valores más altos de flexión y rotación se producen al elevar cargas con las dos manos, con un ángulo de inicio de 90°. Sin embargo el levantamiento con una mano produce una mayor inclinación lateral derecha, tanto a 0° como a 90°, sobre todo al aumentar el peso a 12 Kg. Estos datos podrían ser utilizados por el Terapeuta Ocupacional en el diseño ergonómico del entorno laboral y en la educación y entrenamiento de la Escuela de Espalda para prevenir el dolor lumbar.

### Summary

Work activities of loading and handling materials related to an increased risk of low back pain. The aim of this study is to quantify various risk factors to manipulate dynamic loads, to provide an objective basis for prophylaxis of low back pain. □The study was performed in 25 subjects. To measure the range of movement has used a system of electrogoniometry, valuing the 32 lumbar mobility, in all three planes to vary the lifting technique with one or two hands, the start angle for lifting the load between 0° and 90° clockwise rotation, and the weight of the load 4 and 12 kg. The results show that the highest values of bending and rotation occur when lifting loads with both hands, with a starting angle of 90°. But lifting with one hand produces greater lateral tilt right, both at 0° and 90°, especially by increasing the weight to 12 kg. These data could be used by the Occupational Therapist in the ergonomic design of the workplace and in education and training of the Back School to prevent back pain.

años, así como la patología músculo-esquelética de mayor prevalencia en mayores de 65 años. En muchas ocasiones, los pacientes desarrollan un proceso crónico que les incapacita para la actividad laboral (5).

Diversos estudios epidemiológicos y biomecánicos han permitido identificar entre los principales factores de riesgo asociados a dolor lumbar las frecuentes inclinaciones y rotaciones de columna, el levantamiento de cargas y las repeticiones de

movimiento (6-9). La relación del dolor lumbar con determinados trabajos industriales también se conoce desde hace tiempo (10-12), así como las actividades de cargar y manipular materiales (12,13). Los sobreesfuerzos producidos por la manipulación de cargas pesadas se han convertido en el principal mecanismo de producción de lesiones por accidentes de trabajo no mortales, habiéndose observado un fuerte incremento en su incidencia en los últimos años (14). Gutiérrez et al (2001) establecen diferencias entre el grupo de trabajadores que tienen un trabajo más sedentario respecto a aquellos que habitualmente movilizan y transportan cargas (15).

El mayor problema para realizar estos estudios biomecánicos ha sido siempre la falta de métodos satisfactorios para obtener resultados fiables, sin embargo, actualmente se dispone de electrogoniómetros ligeros y flexibles utilizados en ensayos clínicos y de laboratorio (16-18) y en aplicaciones ergonómicas

(19,20), reconociendo su efectividad para cuantificar la movilidad articular y evaluar las posturas. Las aplicaciones de la ergonomía en Terapia Ocupacional, son importantes porque permiten la evaluación y adaptación de los ambientes de trabajo, para que se ajusten a las necesidades específicas de cada persona, a través de la utilización de estrategias propias de la profesión, tendentes a brindar un ambiente confortable en la ejecución de todos sus roles y garantizar tareas más productivas (21).

La ergonomía preventiva trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo, mientras que la ergonomía geométrica o biométrica asegura un espacio de trabajo adecuado y una disposición correcta de los elementos que utiliza el trabajador para evitar movimientos y posturas perjudiciales para su salud (22).

El objetivo de este estudio es la recogida y análisis de datos cuantitativos de distintos factores de riesgo dinámicos que producen dolor lumbar, como el ángulo de inicio y destino de la carga, la técnica de levantamiento con una o dos manos y la variación de peso para aportar bases objetivas en la profilaxis de lumbalgia a través de intervenciones ergonómicas llevadas a cabo en el lugar de trabajo.

## **2. METODOLOGÍA**

### **Sujetos**

El estudio se ha realizado en 25 sujetos varones diestros, con una edad media de 24,5 años (rango de 18 a 35 años) y una estatura media de 175 cm (rango de 168 a 189 cm) voluntarios, sin antecedentes de patología lumbar conocidos.

### **Material**

Para medir el rango de movimiento se ha utilizado un sistema de electrogoniometría, que permite medir de forma fiable la movilidad lumbar (9), sin obstaculizar el movimiento, por su ligereza y flexibilidad. El sistema consta de (Figura 1):

-Goniómetro biaxial, que utilizamos para medir la flexión y las inclinaciones laterales.

-Torsiómetro, que utilizamos para medir las rotaciones a nivel del raquis lumbar.

Ambos sensores son extensibles permitiendo un desplazamiento lineal ya que llevan unas galgas extensométricas, protegidas por un alambre en espiral. Se sujetan con adhesivos colocados en sus extremos plásticos, a la piel del sujeto (Figura 2).

-Una unidad para el registro continuo de los ángulos articulares, que permite el procesado de los datos en tiempo real y su visualización en un monitor con dos canales. Esta unidad se puede calibrar a cero en la posición que el observador considera como neutra (Figura 1).

## **Método**

Los sensores los colocamos con los extremos adheridos sobre las apófisis espinosas de la duodécima vértebra dorsal y la primera sacra de forma que las galgas miden la movilidad del raquis lumbar comprendida entre los extremos.

El sistema lo calibramos a cero grados cuando el sujeto estaba en posición anatómica, considerando esta como la posición neutra, para medir el rango de movimiento del raquis lumbar en los tres planos al realizar distintas actividades de levantamiento de carga, utilizando un pequeño baúl rectangular (Figura 1) en todas las pruebas, con diferente peso (4 y 12 Kg). Las medidas del baúl, eran de 35 cm de largo, 23 cm de alto y 20 cm de ancho. Para reducir al mínimo la variabilidad de las condiciones en el manejo de las cargas se colocaron tres asas equidistantes en la parte superior del baúl (Figura 1), dos en los extremos, para las actividades de carga con dos manos, siendo la distancia entre éstas de 30 cm, y una tercera en el centro, para las actividades de carga con una mano, utilizando siempre la derecha.

Las cargas se elevaban desde una plataforma inferior de 57 cm de altura, hasta una plataforma superior de 90 cm de altura, que estaba siempre colocada enfrente del sujeto (Figura 2), de manera que la distancia desde el centro de la

carga (una vez colocada en la plataforma superior) hasta el raquis lumbar del sujeto fuera de 66 cm, por ser ésta la distancia horizontal media encontrada en los trabajadores con alto riesgo de lumbalgia (8-9).

Para lograr esta distancia, como el baúl tenía la misma anchura que la plataforma (20 cm), ésta se situaba a una distancia de 56 cm, desde el raquis lumbar, esta distancia se midió desde maléolo peroneo hasta el borde proximal de la plataforma, ya que en sujetos normales la línea de gravedad que pasa por el raquis lumbar cae a la altura de los maléolos externos (23), para ello una línea en el suelo indicaba donde debía colocarse el sujeto para que los maléolos coincidieran con ella (Figura 2).

El baúl se colocaba al iniciar las elevaciones de carga en la plataforma inferior, quedando las asas del mismo a una altura de 83 cm sobre el suelo, esta plataforma se colocaba primero delante del sujeto (Figura 3), a cero grados y después a 90° a la derecha del sujeto (Figura 2). La distancia vertical desde el suelo hasta las asas al quedar colocada la carga en la plataforma superior era de 116 cm, siendo esta la máxima altura encontrada en los distintos trabajos industriales (8).

A cada sujeto se le informaba antes de cada levantamiento del peso del baúl (4 o 12 Kg) y de la forma de realizar la actividad (con una o con dos manos y con ángulo inicial de carga a 0° o a 90°), pidiéndole que, previamente, la ejecutara una vez como entrenamiento. En todos los casos se hicieron descansos de al menos dos minutos entre los distintos levantamientos, para evitar la fatiga y preparar la siguiente prueba.

Cada sujeto realizaba 24 levantamientos, 8 para la medición en el plano sagital con el goniómetro biaxial, cuatro con el ángulo de inicio y destino de la carga a cero grados, es decir, con las dos plataformas colocadas delante del sujeto, con cargas de 4 y 12 Kg y con una y dos manos, a continuación realizaba otros

cuatro levantamientos de las mismas características pero con la plataforma inferior colocada a 90° a su derecha. Otros 8 levantamientos para medir en el plano frontal las inclinaciones laterales. Las 8 pruebas se repitieron una tercera vez para la medición de las rotaciones con el torsiómetro.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS. Se efectuó un test descriptivo para la obtención de las medidas de tendencia central y dispersión. Se realizó el estudio uni y multivariante con Análisis de la Varianza, que nos permitió comparar las medidas de movilidad lumbar dependientes de los diferentes factores o variantes independientes (ángulo de inicio y destino de la carga a 0° y a 90°, técnica de levantamiento con una o dos manos y peso de la carga de 4 y 12 Kg). Se trabajo con un nivel de significación de 0,05.

### **3. RESULTADOS**

Los datos muestran que se producen diferencias significativas en la movilidad lumbar en todos los planos del espacio tanto cuando el ángulo de inicio del levantamiento de carga está a 0° como a 90° (Tabla 1). La posición de la plataforma inferior a 90° requiere una mayor movilidad de inclinación lateral derecha y rotación derecha, sin embargo la flexión es discretamente menor en esta situación que cuando la carga esta inicialmente a 0°.

También existen diferencias significativas en la movilidad lumbar en los tres planos, cuando se comparan los levantamientos de carga con una o con las dos manos. En la tabla 2 se observa como hay una mayor flexión y rotación axial cuando la elevación se realiza con dos manos, mientras que la inclinación es mayor al realizarla con una mano.

En la tabla 3 se observa que el incremento en el peso de la carga produce pequeños aumentos de la movilidad en los tres planos, siendo significativos únicamente los realizados en el plano frontal, con 12 Kg, mientras que las variaciones de flexión y rotación no son estadísticamente significativas.

Al analizar la influencia de dos o más variables sobre la movilidad lumbar, se

encuentran importantes diferencias al variar el ángulo de inicio del levantamiento ( $0^\circ$  y  $90^\circ$ ) según se realice con una o dos manos. Los valores más altos de flexión y rotación se producen al elevar cargas con las dos manos, con un ángulo de inicio de  $90^\circ$ , cuando la carga es de 12 Kg, como se observa en los gráficos 1 y 3. Sin embargo el levantamiento con una mano produce una mayor inclinación lateral derecha, tanto a  $0^\circ$  como a  $90^\circ$  con 12 Kg (Gráfico 2).

#### **4. DISCUSIÓN / CONCLUSIÓN**

Antes de analizar los resultados nos parece importante discutir algunos aspectos metodológicos, como los criterios de selección seguidos, la fiabilidad del material utilizado, etc.

Así, la selección del raquis lumbar para este estudio se decidió debido a las altas tasas de prevalencia de dolor lumbar en la población trabajadora, indicando la necesidad de llevar a cabo intervenciones de tipo ergonómico en el lugar de trabajo (7).

La elección de los pesos, las distancias verticales y horizontales entre el origen y el destino de la carga, así como el ángulo de asimetría entre el origen y el destino, está basada en la revisión de distintos trabajos que valoran estos parámetros en el campo laboral (8,12, 24) y están incluidos en el índice de levantamiento de cargas del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) evaluados por Waters et al. (25) en un estudio realizado en 284 trabajadores, cuyos resultados evidencian que el índice del NIOSH (26) es un indicador válido para determinar el riesgo dolor lumbar causado por los levantamientos de carga manuales. Además, el peso de 4 y 12 kg para las cargas se eligió, por ser similar a la media de peso que manejan los trabajadores de bajo y alto riesgo de lumbalgia, respectivamente, en un amplio estudio realizado por Marras et al. en 403 trabajos industriales de 48 compañías (8,12); también nos basamos en estos estudios para determinar las distancias verticales y horizontales entre el origen y el destino de la carga, así como el

ángulo de inicio de carga, que estos autores encuentran predominantemente a la derecha.

Al analizar los resultados de este estudio observamos que el ángulo de asimetría entre el origen y el destino de 90°, produce un aumento importante de la movilidad lumbar en los planos frontal y transversal, como se aprecia en la tabla 1. Estos movimientos se relacionan con mayor riesgo de dolor lumbar, incrementándose la carga compresiva de las facetas y las fuerzas de cizallamiento, cuando el levantamiento de pesos se produce con inclinación lateral y rotación (24). La rotación lumbar producida por el ángulo de asimetría de 90° aumenta cuando la actividad de carga se realiza con las dos manos (Gráfico 3), aumentando también en estas circunstancias la flexión lumbar (Gráfico 1), movimientos que como comprobaron Marras et al. aumentan el riesgo de patología de raquis lumbar (12). La asociación de flexión de raquis con rotación axial aumenta enormemente la tensión de las capas centrales del anillo fibroso del disco intervertebral, cuyas fibras son más oblicuas, y tienden a desgarrarse y a expulsar el núcleo hacia atrás a través de las fisuras del anillo (27).

Para concluir, los resultados de este estudio pueden aportar datos objetivos que pueden aplicarse en la profilaxis del dolor lumbar tanto en la educación y entrenamiento de la Escuela de Espalda, como en el diseño ergonómico del entorno laboral, ya que un diseño apropiado previene el dolor lumbar de forma evidente (28,29). Los resultados expuestos revelan que para reducir la asociación de factores de riesgo de dolor lumbar, conocida por estudios previos, se deben evitar las cargas en situación de asimetría, ya que producen una importante movilidad en al menos dos planos (sagital y transversal) de esta zona del raquis, y también en el plano frontal en el caso de incrementar el peso (12 kg), sobre todo en levantamientos con una mano. Cuando estas situaciones de asimetría no puedan evitarse, la utilización de una sola mano para cargas pequeñas (4kg, en nuestro estudio) se revela más adecuada.



Sin embargo, consideramos que son necesarios más estudios incluyendo otros factores como una mayor variación de los pesos de carga y de los ángulos de asimetría, así como la valoración de velocidades y aceleraciones del movimiento para conocer mejor la cinemática del tronco durante las actividades de carga y prevenir así la frecuente patología lumbar, que éstas producen.







## Bibliografía

- (1) González Viejo M A, Condón Huerta MJ. Incapacidad por dolor lumbar en España. *Med Clin. (Barc)*. 2000; 114 (13): 491.
- (2) López-Pascual J, Peydro-de-Moya MF, Garrido-Jaén JD, Bausá-Peris R, Villadeamigo-Panchón M. Análisis del uso de herramientas de valoración funcional de las dolencias lumbares en el ámbito laboral. *Rehabilitación (Madr)*. 2009; 43(1):16-23.
- (3) Muñoz-Gómez J. Epidemiología del dolor lumbar crónico. Abordajes terapéuticos en el dolor lumbar crónico. Madrid: Ed. Fundación Grünenthal; 2003. p. 23-28.
- (4) Casado Morales MI, Moix Queralto J, Vidal Fernandez J. Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clín Salud*. 2008; 19 (3): 379-392.
- (5) Gómez-Conesa A, Valbuena Moya S. Lumbalgia crónica y discapacidad laboral. *Fisioter*. 2005; 27(5):255-65.
- (6) Piedrahíta Lopera H. Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes músculo-esqueléticos. *Mapfre Med*. 2004; 15(3):212-221.
- (7) Driessen M, Anema J, Proper K, Bongers P, Beek A. Stay@Work: Participatory Ergonomics to prevent low back and neck pain among workers: design of a randomised controlled trial to evaluate the (cost-) effectiveness. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008; 9(1):145.
- (8) Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Fathallah FA, Ferguson SA, Allread WG, et al. Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders. *Ergon*. 1995; 38(2): 377-410.
- (9) Boocock MG, Jackson JA, Burton AK, Tillston KM. Continuous measurement of lumbar posture using flexible electrogoniometers. *Ergon*. 1994; 37(1): 175-85.
- (10) Ruiz Frutos C. Factores de riesgo y patología lumbar ocupacional. *Mapfre Med*. 2001; 12(3):204-213.
- (11) Anderson GB. Epidemiologic aspects of low back pain in industry. *J Biomech*. 1991; 24: 117-26.
- (12) Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Rajulu SL, Allread WG, Fathallah FA, et al. The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related low back disorders. The effects of workplace factors, trunk position, and trunk motion characteristics on risk of injury. *Spine*. 1993; 18: 617-28.
- (13) Videman T, Nurminen M, Troup JDG. Lumbar spinal pathology in cadaveric material in relation to history of back pain occupation, and physical loading. *Spine*. 1990; 15: 728-40.
- (14) Benavides FG, Delclos J, Benach J, Serra C. Lesiones por accidentes de trabajo, una prioridad en salud pública. *Revista Española de Salud Pública*. 2006; 80 (5):553-565.
- (15) Gutiérrez Rubio A, Ruiz Frutos C. Factores de riesgo y patología lumbar ocupacional. *Mapfre Med* 2001; 12(3):204-213.
- (16) Goodwin J, Clark C, Deakes J, Burdon D, Laurence C. Clinical methods of goniometry: A Comparative Study. *Disabil Rehabil*, 1992; 14:10-5.
- (17) Ball P, Johnson GR. Reliability of hindfoot goniometry when using a flexible electrogoniometer. *Clin Biom*. 1993; 8: 13-9.
- (18) Moore A, Wells R, Ranney D. Quantifying exposure in occupational manual tasks with cumulative trauma disorder potential. *Ergon*. 1991; 34: 1433-53
- (19) Smutz P, Serina E, Rempel D. A system for evaluating the effect of keyboard design on force, posture, confort and productivity. *Ergon*. 1994;

37: 1649-60.

(20) Wells R, Moore A, Potvin J, Norman R. Assessment of risk factors for development of work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergon.* 1994; 25: 157-64.

(21) Guzmán OB. Ergonomía y Terapia Ocupacional. *TOG (A Coruña)* [revista en Internet]. 2008 [Consultado el: 16-04-2012] volumen 5 (num1): [23p.]. Disponible en: <http://www.revistatog.com/num7/pdfs>

(22) Gómez Conesa A, Martínez González M. Ergonomía: historia y ámbitos de aplicación. *Fisioter.* 2002; 24(1):3-10.

(23) Lafuente R. El dolor de espalda. En: Comín M, Prat J, Soler C, Viosca E, Peris J, Lafuente R et al. Eds. *Biomecánica del raquis y sistemas de reparación*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia; 1995. p. 257-314.

(24) Shirazi-Ald A. Finite-element evaluation of contact loads on facets of an L2-L3 lumbar segment in complex loads. *Spine* 1991; 16: 533-41.

(25) Waters TR, Baron SL, Piacitelli LA, Anderson VP, Skov T, Haring-Sweenwy M, et al. Evaluation of the revised NIOSH lifting equation. A cross-sectional epidemiologic study. *Spine* 1999; 24: 386-395.

(26) Cuixart SN, Bravo MMC. NTP 477: Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH. Centro Nacional De Condiciones De Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. España. [Consultado el: 21-04-2012]. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenido/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_477.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenido/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_477.pdf)

(27) Kapandji AI. *Fisiología articular. Tronco y raquis*. 6ª ed. Madrid: Panamericana. 2007.

(28) Pope MH, Goh KL, Magnusson ML. Spine ergonomics. *Annu Rev Biomed Eng.* 2002; 4:49-68.

(29) Krause N, Rugulies R, Ragland DR, Syme SL. Physical workload, ergonomic problems, and incidence of low back injury: a 7.5-year prospective study of San Francisco transit operators. *Am J Ind Med.* 2004; 46 (6): 570-85.

## ANEXOS

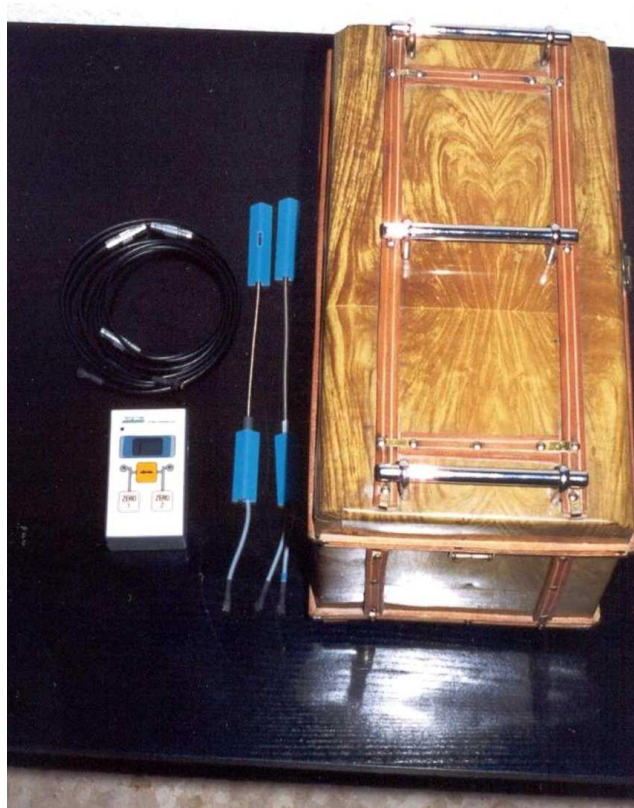


Imagen 1

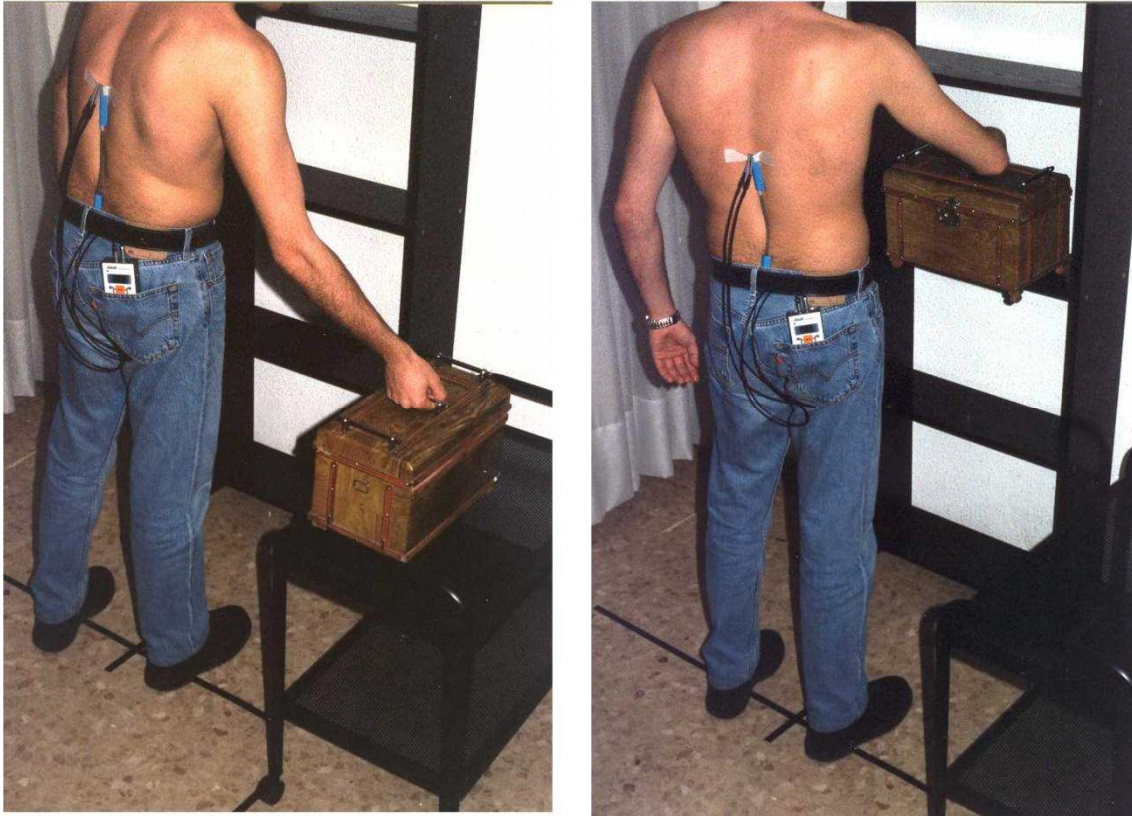


Imagen 2



Imagen 3