

Biomecánica

La colocación de ortesis para permitir el movimiento de un animal, mientras se recupera de una fractura ósea, es una práctica muy útil en la especialidad de traumatología y ortopedia. A la hora de su diseño y aplicación, tal y como se refleja en este artículo, se debe tener en cuenta la posición natural de las extremidades, el peso y las fuerzas que deben soportar para respetar las leyes de la biomecánica y así asegurarnos un buen resultado.

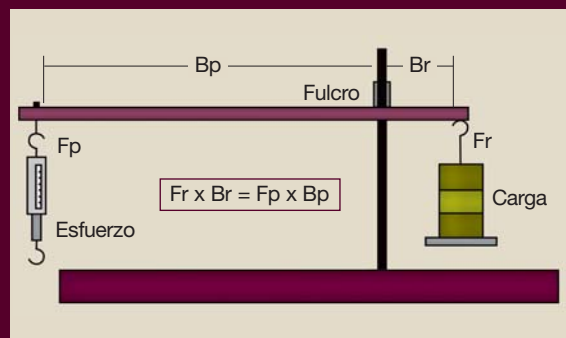
Elementos y géneros de una palanca

Elementos de una palanca

- **Fp = Fuerza potente** (también fuerza motriz o potencia)
- **Fr = Fuerza resistente o fuerza de carga** (la ortesis propiamente dicha)
- **Bp = Brazo potente** (distancia entre la potencia y el punto de apoyo)
- **Br = Brazo resistente** (distancia entre el apoyo y la resistencia)
- **F = Fulcro, apoyo o eje**

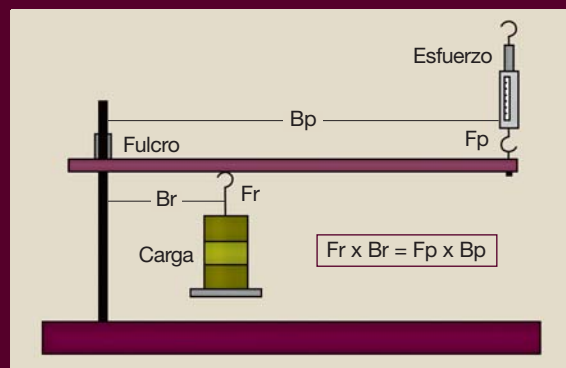
Géneros de una palanca

- Palanca de primer género o palanca interfija.
Ejemplo: articulación occipitoatlantoidea.



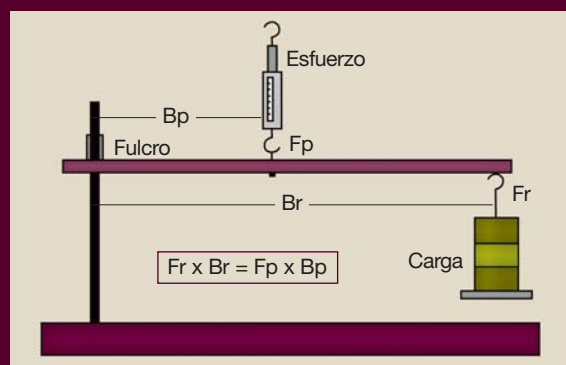
Palanca interfija.

- Palanca de segundo género o palanca interesistente.
Ejemplo: articulación de corvejón.



Palanca interesistente.

- Palanca de tercer género o palanca interpotente.
Ejemplo: Articulación del codo (es la palanca que nos interesa).



Palanca interpotente.

La biomecánica se define como la ciencia y tecnología de los movimientos simples y complejos que pueden ejecutar los animales para armonizar con sus restricciones anatómicas. El diseño adaptivo de un organismo que se mueve autónomamente permite la ejecución de ciertas secuencias esqueleto-musculares y prohíbe ciertos movimientos "imposibles". Los movimientos tienen una fuerte relación con *outputs* cerebrales, sobre todo en el caso de manos que escriben signos y dibujos, que ya escapan a los límites de la biomecánica propiamente dicha. Cualquier restricción corporal está delimitada por las posibilidades biomecánicas (Von der Beck, 1999).

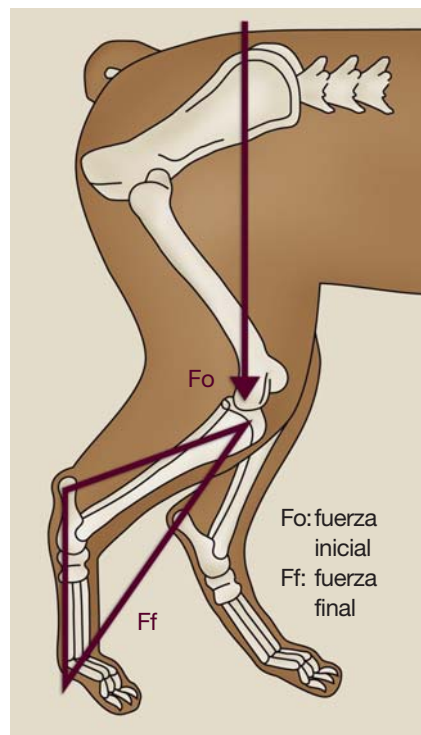


Figura 1. Distribución del peso corporal.

Biomecánica de las fracturas

Debido a su composición (hidroxiapatita, colágeno y elementos celulares), los huesos antes de romperse experimentan una deformación elástica (reversible) y plástica (irreversible). La resistencia, rigidez y absorción de energía del hueso dependen de sus propiedades materiales (composición, morfología, porosidad), aspectos estructurales (geometría, largo, curvatura) y factores mecánicos (velocidad y orientación de las cargas) (Roush, 2003).

Para la reparación adecuada de las fracturas es fundamental conocer los tipos de fuerzas que operan sobre los huesos (ver cuadro en página siguiente).

Cálculo de los esfuerzos

Antes de construir una ortesis calculamos el peso del animal sobre el aparato, además del esfuerzo que debe realizar para poder caminar. En otras palabras,

una ortesis debe ser resistente para soportar el peso del animal, y debe ser liviana para que el animal no tenga dificultad para caminar.

Los esfuerzos son calculados en kgf (kilogramos fuerza), kp (kilopondio) o N (Newton), que son unidades de fuerza habitualmente utilizadas en física.

Cálculo del peso ejercido sobre el aparato ortopédico (Descomposición de fuerzas)

Teóricamente, el 60% del peso corporal del animal cuadrúpedo corresponde a la parte anterior del animal (debido al peso de la cabeza), y el 40% a la posterior (figura 2). Por ejemplo:

Teóricamente, el 60% del peso corporal del animal cuadrúpedo corresponde a la parte anterior del animal (debido al peso de la cabeza), y el 40% a la posterior.

Si tenemos un perro que pesa 30 kg, 18 corresponderían a la parte anterior y 12 kg a la posterior. Cada miembro anterior pesaría 9 kg y cada miembro posterior 6 kg.

Ahora supongamos que el paciente tiene una fractura de tibia y peroné y necesitamos construir una ortesis para solucionar el problema. El aparato ortopédico tiene que soportar más de 9 kg (figura 3) para poder llegar al fin del tratamiento, porque la fuerza que ejerce el animal sobre el aparato es superior al peso del miembro, debido a que el perro camina con los miembros posteriores flexionados. En el caso de los miembros anteriores el peso ejercido es directo y no varía, siendo innecesario hacer el cálculo.

Cada ortesis se construye en función del peso del miembro, considerando siempre los ángulos que se forman con

la flexión del miembro, tal y como puede observarse en la figura 3.

Cálculo de los esfuerzos ejercidos por el animal

La fuerza ejercida por un animal sobre una ortesis se calcula mediante un cálculo de palancas.

Cálculo de palancas

Una palanca consiste en cualquier barra rígida apoyada en uno de sus puntos al que se llama fulcro.

Para un ortopedista es importante conocer las palancas que tiene un organismo animal, porque en función de éstas se construyen los aparatos ortopédicos. Le

Datos:

- Hipotenusa: peso ejercido sobre el aparato ortopédico en kgf.
- Seno del ángulo A = seno de 40° = 0,6428
- Cateto opuesto: peso del miembro = 6 kg.

Aplicando la siguiente fórmula de trigonometría:

$$\text{Seno } 40^\circ = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Hipotenusa}}$$

$$0,6428 = \frac{6 \text{ kg}}{H}$$

$$H = 9,3 \text{ Kgf}$$

Conclusión: el peso ejercido sobre la ortesis sería de 9,3 kgf, que es el peso mínimo que debe soportar el aparato.

Figura 3. Representación de los ángulos de la articulación radio-cúbito metatarso.

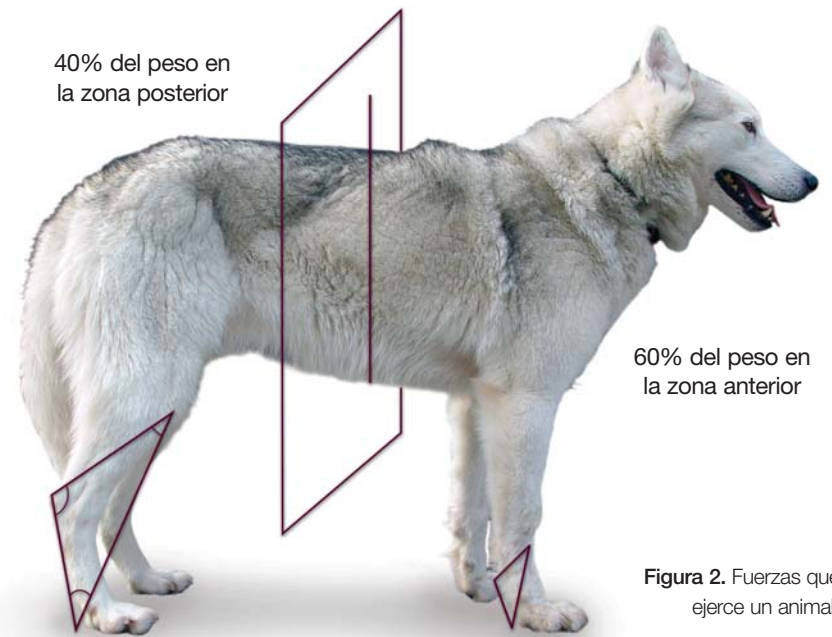


Figura 2. Fuerzas que ejerce un animal.

Ejemplo práctico

Tenemos un paciente Bóxer con fractura de radio y cúbito y necesitamos construir una ortesis resistente y liviana, la ortesis construida es de PVC y pesa 140 g. Debemos calcular la fuerza que ejerce el paciente para caminar con el aparato ortopédico de forma armoniosa.

$$\text{Fórmula: } Fr \times Br = Fp \times Bp$$

donde:

$Fr = 0,140 \text{ kg}$ (140 g)

$Br = 18 \text{ cm}$

$Fp = X \text{ kgf}$

$Bp = 13 \text{ cm}$

$$0,140 \text{ kg} \times 18 \text{ cm} = X \text{ kgf} \times 13 \text{ cm}$$

$$X = 0,140 \times 18/13$$

$$X = 0,193 \text{ kgf o } 1,90 \text{ N}$$

Conclusión:

La fuerza empleada por el animal es de 0,193 kgf o 1,90 N, valor dentro del rango para que el animal pueda caminar sin dificultad.

Los valores, según las conversiones, están dentro de lo que podría considerarse factible para el animal.

Conversiones:

- 1 kgf es el peso normal del kilogramo patrón, es decir:

- $1 \text{ kgf} = (1 \text{ kg}) \times (9,80665 \text{ m/s}^2) \sim 9,81 \text{ N}$

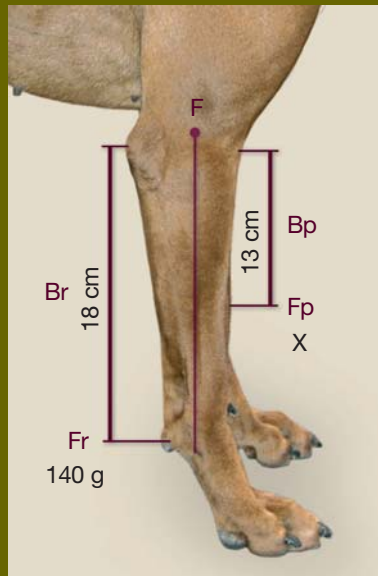


Figura 4. Representación de una palanca interpotente en el miembro anterior.

Miembros posteriores

Se utiliza la misma palanca. El brazo potente (Bp) corresponde al músculo gastrocnemio, y el brazo resistente se corresponde con los músculos a lo largo de la tibia. Lo mismo se aplica a la articulación coxofemoral. □

Bibliografía

Roush J., McLaughlin R. 1995. Fracture management decisions. <http://www.avepa.org/grupos/gevo/jornadas01/art12.htm>

Tippens E. P. 1996. Física, conceptos y aplicaciones. Máquinas simples. Traducción de la quinta edición de College Physics Theory and Problems. 5 ed. México, D.F., McGraw-Hill. pp.252-254.

Merwe C., Van Der. 1970. Física general. Máquinas simples. Traducción de la sexta edición de College Physics Theory and Problems. 6 ed. Colombia, Col., McGraw-Hill. pp.58.

Roberto Rodríguez Ricco, MVZ
Universidad Mayor de San Simón
Cochabamba
Bolivia
Imágenes archivo Argos

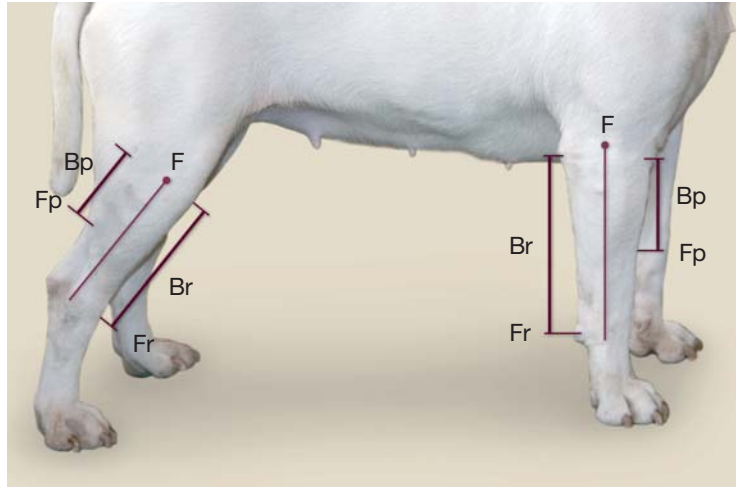


Figura 5. Representación de las palancas de las extremidades.

Fuerzas que provocan lesiones óseas

- Tracción: actúa sobre el eje largo del hueso intentando alargarlo e interviene en las fracturas transversas o por avulsión.
- Compresión: también actúa en el eje largo del hueso intentando acortarlo. Interviene en las fracturas por impacto o con hundimiento.
- Flexión: actúa sobre un punto focal específico sobre el hueso, generando fracturas transversas u oblicuas cortas.
- Corte: las fuerzas deslizantes son transmitidas en paralelo al eje largo del hueso. Causa fracturas de prominencias óseas a lo largo de la línea de la fuerza o en las configuraciones fracturarias oblicuas.
- Torsión: actúa sobre el eje largo hueso e interviene en las fracturas en espiral.

Las fracturas conminutas a menudo se deben a fuerzas múltiples que operan sobre el hueso junto a cargas rápidas (Roush, 2003).