

MÓDULO 04:

KINESIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO



LA PILATERÍA®

IPCHILE
INSTITUTO PROFESIONAL DE CHILE

MECÁNICA

Para describir los fenómenos naturales, es necesario hacer mediciones de varios aspectos de la naturaleza. Cada medición se asocia con una cantidad física, para ello podemos definir algunas magnitudes físicas y cuáles de ellas son escalares y cuáles de ellas vectoriales:

Magnitudes físicas escalares	Magnitudes físicas vectoriales
Volumen (m^3)	Fuerza (N)
Superficie (m^2)	Velocidad (m/s)
Temperatura ($^{\circ}K$)	Aceleración (m/s^2)
Tiempo (s)	Desplazamiento (m)
Masa (kg)	
Presión (Pa)	

Clasificación del movimiento

Los movimientos, para su estudio, se pueden clasificar según su trayectoria en:

1. Rectilíneos
2. Curvilíneos
 - a. Circulares
 - b. Parabólicos
 - c. Elípticos

Y según se velocidad en:

1. Uniformes
2. Variado
 - a. Acelerado
 - b. Desacelerado

Cada uno de ellos tiene conceptos distintos y variaciones de ellos mismos. La mayor parte de las actividades fisiológicas, involucran el movimiento del cuerpo de una parte a otra, para su estudio es importante recurrir a una rama de la mecánica que estudia el movimiento, la dinámica. A su vez, la dinámica se divide en la cinemática, que consiste en el estudio de las características del movimiento, utilizando magnitudes como la posición, velocidad y aceleración para la descripción del movimiento y la cinética, la cual centra su estudio en las causas de ese movimiento, es decir, estudia las fuerzas internas o externas que provocan o modifican el movimiento.



1. Cinemática

Es importante cuando estudiamos la cinemática, saber que siempre se estudia un cuerpo respecto a un sistema de referencia fijo, para ello se define un sistema de coordenadas. Conceptos relevantes en el movimiento rectilíneo:

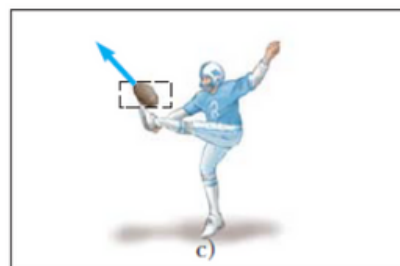
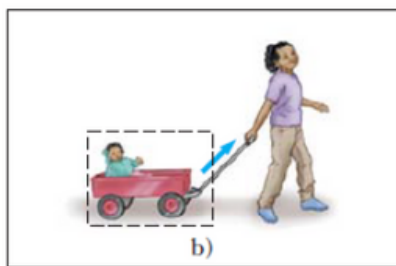
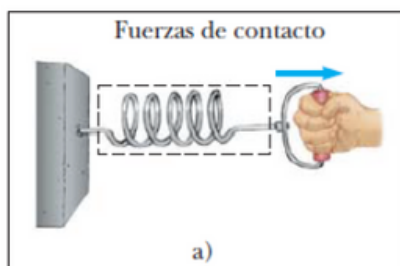
1. Posición: es la ubicación del objeto en estudio respecto a un sistema de referencia.
2. Velocidad: es la variación de la posición en el tiempo. Es una unidad vectorial por lo que tiene magnitud, dirección y sentido.
3. Aceleración: es la variación de la velocidad en el tiempo.

Como se describió anteriormente en este documento, otro tipo de movimiento que podemos analizar es el movimiento curvilíneo, algunos conceptos importantes para estudiar este tipo de movimiento son:

1. Aceleración centrípeta
2. Período de movimiento circular

2. Cinética: Leyes de Newton

Al moverse un cuerpo, puede ser analizado en relación a su aceleración, es así como las tres leyes de Newton ayudan a la descripción y estudio del movimiento. Para ello es importante entender el concepto de fuerza, la cual puede ser definida como la interacción de un objeto con otro mediante la actividad muscular que ocasiona algún cambio en respuesta a esa interacción.



Otro concepto importante de comprender antes de estudiar las Leyes de Newton, es el concepto de masa, la cual puede ser entendida como la propiedad de un objeto que especifica cuanta resistencia pone un objeto para variar su velocidad, de la mano de este concepto, se encuentra el peso, que es la magnitud de la fuerza de atracción que genera la tierra sobre un objeto con una masa.



2.1. Primera Ley de Newton o Principio de Inercia

Un objeto se mueve con velocidad constante salvo que actúe una fuerza externa. Si el objeto está en reposo, continuará en reposo a menos que actúe una fuerza externa. Un ejemplo de ello es el cinturón de seguridad justamente evita, cuando un vehículo choca o frena de golpe, que nuestro cuerpo al querer mantener el movimiento que traía sea despedido hacia delante.

2.2. Segunda Ley de Newton: Principio de Fuerzas y masas

La Segunda ley de Newton se encarga de cuantificar el concepto de fuerza. La fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo. La constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo, de manera que podemos expresar la siguiente relación:

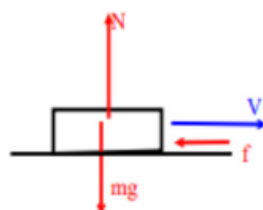
$$F = m \cdot a$$

La segunda ley de Newton establece que las fuerzas son influencias externas que aceleran los cuerpos en un sistema de referencia inercial. La misma fuerza produce diferentes aceleraciones en diferentes cuerpos, en relación a la masa de los cuerpos. Por lo tanto, la masa está relacionada con la inercia del cuerpo, en que mientras más masa, más difícil es cambiar la velocidad del cuerpo. Las fuerzas se pueden comparar usando resortes, o elásticos iguales, y la aceleración es en la dirección de la fuerza. Cabe destacar, que específicamente en el movimiento curvilíneo existe una denominación especial, el momento de fuerza, también conocido como torque, momento dinámico o simplemente momento, la cual es una magnitud vectorial que mide la capacidad que posee una fuerza para alterar la velocidad de giro de un cuerpo.

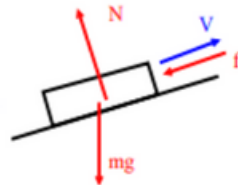
2.3. Tercera Ley de Newton: Principio de acción y reacción

Si un cuerpo A ejerce una fuerza F sobre un cuerpo B, entonces el cuerpo B ejerce una fuerza F opuesta y de igual magnitud sobre el cuerpo A. En otras palabras, cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), este último ejerce una fuerza de sentido contrario, pero de igual magnitud sobre el primero (reacción).

2.4.1. Fuerzas entre solidos: cuando dos solidos están en contacto, se generan fuerzas entre ellos. Por ejemplo, asumamos que tenemos un objeto moviéndose a lo largo de una superficie como se muestra en la Figura 1.

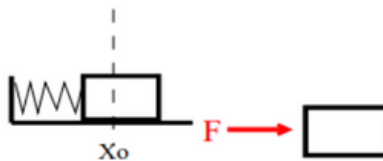


Como el cuerpo no se mueve a lo largo de la superficie, es necesario que exista una fuerza normal a la superficie que cancele la fuerza de gravedad, es importante notar que esta fuerza es perpendicular a la superficie, y cancela cualquier fuerza que pretenda forzar al cuerpo cruzar la superficie. De igual forma esto ocurre en las fuerzas que interaccionan de forma horizontal. Al posicionar un cuerpo en un plano inclinado existe una fuerza opuesta a la velocidad que es la fuerza de fricción la cual desacelera el cuerpo para que este no se mueva, así como se muestra en la figura

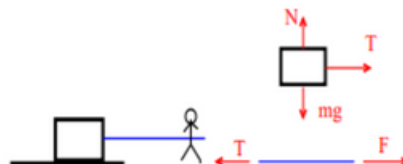


Lo que hemos construido es un diagrama de fuerza sobre el cuerpo. Con este diagrama podemos calcular la aceleración del cuerpo.

2.4.2. Resortes: Si un resorte es comprimido o extendido una pequeña distancia Δx , es encontrado experimentalmente que el resorte ejerce una fuerza proporcional a la distancia y en la dirección que trata de volver al equilibrio.



2.4.3. Cuerdas: Cuando uno tira de una cuerda, se ejerce una fuerza llamada tensión sobre objetos amarrados en la cuerda, como se observa en la figura. Es importante señalar que, si la masa de la cuerda es muy pequeña, cada sección de la cuerda ejerce la misma tensión.



Finalmente, antes de adentrarnos en la biomecánica como tal, es importante describir que existen máquinas simples que permiten tener ventajas mecánicas al utilizarlas, existen seis tipos básicos: la palanca, la polea, la rueda, el tornillo, la cuña y el plano inclinado. Estas máquinas las podemos encontrar de forma natural representadas en el cuerpo o se pueden utilizar en algún ejercicio para facilitar o poner en desventaja mecánica un músculo versus otro. Tabla resumen de las máquinas existentes y su función:

Tipo de máquina simple	Función	Ejemplo en el cuerpo
Palanca	Proveer ventaja mecánica	Flexión del codo con el bíceps braquial como palanca de primer grado
Polea	Trasladar o acelerar una carga	Contracción del músculo cuádriceps femoral durante la extensión de la rodilla al caminar o correr
Plano inclinado	Cambiar la dirección efectiva de una fuerza	Abducción del brazo a través de la acción del músculo deltoides sobre la articulación glenohumeral
Rueda y eje	Proveer ventaja Mecánica	Rotación del cuello a través de la acción del músculo esternocleidomastoideo sobre el hueso temporal
Cuña	Equilibrar o balancear fuerzas	La acción del músculo tibial anterior al caminar o correr para evitar la supinación del pie

Como se mencionó anteriormente, en el cuerpo al cargar un peso o la forma en que distribuimos los pesos, se encuentran presentes algunas de estas máquinas simples, el principal ejemplo son las palancas, que básicamente consiste en una barra rígida que puede girar alrededor de un punto de apoyo o fulcro, en el cuerpo, esta barra rígida muchas veces está representado por los huesos, siendo los músculos los responsables de ejercer la fuerza a la resistencia. Las palancas se pueden clasificar en tres tipos:

1. **Palancas de primer grado:** el punto de apoyo se encuentra entre la fuerza y la resistencia. Estas facilitan la velocidad del movimiento.
2. **Palancas de segundo grado:** el punto de apoyo se encuentra en un extremo, la resistencia se encuentra en el centro y la fuerza en el otro extremo.
3. **Palancas de tercer grado:** el punto de apoyo se encuentra en un extremo, pero esta vez, la fuerza se encuentra en el centro y la resistencia en el otro extremo del punto de apoyo.



Algunos ejemplos aplicados en el cuerpo humano son

Tipo de palanca	Punto de apoyo	Fuerza	Carga	Ejemplo
Palanca de primer grado	Vértebra cervical	Músculos del cuello	Cabeza	Movimiento de la cabeza
Palanca de segundo grado	Pies	Músculos de la pantorrilla	Peso del cuerpo	Movimiento de puntillas
Palanca de tercer grado	Codo	Músculos del antebrazo	Objeto que se sostiene	Movimiento de la mano

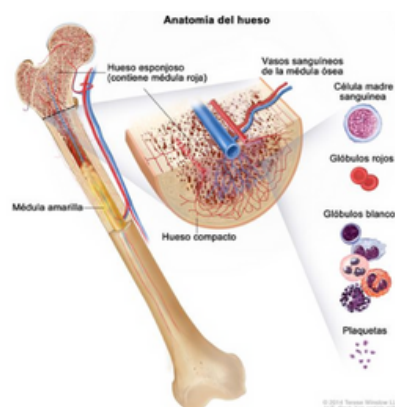
Biomecánica

La biomecánica puede definirse como el conjunto de conocimientos interdisciplinarios, tales como las ciencias biomédicas, anatomía, fisiología, mecánica, etc., que permiten el estudio del comportamiento de los sistemas biológicos, específicamente del cuerpo humano y en particular en la biomecánica el movimiento de éste. El sistema encargado de la ejecución del movimiento en el cuerpo humano es el sistema musculoesquelético, el cual se compone los siguientes elementos: huesos, articulaciones, ligamentos, tendones, músculos y nervios. Aunque todo el sistema actúa en conjunto, es el músculo el principal ejecutor en el movimiento humano, ya que se produce por la contracción de él mismo, sin embargo, es el sistema nervioso, que, desde el sistema nervioso central, envía un impulso nervioso que llega al músculo mediante el sistema nervioso periférico dando el estímulo de contracción muscular.

1. Tejido óseo

El tejido óseo es quien da forma a los huesos, quienes a su vez componen el esqueleto, el cual le da forma al cuerpo como lo conocemos. Tiene una función fisiológica, que es el control del metabolismo de calcio, fósforo y magnesio; y una función mecánica, de soporte del organismo y protección de órganos nobles.

Existen dos tipos de tejido óseo, el hueso compacto, el cual es la capa más externa y dura del hueso y el hueso esponjoso, que se encuentra al interior del hueso y contiene la médula ósea. Ambos poseen distintas propiedades biomecánicas que, a su vez, se complementan a la hora de enfrentar distintas fuerzas externas.



LA PILATERÍA®

2. Tejido conectivo

2.1. Articulaciones

Formadas por la unión de dos huesos, recubiertas por tejido conectivo, llamado cartílago articular. Su función es sostener, lubricar y amortiguar la carga que pasa a través de ellas. La principal característica biomecánica que posee el cartílago articular y que la hace especial, es la deformación progresiva, esto quiere decir, que frente a una carga constante y sostenida en el tiempo el cartílago se deforma progresivamente hasta alcanzar el equilibrio, esto hace que podamos alcanzar amplios rangos de movimientos en articulaciones que tengan menor sostén de otros tipos de tejido conectivo como son los ligamentos.

2.2. Ligamentos

Tejido conectivo que se encuentra en la unión entre dos huesos, el cual tiene como función estabilizar, guiar y limitar el movimiento para así evitar daño en cartílago, tendones, cápsula y nervios. Sumado a ello, son órganos sensoriales, teniendo un rol importante en la respuesta refleja y en la activación sinérgica de la musculatura. Si bien es un tejido preparado para soportar altas cargas tensiles, la forma de lesionarse más frecuente es por la exposición a cargas de baja frecuencias, pero repetitivas en el tiempo.

2.3. Tendones

Tejido conectivo que se encuentra en la unión entre el músculo y el hueso, cuya función principal es la transmisión de la fuerza muscular al hueso. Está formado por fibras de colágeno tipo I y elastina, lo cual le proporciona la fuerza para resistir las tensiones generadas por el músculo. El tendón posee terminaciones nerviosas que son fundamentales para el control de movimiento entre ellos tenemos: corpúsculos de Rufinni, órgano tendinoso de Golgi, corpúsculos de Vatter y Paccini. Además de ello, existen diversas estructuras adyacentes al tendón que actuarán durante el movimiento para disminuir la fuerza de roce entre las estructuras, generar poleas, guiar o reforzar su trayecto o aumentar la lubricación del mismo, entre ellas se encuentran las vainas fibrosas conocidas como retináculo, poleas fibrosas, vainas sinoviales, vainas peritendinosas y bursas del tendón.

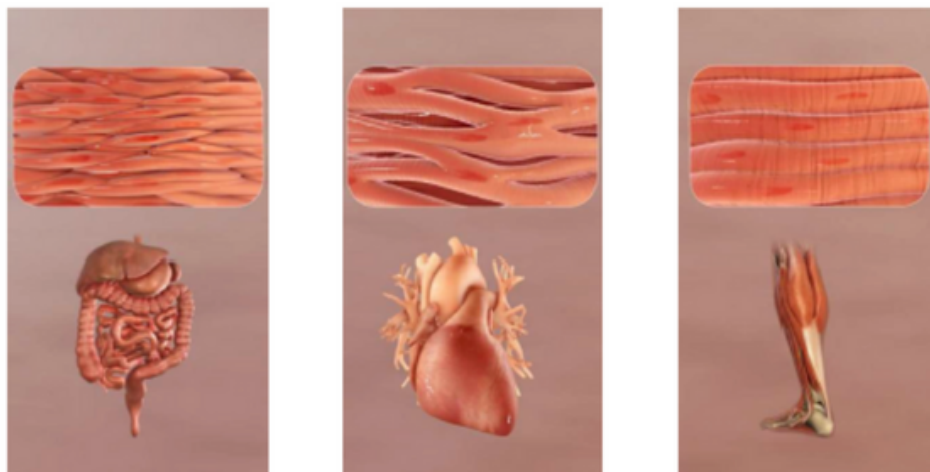


3. Tejido muscular

El sistema muscular tiene la capacidad de acumular energía y transferencia de calor, sin embargo, su propiedad principal es su capacidad contráctil, los músculos se pueden clasificarse de acuerdo a la función que desempeñen, su estructura, las características de su contracción, su forma, tamaño, etc., a continuación, se revisarán algunas de las clasificaciones mencionadas:

3.1. Clasificación de acuerdo a su estructura

1. Musculoesquelético: voluntario y estriado formados por fibras largas y rodeadas de membrana celular, se encuentra unido a los huesos mediante tendones y su función es generar el movimiento consciente transformando la energía electroquímica (potencial de acción) en energía mecánica (contracción muscular). Estos músculos constituyen el 80-90% del sistema muscular.
2. Músculo liso: involuntario, formado por células alargadas de gran tamaño. Se encuentran principalmente en órganos huecos de los diferentes sistemas como el digestivo, formando las paredes del intestino, estomago, vesícula, etc., circulatorio formando las paredes de los distintos vasos, etc.
3. Músculo cardíaco: involuntario, se encuentra exclusivamente formando el corazón, responde a cambios de voltaje generado por el mismo corazón llamado nodo sinoauricular y su función es bombear la sangre a todo el cuerpo y también hacia el pulmón para su oxigenación.

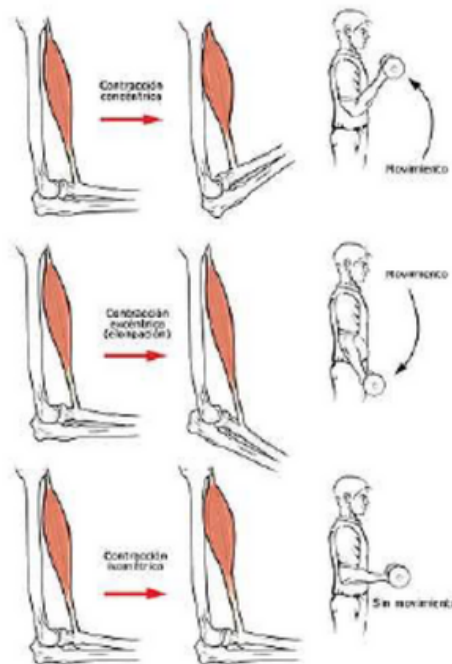


3.2. Clasificación según su participación en el movimiento

1. **Músculo agonista:** grupo muscular que, frente a algún movimiento, es el que al contraerse genera el movimiento. Ejemplo de ello, en la extensión de rodilla un músculo agonista sería el cuádriceps.
2. **Músculo antagonista:** grupo muscular que, frente a algún movimiento, realiza el movimiento opuesto al del agonista, controlando la acción de este último. Ejemplo de ello, en la extensión de rodilla el grupo muscular antagonista serían los isquiotibiales.
3. **Músculo estabilizador:** grupo muscular que, frente a algún movimiento tiene que sostener la articulación para permitir que otros músculos generen el movimiento.

3.3. Clasificación según su contracción

1. **Contracción isométrica o estática:** contracción muscular donde la longitud del músculo permanece constante, esto se da debido a que la resistencia es igual a la tensión muscular.
2. **Contracción isotónica o dinámica:** el músculo está sometido a una tensión constante y distinta a la resistencia, dando lugar al movimiento, dentro de ella, podemos encontrar dos tipos:
3. **Concéntrica:** contracción donde existe una aproximación entre dos segmentos articulares y el músculo disminuye su longitud.
4. **Excéntrica:** contracción donde existe una separación de los segmentos musculares y el músculo se alarga.



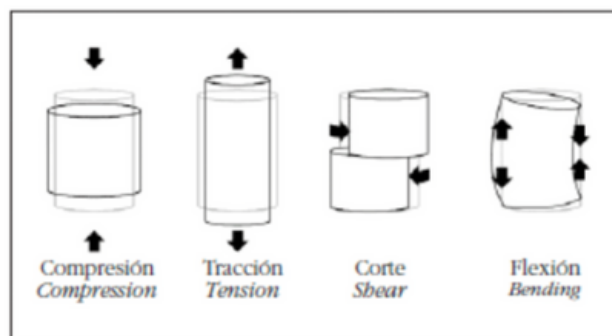
4. Tejido nervioso

La tensión generada por la musculatura está dada por la interacción entre las proteínas contráctiles que conforman el músculo, la actina y miosina, estas a su vez son incitadas debido a la llegada de un impulso nervioso. En otras palabras, podríamos decir que para que haya una contracción muscular deben ocurrir los siguientes eventos:

- Señal desde el sistema nervioso central, esto es, desde la corteza motora (movimiento consciente) o desde la médula espinal (respuesta refleja)
- Estimulación de motoneurona en el asta posterior de la médula espinal
- Llegada del potencial de acción a la unión neuromuscular
- Entrada masiva de calcio a la célula muscular
- Unión de calcio a la troponina
- Unión de actina a miosina

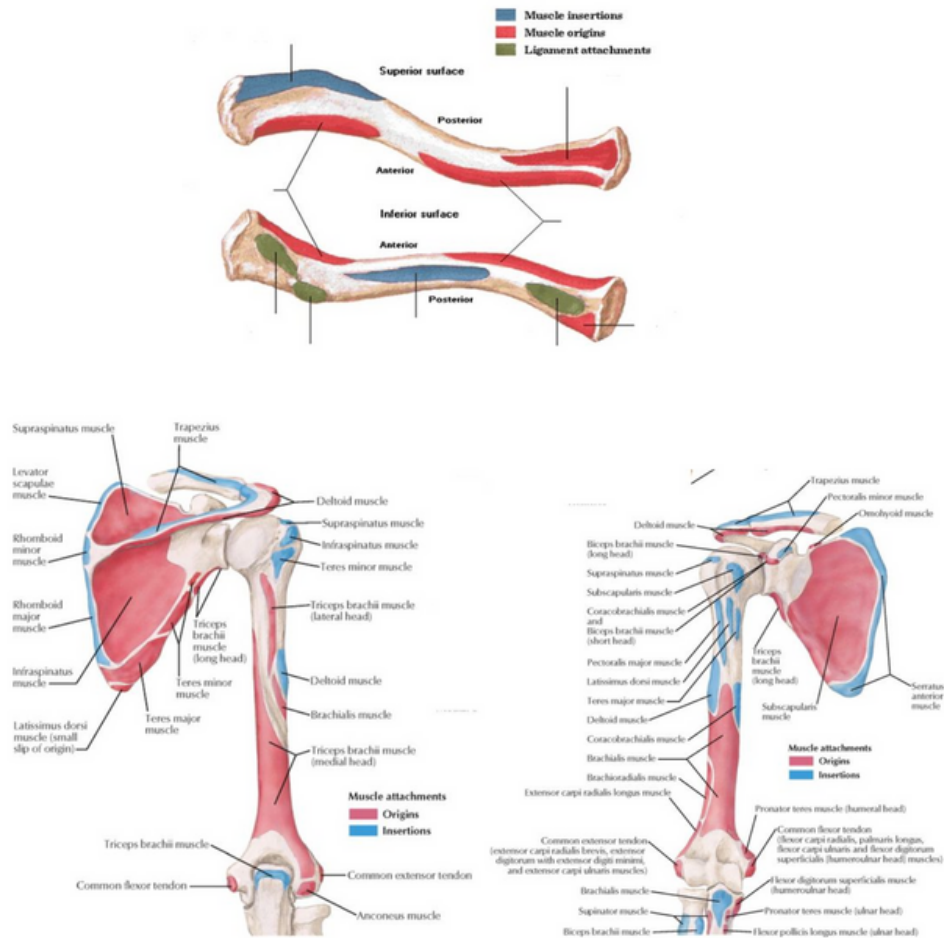
Propiedades de los tejidos biológicos

Los tejidos biológicos constantemente se exponen a diferentes cargas, las que podemos definir como un vector con una magnitud, dirección y punto de aplicación que actúa sobre un cuerpo cambiando la velocidad o forma del mismo. Estas cargas en los tejidos biológicos pueden clasificarse como: compresión (el cambio en la forma es evidenciada como un acortamiento), tracción o tensión (el cambio en la forma se evidencia como un alargamiento de la estructura), corte o cizalladura (donde se ejercen 2 cargas opuestas en ambos extremos) y flexión (produciendo un cambio en la curvatura del objeto). En respuesta a todos estos cambios los tejidos tienen diferentes propiedades que determinaran la respuesta a estas distintas cargas, pero transversalmente, todos los tejidos biológicos tienen la propiedad de viscoelasticidad, lo que significa que al someter a carga algún tejido, este responde cambiando su conformación comportándose tanto como un cuerpo sólido (volviendo a su forma inicial) como uno viscoso (donde se deforma, pero no vuelve a su estado inicial). En el caso de un material viscoelástico, el objeto sobre el que se aplica la fuerza recupera parte de la deformación, todo esto dependiendo del tiempo de exposición a la carga, esto cobra vital importancia a la hora de la realización de ejercicio, dado que, para producir cambios en estos tejidos, debemos someterlos a diferentes cargas dependiendo de nuestro objetivo.



a. Biomecánica de hombro

El hombro, dada la diversa cantidad de articulaciones involucradas en su movimiento es llamado el complejo articular del hombro, está compuesto por cuatro articulaciones que involucran el esternón, clavícula, costillas, escápula y húmero. En el plano horizontal se puede observar que la clavícula se inclina 20° hacia posterior del plano frontal. La escápula está orientada 35° hacia anterior del plano frontal, lo que se denomina eje escapular, y a su vez la escápula forma un ángulo de 30° respecto a la línea del húmero. A continuación, algunas imágenes de inserciones musculares en superficies óseas relevantes:



a.1. Articulación esternoclavicular: es una articulación tipo artrodia, que involucra un partner articular cóncavo en sentido vertical y convexo en sentido transversal. La clavícula presenta 3 grados de libertad. Los movimientos de la clavícula son protracción y retracción, ascenso y descenso y rotación anterior y posterior sobre su eje. Todos los movimientos del hombro involucran la participación esternoclavicular. La elevación y descenso ocurren en el plano frontal con un eje anteroposterior, durante la elevación existe un deslizamiento inferior de esta y una rodadura hacia superior (partner convexo). Los movimientos de protracción y retracción ocurren en el plano horizontal, en la retracción la superficie articular cóncava de la clavícula se desliza y rueda hacia posterior. Respecto a la rotación, durante la elevación del brazo la clavícula rota hacia posterior y durante el descenso rota hacia anterior.



a.2. Articulación acromioclavicular: es una articulación plana, sin embargo, los pocos deslizamientos que ocurren en esta articulación influyen en la movilidad articular. Existe movimiento de rotación superior e inferior y ajustes en el plano sagital y horizontal.

a.3. Articulación escapulotorácica: esta articulación es una articulación falsa, está conformada por la superficie anterior de la escápula con la pared posterolateral del tórax. Normalmente la escápula se ubica entre T2 y T7. El borde medial se ubica entre 5-7 cm lateral a la columna vertebral. Los movimientos osteokinemáticos de la escápula son: elevación/descenso, protracción/retracción, rotación superior/inferior y tilt anterior/posterior. Para todos estos movimientos debe existir cooperación de la articulación tanto acromioclavicular como esternoclavicular. Por ejemplo, en la elevación de escápula, debe existir previamente elevación de clavícula y rotación inferior de la acromioclavicular, en la protracción escapular, va acompañada de protracción clavicular.

a.4. Articulación glenohumeral: está conformada por la cabeza humeral como partner convexo y la cavidad glenoidea como cóncavo. Es una articulación esferoidea por lo que permite movimiento en los tres planos. Es una articulación de gran movilidad y escasa estabilidad ya que solo 1/3 de la cabeza humeral está en contacto con la cavidad glenoidea, es aquí donde el labrum juega un rol importante, aumentando la profundidad de la cavidad glenoidea en un 50% y controla la traslación de la cabeza humeral en un 10-20%.

Para reforzar aún más la estabilidad de esta articulación, existe un grupo de músculos dedicados solo a mantener el control de esta articulación, los coaptadores de hombro o más conocido como el manguito rotador, formado por: supraespinoso (controla la traslación inferior y posterior de la cabeza humeral), infraespinoso y redondo menor (controlan la traslación posterosuperior del humero) y finalmente subescapular (controla la traslación anterosuperior de la cabeza humeral)

Ritmo escapulohumeral

Se entiende como ritmo escapulohumeral como la relación que existe entre la rotación superior de la escápula respecto al tórax en proporción a la elevación del brazo. Si este ritmo es normal, quiere decir que existe una correcta coactivación muscular, permitiendo una mejor congruencia articular, evitando también la tensión capsulo-ligamentosa excesiva. Se describen 3 fases:

- **Fase 1:** de 0 a 30-60° donde existe solo movimiento a nivel glenohumeral al elevar el hombro. La escápula debiese estar adherida al tórax por la función de serrato anterior y las 3 porciones del trapecio.
- **Fase 2:** inicia cuando la escápula realiza rotación superior al elevar el hombro, en esta fase cada 2° de elevación de hombro ocurre 1° de rotación superior de escápula. Los principales ejecutores de este movimiento son el serrato anterior y trapecio inferior.
- **Fase 3:** ocurre al final del movimiento donde solo hay movimiento de elevación de la escápula



b. Biomecánica de codo

El codo es una articulación intermedia de la extremidad superior y permite orientarla en los tres planos de movimiento para posicionar la mano más o menos lejos del cuerpo. Funciones básicas como la alimentación se realizan gracias a la gran movilidad del codo, ya que integra movimientos de flexo-extensión y pronosupinación. También es llamada el complejo articular del codo porque involucra a tres articulaciones dentro de una misma cápsula articular. La flexo-extensión del codo se realiza en la articulación humero-ulnar y humerorradial, su rango de movimiento (ROM) va desde los -5° a 145° de flexión pasiva. Por otra parte, la pronosupinación se realiza desde la articulación radioulnar proximal y distal y su ROM es aproximadamente desde los 85° de supinación y 75° de pronación.

En el codo los estabilizadores dinámicos son los músculos que cruzan la articulación, así mismo, son los encargados de dar protección los estabilizadores estáticos. Existen cuatro grupos musculares que cruzan el codo :

1. Flexores de codo, el flexor primario de codo es el braquial anterior, debido a que posee mayor área de sección transversa, a diferencia del bíceps braquial que tiene su mayor nivel EMG cuando se realiza supinación.
2. Extensores de codo, el principal extensor de codo es el tríceps braquial. El ancóneo tiene poco torque extensor, pero actúa como estabilizador dinámico.
3. Flexopronadores de muñeca/antebrazo
4. Extensosupinadores de muñeca/antebrazo

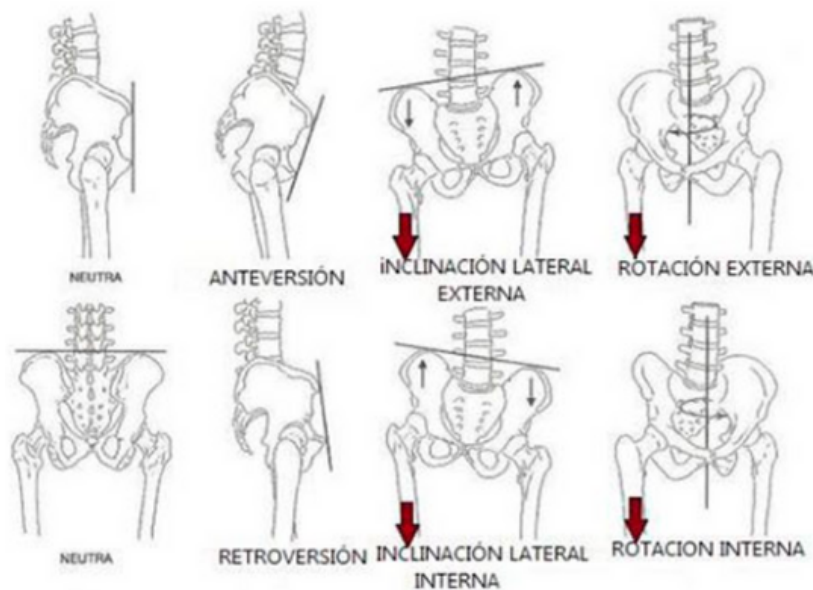
c. Biomecánica de mano/muñeca

La muñeca corresponde a la articulación distal de la extremidad superior y es la que permite que la mano adopte diferentes posiciones en el espacio. Posee dos grados de libertad, sumado al movimiento de pronosupinación generado en el antebrazo, lo que permite orientar la mano en diferentes posiciones involucradas en la vida diaria. Biomecánicamente es una articulación compleja, ya que posee una gran movilidad bajo fuerzas de compresión, cizallamiento y torsión. Está formada por las articulaciones: radioulnar distal, radiocarpiana y mediocarpiana. Los movimientos que se realizan en la muñeca son la flexoextensión y los movimientos de radialización y ulnarización. Sin embargo, debido a la oblicuidad de los ejes de movimiento de la muñeca, los movimientos son combinados.



d. Biomecánica de cadera

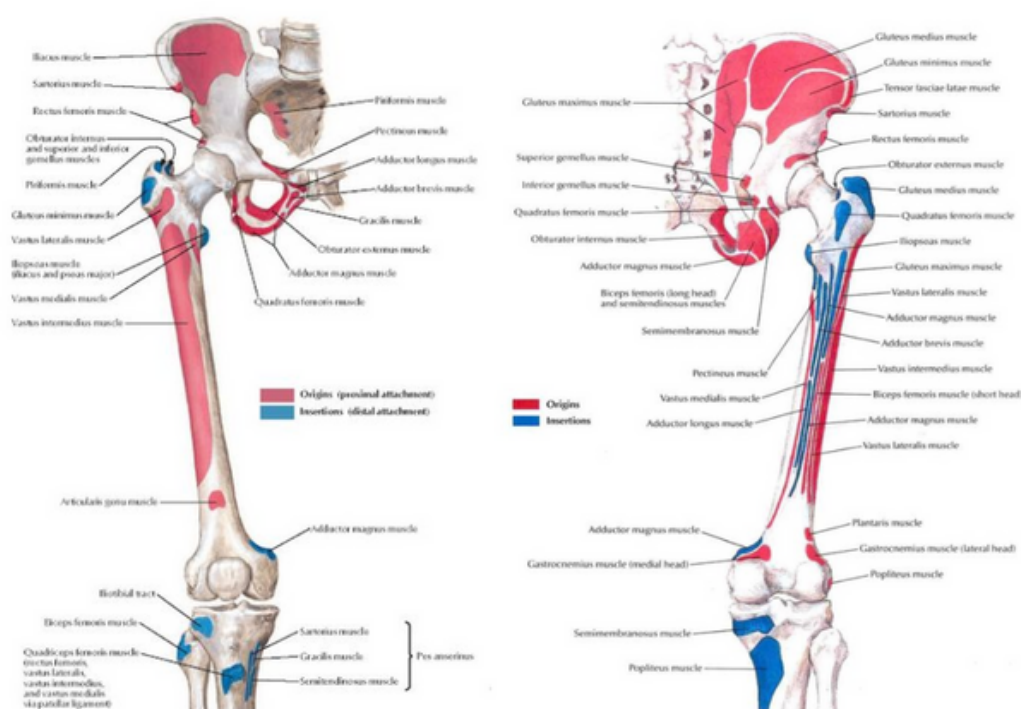
Antes de comenzar el estudio de la cadera propiamente tal, debemos describir en primera instancia, qué es la cintura pélvica, ya que es de suma importancia para la estabilidad de toda la extremidad inferior, en el soporte del peso corporal, por lo tanto, para funciones muy importantes como la marcha. La cintura pélvica está compuesta por dos huesos coxales, los cuales se forman de 3 huesos: el ilion, isquion y pubis. Ambos huesos están unidos mediante el sacro por posterior. La cintura pélvica también es el puente entre la transmisión de fuerzas entre el tronco y las extremidades inferiores tanto del lado ipsilateral como del lado contralateral. La cintura pélvica se mueve en 6 direcciones según el movimiento del tronco, anteversión/retroversión, tilt derecho/izquierdo y rotación interna/externa.



La cadera, por su parte es la articulación más proximal de extremidad inferior, al ser una articulación de tipo esferoídea, tiene gran amplitud de movimientos, estos son: flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y externa y la combinación de todos que es la circunducción. Los mecanismos estabilizadores de cadera se dividen en 2 componentes que trabajan en conjunto. El primero es el componente muscular que incluye la musculatura pelvitrocantérea, psoas ilíaco, glúteo medio y glúteo menor. Sus funciones son estabilizar la pelvis en los planos transversal, sagital y frontal, respectivamente; y mantener la cabeza femoral coaptada. El segundo componente es el ligamentoso, cuya función es restringir el movimiento en todas las direcciones y enviar información propioceptiva para la activación de la musculatura estabilizadora. Los ligamentos capsulares iliofemorales e isquiofemorales son fundamentales en la estabilización de la articulación coxofemoral durante la rotación de cadera. En movimientos más extremos es cuando tiene mayor papel el labrum junto a estos ligamentos. Por lo tanto, el daño sobre estos puede llevar a un aumento de presión en el labrum y a subluxaciones articulares en determinadas posiciones. Debemos considerar que el ROM estará determinado tanto por el componente activo como pasivo, debido a que el movimiento o ausencia de movimiento de las articulaciones adyacentes como por ejemplo la rodilla, jugará un rol importante en ello, esto, debido a que gran parte de la musculatura que pasa a través de la cadera es biarticular, y pasa también a través de la rodilla. A continuación, algunas consideraciones:



- La flexión de cadera tiene un amplio rango de movimiento debido a que solo esta resistida por el ligamento isquiofemoral y la cápsula posterior. Además, este puede ser favorecido si va acompañado de retroversión pélvica y aplanamiento lumbar.
- La extensión se encuentra mayormente limitada por la cápsula anterior, ligamento iliofemoral y pubofemoral, por lo que su rango de movimiento es menor. Al acompañarlo por una extensión de rodilla es mayor, debido que así el cuádriceps genera menor resistencia, sumado a ello, si la extensión de cadera va combinada con anteversión pélvica, aumenta la hiperlordosis lumbar, esto cobra relevancia en personas que tengan alguna lesión en dicha zona.
- La abducción de cadera a partir de los 15° va acompañado de un movimiento de báscula o inclinación contralateral de la pelvis dada por la elevación de la cadera que abduce. Este movimiento está limitado por el choque entre el cuello femoral y el acetábulo, por lo que es de suma importancia tener un buen control de este movimiento en personas con alteraciones como el pinzamiento de cadera.
- La aducción es un movimiento relativo, suele acompañarse de flexión de cadera.
- Respecto a las rotaciones, estas son mayores si existe flexión de cadera ya que los ligamentos iliofemoral y pubofemoral se encuentran más distendidos.
- Es importante destacar, finalmente, que existe una combinación de movimientos que genera una menor congruencia articular entre las superficies articulares, esta es, la combinación de flexión, rotación interna y aducción, conocida como la posición luxante de la cadera, es muy importante evitar dicha posición en personas con alguna lesión en esta articulación ya que generalmente los componentes que estabilizan la articulación en estos movimientos ya se encuentran dañados.

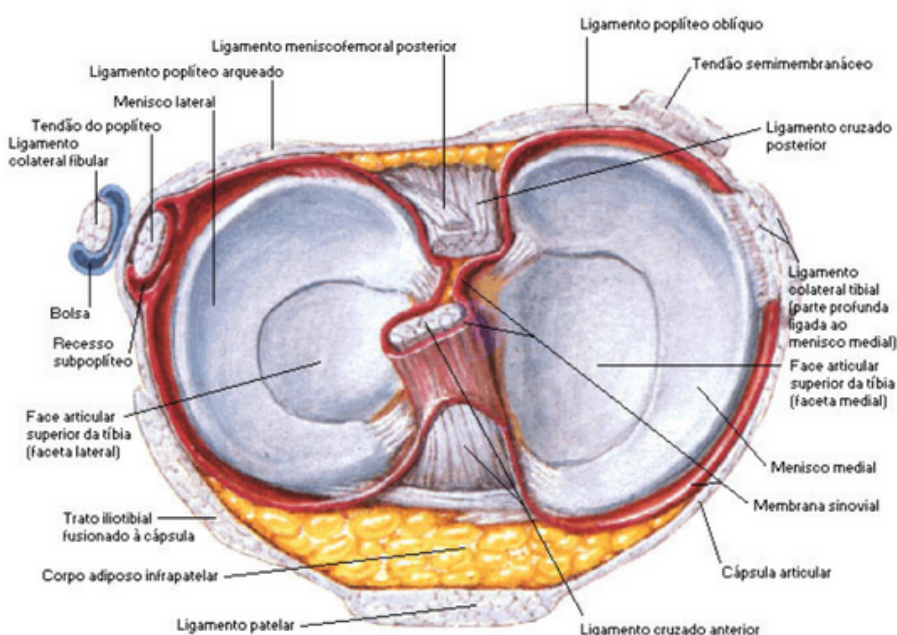


Ritmo lumbopélvico

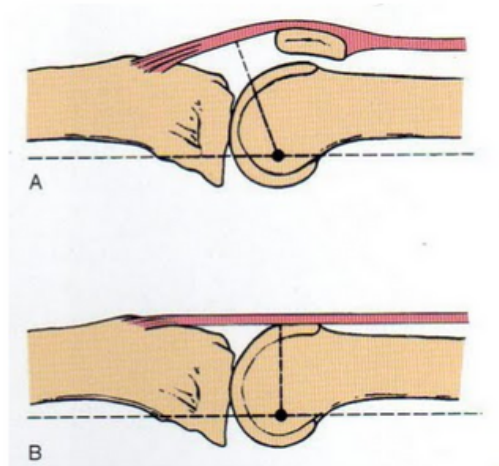
El movimiento de la articulación de la cadera modifica la configuración espinal lumbar (ritmo lumbopélvico). Su movimiento ipsi direccional involucra el movimiento de pelvis y vértebras lumbares en la misma dirección (habitualmente empleado para aumentar la flexión anterior de tronco) y en su movimiento contra direccional la pelvis rota en un sentido mientras la porción lumbar en el contrario.

e.Biomecánica de rodilla

El complejo articular de la rodilla está constituido por el extremo distal del fémur y el extremo proximal de tibia, más el hueso sesamoideo de la patela, comprendiendo un complejo de 2 articulaciones: la articulación tibio-femoral y la articulación patelo-femoral. Estas se encuentran rodeadas de una importante cápsula articular y la presencia de importantes ligamentos, entre los que encontramos ligamentos cruzados (anterior y posterior) y ligamentos colaterales (mediales y laterales). Los ligamentos cruzados permiten dar estabilidad tanto para los movimientos rotacionales antes descritos así como las posibles traslaciones (principalmente antero-posterior) entre el fémur y la tibia; además, su carácter "cruzado" permite asegurar estabilidad en movimientos rotacionales (interna-externa). Los ligamentos colaterales permiten mantener la estabilidad en el plano frontal, aumentando su tensión ya sea en un aumento o disminución del valgo normal de rodilla (medial - lateral respectivamente). Sin embargo, uno de los elementos pasivos más importantes para la estabilidad articular y eficiencia mecánica de esta articulación es la presencia de meniscos tibio-femorales, los cuales permiten aumentar la superficie de contacto entre los segmentos óseos además de otorgar una mayor congruencia articular entre las dispares geometrías femorales y tibiales, con el consiguiente aumento del área de distribución de carga entre los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales. Estos elementos son propensos a sufrir roturas por sobrecarga articular. Ambos meniscos son distintos entre ellos y poseen diferente movilidad relativa respecto a la superficie tibial.



La articulación patelo-femoral cumple un importante rol en el aumento de la eficiencia mecánica del grupo extensor de rodilla, la presencia de la patela permite aumentar el brazo de palanca del vector del cuádriceps, aumentando finalmente el torque interno generado por este grupo muscular. Además, con su movimiento, permite cambiar la dirección del vector del cuádriceps en torno al tendón patelar-cuadricipital, actuando como una polea.



Una consideración importante a tener en cuenta es que, durante la extensión de rodilla en cadena abierta, la patela se desliza hacia superior y lateral (gracias a la presencia de cartílago articular en su pared posterior) guiado por el surco troclear femoral, provocando una tendencia natural a la luxación lateral, por lo tanto, en personas con alteraciones en rodilla, sobre todo con antecedentes de luxaciones previas es importante evitar cargas altas sumándole este movimiento.

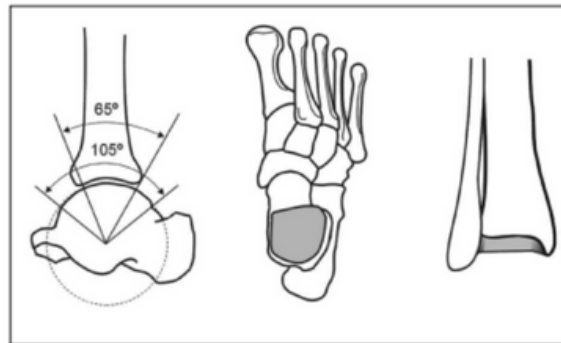
f. Biomecánica de tobillo

El pie es la extremidad más distal de la extremidad inferior y es mediante ella que finalmente conectamos con el medio. A partir de los pies se forma la base de sustentación en la mayoría de las actividades que realizamos a diario al estar de pie, durante la marcha, etc., y dadas las características de sus componentes, puede transformarse en una estructura rígida o flexible dependiendo de la función que se encuentre desempeñando o el terreno en el que se encuentre.

La articulación del tobillo, debido a su configuración anatómica, es una de las más congruentes y, por tanto, de las más estables de la extremidad inferior. A través de ella se realizan los movimientos de flexión y extensión del pie. La articulación del tobillo la forman la tróclea del talo y la mortaja tibiofibular. Ambas poseen unas características anatómicas que condicionan la biomecánica de la articulación.



La tróclea talar en el plano horizontal es de 4 a 6 mm más ancha, debido a esta forma en cuña, los planos que pasan por sus bordes laterales son convergentes hacia atrás formando un ángulo abierto hacia adelante de unos 5°. Vista por su parte superior, la superficie de la tróclea es ligeramente acanalada, lo que contribuye a su estabilidad dentro de la mortaja. En el plano longitudinal, las caras laterales son muy diferentes, por una parte, la interna se encuentra poco desarrollada y su arco total es ligeramente inferior al de la externa. Esta última es mucho más amplia y su arco es superior, además, su radio de curvatura es mayor que el de la interna. Esta morfología hace que, cuando existe un movimiento de flexoextensión en el plano sagital, haya otro de aducción-abducción en el plano transversal.



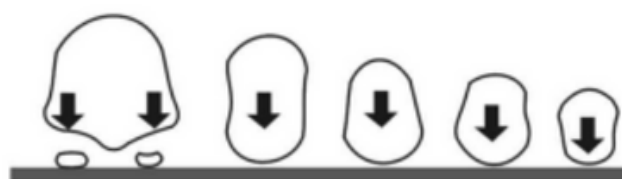
La mortaja tibiofibular encaja exactamente con la tróclea talar. Tiene forma de un semicilindro de unos 65°, es decir, cubre más de la mitad de la superficie troclear, lo que confiere una gran estabilidad a la articulación. Sin embargo, de igual forma existen también unas estructuras cápsulo-ligamentosas que participan en la estabilidad de la articulación y que forman parte del mecanismo de aprehensión elástica del talo dentro de la mortaja. La cápsula y los ligamentos de la articulación tibiofibulotalar serían los responsables de dar elasticidad al conjunto.

Estabilidad del talón.

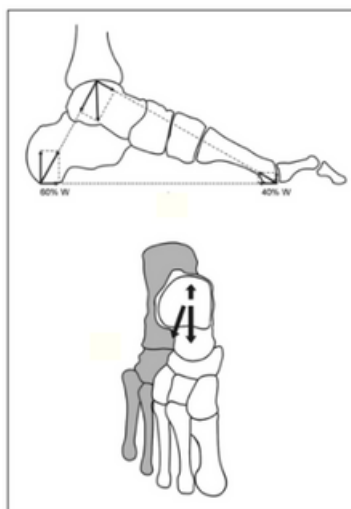
En posición fisiológica, el talón forma en el plano frontal un ángulo de 5-15° con la vertical, y en el plano sagital, un ángulo de unos 30°. Talo y calcáneo, separados de la pinza maleolar y de sus conexiones musculoligamentosas, se derrumban en valgo y en equino. El talo cae hacia delante, abajo y dentro del calcáneo. Para que esto no ocurra existen unas estructuras que mantienen el talón en los planos frontal y sagital.

Apoyo metatarsal.

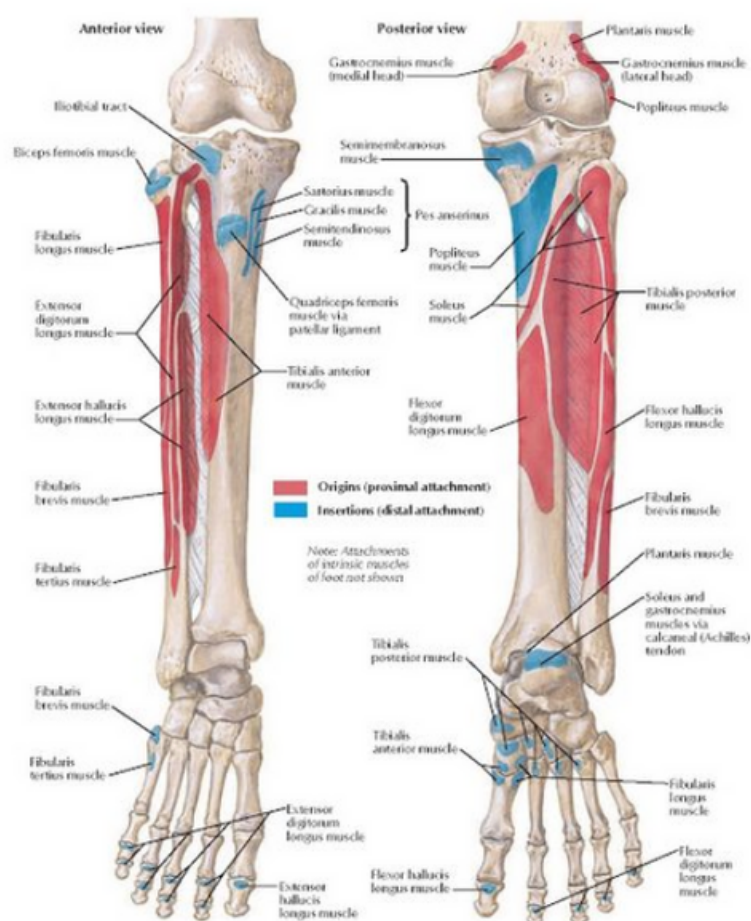
Luego de muchos estudios, se ha llegado a la conclusión que todos los metatarsianos soportan carga. Si consideramos como de 6 unidades la carga que llega al antepié, una unidad cae en cada uno de los últimos metatarsianos y 2 a través de cada uno de los sesamoideos en el primer metatarsiano que está más desarrollado y es, por tanto, más potente. El primer metatarsiano soporta, como mínimo, el doble de peso que cada uno de los restantes.



Cuando se analizan las fuerzas en el plano sagital se ha podido comprobar por análisis baropodométrico que el 60% de las fuerzas se dirigen al calcáneo y el 40% al antepié.



A continuación, se muestra una imagen con la musculatura involucrada en pierna y que cobra relevancia en la estabilidad dinámica de la articulación.



Control motor

El movimiento es esencial en nuestra habilidad para funcionar en el día a día, de forma consciente o inconsciente involucramos nuestro cuerpo y su movilidad para llevar a cabo distintas tareas. Incluso aquellas que realizamos de forma inconsciente como la marcha, requieren de un control adecuado para llevarse a cabo sin compensaciones musculares y que esto pueda generar algún tipo de lesión en nuestro cuerpo. Al estudiar el control motor, estudiamos directamente la causa y naturaleza del movimiento y debemos tomar en cuenta lo siguiente: control de la postura y equilibrio; y el control del movimiento.

El control motor puede ser definido como la habilidad para regular o dirigir los mecanismos esenciales para el movimiento. Para ello, se debe tener en consideración que el movimiento emerge de la interacción de tres factores: el individuo, la tarea/actividad y el ambiente que lo rodea. Esto es, el individuo debe ser capaz de generar movimiento para cumplir las demandas de la tarea en un contexto específico.

El movimiento que genera el individuo es el resultado de múltiples procesos, que incluyen la percepción, la acción y cognición.

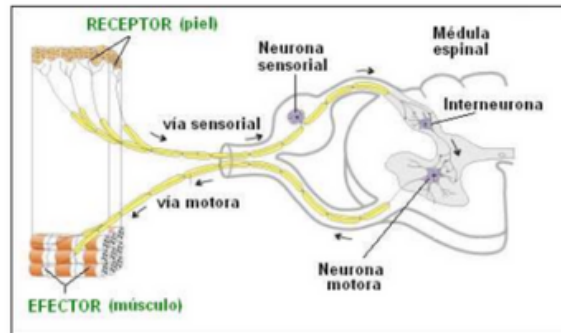


- **Percepción:** se relaciona directamente con los sistemas sensoriales, quienes deben entregar información permanente acerca del propio cuerpo y del ambiente en que se encuentra. La percepción incluye los mecanismos sensoriales tanto periféricos como aquellos que ocurren a nivel superior, estos últimos son los encargados de interpretar y dar significado a la información entregada por los sistemas sensoriales.
- **Acción:** es el movimiento ocurrido en un contexto específico, se origina producto de la información que entrega como respuesta el sistema nervioso luego de integrar la información entregada por el sistema perceptivo-sensorial.
- **Cognición:** los procesos cognitivos son esenciales en el control motor. Una parte importante del movimiento típico es con un propósito, por lo que el movimiento implica procesos cognitivos como la atención, motivación, resolución de problemas y emociones, ya que todos estos son elementos que determinarán los objetivos y por lo tanto el propósito del movimiento.

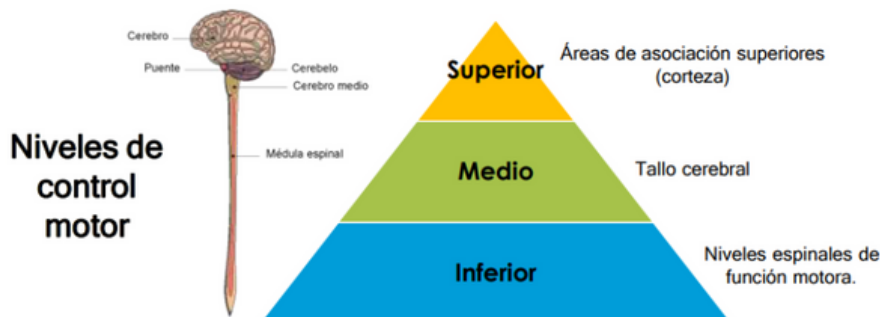


Teorías del control motor

1. Teoría Refleja (Sir Charles y Sherrington, 1906): el reflejo es el componente principal del movimiento. Reflejo se constituye por: un receptor, conductor y un efector.

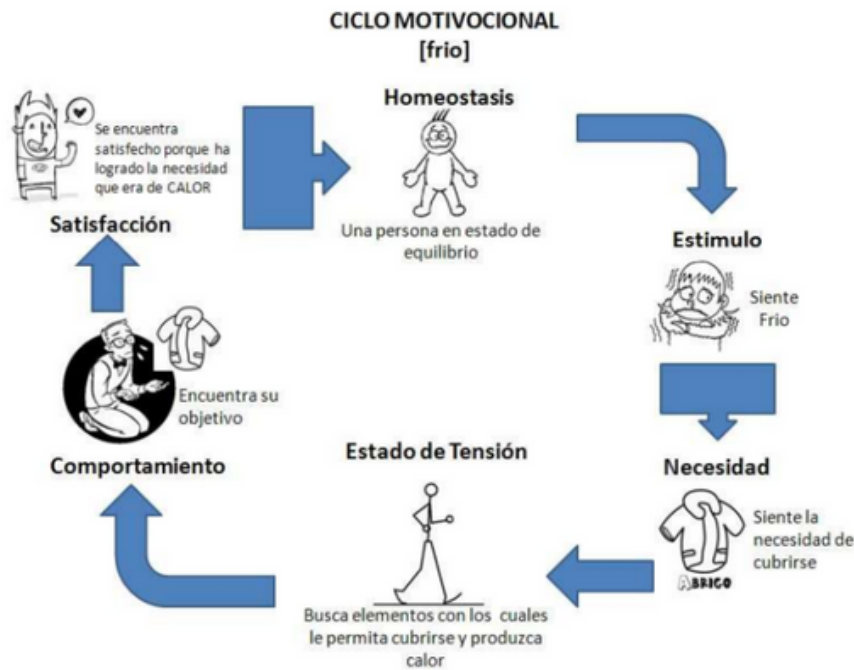


2. Teoría Jerárquica (Sir Hugglings Jackson, 1932): SNC se organiza de forma jerárquica, niveles superiores ejercen control sobre los inferiores.



3. Teoría de la programación motora (Grillner, 1981): Se puede obtener una respuesta motora tanto por un estímulo sensorial como por un proceso central en ausencia de un estímulo: engrama motor. Generador de patrones centrales (GPC) circuitos neurales espinales específicos capaces de generar por sí mismos movimientos como el caminar y correr.
4. Teoría de los sistemas (Bernstein, 1967): Los movimientos no son dirigidos ni central ni periféricamente, sino que emergen de la interacción de muchos sistemas. El control del movimiento integrado se distribuía a través de muchos sistemas interactivos que trabajan en cooperación para lograr el movimiento.
5. Teoría ecológica (Gibson, 1960): El movimiento es causado por la interacción entre sistemas motores y el medio ambiente.
6. Teoría orientada a la actividad: El control del movimiento se organizaría alrededor de comportamientos funcionales dirigidos a objetivos. El siguiente diagrama describe un ejemplo de esta teoría:

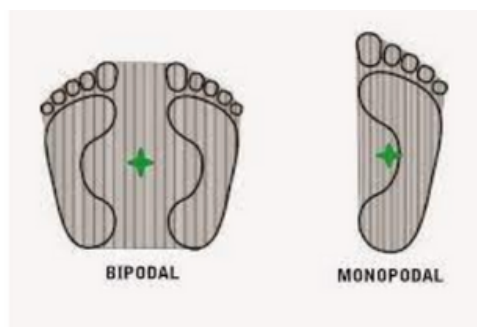




Análisis de la conducta sensoriomotriz

Para estudiar el movimiento humano, se utilizan los componentes del movimiento:

1. Base de sustentación: es el área formada por las superficies del cuerpo en apoyo con la superficie. (Figura 1)
2. Alineación: es la relación que existe entre los segmentos corporales en alguna postura a la que es expuesto o que espontáneamente el individuo adquiere. En otras palabras, es la posición de las articulaciones en los distintos planos de movimiento. Para su descripción es recomendable llevar un orden, este puede ser, de cefálico a caudal o de caudal a cefálico.
3. Centro de gravedad: proyección del centro de masa y su posición con relación a la base de sustentación
4. Estabilidad/movilidad: descripción de los segmentos que están estables y cuáles son los móviles durante una conducta sensoriomotora. La estabilidad se refiere a quienes son los responsables de mantener el centro de gravedad dentro de la base de la sustentación (al mismo tiempo disminuyendo los grados de libertad del movimiento), cabe destacar que para ellos los sistemas corporales pueden actuar de formas diversas para llevar a cabo esta tarea. Sobre esta base de estabilidad se instala la movilidad de los segmentos corporales.
5. Secuencia de movimiento: descripción temporal del movimiento de los segmentos corporales y la activación muscular que permite estos movimientos.



Actividad:

Describir los componentes del movimiento de las siguientes posturas:



Integración sensorial

La integración sensorial es un proceso neurobiológico que organiza tanto las sensaciones del cuerpo como del ambiente que nos rodea, todo esto con el fin de hacer posible su uso efectivo en el entorno. Quien introdujo el concepto de integración sensorial fue la doctora Jean Ayres, terapeuta ocupacional estadounidense, quien durante la década de los años sesenta inicia su investigación al respecto, llegando a la conclusión que, dado que el comportamiento se relaciona con procesos neurobiológicos, una alteración o desorden en estos procesos, ocasionara un comportamiento inadecuado.

Lo que el modelo de integración sensorial plantea, es que la información obtenida desde los distintos sistemas sensoriales debe ser procesados e integrados para organizar respuestas funcionales, lo que se traduce en la conducta. El mayor desarrollo de la integración sensorial ocurre durante una respuesta adaptativa, la cual es una respuesta a una experiencia sensorial provista de un propósito y una meta. Esto es de suma relevancia, a la hora de hablar de rehabilitación y/o habilitación, donde el objetivo principal es crear respuestas adaptativas a nivel corporal para que estas puedan ser llevadas a cabo en cualquier actividad diaria para que estas sean ejecutadas de forma inconsciente y de la forma biomecánica más eficaz posible. Esto se da, porque el cerebro es capaz de reorganizar los esquemas neuronales y se reestructura, este proceso es conocido como neuroplasticidad y cuando lo unimos a un ejercicio planificado y estructurado, buscamos como resultado la reorganización neuroplástica. La rehabilitación y la habilitación van de la mano, sin embargo, aunque muchas veces se utilizan como sinónimos no lo son. La habilitación es el proceso de aprendizaje o de desarrollo de nuevas y distintas habilidades que nos permiten llevar a cabo distintas tareas. En otras palabras, la habilitación nos da nuevas herramientas para relacionarnos de forma funcional con el entorno y lograr realizarlas de forma independiente. Por otro lado, la rehabilitación consiste en una serie de intervenciones que ayudan a una persona con cierta dificultad o limitación funcional, para realizar una actividad de la vida diaria. En el campo de la medicina se utiliza rehabilitación para referirse a cualquier intervención que se realiza para mejorar la función de una persona y reincorporarla a su entorno. El marco conceptual por excelencia para la rehabilitación es la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF).



LA PILATERÍA®

Respecto a los sistemas sensoriales en los cuales se centra el modelo de integración sensorial son el vestibular, táctil y propioceptivo. Estos son los sistemas más primitivos y los primeros en madurar, ellos nos aportan información acerca del cuerpo y sus limitaciones, además influyen en las interpretaciones de la información visual y auditiva.

1.Sistema Vestibular

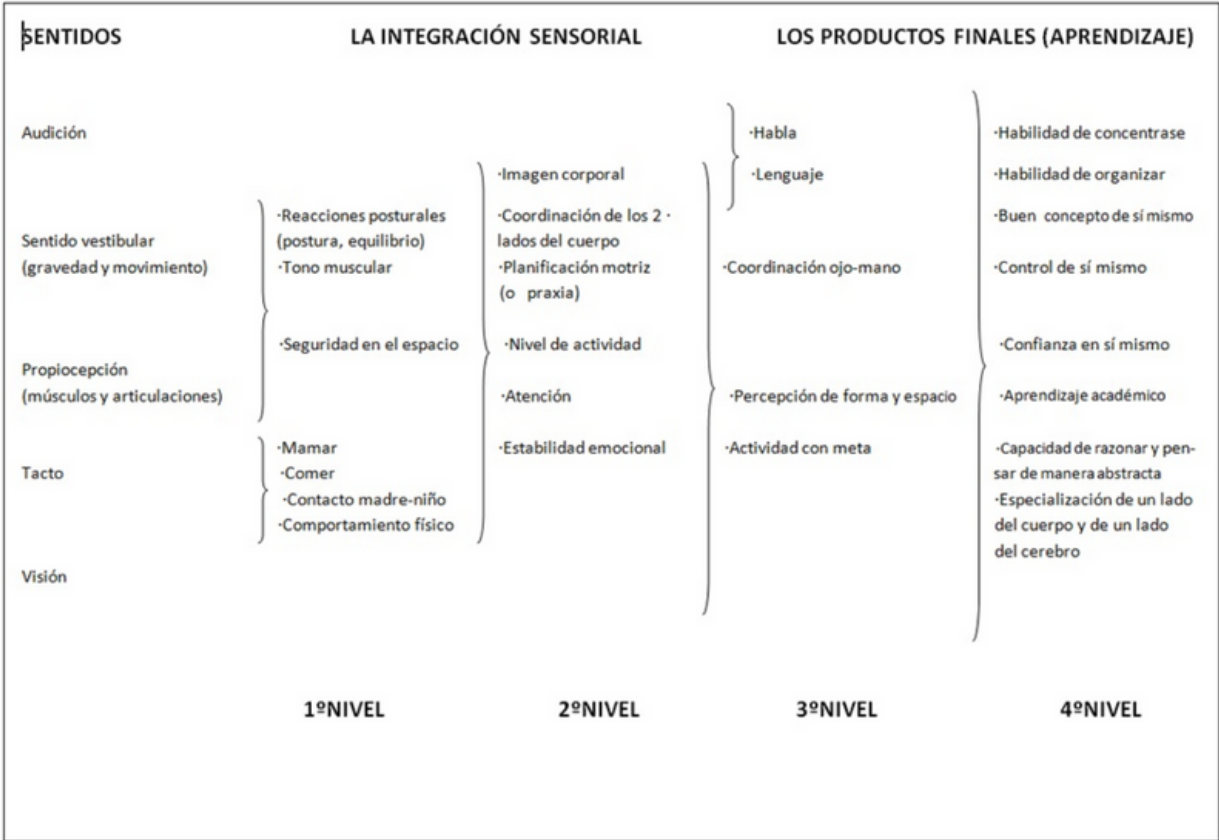
Sus receptores se encuentran en el oído interno, específicamente en los canales semicirculares y otolitos. El sistema vestibular procesa la información acerca de la fuerza de gravedad y el movimiento en estrecha relación con el sistema propioceptivo y visual.

2.Sistema Táctil

Provee información mediante órgano de la piel (textura, tamaño y forma). Cabe destacar que el sistema táctil brinda el primer vínculo emocional, esto es importante a la hora de enfrentarnos a personas que enfrentan miedo o ansiedad frente a algún movimiento.

3.Sistema Propioceptivo

Es vital en la posición del cuerpo, calibración del movimiento y autorregulación. La propiocepción reúne todas las condiciones que le dicen al cuerpo cuándo y cómo los músculos se están contrayendo o estirando y cuándo o cómo las articulaciones se encuentran flexionadas o extendidas, o bien si están siendo comprimidas o traccionadas. Esta información le permite saber al cuerpo donde está cada parte del cuerpo y como se están moviendo en el espacio.



Resumen sinóptico del desarrollo de la integración sensorial elaborado por la Dra. Jean Ayres



Análisis de la conducta sensoriomotora: La marcha

La marcha es una necesidad básica para desplazarse de un lugar a otro, por lo tanto, es una de las conductas motoras más ejecutadas por la gente a diario. La observación de la marcha aporta información sobre el resultado de una serie de complejas interacciones entre las funciones sensoriales y motoras. Para que una persona camine, el sistema nervioso central (SNC) debe generar acciones motoras apropiadas a partir de la integración de las referencias sensoriales.

El ciclo de la marcha humana es una secuencia de acontecimientos que se repiten consecutivamente. Cada ciclo comienza cuando uno de los pies, concretamente el talón, entra en contacto con el suelo y termina cuando el talón del mismo pie vuelve a entrar en contacto con el suelo.

El ciclo de la marcha humana se divide en dos fases que se repiten consecutivamente.

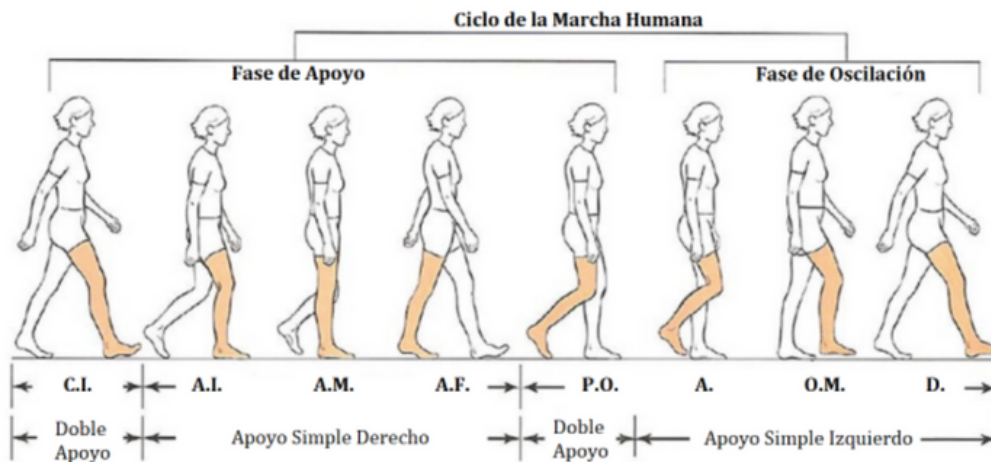
- Fase de apoyo (60 %): Comprende el periodo en el que el pie con el que se comienza la marcha está apoyado. Se inicia con el contacto del talón en el suelo y finaliza con el despegue de los dedos del pie del suelo.
- Fase de oscilación (40 %): Comienza cuando los dedos del pie de referencia se despegan del suelo y finalizado cuando el talón vuelve a entrar en contacto con el mismo.

En el ciclo de la marcha también encontramos la fase de doble apoyo, esta representa un 20 % dentro de la fase de apoyo. Ocurre cuando ambos pies están en contacto con el suelo al mismo tiempo.

A su vez, la fase de apoyo se divide en cinco intervalos.

1. Contacto inicial (CI): instante en el que el talón toca el suelo. La cadera sufre una flexión de 30°.
2. Apoyo inicial (AI): contacto de la parte anterior del pie con el suelo. La articulación de la cadera comienza a extenderse y el ángulo de flexión disminuye alrededor de 20°
3. Apoyo medio (AM): momento en el que la cadera se encuentra alineada verticalmente con el centro del pie, visto desde el plano sagital.
4. Apoyo final (AF): instante en el que el talón se eleva del suelo. La cadera comienza a moverse hacia la extensión, hasta alcanzar un máximo de hiperextensión de 20°
5. Previa oscilación (PO): momento en el que los dedos se elevan del suelo. La cadera está cerca de una posición neutral y se mueve en dirección de la flexión. La fase de oscilación se divide en tres intervalos.
6. Aceleración (A): se caracteriza por la rápida aceleración del extremo de la pierna inmediatamente después que los dedos dejan el suelo. La cadera se encuentra en posición neutral.
7. Oscilación media (OM): la pierna en movimiento rebasa a la pierna de apoyo como un péndulo. La cadera se flexiona hasta alcanzar aproximadamente los 30 ° y se mantiene en esa posición.
8. Desaceleración (D): la pierna desacelera al acercarse al final del intervalo.



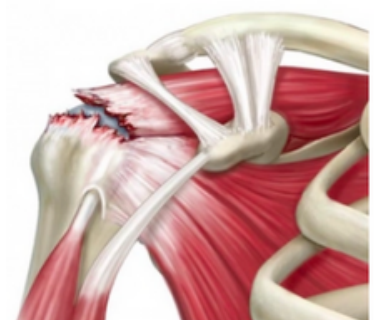


Lesiones musculoesqueléticas

Existen múltiples patologías que pueden desarrollarse en el sistema musculoesquelético, estas pueden variar desde trastornos repentinos como fracturas, esguinces y distensiones, a lesiones crónicas que tienen un mayor impacto funcional. Según la Organización Mundial de la Salud, aproximadamente 1710 millones de personas tienen trastornos musculoesqueléticos en todo el mundo, a todo esto, se suma que estos trastornos limitan enormemente la movilidad y la destreza, y podrían provocar jubilaciones anticipadas, menores niveles de bienestar y una menor capacidad de participación social. A continuación, se describen las lesiones más comunes que pueden desarrollarse en él.

1. Tendinitis o ruptura de tendones del manguito rotador.

Es la inflamación de los tendones que conforman el manguito rotador, se da principalmente en el músculo supraespinoso. El origen de esta patología puede ser debido a un trauma, es decir, un golpe directo en el tendón o, por movimientos repetitivos que sobrecargan la estructura ocasionando en un inicio microrupturas o, si se sigue sometiendo a la misma carga al tendón, la ruptura total. Su tratamiento varía dependiendo el grado de lesión, y puede ir desde la cirugía, en el caso de que sea una ruptura total o aplicación de hielo, reposo y fármacos analgésicos para su manejo. Sin importar el grado de lesión, el ejercicio es fundamental para su rehabilitación, fortaleciendo la musculatura adyacente si el origen del trauma fue espontáneo o reeducando el patrón de movimiento si fuese por movimientos repetitivos.



2. Epicondilitis

La epicondilitis o también llamada codo del tenista, es la inflamación de los tendones que se insertan en la zona epicondílea y va asociada al tejido tendinoso de uno o varios de estos músculos extensores de la muñeca, siendo el más afectado el tendón del extensor radial corto del carpo (ERCC). Genera dolor en la cara lateral del codo a la palpación y al realizar ciertos movimientos como extensión de muñeca o radialización de la misma. A medida que evoluciona esta afección, el dolor lateral de codo puede presentarse en reposo e incluso de noche, y también pueden sumarse síntomas como parestesias u hormigueos en el antebrazo o la mano. Inicialmente el tratamiento médico es disminuir la inflamación y dolor mediante medicamentos (ibuprofeno y diclofenaco), reposo y/o protección mediante órtesis.

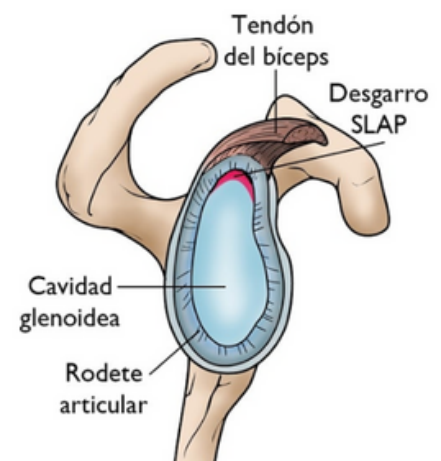


3. Lesión de labrum o inestabilidad de hombro

Conocida como la lesión SLAP por sus siglas en inglés Superior Labrum Anterior to Posterior y es el desgarro o ruptura de la estructura fibrocartilaginosa que estabiliza el hombro, llamada labrum. El labrum puede lesionarse de muchas maneras y por diversos mecanismos lesionantes, siendo los más comunes:

- Dislocaciones y luxaciones.
- Caídas sobre el hombro o el brazo extendido.
- Levantar objetos pesados que sobrepasen la capacidad de fuerza muscular.

El mecanismo lesionante asociado al origen de esta patología es una abducción y rotación externa durante una acción de lanzamiento, lo que ocasiona una torsión en el área del labrum que genera daños en el mismo. Es por ello que esta patología se presenta con mayor frecuencia en atletas que practican deportes en los que el brazo se use sobre la cabeza, tales como: tenistas, lanzadores de voleibol, lanzadores de jabalina, beisbolistas, etc.



4. Hombro congelado

En ciertas ocasiones y no muy poco frecuente, dado principalmente por el tiempo de inmovilización puede desarrollarse una condición la cual se caracteriza al examen físico, principalmente por la restricción en el rango de movimiento de la articulación acompañada de dolor al movimiento. Esto ocurre cuando el tejido conectivo que circunda la articulación pierde sus propiedades físicas volviéndose menos elástica, limitando los grados de libertad de la articulación. Esta condición es la capsulitis adhesiva de hombro o conocida más comúnmente como “hombro congelado” y la forma más importante de poder prevenirla es evitar la inmovilización prolongada y considerar los factores de riesgo que puede presentar una persona como diabetes, hipo o hipertiroidismo, lesiones previas de hombro, fibromialgia, entre otros.

5. Dolor lumbar

Conocido comúnmente como lumbago, es un fuerte dolor producido en la zona baja de la espalda como consecuencia de una afectación en alguna de las estructuras que componen la columna vertebral lumbar. Hay infinidad de factores que originan la lumbalgia como: desbalances musculares, enfermedades viscerales y lesiones traumáticas.

Se puede clasificar esta dolencia según la duración del dolor:

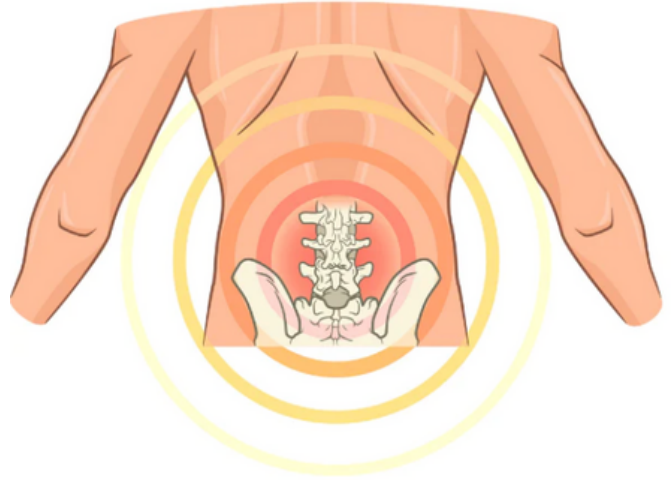
- Lumbalgia aguda: el dolor puede reducirse hasta desaparecer en unos días, durando hasta seis semanas, generalmente por períodos prolongados frente al computador en una postura dañina o por estrés psicológico y emocional.
- Lumbalgia subaguda: el dolor persiste de seis a doce semanas.
- Lumbalgia crónica: el dolor persiste por más de doce semanas. Por lo general, son signos de desgaste estructural. Puede ser subsecuente al dolor agudo si no se recibe tratamiento, o cuando se ve fomentado por una postura incorrecta por años, lo que consecuentemente puede desarrollar un daño.

Las causas relacionadas al origen de esta dolencia son variadas y pueden ser clasificadas en dos grupos: factores mecánicos y no mecánicos. Dentro de los factores mecánicos se encuentra principalmente, la alteración en la activación de sinergias musculares que circundan la columna lumbar que, por lo demás proporcionan movilidad y estabilidad a la región lumbar, ocasiona que algunos músculos se acorten, tensen o se debiliten, que los ligamentos se estresen, que las articulaciones vertebrales lumbares se bloqueen y que las fibras nerviosas se irriten. Por otra parte, dentro de los factores causales no mecánicos podemos hacer referencia a órganos y vísceras que se encuentran adyacentes a esta estructura. Dentro de ellos podemos destacar:

- Disfunciones viscerales.
- Enfermedades renales.
- Estrés.
- Obesidad.
- Alteraciones en órganos pélvicos (amenorrea, prostatitis, la endometriosis o la enfermedad inflamatoria pélvica crónica).
- Trastornos vasculares (aneurisma de la aorta abdominal).



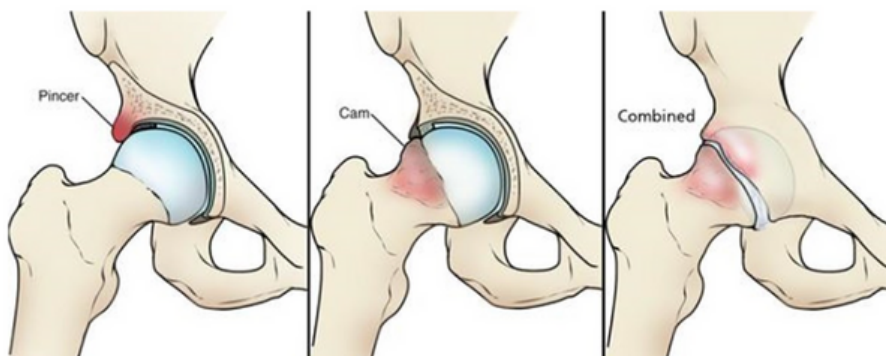
El dolor es el principal síntoma, por lo que el tratamiento médico inicial se enfocará en la analgesia de este. La indicación de medicamentos analgésicos como el paracetamol y antiinflamatorios no esteroideos como el diclofenaco podrían ayudar, sin embargo, es importante considerar todos los posibles agentes causales y la combinación de ellos para lograr un tratamiento certero.



6. Pinzamiento femoroacetabular

El pinzamiento femoroacetabular hace referencia a la orientación anormal de la anatomía y morfología del acetábulo y/o del extremo proximal del fémur, reduciendo la amplitud del rango del movimiento en la cadera. El pinzamiento ocurre en los movimientos de flexión, abducción y rotación interna y puede desencadenar otras lesiones tanto del componente movilizador como del estabilizador como por ejemplo lesiones de labrum, artrosis prematura, tendinitis glútea, etc. Existen tres tipos de pinzamiento de pinzamiento

- Tipo Cam: la cabeza femoral no es esférica.
- Tipo Pincer: el acetábulo es el responsable de la lesión, sobrecubriendo la cabeza del fémur o cubriéndola menos de lo que debería ser.
- Mixto: tanto el fémur como el acetábulo tienen una morfología no coincidente.

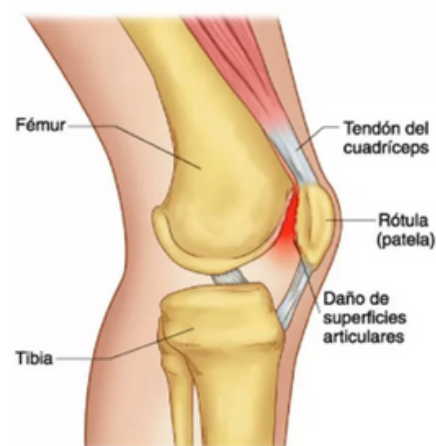


7. Disfunción patelofemoral

Es uno de los problemas de rodilla más comunes, puede aparecer a cualquier edad y genera dolor a nivel de la patela, limitando la movilidad normal de la rodilla. En algunos casos de dolor patelofemoral se presenta una afección llamada condromalacia rotuliana y ocurre una degradación del cartílago articular que está en la parte interna de la patela, ocurre que si el tejido cartilaginoso y el tejido óseo subyacente de la articulación patelofemoral se frotan más de lo normal por una sobrecarga, un mal alineamiento, una biomecánica alterada o una carga incorrecta; la capa amortiguadora y protectora de cartílago se degenera, causando dolor e inflamación articular. Esto, sumado a que el cartílago es avascular y no posee innervación nerviosa esta patología inicialmente no causa dolor en la rodilla. Sin embargo, si el daño y la erosión del cartílago es pronunciado, el mismo no puede seguir distribuyendo las cargas de manera uniforme, por lo que el hueso subyacente de la rodilla (patela o fémur) se ve afectado, ocasionando dolor.

Muchos aspectos pueden contribuir al desarrollo del síndrome de dolor patelofemoral. Los problemas con la alineación de la patela y el uso excesivo debido a deportes o entrenamiento vigorosos son, a menudo, factores significativos. El síndrome de dolor patelofemoral suele causar un dolor sordo y poco intenso en la parte delantera de la rodilla. Los siguientes factores pueden aumentar el dolor:

- Subir o bajar escaleras.
- Arrodillarse o ponerse en cuclillas.
- Sentarse con una rodilla flexionada durante períodos prolongados.



El tratamiento médico para el síndrome de dolor patelofemoral está diseñado para aliviar el dolor, restaurar el rango de movimiento y la fuerza. En la mayoría de los casos, el dolor patelofemoral puede tratarse de manera no quirúrgica.



8. Esguince de tobillo

El esguince de tobillo es una lesión que producto de un movimiento extremo del tobillo conlleva a la distensión o desgarro de alguna de las estructuras ligamentosas que mantienen el tobillo en su lugar. El estiramiento excesivo o el desgarro parcial de uno o más ligamentos causa dolor, dificultad para caminar e inflamación y por la rotura de los vasos sanguíneos también causa hematomas en la ubicación de la estructura ligamentosa lesionada. Podemos clasificar los esguinces de tobillo de la siguiente forma:

- Esguinces por inversión: resulta ser el más frecuente y se origina producto de un extremo movimiento de inversión y flexión plantar.
- Esguinces por evasión: es menos común que la anterior, su mecanismo de lesión implica un movimiento de evasión.
- Esguinces por rotación externa o pronación: esguince alto de tobillo o de las sindesmosis (art. tibioperonea), son lesiones más severas que las anteriores y requieren mucha fuerza para originar, por lo que es infrecuente en la población general.

Inicialmente las intervenciones y las herramientas terapéuticas usadas están enfocados en brindar analgesia y desinflamación a la persona lesionada, es por ello que lo más importante es aplicar el protocolo RICE (descanso, inmovilización, compresión y elevación), posterior a la fase aguda de la lesión es importante el fortalecimiento de la musculatura estabilizadora del tobillo y junto con ello, sumar ejercicios que ayuden a la propiocepción y equilibrio.



9. Fascitis plantar

Dolor que se genera en toda la planta del pie, debido a la inflamación de la fascia plantar. Esta fascia se ve afectada por una variedad de causas y su aparición es relativamente común. La aponeurosis o fascia plantar es una placa de tejido tendinoso bastante firme ubicada en la planta del pie. Por su parte posterior se une al hueso del talón (calcáneo) y por su parte delantera está conectada a los dedos de los pies. Cuando se camina, la fascia plantar se tensa transmitiendo la carga y fuerza desde el antepié al retropié. La función de este tejido es la de absorber las cargas axiales del cuerpo, estabilizar y levantar el arco plantar, brindándole al pie el soporte y estabilidad. La fascitis plantar es principalmente una lesión por sobreuso que ocurre como resultado de una irritación degenerativa en el origen de la fascia plantar en la tuberosidad del calcáneo, así como de las estructuras perifasciales adyacentes. Los factores que conllevan a tal irritación y degeneración varían en cada caso, pero frecuentemente esto suele ocurrir durante la realización de actividades deportivas de alto impacto, especialmente aquellas que implican correr o saltar.

Aunque existen muchas opciones de tratamiento médico conservador y quirúrgico, la fascitis plantar puede volverse crónica fácilmente y conllevar a la aparición de afecciones como el espolón calcáneo.

El tratamiento inicialmente consiste en aliviar el estrés o reducir la actividad física para reducir la inflamación y el dolor, algunas de los tratamientos más frecuentemente indicados son:

- Analgésicos e infiltraciones de toxina botulínica/ plasma rico en plaquetas (PRP)/ esteroideos o cortisona que suprimen la señal de alarma de su cuerpo, pero realmente no soluciona el problema causal.
- Órtesis, plantillas ortopédicas y férulas nocturnas: brindan alivio y apoyan el arco longitudinal.
- Uso de hielo sobre la zona dolorida.
- Kinesiterapia para mejorar y normalizar la biomecánica alterada, la fuerza muscular y la estabilidad del arco longitudinal.



Bibliografía

Guede, D., González, P., & Caeiro, J.R.. (2013). Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 5(1), 43-50. <https://dx.doi.org/10.4321/S1889-836X2013000100008>.

Comín, M., Dejoz, R., Peris, J.L., Atienza C., Prat J., Vera. (1996): Biomecánica. Conceptos básicos de biomecánica.

Cano de la Cuerda R. Et. Al. (2015). «Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación». *Neurología*. ELSEVIER. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-pdfS0213485312000114>

Serway

LACUESTA, J. Javier Sánchez. Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Instituto de Biomecánica, 2005.

VIEL, Eric. La marcha humana, la carrera y el salto: Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Elsevier España, 2002.

Marín-Peña, O., Fernández-Tormos, E., Dantas, P., Rego, P., & Pérez-Carro, L. (2016). Anatomía y función de la articulación coxofemoral. Anatomía artroscópica de la cadera. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*, 23(1), 3-10.

