



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

ERGONOMÍA II

UNIDAD DE COMPETENCIA I

TEMA: PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS

Licenciatura en Diseño Industrial
Centro Universitario UAEM Zumpango

Material elaborado por:
MDI Yissel Hernández Romero

Fecha de elaboración Septiembre 2018

BIO



MECÁNICA

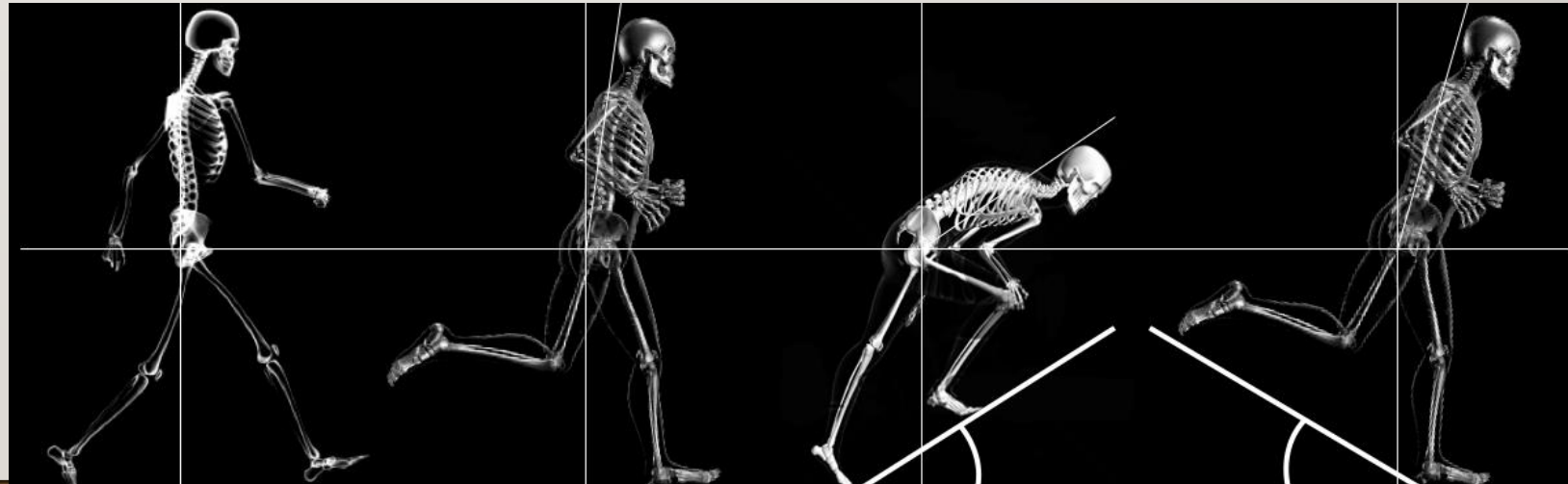
Seres vivos

Estudio de las fuerzas y sus efectos

Aplicación de los principios mecánicos a los cuerpos humano y animal en movimiento y en reposo.

Ciencia que estudia la aplicación de fuerzas sobre un cuerpo o estructura (viva) y el comportamiento ante ellas.

FUENTE: <http://functionalintegratedtraining360.blogspot.mx/2014/04/biomecanica-para-dummies-movimiento.html>



CONCEPTOS

Kinesiología

Estudia el movimiento humano



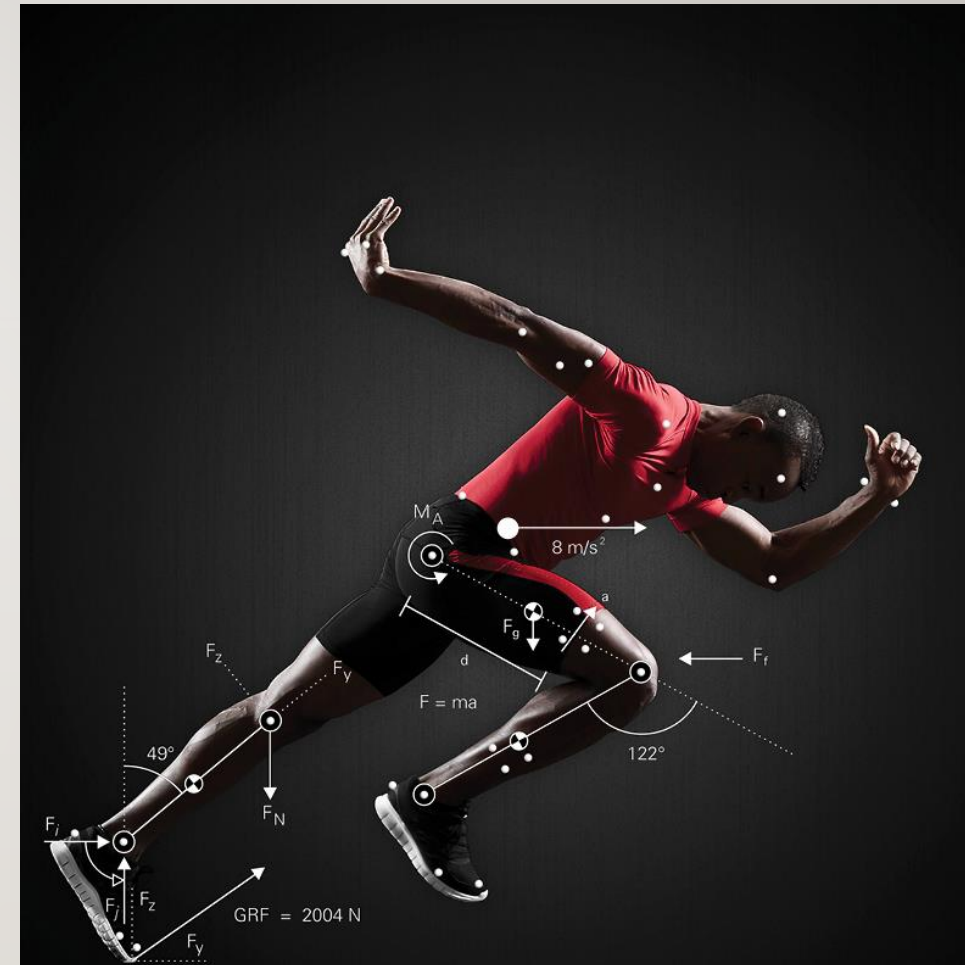
Biomecánica

Descripción precisa del movimiento humano, as como de sus causas.

Fuerzas → movimiento
+ Crecimiento y desarrollo
-Sobrecarga y lesiones

Objetivo: como **mejorar** los movimientos o **hacerlos mas seguros**

FUENTE: (Knudson, 2009).



FUENTE: <https://www.businesswire.com/news/home/20150528006563/en/OptiTrack-Expands-Motion-Capture-Offering-Biomechanics-Applications>

OBJETIVOS DE LA BIOMECÁNICA



Prevención de Lesiones

- Que las fuerzas aplicadas no causen daños en los tejidos (presión).
- Identificar el tipo de fuerza
- Dirección y magnitud de la fuerza
- Respuesta del sistema neuromotor (mala coordinación, fatiga, falta de control)



Rendimiento

- Eficiencia
- Respuesta del sujeto más correcta.
- Mínimo esfuerzo (coste energético)



Fuente: <https://biomecanicasite.wordpress.com/biomecanica/>



Mejorar el movimiento → ¿Por qué se da el movimiento? ¿Cómo se da el movimiento?

El movimiento efectivo involucra:

- Factores anatómicos
- Habilidades neuromusculares
- Capacidades fisiológicas
- Habilidades cognitivas

El desempeño humano también puede mejorarse a través del **diseño de equipos y herramientas.**



FUENTE: <https://binged.it/2xn3jYZ>



Ejemplo de diseño de productos para mejorar el movimiento y la eficiencia.



Laboratorio de investigación deportiva Nike

FUENTE: news.nike.com

Prevención y tratamiento de lesiones

Los estudios biomecánicos ayudan a prevenir lesiones al brindar información sobre **las propiedades mecánicas de los tejidos**, **Cargas mecánicas** durante el **movimiento**, así como terapias preventivas o de rehabilitación.



Principios mecánicos del cuerpo humano

FUENTE: (Knudson, 2009).



FUENTE: zet-climat.com.ua

ANÁLISIS DE ACTIVIDADES



FUENTE: bigacsm.wordpress.com

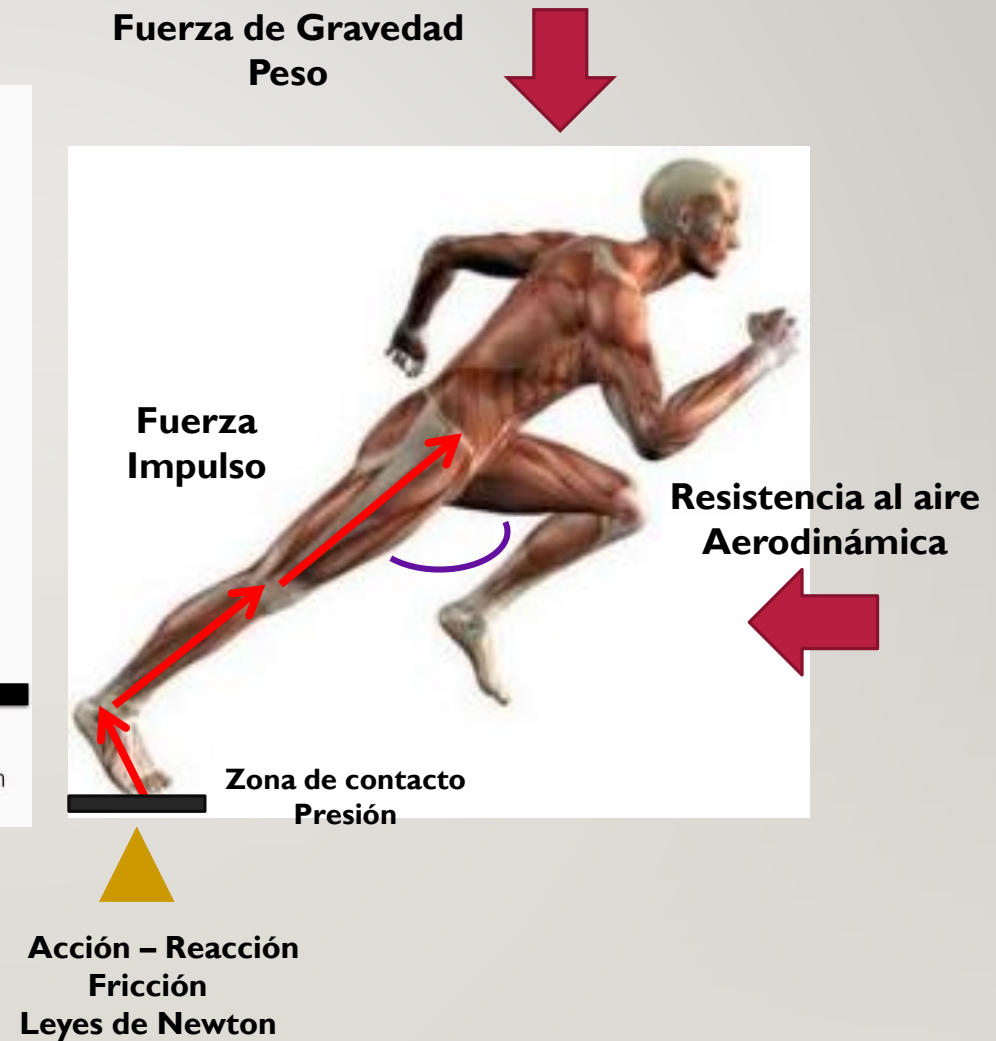
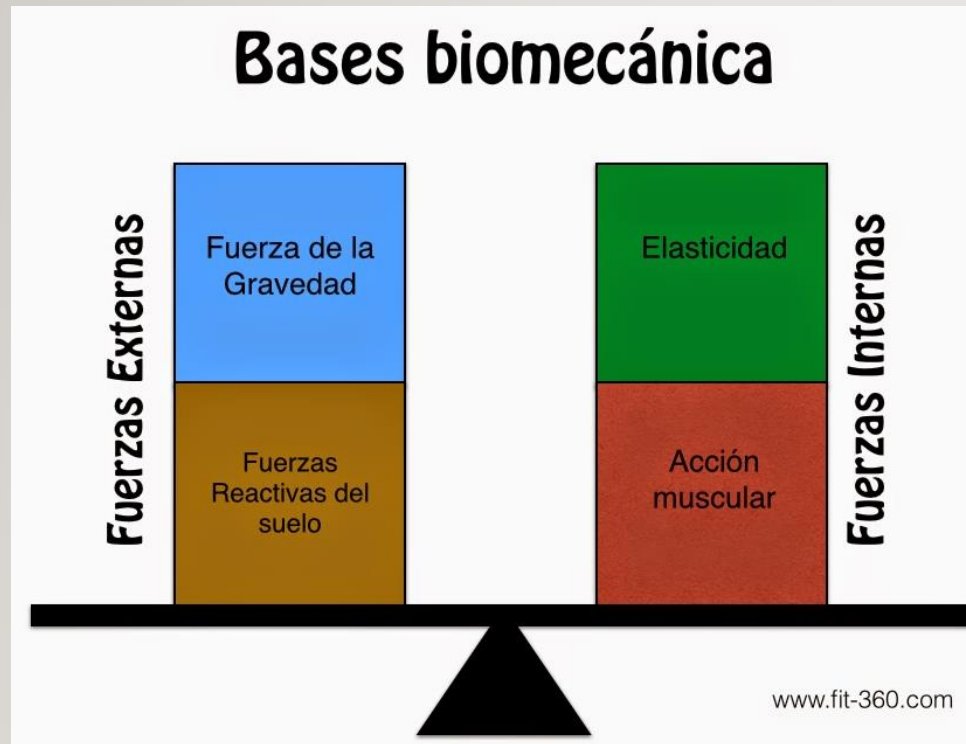
Preparación →

Acción →

Conclusión

Todas las fases anteriores se rigen por principios biomecánicos

Conceptos Básicos



Para reflexionar

Identificar en la imagen los conceptos de la lámina anterior: fuerzas externas e internas.

Discutir:

¿Qué sucede al correr en la arena?

¿Por qué nos resbalamos al caminar sobre hielo?

¿Por qué es difícil caminar en un terreno fangoso?

Explicar la posición de los brazos.
Intentar correr con posiciones diferentes de los brazos.

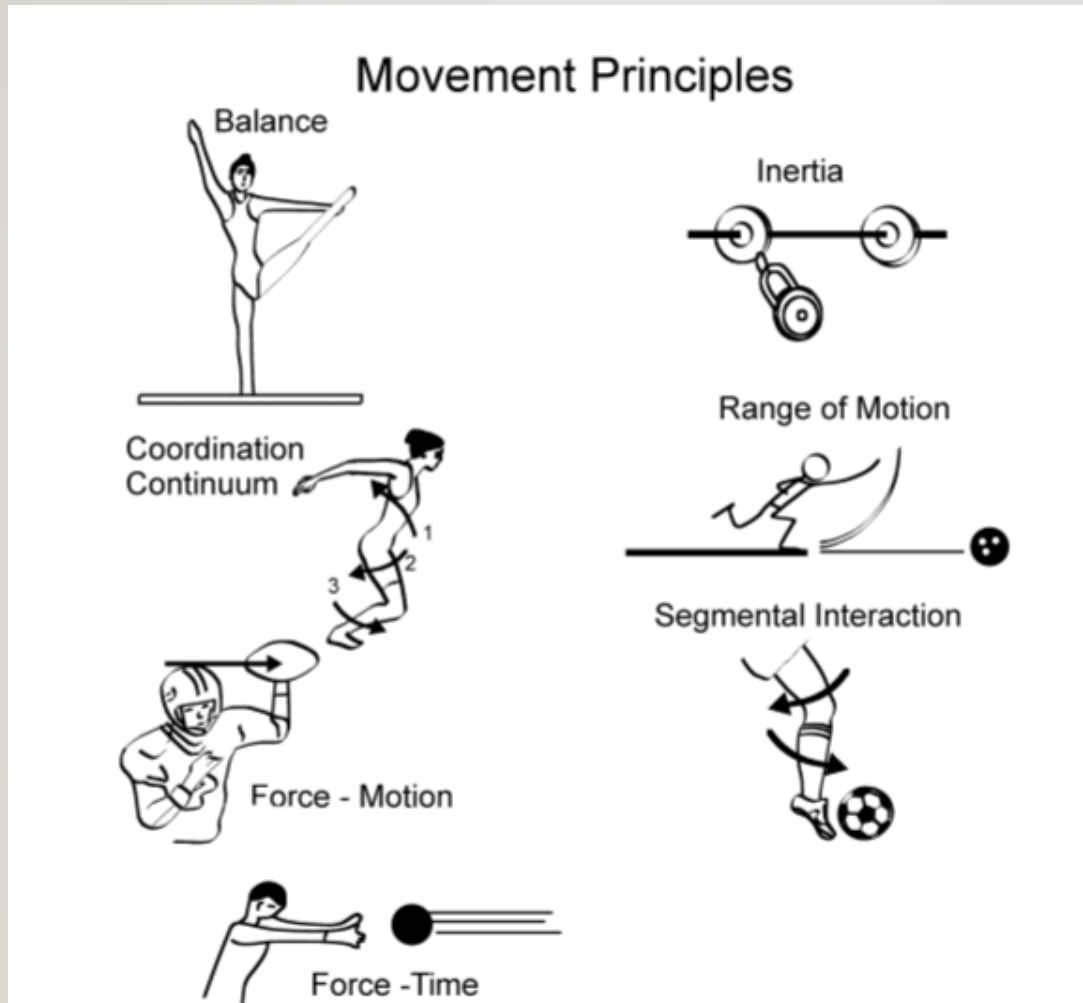


FUENTE: <https://goo.gl/images/AWgZK9>

PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS BIOMECÁNICO

Creación de movimiento

- Balance (Equilibrio)
- Inercia
- Fuerza/movimiento
- Rango de movimiento
- Fuerza/tiempo
- Interacción de segmentos

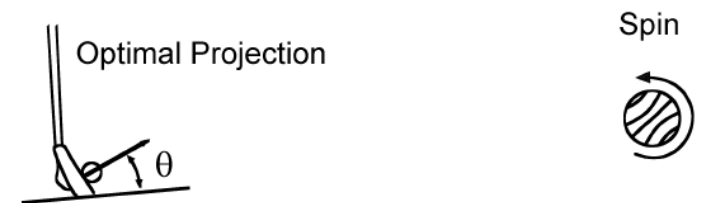


FUENTE: (Knudson, 2009).

Proyección (Proyectiles)

- Proyección optima
- Giro

Projectile Principles



I. Equilibrio / Balance

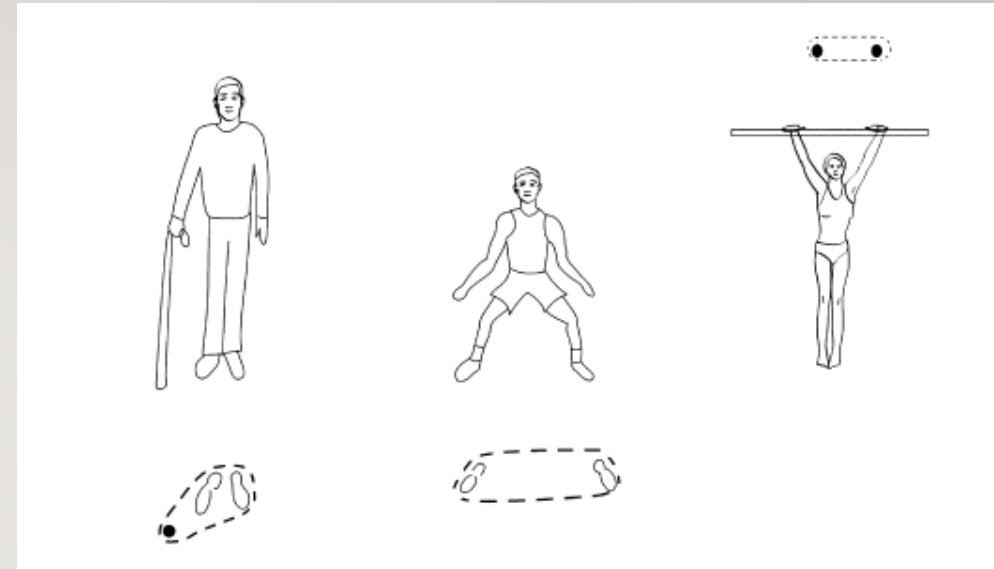
Posibilidad de una persona para controlar la posición de su cuerpo en relación con alguna base o soporte.

Mayor estabilidad:

- Entre más bajo este el centro de masa
- Más amplia la base de soporte



FUENTE: <https://goo.gl/images/fZhPuA>



FUENTE: (Knudson, 2009).

FUENTE: <https://goo.gl/images/SGgSk4>



II. Principio: Fuerza – movimiento

Las fueras desbalanceadas que actuan sobre nuestro cuerpo u objetos pueden crear o modificar el movimiento.

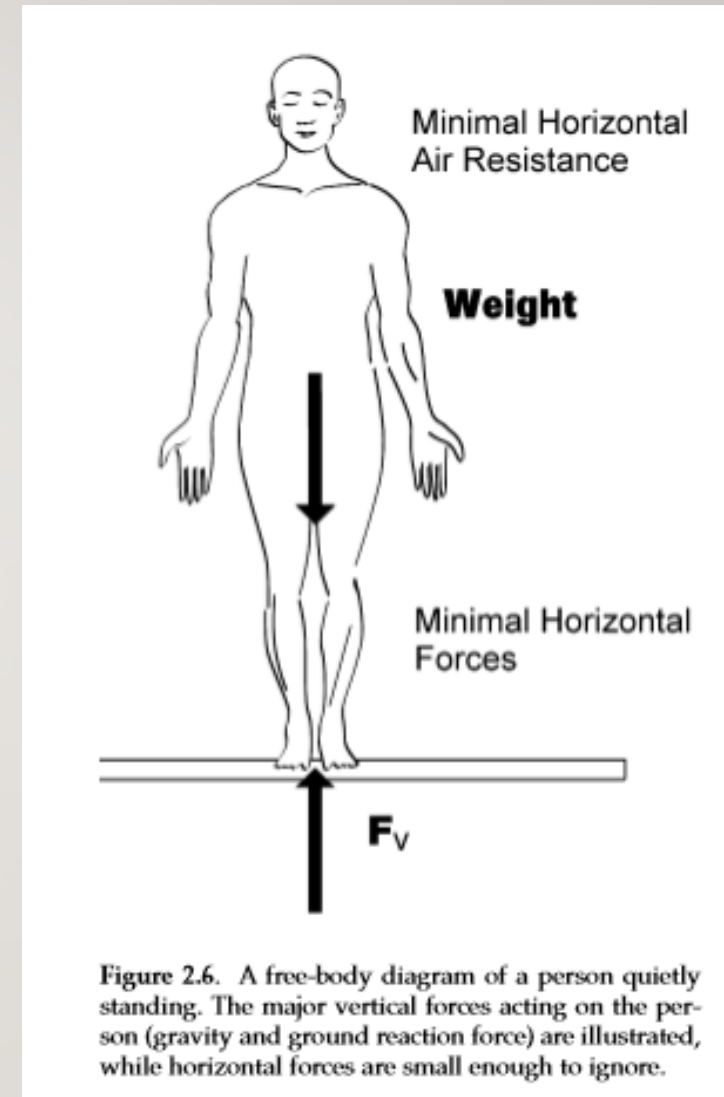
Cuando estas fuerzas están balanceadas no hay cambio en movimiento.



La Ley de Newton

Ley de la Inercia

Un cuerpo permanece en **reposo o movimiento uniforme** hasta que actúa sobre él un juego **externo de fuerzas**.

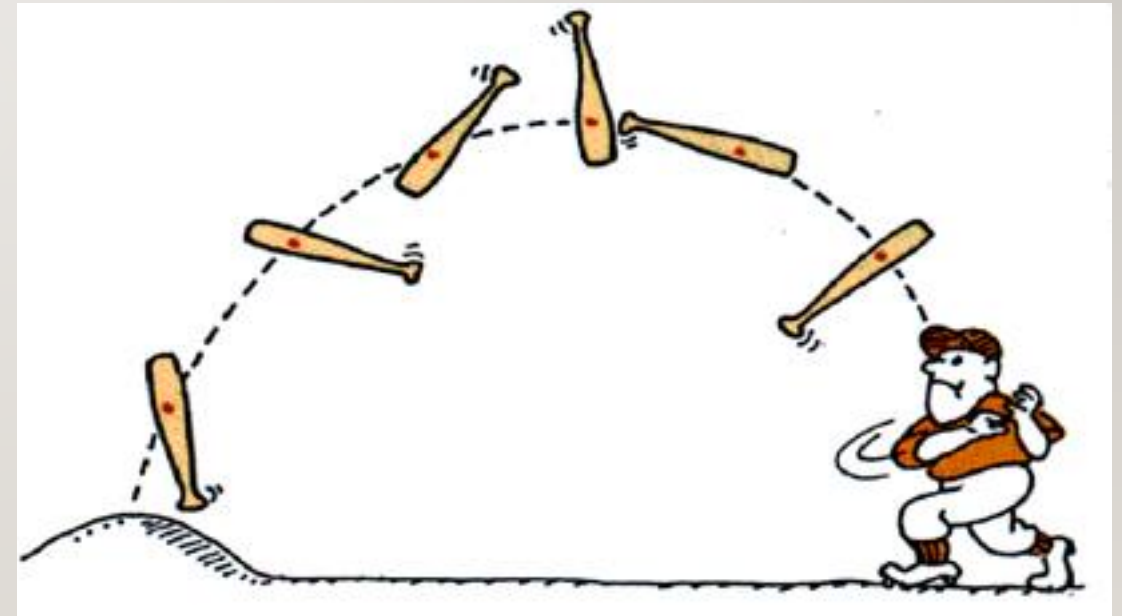


FUENTE: (Knudson, 2009).

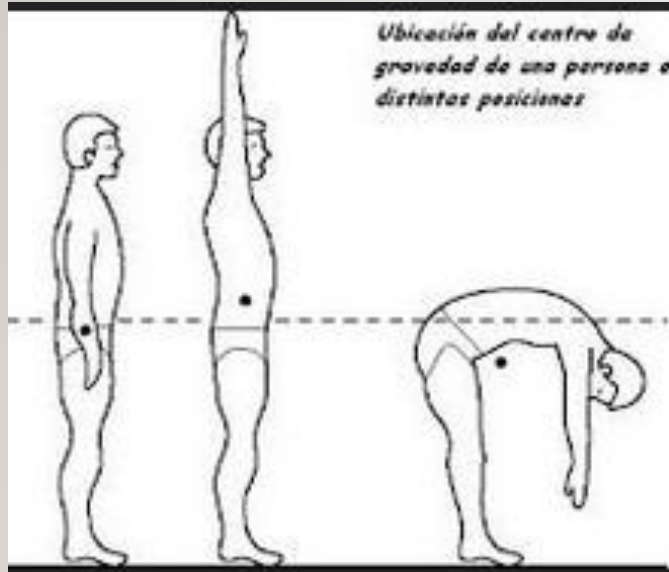
El **Centro de masa** de un cuerpo se localiza en aquel punto en el cual para cualquier plano que pasa por él los momentos de las masas a un lado del plano son iguales a los momentos de las masas del otro lado.



Centro de gravedad de un cuerpo es el punto donde se encuentra aplicada la resultante de la suma de todas las fuerzas gravitatorias que actúan sobre cada una de las partículas del mismo. Si el cuerpo es simétrico y homogéneo, la resultante de todas las fuerzas gravitatorias se localizará en el centro geométrico.



Cálculo del centro de gravedad



FUENTE: <https://binged.it/2NmV5e4>

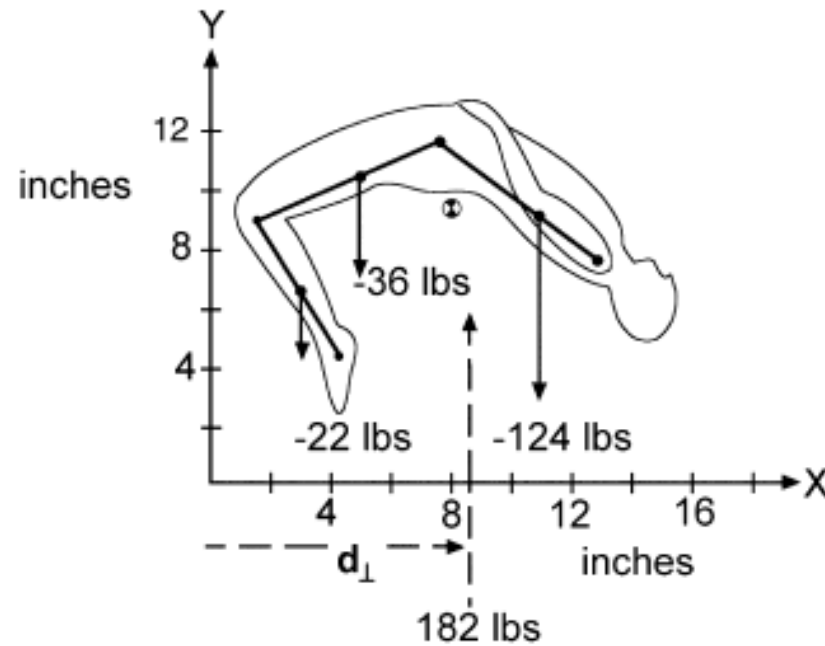
FUENTE: (Knudson, 2009).

Segment Centers of Gravity (X,Y)
 Shank/feet (3.2,6.6)
 Thighs (5.0,10.5)
 Head/Arms/Trunk (11.0,9.0)

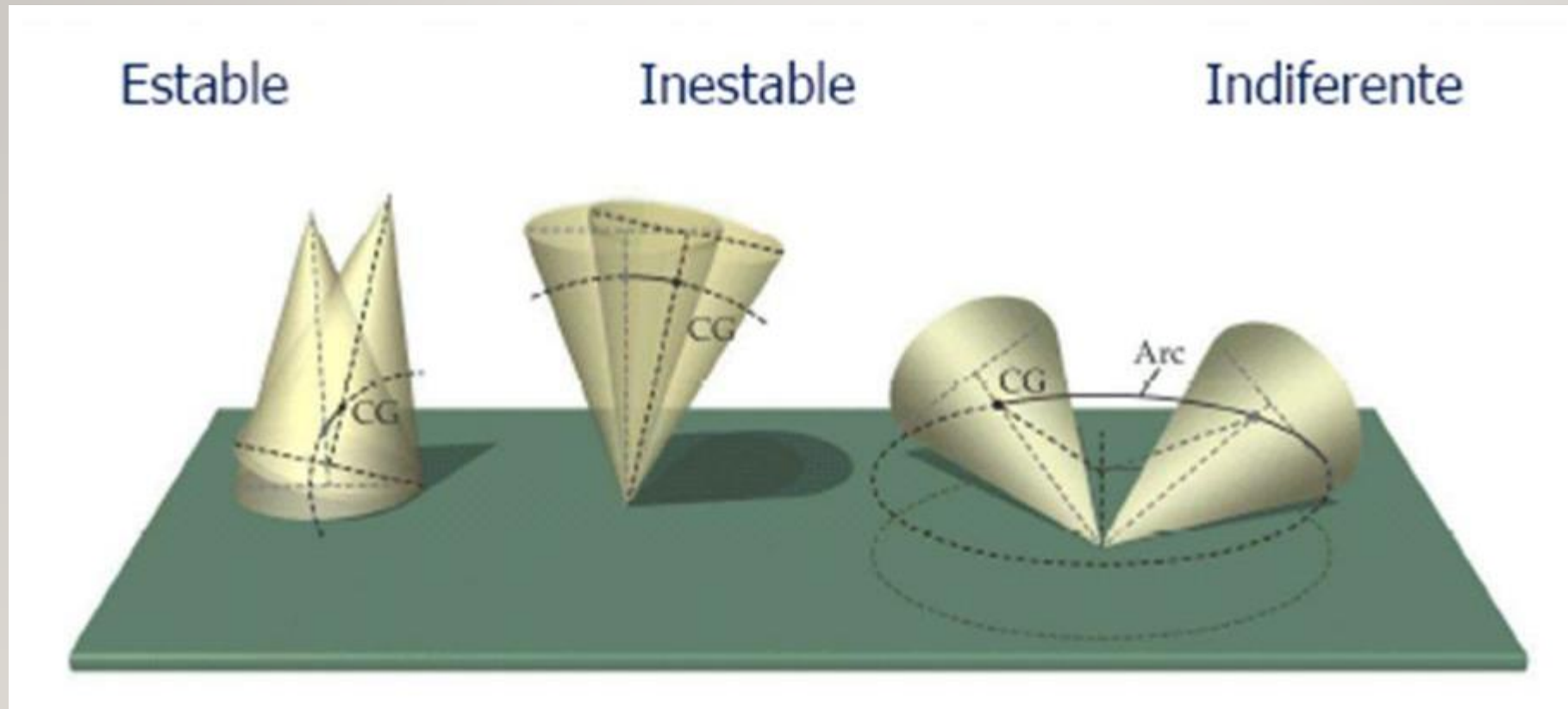
$$\Sigma T_0 = 0$$

$$182(d_{\perp}) - 22(3.2) - 36(5) - 124(11) = 0$$

$$d_{\perp} = 8.9 \text{ in}$$



Tipo de equilibrio



¿En que situaciones la inestabilidad puede ser positiva? (efecto buscado)

FUENTE: <https://goo.gl/images/osmv4E>

Posición de arranque → Inestabilidad → Favorece el movimiento



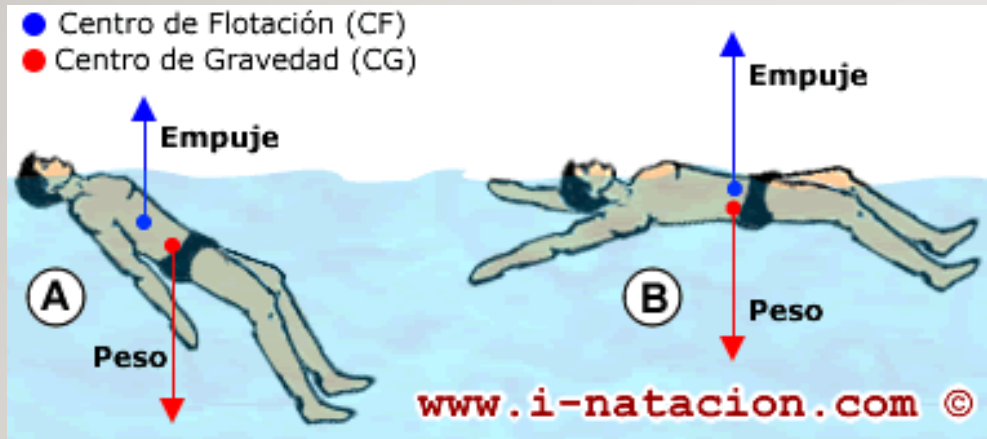
FUENTE: <https://binged.it/2Ni0u6e>



FUENTE: thenerdswife.com

Para Reflexionar:

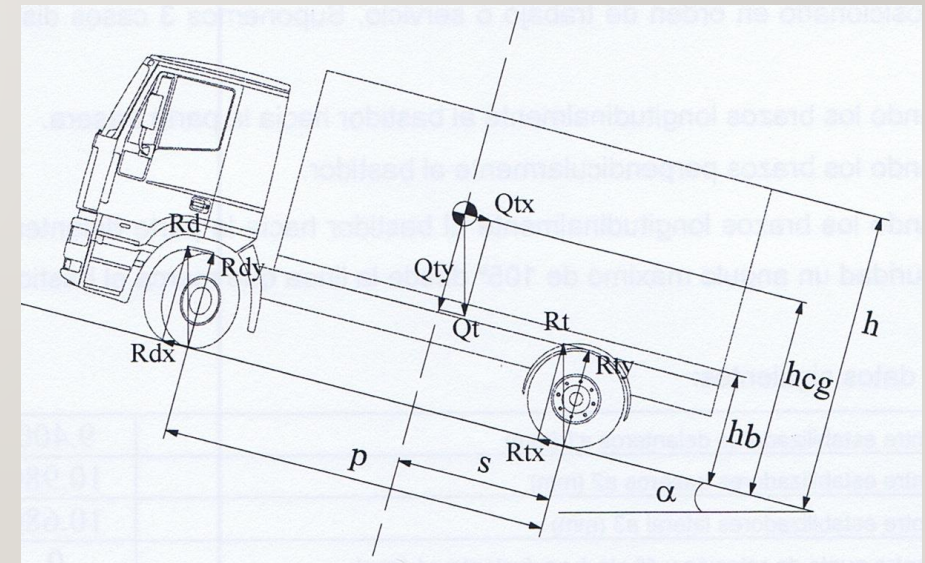
I. Analizar la siguiente imagen ¿Qué sucede con la estabilidad?



II. Investigar las dimensiones de un auto de carreras y una camioneta. Calcular los ángulos máximos de estabilidad lateral y frontal.

Investigar productos que apliquen los principios de estabilidad.

Presentar y explicar ante el grupo.



FUENTE: <https://binged.it/2Da07pE>

Inercia

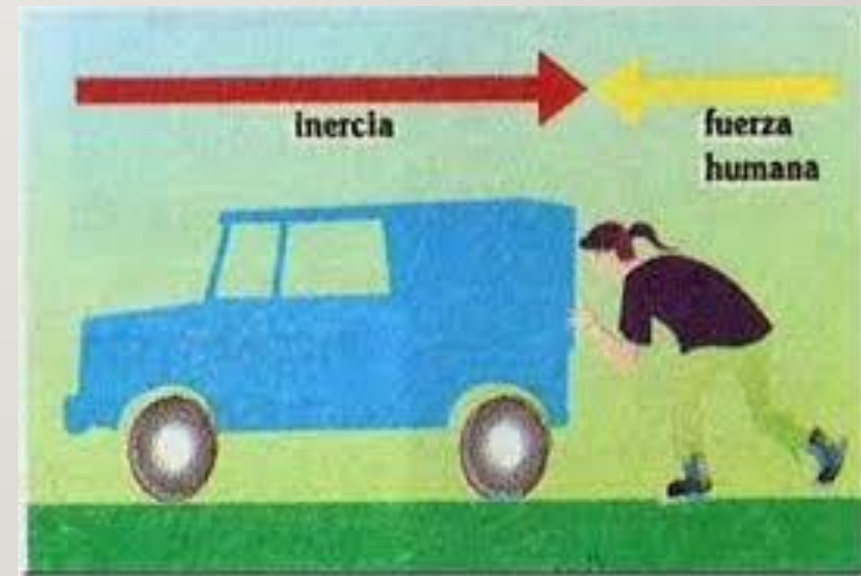
Ley de la Inercia

Un cuerpo permanece en **reposo o movimiento uniforme** hasta que actúa sobre él un juego **externo de fuerzas**.



FUENTE: <https://binged.it/2D8I443>

Aunque la masa de un objeto se mantiene constante, éste puede tener un número infinito de momentos de inercia (dependiendo de los ejes sobre los cuales pueda girar).



FUENTE: <http://estefaniafuerzas.blogspot.com/>

Modificación de inercia para mejorar desempeño

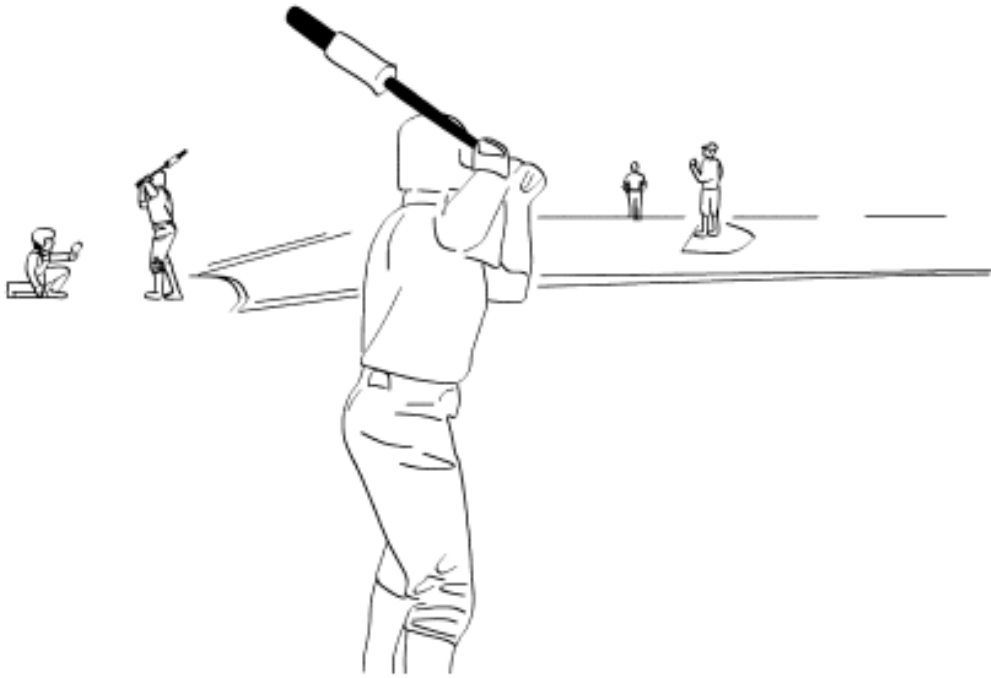


Figure 6.6. Mass added to sporting implements in warm-up swings makes the inertia of the regular implement (when the mass is removed) feel very light and quick. Do you think this common sporting ritual of manipulating inertia is beneficial? If so, is the effect more biomechanical or psychological?

Al reducir la masa es mas fácil aumentar la aceleración.

Al aumentar la masa, hacemos al objeto mas estable.

Utilizar mayor masa en las actividades para vencer la inercia

Cuando dos objetos entran en contacto se dan las siguientes fuerzas: La reacción y la fricción.

FUENTE: (Knudson, 2009).

III. Principio: Esfuerzo Máximo

La producción de máxima fuerza requiere el uso del movimiento de todas las articulaciones que contribuyan a lograr el objetivo.



FUENTE: <https://binged.it/2Nqllhj>



FUENTE: <https://goo.gl/images/H17RgL>

Elementos de una fuerza

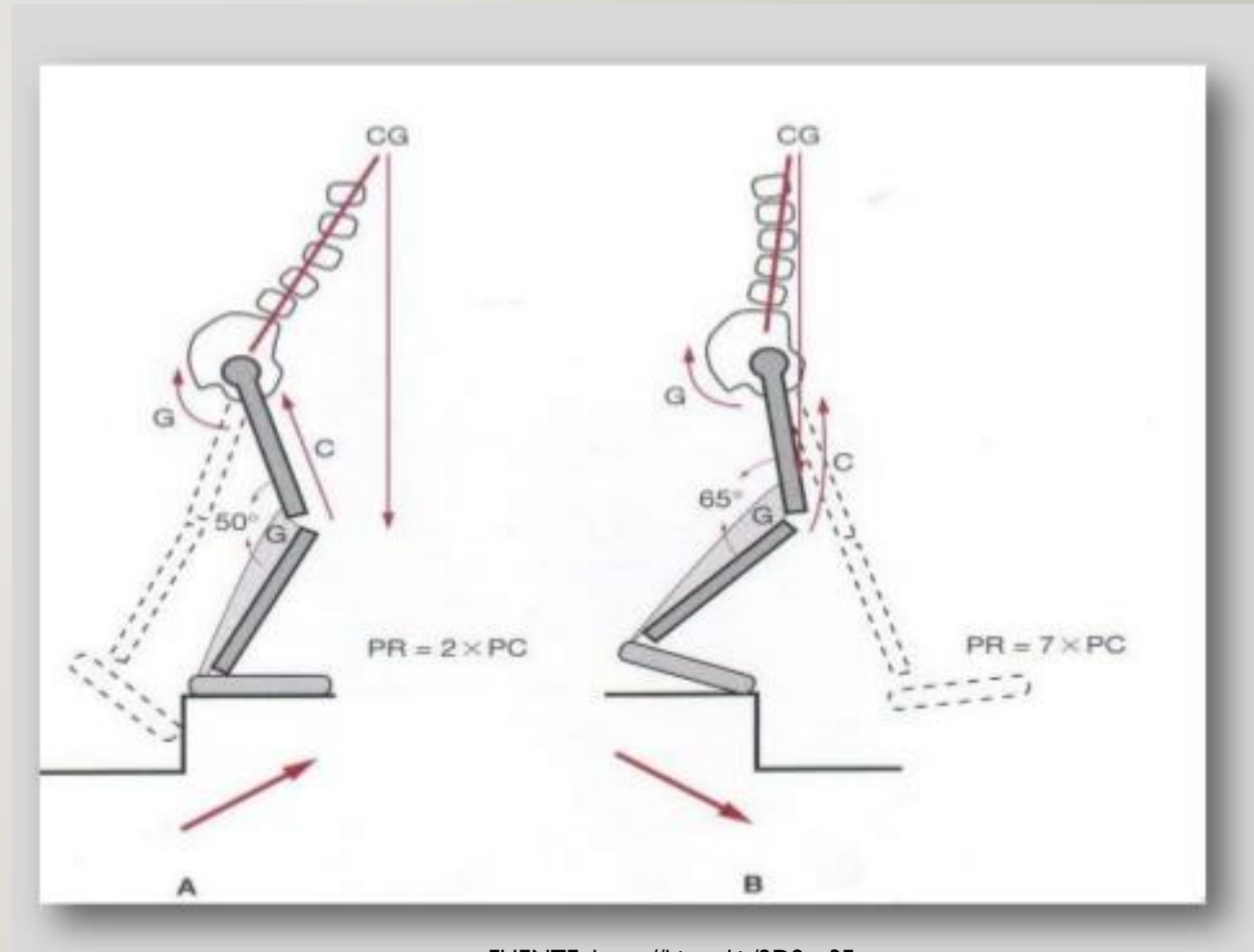
- Magnitud
- Línea de acción
- Dirección
- Punto de Aplicación



FUENTE: <https://goo.gl/images/KL9Knc>

IV. Principio de interacción de segmentos:

Las fuerzas que actúan en un sistema de cuerpos rígidos vinculados, pueden ser transferidas a través de las articulaciones. Los músculos normalmente actúan en pequeños estallidos que producen torques coordinados para complementarse por las fuerzas de las articulaciones.

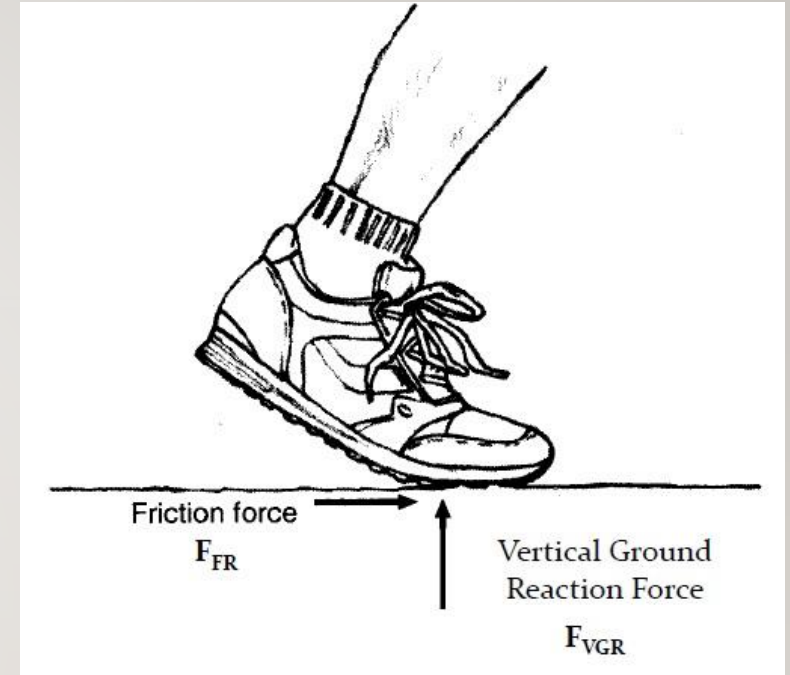
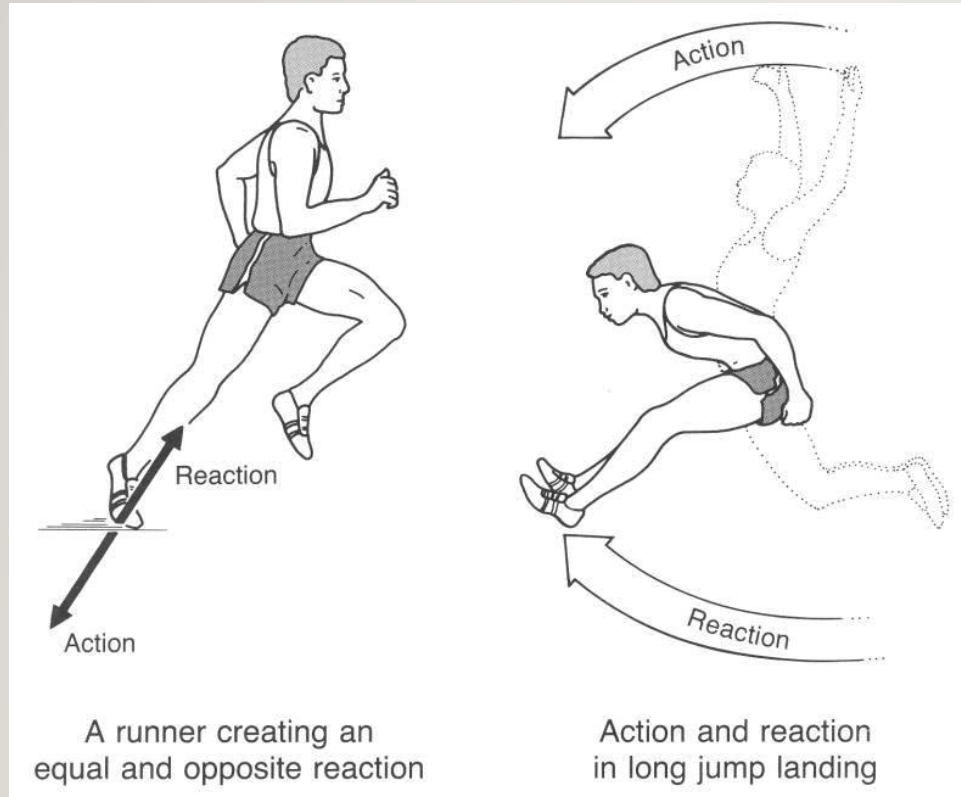


FUENTE: <https://binged.it/2D8ne3F>

V. Movimiento Linear

El movimiento usualmente ocurre en la dirección opuesta a la fuerza aplicada.

FUENTE: <https://goo.gl/images/o9VESf>



FUENTE: <https://binged.it/2DJ2974>

Fricción:

Fuerzas que se opone al deslizamiento de las superficies.

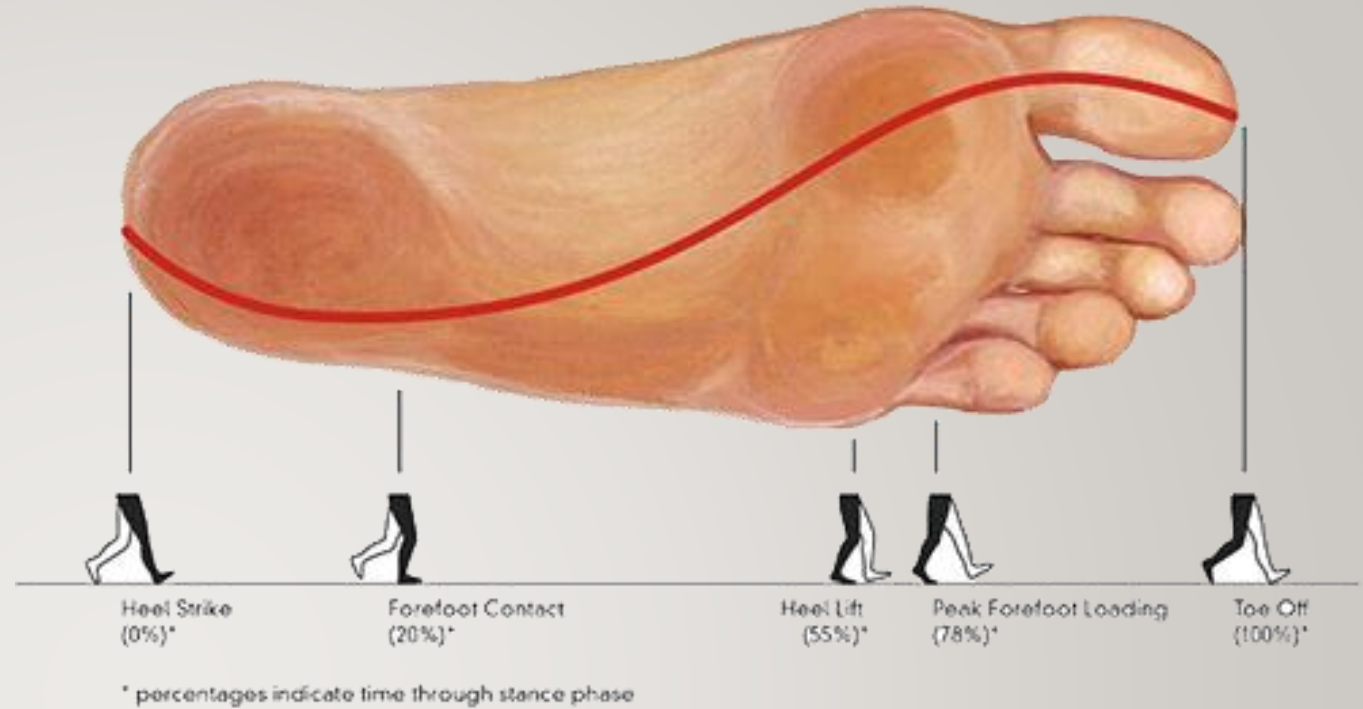
Presión

Indica la distribución de una fuerza en una área.

$$P = F/A$$

Ventajas de la Fricción

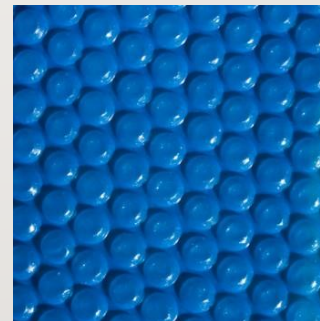
- Permite el movimiento
- Reduce el desplazamiento (caídas, resbalones)
- Frenar
- Se puede reducir al considerar el tipo de material, o bien utilizar aceites o lubricantes.



FUENTE: <https://binged.it/2Ni71O3>

Desventajas

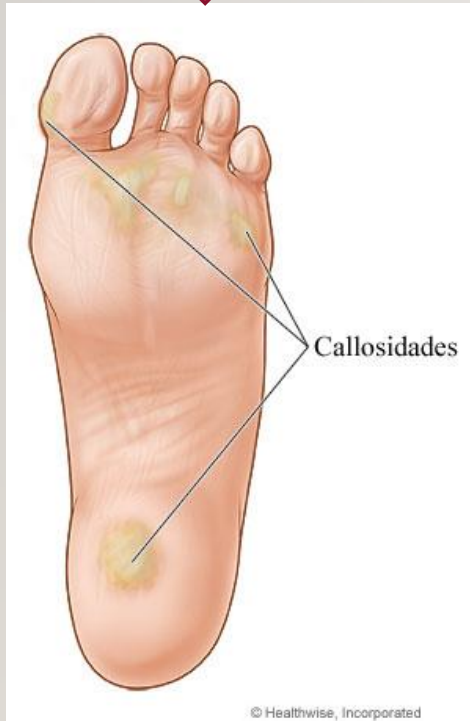
- Desgaste
- Reduce el movimiento



Úlceras por presión



Callosidades



Formación de úlcera por presión (úlcera de decúbito o escara)

En un paciente inmóvil, las úlceras por presión se forman con mayor frecuencia sobre las protuberancias óseas.

Una úlcera por presión se forma cuando la presión fuerza a una protuberancia ósea a que comprima el tejido blando subyacente.

Presión oscura
contra la protuberancia ósea

Etapas de las úlceras por presión

Etape 1
La piel se ve roja y enrojecida que puede estar caliente y sensible al tacto. No hay pérdida de piel.

Etape 2
La úlcera se extiende hacia abajo, pero se a limita a las capas de la piel. No hay pérdida parcial de piel.

Etape 3
Las capas de la piel han desaparecido completamente. La exposición del tejido subcutáneo puede extenderse a, pero no a fondo de la lesión.

Etape 4
La úlcera llega más allá de la fascia muscular. Incluye exposición a las prominencias de soporte como el hueso y el tendón.

FUENTE: <https://goo.gl/images/mMvqvK>



VI. Movimiento Angular

El movimiento angular se produce por la aplicación de una fuerza actuando a una distancia de un eje, por torque.

FUENTE: <https://goo.gl/images/dYG9xu>



Preparación →

Acción →

Remate

Rango de movimiento

El propósito de algunos movimientos requiere que algunos segmentos del cuerpo limiten su rango de movimiento, mientras que otros que requieren mayor velocidad y mayor rango de movimientos.

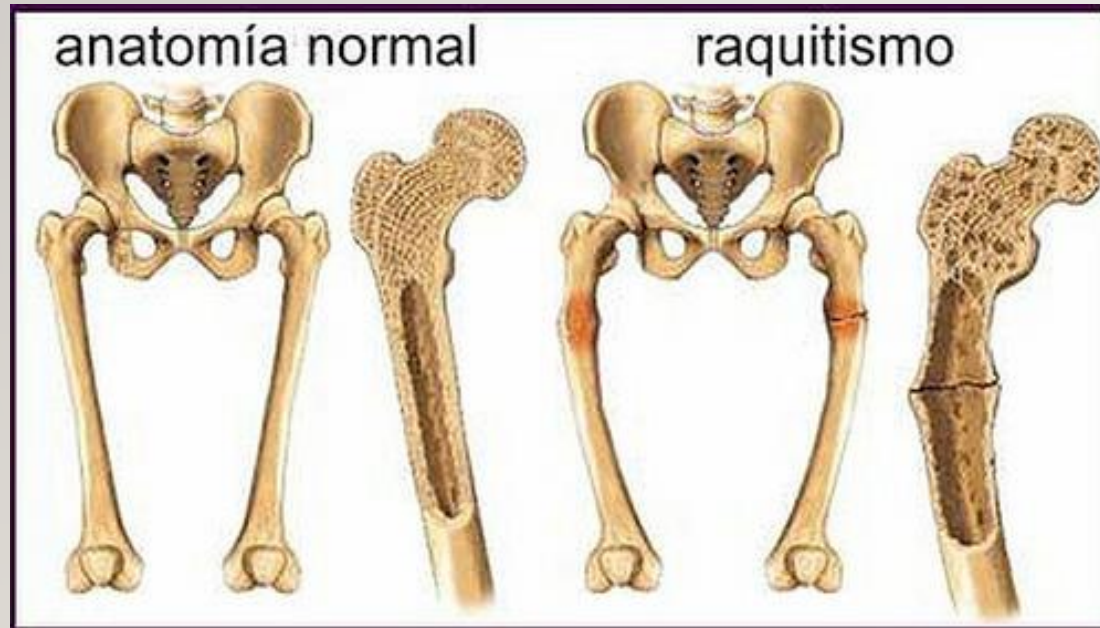
FUENTE: (Knudson, 2009).



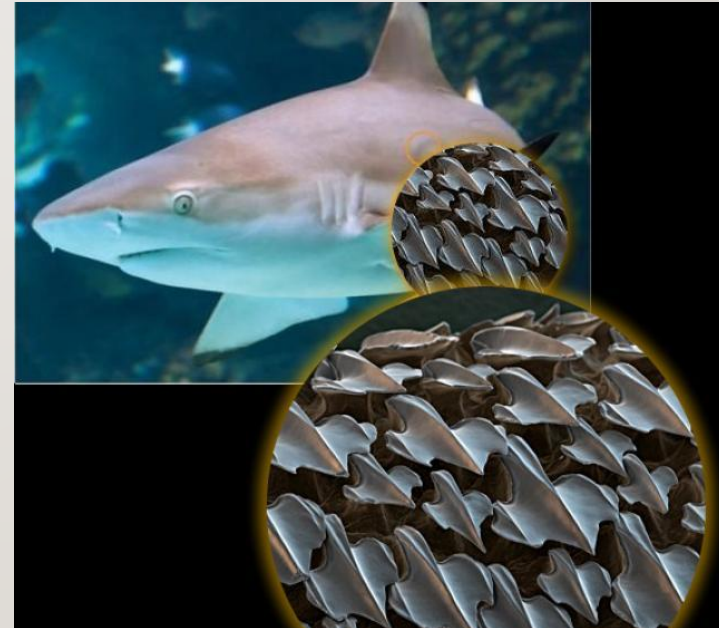
Figure 2.7. The forward stride of a pitcher increases the range of motion used to accelerate the body and eventually the baseball.

VII. Principio de economía de esfuerzos

La cantidad de material óseo empleado en la construcción de los huesos, así como su forma y estructura, están relacionadas con las **exigencias mecánicas** de cada etapa de la vida y con la actividad propia de cada edad. En las estructuras sanas la energía gastada ha de ser la mínima.



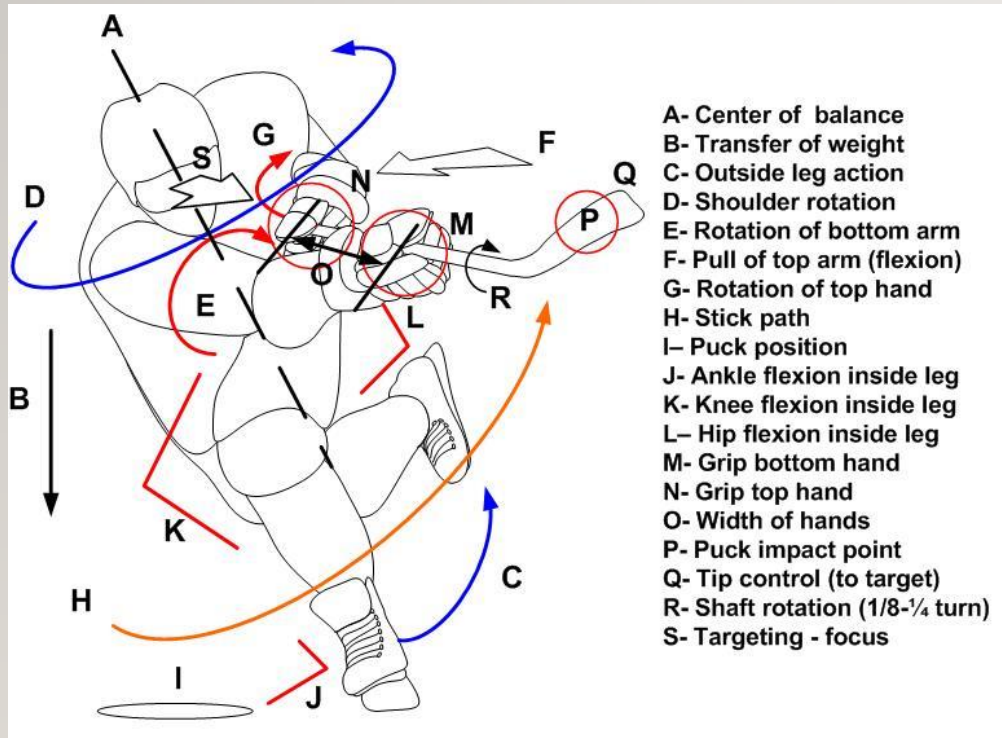
FUENTE: <https://goo.gl/images/7ENbH5>



FUENTE:
<https://rumboalapropiedad.blogspot.com/2013/07/la-piel-de-los-tiburones.html>

VIII. Velocidad Máxima

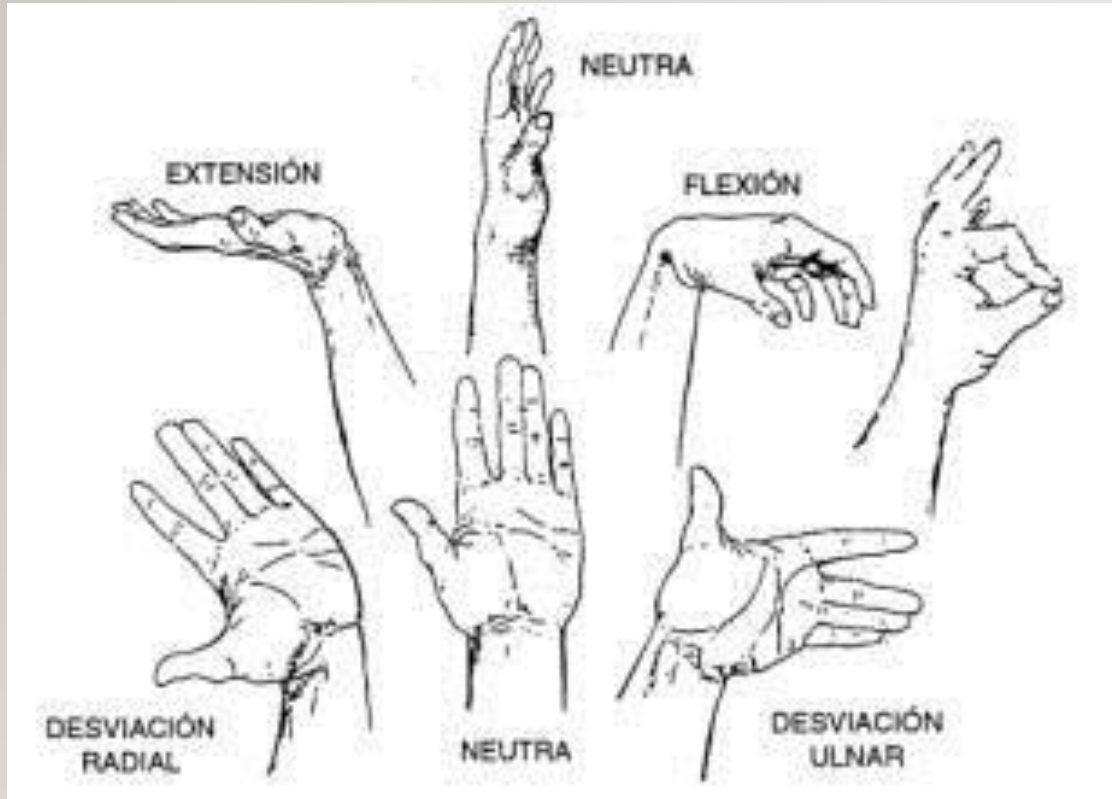
La producción de máxima velocidad requiere el uso de las articulaciones – de las mas largas a las mas pequeñas.



FUENTE: <https://binged.it/2D8iewb>

El principio de coordinación continua dice que la temporización optima de las acciones de los músculos o movimientos de los segmentos dependen del **objetivo del movimiento**, por lo que se podrá observar la acción simultanea de varios músculos y rotación de articulación.

Las funciones de los segmentos corporales no se deben estudiar de forma aislada, pero sus movimientos si”



La orientación de la mano es el resultado del perfecto funcionamiento de todas las articulaciones de la extremidad superior (hombro, codo, pronosupinación (rotación) y carpo)

FUENTE: <https://goo.gl/images/vhMWf7>

IX. Principio de un segmento compensa al vecino

La deformación en un determinado nivel se ve compensada siempre por los segmentos vecinos

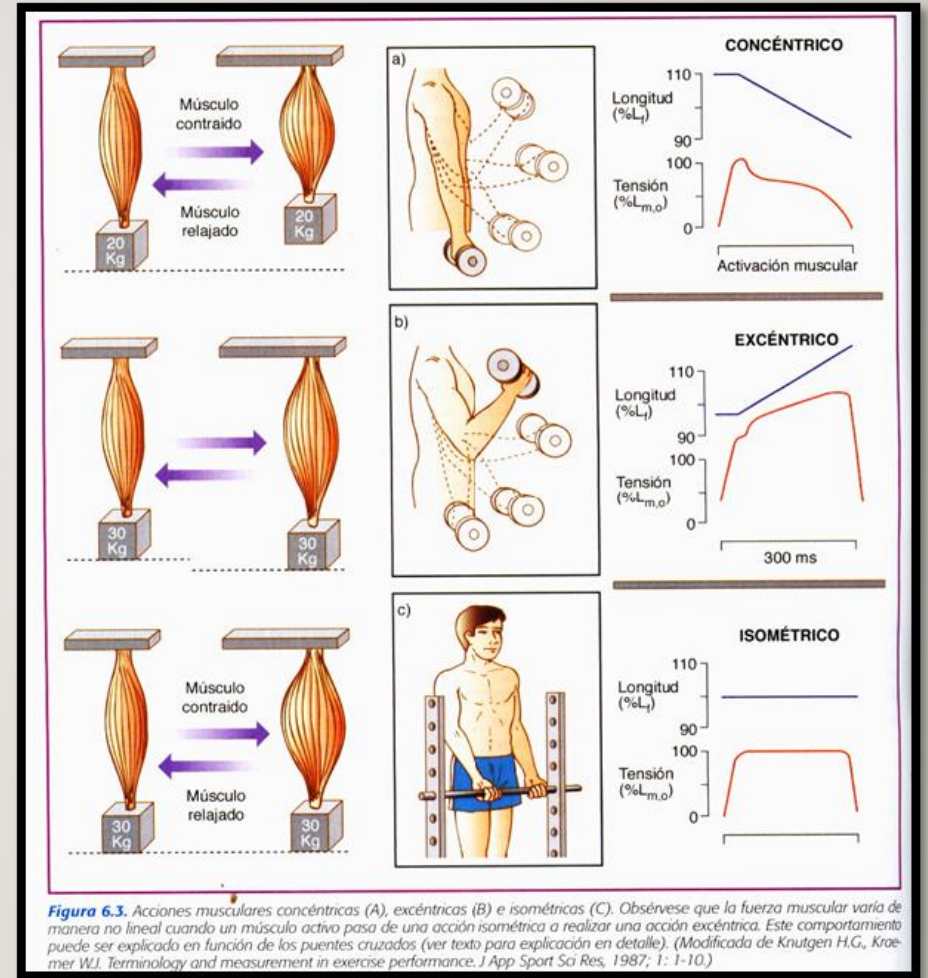
FUENTE: <https://goo.gl/images/7V5UcF>

Contracción isométrica e isotónica.

Isotónica	Isométrica
El musculo se acorta durante la contracción.	El musculo no se acorta durante la contracción.
El musculo se acorta contra una carga fija.	El musculo se contrae contra un transductor de fuerza, sin disminuir la longitud del musculo.

Isotonic Contraction

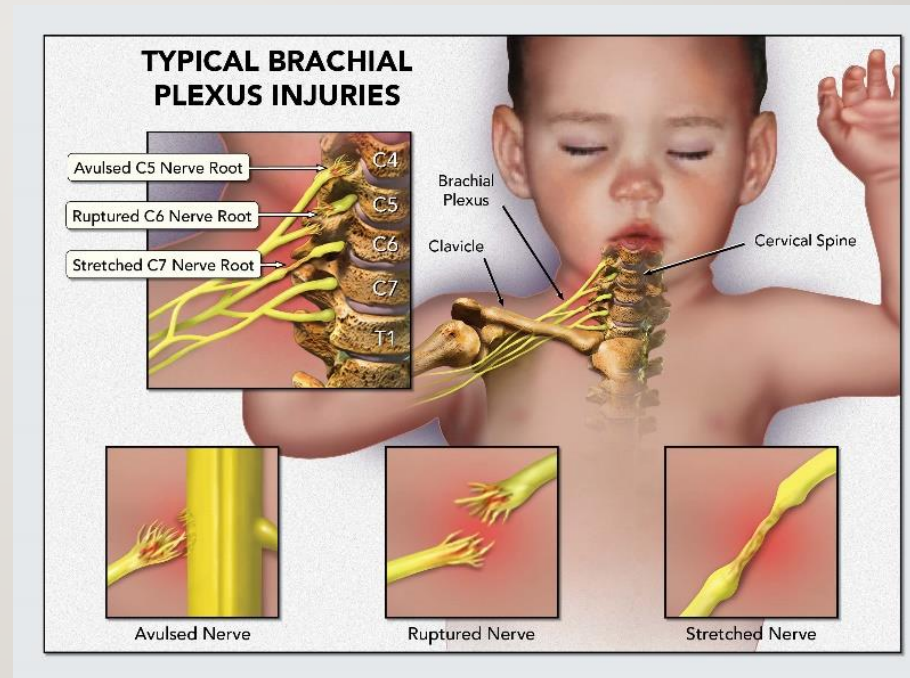
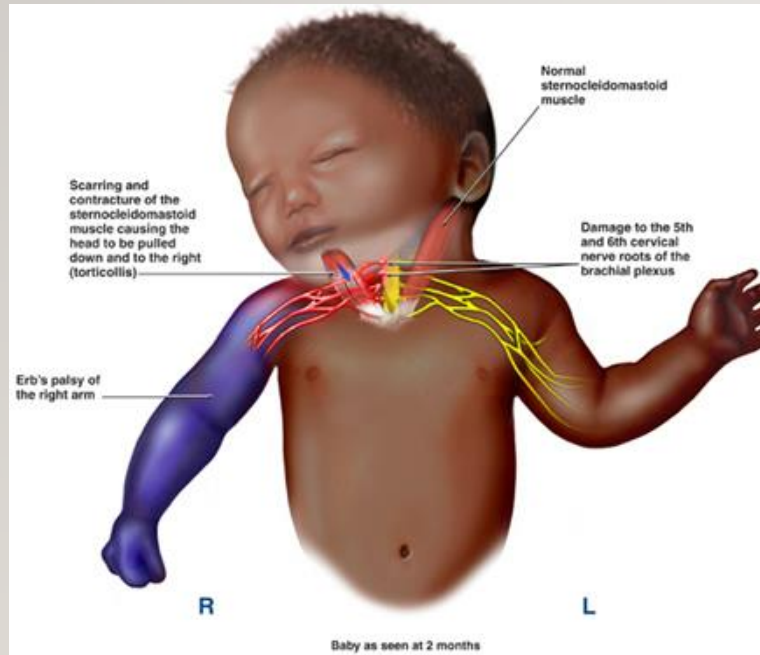
Isometric Contraction



X. Principio del equilibrio

En condiciones normales existe un equilibrio entre las estructuras con conservación de una situación estático-dinámica. Cuando no se logran esas compensaciones, es decir, no se equilibra la función, existen alteraciones funcionales.

Parálisis braquial obstétrica



<https://www.childbirthinjuries.com/erbs-palsy/pictures/>

Conceptos necesarios para el análisis de movimientos

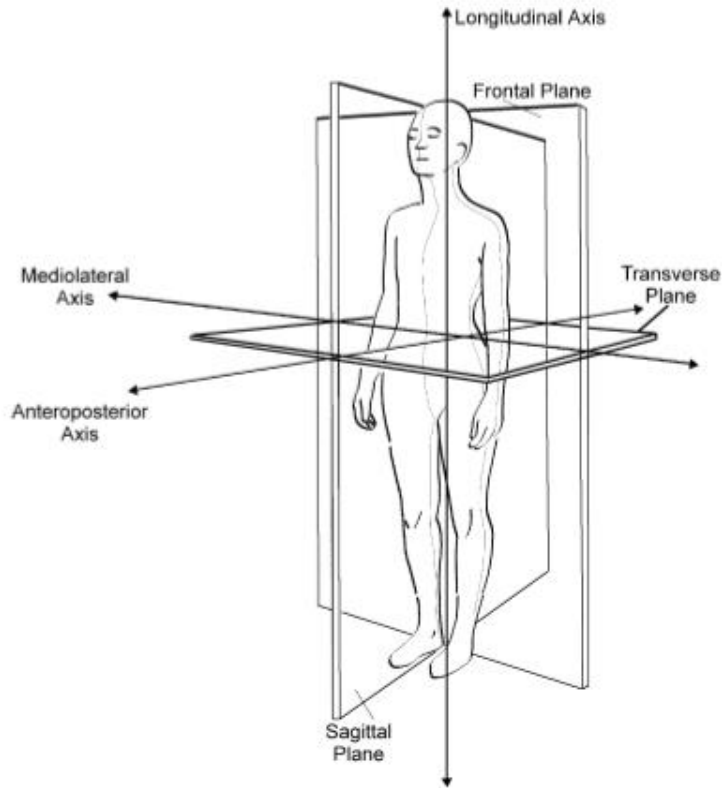


Figure 3.1. The major anatomical planes of motion, and axes of rotation.

Un plano de movimiento es una dirección especial particular o una dimensión del movimiento, y un eje es una línea imaginaria sobre la cual un cuerpo rota.

Los ejes asociados con el movimiento son:

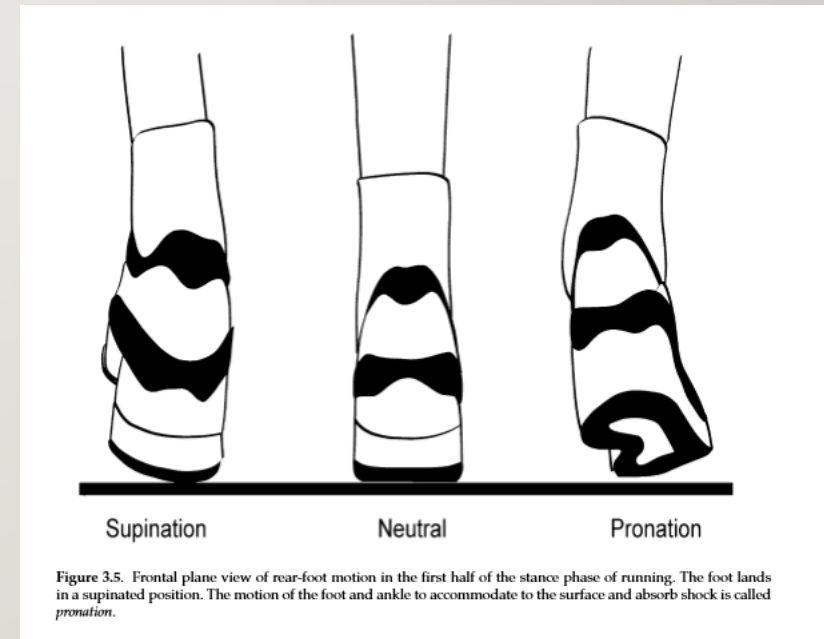
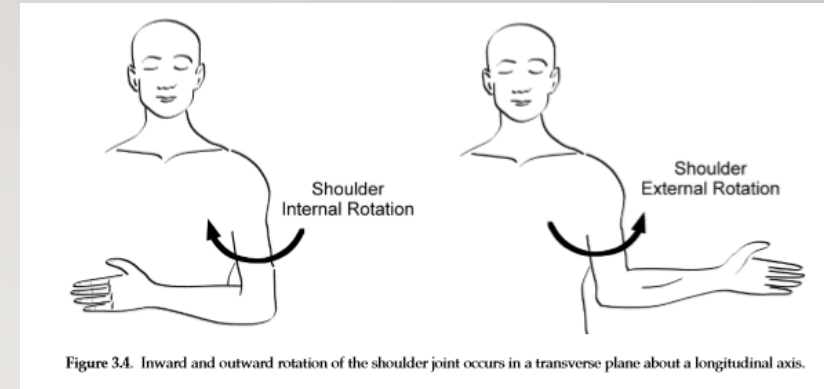
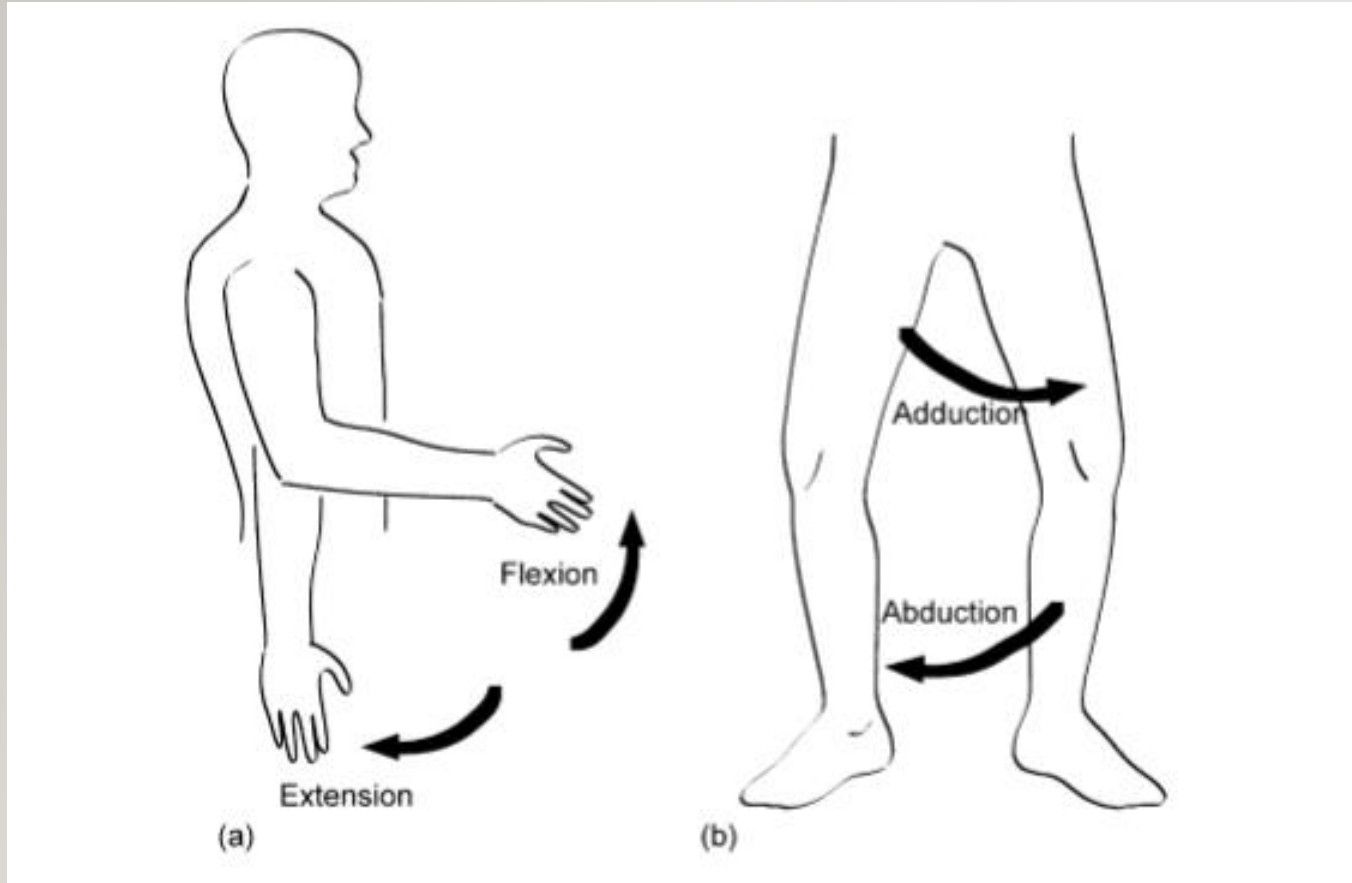
- Plano antero-posterior
- Plano medio lateral
- Eje longitudinal

FUENTE: (Knudson, 2009).

FUENTE: (Knudson, 2009).

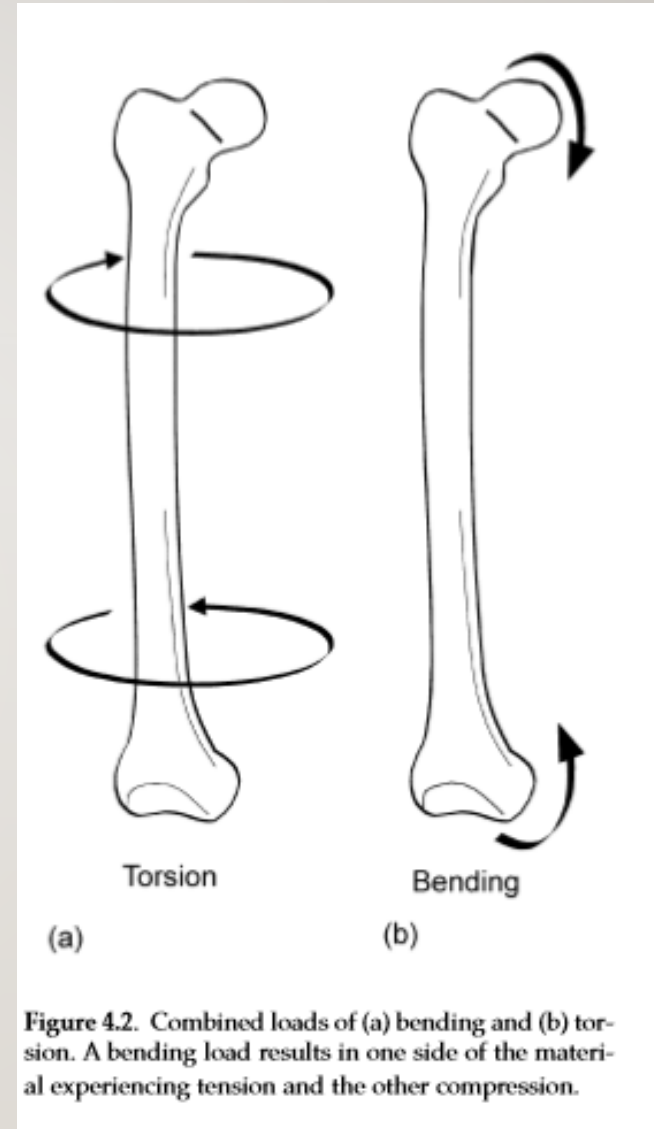
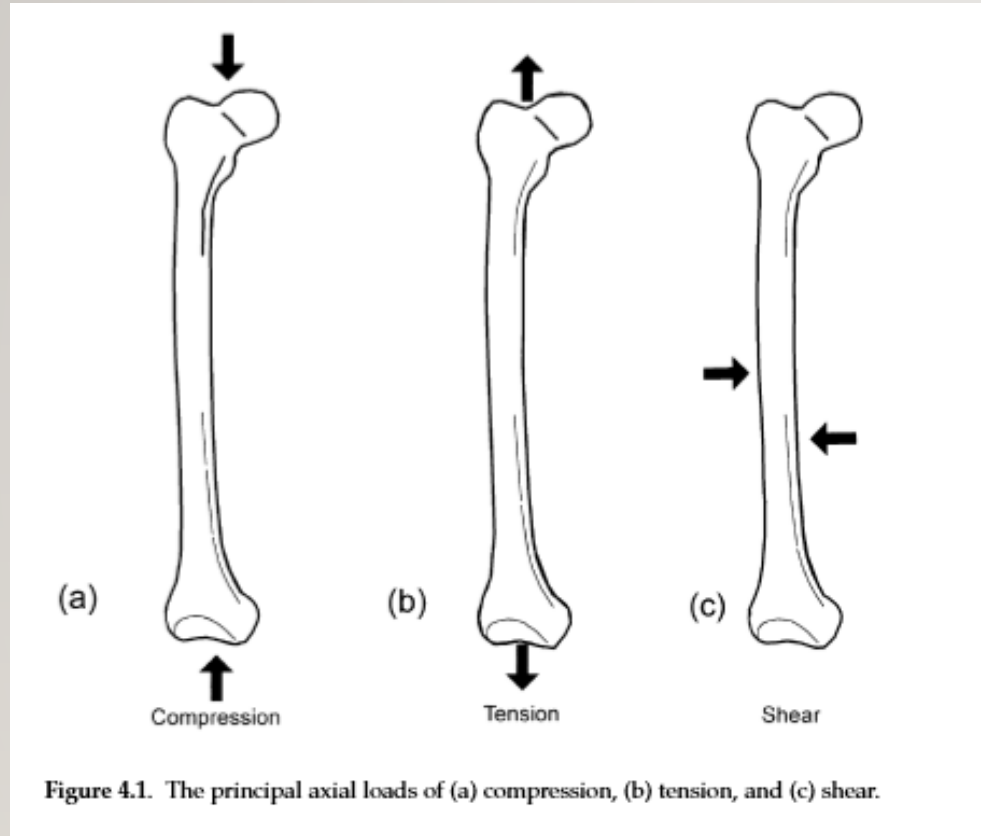
Planos anatómicos

Términos de dirección



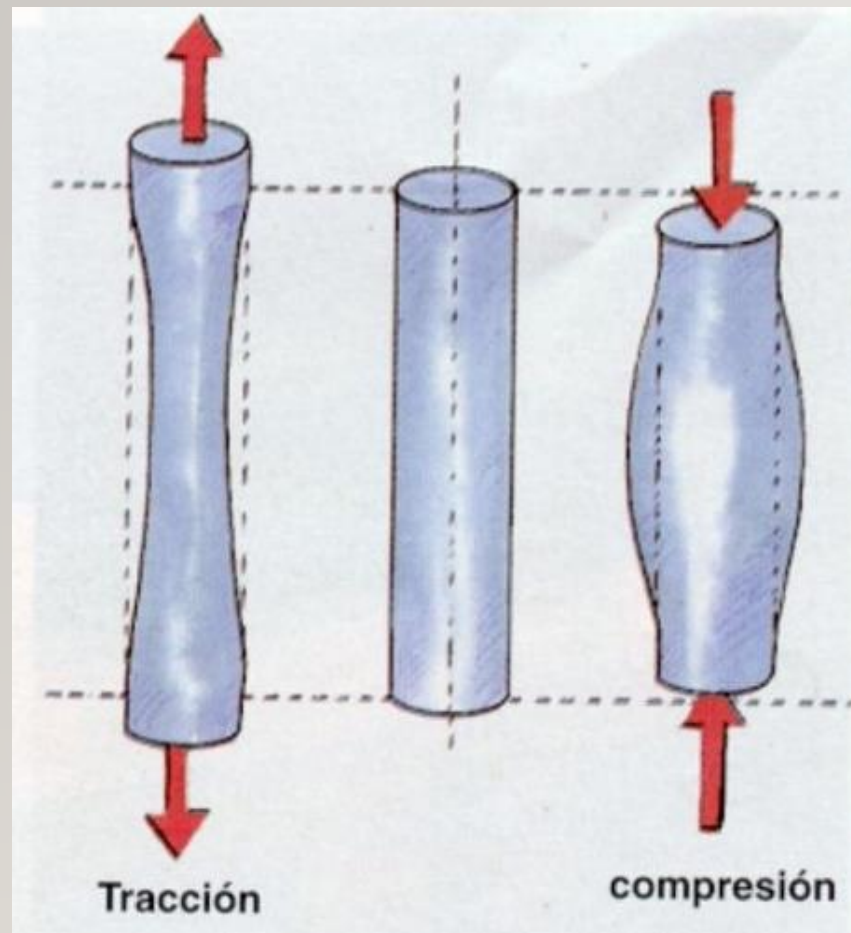
FUENTE: (Knudson, 2009).

Fuerzas a las que puede someterse el cuerpo humano



FUENTE: (Knudson, 2009).

Compresión



FUENTE: <https://binged.it/2NjzZNL>



Presión

La rodilla
La postura alterada al caminar con tacones altos provoca excesiva presión dentro de la rodilla, un lugar habitual donde aparece osteoartritis en la mujer. Un estudio encontró que la presión en la articulación de la rodilla aumentó hasta un 20% en mujeres que usaban tacones altos.

Postura
Los tacones altos empujan hacia delante el centro de gravedad del cuerpo, provocando mala alineación de los codos y la columna.

Presión
Los tacones altos pueden hacer que las piernas parezcan más largas, pero a más altura de los tacones, más presión en la parte delantera del pie. La presión aumenta en el antepié al llevar tacon de:
7,5 cm +76%
5 +57%
CORRECTO 2,5 +22% ALTERADO

Pantorrilla
Los músculos de la pierna se contraen y ajustan al ángulo provocado por los tacones altos. Los músculos se pueden acortar y contraer.

Neuroma de Morton
Los tacones altos con un zapato demasiado apretado puede provocar compresión de los tejidos entre el 3er y 4º dedo, lo cual puede provocar dolor.

Tendón de Aquiles
Al estar elevado el talón, el tendón de Aquiles se tensa.

Juanetes
Zapatos muy ajustados pueden provocar crecimiento óseo en la articulación en la base del dedo gordo, lo cual fuerza al dedo gordo a desviarse en ángulo, lo cual es doloroso.

Pump bump
Tiras rígidas en el talón pueden irritarlo, creando un crecimiento óseo también conocido como deformidad de Haglund.

Lesiones de tobillo
Los tacones altos dificultan el equilibrio; quien los use tiene mayor riesgo de caída, lo que puede llevar a esguinces o roturas.

Metatarsalgia
Los tacones altos fuerzan a la redistribución del peso del cuerpo. Su uso prolongado puede llevar a dolor articular en los puntos de apoyo en la parte delantera del pie.

Deditos en martillo
La puntera estrecha dobla a los dedos más pequeños. En ocasiones, los músculos de los dedos 2, 3 y 4 pierden la capacidad de estrarse, y permanecen doblados incluso con el pie descalzo.

Coro, Musculo, Callus, Middle joint, Ball of foot

SOURCE: American Academy of Orthopaedic Surgeons, American Optician & Footwear Association, American Orthopaedic Foot & Ankle Society, Mayo Clinic, Society of Chiropractors and Podiatrists, "Women's Shoes and Knee Osteoarthritis," by S. Coiro, K. Knapik, J. L. Latta, M. B. Knapik, The Lancet 2010; 375: 1087-1090. Traducido al español por Miguel López (buffalo.net) GRAPHIC: Reporting by Bronna Mahoney, The Washington Post. Vista originalmente en <http://hubpages.com/hub/The-Dangers-Of-Wearing-High-Heeled-Shoes>

FUENTE: <https://goo.gl/images/9Ubc3L>

Funcionamiento de la bomba muscular en las piernas

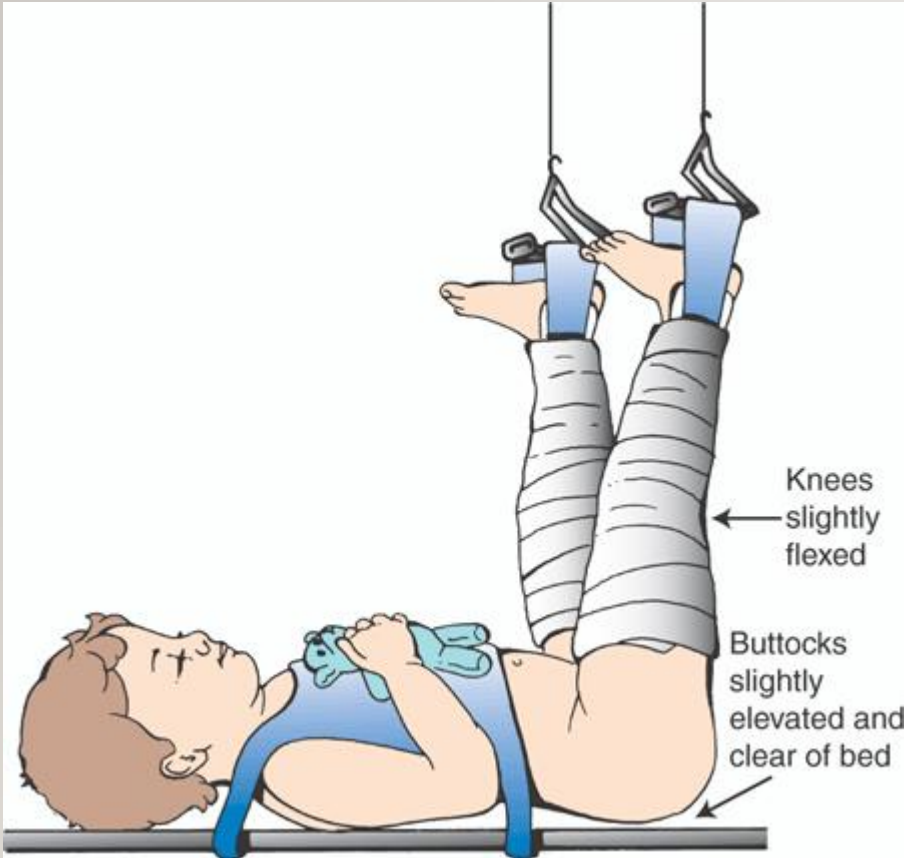
Valvula proximal

Valvula distal

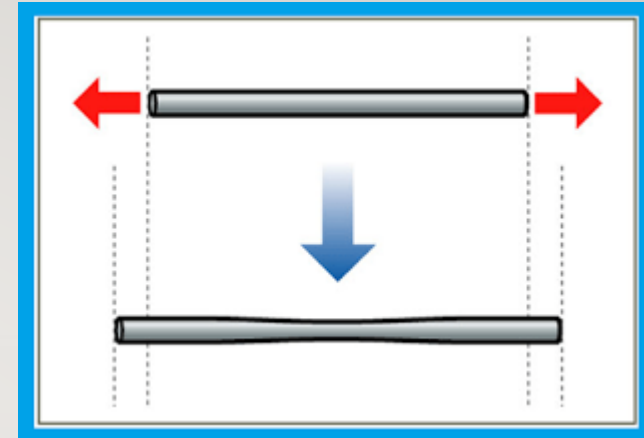
© 2015 CMFA

FUENTE: <https://binged.it/2NmOgsN>

Tracción



Tracción de Bryant

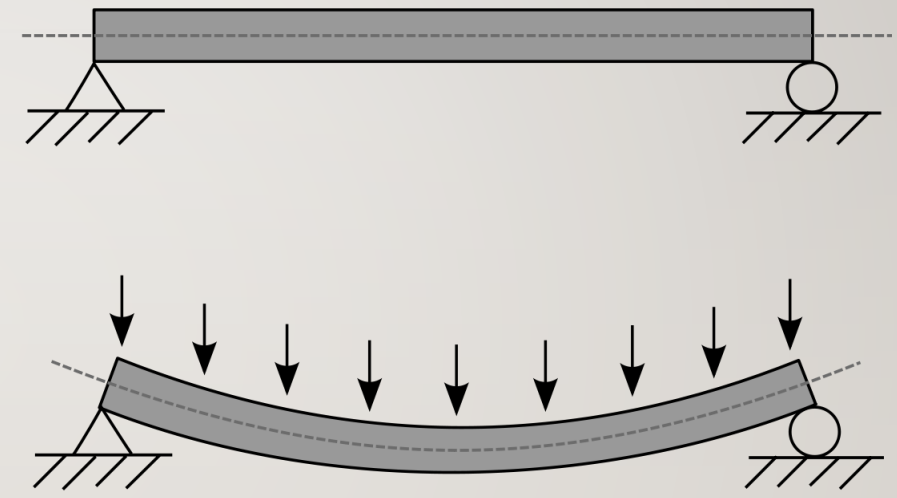
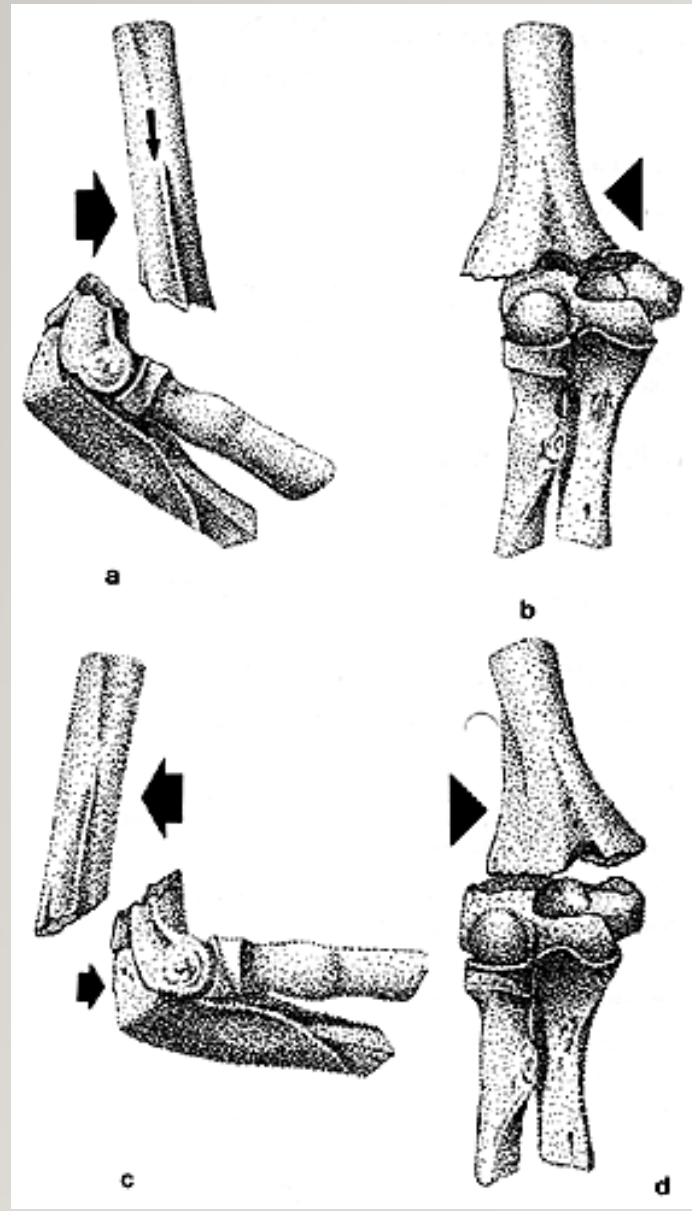


La aplicación de tracción sobre una extremidad permite reducir el acortamiento y alinear los fragmentos mientras se consolida la fractura. Puede ser un tratamiento definitivo de las fracturas, pero requiere que durante todo el tiempo de la consolidación el paciente esté inmobilizado y cuando se trata de una extremidad inferior es necesario que permanezca hospitalizado. La tracción se puede utilizar de forma temporal en espera de un tratamiento definitivo, ortopédico o quirúrgico, y de forma habitual en la fractura diafisaria de fémur en el niño.

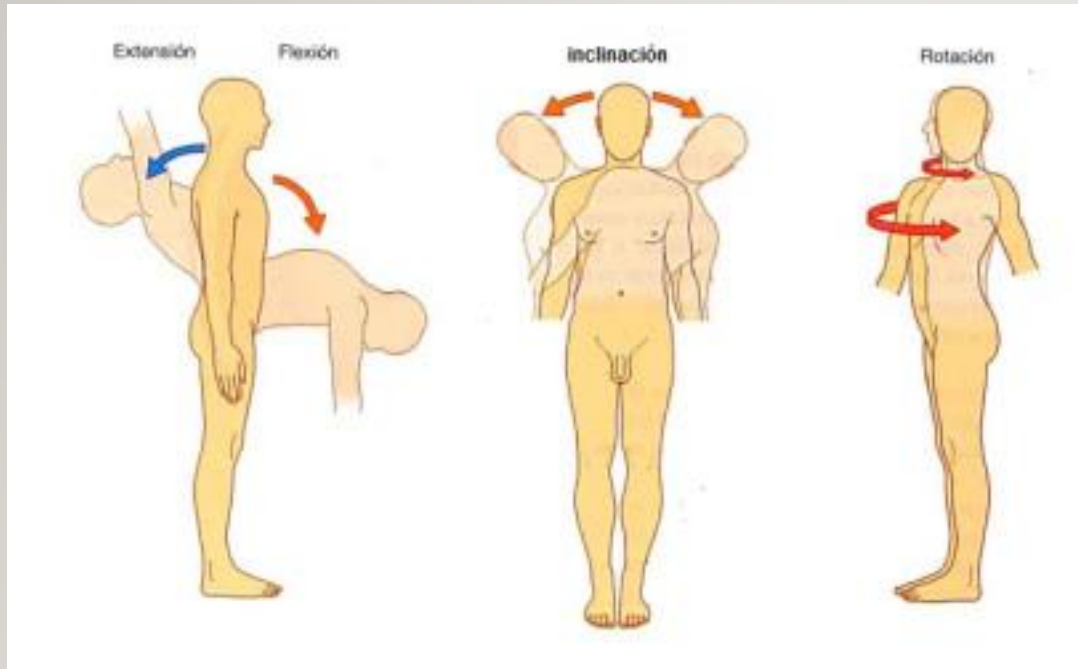
<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=P%2bF0bjI&id=552A6DC8F7CC4F91C1253BAF0C888198980831EA&thid=OIP.P-F0bjI1yvU2NnsEhxx2bQHaHC&q=traccion+DE+Bryan&simid=608053129351269583&selectedIndex=1&ajaxhist=0>

Flexión

FUENTE: <https://goo.gl/images/X2KAUc>



Torsión



Fuente: <https://goo.gl/images/hNFSK7>



Fuente: <https://binged.it/2Nn3e28>

FUENTES CONSULTADAS

Knudson, D., 2009. *Fundamentals of Biomechanics*. Segunda ed.

Le Veau, B., 1991. *Biomecánica del movimiento humano*. México. Trillas.

Muñoz, E. & Alvarez, L., 2001. *Anatomía, Fisiología e Higiene*. Tercera ed.
Toluca: Librería Imagen. Chico: Springer.

Oberne, D., 1990. *Ergonomía en Acción*. Ciudad de México: Trillas.



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

UNIDAD DE APRENDIZAJE

ERGONOMIA II

Guion para tema de la Unidad de Competencia I

“PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS”

Material elaborado por:

MDI Yissel Hernández Romero

Septiembre 2018

El material didáctico que se presenta corresponde a un **tema de la Unidad de Competencia I** de la Unidad de Aprendizaje (UA) **Ergonomía II**, denominada *Principios Biomecánicos*. La UA se imparte dentro del programa de estudios de la Licenciatura en Diseño Industrial, como parte del plan reestructurado 2015. Esta UA de carácter obligatorio, y ofertada en el sexto periodo tiene un total de 8 créditos, 4 horas prácticas y 2 horas teóricas. La unidad corresponde al área de teoría (área curricular ergonomía) del núcleo sustantivo y su UA antecesora es Ergonomía I. La complejidad de diseño en la cual se suscribe la unidad es *Diseño de familia de productos*.

De acuerdo con el área curricular de diseño industrial, el alumno deberá ser capaz de formular propuestas de diseño de forma innovadora y eficiente de acuerdo a los diferentes sectores productivos nacionales, evaluando los entornos sociocultural, estético, natural, humano, productivo, tecnológico y económico de una situación, a través del proceso conceptual, metodológico y de representación, que integre los conocimientos y habilidades adquiridas en las áreas de diseño industrial, filosofía y sociología, **ergonomía**, ecología, económica administrativa, ciencia de los materiales y comunicología del programa educativo, de acuerdo a los ámbitos local, regional y global, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la sociedad; de forma libre, reflexiva, responsable y solidaria, promoviendo el humanismo como forma de vida.

De manera particular, el objetivo del área curricular de ergonomía es analizar los factores humanos y las relaciones que establecen estos con los objetos, a través de la aplicación de instrumentos de valoración para integrarlos en sus proyectos de diseños; de forma libre, reflexiva, responsable y solidaria, promoviendo el humanismo como una forma de vida. El propósito general de la UA, Ergonomía II, es analizar la relación del sistema humano-objeto-entorno, a través de la comprensión de la fisiología y biomecánica. Particularmente, la unidad 1, a la cual pertenece el tema de este material didáctico, tiene por objetivo identificar la importancia de la biomecánica dentro del estudio ergonómico para el desarrollo de objetos de diseño mediante la anatomía y fisiología humana, así como estudio de las partes que componen las regiones anatómicas para relacionarlo con casos de estudio de fuerza, equilibrio estático y dinámico.

Portada	Diapositiva 1
----------------	----------------------

Concepto y objetivos de la biomecánica	Diapositiva 2-7
---	------------------------

En estas primeras diapositivas se aborda el concepto de biomecánica y su relación con otras disciplinas -como la kinesiología. Igualmente se explican los objetivos de la biomecánica y el papel del diseño industrial para el logro de éstos.

Análisis de actividades	Diapositivas 8
--------------------------------	-----------------------

Esta diapositiva marca el preámbulo de los principios biomecánicos, identificando los momentos clave en el análisis de una actividad física, enfatizando la preparación, la acción y la conclusión. Cada uno de los momentos pueden ser analizados en conjunto y de manera individual.

Conceptos básicos	Diapositiva 9-10
--------------------------	-------------------------

Se comentan los conceptos que se emplean en el análisis biomecánico, las fuerzas externas (fuerza de gravedad, fuerzas reactivas del suelo y resistencia del aire), fuerzas internas (elasticidad y acción muscular), zona de contacto y fricción. Se incluye una diapositiva en la cual se reflexionen los conceptos anteriores.

Principios para el análisis biomecánico	Diapositiva 11-32
--	--------------------------

Se presentan los siguientes principios biomecánicos, conceptos vinculados y ejemplos de aplicación:

- 1.- Equilibrio / Balance
- 2.- Fuerza / Movimiento (1ª Ley de Newton, centro de masa, centro de gravedad, inercia)
- 3.- Esfuerzo máximo (segmentos corporales)
- 4.- Principio de interacción de segmentos
- 5.- Movimiento lineal (3ra ley de Newton, fricción, presión)
- 6.- Movimiento angular (rango de movimiento)
- 7.- Economía de esfuerzos
- 8.- Velocidad máxima
- 9.-Un segmento compensa al vecino (movimiento isotónico e isométrico)
- 10.- Principio del equilibrio

Conceptos para el análisis de movimientos	Diapositiva 33-40
--	--------------------------

Este conjunto de diapositivas presenta conceptos relativos a la descripción del movimiento, entre ellos, los planos que dividen al cuerpo, tipos de movimiento según su dirección, efectos de dichos movimientos en el sistema óseo.

Fuentes consultadas	Diapositiva 41
----------------------------	-----------------------