

BIOMECÁNICA DEL CODO

FLEXIÓN:

La flexión activa es de 145º y está limitada principalmente por el contacto de las masas musculares de la región anterior del brazo y antebrazo, aumentada por la contracción de las mismas. Los otros factores, como el choque óseo y la tensión capsular, no intervienen en la práctica.

Durante el rango intermedio del movimiento de flexión de codo se produce un deslizamiento anterior de cúbito y radio respecto a húmero. En los últimos grados, se produce la posteriorización de la cabeza del radio debido al choque de la cara anterior de la cabeza radial sobre la fosa radial (situada por encima del cóndilo humeral).

La flexión pasiva llega a los 160º y su limitación está dada por el aplastamiento de las masas musculares no contraídas. Otros factores limitantes:

La cabeza radial tropieza con la fosita supracondílea, y la coronoides con la fosita supratroclear.

Tensión de la parte posterior de la cápsula.

Tensión pasiva del tríceps braquial.

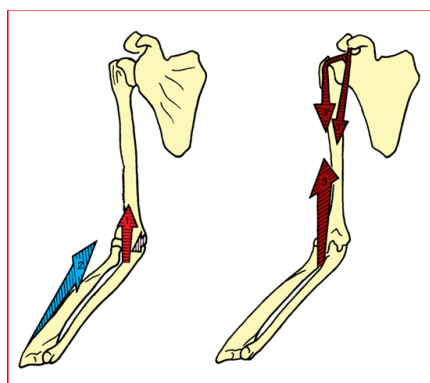
MÚSCULOS FLEXORES:

Braquial anterior: se origina en el húmero y termina en la apófisis coronoides del cúbito. Es un flexor puro. Según Gray puede estar unido al braquiorradial, pronador redondo o bíceps, e incluso enviar un fascículo tendinoso al radio o a la aponeurosis bicipital. Su innervación está dada por el nervio musculocutáneo.

Braquiorradial (supinador largo): se origina en la cresta supracondílea del húmero para insertarse en apófisis estiloides radial. Su eficacia flexora es máxima cuando el antebrazo está en semipronación y flexionado de 100 a 110 grados. Con el antebrazo en pronación es supinador (de ahí su nombre). Su innervación está dada por el nervio radial.

Bíceps braquial: ubicado por encima del braquial anterior, tiene dos orígenes, la porción larga en el tubérculo supraglenoideo y la porción corta en la apófisis coracoides. Las dos porciones se unen e insertan en la tuberosidad bicipital del radio. Su aponeurosis se une con la aponeurosis profunda que cubre el origen de los músculos flexores del antebrazo. La eficacia del bíceps en la flexión del codo, es máxima cuando éste se encuentra en una flexión de 80 a 90 grados. Es el supinador más importante, ya que, cuando el antebrazo se encuentra en pronación, el tendón del bíceps se enrolla en el cuello del radio. Por ello, se le denomina como el músculo de alimentación, ya que permite llevar los alimentos a la boca. Está innervado por el nervio musculocutáneo.

La acción de los músculos flexores de codo se lleva a cabo de acuerdo al esquema de las palancas de tercer grado. Su eficacia máxima en conjunto se encuentra cuando la articulación está en flexión de 90 grados.



1- Braquial anterior; 2- Supinador largo; 3- Bíceps.

EXTENSIÓN:

En sujetos con laxitud ligamentaria, o cuando existe un agujero que comuniquen ambas fositas olecraneas, puede haber una hiperextensión de 5 a 10 grados. Durante el rango intermedio del movimiento de extensión de codo se produce un deslizamiento posterior de cúbito y radio respecto a húmero. En los últimos grados se produce la anteriorización de la cabeza del radio, debido a la tracción de la inserción del bíceps. La forma de la carilla articular del cóndilo humeral, orientada hacia delante, hace que el radio alcance el punto más posterior del cóndilo antes de la extensión completa, lo cual refuerza el desplazamiento anterior de la cabeza del radio en los últimos grados de extensión.

Los mecanismos que limitan la extensión son:

- El choque del pico del olécranon en el fondo de la fosita olecraneana.
- La tensión de la cápsula en su parte anterior.
- La resistencia de la musculatura flexora.

MÚSCULOS EXTENSORES

Tríceps braquial: Tiene tres orígenes, dos en el húmero (vasto interno y externo) y uno en la tuberosidad infraglenoidea del omóplato, que se unen en un tendón común para insertarse en el olécranon. Está innervado por el nervio radial y su ángulo de eficacia máxima se encuentra con una flexión de codo de 20 a 30 grados.

Antecóneo: Pequeño músculo triangular que se extiende desde el epicóndilo a la cara posterior del cubito, que pareciera ser la continuación del vasto interno y refuerza la articulación a nivel externo. Agonista del tríceps, recibe también la innervación del nervio radial.

COAPTACIÓN ARTICULAR:

Con el antebrazo en extensión, la coaptación articular está asegurada por los ligamentos lateral externo e interno, los músculos del brazo (tríceps, bíceps y braquial anterior) y del antebrazo (supinador largo, epitrocleares y epicondíleos). No obstante, la cabeza radial está mal preparada para resistir tracciones longitudinales, por lo cual puede luxarse hacia abajo con relación al ligamento anular, como en la pronación dolorosa de los niños.

En posición de flexión, el cúbito tiene una estabilidad perfecta gracias a la contención del tríceps y braquial anterior. Pero el radio tiende a desplazarse hacia delante por la acción potente del bíceps; provocándose su luxación, hacia arriba y adelante, cuando el ligamento anular se rompe.

En cuanto a la resistencia a la presión longitudinal, la misma está dada solamente por la resistencia ósea y, cuando ésta es sobrepasada, se fractura la cabeza radial o la apófisis coronoides; en este último caso sobreviene la luxación posterior del cubito.

PRONOSUPINACIÓN:

Son los movimientos que van a permitir situar la palma de la mano hacia arriba o anterior: Supinación (rotación externa); o hacia abajo o posterior: Pronación (rotación interna).

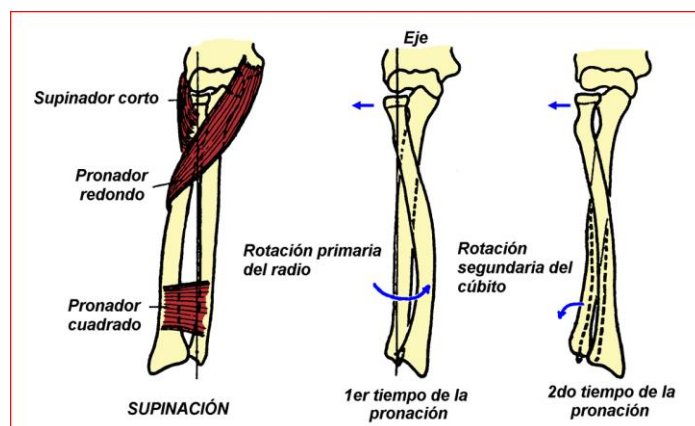
La supinación desde la posición intermedia es de 90 grados; y permite realizar movimientos como el de mover un picaporte para abrir la puerta o apretar un tornillo. Mientras que la pronación, de 85 grados, va a permitir verter el contenido de una jarra o desatornillar.

Estos movimientos sólo pueden ser posibles si se dispone de un vástago mecánico en forma de cilindro convexo, que se infiltre dentro de un cilindro cóncavo (es el ejemplo típico de las dos trocoides existentes, radio-cubital superior e inferior).

Respecto a la pronación, para una mejor comprensión, se describirán diferentes etapas:

- 1º tiempo: la cabeza del radio se separa 2 mm respecto al radio debido a la forma ovalada de la cúpula radial. La cúpula radial en posición de supinación máxima presenta forma ovalada de eje mayor anteroposterior; al realizar pronación presenta el eje mayor en el plano transversal, lo cual desplaza el centro de la cabeza del radio hacia fuera, consiguiendo evitar el choque de la tuberosidad bicipital sobre el cúbito.
- 2º tiempo: Para evitar el choque de la tuberosidad bicipital, y atendiendo a la puesta en tensión de la membrana interósea, a la interposición de la musculatura y a la orientación de la cavidad sigmoidea menor (oblicua afuera y atrás) la cabeza del radio deslizará afuera y por tanto atrás.
- 3º tiempo: la pronación produce a nivel de la articulación humero-radial un bostezo externo lo cual pone en tensión al ligamento lateral externo del codo (Kapandji). La puesta en tensión del ligamento lateral externo del codo hace que se incremente el tono de la musculatura epicondílea, la cual, para mantener la congruencia articular humero-radial, provoca un ligero movimiento de ajuste del codo en lateralidad interna (valgo). Por esta razón, cuando testamos la integridad del LLE, para aumentar la tensión del LLE, colocamos el antebrazo en pronación en el test ortopédico.
- 4º tiempo: el movimiento de valgo, ayudado por la orientación de las fibras de la membrana interósea oblicua abajo y adentro, provoca:
 - Desplazamiento medial del húmero (respecto a cúbito-radio)
 - Aumento de la presión de la articulación humero-radial
 - Aumento de la distancia radio-cúbito
 - Descenso del radio respecto al cúbito

- Choque precoz del carpo sobre la extremidad distal del radio en desviación radial, lo cual facilita la desviación cubital y limita la desviación radial.
- Podríamos encontrar, si la limitación se mantiene en el tiempo, disfunciones de anterioridad de la primera fila del carpo o posterioridad de la segunda.
- 5º tiempo: asociado a lo anterior, se produce una rotación externa del cúbito (la cresta del cúbito se desplaza externamente).



De esta forma se puede entender el encadenamiento de lesiones : pronación + cabeza radio posteroexterna + lateralidad interna + rotación externa de cúbito. Kapandji afirma que en pronación la extremidad distal del radio asciende. Si no se tiene en cuenta la lateralidad interna asociada a la pronación podemos defender la postura de Kapandji, pero si hablamos de lateralidad interna estrictamente (es decir, de la micromovilidad que ajusta la congruencia articular durante la macromovilidad) se debe aceptar que el radio desciende por la tensión de la membrana interósea y el aumento de la compresión del compartimento externo del codo.

Respecto a la supinación: es el movimiento contrario a la pronación. Se produce un deslizamiento antero-interno de la cabeza del radio, se asocia un deslizamiento en varo de codo (cúbito y radio se aproximan, la cabeza del radio se separa del cóndilo humeral y la tensión de la membrana interósea lleva el radio en dirección craneal, facilitando la desviación radial y limitando la desviación cubital.

Respecto a la articulación radio-cubital inferior, que funciona en forma simultánea con la superior, encontramos la cavidad sigmoidea del radio, que representa un cilindro hueco cuya concavidad mira hacia dentro, un poco hacia arriba y se encuentra tapizada por cartílago. El cúbito presenta a su vez: una carilla superoexterna, ubicada en el contorno de la cabeza, que tiene la forma de un segmento de cilindro macizo orientado hacia fuera y un poco hacia abajo, y se corresponde exactamente a la cavidad sigmoidea del radio. Y una carilla inferior, orientada hacia abajo, que no toma contacto con los huesos del carpo, ya que está cubierta por una lámina fibrocartilaginosa que se adapta exactamente sobre ella, por lo que adquiere el valor de una cara articular. El fibrocartílago interóseo o ligamento triangular, se extiende horizontalmente entre la cabeza del cúbito y la

primera fila ósea del carpo. Sus inserciones, en la ranura, que separa la cabeza del cúbito de su apófisis estiloides, y en el borde inferior de la cavidad sigmoidea del radio; hacen que se constituya en un poderoso medio de unión. Además del ligamento triangular, asegura la estabilidad de esta articulación la cápsula fibrosa, reforzada por los ligamentos radiocubitales anterior y posterior. Para ambos movimientos existen un par de músculos asociados, uno corto y plano que actúa enrollando o desenrollando, y uno largo que se inserta en uno de los vértices de la curva que actúa traccionando.

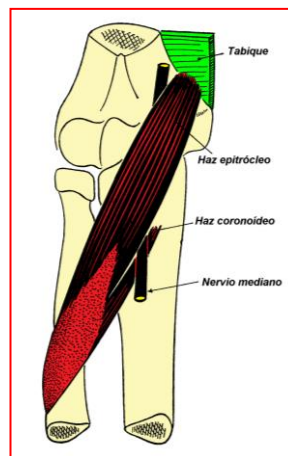
MÚSCULOS PRONADORES

Pronador cuadrado: (músculo corto, enrollador). Se inserta, por una parte, en el cuarto inferior del borde anterior del cúbito por medio de un tendón ancho y, por otra parte, en el borde y cara anterior del cuarto inferior del radio, por medio de una fibra carnosa.

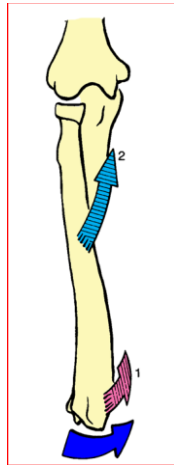
Esta inervado por un ramo del n. mediano: nervio interóseo.

Pronador redondo: (músculo largo, que realiza tracción). Se origina por dos fascículos, uno epitroclear y el otro coronoideo, que se dirigen oblicuamente hacia abajo y afuera y después de unirse se insertan en la parte media de la cara externa del radio.

Inervado por el nervio mediano.



Pronador redondo



PRONACIÓN

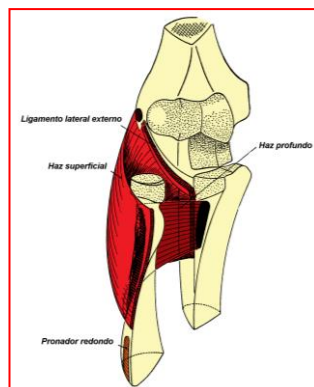
1 - Pronador cuadrado; 2 - Pronador redondo.

MÚSCULOS SUPINADORES:

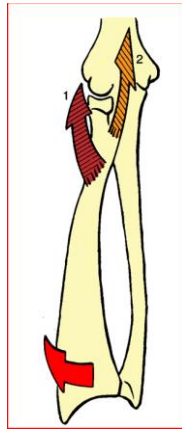
Bíceps braquial (músculo largo, que realiza tracción),
 Braquiorradial (supinador largo), ya descritos anteriormente.
 Supinador corto (músculo corto, desenrollador). Éste se origina por debajo de la cavidad sigmoidea del cúbito, en el cuarto superior del borde externo del cubito, en la parte posterior del ligamento anular y en el ligamento lateral externo. Desde allí se extiende en forma de abanico y se fija en la cara antero-externa del radio, desde el ligamento anular hasta la inserción del pronador redondo. Su inervación está dada por el nervio radial.

PARA SABER MÁS

Los músculos supinadores son más potentes que los pronadores.

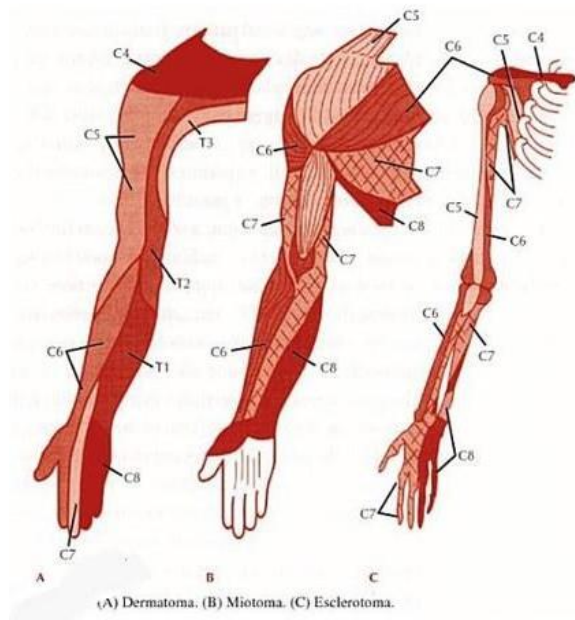


Supinador corto



SUPINACIÓN:

1 - Supinador corto; 2 - Bíceps



(A) Dermatoma. (B) Miotoma. (C) Esclerotoma.