

# Introducción a la Biomecánica

Mauricio Martinez Tovar  
Monica Rangel Guerra

Diego Alexis Limón Báez  
Idalia Rivera Del Angel

Alan Magdiel Villa Herrera  
Adrian Isaac Gomez Ocon

22 de agosto de 2022

## Resumen

La biomecánica es una ciencia que estudia la mecánica de los organismos vivos, estudiando las estructuras y causas del movimiento dentro de estos. La biomecánica nos permite entender de mejor forma los movimientos corporales y nos ayuda a realizarlos de una forma más óptima y segura. Pero para lograr esto la biomecánica se apoya en una gran variedad de otras áreas, tales como la fisiología, que ayuda a entender como es que funcionan las diferentes partes del cuerpo, la mecánica que nos ayuda a entender los efectos de las fuerzas en el movimiento de los cuerpos, la anatomía que nos ayuda a entender las partes que componen el cuerpo y como se organizan, entre muchas otras. La biomecánica puede ser aplicada en una gran variedad de áreas, siendo de las más importantes la creación de prótesis, ya que nos ayuda a sustituir una parte del cuerpo faltante mediante un instrumento artificial, y entender las estructuras y mecánica del cuerpo es de suma importancia para esta tarea.

## 1. Introducción

La biomecánica es la ciencia que se encarga de estudiar las fuerzas internas y externas, y como estas actúan sobre el cuerpo humano. Es un área tecnológica cuyo objetivo es analizar desde el punto de vista de la ingeniería, los mecanismos de todo tipo utilizados por la naturaleza en los seres vivos.

La biomecánica implica la descripción precisa del movimiento humano y el estudio de las causas del movimiento humano. Es un campo activo de investigación y desarrollo que cubre ámbitos de aplicación cada vez más amplios y que tiene una frontera común con la robótica.

La biomecánica brinda información clave sobre los patrones de movimiento, el equipo y los ejercicios relevantes más efectivos y seguros para mejorar el movimiento humano. Es multidisciplinar por su propia naturaleza, la mecánica, anatomía, biología, química, electricidad se entrelazan con la misma intensidad al proponer métodos de intervención artificial en el ser humano.

## 2. Desarrollo

La biomecánica es una ciencia que busca estudiar las estructuras biológicas desde un aspecto mecánico. Esta ciencia se relaciona con múltiples áreas de conocimiento entre las cuales podemos encontrar las siguientes.

### Fisiología

La fisiología (fisis-, de physis= naturaleza; -logía, de logos= estudio) es la ciencia que estudia las funciones corporales, es decir, como funcionan las distintas partes del cuerpo[3]. La estructura (anatomía) de una parte del cuerpo suele reflejar su función (fisiología).

### Mecánica

La biomecánica es una ciencia que deriva directamente de la mecánica, esto debido a que la mecánica se encarga de estudiar los efectos de las fuerzas en el movimiento de los cuerpos. La biomecánica se encarga por lo tanto de entender cómo se ejercen las fuerzas dentro del cuerpo y como es que estas general el movimiento del cuerpo. El

estudio de estas interacciones dentro del cuerpo humano nos ayuda a entender de una mejor forma el funcionamiento de este y a desarrollar tareas de una forma más óptima.

Para el estudio del cuerpo humano podemos utilizar los mismos principios de la ingeniería mecánica para analizar las estructuras y funcionamiento de las diferentes partes del cuerpo[2]. Por ejemplo, las partes del cuerpo están sujetas a las mismas fuerzas de compresión, tensión, etc. que podemos encontrar en maquinas u otras estructuras mecánicas, y los materiales de los que esta hecho el cuerpo humano siguen las mismas leyes que se usan para explicar el comportamiento de los materiales bajo estas fuerzas, por ende, al igual que con una maquina podemos hacer análisis y modelos estructurales que nos permitan entender su comportamiento. Por otro lado, al poder producir movimiento podemos estudiar la cinemática y dinámica del cuerpo humano que resulta de las traslaciones y rotaciones que realizamos en nuestro cuerpo gracias a los músculos y los huesos. Es por esto que la mecánica es una parte fundamental de la biomecánica ya que nos permite utilizar principios y leyes conocidas para entender y analizar el cuerpo humano.

## **Anatomía**

En la biomecánica una de las ramas fundamentales de la medicina que mas se aborda en la de la anatomía. Según el diccionario de Cambridge la anatomía es el estudio científico del cuerpo humano y como las partes que lo componen están organizadas.[7] La biomecánica busca sustituir o mejorar algunas partes del cuerpo humano, es por esto que esta ciencia se respalda de la anatomía humana para que pueda entender el como diseñar de manera mas eficiente y precisa las partes que sustituirán algún miembro humano.

Se toma en cuenta en cuenta todos los componentes de cada uno de los miembros a analizar. Cada parte del cuerpo tiene sus componentes específicos y en combinación con cartílagos, fluidos y energía hacen que la extremidad responde correctamente a las ordenes dadas por el cerebro y llevadas por el sistema nervioso. Un ejemplo puede ser la anatomía de la mano humana que hace que tenga una basto numero de posiciones diferentes y que se pueda adaptar a cualquier tipo de objeto. La concavidad palmar es esa posición que nos permite tomar objetos, movimientos que hacer que tengamos agarre en la mano y otro sin fin mas de posiciones que puede tomar la mano. La kinesiología de la mano esta compuesta por 27 huesos, algo mas de 20 articulaciones y 30 músculos lo que hace que daños en esta parte comprometan de gran manera su funcionamiento.[6] Para coger objetos, la mano debe adaptar su forma. En una superficie plana la mano se extiende y se aplanan contactando la superficie con la eminencia tener, la eminencia hipotenar, la cabeza de los metacarpianos y la cara palmar de las falanges. Cuando se quiere coger un objeto voluminoso, la mano se ahueca y forma arcos orientados en tres direcciones: en sentido transversal, que corresponde a la concavidad del macizo carpiano y se prolonga hacia abajo mediante el arco metacarpiano; en sentido longitudinal.

Otros componentes del cuerpo como los son los hombros, tobillos, caderas son partes que son ampliamente estudiadas por la biomecánica sobre todo en el área médica y del deporte. Cada una de estas partes cuenta con una variedad diferentes de cartílagos y huesos que en conjunto logran el movimientos de cada extremidad de forma óptima. Recientes descubrimientos en la anatomía han tenido un gran impacto que la practica clínica y sobre en la reestructuración de ligamientos. Esto es importante porque la mayoría de los ligamientos y uniones desempeñan funciones mecánicas y es esencial entender desde el punto de vista de la anatomía como funcionen estas partes del cuerpo que conforman el movimiento del cuerpo humano.[4]

Los diseñadores de prótesis en biomecánica tiene que tener entonces un gran entendimiento de la anatomía de la parte a la cual diseñaran así como sus movimientos mecánicos y como estos interactúan con otras partes para poder tener un movimiento que intente imitar lo mas fielmente posible el movimiento de esta articulación. Es esta una parte compleja de la biomecánica pues es necesario tener conocimientos de varias áreas de la salud para poder entender entonces como diseñar mecánicamente las piezas que tomaren el rol del miembro que se desea reemplazar.

## **Prótesis**

Una prótesis es un sustituto artificial de una parte del cuerpo faltante. La comodidad, estabilidad y función de una prótesis se logran mediante la aplicación de ciertos principios biomecánicos. En el pasado, la aplicación de estos principios se basaba en las experiencias prácticas fundamentadas en éxitos y fracasos. En los últimos años, las contribuciones han dado como resultado un claro entendimiento de algunos de estos factores biomecánicos. Existen muchos tipos diferentes de prótesis como capilares, de seno, de extremidades, faciales y orales, por mencionar algunos. Para este apartado profundizaremos en casos de prótesis dental y de cadera para poder ejemplificar y entender conceptos aplicados de la biomecánica.

## Dental

Existen distintos tipos de fuerzas que pueden actuar sobre las prótesis como consecuencia del desarrollo de las funciones orales de los pacientes. Las fuerzas de tracción son cargas verticales que actúan en sentido opuesto al de inserción de las prótesis. Las fuerzas compresivas son cargas verticales que actúan en el sentido de inserción de la prótesis. Las fuerzas horizontales son cargas latero-laterales, de flexión y rotación. En la práctica, las fuerzas que actúan sobre las prótesis son cargas complejas de cuya descomposición vectorial se obtienen los componentes de fuerza anteriormente descritos. Las prótesis completas, gracias a su diseño, deben ser capaces de contrarrestar o anular todas las cargas que actúen sobre ellas. Hoy se puede considerar que la biomecánica de las prótesis consiste en su funcionamiento basado en tres principios: retención, soporte y estabilidad. La retención es la propiedad que tienen las prótesis para que no se produzca su extrusión, y por tanto su desestabilización en el sentido vertical de inserción; es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas de tracción. El soporte es la propiedad que tienen las prótesis para que no se produzca su impactación sobre las estructuras de apoyo (fibromucosa y hueso subyacentes); es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas de compresión. La estabilidad es la propiedad que tienen las prótesis para conservar su posición de reposo o de volver a ella después de haber realizado movimientos funcionales; es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas horizontales, de cizallamiento y rotación.[1]

## Cadera

El tema de prótesis de cadera actualmente es un tópico de estudio a nivel mundial, primeramente, porque las lesiones de cadera son un padecimiento muy recurrente, y, en segundo lugar, debido a que estas cirugías son las que han tenido mayor éxito en el reemplazo total o parcial. Además, la creciente población de adultos mayores, las inherentes fracturas asociadas a la edad y la osteoporosis hacen centrar nuestra atención en atender las necesidades en cuanto a la reparación de las fracturas, mediante el análisis biomecánico y el diseño asistido por computadora. A diferencia de otras prótesis, las prótesis de cadera deben soportar los esfuerzos en actividades normales, caminar o subir escaleras, las cuales pueden superar cuatro veces el peso corporal del individuo implantado y en algunos casos 10 veces, por ejemplo, ante un tropezón. Todo supone un compromiso entre ligereza, diseño y las propiedades mecánicas de los materiales con que se fabrican las prótesis. Algunos autores se han centrado en realizar análisis de prótesis de cadera bajo determinadas condiciones de carga, con el propósito de poder determinar la resistencia a la fatiga de dichas prótesis. También se han realizado ensayos con fluidos corporales simulados para estudiar el efecto de la corrosión y la fatiga de manera conjunta. Al mismo tiempo, se ha investigado también el efecto que el apantallamiento de tensiones tiene sobre la interfaz prótesis-hueso. Con respecto al estudio de prótesis mediante elementos finitos, podemos decir que las investigaciones van desde estudios comparativos de prótesis comerciales, hasta diseños completamente nuevos e innovadores. Sin embargo, la investigación en torno al análisis por elementos finitos en la nube es escaso.[5]

## 3. Conclusiones

En la investigación se analizaron los diferentes componentes que implementa la biomecánica. Estos se componen de distintos métodos en los cuales están los más importantes como la mecánica, la fisiología y la anatomía, etc. Nos dan una idea de cómo se trabaja esta materia y los beneficios que nos aporta tanto al ser humano como al entorno que nos encontramos, para así facilitarnos ciertas tareas en la vida cotidiana del ser humano. Toda la investigación acerca de la biomecánica se reduce a predecir el comportamiento del cuerpo humano ante acciones mecánicas exteriores. Reforzar y optimizar artificialmente el cuerpo humano en su comportamiento y desempeño y de sustituir partes del cuerpo humano para garantizar su eficacia mecánica. Sin duda es una excelente ciencia que nos aportará grandes aportaciones en el futuro como nos ha ido mostrando con el paso del tiempo hasta el día de hoy.

## Referencias

- [1] Raquel Castillo de Oyagüe. Principios biomecánicos en el diseño de prótesis completas), March 2009.
- [2] M. El-Rich. Human orthopaedic biomechanics), December 2022.
- [3] Bryan Derrickson Gerard J. Tortora. Principios de anatomía y fisiología), December 2011.

- [4] W. Hackenbruch. Significance of anatomy and biomechanics), November 1992.
- [5] L. Béjar-Gómez M. Villagómez-Galindo K. Hernández-Romero, A. B. Martínez-Valencia. Análisis biomecánico de una prótesis de cadera mediante elementos finitos), November 2020.
- [6] Luz Amparo Arias Lopez. Biomecánica y patrones funcionales de la mano), September 2012.
- [7] Cambridge university press. Definiton of anatomy, July 2016.