

# Introducción a la Biomecánica.

Manuel Antonio Ulloa Méndez

Luis García González  
Axel Moreno García

Enrique Cruz Medrano Ernesto

24 de agosto de 2022

## Resumen

“El movimiento es un estado natural del hombre y esencia de su ser” Kaplan

El cuerpo humano nunca está del todo quieto o en reposo absoluto, por naturaleza es un organismo dinámico, se halla en la necesidad ineludible de constante movimiento.

El Sistema Músculo-Esquelético tiene como función básica el movimiento. El hombre puede mover una gran cantidad de huesos gracias a las contracciones y distensiones de los músculos, los huesos del esqueleto ofrecen así mismo un sistema de palancas muy bien ideado.

La Biomecánica estudia la mecánica y los alcances de los movimientos humanos. La acción de los huesos y articulaciones es un sistema de palancas complejo, de ahí que este aspecto de la movilidad corporal se conoce como Biomecánica.

La Biomecánica incluye el rango, fuerza y velocidad de los movimientos humanos, así como la composición y respuesta del cuerpo a fuerzas físicas como la aceleración y la vibración. Los datos biomecánicos son útiles en el diseño de controles y herramientas, en la distribución espacial del trabajo y en la protección del personal contra las fuerzas mecánicas.

Lo biológico ha invadido los conocimientos. Todo lo bio se ha convertido en un valor seguro, en garantía de que, en un mundo en el que predomina lo mecanizado e informatizado, un determinado producto es algo natural y bueno. Sin embargo, no todo lo bio es algo positivo. La mecánica de lo bio es distinta a la de las máquinas.

Ficat (1987) afirmó: una concepción abstracta y exclusivamente matemática de la biomecánica solo puede alcanzar un valor aproximado y orientativo, porque está muy alejada de la realidad biológica. El comportamiento de un material inerte refleja sus cualidades físicas, mientras que el comportamiento del organismo humano o del propio animal le añade dos nociones fundamentales, en el sentido estricto de la palabra: la de crear y la de controlar sus actos (control psiconeuroendocrino).

# 1. Introducción

## Fundamentos.

### Reflexion sobre lo bio.

Lo biológico ha invadido los conocimientos. Todo lo bio se ha convertido en un valor seguro, en garantía de que, en un mundo en el que predomina lo mecanizado e informatizado, un determinado producto es algo natural y bueno. Sin embargo, no todo lo bio es algo positivo. La mecánica de lo bio es distinta a la de las máquinas. Ficat (1987) afirmó: una concepción abstracta y exclusivamente matemática de la biomecánica solo puede alcanzar un valor aproximado y orientativo, porque está muy alejada de la realidad biológica. El comportamiento de un material inerte refleja sus cualidades físicas, mientras que el comportamiento del organismo humano o del propio animal le añade dos nociones fundamentales, en el sentido estricto de la palabra: la de crear y la de controlar sus actos (control psiconeuroendocrino). La mecánica solo maneja parámetros como la degradación, mientras que el ser humano repara sus tejidos a medida que prolonga su existencia y su estripe: la piel lesionada cicatriza, el hueso también, las células se reproducen, a diferencia de la carrocería de un coche, que no se regenera. Un organismo vivo desarrolla su fuerza en función de la adaptación al esfuerzo solicitado, a diferencia de un motor, que cuenta con capacidades predeterminadas y fijas. En conclusión, el organismo biológico se prolonga, porque, como señaló Kapandji (1986) "dos animales ven prolongadas sus vidas con rapidez en la de un tercero que desciende de ellos, mientras que dos coches se mantienen irremediabilmente, por así decir, célibes.

El examen de un paciente tiene en cuenta los defectos mecánicos de su organismo, pero pocas veces los del comportamiento que desencadena esos defectos. Por eso, un tratamiento difiere del trabajo de un mecánico, que repara los defectos, porque el profesional sanitario debe provocar los gestos que hacen que el organismo y, por tanto, el paciente activen por sí mismos la evolución reparadora. El terapeuta trata, el paciente se cura... a veces, a pesar de aquel.

### Características humanas.

Es conveniente situar al ser humano en su entorno espacial y temporal. En el reino animal y sus diversas formas de evolución, cabe preguntarse cuáles son las características específicas del ser humano:

- Un primer punto que hay que tener en cuenta es el relativo a la ubicación del ser humano en el vértice de la pirámide de la evolución animal. Él representa la forma más competente y compleja que se conoce. Algunos creen que la evolución biológica ha detenido sus grandes mutaciones y que, de ahora en adelante, va a estancarse, dando paso a una evolución principalmente sociocultural.
- Un segundo punto se resume en una afirmación paradójica: el ser humano es el especialista de la no especialización. De hecho, para cada capacidad o hito funcional del ser humano existe un animal que puede mejorarlo: una cebra corre más deprisa, un pez nada mejor, un pájaro vuela, un canguro salta más, etc. Como contrapartida, el ser humano es el único ser vivo que puede hacerlo todo y, aunque no puede volar por sí mismo, utiliza sus cualidades intelectuales. [2]

# 2. Desarrollo

## La Biomecánica.

La Biomecánica estudia la mecánica y los alcances de los movimientos humanos. La acción de los huesos y articulaciones es un sistema de palancas complejo, de ahí que este aspecto de la movilidad corporal se conoce como Biomecánica.

La Biomecánica incluye el rango, fuerza y velocidad de los movimientos humanos, así como la composición y respuesta del cuerpo a fuerzas físicas como la aceleración y la vibración. Los datos biomecánicos son

útiles en el diseño de controles y herramientas, en la distribución espacial del trabajo y en la protección del personal contra las fuerzas mecánicas.

Según lo expuestos anteriormente, podemos decir que la Biomecánica es la disciplina dedicada al estudio del cuerpo humano, considerando este como una estructura que funciona según las leyes mecánicas de Newton y las leyes de la biología.

Acorde a los principios generales en que se especializan y a los objetivos en los que tratan de obtener resultados la biomecánica se divide en:

- Biomecánica deportiva: Estudia al hombre desde el punto de vista del rendimiento máximo.
- Biomecánica ortopédica: Desde el punto de vista de la posible discapacidad.
- Biomecánica ocupacional: Estudia al hombre desde el punto de vista de una tarea que debe diseñarse par el 90 por ciento de las personas, sin sobrepasar valores que puedan originar daños.

Si en Mecánica estudiamos que el efecto de una fuerza es:

- El establecimiento del equilibrio.
- El establecimiento de un movimiento.
- El establecimiento de una deformación.

En Biomecánica podemos ampliar este concepto diciendo que, según la magnitud de la fuerza, esta puede:

- Producir inconfort
- Producir dolor
- Producir lesión

Las partes de la mecánica clásica hay que interpretarla bajo los siguientes aspectos:

- Estática: fuerza sin considerar movimiento: posturas
- Cinética: Movimiento sin considerar fuerza: movimientos
- Dinámica: fuerza considerando movimientos y masas: Inercias.

## Estructura de la biomecánica ocupacional.

La estructura de la Biomecánica Ocupacional (figura 1) considera una parte central que es el conocimiento al que acuden como “input” los aportes de las ciencias aplicadas que alimentan dichos conocimientos. Estos conocimientos son utilizados por ingenieros, técnicos, etc. para diseñar una tarea.

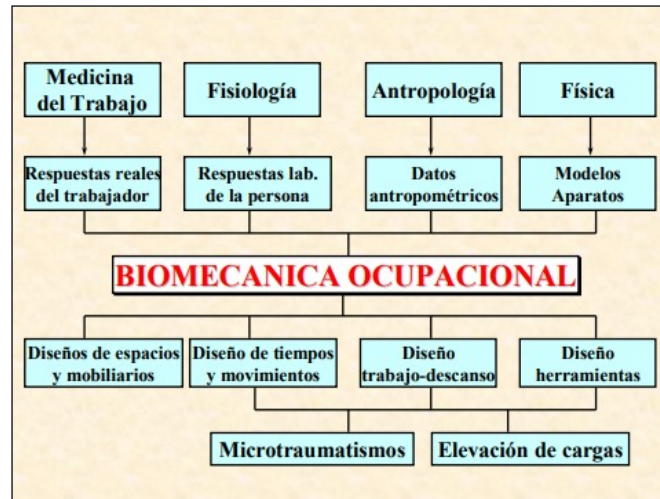


Figura 1: estructura de la Biomecánica.

## Biomecánica del movimiento

La amplitud de los movimientos se determina por el ángulo que forman dos partes del cuerpo o una y un plano vertical u horizontal. La amplitud total se mide por el ángulo comprendido entre las posiciones extremas, sin olvidar las limitaciones que imponen la constitución ósea y la estructura muscular, la distancia puede aumentarse extendiendo el hombro, girando el tronco, doblándolo o combinando estos movimientos.

Las capacidades operativas de los diferentes elementos del cuerpo humano, con indicación de los principales movimientos pueden observarse en la figura 2. En la mayor parte de las actividades del hombre, los diversos tipos de movimientos básicos y unitarios se combinan y mezclan unos con otros formando secuencias operacionales complejas.

La biomecánica del movimiento estudia los movimientos físicos del cuerpo y de los miembros del cuerpo. Las operaciones de los miembros del cuerpo pueden caracterizarse en términos cinemáticos (la ciencia del movimiento). Los huesos, conectados a sus articulaciones, en combinación con los músculos relacionados con ellos, funcionan como palancas.

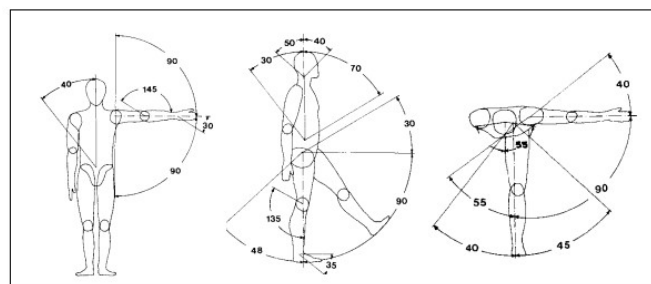


Figura 2: capacidades operativas del cuerpo.

## Tipos de movimientos de los miembros del cuerpo.

Algunos de los movimientos que hacemos con los brazos, las piernas y otros miembros se consideran básicos, la terminología en biomecánica es la siguiente:

- **Flexión:** doblarse o disminuir el ángulo entre las partes del cuerpo. (Figura 3)
- **Extensión:** enderezarse, o aumentar el ángulo entre las partes del cuerpo. (Figura 3.)
- **Aducción:** acercarse a la línea media del cuerpo.
- **Abducción:** alejarse de la línea media del cuerpo.
- **Rotación media:** dirigiéndose hacia la línea media del cuerpo. (Figura 4.)
- **Rotación lateral:** alejándose de la línea media del cuerpo. (Figura 4.)
- **Pronación:** girar el antebrazo de modo que la palma de la mano quede hacia abajo.
- **Supinación:** girar el antebrazo de modo que la palma de la mano quede hacia arriba. [1]

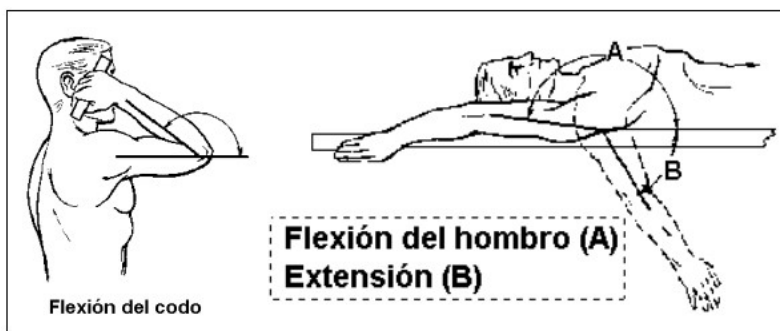


Figura 3: flexión y extensión.



Figura 4: Rotación.

# Instrumentos y métodos de la biomecánica.

En el ámbito de la biomecánica de la discapacidad y de la rehabilitación es necesario medir las magnitudes mecánicas. Estas magnitudes precisan instrumentos y métodos de tratamiento que proceden de la ingeniería, pero los prefesionales del movimiento deben conocerlos.

Para analizar el movimiento, como la marcha, se utilizan mucho los sistemas optoelectrónicos. Es posible calcular los ángulos de la cinemática articular a partir de la posición 3D de marcadores adheridos a puntos anatómicos del cuerpo (registrados por el sistema de captura de movimiento (motion capture) y de operaciones de transformación expresadas como una sucesión de tres rotaciones (ángulo de Cardans).

Los marcadores técnicos, complementarios, permiten separar parcialmente los movimientos de un marcador respecto a los segmentos óseos (artefacto de partes blandas (STA, soft tissue artefact). La precisión real es del orden de milímetros en el registro de la posición 3D de un marcador. La radioscopia permite seguir «directamente» la evolución de la posición de los segmentos óseos en situación dinámica.

La estereorradiografía permite un análisis secuencial del movimiento a partir de visiones biplanares captadas en distintas posiciones articulares, y el modelo 3D de los segmentos obtenidos mediante reconstrucción se superpone a continuación con las visiones 2D. Otros sistemas, como las centrales inerciales, permiten acceder a parámetros de movimiento, con la ventaja de las denominadas mediciones ecológicas. Estos sistemas pueden acoplarse a la electromiografía (EMG) para medir la activación neuromuscular. Para cuantificar las acciones mecánicas ejercidas por una persona en el entorno es necesario utilizar plataformas de fuerza, que, combinadas con el análisis del movimiento, permiten aplicar la dinámica de inversa para cuantificar los movimientos articulares. Resulta necesario conocer los parámetros inerciales segmentarios (masa, centro de masa, momento de inercia).

## Máquinas simples

### Palancas

Una palanca es un sistema mecánico que sirve para aumentar el efecto de una fuerza, respecto a una resistencia, gracias a la generación de un momento favorable. Debe intervenir una fuerza  $\mathbf{F}$ , una resistencia  $\mathbf{R}$  y un eje de rotación  $\mathbf{O}$ , que permiten estudiar el momento  $M$ . Hay tres tipos de palancas, según la posición respectiva de  $\mathbf{F}$ ,  $\mathbf{R}$  y  $\mathbf{O}$ . Una palanca está en equilibrio de rotación en aplicación del principio fundamental de la estática, si la suma de los momentos de las fuerzas externas al sólido es nula.

Tabla 1.6 Características de las palancas

	Palanca interapoyo	Palanca interresistencia	Palanca interfuerza
Ventaja mecánica: relación entre los brazos de palanca de las componentes tangenciales de la fuerza $\vec{F}$ sobre la resistencia $\vec{R}$			
Ventaja cinética: relación entre los brazos de palanca de las componentes tangenciales de la resistencia $\vec{R}$ sobre la fuerza $\vec{F}$			
Resultante obtenida por la composición de las fuerzas en el punto de apoyo			

Figura 5: Características de las palancas

### Palanca interapoyo (primer género)

Es una palanca en la que el eje de rotación (apoyo) está situado entre la resistencia y la fuerza. Es favorable al equilibrio, siempre que los brazos de palanca no sean demasiado distintos. Esta es la razón por la que a veces se denomina **palanca de equilibrio**. Se consigue cuando  $MF=MR$ , o dicho de otra manera, cuando  $R \times dR = F \times dF$ , pues de lo contrario el movimiento se produce en uno u otro sentido según si  $MF$  es mayor que  $MR$ , o a la inversa.

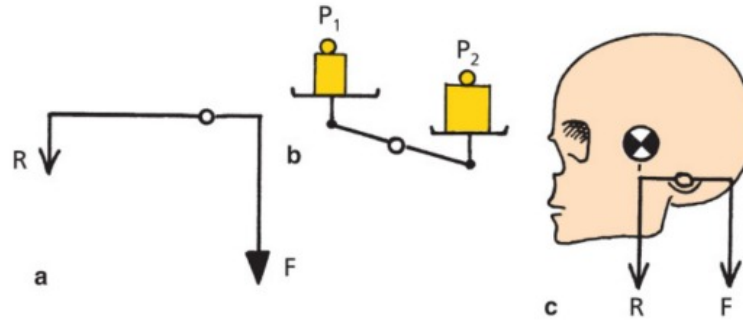


Figura 6: Palanca interapoyo (a), ejemplo de la balanza con dos platos (b) y ejemplo humano (c)

### Palanca interresistencia (segundo género)

Es una palanca en la que la resistencia está situada entre el eje de rotación (el apoyo) y la fuerza. El equilibrio esta representado por la relación:  $R \times dR = F \times dF$

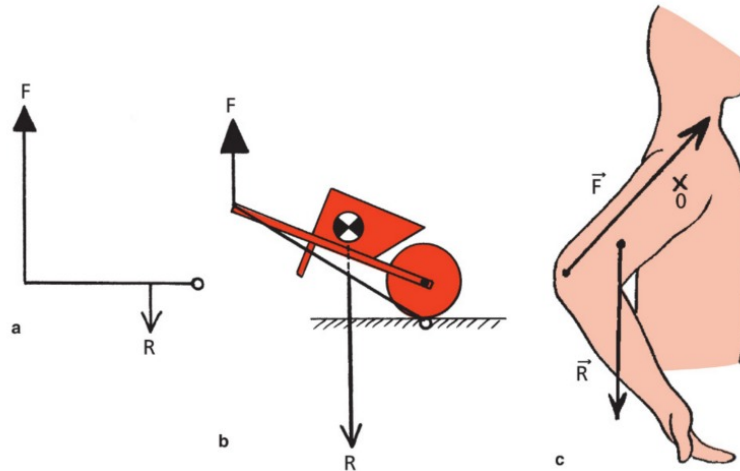


Figura 7: Palanca interresistencia (a), ejemplo de la carretilla (b) y ejemplo de un tríceps largo poliarticular, cuando el segmento del miembro superior está sometido a su propio peso (c)

### 3. Conclusiones

Podemos decir que ahora sabemos lo que es la biomecánica y todo lo que abarca, estudia la mecánica y los alcances de los movimientos humanos, la acción de los huesos y articulaciones es un sistema de palancas complejo. Está incluye el rango, fuerza y velocidad de los movimientos humanos, también abarca la composición y la respuesta del cuerpo a fuerzas físicas como la aceleración y la vibración.

En conclusión, nos llevamos como aprendizaje lo dicho por Ficat en 1987: Una concepción abstracta y exclusivamente matemática de la biomecánica solo puede alcanzar un valor aproximado y orientativo porque está muy alejada de la realidad biológica. El comportamiento de un material inerte refleja sus cualidades físicas, mientras que el comportamiento del organismo humano o del propio animal le añade dos nociones fundamentales, en el sentido estricto de la palabra: la de crear y la de controlar sus actos.

### Referencias

- [1] Alicia Alonso. Biomecánica), Enero 2007.
- [2] Michel Dufour. Biomecánica funcional), December 2006.