

# Ensayo Biomecánica de la Mano

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

14 de octubre de 2022

## 1. Biomecánica de la mano

### 1.1. Ejes de los Dedos

La mano en su posición natural es una maravilla, pues en esta posición se puede apreciar la estática natural de la mano. Se puede apreciar la separación de los dedos, las líneas imaginarias de los ejes de los dedos, etc. Al momento de abrir los dedos de la mano lo más que se pueda, los ejes las líneas de los ejes pasan por un mismo punto (aproximadamente en el tubérculo del escalfoides) haciendo que estas se unan. Cuando se realizan los movimientos de abducción y de aducción, se puede apreciar que el dedo de en medio no se mueve y que estos movimientos son en relación con los movimientos respecto al eje de la mano.

Al contraer los dedos de la mano, uno puede pensar que los ejes son paralelos; pero no, las líneas se unen (hipotéticamente) en un cierto punto situado muy lejos de su borde libre. Al realizar el cuarto movimiento de la mano con los dedos, cerrar el puño, los ejes convergen un punto situado en la base del talón de la mano.

### 1.2. Articulaciones Metacarpofalángicas

Las articulaciones metacarpofalángicas son de tipo condíleo, estas permiten algunos movimientos activos de flexoextensión, palmar y dorsal, abducción y aducción y pequeño movimientos pasivos de rotación axial. Las partes de esta articulación son: cabeza metacarpiano, base falange, fibrocartílago glenoideo, cápsula articular dorsal y cápsula articular palmar.

La cabeza metacarpiano converxa en dos sentidos: tiene una superficie articular mucho más grande que la base de la falange, que aparte es cóncava, pero para establecer una estabilidad, esta el fibrocartílago glenoideo que se une en la cara palmar de la base de la falange con una pequeña incisura que le sirve de charnela.

Para obtener una estabilidad y buenos movimientos articulares, se necesita una cierta laxitud de la cápsula articular y de la sinovial junto con la acción de ligamentos que se tienen en la extensión y se tensan en la flexión, impidiendo algunos movimientos.

La flexión activa que se tiene en esta articulación es de casi 90 grados en el índice aumentando de manera progresiva hasta el dedo meñique cuando todos los dedos se flexionan. La extensión activa puede alcanzar de 30 hasta 40 grados según sus variaciones, pudiendo llegar hasta 90 grados de extensión pasiva.

El dedo índice es el que tiene mayor amplitud en los movimientos de abducción y aducción, estos movimientos pueden llegar hasta los 30 grados, sin depender de los demás dedos.

### 1.3. Articulaciones Interfelángicas

Las articulaciones Interfelángicas son de tipo troclear, estas permiten solo un movimiento (el de flexoextensión). Estas articulaciones se puede decir que se parecen un poco a las metacarpofalángicas, ya que su cabeza de la primera falange tiene mucha mayor área que la de la base de la segunda falange. Gracias a esto, en la segunda falange existe un fibrocartílago glenoideo que en el momento de la flexión se desliza sobre la cara palmar de la falange proximal.

Al momento de la flexión, los ligamentos laterales se tensan, esto junto a un ensanchamiento de la polea falangica, causa el aumento de tensión de los ligamentos, provocando un apoyo más sólido a la base de la falange distal.

#### 1.4. Tendones de los músculos flexores de los dedos

Los músculos de los tendones flexores de los dedos inician en el epitróclea humeral y van hacia la cara palmar. El flexor común profundo de los dedos esta en la base de la tercera falange luego de perforar al flexor común superficial que se divide en dos lengüetas. Comúnmente se piensa que al terminar la segunda falange sería más sencillo, sin embargo, según el punto de vista biomecánico menciona que el ángulo de tracción o ángulo de acercamiento es mayor en esta disposición anatómica que si cada uno estuviera en contacto directo con el esqueleto.

El flexor común superficial de los dedos es flexor de la segunda falange porque está insertado en las caras laterales de ella, como consecuencia no tiene acción sobre la tercera falange y sobre la primera falange actúa sólo cuando la segunda está completamente flexionada. Además, obtiene potencia cuando la primera falange está en extensión por la acción del extensor común de los dedos. La potencia máxima se adquiere cuando la primera falange está en extensión por contracción del extensor común de los dedos. Los tendones flexores están envueltos por una vaina cilíndrica que tiene líquido sinovial que tiene como función ser un lubricante para evitar o aminorar la fricción en los movimientos del tendón.

#### 1.5. Tendones de los músculos extensores de los dedos

Los músculos de los tendones extensores de los dedos se originan en el epicóndilo humeral y terminan en la cara dorsal y se localizan al nivel de la muñeca y por debajo del ligamento anular posterior del carpo. El extensor común de los dedos solo se involucra en la primera falange sobre el metacarpiano, se realiza cuando el tendón se expande para insertarse en la base de la primera falange. Por otro lado se conecta con la segunda falange mediante la lengüeta media y se conecta con la tercera falange mediante las lengüetas laterales; sus acciones con estas últimas dos falanges dependen de la posición de la muñeca y del grado de flexión de la articulación metacarpofalángica. Para el dedo índice y meñique permite la extensión aislada de los demás dedos en flexión.

#### 1.6. Acción de los músculos interóseos y lumbricales

Son una pieza clave para hacer movimientos de lateralidad y de flexoextensión de los dedos. Estos movimientos dependen de la dirección del cuerpo muscular entonces cuando se dirige al eje de la mano los interóseos dorsales son los responsables de la separación de los dedos y cuando se aleja del eje de la mano los óseos palmares determinarán la aproximación de los dedos.

- Acción del extensor común

El extensor común de los dedos es el extensor de la primera falange y actúa solamente en la segunda y tercera falange; esto lo hace cuando la muñeca y las articulaciones metacarpofalángicas están en flexión

- Acción de los músculos interóseos

Los músculos interóseos se pueden definir de dos maneras: flexores (primera falange) y extensores (segunda y tercera falange), esto depende del grado de flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y de la tensión del extensor común de los dedos. Cuando la articulación metacarpofalángica está en extensión la cubierta dorsal de los interóseos se sitúa en el dorso del cuello del primer metacarpiano, así los músculos interóseos pueden tensar las expansiones laterales y con esto extender la segunda y la tercera falange. Por otro lado, cuando se flexiona la articulación metacarpofalángica la cubierta dorsal de los interóseos se desliza sobre el dorso de la base de la primera falange; como consecuencia de esto los músculos interóseos al actuar directamente sobre la cubierta dorsal, flexionan con fuerza la primera falange pero las expansiones laterales quedan relajadas por la cubierta dorsal y pierden la acción extensora sobre la segunda y tercera falange.

- Acción de los músculos lumbricales

Los músculos lumbricales son músculos intrínsecos de la mano que son fundamentales en los movimientos de flexoextensión de los dedos, esto gracias a que está ubicado en un plano palmar que le deja contar con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$  con respecto a la primera falange dejándoles flexionarse aunque esté en hiperextensión, de igual manera tiene extensión de la segunda y tercera falanges sin importar cual sea el grado de flexión de la articulación metacarpofalángica.

## 1.7. Ligamento Retinacular

El ligamento retinacular es el que se encuentra a cada lado de la articulación interfalángica proximal y se inserta en la cara palmar de la primera falange. Este ligamento se dirige hacia las cintillas laterales del extensor común en el dorso de la segunda falange. En situaciones patológicas, este ligamento es responsable de la deformidad en las lesiones del aparato extensor a nivel de la articulación interfalángica proximal, así como de la hiperextensión de la articulación interfalángica distal.

## 1.8. Músculos de la eminencia hipotenar

En la eminencia hipotenar se encuentran tres músculos que actúan directamente sobre el dedo meñique, el oponente del meñique actúa sobre el quinto metacarpiano imprimiendo un movimiento de flexión y rotación alrededor de su eje longitudinal, lo cual permite que su porción anterior se dirija hacia fuera sobre el dedo pulgar.

El flexor corto del meñique flexiona la primera falange sobre el primer metacarpiano. El aductor del meñique tiene la misma acción que el flexor corto, son por tanto abductores del dedo meñique con respecto al eje de la mano. Son además flexores de la primera falange y extensores de la segunda y tercera en una sección semejante a la de los interóseos dorsales.

## 1.9. Articulación trapeciometacarpiana

Se trata de una articulación básica dentro de la biomecánica del pulgar, que integra la llamada columna osteoarticular de este. Esta formada por la carilla articular inferior del trapecio.

El primer metacarpiano es el más corto de la mano y presenta un cuerpo más aplanado en sentido dorsopalmar que los restantes, representa la primera falange de los otros dedos. En el trapecio se asientan las inserciones musculares del oponente, del flexor corto y del abductor corto del pulgar. Esta articulación de anclaje recíproco permite al pulgar orientarse en relación con el resto de la mano en todos los planos del espacio.

Realiza dos movimientos:

- Movimiento de antepulsión y retropulsión
- Movimientos de aducción y abducción

## 1.10. Articulación metacarpofalángica del pulgar

Es una articulación de tipo condíleo, permite dos tipos de movimientos, lo que le confiere una gran importancia ya que son movimientos no muy habituales en las articulaciones con estas características. La flexión de la articulación metacarpofalángica del pulgar alcanza solo  $75-80^\circ$  y la extensión es nula, incluso la pasiva.

Los movimientos de lateralidad no existen en esta articulación, pero su ausencia está ampliamente compensada por la gran movilidad de la articulación trapeciometacarpiana que permite todos los movimientos en el espacio, siendo el primer metacarpiano el gran beneficiado al estar el trapecio inmovilizado en la segunda hilera del carpo.

### **1.11. Articulación Interfalángica del pulgar**

Esta articulación es de tipo troclear como cualquiera de las articulaciones interfalángicas, solo permite movimientos de flexoextensión. Solo permite flexiones de hasta 75-80° y su extensión activa es de aproximadamente 5 a 10° pero su hiperextensión pasiva puede llegar hasta los 30°, esto es prominente en personas en cuyas profesiones utilizan el dedo pulgar para modelar.

### **1.12. Acción de los músculos extrínsecos del pulgar**

El extensor corto del pulgar hace la extensión de la primera falange, pero este lleva a los dos directamente hacia afuera por lo que este se convierte en el principal abductor del pulgar, el flexor largo propio del pulgar es en realidad el flexor de la tercera falange sobre la primera, desempeña un papel muy importante en este movimiento.

### **1.13. Acción de los músculos intrínsecos del pulgar**

El abductor del pulgar actúa sobre los tres huesos del pulgar, este es abductor cuando el primer metacarpiano está en abducción máxima y es antepulsor cuando el primer metacarpiano está en repulsión máxima y es retropulsor cuando el primer metacarpiano está en antepulsión. El oponente del pulgar trabaja como un estabilizador de la mano porque este tiene acciones simétricas al dedo meñique. El abductor corto del pulgar tiene varias funciones los cuales son aducción, y antepulsión del primer metacarpiano sobre el acropo, flexor de la primera falange sobre la falange con inclinación externa y rotación axial.

### **1.14. Movimientos de oposición del pulgar**

El principal trabajo de la mano es la prensión, la mano se auxilia del dedo pulgar para realizar la acción de pinza potente ya que este dedo se opone al resto de dedos, esto aunado con los movimientos coordinados facilita bastante esta acción. El dedo pulgar es sin lugar a dudas el dedo más importante sobre todo por su capacidad irremplazable de oponerse a los demás dedos y a la palma, su fuerza y su movilidad porque también posee una rotación axial.

### **1.15. Funciones de la mano**

La mano es una de las herramientas más importantes por no decir que es la más importante ya que tiene múltiples funciones que son fundamentales y que las utilizamos de manera automática en el día a día. De sus múltiples funciones destacan 2 del resto la función sensitiva (tocar) y la de prensión que esta es una función motora. Las funciones se dividen en manera en que utilizamos nuestros dedos, la fuerza aplicada y los músculos que interactúan de distinta manera para llegar a poder adaptarse a lo que sea que se esté haciendo. Todo esto depende del objeto, el peso, la forma del mismo y la participación que tienen los dedos ya sea entre ellos mismos con o sin ayuda o apoyo de la muñeca.

### **1.16. Posición funcional de la mano**

La mano como cada parte del cuerpo que cumple una función biomecánica tiene su configuración básica la cual entra en acción cuando se está en una posición estática o que no está cumpliendo con una función en específico la cual ayuda en casos de mantener la estabilidad para evitar más daños en caso de que exista algún tipo de traumatismo o herida severa que comprometa la integridad en este caso de la mano la cual debe permanecer inmóvil para no dañar las elementos que conforman la estructura de la misma.