1. **Introducción**

En este tema se aborda el análisis del movimiento desde un enfoque cuantitativo y mecánico del mismo (Hamill et al., 2017).

La Kinesiología analiza el movimiento en sí mismo, mientras que la Biomecánica cuantitativa aporta una mayor profundidad en cuanto a analizar el cómo se produce el movimiento a través de la mecánica como rama de la física.

Según la sociedad europea de **biomecánica** del deporte, esta área de conocimiento trata de “***el estudio de las fuerzas generadas sobre y que actúan dentro de un cuerpo, y los efectos de dichas fuerzas sobre los tejidos, líquidos o materiales, utilizados para propósitos de diagnóstico tratamiento o investigación***” (Hamill et al., 2017, p 18). Estos análisis biomecánicos permitirán al profesional del deporte plantear los ejercicios de una forma mecánicamente correcta para las articulaciones del cuerpo humano. Se trata de sentar las bases físicas para que el ejercicio físico realizado no produzca lesiones.

1. **Introducción al estudio de la biomecánica**

En el estudio de la biomecánica, al tratar el análisis del movimiento, es necesario recalcar que para realizar cualquier medición es imprescindible tener un sistema de referencia, es decir unos **ejes y planos** que nos definan el espacio donde se produce el movimiento (Ver Tabla 1).

El cuerpo humano se puede dividir en dos zonas en función de su lateralidad, izquierda y/o derecha. El plano imaginario que lo dividiría se denomina **plano sagital**. Si queremos distinguir en zona delantera y trasera, el **plano** que lo divide es el **frontal**. Mientras que sin lo quiero dividir en zona inferior y superior el **plano** imaginario que consideraría sería el **transversal**.

A su vez todo movimiento se produce siguiente un eje de rotación se sitúa en un plano y así los movimientos de flexo-extensión se producen en el **eje medio-lateral**, la abducción- aducción en el eje **anterior posterior** y la supinación-pronación en el **eje longitudinal**.

Tabla 1. Ejes, planos y movimientos del cuerpo humano (adaptado de Estrada, 2018).

Tabla

Descripción generada automáticamente

Existen algunos **términos** frecuentes en biomecánica que son importantes recordar como:

* **Medial**: cercano al plano sagital, a la línea media del cuerpo.
* **Lateral**: alejado del plano sagital, a la línea media del cuerpo.
* **Proximal**: posición relativa a otra articulación. Se suele indicar que las más cercanas al tronco son proximales.
* **Distal**: posición relativa con otra articulación. Se suele relacionar con las más alejadas del tronco.
* **Anterior**: localización en el plano frontal en posición anatómica (de frente)
* **Posterior**: posición relativa respecto al plano frontal en su parte posterior (espalda).

La Real Academia de la Lengua (RAE, 2020) indica que el término “**medir**” tiene dos acepciones interesantes como son:

1ª Comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera; y

5ª Tener determinada dimensión, ser de determinada altura, longitud, superficie, volumen, etc..”

La primera acepción indica que para medir es necesario un sistema de medida. El sistema de medida más utilizado por convención es el Sistema Internacional (Pérez, 2018).

La quinta acepción explica que para determinar cada cualidad se utiliza un tipo de unidad de medida diferente. Hay unidades de medida base y otras derivadas de realizar cálculos con la base (Ver tabla 2).

Tabla 2. **Unidades de medida del Sistema Internacional más habituales en biomecánica** (adaptado de Estrada, 2018).

Tabla

Descripción generada automáticamente

Las **magnitudes** pueden ser escalares o vectoriales (Gutiérrez, 1997).

Las **magnitudes escalares** son las que se pueden representar con un número únicamente. Por ejemplo, la temperatura ambiente, la masa de una pelota de tenis...

Mientras que las **magnitudes vectoriales** son aquellas que requieren no sólo del número sobre su magnitud, sino de la dirección y sentido de esa magnitud. Éstas suelen ser las trayectorias, velocidades, aceleraciones, fuerzas, …

El **vector tiene diferentes elementos**: **origen**, **final** y **módulo**. Con estos elementos se puede calcular su dirección, sentido y magnitud.

Los **vectores pueden ser** **simples** cuando se ubican directamente sobre los ejes de referencia o **compuestos**. Según el sistema de referencia que utilicemos (2 dimensiones XY; 3 dimensiones XYZ) el vector tendrá tantos componentes como dimensiones consideradas (ver Figura 1: Gutiérrez, 1997).

Los componentes de los vectores asociados a cada eje son (XYZ) son i, j, y k.

|  |  |
| --- | --- |
| Forma  Descripción generada automáticamente | Diagrama  Descripción generada automáticamente |

Figura 1 Sistema de referencia, de coordenadas 2D y 3D.

Una de las formas de calcular las componentes de un vector es a través de sus proyecciones en el sistema de referencia.

Para ello se utilizan cálculos de trigonometría.

Siendo el Seno del ángulo la división entre la longitud del cateto adyacente entre la hipotenusa y el Coseno del ángulo la división entre la longitud del cateto opuesto al ángulo y la hipotenusa.

La **suma y resta de vectores** se realiza a través de sus componentes.

Texto, Carta

Descripción generada automáticamente

El producto escalar de dos vectores es otro escalar siguiendo la fórmula siguiente:

Texto

Descripción generada automáticamente

Si se realiza a través de sus componentes entonces:

Texto, Carta

Descripción generada automáticamente

Producto escalar: Comienza en el 27’’ al 3’ 25’’

<https://www.youtube.com/watch?v=2x-KlV_a-Fg>

El producto vectorial de dos vectores es otro vector que se resuelve a través de la matriz vectorial siguiente:

Texto, Carta

Descripción generada automáticamente

Producto vectorial: <https://www.youtube.com/watch?v=P0aD2zSXuC8>

El **Momento** de un vector respecto de un punto O, se calcula mediante el producto vectorial del vector distancia ra (desde origen hasta vector a) por el propio vector a.

Imagen de la pantalla de un celular con letras

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Siendo su módulo = ra · a · sen α; dirección perpendicular al plano creado por el punto O y el sentido hacia arriba.

Momento: <https://www.youtube.com/watch?v=HvQ8yCsH_Lw> hasta 3’ 02’’

El módulo de un vector se calcula a través de la siguiente fórmula:

Imagen que contiene Gráfico

Descripción generada automáticamente

Módulo de un vector: <https://www.youtube.com/watch?v=e0t3cQujJC4> hasta 2’ 53’’

El término **Biomecánica** según la Real Academia de la Lengua es la “**Ciencia que estudia la aplicación de las leyes de la mecánica a las estructuras y los órganos de los seres vivos**.” (RAE, 2020).

Se basa en el análisis del movimiento siguiendo los principios de la rama de la física denominada mecánica (Figura 2). Por ello las definiciones siguientes es fundamental dominar su contenido:

**Mecánica**: “(…) **la rama de la física que estudia los estados de equilibrio estático y dinámico de los cuerpos y la evolución de este mismo gracias a la acción de las fuerzas responsables de que dicho cuerpo permanezca en reposo o se mueva**” (Giancoli, 2008, en Estrada, 2018).

El **análisis del movimiento** se **divide** en **cinemática** o **dinámica**.

**Cinemática**: Describe el movimiento sin tener en cuenta las causas que lo producen. Sus **elementos básicos** son el **espacio**, el **tiempo** y el **móvil**.

Cuando al móvil se le considera una partícula se denomina cinemática de la partícula. Si al móvil se le considera como un sistema de partículas o sólido rígido, el análisis de su movimiento será cinemática de sólido-rígidos.

**Dinámica**: Describe el movimiento teniendo en cuenta las causas que lo producen (fuerzas). También se puede denominar **cinética**.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 2 Ramas de la mecánica implicas en el análisis del movimiento.

Los **tipos de movimientos** se pueden clasificar en traslación, rotación y **mixtos** (Estrada, 2018; Gutiérrez, 1997; Hamill et al, 2017; Pérez, 2018).

Son movimientos de **traslación** cuando el móvil varía de ubicación respecto a un sistema de referencia.

Son movimientos de **rotación** cuando el móvil gira sobre uno de sus ejes. La traslación puede describir una trayectoria lineal o curvilínea. La distancia de la trayectoria realizada se mide en línea recta.

Los movimientos de traslación se pueden dividir en:

* *Rectilíneo o lineal:* si describe un recorrido que se aproxima a una recta.
* *Curvilíneo*: cuando el movimiento describe una trayectoria curva.
* *Mixto*: cuando se combinan ambos desplazamientos.

Por ejemplo, un ciclista de ruta se desplaza con su bicicleta realizando un movimiento de traslación con trayectoria lineal en todo su conjunto, mientras que el pie en el pedal realiza un movimiento de traslación con trayectoria curvilínea. Un saltador de natación, en cambio, realiza una traslación desde el salto y al tiempo va realizando rotaciones en diferentes ejes.

1. **Análisis cinemático Lineal**

Vector de posición: la posición de un móvil, considerado como una única partícula, en un instante determinado está compuesto por las tres coordenadas en ese instante respecto al sistema de referencia XYZ.

Se expresa con la siguiente fórmula:

Dibujo de una persona

Descripción generada automáticamente con confianza baja

El desplazamiento realizado por un móvil entre dos instantes es un vector que se calcula:

Imagen que contiene objeto, reloj

Descripción generada automáticamente

Vector de posición y desplazamiento <https://www.youtube.com/watch?v=914pPGej0Ac>

La trayectoria son las posiciones que se dan en cada instante en el móvil. Si la trayectoria es una línea recta coincidirá con el desplazamiento. Si no es así, la trayectoria será numéricamente superior al desplazamiento.

Velocidad: Es la relación entre el espacio recorrido en un tiempo determinado. Hay que diferenciar dos tipos de velocidades:

* Velocidad Media: es escalar, se calcula mediante el promedio de desplazamiento entre dos instantes.

Texto

Descripción generada automáticamente

Velocidad media: <https://www.youtube.com/watch?v=TzI6HCeu40I>

* Velocidad instantánea: calcula la velocidad en cada instante respecto al instante anterior. Es un vector cuyo módulo se calcula mediante la derivada (tangente) ds/dt

Gráfico

Descripción generada automáticamente con confianza media

Velocidad instantánea: <https://www.youtube.com/watch?v=-whVaQa_XtU>

Aceleración: es la variación de velocidad en un tiempo transcurrido determinado. También hay: Aceleración media:

Texto

Descripción generada automáticamente

Aceleración: <https://www.youtube.com/watch?v=o8SFJPTS1cM>

* Aceleración instantánea

Imagen que contiene Gráfico

Descripción generada automáticamente

Cuando el movimiento de un móvil sea curvilíneo no uniforme es necesario considerar dos componentes en la aceleración: aceleración tangencial y perpendicular a ésta que se denomina aceleración normal. Su módulo se calcula mediante la siguiente fórmula:

Imagen de la pantalla de un celular con letras

Descripción generada automáticamente con confianza media

* La aceleración tangencial es la variación de módulo velocidad respecto al tiempo:

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza media

* La aceleración normal es la variación de velocidad con respecto a la perpendicular:

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Aceleración tangencial y normal: <https://www.youtube.com/watch?v=XHccVNutqic>

En la cinemática lineal los **movimientos se clasifican** en función de si en el movimiento está implicada una aceleración o no (Figura 3).

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 3. Clasificación de los movimientos en la cinemática lineal.

***MRU: Movimiento rectilíneo uniforme***

Se trata de un movimiento que realiza el móvil en línea recta y a velocidad constante. El hecho de que la velocidad sea constante implica que su aceleración es nula o = 0.

Se describe con la siguiente fórmula:

Imagen que contiene objeto, reloj

Descripción generada automáticamente

Movimiento rectilíneo uniforme: <https://www.youtube.com/watch?v=XE9UXxtep6M>

***MRUA: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado***

Se trata de un movimiento en trayectoria recta, cuyo incremento de velocidad es constante dado que la aceleración es constante. La aceleración sólo tiene componente tangencial al ser una trayectoria recta.

La velocidad se basa en la siguiente fórmula:

Imagen que contiene objeto, reloj

Descripción generada automáticamente

Y la posición se basa en:

Imagen que contiene objeto, reloj

Descripción generada automáticamente

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado: <https://www.youtube.com/watch?v=XE9UXxtep6M>

Dentro de este conjunto de movimientos se pueden distinguir:

***Movimiento de caída libre:***basado en la aceleración de la gravedad (9,8 m/s2) y describe una trayectoria vertical. Siendo sus fórmulas asociadas:

Texto

Descripción generada automáticamente

Movimiento en caída libre: <https://www.youtube.com/watch?v=awMylIpd3mI>

Cuando la velocidad inicial y la altura inicial sean 0, entonces se pueden aplicar estas fórmulas

Texto, Carta

Descripción generada automáticamente

***MSP = Movimiento Semiparabólico-Lanzamiento horizontal:***es un movimiento en trayectoria curva descendente. La velocidad horizontal es constante, mientras que la velocidad vertical varía debido a la acción de la gravedad.

Se distinguen dos componentes en el análisis

X con Velocidad horizontal constante y sin aceleración horizontal

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza media

Y con velocidad vertical 0 y gravedad

Texto

Descripción generada automáticamente

Movimiento parabolíco – lanzamiento horizontal: <https://www.youtube.com/watch?v=ozoq9C83fXw>

***MP = Movimiento Parabólico-Lanzamiento parabólico:***tiene una velocidad inicial con componentes horizontal y vertical, y la gravedad es la aceleración constante en la componente vertical.

Sus fórmulas son:

Texto, Carta

Descripción generada automáticamente

Lanzamiento parabólico: <https://www.youtube.com/watch?v=DjmC8An-5oo>

1. **Análisis Cinemático Angular**

En el momento angular se puede medir dos tipos de velocidades. La velocidad en relación a la distancia del arco y la velocidad en relación al ángulo recorrido.

Texto

Descripción generada automáticamente

La aceleración angular es la variación de la velocidad angular en el tiempo

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Otros conceptos** importantes en los movimientos circulares son:

* ***Frecuencia***: nº vueltas en un tiempo determinado; F= Nº vueltas/t
* ***Periodo***: el tiempo que emplea en dar una vuelta; T = t/1vuelta

Dentro de la cinemática angular se distinguen **diferentes tipos de movimientos**

***MCU: Movimiento circular uniforme con*** velocidad constante y aceleración angular = 0.

Siendo el espacio angular calculado mediante la siguiente fórmula:

Un dibujo de una persona

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Movimiento circular uniforme: <https://www.youtube.com/watch?v=JVGvzWgO5i4>

***MCUA: Movimiento circular uniformemente acelerado***, por lo que dicha aceleración angular es constante. La velocidad angular se calcula:

Imagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

Y la posición angular se calcula:

Imagen que contiene objeto, reloj

Descripción generada automáticamente

Movimiento circular uniformemente acelerado:

https://www.youtube.com/watch?v=Z-HyDYpaLLI

1. **Dinámica del Centro de Masas**

Para comprender los conceptos básicos de dinámica es necesario explicar las leyes de **Newton** detallas en el Principia Mathematica (1687) del mismo autor (Hamill et al., 2017, p. 350).

***1º Ley de Newton o principio de inercia*:** “Si no se aplican fuerzas sobre un cuerpo, (o el sumatorio de fuerzas es igual a 0), los cuerpos tienen a mantener su estado de reposo o velocidad constante”.

***2ª Ley de Newton o principio fundamental de la dinámica*:** “Si se aplica una fuerza sobre un cuerpo, la aceleración del cuerpo tendrá la dirección y sentido de la fuerza aplicada y el módulo será proporcional a la masa del cuerpo”

***3ª Ley de Newton o principio de acción reacción*:** “Cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza, éste reacciona con otra fuerza de igual módulo y dirección y sentido contrario”.

*El* ***centro de gravedad***del cuerpo se puede calcular cuando se considera a la persona como un sólido, es decir se tiene la información de la masa y por ende del peso de cada segmento corporal, de forma que se puede sustituir todos esos pesos (fuerzas) aplicados en los segmentos, por una sola aplicada en un punto determinado por las coordenadas (posición) promedio de la siguiente fórmula y considerando la masa total del cuerpo.

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza media

*El centro de gravedad* **es un punto imaginario por el que pasarían todas las fuerzas aplicadas en el cuerpo**. El centro de gravedad se mueve, cuando el cuerpo está en movimiento al moverse los segmentos que lo componen. Se refiere sólo en estático y a la fuerza vertical.

*El centro de masas* es un concepto similar pero aplicado a cuerpos en movimiento. Es decir, se trata del punto imaginario por el que pasarían todas las fuerzas existentes en un cuerpo en movimiento.

1. **Dinámica del cuerpo humano**

La ***fuerza***es un concepto difícil de definir. Entre otras cosas porque lo que se aprecia son las consecuencias de dicha fuerza: movimiento, aceleración, deformación…Por lo que la fuerza se puede definir como una **interacción entre dos cuerpos que hace que varíen de su situación inicial** (Hamill et al., 2017, p 347).

Las **características de la fuerza**, al igual que el resto de los vectores son la ***magnitud****,* ***dirección*** *y* ***sentido*** *de la misma*. En el caso de acciones relacionadas con análisis de movimiento humano la fuerza se suele presentar la **Fuerza relativa**. Es decir, se calcula el ratio entre los Newtons ejercidos en su relación con el peso corporal (N/PC).

También hay que tener en cuenta el *punto de aplicación y la línea de acción*. El **punto de aplicación** es el lugar donde se aplica la fuerza, mientras que la **línea de acción** es la dirección de las fuerzas que se producen por el contacto de estos cuerpos.

Las **fuerzas** se pueden **clasificar** en *fuerzas de contacto y de no contacto*. *Siendo las* **fuerzas de contacto** aquellas causas por el contacto entre dos elementos. **Las fuerzas de no contacto** se basa en los campos gravitatorios que crean los cuerpos en base a la masa y la distancia que hay entre ellos. La fuerza de no contacto más relevante es la que ejerce la tierra sobre todos los cuerpos sobre ella: la *gravedad.*

Texto

Descripción generada automáticamente

Las **fuerzas de contacto** más habituales analizadas en el movimiento del cuerpo humano son:

***La fuerza de reacción de la superficie de apoyo***. Esta fuerza surge en base a la gravedad que provoca una acción, siendo la fuerza de reacción de igual magnitud y dirección y en sentido contrario a la ejercida. Por ejemplo, la superficie de apoyo caminando es el suelo y por ello para adquirir mayor velocidad horizontal, los deportistas adquieren una posición de salida desde agrupados y apoyados en el suelo. Para lograr una reacción lo más horizontal posible que les ayude en la aceleración de la salida.

***La fuerza de reacción de las articulaciones*.** Se trata de la fuerza neta que ocurre a través de la articulación.

***Fricción***. Es un coeficiente que indica la cantidad de fuerza perdida/ganada por el contacto con dicha superficie. Se expresa con la formula: F = µN de donde µ = F/N.

Siendo N la fuerza normal (perpendicular) respecto a la fuerza ejercida.

***Resistencia del fluido*.** Según el medio de desplazamiento del ser humano así tendrá una resistencia del medio. Dicha resistencia tanto en el medio acuático como aéreo se analiza bajo el mismo prisma de fluidos. Elementos a tener en cuenta en este análisis son la densidad del fluido, su viscosidad y el empuje en el caso del medio acuático. En el deporte existen laboratorios de análisis de las turbulencias en el nado, de la aerodinámica de deportes como el ciclismo o fórmula 1, y de análisis de los efectos sobre pelotas como el golf, fútbol, tenis.

***Fuerza de inercia*.** Basándose en el principio de inercia los segmentos proximales (cercanos a la línea media del cuerpo) en sus movimientos, crean fuerzas que hacen que los segmentos distales tiendan a moverse también. Por ejemplo si se mueve el brazo que el antebrazo reciba dicha fuerza.

***Fuerza muscular*.** Es la fuerza interna que surge de la contracción muscular. Como el resto de las fuerzas, será más eficaz cuando la fuerza a ejercer se sitúa cercana a 90º.

***Fuerza elástica*.** Se refiere al cambio de longitud que provoca una fuerza sobre un material. Siendo la fórmula que la expresa:

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza media

La constante k representa la rigidez. Un material más rígido requiere de mayor fuerza para varíar su longitud. La fuerza elástica puede se utiliza en deporte en fuerzas de contacto (raqueta con pelota de tenis, saltos de trampolín…) y también es aquella que se refleja en el ciclo estiramiento acortamiento de los músculos en ejercicios balísticos. Por ejemplo, antes de realizar un salto vertical flexionar las rodillas como pre-estiramiento del cuádriceps previo a su acortamiento en la fase contracción y salto. En el análisis dinámico se realizaría un análisis de todas las fuerzas que actúan dentro del cuerpo humano.

1. **Equilibrio mecánico del cuerpo humano**

La ***estática***es la rama de la mecánica que estudia los sistemas de fuerzas en cuerpos que no están en movimiento o que se mueven a velocidad constante (Hamill et al., 2017, p 22).

El ***equilibrio***es una situación de balance en el que no hay aceleración por lo que los sistemas de fuerzas se anulan entren ellos.

La ***estabilidad***es la resistencia a la aceleración tanto lineal como angular.

El ***equilibrio es estable***cuando las fuerzas que actúan sobre el cuerpo pueden desplazar el cuerpo pero su posición final es la misma que la inicial.

El ***equilibrio es inestable***cuando las fuerzas generan un movimiento en el cuerpo que lo desplaza de su posición original.

La *estabilidad* está relacionada con la posición del centro de masas (Pérez, 2018). Cuanto más elevado se sitúe el centro de masas más inestable es dicho cuerpo.

Por otra parte, cuanto mayor masa tenga el cuerpo más estabilidad presentará. Es decir, para provocar una situación de equilibrio inestable será necesaria más fuerza.

También afecta a la estabilidad la visión, el tener un entorno estable y el estado en el que se encuentre nuestro oído interno. Así mismo cuando la proyección del centro de masas en el suelo supera los límites formados por ambos pies, también denominado como

*Base de Sustentación* (BDS), lo normal es que se produzca una situación de equilibrio inestable.

El análisis estático se puede utilizar para medir la capacidad de equilibrio de las personas desde un punto de vista de prevención de caídas, para medir determinadas posiciones corporales desde la ergonomía del trabajo, o para realizar un tratamiento específico de una patología.

1. **Energía Mecánica**

*El* ***momento lineal***es un vector con módulo de velocidad proporcional a la masa y dirección y sentido igual que la velocidad. El momento lineal permanece constante cuando el sumatorio de fuerzas es 0.

Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

Momento lineal: <https://www.youtube.com/watch?v=ryNOXFm1uYg>

El ***impulso mecánico***es el incremento de fuerzas aplicado en un tiempo determinado

Imagen que contiene objeto, reloj

Descripción generada automáticamente

Impulso mecánico: <https://www.youtube.com/watch?v=Syuji2SPak4>

El ***impulso total***aplicado es la variación del momento lineal de dicho móvil.

Un dibujo de una persona

Descripción generada automáticamente con confianza media

Impulso total: <https://www.youtube.com/watch?v=kGK5QQI56rQ>

El ***trabajo mecánico***se define como el **producto escalar entre el vector fuerza y el vector posición de un cuerpo**. Se mide en julios o ergios.

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Trabajo: <https://www.youtube.com/watch?v=OzhBF0gMvSU>

La ***potencia***es el **trabajo realizado en unidades de tiempo**. Se mide en Vatios (W).

Siendo 1 W= 1J/s se mide con las siguientes fórmulas:

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza media

Potencia: <https://www.youtube.com/watch?v=b7xGz-Qqq9s>

La ***energía mecánica***se define como la **capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo**. Se mide en julios. Esta energía está acumulada en los cuerpos y se basa en dos elementos: su posición, es decir altura y la velocidad de su movimiento. Gracias a estos dos elementos la energía mecánica **se divide en**:

***Energía potencial***: basada en la posición del cuerpo.

Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

***Energía cinética***: basada en la velocidad del cuerpo.

Un dibujo de una persona

Descripción generada automáticamente con confianza media

Energía mecánica: <https://www.youtube.com/watch?v=f4IWnif1wjs>

Es sumamente importante tener en cuenta el principio de conservación de la energía, por el que la energía, sin son conservativas, se mantiene constante en el cuerpo (Gutiérrez, 1997). Es decir, la suma de ambas se mantiene constante.

1. **Métodos de análisis biomecánico**

Según Pérez (2018) las **técnicas de análisis biomecánico** más frecuentes son:

* ***Acelerometría***: consiste en la medición mediante sensores de la aceleración producida por un cuerpo. En la actualidad dichos sensores se pueden instalar en diferentes dispositivos desde elementos de entrenamiento (barra de pesas) a relojes, teléfonos móviles, ..etc.
* ***Dinamometría***: es la técnica que permite el registro y análisis de los componentes (XYZ) de la fuerza aplicada en un movimiento determinado. Como instrumentos habituales de registro, se utilizan plataformas dinamométricas encastradas en el suelo y dinamómetros de mano.
* ***Fotogrametría****:* es la técnica que permite el análisis del movimiento a través de los fotogramas (imágenes) registradas del movimiento. Se cuantifican las posiciones de determinados puntos en base a un sistema de referencia y a la deformación de la lente.
* ***Electromiografía****:* es la técnica que mide la actividad muscular. En entornos clínicos se realiza electromiografía en el músculo directamente. En entornos deportivos se realiza electromiografía de superficie. Mide los potenciales de acción que se producen en la contracción muscular.
* ***Tracking mediante GPS o elementos inerciales*:** Son sistemas que permiten registrar la posición del elemento de forma continua durante un periodo de tiempo determinado. Los GPS son los Global Positional System e intercambian su localización con la cobertura de satélites existente en la zona terrestre. Los elementos inerciales comparten la información con su base. Actualmente ambos son muy utilizados en deportes colectivos para medir la distancia recorrida y el número de sprints realizados por los jugadores.
* ***Termografía***: es una técnica de análisis de la temperatura superficial del cuerpo humano que se basa en la luz infrarroja. Está siendo aplicado actualmente en la prevención, diagnóstico y tratamiento de lesiones.

En este tema se ha podido ahondar en la Biomecánica como ciencia que analiza el movimiento de los seres vivos. Primero se han definidos los conceptos y cálculos básicos necesarios para poder realizar el análisis de un movimiento. A continuación, se han explicado las bases de la cinemática dividiendo los movimientos en lineales y curvilíneos. Seguido, se han descrito algunos conceptos relacionados con la dinámica como son los principios de Newton, el concepto de fuerza, el centro de masas y las fuerzas analizadas más habituales. Se cierra este tema con la enumeración de las técnicas aplicadas al análisis biomecánico.

1. **Bibliografía**

Estrada, Y.C.. (2018). *Biomecánica.* Bogotá. Ediciones USTA.

Hamill, J., Knutzen, K.M., y Derrick, T. R. (2017). *Biomecánica: Bases del movimiento humano (4a. ed.)*. Filadelfia. Wolters Kluwer Health.

Gutiérrez, M. (1998). *Biomecánica deportiva: Bases para el análisis*. Madrid. Síntesis.

Pérez, P. (2018). *Metodología y aplicación práctica de la biomecánica deportiva*. Barcelona. Paidotribo.