



MÓDULO 04

BIOMECÁNICA DEPORTIVA



Definiciones

¿Qué es biomecánica?

- Desde la etimología de la palabra:

Bio: Indica que la palabra biomecánica está relacionada con estructuras vivas. Mecánica: Indica que la biomecánica está relacionada con el análisis de las fuerzas y sus efectos.

- Desde la simplicidad:

La biomecánica es el estudio de la estructura y la función de los sistemas biológicos a través de métodos mecánicos.

- Biomecánica deportiva:

Se puede definir como el estudio de las fuerzas y sus efectos sobre los humanos mientras practican algún deporte o ejercicio.

- Y su objetivo último es:

Mejorar el rendimiento en el deporte y los ejercicios. Además, también se utiliza como ayuda en la prevención y rehabilitación de lesiones.

Para poder aplicar y utilizarla, existen dos formas:

Análisis cualitativo: El análisis biomecánico cualitativo es una evaluación subjetiva de los movimientos corporales que se utiliza para identificar patrones de movimiento y posibles limitaciones en el movimiento. Este análisis se basa en la observación visual del movimiento y puede ser realizado por profesionales de la salud, entrenadores deportivos y otros expertos en movimiento. El análisis biomecánico cualitativo implica la identificación de patrones de movimiento, la evaluación de la calidad del movimiento y la identificación de cualquier desviación del movimiento normal. El objetivo es identificar áreas problemáticas en el movimiento y utilizar esta información para desarrollar estrategias de intervención para mejorar la función y reducir el riesgo de lesión.

Análisis cuantitativo: El análisis biomecánico cuantitativo es una técnica que se utiliza para medir y analizar las fuerzas, movimientos y energía que ocurren en el cuerpo humano durante la realización de una actividad específica, como caminar, correr, saltar, levantar objetos, entre otros. Esta técnica utiliza instrumentos y herramientas avanzadas, como cámaras de alta velocidad, sensores de fuerza, acelerómetros y programas de software especializados, para recopilar datos objetivos y precisos sobre la mecánica del cuerpo. El análisis biomecánico cuantitativo se utiliza en diversas áreas, como la medicina deportiva, la rehabilitación, la ergonomía y el diseño de dispositivos médicos, para evaluar y mejorar el rendimiento físico, prevenir lesiones y enfermedades, y mejorar la calidad de vida.

Entendido esto, podemos decir que el aparato locomotor es el encargado de crear el movimiento y por lo tanto comparable con una máquina que puede ser estudiada desde la física (mecánica) de manera que los huesos al ser largos se pueden comparar con palancas, las articulaciones se pueden comparar a juntas mecánicas, los músculos a motores transformadores de energía, los tendones se pueden comparar a cables de soporte y los ligamentos refuerzan estructuras, comparado como cadenas en una construcción.

Análisis de fuerzas

La biomecánica deportiva utiliza el análisis de fuerzas para estudiar las fuerzas internas y externas que afectan el rendimiento deportivo, la prevención de lesiones y la rehabilitación. La medición de la fuerza se realiza con tecnologías como plataformas de fuerza, sensores de fuerza y electromiografía. El análisis de fuerzas permite identificar patrones de movimiento eficientes y evaluar la técnica deportiva de los atletas, lo que mejora el rendimiento y reduce el riesgo de lesiones. También se utiliza para evaluar dispositivos de protección deportiva, como cascos, rodilleras y protectores de tobillo. Además, se relaciona con el torque, que es el movimiento que un cuerpo experimenta en torno a un punto de apoyo debido a una fuerza aplicada, y se mide en Newton metros (Nm).

Por otro lado, las máquinas simples en biomecánica deportiva son dispositivos que permiten la aplicación de fuerzas para obtener ventajas mecánicas. Estas máquinas se dividen en seis tipos básicos: la palanca, la polea, la rueda, el tornillo, la cuña y el plano inclinado. Cada uno de estos tipos de máquinas simples puede ser utilizado en diferentes ejercicios y movimientos deportivos para mejorar el rendimiento del atleta. El conocimiento de estas máquinas simples permite a los entrenadores y deportistas comprender cómo se aplican las fuerzas en los movimientos deportivos y cómo pueden ajustarse las máquinas y el equipo para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones.

Las máquinas simples son herramientas que permiten modificar la magnitud o dirección de una fuerza aplicada. El torque, también conocido como momento de fuerza, se relaciona con las máquinas simples ya que es una medida de la capacidad de una fuerza para producir una rotación alrededor de un punto de pivote.

Las máquinas simples, como la palanca, la polea, la rueda y el eje, y la cuña y el tornillo, se utilizan comúnmente en el deporte para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones. Por ejemplo, las palancas se usan en el levantamiento de pesas para aumentar la capacidad de levantamiento de un atleta, mientras que las poleas se usan en la escalada para reducir la cantidad de fuerza necesaria para levantar el cuerpo.

El uso del concepto de máquinas simples permite reconocer las siguientes características en los distintos tejidos y articulaciones involucradas en el movimiento, estas son:

Palancas

Las palancas son elementos mecánicos que consisten en una barra rígida que puede girar alrededor de un punto de

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
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

Palancas

Las palancas son elementos mecánicos que consisten en una barra rígida que puede girar alrededor de un punto de apoyo o fulcro. En el cuerpo humano, los huesos actúan como palancas y los músculos como los motores que producen la fuerza para moverlas. Hay tres tipos de palancas según la posición del punto de apoyo, la fuerza y la carga: palancas de primer grado, palancas de segundo grado y palancas de tercer grado.

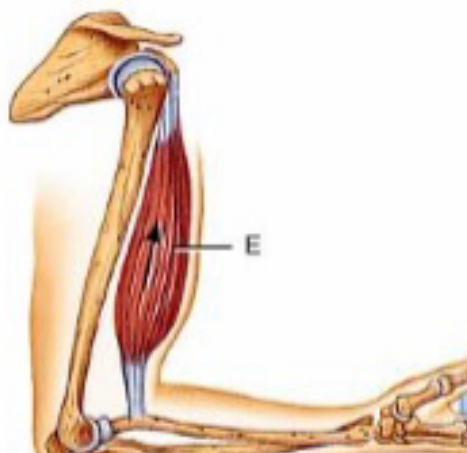
- Palancas de primer grado: El punto de apoyo se encuentra entre la fuerza y la carga. Estas palancas pueden proporcionar ventaja mecánica o velocidad, dependiendo de la distancia entre la fuerza y el punto de apoyo. Un ejemplo en el cuerpo humano es el cuello, donde el punto de apoyo es la vértebra cervical y la fuerza se aplica a través de los músculos del cuello para levantar la cabeza.



- **Palancas de segundo grado:** La carga se encuentra entre la fuerza y el punto de apoyo. Estas palancas son ideales para la traslación o aceleración de cargas. Un ejemplo en el cuerpo humano es el pie al hacer un movimiento de puntillas, donde la carga es el peso del cuerpo y la fuerza se aplica a través de los músculos de la pantorrilla.



- **Palancas de tercer grado:** La fuerza se encuentra entre la carga y el punto de apoyo. Estas palancas pueden proporcionar velocidad y rango de movimiento a expensas de la ventaja mecánica. Un ejemplo en el cuerpo humano es el antebrazo, donde el codo es el punto de apoyo y los músculos del antebrazo aplican la fuerza para mover la mano y la carga es el peso de un objeto que se sostiene.



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

Finalmente, en el estudio de palancas se deberá buscar el equilibrio de las fuerzas según su posición con respecto al fulcro, por lo tanto, se deben definir dos nuevos conceptos: brazo de resistencia y brazo de potencia.

Es decir:

- F: Fulcro
- P: Potencia
- R: Resistencia
- Bp: Brazo de potencia
- Br: Brazo de resistencia

$$P \times Bp = R \times Br$$

Fuerza de gravedad

La fuerza de gravedad es una fuerza atractiva que actúa entre dos cuerpos con masa, en este caso, la Tierra y cualquier objeto con masa en su superficie. Es una fuerza fundamental en biomecánica, ya que afecta el movimiento del cuerpo humano.

La gravedad atrae a todos los objetos hacia el centro de la Tierra, lo que significa que la dirección de la fuerza de gravedad siempre es hacia abajo. Esta fuerza actúa sobre cada parte del cuerpo, y es especialmente importante en la postura y en el equilibrio.

La fuerza de gravedad afecta el movimiento del cuerpo humano en la medida en que aumenta la resistencia al movimiento en dirección contraria a ella. En otras palabras, si un objeto se mueve en la dirección opuesta a la fuerza de gravedad, encontrará mayor resistencia en su movimiento. Además, la fuerza de gravedad es un factor determinante en la capacidad de un atleta para saltar, correr o realizar cualquier otro tipo de movimiento. En estos casos, la gravedad puede ser una fuerza que ayuda o que obstaculiza el movimiento, y puede ser utilizada de manera estratégica para mejorar el rendimiento deportivo.

La fuerza o aceleración de gravedad corresponde a $9,81 \text{ m/s}^2$.

Ejemplo	Explicación
Postura	La fuerza de gravedad actúa sobre cada parte del cuerpo, y afecta la forma en que nos paramos, caminamos y nos movemos en general.
Equilibrio	La gravedad es un factor importante en el equilibrio, ya que el cuerpo debe contrarrestar la fuerza de gravedad para mantenerse erguido.
Salto	La gravedad puede ser utilizada de manera estratégica para mejorar el rendimiento en un salto, al aprovechar la fuerza de gravedad para obtener mayor altura en el salto.
Caídas	La fuerza de gravedad es un factor importante en las lesiones por caídas, ya que aumenta la fuerza del impacto en la superficie del cuerpo al caer.

Centro de masa

El centro de masa es el punto teórico en el que se concentra toda la masa de un cuerpo, es decir, el promedio ponderado de las posiciones de todas las partículas que lo componen. En biomecánica, el centro de masa es importante porque representa el punto de aplicación de la fuerza de la gravedad sobre el cuerpo. Por lo tanto, el centro de masa es un factor clave en la estabilidad del cuerpo y en su movimiento.

En el caso de un objeto simétrico, el centro de masa está en el centro geométrico. Sin embargo, en el caso del cuerpo humano, el centro de masa varía según la postura y la posición de los segmentos corporales. Por ejemplo, cuando una persona se para sobre un solo pie, el centro de masa se desplaza hacia ese pie para mantener el equilibrio.

El movimiento del cuerpo está directamente influenciado por la posición del centro de masa. Cuando una persona se mueve, el centro de masa se desplaza, lo que puede cambiar la estabilidad y la dirección del movimiento. Por ejemplo, cuando una persona corre, el centro de masa se desplaza hacia delante y hacia arriba, y la posición del cuerpo cambia para mantener el equilibrio.

La ubicación del centro de masa también es importante en la biomecánica deportiva, ya que puede influir en el rendimiento. Por ejemplo, en deportes como el salto en longitud, el objetivo es maximizar la distancia recorrida. Para lograr esto, los atletas ajustan su posición para que el centro de masa esté en la posición óptima en el momento del despegue.

Postura corporal	Ubicación del centro de masa
De pie, pies juntos	Alrededor del ombligo
De pie, pies separados	erca de la pelvis
En cuclillas	En la pelvis
Sentado con los pies en el suelo	En la pelvis
Sentado con los pies en el levantados	En el tórax
En posición supina	En el abdomen
En posición prona	En el abdomen

Centro de gravedad

El centro de gravedad (CG) es el punto en un cuerpo donde se concentra la fuerza de gravedad y es el punto donde se considera que la masa del cuerpo está concentrada. El CG de un cuerpo se encuentra en la intersección de tres planos, llamados planos principales de inercia, y se puede calcular a partir de las masas y posiciones de los diferentes segmentos del cuerpo.

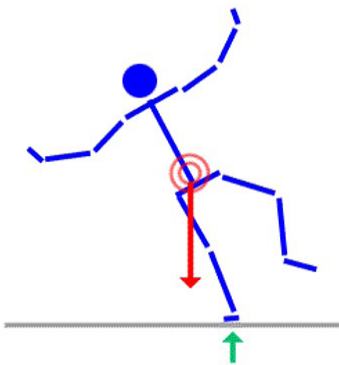
La posición del CG tiene una gran influencia en el movimiento del cuerpo. En particular, el CG se mueve en una trayectoria predecible cuando se aplica una fuerza neta al cuerpo, como cuando un atleta salta o corre. El movimiento del CG es fundamental en la mecánica del movimiento humano, ya que es el punto de referencia para la evaluación del equilibrio y la estabilidad del cuerpo.

El CG también afecta la mecánica de la locomoción humana, ya que los movimientos de las extremidades del cuerpo generan momentos de fuerza que actúan sobre el CG y pueden afectar la eficiencia del movimiento. Por ejemplo, un corredor puede ajustar su patrón de zancada para mantener el CG cerca de la línea de acción de la fuerza de reacción del suelo y maximizar su eficiencia en la carrera.

Efectos del CG en el movimiento humano	Ejemplos
Afecta la estabilidad del cuerpo	Un gimnasta realiza una rutina de equilibrio en la barra de equilibrio
Afecta la eficiencia del movimiento	Un corredor ajusta su patrón de zancada para mantener el CG cerca de la línea de acción de la fuerza de reacción del suelo
Es el punto de referencia para la evaluación del equilibrio	Un terapeuta evalúa la capacidad de equilibrio de un paciente mediante la medición de la posición del CG
Afecta la mecánica de la locomoción	Un saltador de longitud ajusta su técnica de salto para maximizar la distancia saltada al mover su CG hacia adelante en el aire

Línea de gravedad

Línea vertical desde el centro de gravedad hacia el centro terrestre (perpendicular a la superficie).



En una postura en bipedestación clásica esta debiese pasar por los siguientes puntos.

- Detrás de la oreja
- La región posterior de la columna cervical
- La parte anterior de la columna dorsal
- La parte posterior de la columna lumbar
- La parte anterior de la columna sacra
- Delante de la articulación del tobillo

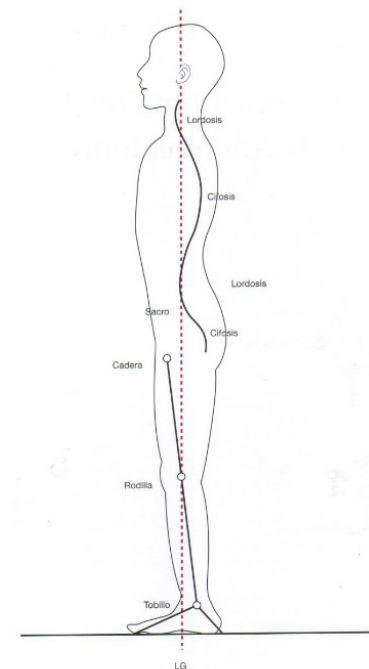


Figura 2.1. Postura: relaciones de la línea de gravedad. Relación de la lír de gravedad (LG) con las cuatro curvas fisiológicas de la columna (línea curva negra).

Equilibrio

Estado de inmovilidad de un cuerpo, sometido únicamente a la acción de la gravedad, que se mantiene en reposo sobre su base o punto de sustentación.

Factores que afectan al equilibrio

- 1. La base de sustentación:** Cuanto más grande es la base de sustentación, mayor será el equilibrio de cualquier cuerpo.
- 2. La altura:** Cuanto más bajo es un objeto más bajo estará su CG y mayor equilibrio tendrá.
- 3. El peso:** Cuanto más pesado es un cuerpo más estable es.

Tipos de equilibrio

Equilibrio estable

Un cuerpo cuyo centro de gravedad está arriba de su base de soporte estará en equilibrio estable si una línea vertical que pase por su centro de gravedad pasa dentro de su base de soporte.

Equilibrio inestable

En el que después de una perturbación el objeto se aleja de su posición inicial (para alcanzar, usualmente, su posición de equilibrio estable).

Estabilidad vs inestabilidad

Estabilidad

Se consigue mientras que el CG se sitúe por dentro del objeto, la base de sustentación sea amplia y el centro esté lo más cercano a la base de sustentación.

Inestabilidad

Se provoca cuando el centro de gravedad está alto, la base de sustentación es pequeña y la línea de gravedad se encuentra fuera de la base de sustentación.

Postura y ergonomía

La postura corporal se refiere a la posición que adopta el cuerpo en el espacio. Según Kendell y Mc-Creary (2002), la postura es “la relación que existe entre las distintas partes del cuerpo y la alineación de estas partes en relación con la gravedad”. Una buena postura se logra cuando las diferentes estructuras corporales están en equilibrio, permitiendo un uso eficiente de los músculos y disminuyendo el estrés en las articulaciones.

Por otro lado, la ergonomía se enfoca en el estudio de la interacción entre el ser humano y su ambiente de trabajo, con el objetivo de diseñar herramientas, equipos y entornos que se adapten a las capacidades y necesidades físicas y cognitivas del trabajador, y que promuevan la seguridad, la eficiencia y la comodidad. Según Iida (2005), la ergonomía es “el estudio de la relación entre el ser humano, la actividad

que realiza y su entorno, y la aplicación de la información científica para el diseño de objetos, sistemas y ambiente que se adapten al ser humano”.

Ambos conceptos están estrechamente relacionados, ya que una mala postura puede generar fatiga muscular, dolor y lesiones, afectando negativamente el rendimiento y la salud del trabajador. Por lo tanto, la ergonomía busca optimizar la postura y la biomecánica del cuerpo humano en el entorno laboral.

Principios de la biomecánica

Principio de la economía de esfuerzos

Establece que los movimientos humanos están diseñados para minimizar el gasto energético y optimizar la eficiencia mecánica. Este principio fue propuesto por el fisiólogo alemán Frank Gaston (1866-1945) en su libro “The Principles of Physiology Applied to Metabolism and Nutrition” (1917).

Según este principio, el cuerpo humano utiliza la menor cantidad de energía posible para realizar una tarea determinada. Por ejemplo, al caminar, el cuerpo humano utiliza una serie de mecanismos biomecánicos para minimizar el gasto energético y maximizar la eficiencia del movimiento.

Principio de un segmento compensa al otro

Describe cómo diferentes segmentos del cuerpo humano trabajan juntos para realizar movimientos eficientes y coordinados. Según este principio, cada segmento del cuerpo se adapta y compensa por las limitaciones de los otros segmentos, con el objetivo de optimizar la producción de fuerza y minimizar la energía gastada.

Este principio fue descrito por primera vez por el fisiólogo y biomecánico norteamericano Albert Taylor en su obra clásica “Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético” (Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System), en la que afirma que “cada segmento del cuerpo se adapta a las limitaciones del otro segmento para que la tarea pueda completarse de la manera más eficiente posible”.

Principio de movimientos integrados

Se refiere a la idea de que los movimientos en el cuerpo humano no ocurren de manera aislada, sino que están interconectados y coordinados entre sí para lograr una acción compleja. Este principio fue propuesto por el Dr. Arthur Steindler, un médico ortopédico y biomecánico alemán.

Steindler argumentó que los movimientos del cuerpo humano son el resultado de la coordinación entre diferentes segmentos y músculos, y que cada movimiento está influenciado por el movimiento de los segmentos y músculos adyacentes. Por lo tanto, los movimientos integrados al otro son necesarios para lograr una acción eficiente y efectiva.

Principio del equilibrio

Se define como la necesidad de que todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo estén balanceadas para que este pueda mantener una posición estática o dinámica sin caerse o moverse de manera incontrolable. Este principio se basa en la segunda ley de Newton, que establece que la suma de todas las

fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual a su masa multiplicada por su aceleración.

El autor que se suele citar al referirse al principio de equilibrio en biomecánica es Isaac Newton, quien formuló las leyes del movimiento que sirven de base para la comprensión de la dinámica del movimiento humano.

Principio de estado de tensión previa

Se refiere a la idea de que los músculos y tejidos blandos del cuerpo están siempre en un estado de tensión previa, incluso en reposo, lo que permite al cuerpo realizar movimientos con mayor eficiencia y estabilidad. Este principio fue propuesto por el biomecánico Vladimir Janda.

Según Janda, el estado de tensión previa es un resultado de la actividad muscular y la tensión del tejido conectivo, que se produce durante la vida cotidiana y las actividades físicas. Esta tensión previa proporciona una base estable para el movimiento y permite una mejor coordinación entre los músculos agonistas y antagonistas.

Además, el estado de tensión previa puede influir en la postura y la función del cuerpo, y puede ser un factor en el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas.

Cadenas musculares y miofasciales

Fascia

La fascia en su entendimiento clásico, corresponde a una estructura poco valorada y que sólo está presente como separación de compartimentos sin tener una función destacada en el movimiento. Sin embargo, hoy por hoy, se entiende que es una estructura que envuelve y conecta todos los tejidos del cuerpo, incluyendo los músculos, huesos, órganos y nervios, siendo una fuente importante de información sensorial y una vía de comunicación entre diferentes partes del cuerpo.

Desde un punto de vista meramente anatómico, las fascias son un conjunto de tejidos conectivos fibrosos dispuestos en planos

- Fascia superficial
- Fascia profunda
- Meninges

Las funciones de este tejido en el cuerpo son diversas, y distan mucho de lo pensado en un inicio. La idea de que la fascia no solo es un tejido de soporte, sino que también es una estructura dinámica y funcional que juega un papel fundamental en la regulación del movimiento y la postura corporal. Se argumenta que la fascia no solo se estira y se contrae, sino que también se desliza y se torce, y que estas propiedades le permiten al cuerpo realizar movimientos complejos y adaptarse a diferentes situaciones.

Entre sus funciones principales:

- Cubre y reviste estructuras.
- Organiza, separa y forma compartimentos corporales.

- Unifica, relaciona y conecta estructuras.
- Protege y sirve de sostén.
- Colabora en procesos bioquímicos, de termorregulación y de curación de heridas.
- Rol en el retorno venoso.
- Disipación del estrés tensional en la entesis.
- Etiología del dolor.
- Interacción entre músculos.
- Coordinación y percepción del movimiento.
- Rica en inervación.

Como característica destacable, el 30% de la fuerza muscular es transmitida por el tejido conectivo, por lo tanto, la fascia profunda juega un rol fundamental en la coordinación periférica entre agonistas y antagonistas. Además, su condición de continuidad nos lleva a pensar que cumple una función como órgano propioceptivo/comunicante de todo el cuerpo.

Biología celular y molecular

A nivel celular, la fascia está formada por:

- **Fibroblastos:** colágeno, elastina, reticulina y sustancia fundamental.
- **Sustancia fundamental:** formada por GAGs. Contiene haces de colágenos, red de elastina y líquido lacunar, cumpliendo una función lubricante.
- **Elastina:** proteína de larga duración, estable. Organizado en una red de mallas.
- **Colágeno:** proteína de corta duración, se modifica durante toda la vida. Responsable de la mayor parte de las patologías conjuntivas.

Fascia superficial

El tejido subcutáneo es una capa que varía en grosor dependiendo de la zona y género del individuo. A su vez, se divide en dos: el tejido adiposo superficial (SAT) y el tejido adiposo profundo (DAT). Esta capa une la piel y la fascia profunda a través de retináculos que forman una red tridimensional, permitiendo el deslizamiento desde el tejido subcutáneo hasta la fascia profunda. Los retináculos en el SAT tienen fibras fuertes y perpendiculares a la superficie, dándole un aspecto de panal. Por otro lado, en el DAT los retináculos son más oblicuos, lo que le otorga una elasticidad limitada y tiende al desplazamiento de los lóbulos adiposos. Además de su función estética, el tejido subcutáneo juega un rol importante en la integridad de la piel y da soporte al sistema circulatorio superficial. También se ha evidenciado la presencia de tejido muscular liso y una gran cantidad de fibras nerviosas, lo que sugiere su participación en el sistema exteroceptivo.

El tejido subcutáneo no solo tiene una función estética, sino también importante para la integridad de la piel y el soporte al sistema circulatorio superficial. La presencia de retináculos en forma de panal y más oblicuos en el SAT y DAT, respectivamente, dan la estructura tridimensional necesaria para que se produzca el deslizamiento desde el tejido subcutáneo hasta la fascia profunda. Asimismo, la presencia de tejido muscular liso y una gran cantidad de fibras nerviosas sugiere su participación en el sistema

exteroceptivo, lo que es importante para el equilibrio sensorial y la percepción táctil.

Fascia profunda

La fascia profunda es una membrana fibrosa densa que tiene una amplia variedad de funciones en el cuerpo humano. Esta estructura se encarga de envolver y unir a músculos, tendones, huesos, nervios, vasos y articulaciones, proporcionando un soporte y una protección adecuados a todas estas estructuras. Además, la fascia profunda es la responsable de la delimitación de compartimentos, la forma de los músculos y el mantenimiento de una posición funcional óptima. En el caso de los músculos, la fascia profunda se divide en dos capas: la fascia aponeurótica y el epimisio. La fascia aponeurótica es una envoltura bien definida que cubre y mantiene en su lugar a un grupo de músculos o que sirve para inserción muscular.

La fascia profunda tiene una organización precisa y constante en las conexiones entre los músculos y la fascia profunda. Esto se debe a que los músculos específicos se activan y la tensión se propaga a través de porciones selectivas de la fascia profunda, por la acción de las expansiones miofasciales específicas. Las fibras colágenas de capas adyacentes se orientan de manera distinta, formando un ángulo de 75-80 grados, lo que permite la distribución de la tensión de manera uniforme.

Cadenas y líneas de continuidad

Las cadenas miofasciales son líneas o sistemas de fascia que conectan diferentes partes del cuerpo. Estas cadenas son el medio por el cual la fascia transfiere fuerzas y movimientos a través del cuerpo, permitiendo que los músculos trabajen juntos en armonía para producir movimiento.

La importancia de la interconexión entre las diferentes cadenas miofasciales se trata de que, en lugar de considerar el cuerpo como una serie de músculos aislados, se debe ver el cuerpo como una red interconectada de cadenas miofasciales que trabajan juntas para producir movimiento. Esta perspectiva es fundamental para comprender cómo la fascia influye en la postura, el movimiento y la salud en general.

A partir de este concepto, surge la idea de los meridianos miofasciales, estos son rutas específicas a través de las cadenas miofasciales que transportan la fuerza y el movimiento a través del cuerpo. Estos meridianos son similares a los meridianos de la acupuntura, pero en lugar de estar basados en la energía, se basan en la anatomía y la biomecánica del cuerpo.

Reglas

Se establecen una serie de reglas para determinar las líneas fasciales:

- **Siguiendo la tracción:** las líneas fasciales se pueden identificar al seguir la dirección de la tensión que se produce al mover una estructura. Por ejemplo, al levantar un objeto pesado, la tensión muscular sigue una línea que se puede rastrear.
- **Siguiendo la resistencia:** las líneas fasciales también pueden determinarse al seguir la dirección de la

resistencia que se encuentra en una estructura. Por ejemplo, al empujar una puerta pesada, la resistencia que se siente en los brazos sigue una línea que se puede rastrear.

- **Siguiendo la anatomía:** las líneas fasciales también se pueden identificar al seguir la anatomía de las estructuras corporales. Por ejemplo, la línea fascial que recorre la parte posterior del cuerpo sigue la columna vertebral, las costillas y los músculos que se encuentran a lo largo de esa ruta.
- **Siguiendo la función:** las líneas fasciales también se pueden determinar al seguir la función de una estructura. Por ejemplo, las líneas fasciales que rodean los músculos de la pierna siguen la dirección en la que se produce la extensión de la pierna al caminar o correr.
- **Siguiendo la experiencia:** finalmente, las líneas fasciales también se pueden identificar a través de la experiencia y la intuición del terapeuta, que puede sentir y visualizar la dirección de las tensiones y las restricciones en el cuerpo del paciente.

En base a las reglas descritas, se proponen las siguientes líneas fasciales:

- 1. Línea media anterior:** se extiende desde la punta de la nariz hasta el pubis y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras de la cabeza, cuello, tórax y abdomen. Incluye el diafragma, los músculos abdominales y los músculos de la columna vertebral.
- 2. Línea media posterior:** se extiende desde la punta del coxis hasta la nuca y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras posteriores del cráneo, cuello, tórax, abdomen y pelvis. Incluye los músculos de la columna vertebral, los músculos de la cintura escapular y los músculos glúteos.
- 3. Línea lateral superficial:** se extiende desde la región axilar hasta el tobillo y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras laterales del cuerpo, incluyendo los músculos de la cintura escapular, los músculos abdominales, los músculos de la cadera y los músculos de la pierna.
- 4. Línea lateral profunda:** se extiende desde la región axilar hasta el pie y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras profundas del cuerpo, incluyendo los músculos de la cintura escapular, los músculos abdominales, los músculos de la cadera y los músculos de la pierna.
- 5. Línea posterior superficial:** se extiende desde la nuca hasta el talón y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras superficiales posteriores del cuerpo, incluyendo los músculos de la cintura escapular, los músculos de la espalda y los músculos de la pierna.
- 6. Línea posterior profunda:** se extiende desde la nuca hasta el talón y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras profundas posteriores del cuerpo, incluyendo los músculos de la cintura escapular, los músculos de la espalda y los músculos de la pierna.
- 7. Línea frontal superficial:** se extiende desde el mentón hasta la región púbica y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras superficiales anteriores del cuerpo, incluyendo los músculos de la cintura escapular, los músculos de la parte superior del tronco, los músculos abdominales y los músculos de la pierna.
- 8. Línea frontal profunda:** se extiende desde el mentón hasta la región púbica y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras profundas anteriores del cuerpo, incluyendo los músculos de la cintura escapular, los músculos de la parte superior del tronco, los músculos abdominales y los músculos de la pierna.
- 9. Línea espiral:** se extiende desde el pie hasta la cabeza y está formada por el tejido fascial que rodea las estructuras del cuerpo en una espiral. Está compuesta por la fascia plantar, la fascia peronea, el sóleo, la fascia lumbar, los oblicuos internos y externos, el diafragma, el esternón y los músculos

del cuello.

10. Línea funcional: que comienza en la aponeurosis plantar y se dirige hacia la pierna, muslo y finalmente a la cabeza y la mano. Asimismo, la línea posterior profunda surge en la tuberosidad isquiática y se dirige hacia la nuca y la cabeza, pasando por la columna vertebral y el cuello.

Línea fascial	Componentes musculares	Componentes fasciales
Línea superficial posterior	Músculos superficiales de la espalda (como el trapecio, romboides y erector de la columna)	Fascia cervical posterior, fascia toracolumbar, fascia sacroiliaca y fascia glútea
Línea superficial anterior	Músculos abdominales superficiales (como el recto abdominal, oblicuos externos e internos y el músculo transverso del abdomen)	Fascia toracolumbar, fascia iliopsoas y fascia abdominal
Línea lateral	Músculos laterales de la pierna y del torso (como el tensor de la fascia lata, glúteo medio y menor, músculos intercostales y oblicuo externo)	Fascia toracolumbar, fascia glútea, fascia de la pierna lateral y fascia plantar
Línea posterior funcional	Músculos profundos de la espalda y los músculos de la nuca (como el multifidus, transverso espinoso, suboccipitales y el trapecio inferior)	Fascia cervical posterior, fascia toracolumbar, fascia sacroiliaca, fascia glútea, fascia del muslo y la fascia plantar
Línea frontal funcional	Músculos de la cadena anterior del cuello y del torso (como el esternocleidomastoideo, escalenos, pectoral mayor y menor y diafragma)	Fascia cervical anterior, fascia del cuello, fascia toracolumbar, fascia iliopsoas, fascia abdominal y la fascia de la pierna anterior
Línea espiral	Músculos en espiral de la pierna y el torso (como el bíceps femoral, aductores, oblicuos internos y externos, y el esternocleidomastoideo)	Fascia toracolumbar, fascia cervical, fascia intercostal, fascia abdominal, fascia del muslo, fascia de la pierna y fascia plantar

Bibliografía

- Nordin, M., & Frankel, V. H. (2022). Bases biomecánicas del sistema musculoesquelético (5a ed.). Ovid Technologies.
- Miralles. (2007). Biomecánica Clínica de Los Tejidos y Las Articulaciones del Aparato Locomotor. Masson.
- Myers, T. W. (2015). Vías anatómicas: meridianos miofasciales para terapeutas manuales y del movimiento (T. W. Myers, Ed.; 3a ed.). Elsevier.
- Todas las imágenes fueron extraídas de Hamill, J., Knutzen, K., & Derrick, T. (2017). Biomecánica. Bases del movimiento humano. 4a ed. Wolters Kluwer Health.