

Tarea 1

Introducción a la Biomecánica

Brayan Uriel Grimaldo Salazar
Jesús Mario Duarte Salinas
Irving Raúl Garza Escobar
Osiris Acosta Cisneros
Hernán Abif Castillo Mota

19 de agosto de 2022

Resumen

En esta presente actividad se hace la investigación de lo que es una introducción a la materia de Biomecánica, con el objetivo de conocer conceptos importantes sobre investigaciones de esta materia. Por lo tanto, se presenta la introducción correspondiente a esta materia de estudio, junto a una serie de conceptos de suma importancia para conocer de manera introductoria a una idea que da la Biomecánica en la ingeniería.

1. Introducción

1.1. Biomecánica

La biomecánica se puede definir como el estudio de la mecánica de un cuerpo vivo, especialmente de las fuerzas ejercidas por los músculos y la gravedad sobre el esqueleto, así como la aplicación de los principios y técnicas de la mecánica a la estructura y funciones de los seres vivos.

La biomecánica es utilizada por diferentes grupos de profesionales. Es una ciencia básica requerida para los cirujanos ortopédicos, fisiatras, reumatólogos, terapeutas físicos y ocupacionales y entrenadores deportivos. Estos especialistas médicos y paramédicos generalmente no tienen conocimientos sólidos de matemáticas y física.

Por otro lado, muchos ingenieros trabajan en campos en los que la biomecánica juega un papel importante. Ingeniería de factores humanos, ergonomía, investigación biomecánica e investigación protésica y el desarrollo requieren que los ingenieros que trabajan en el campo tienen un fuerte conocimiento de la biomecánica.

1.2. Objeto de estudio de la Biomecánica

Esta enfocada en el movimiento efectivo de los factores anatómicos, neuromusculares, habilidades y capacidades fisiológicas, de esta manera se dan cambios e instrucciones que permitan a la persona mejorar su desempeño ya sea en aplicaciones como deportes o actividades con el uso de la tecnología o con una correcta técnica, siendo un factor dominante en la estructura física y la capacidad fisiológica. En el lado de la ciencia la biomecánica es un pilar importante ya que esta involucrada en el análisis cualitativo del movimiento humano.

1.3. Estado del arte

En la actualidad, la biomecánica en la ingeniería esta centrada en la dinámica de objetos que conllevan a diversas extremidades del cuerpo humano. Por lo tanto, se toman distintas problemáticas actuales que están sujetas a la biomecánica y son:

Giampaolo Martufi, Arianna Forneris, Jehangir J. Appoo, Elena S. Di Martino: Is There a Role for Biomechanical Engineering in Helping to Elucidate the Risk Profile of the Thoracic Aorta?

En este primer como referencia para conocer algunos campos de estudio de la biomecánica , se toma, la biomecánica hacia un enfoque para predecir el comportamiento de los aneurismas de la aorta torácica. En donde en este informe se hace el estudio de modelado hacia los análisis mecánica y dinámicos de los fluidos, para la predicción de una ruptura o disección de la aorta torácica.

Dominique P. Pioletti: Biomechanics in bone tissue engineering

En este artículo se toma la biomecánica como una consideración para la ingeniería, en la inteligencia aplicada en el tejido óseo, para hacer una distinción y sumar a la biomecánica no solo lo mecánico sino que además la mecano transducción que es la habilidad de una célula de percibir su entorno.

Meng-Chen Tsai, Julie T. Daniels: The impact of biomechanics on corneal endothelium tissue engineering. En esta investigación se indaga sobre la ingeniería detrás de la córnea, con el objetivo de evitar la escasez de donantes de este tejido. En donde se revisa las características biomecánicas de las células de la córnea, en donde entra en parte por la estimulación que presenta la córnea antes estímulos biomecánicos en la ingeniería de tejidos.

Por ende, el estado de la biomecánica actualmente se enfrenta a muchos enfoques, de acuerdo a la anatomía del cuerpo humano, de tal manera que existe muchos artículos, investigaciones y libros relacionados destinados a variadas problemática como las referenciadas con anterioridad.

1.4. Historia de la Biomecánica

Aristóteles de Stagira (384-322 a. C.) en Macedonia, alumno de Platón, fue, en cierto modo, el padre de la biomecánica. En efecto, fue el primero en describir la estructura corporal y el movimiento y desplazamiento de los animales. También fue el primero en establecer algunas leyes de movimiento. Hubo que esperar casi 2000 años antes de que se estableciera otro gran paso adelante en la biomecánica. Éste fue dado por el italiano Leonardo da Vinci (1452-1519), alumno de Verrochio. Leonardo es mundialmente famoso por sus estudios de anatomía humana, pero también estableció importantes leyes y observaciones sobre el vuelo de los pájaros y las corrientes aéreas y acuáticas.

Casi 200 años después Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) de Nápoles y alumno del famoso Galileo, describe usando las leyes de la mecánica los movimientos del sistema esquelético-muscular en su libro «Sobre el movimiento de los animales» («De Motu Animalium»). Borelli ya menciona los efectos de la palanca en las extremidades, las influencias de las fuerzas (de rozamiento y viscosidad) del aire y del agua en los movimientos de los seres vivos, además calculó la situación del centro de masas del cuerpo humano y se aperció de su importancia en el movimiento, así como de la importancia de las distintas posturas corporales desde el punto de vista mecánico,

En los años 60 la biomecánica adquiere importancia mundial a partir de un congreso internacional en Leipzig en 1960 sobre la biomecánica de los movimientos deportivos y otro en Zurich en 1969 sobre la biomecánica organizado por la UNESCO. En 1968 se crea la primera revista especializada en el tema: el Journal of Biomechanics y en 1970 la revista Modern Trends in Biomechanics. En estos mismos años se crean cátedras e institutos de biomecánica o «kinesiología del deporte» en Zurich, Colonia y Frankfurt. A partir de ahí hasta la actualidad la evolución de la biomecánica ha sido lenta (en comparación con otras disciplinas científicas) pero progresiva. Su mayor desarrollo ha sido en el aspecto deportivo donde ha progresado muy rápidamente mientras que en el aspecto de la biomecánica de los animales su desarrollo ha sido mucho más lento. La creación en 1984 de la revista International Journal of Sports Biomechanics impulsó este rápido avance en la biomecánica deportiva

2. Desarrollo

2.1. Disciplinas que conforman la Biomecánica

La biomecánica funcional es un conjunto de consideraciones que engloba conceptos de anatomía, fisiología articular, fisiología muscular, mecánica y kinesiología.

2.1.1. Anatomía

La palabra anatomía significa corta el cuerpo para examinar sus partes. El conocimiento logrado de esta forma es esencialmente regional o topográfico; se obtiene familiaridad con cada parte, como el brazo o la pierna. Sin embargo, cada zona contiene el mismo tipo de órganos, vasos sanguíneos, nervios, huesos y demás, por lo que, por encima de la anatomía regional, existe un aspecto sistemático, donde el cuerpo se considera que está formado por varios sistemas coordinados: vascular, nervioso, esquelético, etc. Unas observaciones generales de este tipo se conocen con el nombre de anatomía macroscópica, y contrastan con la anatomía microscópica, o histología, que es el estudio de la estructura detallada de las células y los tejidos

2.1.2. Fisiología

El estudio de la estructura de los sistemas corporales puede separarse sólo de forma artificial de su comportamiento durante la vida, es decir, fisiología. Si las funciones no se tienen en cuenta, el estudio de la forma es estéril, y por esto la fisiología se erige en complemento de la anatomía. La anatomía es una disciplina descriptiva; la fisiología, experimental.

2.1.3. Mecánica

La mecánica se puede definir como la ciencia que describe y predice las condiciones de reposo o movimiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas. Se divide en tres partes: la mecánica de cuerpos rígidos, la mecánica de cuerpos deformables y la mecánica de fluidos. La mecánica de cuerpos rígidos se subdivide en estática y dinámica; la primera estudia los cuerpos en reposo y la segunda los cuerpos en movimiento.

2.1.4. Kinesiología

La kinesiología o, como su nombre indica, el estudio del movimiento corporal, es una aproximación integral orientada a restablecer el equilibrio entre el movimiento y la interacción de los sistemas energéticos de un individuo.

2.2. Fundamentos de la mecánica aplicados al estudio del movimiento humano

La biomecánica, en la que se aplican en el ser vivo los principios y las leyes mecánicas, agrupa numerosos aspectos, como la mecánica de los huesos y de los músculos, pero también la mecánica de los líquidos y de los gases. Por tanto, difiere de la mecánica industrial.

2.2.1. Fuerza

Se denomina fuerza a toda causa capaz de modificar la velocidad de un cuerpo o de provocar su deformación. La fuerza no es visible directamente y solo puede verse su efecto. En biomecánica, las fuerzas pueden ser internas o externas al sistema estudiado, lo que obliga a enunciar con claridad los sistemas aislados y la referencia espaciotemporal. Un cuerpo puede estar sometido a fuerzas exteriores y en relación con las características del entorno. En el análisis del movimiento de un segmento respecto a otro, las fuerzas musculotendinosas y las presiones de contacto articular son los principales puntos de interés. Por último, y en términos de reología, se describen fuerzas internas

a las estructuras que caracterizan la resistencia de un material frente a una o varias solicitaciones exteriores a la sección estudiada, representadas por los vectores de tensión.

2.2.2. Trabajo

Este concepto de física asocia la fuerza y el desplazamiento. El trabajo se define como el producto de una fuerza por la distancia recorrida y por el punto de aplicación de dicha fuerza a lo largo de su línea de acción. La unidad de trabajo son los julio (J). En relación con el trabajo muscular, la contracción estática plantea un problema por la ausencia de desplazamiento. Pero produce desplazamiento no a la altura de los segmentos óseos sino a la de las miofibrillas. Por este motivo no es posible hacer el cálculo de la misma manera y hay que recurrir a las extrapolaciones: bien a partir de la superficie de corte del músculo, a la que se asigna un valor unitario estimado, bien calculando el par activo ejercicio respecto a una articulación. Con frecuencia, la resultante se expresa como porcentaje de acción respecto a la fuerza máxima teórica o respecto a otro músculo o grupo muscular.

2.2.3. Energía

El concepto de trabajo puede relacionarse con la energía potencial por la posición o la configuración de un objeto: la energía potencial gravitatoria de un objeto de masa m , situado a una distancia h por encima del nivel de referencia es $E_g = m \times g \times h$, donde g es la aceleración causada por la gravedad. La energía cinética es otra posibilidad, puede ser lineal y/o rotacional.

2.2.4. Potencia

Representa la cantidad de trabajo o de energía empleada por unidad de tiempo. La potencia proporcionada por una fuerza es el producto escalar de esta fuerza por la velocidad del punto de aplicación de esta fuerza. La potencia proporcionada por un momento es el producto escalar de dicho momento por la velocidad angular. La unidad de medida de la potencia es el vatio (W).

2.3. Ámbitos de la Biomecánica

La biomecánica se encuentra presente en diversos ámbitos, tres de ellos son los más destacados en la actualidad y son los siguientes:

1. La Biomecánica médica o clínica: Evalúa las patologías que aquejan al cuerpo humano para generar soluciones capaces de valorarlas, repararlas o paliarlas, mejorar la calidad de vida de las personas y solucionar necesidades del contexto social en el campo biomédico. Estudia el flujo sanguíneo y el comportamiento mecánico de los vasos. El impacto social de las enfermedades cardiovasculares y, en particular, de la aterosclerosis justifica el interés de ofrecer asistencia por ordenador al diagnóstico y a la terapia cardíaca.

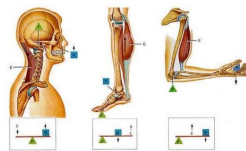


Figura 1: Biomecánica médica

2. La Biomecánica ocupacional: Analiza la relación mecánica que el cuerpo sostiene con los elementos que interactúan en los diversos ámbitos (en el trabajo, en casa, en la conducción de automóviles, en el manejo de herramientas) para adaptarlos a sus necesidades y capacidades. En este contexto se relaciona con otra disciplina como es la ergonomía física, que consiste en el equilibrio entre las capacidades de los trabajadores y las demandas del trabajo, su objetivo es mejorar la calidad de vida del trabajador y el logro de salud/bienestar, seguridad y productividad.

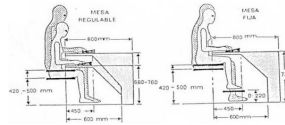


Figura 2: Biomecánica ocupacional

3. La Biomecánica deportiva: Es la aplicación de la mecánica como parte de la física en la investigación de los movimientos del atleta en la realización de los ejercicios físicos. Tiene como objetivo la evaluación del gesto deportivo, analizar la práctica deportiva para mejorar su rendimiento, desarrollar técnicas de entrenamiento y diseñar complementos, materiales y equipamiento de altas prestaciones. Surge a partir de los triunfos de su aplicación en los juegos olímpicos, los vuelos espaciales y la creación de la Sociedad Internacional de Biomecánica. Es el área a través de la cual se adquirirá una mejor comprensión de las actividades y ejercicios, así mismo interviene en la prevención de lesiones, mejora del rendimiento, describe la técnica deportiva y, además, desarrolla nuevos materiales para la rehabilitación.

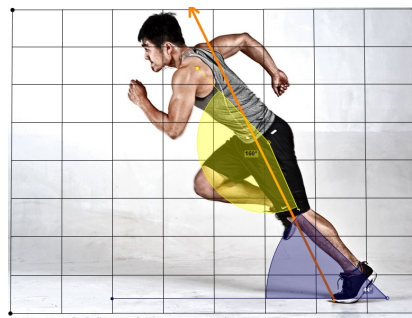


Figura 3: Biomecánica deportiva

2.4. Biomecánica aplicada

Articulaciones

El cuerpo humano es rígido en el sentido de que puede mantener una postura, y flexible en el sentido de que puede cambiar su postura y muévete. La flexibilidad del cuerpo humano se debe principalmente a las articulaciones, o articulaciones, del sistema esquelético. El primario La función de las articulaciones es proporcionar movilidad al músculo esquelético. sistema. Además de proporcionar movilidad, una articulación también debe poseer un grado de estabilidad. Dado que las diferentes articulaciones tienen diferentes funciones, poseen diversos grados de movilidad y estabilidad. idad Algunas juntas están construidas para proporcionar una óptima movilidad. Por ejemplo, la construcción de la articulación del hombro.

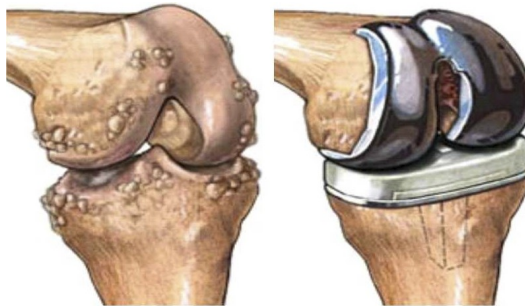


Figura 4: Prótesis de articulación de rodilla

Permite que el brazo se mueva en los tres planos (movimiento triaxial). Sin embargo, este alto nivel de movilidad es

logrado a expensas de una estabilidad reducida, aumentando la vulnerabilidad de la articulación a lesiones, como dislocaciones.

Por otro lado, la articulación del codo proporciona movimiento principalmente en un plano (movimiento uniaxial), pero es más estable y menos propenso a lesiones que la articulación del hombro. El caso extremo de aumento la estabilidad se logra en las articulaciones que no permiten ningún movimiento relativo entre los huesos que constituyen la articulación. el contacto superficies de los huesos del cráneo son ejemplos típicos de tales articulaciones.

Músculos

El movimiento del del cuerpo humano se logra como resultado de fuerzas generadas por los músculos que convierten energía en trabajo mecánico. El músculo es la fibra muscular, que está compuesta por miofibrillas. Las miofibrillas están formadas por filamentos de actina y miosina.

Las fuerzas involucradas en el cuerpo humano se pueden agrupar como internas y externas.

Las fuerzas internas: son aquellas asociadas con músculos, ligamentos y tendones, y en las articulaciones.

Las fuerzas Externas: incluyen el efecto de la aceleración gravitatoria sobre el cuerpo o en sus segmentos, manual, mecánicamente aplicadas sobre el cuerpo durante el ejercicio y el estiramiento, y Fuerzas aplicadas al cuerpo por prótesis.

En general, las incógnitas en los sistemas estáticos que involucran el músculo son fuerzas de reacción conjuntas.

El análisis mecánico de una junta requiere que sepamos las características del vector de tensión en el músculo, incluida las ubicaciones adecuadas de las inserciones musculares, los pesos o masas de los segmentos del cuerpo, los centros de gravedad de los segmentos del cuerpo, y el eje anatómico de rotación de la articulación.

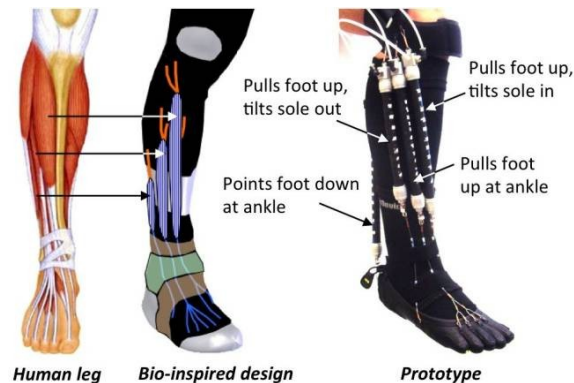


Figura 5: Prótesis robótica con músculos artificiales

2.5. Ejemplos de Aplicaciones de la Estática a la Biomecánica

2.5.1. Mecánica del codo

Se presenta la conformación en un enfoque mecánico sobre la parte del codo del ser humano

Mecánica del codo (Nihat, Dawn, David Margareta, 2012) La articulación del codo se compone de tres articulaciones separadas. La articulación humero cubital es una articulación en bisagra, formada por la articulación entre la tróclea en forma de carrete del húmero distal y la fosa troclear cóncava del cúbito proximal. La estructura de la articulación humero cubital es tal que sólo permite rotaciones uniaxiales, limitando los movimientos de la articulación del codo a la flexión (movimiento del antebrazo hacia la parte superior del brazo) y la extensión (movimiento del antebrazo alejándose de la parte superior del brazo). La articulación humero radial también es una articulación en bisagra formada entre el capítulo del húmero distal y la cabeza del radio. La articulación radio cubital proximal es una articulación de pivote formada por la cabeza del radio y la muesca radial del cúbito proximal. Esta articulación permite que el radio y el cúbito experimenten una rotación relativa sobre el eje longitudinal de uno u otro hueso, dando lugar a la pronación (el movimiento que se experimenta al pasar de la palma hacia arriba a la palma hacia

abajo) o la supinación (el movimiento que se experimenta al pasar de la palma hacia arriba a la palma hacia abajo) la palma hacia abajo a la palma hacia arriba. De esta manera lo que estipulan los autores mediante un diagrama de cuerpo libre se conoce la mecánica que corresponde a este movimiento

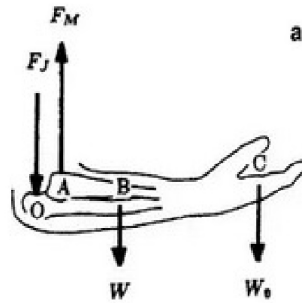


Figura 6: Ejemplo de diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que actúan en el codo como conjunto.

2.5.2. Mecánica del Hombro

El hombro forma la base para todos los movimientos de las extremidades superiores. La compleja estructura del hombro se puede dividir en dos: la articulación del hombro y la cintura escapular.

La articulación del hombro, también conocida como la articulación glenohumeral, es una articulación esférica entre la cabeza humeral casi hemisférica y la fosa glenoidea poco cóncava de la escápula. La poca profundidad de la fosa glenoidea permite una importante libertad de movimiento de la cabeza humeral sobre la superficie articular de la cavidad glenoidea. Los movimientos permitidos son: en el plano sagital, flexión y extensión; en el plano coronal, abducción y aducción; y en el plano transversal, rotación hacia afuera y rotación hacia adentro. La configuración de las superficies articulares de la articulación del hombro también hace que la articulación sea más susceptible a la inestabilidad y las lesiones, como la dislocación.

La estabilidad de la articulación la proporcionan los ligamentos glenohumeral y coracohumeral, y los músculos que cruzan la articulación. El mayor Los músculos de la articulación del hombro son: deltoides, supraespinoso, pectoral mayor, coracobraquial, dorsal ancho, redondo mayor, redondo menor, infraespinoso y subescapular.

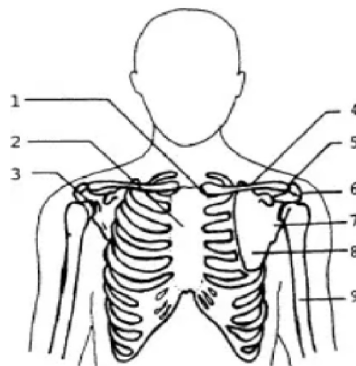


Figura 7: El hombro: (1) Articulación esternoclavicular, (2) Esternón, (3) Articulación glenohumeral, (4) Clavícula, (5) Articulación acromioclavicular, (6) Proceso de acromion, (7) Fosa glenoidea, (8) Escápula, (9) Húmero

3. Conclusiones

A lo largo del tiempo, el hombre ha buscado entender mejor el cuerpo humano, y esto llevo a la creación de distintas disciplinas que nos permitan entender y analizar la estructura y funciones biológicas del hombre, entre estas disciplinas se encuentra la Biomecánica.

Podemos definir a la biomecánica como la ciencia encargada del estudio y análisis del movimiento del cuerpo y como se relaciona y se ve afectado por distintas fuerzas en función a la estructura biológica.

En este trabajo se busca evidenciar una introducción a la biomecánica en la cual en primera instancia se nos hizo desconocida, sin embargo, el análisis que se emplea es similar a la mecánica vectorial, así como la integración de otros conceptos como de física, electrónica, control, etc. De esta manera, se logra apreciar que en la biomecánica presenta conceptos más aterrizados hacia un área más específica, por lo que para su entendimiento es necesario tener conocimiento de anatomía, filosofía del cuerpo humano, así como algunos elementos, como son las articulaciones y músculos en sistemas estáticos.

Otro punto importante, es que es una asignatura muy vigente en la época actual, ya que está muy ligada a la aplicación de las ramas de la ingeniería en el área de medicina, más específicamente en el diseño y fabricación de prótesis, en el cual es importante saber cómo se comporta una extremidad ante diversos estímulos externos para su posterior análisis y simulación.

Este trabajo cumple con la función de ser una recopilación de información con referencia a una vista general de manera introductoria. Además que, como futuros ingenieros, no solo es importante tener conocimientos acerca electricidad, programación y electrónica, sino que también es indispensable conocer sus distintas aplicaciones en distintos sectores, en este caso, en el área de medicina. Por lo que podemos llegar a la conclusión de que el trabajo cumple con su propósito, sirve como una entrada de lo que es la biomecánica, y esto es muy importante para poder desarrollarnos bien en esta ciencia y poder aplicarla de manera práctica.

4. Referencias

- Özkaya, N., Nordin, M., Goldsheyder, D., Leger, D. (2012). Fundamentals of biomechanics (Vol. 86). New York: Springer.
- Giampaolo Martufi, Arianna Forneris, Jehangir J. Appoo, Elena S. Di Martino (2016). Is There a Role for Biomechanical Engineering in Helping to Elucidate the Risk Profile of the Thoracic Aorta?, The Annals of Thoracic Surgery (Vol. 101). (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003497515012254>)
- Dominique P. Pioletti (2010) Biomechanics in bone tissue. engineering, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 13:6, 837-846, DOI: 10.1080/10255841003630660.
- Aguilar, M., Gutiérrez, M. A. (2000). Biomecánica, la física y la fisiología (No. 30). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Perdomo, J. M., Pegudo, A. G., Capote, T. E. (2018). Premisas para la investigación biomecánica en la cultura física. Revista Cubana Educación Superior, 104-114.
- Meng-Chen Tsai, Julie T. Daniels, The impact of biomechanics on corneal endothelium tissue engineering, Experimental Eye Research (Vol. 209) (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014483521002566>)
- Le Vay, D. (2008). Anatomía y fisiología humana. Editorial paidotribo.
- Beer, F. P., Johnston, E. R., Eisenberg, E. R., Sarubbi, R. G. (1967). Mecánica vectorial para ingenieros (No. 968-422-565-2. 04-A1 LU. CG-12.). McGraw-Hill.
- Aguilar, M., Gutiérrez, M. A. (2000). Biomecánica, la física y la fisiología (No. 30). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Dufour, M., Pillu, M. (Eds.). (2018). Biomecánica funcional. Miembros, cabeza, tronco. Elsevier.
- Parker, L. (1997). Guía fácil de kinesiología. Ediciones Robinbook.
- Nihat Özkaya, Dawn Leger, David Goldsheyder, Margareta Nordin. Fundamentals of Biomechanics. Editor: Dawn Leger