

Biomecánica articular de la extremidad superior

Introducción.

Para estudiar cualquier articulación del cuerpo humano se tendrán en cuenta siempre los siguientes detalles:

- Superficies articulares óseas.
- Presencia de fibrocartílagos articulares.
- Características de su cápsula articular y de la sinovial.
- Ligamentos y medios de fijación.
- Tipo de articulación y grados de libertad.
- Movimiento en conjunto de la articulación.

La extremidad superior, desde el punto de vista articular, se divide en las siguientes regiones articulares funcionales:

Hombro

- Cintura pectoral o escapular
 1. Articulación esternoclavicular
 2. Articulación acromioclavicular
- Articulación glenohumeral (Articulación del hombro)
- Articulación escapulotorácica

Codo

- Articulación humerorradial
- Articulación humerocubital
- Articulación radiocubital proximal
- Articulación radiocubital distal
- Sindesmosis radiocubital

Muñeca

- Articulación radiocarpiana
- Articulación mediocarpiana

Mano y dedos

- Articulaciones intercarpianas
- Articulaciones carpometacarpianas
- Articulaciones intermetacarpianas
- Articulaciones metacarpofalángicas
- Articulación trapeciometacarpiana
- Articulaciones interfalángicas proximales y distales de la mano

Unidad funcional del hombro.

El hombro está constituido por varias articulaciones que actúan como una unidad funcional de movimiento, el **complejo articular del hombro**, el cual se compone de articulaciones auténticas desde el punto de vista anatómico y articulaciones funcionales. Dentro de éstas podemos identificar dos subgrupos: articulaciones con movimiento propio y articulaciones que acompañan y amplían los movimientos de las primeras.

ARTICULACIONES CON MOVIMIENTO PROPIO	ARTICULACIONES QUE ACOMPAÑAN Y AMPLIAN LOS MOVIMIENTOS
Articulación glenohumeral	Articulación esternoclavicular
	Articulación acromioclavicular
	Articulación escapulotorácica

Articulación glenohumeral

Es la articulación principal de la unidad funcional del hombro y la que constituye el principal elemento móvil de ésta. Se trata de una articulación verdadera desde el punto de vista anatómico, caracterizada por su gran amplitud de movimientos que permite desplazar la mano lo más lejano posible del cuerpo.

Superficies articulares

- Cabeza del húmero
- Cavidad glenoidea de la escápula
- Labrum (rodete) glenoideo: fibrocartílago que amplía la superficie articular de la cavidad glenoidea para que pueda adaptarse a la cabeza del húmero.

Medios de unión

- Cápsula articular. Manguito fibroso laxo que se extiende desde el contorno de la cavidad glenoidea a la extremidad superior del húmero
- Ligamentos:
 1. Lig. Glenohumerales. Engrosamientos de la cara anterior de la cápsula, se distinguen tres ligamentos glenohumerales: superior, medio e inferior.
 2. Lig. Coracohumeral.
 3. Ligamento transversal del húmero
- Músculos y tendones periarticulares.
 1. Tendones del manguito de los rotadores: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular
 2. Cabeza larga del músculo bíceps braquial.

Tipo de articulación.

Dado que sus superficies son esféricas, se considera una articulación del tipo de las **enartrosis** con tres grados de libertad.

Articulación esternoclavicular

Es la unión articular de la extremidad superior con los huesos del tronco. Se halla formada por las superficies articulares de la carilla esternal de la clavícula y la carilla clavicular del esternón. Para hacer congruentes estas superficies se interpone un fibrocartílago articular (disco articular). La cápsula articular tiene la característica de ser muy laxa. Presenta potentes ligamentos que limitan sus movimientos en el eje cráneo-caudal y en el plano frontal

(ligamentos esternoclaviculares anterior y posterior, ligamento interclavicular y ligamento costoclavicular)

La presencia del disco articular confiere a esta articulación las características de movilidad correspondientes a una enartrosis, (tres grados de libertad). Es una articulación sin amplia movilidad propia, y su función principal radica en ampliar los movimientos de la articulación glenohumeral permitiendo una mayor amplitud de los mismos.

Articulación acromioclavicular.

Se halla constituida por la articulación entre la extremidad acromial de la clavícula y la carilla articular correspondiente en el acromion de la escápula.

La cápsula está reforzada por los ligamentos acromioclaviculares superior e inferior. De gran importancia en el funcionalismo del hombro son los ligamentos extrínsecos de esta articulación: **Ligamento coracoclavicular** (trapezoideo y conoideo), éstos contribuyen a sostener el peso del omóplato y toda la extremidad superior libre y descargan a esta articulación de esta función, lo que redundaría en mayor libertad de movimientos.

La articulación es del tipo de las artrodias (superficies planas) permitiendo movimientos de deslizamiento que facilitan el movimiento de la escápula sobre la pared torácica acompañando a los movimientos del hombro.

Articulación escapulotorácica.

Se trata de una articulación funcional dado que desde el punto de vista anatómico carece de las características propias de las articulaciones, pero desde el punto de vista funcional se comporta como tal.

Se compone de dos zonas de deslizamiento: la cara anterior de la escápula recubierta por el músculo subescapular y la pared torácica recubierta por el músculo serrato anterior. Realiza movimientos de traslación lateral del omóplato, traslación vertical o ascenso y descenso y movimientos de rotación o movimiento pendular.

Movimiento en conjunto de la unidad funcional del hombro.

Los movimientos de la articulación del hombro se desarrollan en los tres ejes del espacio:

- Eje transversal: movimientos de flexión y extensión.
- Eje anteroposterior: movimientos de abducción y aducción.
- Eje vertical: movimientos de rotación externa e interna.

Estos movimientos no se realizan de forma pura, sino que se combinan para producir movimientos complejos de la articulación que se sistematizan de la siguiente manera:

Movimientos de flexo-extensión (anteversión-retroversión) y aducción: La extensión del hombro o retroversión tiene escasa amplitud (45°), la flexión es un movimiento de gran amplitud (180°) gracias a la acción combinada con la articulación esternoclavicular. La aducción es imposible desde la posición anatómica clásica, así que precisa para su ejecución de una anteversión o retroversión previa alcanzando diferente amplitud según se ejecute uno u otro movimiento.

Movimiento de abducción: Se trata de un movimiento de gran amplitud (180°) en la unidad funcional del hombro, gracias a la presencia de las articulaciones accesorias. Considerada aisladamente la articulación glenohumeral solo se conseguiría una abducción de 60° , pero por la acción combinada de las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular se puede ampliar hasta 120° y gracias al movimiento pendular de la articulación escapulotorácica se llega hasta los 180° . En general este movimiento se suele combinar con cierto grado de anteversión.

Movimientos de rotación externa e interna. La rotación del hombro desde la posición anatómica es poco perceptible salvo la ejecución previa de una flexión del codo de 90° . La rotación externa alcanza los 80° y la interna de 100° , ésta última generalmente se acompaña de los movimientos de aducción y retroversión, cuando se realiza sin estos movimientos previos (con la mano por delante del tronco) precisa de anteversión del hombro.

Movimientos de flexo-extensión horizontal. Se ejecuta con el miembro superior en abducción de 90° se compone de:

- Flexión horizontal que combina la flexión y la aducción, alcanza los 140° .
- Extensión horizontal combina la extensión y la abducción consiguiendo 30° de amplitud.

Movimiento de circunducción. Combina los movimientos elementales a través de los tres ejes.

Articulaciones de la unidad funcional del codo.

El codo, desde el punto de vista funcional, representa una única articulación formada por cuatro articulaciones anatómicas conformando dos unidades funcionales: la formada por el húmero-cúbito y radio y la formada por el radio y el cúbito. La primera se implica sobre todo en los movimientos de flexo-extensión y la segunda en los de rotación interna/externa (pronación-supinación).

Articulaciones del húmero con el cúbito y el radio.

Articulación humerorradial.

Las superficies articulares son por una parte el **capítulo humeral** y por la otra la **fosa articular** de la cabeza del radio. Es una articulación de forma esférica del tipo anatómico de las **enartrosis**, aunque funcionalmente no actúa como tal, debido a la presencia de la unión del cúbito y del radio mediante la membrana interósea del antebrazo que junto con la acción de los ligamentos colaterales impide los movimientos de inclinación lateral. Por ello sólo permite movimientos de flexión y extensión (eje transversal) y de rotación (eje longitudinal).

Articulación humerocubital.

Las superficies articulares en este caso son la **tróclea humeral** y la **escotadura troclear** del cúbito, conformando una articulación anatómica de tipo **tróclear**, con un solo eje de movimiento transversal que permite la flexión y la extensión del codo. Durante estos movimientos, el olécranon del cúbito se introduce en la fosa correspondiente del cóndilo del húmero durante la extensión y, durante la

flexión, la cabeza del radio y la apófisis coronoides del cúbito en las fositas radial y coronoidea del húmero.

Articulaciones radiocubitales.

Articulación radiocubital proximal

Se halla formada por las superficies de la **escotadura radial** del cúbito y de la **circunferencia articular** del radio, junto con un ligamento que originado en el cúbito rodea el radio para volver a insertarse al cúbito y que amplía la superficie de esta articulación al estar tapizado por cartílago hialino, el **ligamento anular del radio**. En su parte inferior está reforzada por una banda fibrosa que une el cuello del radio y el borde distal de la escotadura radial del cúbito, el **ligamento cuadrado**. Es una articulación de tipo **trocoide**.

Articulación radiocubital distal.

Integrada por la **circunferencia articular del cúbito**, la **escotadura cubital** del radio y un fibrocartilago que amplía las superficies articulares, que se origina en la apófisis estiloides cubital y se inserta en el radio, el **disco articular (ligamento triangular)** que a su vez sirve como superficie articular de la articulación de la muñeca. Es una articulación de tipo **trocoide**.

Desde el punto de vista anatómico estas articulaciones conforman dos unidades diferentes por la presencia de una cápsula articular y ligamentos independientes:

- La unidad proximal que se corresponde con la región del codo (anatómica) que engloba las articulaciones húmero-radial, húmero-cubital y radio-cubital proximal.
- La unidad distal, que se corresponde con la región anatómica de la muñeca, a la que pertenece la articulación radiocubital distal.

La cápsula articular proximal se fija al húmero por delante justo por encima de las fosas coronoidea y radial y por detrás por encima de la fosa olecraniana, al cúbito por el reborde de las escotaduras troclear y radial, y al radio por debajo de la circunferencia articular, presente un receso sacular en su parte inferior en la vecindad del ligamento cuadrado y que facilita los movimientos de flexión y extensión del codo. La cápsula distal engloba las superficies articulares correspondientes.

Ligamentos.

Los principales ligamentos de estas articulaciones son los siguientes:

- **Ligamento colateral radial**, originado en el epicóndilo lateral, tiene prolongaciones hacia el ligamento anular del radio y el cúbito.
- **Ligamento colateral cubital**, de forma triangular, se fija proximalmente en el epicóndilo medial y se inserta en el radio, la apófisis coronoides y el olécranon.
- **Membrana interósea del antebrazo**, se inserta en los bordes mediales (interóseos) de cúbito y radio y forma entre éstos una unión articular denominada sindesmosis radiocubital.

Mecánica articular.

Los movimientos que se realizan en la unidad funcional del codo son dos:

Flexión-extensión

Es el movimiento característico de las articulaciones entre húmero-cúbito y radio. La flexión alcanza un ángulo de 145° y se halla limitada por las masas musculares flexoras, la presencia de la apófisis coronoides y el músculo tríceps que se opone a ella. La extensión sólo se realiza desde el movimiento de flexión inicial, se halla limitada por el olécranon y los tendones de los músculos flexores.

Pronación-supinación (Movimientos de rotación).

Es un movimiento fundamental en la actividad de la extremidad superior, facilita el control de la actitud de la mano para la realización de movimientos finos. Tiene lugar en las articulaciones radio-cubitales, con mayor expresión sobre la articulación radio-cubital distal, y una pequeña participación de la articulación húmero radial que facilita los giros del radio.

Este movimiento de rotación se realiza a través de un eje oblicuo que atraviesa ambas articulaciones en sentido longitudinal, lo que explica que cuando se ejecutan este tipo de movimientos no se produzca el giro completo de ambos huesos sino que se crucen en forma de "X".

El movimiento de pronación corresponde a la rotación interna de estas articulaciones lo que provoca el giro hacia atrás de la palma de la mano en posición anatómica (hacia abajo con el codo en flexión). El movimiento de supinación, en cambio se produce por la rotación externa de las articulaciones radiocubitales y lleva la palma de la mano hacia delante en posición anatómica (hacia arriba con el codo en flexión). Dado que estos movimientos suelen tener lugar tras flexión del codo permiten los movimientos encaminados a la prensión (pronación) que suelen acompañarse de alejamiento de la mano del tronco y, los movimientos que implican acercamiento de objetos hacia el tronco o la cabeza (supinación).

Unidad funcional de la muñeca.

La unidad funcional de la muñeca se halla formada por dos articulaciones: una articulación principal que es la base de todos los movimientos, articulación radiocarpiana, y una articulación secundaria que facilita y amplía los movimientos ejecutados por la primera, articulación mediocarpiana, conformando dos unidades articulares conocidas como cámara proximal y distal.

Articulación radiocarpiana (Cámara proximal).

Las superficies articulares son: la **cara articular distal del radio** y el **disco articular** que se articulan con tres de los huesos de la hilera proximal del carpo, **escafoides, semilunar y piramidal**. Esta articulación es del tipo de las **condíleas**.

Articulación mediocarpiana (Cámara distal).

En ella confluyen los huesos de la hilera proximal del carpo (**escafoides, semilunar y piramidal**) con los que forman la hilera distal (**trapecio, trapecoide, hueso grande y ganchoso**). Esta articulación adopta una forma de "S" itálica por lo que se considera que es una articulación **doble condílea**.

Ligamentos.

- **Anteriores o palmares.**
 - Lig. radiocarpiano palmar. Desde el radio hacia los huesos semilunar y grande.
 - Lig. cubitocarpiano palmar. Desde la cabeza del cúbito hasta el hueso grande.
 - Ligamento arcuato palmar (la fusión de los dos anteriores)
 - Ligamento radiado del carpo. Haces ligamentosos que unen todos los huesos del carpo partiendo del hueso grande.
 - Ligamentos intercarpianos palmares
- **Posteriores o dorsales.**
 - Lig. radiocarpiano dorsal
 - Lig. cubitocarpiano dorsal
 - Lig. intercarpianos dorsales
- **Laterales.**
 - Lig. **colateral cubital del carpo**, se extiende desde la apófisis estiloides del cúbito hasta los huesos piramidal y pisiforme.
 - Lig. **colateral radial del carpo**, desde la apófisis estiloides del radio hasta el escafoides.

Mecánica articular.

Los movimientos realizados por esta unidad funcional son:

Flexión palmar-Flexión dorsal.

Este movimiento es realizado principalmente a nivel de la cámara proximal y ampliado por la distal. Tiene la característica de que no se realiza a través de un eje transversal que pasa por la cámara proximal, sino que éste es oblicuo, motivo por el que cuando se realiza la flexión palmar siempre se acompaña de desviación cubital de la mano y al realizar la flexión dorsal se acompaña de desviación radial.

Abducción-Aducción.

Movimiento conocido como desviación o inclinación ulnar o cubital (aducción) y desviación o inclinación radial (abducción)

Circunducción.

Los movimientos de rotación en la muñeca se realizan por la pronosupinación de la unidad funcional del codo, pero si mantenemos fijas las articulaciones radiocubitales, se puede producir un movimiento conocido como circunducción que se ejecuta mediante la combinación de los dos movimientos anteriormente descritos.

Articulaciones de la mano y los dedos.

Las articulaciones de la mano son las siguientes:

Articulaciones intercarpianas: entre los huesos del carpo entre sí. Son del tipo artrodias. Los huesos del carpo están unidos entre sí por los ligamentos intercarpianos dorsales, palmares e interóseos.

Articulaciones carpometacarpianas de los dedos trifalángicos: son articulaciones de nulo movimiento del tipo de las anfiartrosis.

Articulaciones intermetacarpianas: del tipo artrodias, no existe en el primer metacarpiano.

Articulación trapeziometacarpiana: Se trata de una articulación carpometacarpiana peculiar dado el grado de movimiento que permite. Es del tipo de las diartrosis de encaje recíproco o silla de montar. Sus superficies articulares se corresponden con la base del primer metacarpiano y la cara articular distal del trapecio. La característica principal de esta articulación es su gran laxitud que permite gran amplitud de movimientos.

Los movimientos principales son: Flexión-extensión, Abducción-Aducción, Oposición y Circunducción. Estos dos últimos se producen por combinación de los dos primeros, el movimiento de oposición es básico en los movimientos complejos de la mano.

Articulaciones metacarpofalángicas de los dedos trifalángicos: Son articulaciones del tipo anatómico de las enartrosis que actúan funcionalmente como condíleas por la presencia de los **ligamentos colaterales** que impiden la rotación y que se extienden en dirección dorsal para formar parte del aparato extensor de los dedos. Realiza movimientos de flexión-extensión y abducción-aducción.

Articulación metacarpofalángica del pulgar: Es una articulación del tipo de las trócleas y presenta movimientos de flexión y extensión (se comporta funcionalmente como si fuera una articulación interfalángica).

Articulaciones interfalángicas: Son articulaciones tipo tróclea con movimiento de flexión y extensión. Con ligamentos en su parte lateral (ligamentos colaterales) y en su parte anterior (ligamentos palmares)