

La biomecánica en el transporte humano de cargas

SUMARIO

El autor pretende con este trabajo dar a conocer los daños ocasionados por llevar objetos pesados. Mediante un estudio realizado a partir de la teoría del cálculo vectorial se aportan las normas para facilitar el transporte de cargas, y se buscan los hábitos más idóneos, evitando las posturas incorrectas que se suelen adoptar en la vida cotidiana, ya que el factor de riesgo más importante, aparte de la inestabilidad de los segmentos vertebrales de la columna, que tiene su origen en una atrofia de la musculatura lumbar y cervical, es la sobrecarga de las articulaciones, con las consecuentes pérdidas significativas de espacio interarticular, debido esencialmente a la alteración del cartílago, tejido que cubre los huesos en las articulaciones y que puede originar, además de dolor, la pérdida de movilidad y, con el tiempo, una deformidad generalmente irreversible.

Palabras clave: Ergonomía, biomecánica, transporte de cargas.

MANUEL RODRÍGUEZ RON

Ex profesor de Física-Médica de la Facultad de Medicina de la UCM.

Ex profesor de Física, Ampliación de Física y de Matemáticas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UPM.

Ex Profesor titular de Física de la UPM.

Ex Profesor emérito de Biomecánica del INEF.

INTRODUCCIÓN

Miles de estudios, que menudean a lo largo de la Historia, han revelado que las civilizaciones china y egipcia, que se remontan a más de tres mil años en los que se establecía la relación causa-efecto, tenían grandes y profundos conocimientos, en los que

hoy día se sitúan las bases de la moderna *ergonomía*, ciencia que estudia la adaptación del hombre al medio que lo rodea y que permite diseñar máquinas para que sean cómodas de utilizar.

No es ninguna novedad que la costumbre de embalsamar y momificar a los muertos facilitó numerosos descubrimientos y remedios (desgraciadamente perdidos en el tiempo) de la anatomía humana, para tratar de aliviar fracturas óseas, artrosis y todo tipo de enfermedades. Las causas más comunes eran las atribuidas a las lesiones en los ligamentos musculares, al desgaste progresivo de los discos intervertebrales y de las articulaciones, por comprensión y abrasión de los mismos, así como a traumatismos continuados, esguinces o lesiones, por llevar excesivo peso, con lo que se podía producir desde una ligera deformación articular a un estrechamiento del espacio articular, causados por artrosis, además del progresivo envejecimiento.

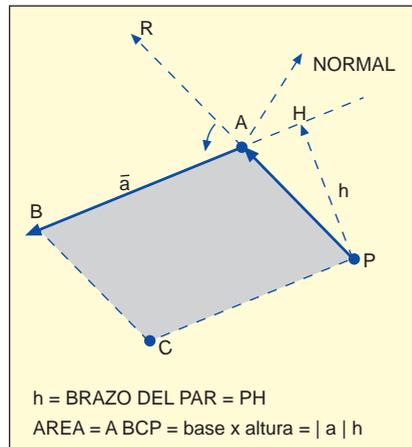
TEORÍA VECTORIAL DE APLICACIÓN

Resultante de un sistema de vectores es la suma de éstos.

Momento de un vector \vec{a} (\vec{AB}) respecto a un punto P es un vector cuyo módulo es el área del paralelogramo formado por los vectores \vec{PB} y \vec{AB} y las rectas paralelas a éstos que pasan por los puntos B y P , o también el producto del brazo del par (distancia del punto P a la recta a acción del vector \vec{AB} por el módulo de $|\vec{a}|$).

Dirección, perpendicular al plano formado por los puntos $A B P$.

El sentido nos lo da la regla del sacacorchos al llevar el primer vector \vec{PA} sobre el segundo \vec{AB} .



Dos sistemas de vectores deslizantes son equivalentes cuando tienen la

misma resultante y el mismo momento resultante respecto a un punto. Si esto ocurre, la igualdad de momentos se verifica respecto a todos los puntos del espacio.

Demostración

El momento resultante $\vec{M}_p(R)$ de un sistema S de vectores deslizantes respecto a un punto P es igual al momento resultante respecto al origen $\vec{M}_o(R)$ más el momento de la resultante aplicada en O respecto a P .

$$\vec{M}_p(\vec{R}) = \vec{M}_o(R) + \vec{PO} \wedge \vec{R}$$

Sean dos sistemas de vectores S' y S'' , cuyas resultantes \vec{R}' y \vec{R}'' son iguales, y los momentos resultantes respecto al punto P son iguales $\vec{M}'_p(R) = \vec{M}''_p(R)$.

Vamos a demostrar que los momentos resultantes respecto a otro punto O son iguales:

$$\vec{M}'_o(R) = \vec{M}'_p(R) + \vec{PO} \wedge \vec{R}'$$

$$\vec{M}''_o(R) = \vec{M}''_p(R) + \vec{PO} \wedge \vec{R}''$$

restando y teniendo en cuenta

$$\vec{R}' = \vec{R}''$$

$$\vec{M}'_p(R) = \vec{M}''_p(R)$$

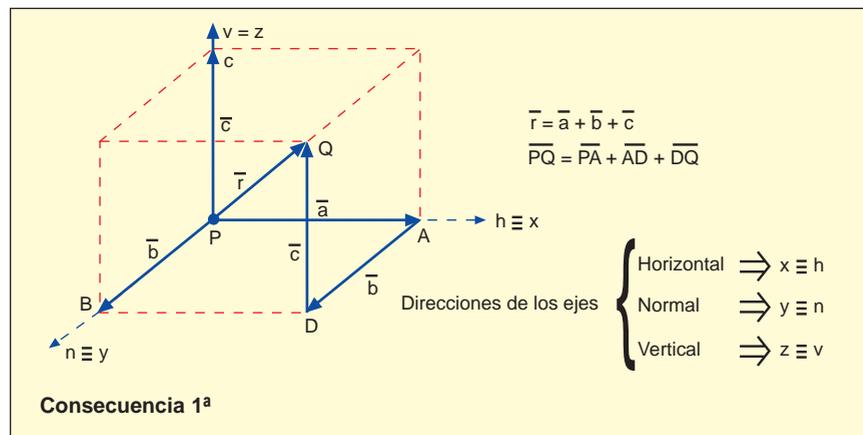
nos queda

$$\vec{M}'_o(R) - \vec{M}''_o(R) = 0$$

luego $\vec{M}'_o(R) = \vec{M}''_o(R) \quad l \cdot q \cdot q \cdot d$

Consecuencias

1ª. Un vector \vec{r} aplicado en un punto P se puede sustituir por un sistema de vectores equivalentes a \vec{r} , formado por varios vectores \vec{a} , \vec{b} y \vec{c} situados sobre rectas concurrentes en el punto P y cuya suma vectorial sea igual a éste, es decir, que la poligonal formado por estos vectores cierre el vector \vec{r} .

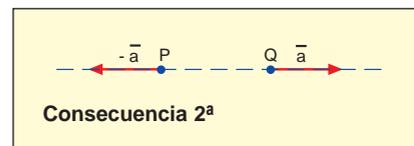


Consecuencia 1ª

2ª. Un sistema de vectores es equivalente a cero cuando su resultante y el momento resultante respecto a cualquier punto son nulos.

Un sistema nulo está constituido por dos vectores, iguales, opuestos y situados sobre la misma recta.

De donde se deduce que si a un sistema de vectores se le añade un sistema nulo, resulta un sistema equivalente al primero.



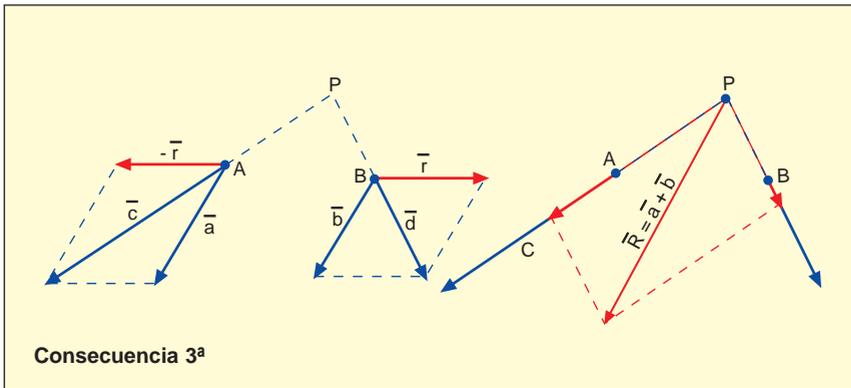
3ª. Un sistema de vectores deslizantes paralelos o concurrentes en un punto se puede sustituir por su vector resultante aplicado en cualquier punto del eje central (es el lugar de los puntos con respecto a los que la proyección del momento resultante del sistema sobre dicho eje es mínima).

Si los vectores son paralelos, el momento resultante es perpendicular a esta dirección, por lo que su proyección es nula. Si son concurrentes, el momento respecto al punto de intersección es nulo.

Ejemplo: sean dos vectores paralelos \vec{a} y \vec{b} aplicados en los puntos A y B . Si trazamos por estos puntos una recta sobre la cual situamos un sistema nulo \vec{r} y $-\vec{r}$, el sistema que resulta \vec{c} y \vec{d} es equivalente al anterior y podemos sustituirlo por la resultante aplicada en la intersección de \vec{c} y \vec{d} , P y cuya suma será $\vec{a} + \vec{b} = \vec{R}$.

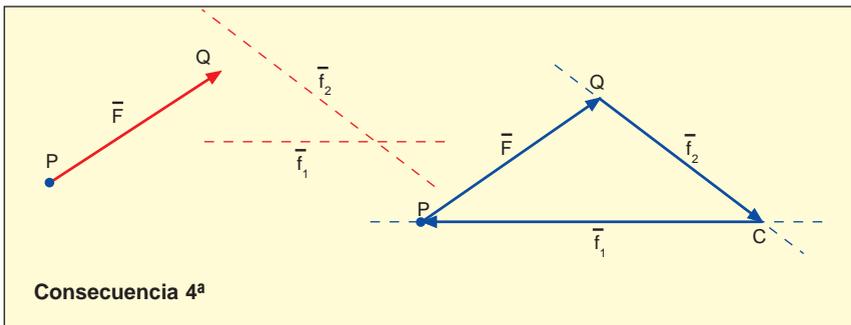
4ª. Un sólido rígido sometido a un sistema de fuerzas exteriores está en equilibrio cuando la resultante de éstas y su momento resultante respecto a cualquier punto del espacio son nulos.

La condición necesaria para que esto se verifique es que todas éstas fuerzas pasen por un punto y que la



poligonal formada por éstas sea cerrada. A partir de esto se deduce:

Si de tres fuerzas coplanares concurrentes en un punto conocemos una $\vec{F}(\vec{PQ})$ en magnitud, dirección y sentido, y de las otras \vec{f}_1 y \vec{f}_2 sólo su dirección, podemos determinar su magnitud y sentido a partir de la siguiente construcción gráfica:



Trazar por el punto P una recta paralela a \vec{f}_1 y por Q , otra paralela a \vec{f}_2 . El punto intersección C de ambas nos dará la solución, pues el polígono de fuerzas debe ser cerrado y, por lo tanto, la resultante nula.

Apartados

- Si en un sistema cualquiera de vectores tenemos dos iguales y opuestos, misma dirección y sobre una misma recta, podemos suprimirlos, pues constituyen un sistema nulo.
- El movimiento de un sólido rígido sometido a fuerzas exteriores se puede sustituir siempre por una traslación y una rotación.

EL TRANSPORTE DE CARGAS MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS Y MECANISMOS VARIADOS

El traslado de cargas antes de la invención de la rueda por el hombre se hacía empujando los cuerpos sobre

las superficies de deslizamiento, lo que resultaba más fácil cuando se trataba de grandes pesos. Las películas nos recuerdan la forma con que los indios llevaban los fardos y bártulos al cambiar de asentamiento mediante el uso de caballerías.

En la actualidad se sabe que las fuerzas de rozamiento por fricción en-

tre dos cuerpos de contacto comprimidos uno contra otro por una fuerza N , normal a la superficie de contacto, ofrecen al deslizamiento una resistencia tangencial proporcional a N , independiente del área de las superficies de contacto y distinta según la naturaleza de las superficies (material, pulimento, lubricación, humedad, etc.), es decir, que la fuerza de rozamiento F_r es igual a la fuerza normal N , multiplicada por un coeficiente K , llamado de rozamiento por deslizamiento.

$$F_r = K \cdot N$$

Éste puede ser estático o cinético, según el cuerpo esté en reposo o en movimiento, siendo el estático mayor que el cinético. (En los concursos de desplazamiento de grandes piedras, utilizando la ayuda de parejas de bueyes, en el norte, el que dirige la prueba trata de que no se pare la piedra, puesto que necesitaría una mayor energía para volver a iniciar el movimiento.)

Con respecto a la resistencia a la rodadura, un cilindro no rueda hasta que no se le aplica un par de fuerzas que supere un cierto valor M , siendo M proporcional a la fuerza que comprime el cilindro contra la superficie de rodadura, dependiendo, además, de la clase y estado de las superficies:

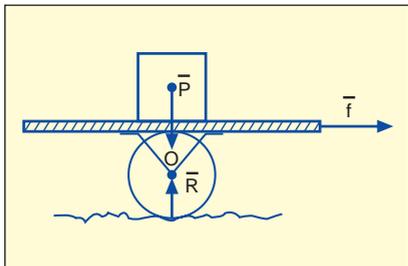
$$M = N \cdot \delta$$

Siendo δ el coeficiente de rodadura, y que tiene la dimensión de una longitud. Este puede ser: estático o cinético, siendo el primero mayor que el segundo.

El coeficiente de rozamiento por deslizamiento es mucho mayor que el de rodadura, por lo que la resistencia que opone un cuerpo a deslizarse es mucho mayor que si se transporta sobre ruedas. Actualmente, el movimiento de grandes pesos, como botar barcos, etc., se hace por medio de rodillos, con lo que se sustituye el deslizamiento por la rodadura, con una resistencia mucho menor.

En la figura 1, el sistema está en equilibrio, pues el peso P y la reacción R , al estar alineados y opuestos, constituyen un sistema nulo. Par mover el carro se debe aplicar, pues, una fuerza horizontal f que sea mayor que la fuerza de resistencia a la rodadura.

FIGURA 1



Para que un sistema esté en equilibrio debe verificarse que la suma de los momentos de las fuerzas aplicadas \vec{P} , \vec{F} y \vec{R} respecto a O , sean nulos (R al pasar por O , su momento es nulo), además de que su resultante deberá ser cero. $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = 0$

Como los momentos representan rotaciones alrededor del eje horizontal que pasa por O , sus módulos son equivalentes a las áreas de los rectángulos formados por el brazo del par y el vector correspondiente, es necesario que éstas sean iguales, es decir, $A_1 = A_2$.

En la figura 2 las fuerzas \vec{P} y \vec{F} están a distinto lado del eje de giro aplicadas, respectivamente, en los puntos A y B . En el punto B se debe empujar hacia abajo, para evitar que el mástil se levante, por lo que apare-

cerá una reacción que afectará a la columna vertebral, produciendo su descompresión. Si el peso P , estuviera más alejado de O , podría levantar al portador.

FIGURA 2

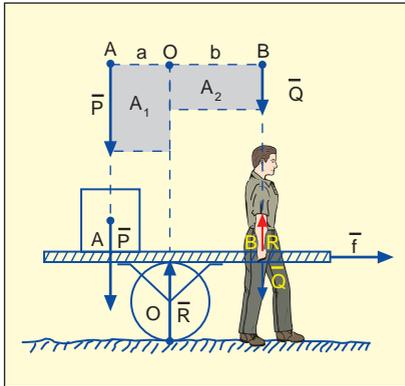
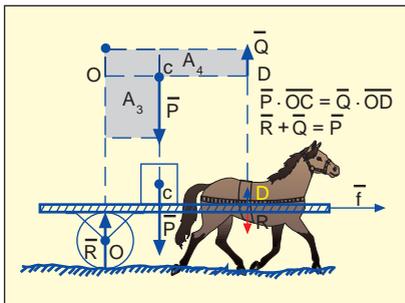


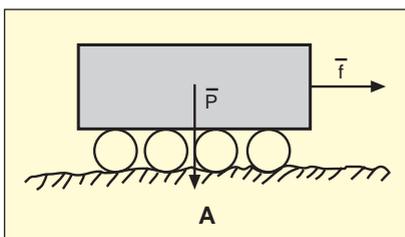
FIGURA 3



En la figura 3 las fuerzas \bar{P} y \bar{F} están a un mismo lado de O , aplicadas, respectivamente, en los puntos C y D . En este último punto se originará una reacción análoga al caso anterior, pero hacia el suelo, con lo que la acémila que tira del carro tendrá un mayor peso, por lo que aumentará la resistencia al deslizamiento en sus patas y podrá desplazarse con más facilidad. Por eso, el carretero suele sentarse sobre un mástil para aumentar el peso del animal, con lo que este tendrá más agarre.

En el caso de las carreteras con cuatro ruedas sólo se debe vencer la resistencia a la rodadura, por lo que, cuando el peso transportado es muy grande, se engancharán varias caballerías para facilitar su movimiento (Fig. 4A).

FIGURA 4



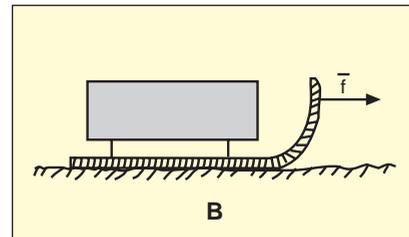
En los trenes, cuando deben vencer pendientes muy acentuadas, se enganchan varias locomotoras para poder subirlos.

Tanto en las carretas como en los carros, las ruedas son de gran tamaño, ya que al tener un radio de curvatura mayor se pueden vencer con más facilidad los obstáculos que puedan presentarse en el camino.

Existen otros medios para el transporte de cargas.

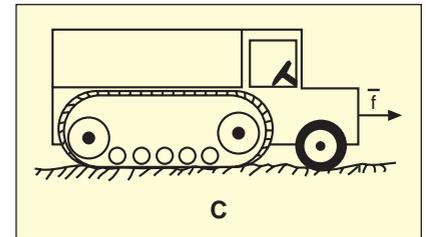
Sobre rodillos, en los que se sustituye el deslizamiento por la rodadura, con lo que disminuye el rozamiento (Fig. 4B).

Sobre nieve se utilizan trineos, que con el deslizamiento se evita el hundi-



miento de las ruedas y, por tanto, su bloqueo.

En el transporte mediante orugas, al ser mayor el radio de curvatura, permite sortear obstáculos con más facilidad y al aumentar la superficie, lo que impide el hundimiento en el terreno. Para aumentar la adherencia, se colocan en las bandas rodantes unos salientes, que permiten al clavarse en el suelo, facilitar el avance. (Fig. 4C).



En el transporte de pesos con el carro de la compra se descompone la reacción entre direcciones y componentes: horizontal, normal y vertical, de las que se sacan las siguientes conclusiones:

FIGURA 5. Para $\hat{\alpha} < 90^\circ$ se produce una compresión de la columna V_b y un par de torsión BA , que aumenta la erosión de las vértebras. Para $\hat{\alpha} = 90^\circ$: compresión. Para $\hat{\alpha} > 90^\circ$: compresión y torsión.

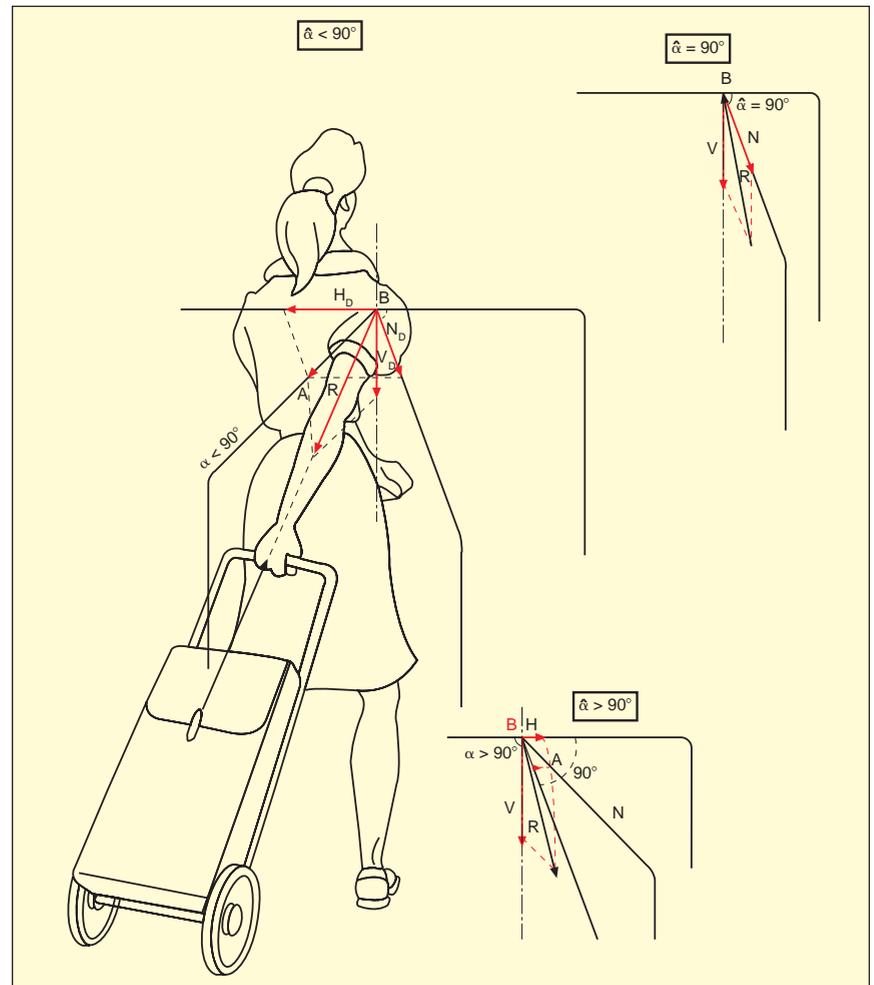


FIGURA 5A. No existe torsión, pero sí compresión.

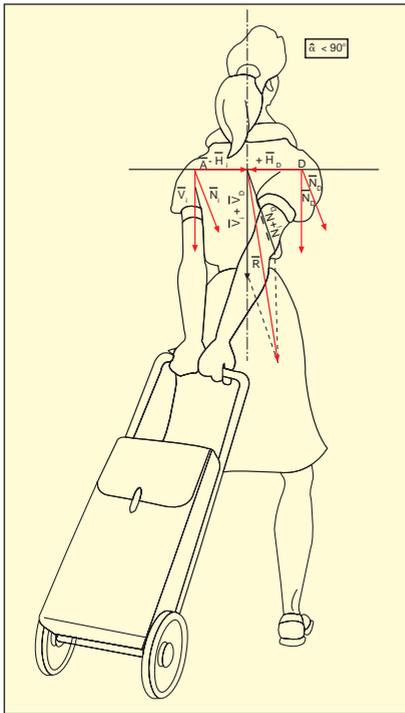


FIGURA 5B. Existe compresión.

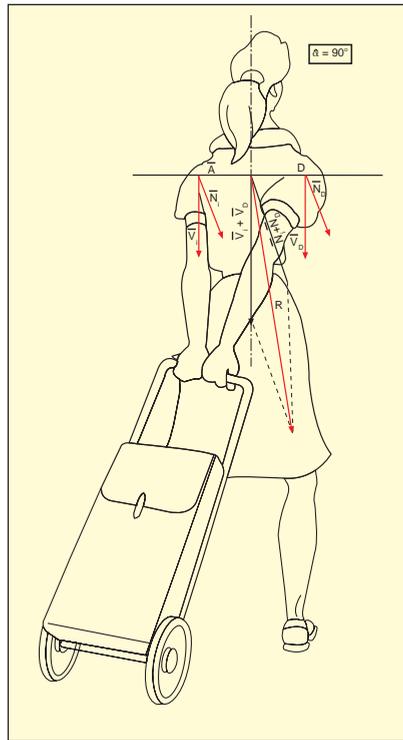


FIGURA 5C. Existe compresión.

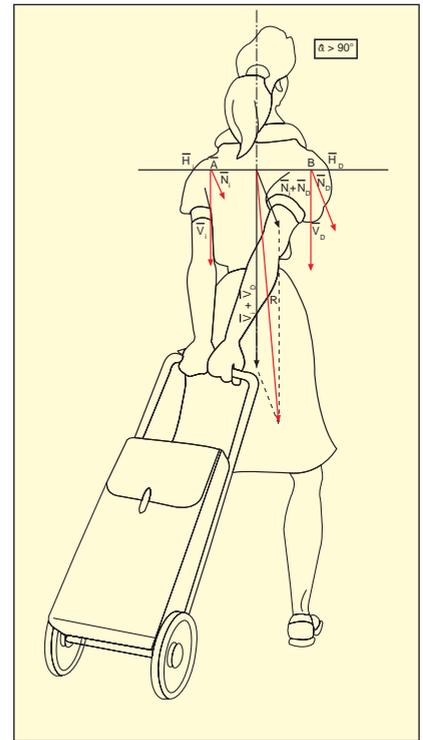


FIGURA 6. Para $\hat{\alpha} < 90^\circ$ existe descompresión de la columna y un par de torsión, lo mismo que para $\hat{\alpha} = 90^\circ$ y $\hat{\alpha} > 90^\circ$.

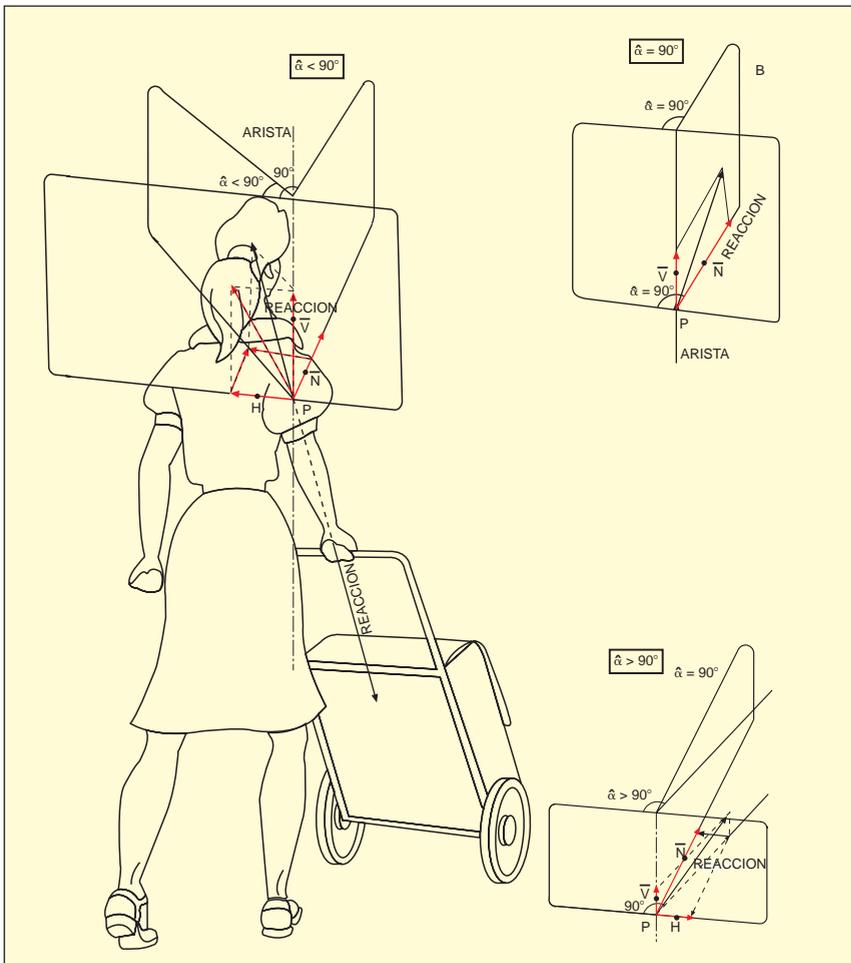


FIGURA 6A. Existe descompresión de las vértebras de la columna sin torsión.

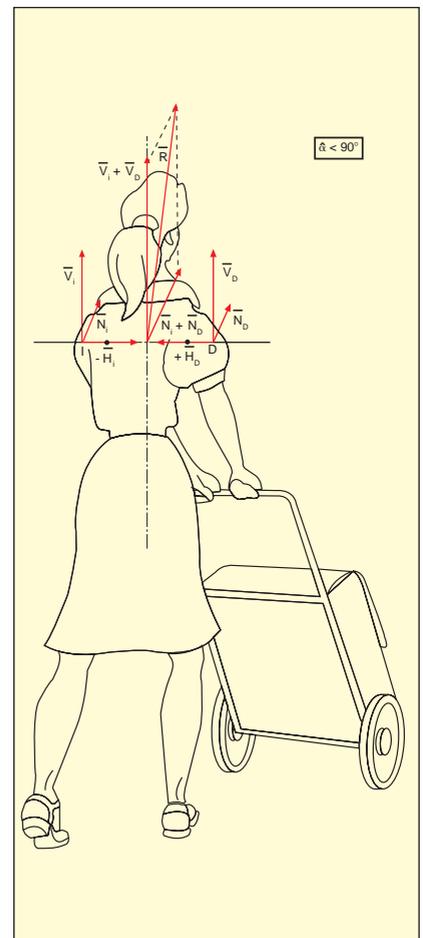


FIGURA 6B. Existe descompresión, sin torsión.

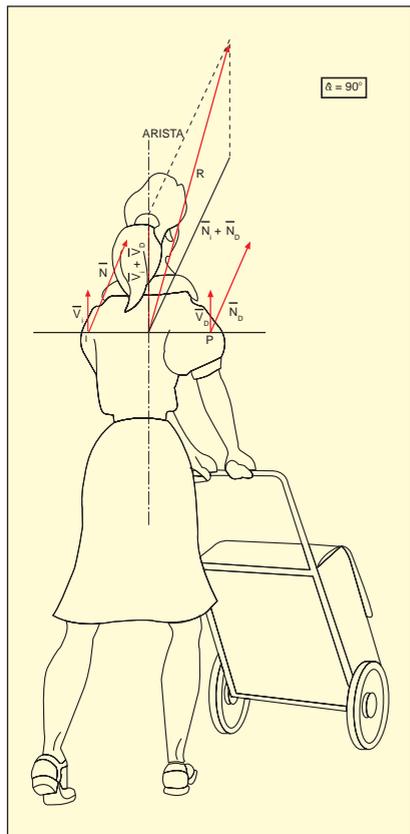


FIGURA 6C. Existe descompresión, sin torsión.

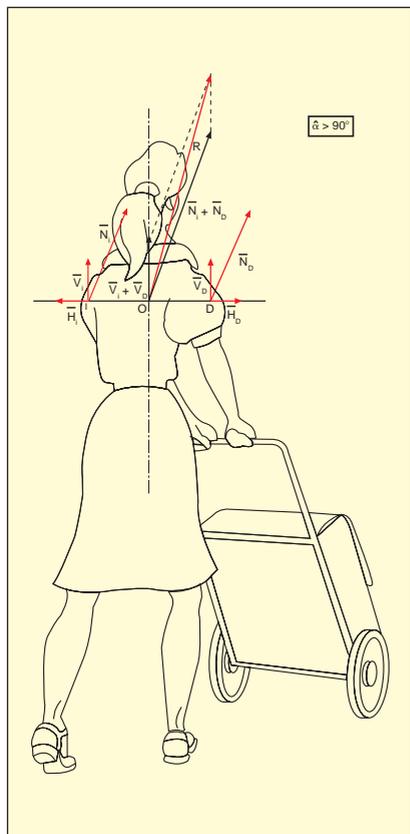


FIGURA 7. Desplazamiento de cargas, por deslizamiento, con la ayuda de acémilas.

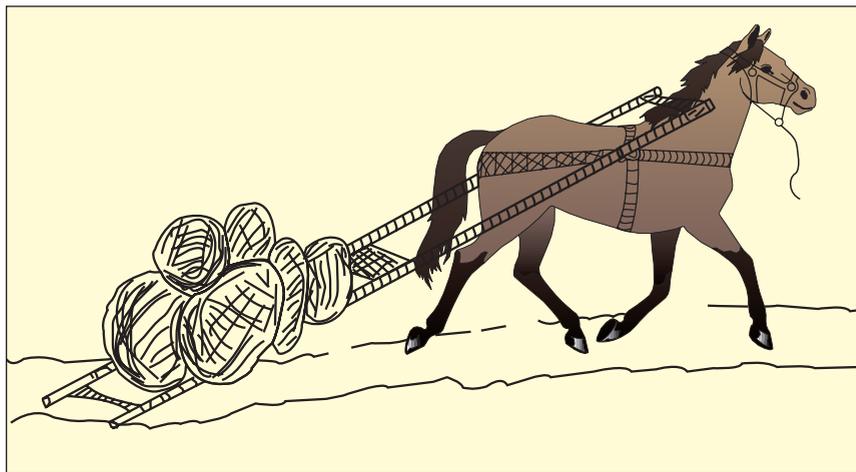


FIGURA 8. Desplazamiento por deslizamiento.

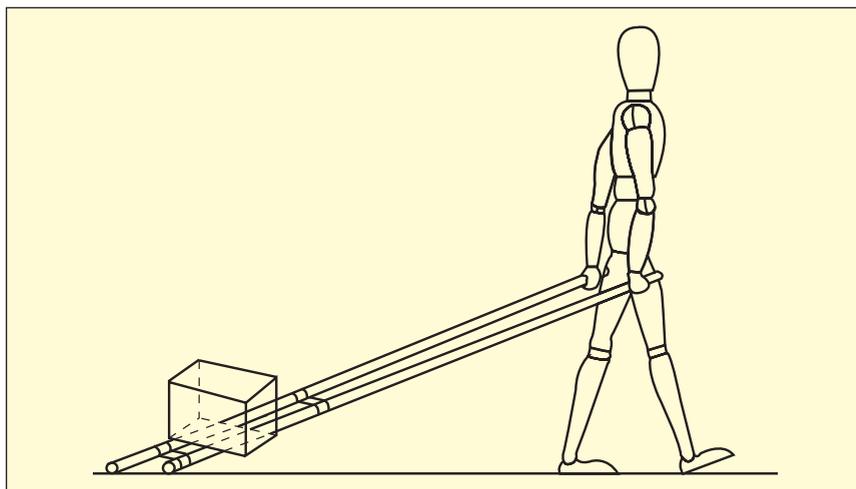
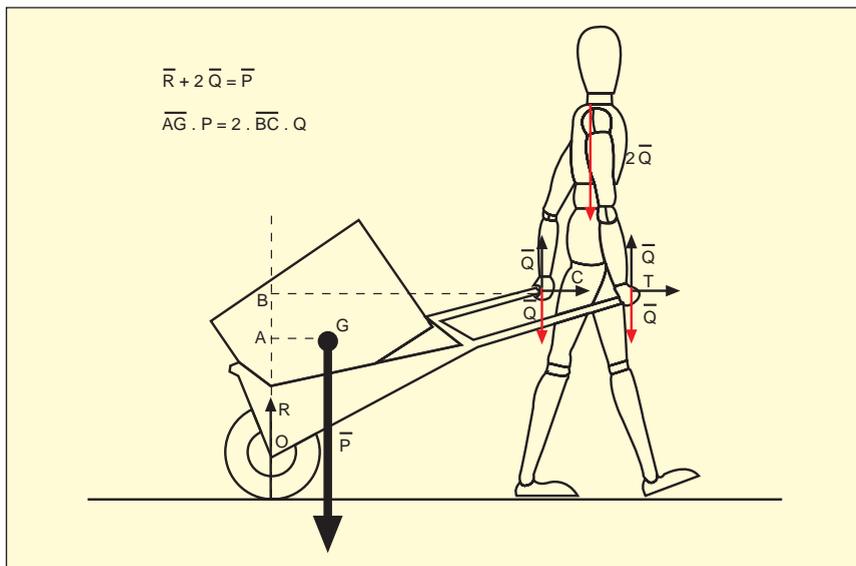


FIGURA 9. Desplazamiento por rodadura, con lo que disminuye la resistencia al desplazamiento pero al estar P , a la derecha de O , se creará una compresión de la columna = $2\bar{Q}$ si P , estuviera situado a la izquierda de O , se produciría una descompresión en la columna. La tracción, al ser normal a la columna, no le afecta.



EL PORTADOR LLEVA LAS CARGAS SOBRE ÉL

En este caso es esencial evitar que las cargas transportadas creen torsiones y flexiones no deseadas que pudieran afectar a la estabilidad de la columna vertebral, al producir una compresión no homogénea en zonas laterales, principalmente en las vértebras dorsales y lumbares, así como en los discos intervertebrales, que ocasiona una erosión en el cartílago, lo que degenerará normalmente en una artrosis o producirá una hernia discal. Por eso, el ser humano ha procurado instintivamente que los puntos de apoyo de los cuerpos que transporta estén cerca del eje de la columna vertebral, con el fin de disminuir en lo posible el par de torsión que se crea en la columna.

Para aminorar la compresión central sobre la columna desde antiguo, se utilizaba la *bandolera*, consistente en una correa que cruzaba el pecho y la espalda desde el hombro izquierdo hasta la cadera derecha y que en el remate llevaba un gancho de acero para colgar la espada o el arma de fuego, con lo que se conseguía reducir la compresión hasta en un 75 por 100.

El soldado llevaba dos correas cruzadas sobre el pecho y la espalda para suspender, respectivamente, la carabina y el morral.

En los ejércitos modernos, los pantalones que llevan paracaidistas o comandos tienen numerosos bolsillos, en los que se suele llevar abundante material de todo tipo, sin que afecte, por ello, a la columna.

Una parte importante de este apartado trata del acto de levantar las cargas para su posterior traslado. Así pues, para recoger un cuerpo del suelo es conveniente doblar las rodillas para que el esfuerzo de elevación recaiga sólo sobre los músculos extensores de las piernas, procurando tener siempre la columna recta y vertical, ya que cuando una persona se dobla hacia abajo, las piernas y los glúteos se mueven hacia atrás para mantener su centro de gravedad sobre el área de apoyo, definida por el entorno formado por las plantas de los pies, por cuestión de equilibrio.

En la figura 10, el peso P del cuerpo está aplicado en su centro de gravedad, por lo que los músculos recuperadores paravertebrales de las zonas flexionadas, y en particular la lumbosacra, por ser la más alejada del peso, deben vencer la resistencia para recuperar el cuerpo su posición vertical inicial.

Si se quisiera, además, levantar con los brazos un peso Q en estas condi-

ciones habría que añadir al momento recuperador otro mayor, por lo que el peligro de compresión y abrasión entre las vértebras que intervienen en el giro es patente.

Por lo tanto, si se trata de elevar el peso Q (Fig. 11) es conveniente doblar las rodillas para que los músculos que intervienen para enderezar éstas realicen todo el trabajo y así evitar lesionar las vértebras.

FIGURA 10

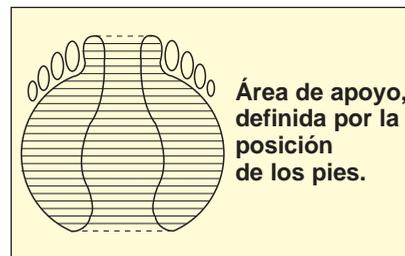
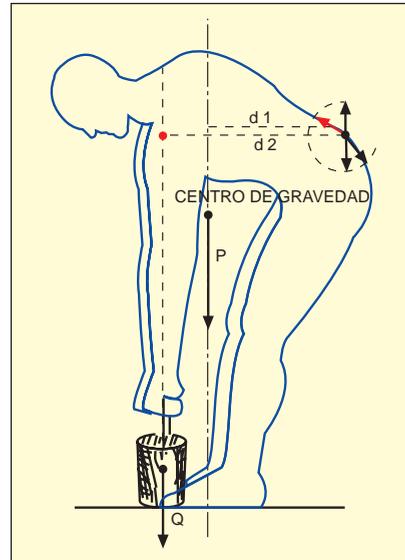


FIGURA 11

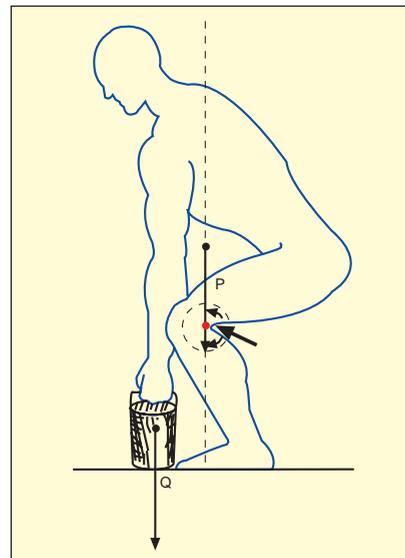


FIGURA 12. Sólo existe compresión sobre la columna vertebral.

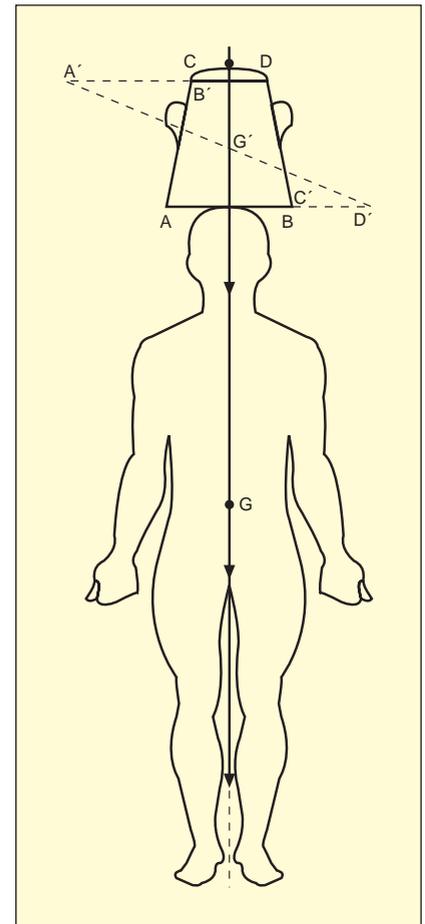


FIGURA 13. Existe compresión por el peso de los dos cubos, sólo se evita que el transportista se moje con el agua. Este artificio también se hacía circular y se utilizaba en Extremadura.

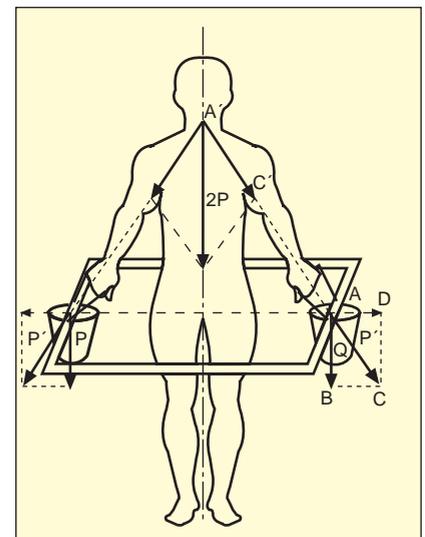


FIGURA 14. Típica bandolera. En función del ángulo, la compresión sobre la columna puede reducirse hasta tres cuartos del peso del objeto que se transporta.

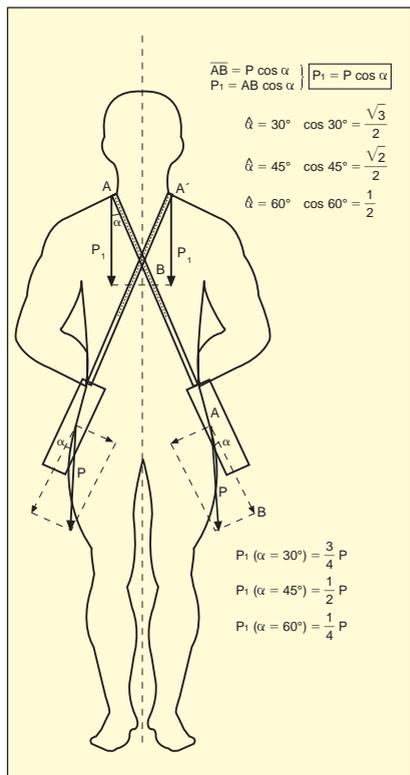


FIGURA 15. Con la caña de bambú, los chinos reducían al máximo el par de torsión de la columna al acercarla al cuello.

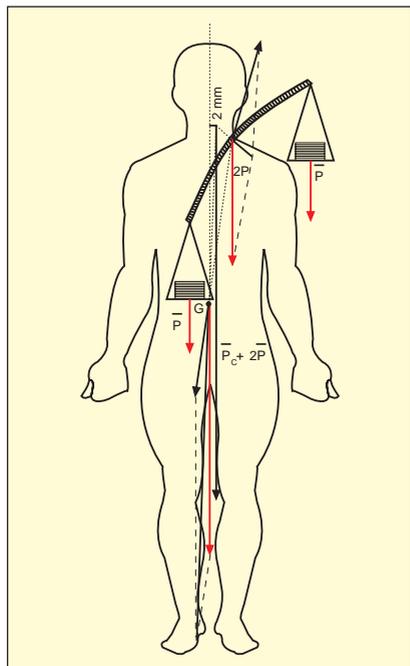


FIGURA 16. En esta figura se comprueba que en el caso I, existe compresión de la columna, sin torsión. En el II, existe la misma compresión, pero hay que añadirle un par de torsión.

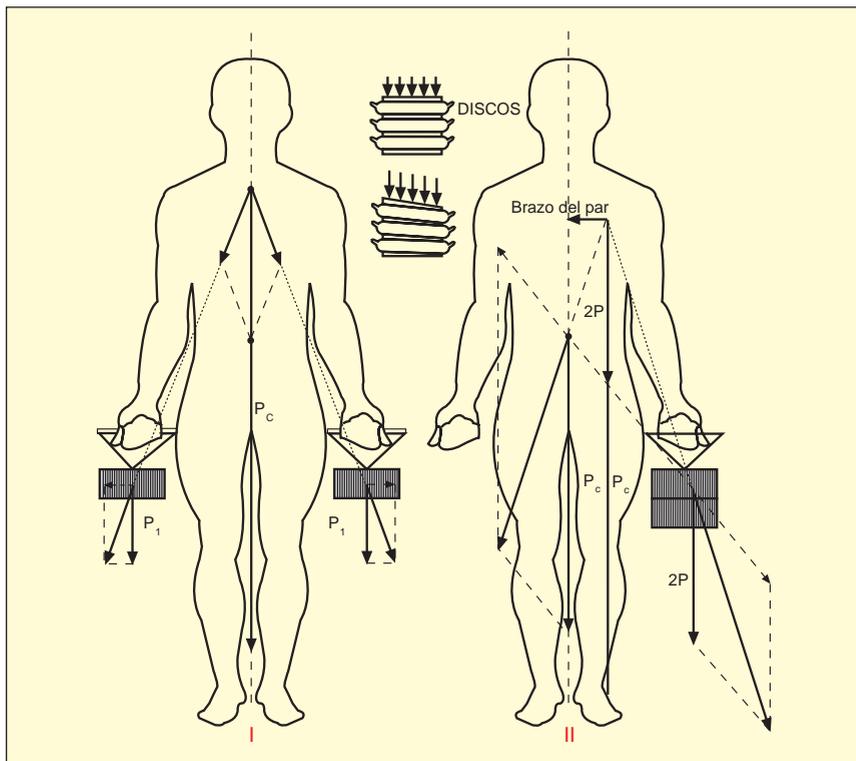


FIGURA 17. Llevar el peso en el hombro disminuye el brazo del par, no la compresión de la columna. Al llevar el objeto en la cintura se evitan ambos.

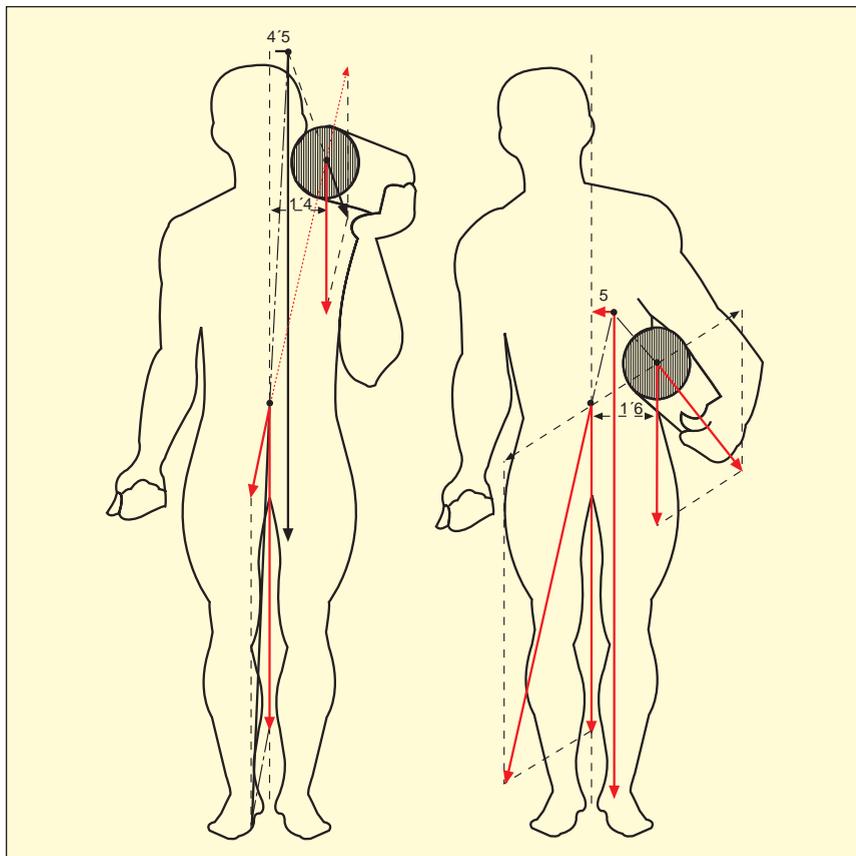


FIGURA 18. Al utilizar la barra, el peso del poste se equilibra, disminuyendo, y quizá eliminando, el par de torsión.

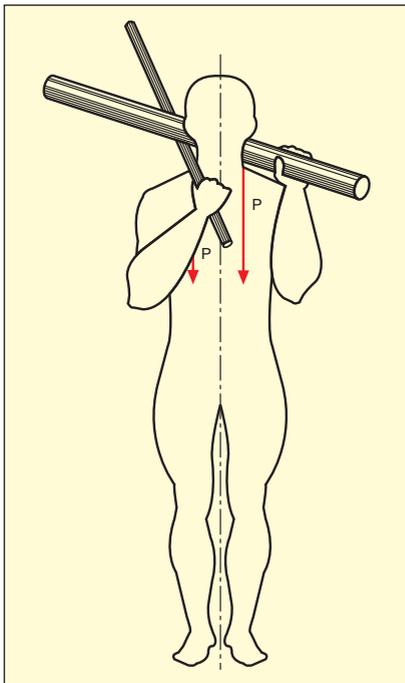


FIGURA 19. Al transportar el peso de esta forma, el brazo del par de torsión disminuye mucho.

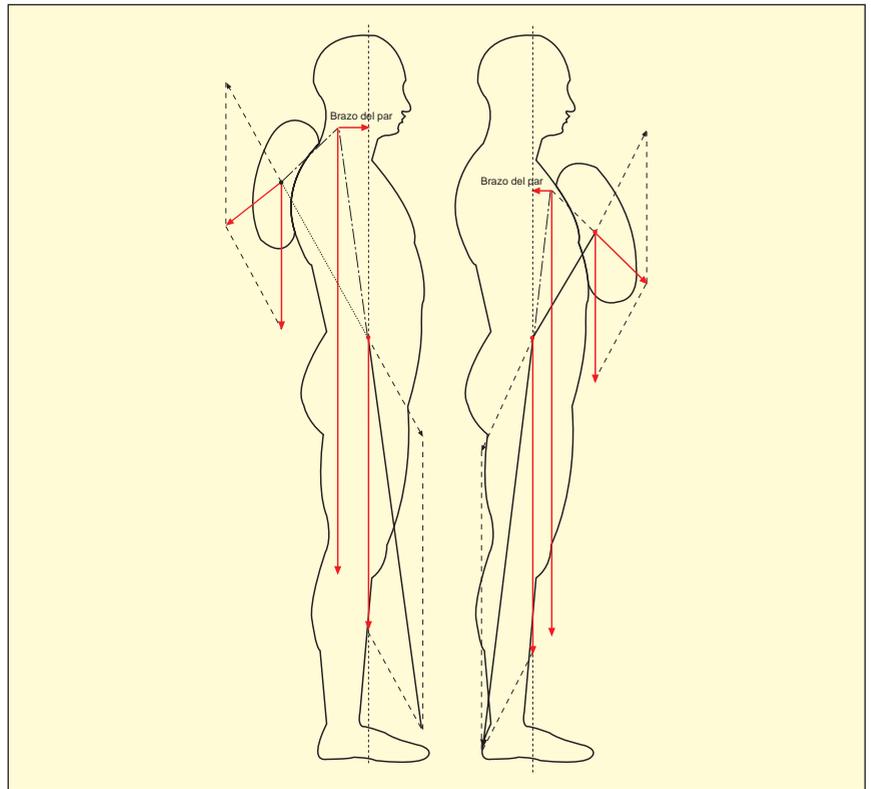


FIGURA 20. En este caso, el peso P , se distribuye en cuatro puntos eliminando la torsión.

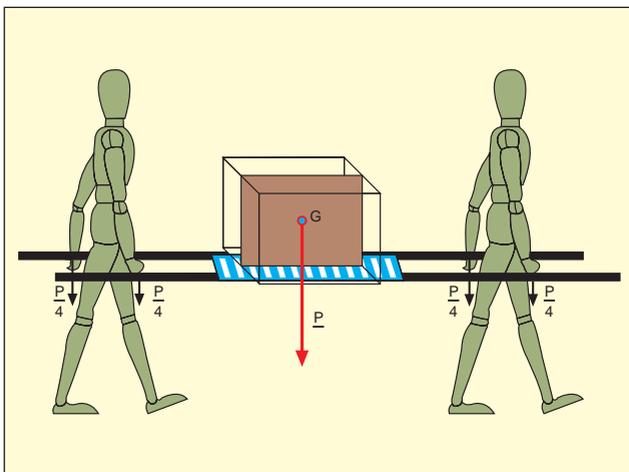
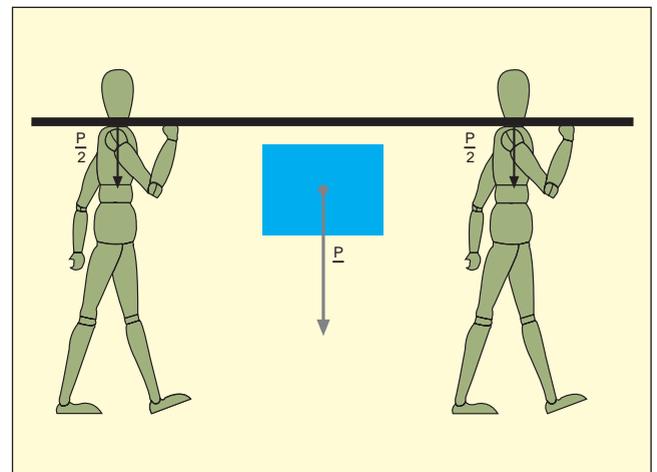


FIGURA 21. El peso se distribuye en dos puntos, disminuyendo mucho el brazo del par.



CASO EN EL QUE EL SER HUMANO SEA TRANSPORTADO

La columna vertebral de un ser humano, erguido y en reposo, sin posturas incorrectas, sobrecargas, debilidad muscular ni traumatismos, con la cabeza, el tronco y el cuello alineados con el resto del cuerpo, tiene las vértebras acopladas paralelamente unas a otras, a determinadas distancias y separadas por los discos intervertebrales, aunque al tener algún miembro deformado por haber sufrido algu-

na fractura o haber usado en exceso una articulación, como algunos deportistas o trabajadores manuales que efectúan movimientos repetitivos, pueden predisponer a su alteración posicional.

Al doblar la columna hacia delante, cada vértebra tiene una ligera holgura para moverse, si bien las verdaderas bisagras de rotación limitada son las charnelas: dorso-lumbar $D_{12}-L_1$ y la lumbo-sacra L_5-S_1 , que permiten un mayor giro. En la flexión, una parte de las vértebras se aproxima, lo que dis-

minuye la superficie de la zona de «contacto», por lo que la presión en estos puntos se incrementa con el peligro de erosión, pinzamientos o hernias de disco, aparte de que las células específicas de cartílago, los condrocitos, al ser sometidas a presiones anormales pueden experimentar un raro cambio metabólico que les lleva a una lenta pero inexorable extinción, a pesar de sus vanos intentos de regenerarse, con el resultado de que cada vez hay menos para producir matriz y fibra colágena, por lo que

el espacio cartilaginoso se reduce poco a poco.

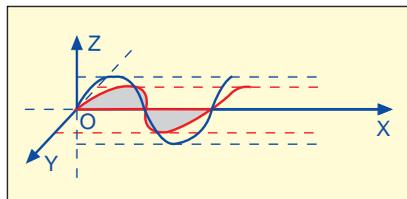
Por otra parte, la misión de los discos intervertebrales es absorber la presión a la que están sometidas las vértebras, debido a las cargas que el cuerpo soporta, e impedir el rozamiento directo entre las vértebras; sin embargo, en ciertos movimientos el daño articular causado por microtraumatismos continuados, debido a la hiper movilidad en algunos deportes, como el ciclismo, son factores de riesgo ocasionados por las perturbaciones producidas por las ruedas al contacto con el firme en que se asientan, lo cual origina con el tiempo deformaciones generalmente irreversibles, ya que la trepidación al rodar se transmite desde la base de la columna hasta el cerebro, produciéndose una inestabilidad de la musculatura de los segmentos intervertebrales que tiene su origen en una atrofia de la musculatura extensora, flexora, abdominal y pélvica, lo que conlleva al deterioro del disco, y, por tanto, de la estructura de la espalda, al no poder sujetar ésta, ya que la sección lumbar de la columna, al actuar como soporte, es la parte más sensible, al gravitar sobre ella la mitad del peso de nuestro cuerpo.

En las motos modernas, de amplios asientos, la presión a la que está sometida la base de la columna es mínima, pero al ponerse en movimiento, la vibración del motor y de la rodadura se transmite a la columna, lo que obliga a torsiones, que ésta soporta mal, por falta de apoyo en la espalda y produce desequilibrio de las vértebras y discos intervertebrales, como ocurre al montar a caballo, en coche o en autobuses urbanos, con suspensiones duras (¿cuántos ancianos no soportan los asientos de estos últimos, debido a su rigidez y falta de amortiguación?), o practicar deportes como el baloncesto, sobre todo las personas con deformaciones de columna, como escoliosis, lordosis y cifosis, o que padecen artrosis en ésta.

En las bicicletas, al ser los sillines de pequeño tamaño, la presión ejercida sobre la base de la columna aumenta la compresión entre las vértebras en perjuicio de estas (principio de acción y reacción de la dinámica, que nos dice que «a toda fuerza se opone otra igual y de sentido contrario»), además del daño que puede infringirse a la estructura vertebral por las malas posturas adoptadas por el ciclista, hay que añadir el de la trepidación ocasionada al rodar, lo que es altamente dañino para el conductor.

A todo esto hay que añadir que al pedalear el centro de gravedad de la columna vertebral, así como todas

sus células, están sometidas a un movimiento oscilatorio de carácter sinusoidal en el plano horizontal, a otro sobre el plano vertical de las mismas características que el anterior y además, a uno rectilíneo variado en la intersección de los dos planos y que depende de la forma e inclinación del terreno por el que se circula.



La posición de conducción en este tipo de bicicletas es erguida, con las vértebras bien acopladas y situadas perpendicularmente a la dirección de propagación de la vibración, y aunque son amortiguadas por los discos intervertebrales, a la larga pasan factura. (Fig. 22).

FIGURA 22



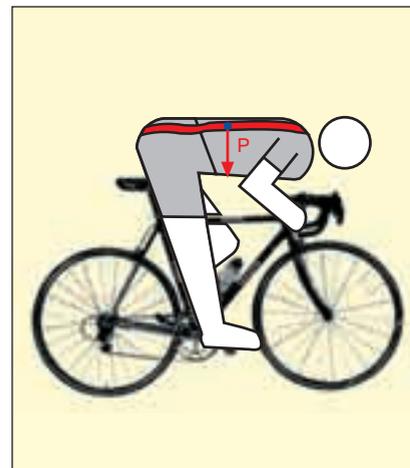
Bicicleta de paseo, en que la posición del ciclista es inclinada, existiendo una tendencia al deslizamiento de vértebras y discos, afectados por la trepidación. (Fig. 23).

FIGURA 23



La bicicleta de carreras no conlleva riesgos, ya que obliga a tumbarse hacia delante, por lo que la columna va totalmente descargada, al estar sometida a fuerzas normales a ella. Sin embargo, tiene el inconveniente de que al tener que sostener la cabeza con la musculatura del cuello se resiente el trapecio. (Figura 24).

FIGURA 24



CONSECUENCIAS Y CONSEJOS ALEDAÑOS A LA BIO-MECÁNICA

No es conveniente llevar peso, pero de hacerlo que sea de forma equilibrada, repartiendo por igual éste entre los brazos, con lo que se evitarán torsiones en la columna, pero nunca la compresión debida a las sobrecargas de la articulación. Lo ideal para llevar un peso, es colocarlo en bandolera, (o doble bandolera), ya que de esta forma se puede reducir la compresión en la columna hasta un 75 por 100, o mediante un carrito de la compra, empujándolo con las dos manos, con lo que se consigue la descompresión de las vértebras.

Cuando se levantan pesos es conveniente flexionar las rodillas, procurando que estos estén muy próximos al eje del sujeto, evitando la fricción entre las vértebras por giro de la columna, ya que la rotación debe hacerla todo el cuerpo alrededor de su eje, moviendo para ello los pies.

Es conveniente huir de las malas posturas y movimientos incorrectos, que suelen adoptar tanto en el mundo laboral como en la vida cotidiana. Se podrían citar varios ejemplos:

- Los conductores de autobús, que para poder cobrar el billete deben girar la columna, produciéndose una fricción y abrasión entre las vértebras, no deseable por su movimiento repetitivo, así como los fieles en la Iglesia, que se vuelven para dar la mano a los

FIGURA 25 (A, B, C). Estudio de la compresión que se ejerce sobre la columna vertebral al empujar un vehículo en reposo. Se demuestra gráficamente que ésta es proporcional al ángulo que forma ésta con la horizontal y al peso del individuo.

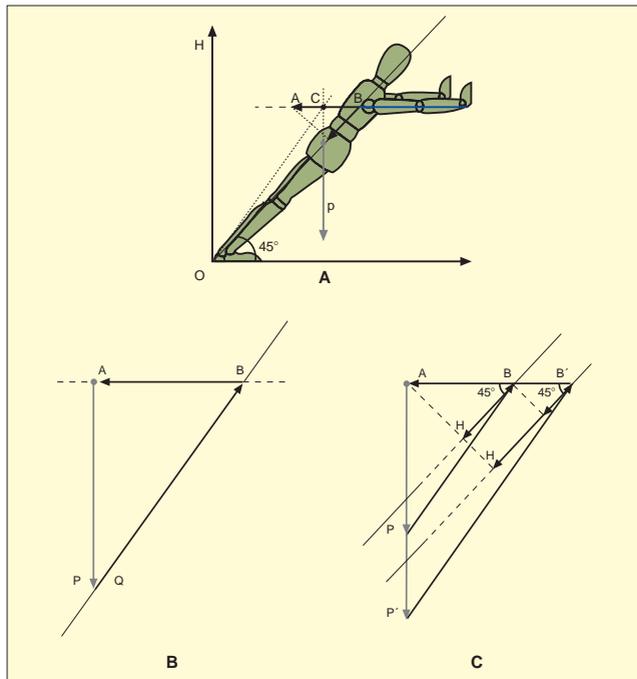
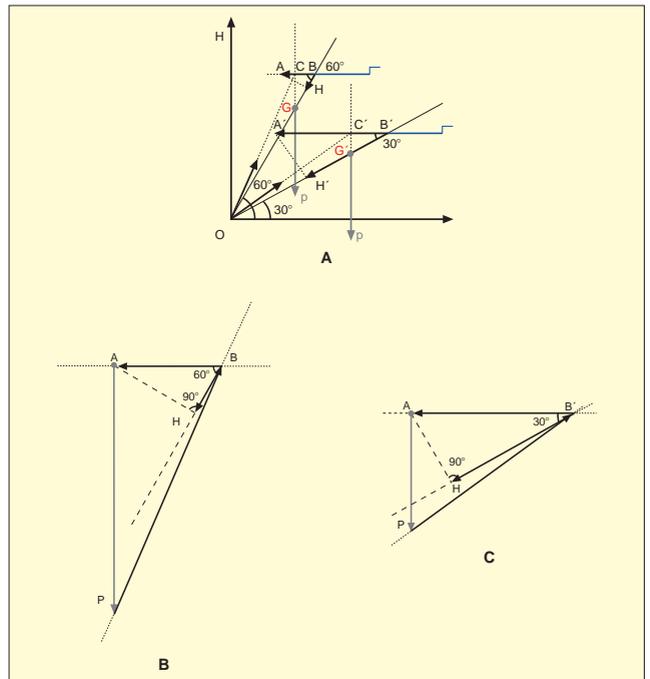


FIGURA 26 (A, B, C). Por estar el cuerpo en equilibrio, el peso, la reacción en el punto de apoyo y la resistencia que opone el coche al movimiento se cortan en un punto C. Tenemos, pues, el caso: conocida una fuerza y la dirección de otras dos se pueden determinar.



que están en la fila posterior, forzando mucho el giro.

- Los periodistas y administrativos deben estar delante del ordenador, situados en un plano superior a éste, ya que su visual debe formar un ángulo de 20° con la horizontal, para evitar dañar el nervio óptico, la mácula, etc., y además sentarse con la espalda pegada al respaldo del asiento.

- Los levantadores de peso llevan una faja de cuero en la cintura para evitar herniarse, al sujetar la zona dorso-lumbar-sacra, evitando así el desplazamiento de las vértebras, ya que el trabajo de alzada debe ser realizado por los músculos de las piernas.

- Al separar los brazos, cuando se tiende la ropa, o se levanta un objeto pesado y alargado, asido por los extremos, se crea un estiramiento desproporcionado de los músculos de la espalda, aparte de una flexión forzada de la columna hacia delante (los mojones de señalización topográfica de unos 40 kg. de peso y de una longitud de 1,2 m., para descargarlos y llevarlos hasta su destino, un operario los transportaba abrazados, pegados al cuerpo, girando todo el cuerpo para dirigirse al punto de anclaje, con lo que evitaba daños de la columna vertebral).

- Siempre que se permanece de pie al planchar es conveniente un taburete para apoyar una pierna de cuando en cuando con el fin de enderezar la columna, aparte de mejorar la circulación sanguínea de retorno.

- La lavadora obliga a agacharse muchas veces unilateralmente. La idea es colocar una pequeña banqueta al lado y sentarse en ella con el fin de no retorcerse y agacharse continuamente.

- El lavabo en los cuartos de baño suele estar muy bajo, lo que supone inclinarse hacia delante, forzando mucho la columna, por lo que se deben doblar las rodillas para evitar la torsión de ésta.

- Al sentarse, la cabeza y el tronco deben permanecer alineados, mejor en sillas altas y giratorias que en sofás, procurando no cruzar las piernas.

- Para empujar un coche es conveniente hacerlo de espaldas, apoyándose en los glúteos.

- Los pupitres de los colegios, que normalmente tienen muchos años, son nefastos para los estudiantes, ya que actualmente un niño de unos trece años, que puede medir 1,7 m., no se puede mover. Si el chico es zurdo, se encuentra totalmente desasistido.

- El pedalear es aconsejable, pero sentado sobre una base amplia, para disminuir la compresión de la columna, sobre todo si se padece artrosis en ésta. Los «ciclostatic» son nefastos para estos enfermos, ya que tienen el sillín pequeño.

- El calzado con tacones altos desvía la columna de su centro de equilibrio, lo que ocasiona que los músculos de la espalda tiendan a tensarse. Además, al no doblar totalmente el tobillo, limita el alargamiento de gemelos y tibiales, así como los responsables de flexionar la rodilla, como recto anterior, sartorio y glúteos. El alargamiento y contracción de los músculos, sobre todo los situados de cintura para abajo, al presionar periódicamente a las venas, favorecen el retorno de la sangre hacia el corazón. También pueden dar lugar a una artritis en la rodilla, lo que suele derivar a la larga en una artrosis. Si los tacones son de suela producen al andar sobre suelo duro una trepidación continuada, que repercute tanto en las vértebras como el cerebro.

- Cuando se padece una úlcera de estómago o hernia de hiato no conviene usar cinturón, debido a la compresión que se ejerce sobre estas zonas. Lo mejor es usar unos tirantes. ■