

# Introducción a la Biomecánica

Julio Campos, Sergio Cruz, Alina Martinez, Gerardo Lopez y Kevin Flores

22 de agosto de 2022

## Resumen

## 1. Introducción

El objetivo de este reporte será entender que es la biomecánica, dar claridad al tema y hablar acerca distintos subtemas acerca de esto. La biomecánica se refiere al estudio de la mecánica aplicada al cuerpo humano. El término proviene del griego bios (vida) y de mecánica, ciencia que estudia las fuerzas y los efectos de su aplicación.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Biomecánica

La biomecánica es una ciencia de la rama de la bioingeniería y de la ingeniería biomédica, encargada del estudio, análisis y descripción del movimiento del cuerpo, además de examinar las fuerzas en función de la estructura biológica y los efectos producidos por esas fuerzas. También se ayuda de otras ciencias como la mecánica y la ingeniería para que con los conocimientos de anatomía y fisiología del cuerpo humano, poder observar, estudiar y describir el movimiento humano.

El objetivo de la biomecánica es solucionar los problemas anatómicos y de movimiento que surgen de diversas condiciones a las que está sometido el cuerpo en las diversas actividades de la vida. Su objetivo es de gran importancia ya que hace un aporte en pro de la resolución de las diversas condiciones de salud y calidad de vida, además del aporte en las soluciones científicas y tecnológicas de nuestro entorno.

La biomecánica tiene diversas aplicaciones en el ámbito deportivo, industrial, ocupacional y médico, en todas ellas se aplican los conocimientos, técnicas y procedimientos biomecánicos con el fin de comprender el comportamiento del cuerpo humano y proponer métodos artificiales para resolver problemas que éste presente. [3]

A continuación, se muestran algunas tecnologías que han surgido gracias a estudios biomédicos:

- Implantes médicos

Son dispositivos o tejidos que se colocan sobre la superficie o dentro del cuerpo, algunos implantes son prótesis, otros administran medicamentos, brindan soporte a órganos y tejidos o controlan funciones corporales. Algunos implantes se colocan de manera permanente o se pueden retirar una vez que ya no sean necesarios.

- Prótesis

La prótesis es un sustituto artificial de una parte del cuerpo faltante o ausente, que requieren de materiales específicos y biocompatibles, así como de cálculos y análisis previos de la extremidad que se busca sustituir.

- Órganos artificiales

Los órganos artificiales son dispositivos o tejidos artificiales diseñados mediante el análisis de características físicas y químicas de resistencia mecánica, con el fin de sustituir alguna parte del organismo dañada. En la ingeniería de tejidos ha evolucionado el desarrollo de biomateriales, en la combinan andamios, células y moléculas para crear tejidos funcionales. [4]



## 2.2. Anatomía

La Anatomía humana es la ciencia que estudia la forma y estructura del cuerpo humano. La palabra deriva del término griego *anatomos*, formado por las raíces “*ana*”, que significa por medio de, y “*tome*”, corte. La manera clásica de aprender dicha ciencia ha sido a través de la disección cadavérica. Como mencionó el anatomista Vesalio en el prefacio de su *De fábrica*, “se debe considerar a la anatomía como fundamento y elemento esencial de todo el arte de la medicina”.

En las escuelas de medicina se enseña la Anatomía del hombre vivo, lo que implica el conocimiento del cuerpo humano en reposo y en movimiento y en los diversos estados funcionales. De igual manera, existe la Anatomía de la imagen, que incluye a todas las técnicas (radiografía, ecografía, tomografía computarizada, resonancia magnética, etc.), que nos permiten estudiar al hombre vivo. La Anatomía de superficie o bioscópica permite estudiar las estructuras palpables bajo la piel del hombre vivo. La exploración física es una aplicación de la anatomía bioscópica, un ejemplo de esta aplicación es cuando queremos palpar el pulso arterial, la auscultación, etc.

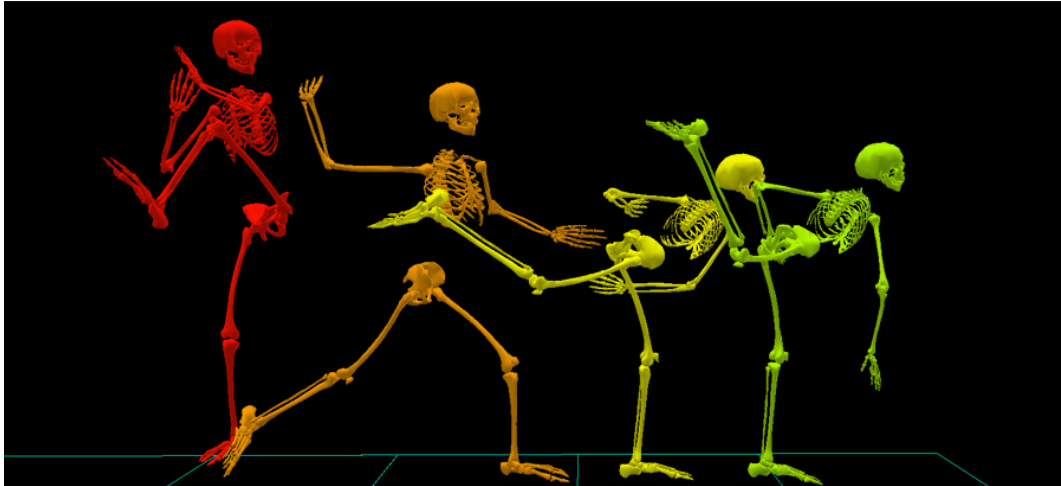
El cuerpo humano se divide en serie de porciones. Por una parte la cabeza, que se encuentra unida al tronco mediante el cuello. Unidos al tronco se encuentran cuatro apéndices, los miembros superiores y los miembros inferiores. En cuanto al tronco se puede distinguir una porción superior o tórax, por debajo de la cual se encuentra el abdomen y más abajo aún la pelvis, que representa la porción inferior del tronco. Todas las descripciones anatómicas se hacen en relación a la posición anatómica, en la que se considera que el individuo se encuentra en bipedestación, con la cabeza mirando al frente, los miembros superiores extendidos con las palmas de las manos mirando hacia delante y los miembros inferiores extendidos y juntos. [2]



### 2.3. Áreas que involucra

La Biomecánica está presente en diversos ámbitos, a continuación se describen los más destacados en la actualidad:

- **Mecánica:** es una rama de la ciencia que se ocupa de las fuerzas y los efectos que producen estas fuerzas. La aplicación de esta ciencia al sistema biológico se conoce como biomecánica. La biomecánica humana se centra en cómo actúan las fuerzas sobre el sistema musculoesquelético y cómo responde el tejido corporal a estas fuerzas. Usando las fuerzas involucradas en la producción del movimiento y la postura, la biomecánica puede discutirse en el contexto de la biomecánica externa o interna. La biomecánica externa describe las fuerzas externas sobre el segmento corporal y su efecto sobre el movimiento corporal, mientras que la biomecánica interna son fuerzas generadas por los tejidos corporales y su efecto sobre el movimiento.
- **Biomecánica médica:** evalúa las patologías que aquejan al hombre para generar soluciones capaces de evaluarlas, repararlas o paliarlas.
- **Biomecánica fisioterapéutica:** evalúa las disfunciones del sistema músculo esquelético en el ser humano, para poder observar, evaluar, tratar o disminuir dichas disfunciones. Para realizar esta acción de una manera adecuada, la biomecánica fisioterapéutica aborda la Anatomía desde un punto de vista funcional, entiende el “por qué” y el “cómo”, es decir, como funciona la articulación, analiza funciones articulares como la estabilidad, la movilidad y la protección analizando el equilibrio que se da entre ellas, todo esto, siguiendo términos Anatómicos Internacionales. La diferencia entre la biomecánica de la mecánica o mecánica industrial y la biomecánica fisioterapéutica es que esta es realmente móvil, está “inscrita en el tiempo”. [5]
- **Biomecánica deportiva:** analiza la práctica deportiva para mejorar su rendimiento, desarrollar técnicas de entrenamiento y diseñar complementos, materiales y equipamiento de altas prestaciones. El objetivo general de la investigación biomecánica deportiva es desarrollar una comprensión detallada de los deportes mecánicos específicos y sus variables de desempeño para mejorar el rendimiento y reducir la incidencia de lesiones. Esto se traduce en la investigación de las técnicas específicas del deporte, diseñar mejor el equipo deportivo, vestuario, y de identificar las prácticas que predisponen a una lesión.

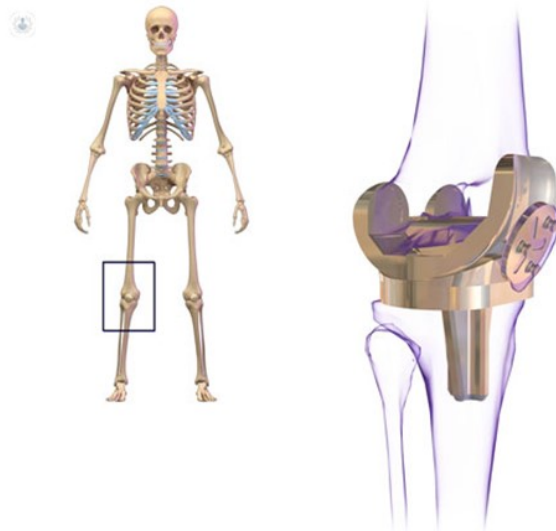


- Biomecánica ocupacional: estudia la interacción del cuerpo humano con los elementos con que se relaciona en diversos ámbitos (en el trabajo, en casa, en la conducción de automóviles, en el manejo de herramientas, etc.) para adaptarlos a sus necesidades y capacidades. [1]

## 2.4. Prótesis

- Prótesis de rodilla

Una prótesis de rodilla es la sustitución de la articulación por una pieza sintética, a través de una intervención quirúrgica. Es un implante que se coloca en la estructura dañada y sustituye su función, permitiendo al paciente volver a mover la articulación, eliminando el dolor que pudiera tener. Durante la intervención se retira el hueso y cartílago dañados. Para ello se aplicará al paciente o bien anestesia general o bien anestesia regional (raquídea o epidural). El especialista en anestesiología lo determinará junto con el traumatólogo, para causar la menor molestia al paciente y que la intervención sea lo más cómoda posible.



El motivo más común por el que se coloca una prótesis es a causa de una artrosis de rodilla (gonartrosis), que va dañando la articulación. Pero también algunas fracturas en que hay un gran daño del hueso subcondral o determinados tumores óseos hacen necesario un implante o prótesis de rodilla. [7]

## ■ Prótesis de cadera

La prótesis de cadera es una técnica de cirugía mayor que consiste en la sustitución de la cadera degenerada por una articulación artificial.

Para la intervención se utiliza la anestesia general o la raquianestesia (de espalda para abajo). En recambios de prótesis se prefiere la anestesia general, puesto que suelen ser intervenciones más largas y laboriosas.



Existen diferentes tipos de prótesis de cadera en función de cómo se realice la sustitución de los huesos afectados:

1. Prótesis total de cadera
2. Prótesis parcial de cadera
3. Prótesis de revisión
4. Prótesis de resuperficialización

Las prótesis de cadera se utilizan para aliviar el dolor y para devolver la función a pacientes que no responden bien al tratamiento conservador (reposo, rehabilitación, anti-inflamatorios...).

La sustitución de la cadera por una prótesis está indicada en casos de artrosis de cadera, artritis reumatoide o fractura de cadera.

Las prótesis se utilizan para devolver la función y restaurar la función del área; es por eso que tienen diferentes componentes.

Las características de los materiales empleados en este tipo de prótesis permiten una movilidad similar a la de la articulación humana. Para la fabricación de estos implantes se utilizan diversos metales como acero inoxidable, aleaciones de cobalto, cromo y titanio; plástico, habitualmente polietileno, un material muy duradero y resistente al desgaste que supone la fricción. [6]

## ■ Prótesis de hombro

Una prótesis de hombro es una articulación artificial que sustituye la articulación del hombro lesionado que no puede ser tratada ni curada con otros sistemas más sencillos. También recibe el nombre de artroplastia de hombro. Es un procedimiento mediante el cual se sustituye la articulación glenohumeral (aquella ubicada entre la cabeza del húmero y la escápula u omóplato) por un implante protésico.

La principal causa que puede hacer necesaria una prótesis de hombro son los problemas degenerativos de la articulación. Así, la artroplastia de hombro está indicada en casos de artrosis evolucionada o de artritis severa de hombro (artritis reumatoide), para controlar el dolor y recuperar la funcionalidad perdida, y también si ha habido alguna fractura de hombro proximal o rotura de tendones, en que la reconstrucción quirúrgica no sea posible.

La prótesis de hombro se coloca en el paciente mediante cirugía, con anestesia general. Es una intervención que suele durar unas dos horas y, posteriormente, el paciente queda ingresado en el hospital unos 5 días, en la mayoría de los casos.



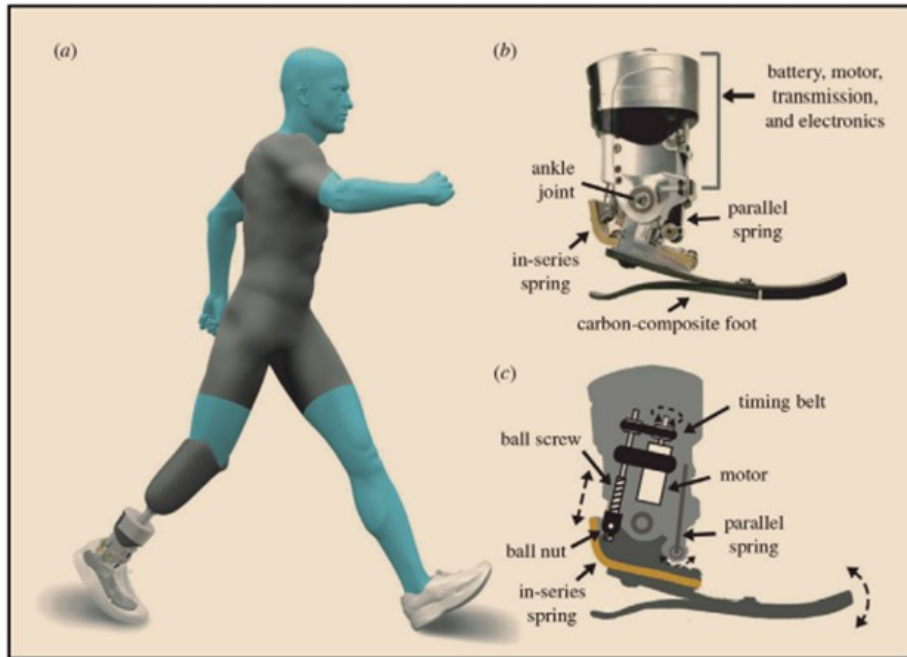
Existen dos tipos de prótesis, cuya cirugía dependerá del daño de la articulación y las estructuras tendinosas adyacentes que soportan la articulación. Pueden ser: prótesis anatómicas o prótesis invertidas. En la prótesis anatómica se reproduce la anatomía natural del hombro y, para que funcione, requiere que los tendones del hombro estén conservados. En las prótesis invertidas se excava para que aloje y se articule sobre el componente escapular, al revés de la posición natural de la articulación.

También hay distintos modelos de prótesis que se emplean según la patología o edad del paciente: prótesis humeral de superficie, prótesis total anatómica de hombro, hemiartroplastia de hombro o prótesis invertida de hombro.

#### ■ Prótesis de tobillo-pie

Se ha desarrollado una prótesis biónica que emula la función de un tobillo-pie biológico durante la marcha. La prótesis biónica tobillo y pie ha sido diseñada con componentes pasivos y activos que facilitan la generación de trabajo neto positivo en la articulación protésica del tobillo durante la marcha. La base de la prótesis consta de un pie compuesto de fibra de carbono.

La configuración general es autónoma. Todos los componentes electrónicos y una batería, de polímero de litio que proporciona energía al motor, están alojados dentro de la prótesis. H. Herr y cols. compararon los costos de energía metabólica, las velocidades óptimas y los patrones biomecánicos de siete personas con una amputación transtibial unilateral, utilizando una prótesis biónica, y el uso de su propia prótesis elástica pasiva, a las de siete no amputados durante la marcha. En comparación con el uso de una prótesis elástica pasiva, alternativa anterior a las prótesis biónicas, el uso de la prótesis biónica disminuyó el costo metabólico en un 8 %, aumentó el trabajo mecánico de la pierna protésica en un 57 % y disminuyó el trabajo mecánico de la pierna biológica en un 10 %.



#### ■ Prótesis de mano

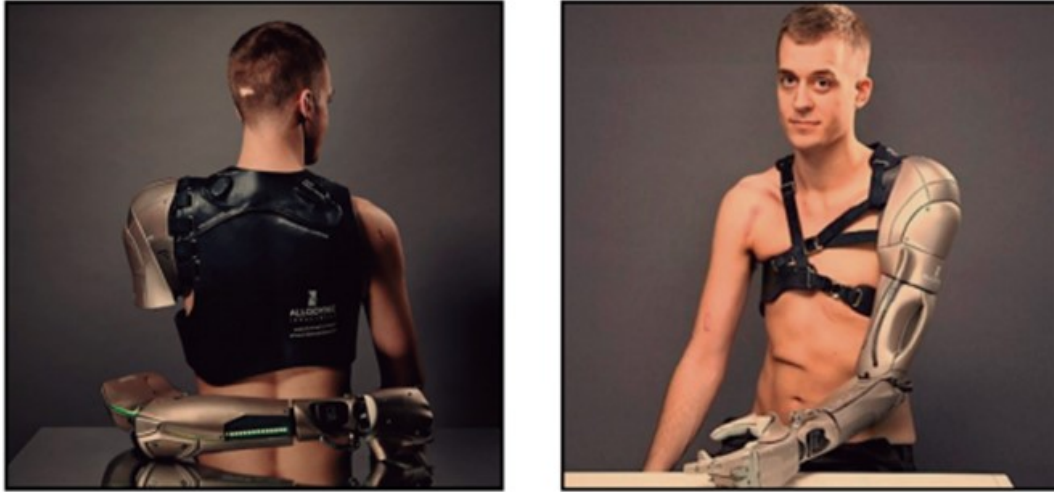
Suele estar fabricada en poliuretano que garantiza estabilidad y ligereza de peso. Es importante que para lograr un reemplazo casi natural de la mano perdida, el usuario debe recibir las sensaciones notorias que percibe al agarrar o manipular un objeto. Se conecta al sistema nervioso del huésped en dos de los nervios principales del brazo, el mediano y los nervios cubitales, a través de electrodos intrafasciculares multicanal transversales.

En el artículo “Restoring Natural Sensory Feedback in Real-Time Bidirectional Hand Prostheses”, se detalla que el participante pudo modular eficazmente la fuerza de agarre de la prótesis sin retroalimentación visual o auditiva. El sujeto distinguió tres niveles de fuerza diferentes. Los resultados también demuestran que se puede obtener una alta complejidad de percepción, permitiendo al sujeto identificar la rigidez y la forma de tres objetos diferentes. Este enfoque podría mejorar la eficacia y la calidad de las prótesis de mano, lo que da como resultado una estrategia clave para el reemplazo casi natural de las manos perdidas.

#### ■ Prótesis de brazo

Es el tipo de prótesis más evolucionada. Sintetiza mejor el aspecto estético, es de gran fuerza y velocidad de prensión, y tiene otras muchas posibilidades de combinación o ampliación. Las prótesis de brazo llevan incorporada una prótesis de mano, para cualquier nivel de amputación. Tiene la función de apertura y cierre, mediante un sistema de accionamiento miniaturizado. Incorpora un pequeño motor de alto desarrollo que mueve los dedos medio e índice, así como el pulgar abriendo y cerrando la mano.





La empresa Open Bionics creó el primer brazo biónico en el proyecto “Phantom Limb”. Se trata de una prótesis robótica que se controla mediante sensores conectados a los músculos del hombro. Permite que esta prótesis robótica interprete las señales enviadas por el cerebro y las traduzca en ejecuciones. Este brazo biónico es capaz de abrir y cerrar el puño, mover el dedo pulgar de forma independiente, apuntar con los otros dedos, etc. Se controla de forma mioeléctrica y los sensores reconocen diferentes patrones de movimiento que el usuario realiza al tensar su hombro de forma específica. Estos sensores están conectados con cables a una unidad procesadora que se adapta bajo la ropa junto con su batería recargable.

### 3. Conclusiones

Para finalizar con nuestra primera actividad concluimos que la biomecánica es una ciencia de la rama de la bioingeniería y de la ingeniería biomédica, estudia el análisis y la descripción del movimiento del cuerpo. Sin embargo, para poder hacer uso de esta ciencia primero se debe de adquirir conocimientos sobre la anatomía. La Anatomía es un punto clave en esta investigación, donde mencionamos que es la anatomía humana, cómo se divide y de qué manera se pueden poner en marcha los conocimientos que se vayan adquiriendo con el tiempo. De igual manera, hablamos de distintos tipos de prótesis incluyendo prótesis de rodilla, prótesis de cadera, prótesis de hombro, prótesis de tobillo-pie, etc.

### Referencias

- [1] Juan Jiménez-Castellano Ballesteros. Anatomía. en anatomía humana general(17-20). sevilla: Secretariado de publicaciones, June 2007.
- [2] L. Lezama. Características biomecánicas del cuerpo humano apuntes - luis lezama., February 2015.
- [3] B. Palomo. La biomecánica y la tecnología / aplicaciones de la biomecánica, June 2022.
- [4] O. Rayo. Biomecánica. biomecánica, April 2014.
- [5] Sefh.es. Actualidad en productos sanitarios, August 2021.
- [6] TopDoctors. Prótesis de cadera. 2015, de topdoctors sitio web, January 2015.
- [7] TopDoctors. Prótesis de rodilla. 2016, de topdoctors sitio web, November 2016.