

Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman

Shoulder´s biomechanics and physiological basis for the Codman exercise

NATHALIA SUÁREZ-SANABRIA¹, ANA MILENA OSORIO-PATIÑO²

Forma de citar: Suárez Sanabria N, Osorio Patiño AM. Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. Rev CES Med. 2013; 27(2):205-217

RESUMEN

El hombro se considera la articulación más móvil del cuerpo humano, pero también la más inestable. Ante la presencia de enfermedades en dicha articulación se han empleado técnicas de intervención fisioterapéuticas, entre ellas los ejercicios de Codman, con la finalidad de restablecer la integridad del hombro, sustentándose en sus efectos fisiológicos. El objetivo de esta revisión de tema es describir la biomecánica del hombro como base fundamental de los ejercicios de Codman y sus efectos fisiológicos.

PALABRAS CLAVES

Articulación del hombro

Dolor de hombro

1 Magíster en Epidemiología. Docente Facultad de Fisioterapia, Universidad CES, nssanabria@ces.edu.co. Grupo de investigación Movimiento y salud

2 Fisioterapeuta, Universidad CES, anamileop@gmail.com

Recibido: junio 21 de 2012. **Revisado:** abril 1 de 2013. **Aceptado:** abril 18 de 2013

Síndrome de pinzamiento del hombro

Modalidades de terapia física

Manipulación musculoesquelética

ABSTRACT

Shoulder is considered the most mobile joint in the human body, but also the most unstable. In the presence of diseases in this joint has been used physiotherapy rehabilitation techniques, including Codman exercises with the aim of restore the integrity of the shoulder, sustained in their physiological effects. The objective of this review is to explain the biomechanics of the shoulder as the foundation of Codman exercises and their physiological effects.

KEY WORDS

Shoulder joint

Shoulder pain

Shoulder impingement syndrome

Physical therapy modalities

Musculoskeletal manipulations

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones del aparato locomotor son unas de las condiciones de mayor consulta médica en los diferentes niveles de atención en salud, y dentro de estas, el dolor de hombro ocupa un lugar importante(1), provocando además discapacidad funcional considerable para realizar las actividades de la vida diaria.

La prevalencia de hombro doloroso en la población colombiana, en general, se ha estimado entre el 3 % y el 7 %. Dicha prevalencia aumenta con la edad (2) y sus causas pueden ser múlti-

ples, aunque se plantea que la mayoría de los casos de hombro doloroso se deben a lesiones degenerativas de alguna estructura periarticular, debiéndose sólo en el 5 % a una afección del hombro de otra naturaleza, como artritis reumatoide, enfermedad gotosa, entre otros (2,3).

En el 70 % de los pacientes el hombro doloroso es debido a la lesión del manguito rotador, lo que provoca gran impacto a nivel social, incapacidades laborales, pérdidas económicas para la familia y baja productividad laboral, además de los costos generados para los sistemas de salud (4).

Comúnmente, el dolor del hombro por lesión del manguito rotador, se presenta en mujeres entre los 40 y 49 años y en los hombres entre los 50 y 59 años de edad. Se ha descrito que en Colombia más de un millón de personas acuden al médico cada año por este problema (4).

Por otro lado, se asocian la práctica deportiva y el proceso de envejecimiento de la población como factores de riesgo, lo cual hace que cada vez sean más frecuentes las condiciones degenerativas del hombro, que son provocadas en un alto porcentaje por el roce de estructuras del manguito rotador contra el margen anterolateral del acromion o ligamento coraco-acromial, además de otros factores intrínsecos importantes como la hipovascularización o degeneración del propio tendón (2).

ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL HOMBRO

El hombro se considera la articulación más móvil del cuerpo humano, pero también la más inestable. Posee tres grados de libertad, permitiendo orientar el miembro superior con relación a los tres planos del espacio, en disposición a los tres ejes (5).

El eje transversal incluye el plano frontal, lo cual permite al hombro movimientos de flexo-extensión realizados en el plano sagital; en el eje anteroposterior, que incluye el plano sagital, se permiten los movimientos de abducción y aducción los cuales se realizan en el plano frontal; finalmente, en el eje vertical, determinado por la intersección del plano sagital y del plano frontal, se producen los movimientos de flexión y extensión realizados en el plano horizontal, con el brazo en abducción de 90° (1,5).

El eje longitudinal del húmero permite la rotación externa e interna del brazo en dos formas diferentes: la rotación voluntaria y la automática. La voluntaria utiliza el tercer grado de libertad y la rotación automática, que se realiza sin ninguna acción voluntaria en las articulaciones de dos o tres ejes, se explica por la paradoja de Codman (1,5).

El miembro superior pende en forma vertical a lo largo del cuerpo, de tal forma que el eje longitudinal del humero coincide con el eje vertical. En la posición de abducción a 90°, el eje longitudinal coincide con el eje transversal, y en la posición de flexión de 90° coincide con el eje anteroposterior; por lo anterior se concluye, que el hombro es una articulación que consta de tres ejes principales y tres grados de libertad permitiendo movimientos de rotación interna y externa (1,6).

Al hablar de estabilidad es adecuado tener en cuenta que la articulación glenohumeral es una articulación incongruente, ya que sus superficies articulares son asimétricas, existiendo un contacto limitado entre ellas. La gran superficie convexa de la cabeza humeral tiene un contacto reducido con la pequeña y poco profunda cavidad glenoidea, presentando poca estabilidad intrínseca. La capsula articular y sus refuerzos, en particular el complejo ligamentoso glenohumeral inferior, junto con el rodete glenoideo, son los mecanismos estabilizadores primarios o estáticos.

Los estabilizadores secundarios o dinámicos son los músculos del manguito rotador: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular (1,6). La contracción de sus fibras musculares crea fuerzas compresivas que estabilizan la cabeza glenohumeral en la cavidad glenoidea. La cápsula articular tiene múltiples terminaciones nerviosas propioceptivas que captan posiciones extremas de la articulación, y a través de un mecanismo reflejo, provoca una contracción del manguito de los rotadores, estabilizando la articulación glenohumeral (1,6).

La rotación escapular, al producirse la elevación del brazo gracias al par de fuerzas generadas por la acción combinada del serrato anterior y el trapecio, permite orientar la glenoide hacia la cabeza humeral, ampliando el área de contacto entre ambas superficies articulares, y de esta forma mejorando la estabilidad articular. Un factor importante que le añade firmeza a la articulación del hombro es el mecanismo amortiguador o de retroceso de la articulación escapulotorácica. El deslizamiento de la escapula por toda la pared torácica absorbe los impactos directos e indirectos sobre el hombro (1,6).

Movimientos del hombro

Se conoce que los dos movimientos principales de la cintura escapular son la elevación en el plano escapular, que es el consiguiente a la elevación máxima y el de mayor utilidad para efectuar las actividades de la vida diaria, y los movimientos rotatorios (1,6,7).

El ritmo escapulo-humeral consiste en el movimiento coordinado y simultáneo de la escápula con relación al húmero, permitiendo la elevación hasta los 180°. Por otra parte, la elevación del brazo en pronación pone al tubérculo mayor y al tendón del supraespinoso bajo el arco acromial, provocando de esta forma un pinzamiento acromial. A la inversa, la elevación del brazo en supinación aleja al tubérculo mayor y al supraespinoso del arco acromial, disminuyendo así el fenómeno de pinzamiento subacromial (1,6,7).

La movilidad gleno-humeral se produce por la acción sinérgica de dos grupos musculares, el deltoides y el manguito de los rotadores. El deltoides genera la palanca del movimiento, elevando la cabeza del humero hacia arriba, lo que ocasiona un pinzamiento de los tendones rotadores en el espacio subacromial. El manguito rotador deprime y estabiliza la cabeza humeral, comprimiéndola hacia la glenoides, mejorando así la acción del deltoides(1,6,7) (figura 1).

Un manguito rotador potente permite, a través de su acción estabilizadora y depresora de la cabeza humeral, mejorar el funcionamiento biomecánico de la articulación glenohumeral, dando una mayor congruencia mecánica a la misma y disminuyendo de forma secundaria, el posible pinzamiento subacromial resultante (1,6,7).

El componente escapulo torácico de la elevación, se efectúa por la acción sinérgica de varios

grupos musculares que provocan un giro de la escapula hacia arriba. El principal par de fuerzas que provocan este movimiento está constituido por el trapecio y el serrato mayor. La rotación escapular a través de los ligamentos coraco-claviculares provocan una rotación de la clavícula a lo largo de su eje, a modo de manivela, de unos 40°, permitido por las articulaciones acromioclavicular y esternocostoclavicular (1,6,7).

El espacio subacromial posibilita el deslizamiento del tubérculo mayor y el manguito rotador bajo el arco acromial, pero en la elevación se produce algún tipo de pinzamiento de las estructuras. La rotación escapular aleja al acromion del manguito de los rotadores, disminuyendo por lo tanto el pinzamiento subacromial, de lo que se deduce que un bloqueo o debilidad de los músculos periescapulares puede contribuir al desarrollo de un síndrome subacromial (1,6,7).

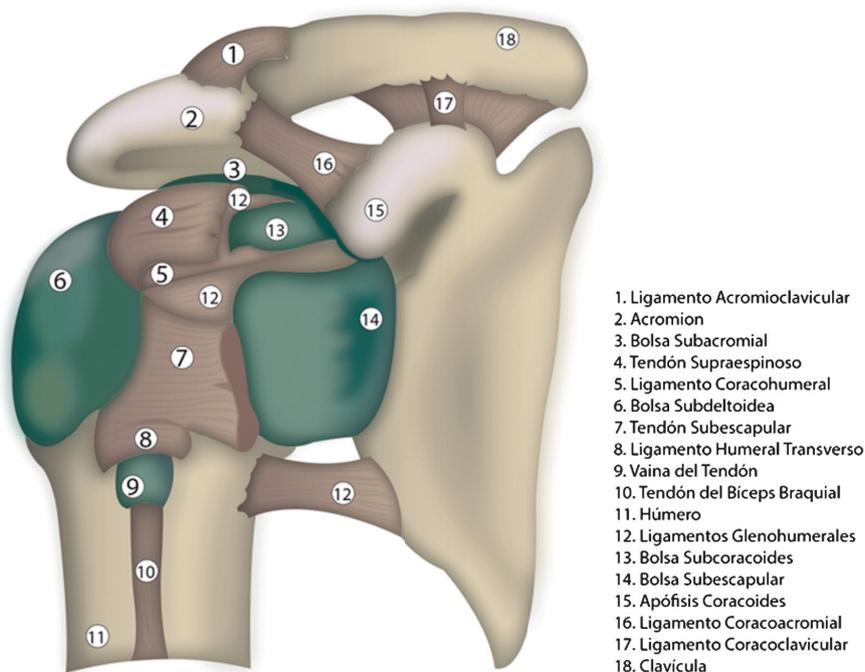


Figura 1. Articulación del hombro*

* Todas las figuras son propiedad del autor

Los movimientos de rotación son fundamentales para poder efectuar actividades por debajo de la horizontal y ejecutar de forma coordinada con la mano movimientos para ubicarse en cualquier punto del espacio. La rotación externa se produce gracias a la acción de los músculos rotadores externos, infraespinoso, redondo menor y redondo mayor. La rotación interna más potente, se efectúa a través de los músculos subescapular, pectoral mayor y dorsal ancho (1,6,7).

La combinación simultánea de los movimientos elementales realizados alrededor de cada uno de los tres ejes, da lugar al llamado movimiento de circunducción del hombro, que se representa en el hombro por un cono, cuyo vértice está ocupado por el centro de la articulación escapulo-humeral y que es llamado cono de circunducción (1,6,7).

Cuando se realiza la circunducción, la articulación glenohumeral transiciona de manera progresiva por cada uno de los movimientos a una máxima amplitud de: flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y externa. Lo cual se describe como base del cono de circunducción, que se expresa en una curvatura alabeada y sinuosa que recorre cada uno de los segmentos en los cuales se divide el espacio por la intersección de los tres planos y los tres ejes de movimiento (8).

Causas del hombro doloroso

La principal causa de dolor de hombro es la enfermedad degenerativa del manguito rotador, que puede ser responsable de hasta un 65 % de los casos de hombro doloroso del adulto (2).

El dolor de hombro por tendinosis del manguito rotador tiene una prevalencia del 20 %. Se describen como factores de riesgo para el desarrollo de la lesión de estas estructuras, aspectos como la sobre carga de trabajo (9), el haber trabajado durante 13 años consecutivos desempeñando actividades como la conducción

automovilística, realizar labores con elevación de los brazos frecuentemente, ejecutar trabajos que impliquen la aplicación de fuerza desde los miembros superiores o el manejo de elementos vibratorios (10).

Aunque se considera que la causa principal de la degeneración del manguito es el roce con el espacio coraco-acromial a nivel anterosuperior, como lo plantea Neer (11), se han descrito también otras causas como: el roce postero-superior que afecta a deportistas, el roce con la apófisis coracoides que repercute sobre el tendón subescapular, o la compresión del nervio supraescapular a nivel de la fosa espinoglenoidea que conduce a inflamación y atrofia del músculo infraespinoso (1,10).

En definitiva, se puede concluir que dicha degeneración es de origen multifactorial ya que se ha demostrado que los desgarramientos tendinosos no son más frecuentes en el lado bursal del manguito, como sería lógico pensar, en caso que el rozamiento extrínseco fuese la causa principal (1,12).

Diagnóstico del hombro doloroso

Para corroborar el diagnóstico del síndrome del manguito rotador, existen pruebas y maniobras específicas, tales como la maniobra de Jobe, en la que el examinador se coloca atrás o mirando al paciente, quien coloca sus brazos en 90° de abducción y 30° de aducción horizontal en el plano de la escapula, con los pulgares mirando hacia abajo, con el propósito de provocar una rotación medial de los hombros. El explorador empuja los brazos del paciente hacia abajo mientras le pide que trate de resistir la presión. También se puede realizar la exploración para un solo miembro. Esta maniobra se realiza para mirar la integridad del músculo supraespinoso (11). Otras pruebas semiológicas son la maniobra de Patte, en la que el explorador sostiene el codo del paciente a 90° de flexión, con 90° de protracción, mientras el paciente gira el brazo externamente con el objetivo de comprobar la fuerza de

esas rotaciones. Esta maniobra evalúa la integridad de los músculos infraespinoso y redondo menor (11).

La maniobra de Gerber consiste en solicitarle al paciente que coloque el dorso de la mano de la extremidad afectada en la región glúteo-lumbar con el codo a 90° de flexión y se le pide que la separe de dicha zona hacia atrás. El explorador puede valorar la competencia muscular oponiendo contra resistencia, con su mano. Esta maniobra mira la integridad de los músculos infraespinoso y redondo menor (11).

En las maniobras de Jobe, Putte y Gerber pueden producirse tres tipos de respuesta. La primera es que no produzca dolor, considerando que el tendón está normal; la segunda es que el paciente tenga la capacidad de resistir, a pesar del dolor, indicativa de tendinitis; y la tercera es que sea incapaz de resistir el movimiento, lo que sugiere ruptura tendinosa, lesión compresiva o lesión nerviosa, que afecta tanto la fuerza como la capacidad de rotación (11,13).

Por otra parte, existe el test de Neer, utilizado para evaluar el pinzamiento. Un resultado positivo indicaría la existencia de alteración del manguito rotador. Se realiza con el paciente sentado y el evaluador de pie a un costado de este. El evaluador lleva el brazo del paciente hacia una flexión anterior forzada con el codo extendido y el antebrazo en pronación, mientras que con la otra mano fija la escápula del paciente. Esta maniobra causa dolor a los pacientes con síndrome de pinzamiento del manguito rotador (11).

El test de Hawkins es un test alternativo descrito por Neer para el síndrome de pinzamiento, sin embargo es más específico para la porción posterior del manguito rotador. La posición del paciente es sentado y el evaluador debe llevar pasivamente el brazo a flexión anterior de 90° y luego realizar una rotación interna forzada. Esta maniobra permite que la tuberosidad mayor se ubique bajo el ligamento coraco-acromial, reproduciendo la sintomatología dolorosa de pinzamiento (11,13).

Finalmente, el test de Speed corresponde a un test de provocación, que tiene como objetivo producir dolor en el tendón bicipital, lo que indicaría tendinitis del bíceps braquial. Esta prueba se realiza con el paciente sentado y la extremidad superior a evaluar en posición anatómica. El paciente debe realizar una elevación anterior de hombro con codo extendido y mano en supinación, mientras el evaluador resiste el movimiento: el test es positivo si existe dolor a nivel del tendón bicipital (11,13).

Otras ayudas diagnósticas son: la radiología convencional que permite ver los cambios hipertróficos acromio-claviculares, las erosiones y esclerosis en el troquíter o las calcificaciones de partes blandas; la ecografía de alta frecuencia admite detectar lesiones tendinosas y de la bursa subacromiodeltoidea, facilitando el diagnóstico diferencial (14); por otra parte la artrografía simple y el artroTAC son técnicas invasivas que permiten detectar desgarros y roturas tendinosas, y cuentan con una alta sensibilidad y especificidad. Finalmente, la resonancia magnética permite hacer la valoración articular más específica en diferentes proyecciones (13,15).

TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO

El abordaje fisioterapéutico incluye varias estrategias, las cuales se pueden combinar dentro del plan de tratamiento (10,16-18).

- Reposo articular temporal: sólo indicado en caso de hombro hiperálgico agudo, donde los ejercicios terapéuticos están contraindicados a corto plazo, dado que la afección origina un dolor intenso que impide cualquier movimiento (19).
- Crioterapia: consiste en la aplicación de frío de 7 a 10 minutos en los músculos periarticulares del hombro doloroso. El frío es un medio muy utilizado para el tratamiento del

dolor en afecciones musculoesqueléticas, tanto en lesiones traumáticas recientes como en inflamación y contractura muscular (19).

- **Termoterapia:** consiste en la aplicación de calor húmedo en la región dolorosa durante 20 minutos, siempre y cuando no presente inflamación o edema. Se trata de un aporte de energía externa a los tejidos corporales con el fin de aumentar la cinética propia, el movimiento molecular y, por tanto, su temperatura (19).
- **Masaje:** definido como "el conjunto de movimientos manuales rítmicos que se practican sobre la superficie y los tejidos blandos del cuerpo", o como la "manipulación de los tejidos blandos del cuerpo con finalidad terapéutica, higiénica o deportiva, mediante compresiones rítmicas y estiramientos". Se utiliza para generar analgesia en la región periarticular (19,20).
- **Cinesiterapia:** entendida como el conjunto de modalidades utilizadas para la prevención y tratamiento de diversas enfermedades, que utiliza como elemento fundamental el movimiento (21). Comprende las distintas técnicas encaminadas a mejorar la movilidad articular por estiramiento capsulo-ligamentoso y muscular (22,23).
- **Modalidades alternativas:** aplicación de T.E.N.S. y la laserterapia (24).

EJERCICIOS PENDULARES DE CODMAN

Dentro del tratamiento cinesiterapéutico se encuentran los muy conocidos y utilizados ejercicios de Codman, los cuales fueron descritos por Ernest Amory Codman, quien es reconocido como el hombre precursor del triángulo del osteosarcoma y los ejercicios pendulares del hombro.

Estos ejercicios consisten en realizar movimientos pendulares de los miembros superiores, los cuales están pendiendo libremente, sin generarse ninguna acción muscular en el hombro dado que el desplazamiento de la extremidad es el resultado del balanceo suave y rítmico del tronco, estos ejercicios son utilizados como estrategia principal en pacientes que presentan hombro doloroso y que cursan por una etapa aguda (25,26).

Al realizar la búsqueda bibliográfica, es poco el estudio y profundidad que se le ha dado a la efectividad de estos ejercicios. Cabe resaltar que algunos estudios como el realizado por Bravo *et al.*, en 2005, demuestra los efectos de los ejercicios de Codman cuando son utilizados en combinación con otras técnicas, pero no profundiza en los resultados obtenidos después de la intervención (26).

Dentro de los principios de esta técnica se encuentra el posicionamiento del paciente, la posición del fisioterapeuta, la confianza por parte del usuario, el respeto por el dolor y los criterios de progresión (22).

Con respecto al dolor, debe considerarse que todo acto terapéutico que sistemáticamente produzca un fenómeno doloroso debe interrumpirse inmediatamente; de ningún modo puede perseverarse en la aplicación de técnicas que exacerbren dicha sensación, dado que el dolor provoca fenómenos reflejos de defensa que perturban la eficacia del tratamiento, pues el paciente ya no estará confiado ni disponible; a esto se agregan reacciones de rechazo que conllevan a tensiones musculares que a su vez dan origen a fuertes compensaciones que se oponen al objetivo buscado (22).

El fisioterapeuta debe controlar los parámetros de las maniobras que ejecuta, la intensidad, la fuerza, la frecuencia de las sesiones y la adaptación permanente del tratamiento a cada usuario en cada sesión, según las necesidades identificadas. Una precipitación excesiva lleva a descui-

dar ciertos puntos y puede causar inconvenientes para ambos (22).

Todo tratamiento fisioterapéutico debe estar definido por el tiempo de trabajo que en cada maniobra de movilización pasiva se utiliza, comprende la iniciación, el mantenimiento de la posición y el retorno a la situación inicial, la velocidad de ejercicio o el tiempo de las diferentes fases y el tiempo de reposo o de relajamiento, entre dos maniobras sucesivas (22).

Fisiológicamente se conoce que los ejercicios de Codman constituyen una técnica que utiliza la fuerza de gravedad para distraer el húmero de la fosa glenoidea y ayuda, a su vez, a disminuir el dolor por medio de una tracción suave y movimientos oscilantes (23), proporcionando el movimiento de las estructuras articulares y el líquido sinovial. Es importante saber que no se utiliza peso en la intervención de primera fase, con el fin de evitar una exacerbación del dolor o mayores daños periarticulares (25,27).

Dentro de los efectos de esta modalidad terapéutica se encuentran los resultados sobre el tejido muscular, que provocan modificaciones de longitud, permitiendo mantener a la vez las características mecánicas y la función neuromuscular. La movilización pasiva de una articulación pone en estado de acortamiento los músculos agonistas e impone un estiramiento de los músculos antagonistas (22).

Esta movilización alternada de acortamiento-alargamiento impuesta al aparato muscular permite mantener los diferentes planos de deslizamiento que ponen en contacto los huesos, los músculos, las aponeurosis, los tabiques intermusculares y las bolsas serosas, junto con las propiedades pasivas musculares como la elasticidad y extensibilidad (22).

A nivel articular, la movilización articular activa los receptores, a través de la información que proviene de la articulación, ayudando a mantener las propiedades mecánicas de la capsula articular y los ligamentos. Además, estas estruc-

turas se comportan entre ellas y respecto de los otros elementos como planos de deslizamiento que son indispensables mantener gracias al juego articular (22).

A nivel del sistema nervioso, la sensibilidad propioceptiva informa sobre las posiciones y los movimientos de los múltiples eslabones corporales, unos respecto de los otros. Este conjunto de informaciones diferenciadas contribuye a la elaboración del esquema corporal y del esquema espacial. Las movilizaciones pasivas articulares permiten mantener y a veces hasta afinar estas propiedades por la inclusión de las diversas estructuras como la piel, los músculos y los elementos osteoarticulares (22).

En el sistema integumentario se produce acción directa en la piel del paciente. La movilización pasiva articular, para efectuarse en toda la amplitud, no puede estar limitada por un tejido cutáneo sin unas óptimas propiedades elásticas, así que estos movimientos pueden contribuir, de forma profiláctica, a mantener la flexibilidad y movilidad de la piel de la zona comprometida (22).

En el aspecto psicológico permite establecer una interacción directa entre el terapeuta y el paciente. Esta relación, basada en la confianza mutua, determina la aceptación de las recomendaciones para mejorar la realización de las actividades de la vida diaria y prevenir futuras disfunciones, lo cual puede impactar en la calidad de vida relacionada con la salud del individuo, teniendo en cuenta las necesidades particulares (22).

Finalmente, la movilización pasiva se ejecuta con fines preventivos, para mantener las superficies articulares, el juego de los diferentes elementos capsulo-ligamentosos, la secreción de líquido sinovial y la participación en el conocimiento del esquema corporal; o con fines terapéuticos para tratar enfermedades osteoarticulares, reumatólogicas o por trauma (22).

Durante la realización de los ejercicios de Codman, se produce un deslizamiento y rodamiento de las superficies articulares. Se exponen enton-

ces los movimientos articulares íntimos ligados a la forma de las superficies articulares. La importancia de estas nociones esenciales para la fisiología articular no ha sido aun plenamente reconocida; sin embargo, este mecanismo está siempre presente cuando las superficies articulares de forma ovoide son móviles una respecto de la otra (22).

Estos movimientos, asociados normalmente en la movilización activa articular, deben ser reproducidos en las técnicas de movilización pasiva analítica específica, evitando el deterioro articular. Cuando una articulación presenta una superficie convexa y una superficie cóncava, el desplazamiento angular no se hace respecto de un eje fijo sino a una sucesión de ejes que forman la voluta o hélice de los centros. Este fenómeno contribuye también a la existencia de los movimientos de deslizamiento y de rodamiento (22).

Las superficies cóncavas y convexas pueden ser móviles simultáneamente. Esta situación corresponde a la realidad funcional de los movimientos articulares para los cuales nunca hay, estrictamente hablando, un segmento corporal fijo y otro móvil. Cuando una articulación que enfrenta piezas ovoides se moviliza respectivamente por sus dos polos, la pieza cóncava realiza un movimiento lineal de deslizamiento que le permite seguir en contacto. El interés del deslizamiento es reducir el desplazamiento fisiológico articular y disminuir las presiones impuestas al cartílago (22).

La paradoja de Codman plantea que se debe iniciar desde la posición anatómica, el miembro superior vertical a lo largo del cuerpo, la palma de la mano hacia dentro, el pulgar dirigiéndose hacia delante, y se le pide al paciente que realice con su miembro superior un movimiento de abducción de más de 180° en el plano frontal, seguido de un movimiento de extensión relativa de menos de 180° en el plano sagital, el miembro se ubica nuevamente en forma vertical a lo largo del cuerpo pero con la palma de la mano hacia fuera y el pulgar dirigido hacia atrás (6).

Es fácil constatar que la palma de la mano ha cambiado de orientación y que se ha producido un movimiento de rotación longitudinal de 180° . Este doble movimiento de abducción, seguido de una extensión, produce automáticamente una rotación interna de 180° y un movimiento sucesivo en torno a dos de los ejes, el hombro dirige mecánicamente y sin voluntad alguna, un movimiento alrededor del eje longitudinal del miembro superior. M^c Conaill lo denominó una rotación conjunta que aparece en un movimiento diadocal, es decir, desarrollado sucesivamente en torno a los dos ejes de una articulación, con dos grados de libertad, razón por la que se utiliza como una articulación de dos ejes (6).

Si se utiliza el tercer eje para efectuar, voluntaria y simultáneamente, una rotación inversa de 180° , esta vez la mano vuelve a la posición de partida, el pulgar hacia delante, habiendo descrito un ciclo ergonómico; tales ciclos se emplean con frecuencia en los gestos profesionales o deportivos repetitivos, como por ejemplo la natación. Esta rotación longitudinal voluntaria que M^c Conaill denomina rotación adjunta solo es factible en una articulación con tres grados de libertad (6).

Otros autores mencionan que los ejercicios de Codman se incorpora en tres patrones de movimiento los cuales son rotación, avance, retroceso y movimientos a lado y lado (6,27).

Luego de revisar el funcionamiento, los efectos biomecánicos y fisiológicos que generan los ejercicios de Codman en la articulación del hombro, es importante describir la forma correcta como se realizan.

Para la ejecución de estos ejercicios el usuario debe estar en posición bípeda, con el tronco flexionado a 90° , el miembro superior afectado pende hacia abajo en una posición entre los 60 y 90 grados de flexión. El movimiento pendular o balanceo del brazo se inicia haciendo que el paciente mueva el tronco ligeramente hacia atrás y hacia delante, y consecutivamente hacia los lados (6,27) (figuras 2 y 3).

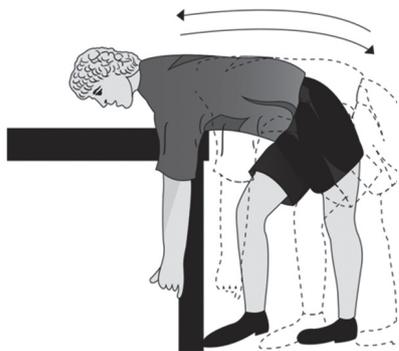


Figura 2. Representación gráfica de los movimientos pendulares de Codman. Flexión y extensión



Figura 3. Representación gráfica de los movimientos pendulares de Codman. Abducción y aducción

Se pueden hacer movimientos de flexión, extensión, abducción horizontal, aducción y circunducción para así aumentar el arco de movilidad a tolerancia (6,27) (figura 4).

Es importante saber que la ejecución de esta técnica no debe causar exacerbación del dolor y si lo causa se debe suspender su ejecución, ya que es un indicativo de mala práctica (6,27).

Cuando el paciente no es capaz de mantener el equilibrio inclinado hacia adelante, se puede aferrar a un objeto sólido o acostarse boca abajo. Si el paciente experimenta dolor de espalda la mejor opción es ubicarlo en decúbito prono.

A medida que avanza la fase de intervención se puede adicionar un peso a la mano, de forma que se provoque mayor fuerza de tracción de la articulación gleno-humeral (6,27) (figura 5).

Solo se debe utilizar carga cuando las maniobras conjuntas de estiramiento se indican al final de la fase aguda y crónica, y solo si la escápula es fijada por el fisioterapeuta o un cinturón colocado alrededor del tórax y la escápula(28,29). Cuando se decide agregar peso se debe tener en cuenta no sobrepasar un peso mayor a cinco libras con el fin de generar una tracción que no cause daño, lesión en el hombro o exacerbación del dolor (6,27).

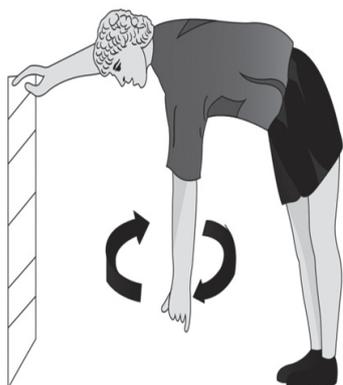


Figura 4. Representación gráfica de los movimientos pendulares de Codman. Circunducción

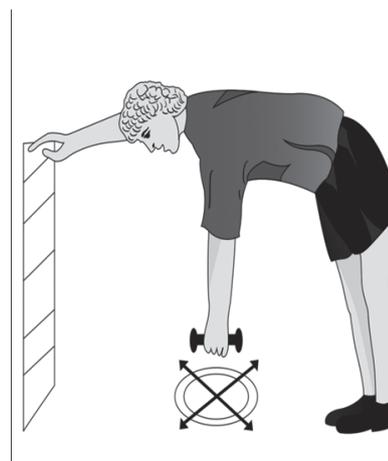


Figura 5. Representación gráfica de los movimientos pendulares de Codman. Con peso

Investigaciones realizadas

Dentro del tratamiento convencional para la lesión del manguito rotador se reconoce el tratamiento fisioterapéutico como componente esencial en la recuperación de esta lesión, lo cual se evidencia en diferentes estudios que muestran su efectividad. Dentro de ellos se encuentra el estudio *Efectividad de la crioterapia y ejercicios de Codman en la bursitis aguda de hombro* realizado por Bravo *et al.*, en el que se concluye que la crioterapia y los ejercicios de Codman constituyen un tratamiento efectivo en la bursitis aguda de hombro (26).

En otro estudio experimental titulado "Posibilidades de tratamiento con fisioterapia para la calcificación en la bursitis del supraespinoso" realizado en año 2006, se mencionan los ejercicios de Codman como parte de la intervención kinesiológica, sin hacer gran énfasis en ellos, pero demuestra como su utilización, en conjunto con diferentes tipos de intervención, mejoran la capacidad funcional de los pacientes (9).

El artículo titulado "Rehabilitación de la movilidad por medio del ejercicio en lesiones músculo esqueléticas de hombro en el adulto" de Zuñiga *et al.*, en 2010, demuestra que al efectuar un diagnóstico temprano y oportuno de las lesiones de hombro, se puede realizar un tratamiento que busque rehabilitar la parte funcional del hombro permitiendo la realización de las actividades de la vida diaria y utilizando múltiples técnicas de ejercicios de hombro para mejorar el desempeño e independencia de la persona (30).

Siguiendo la misma perspectiva, en el mismo año se publica el artículo "Consejos para los pacientes después de la cirugía del manguito rotador: activación de la musculatura del hombro durante los ejercicios de péndulo y ligeras actividades" quienes pretendían buscar la causa por la cual los ejercicios no siempre eran efectivos después de la cirugía de hombro y conocer si la razón era la inadecuada prescripción. Por medio de un software pudieron mostrar la adecuada realización de los ejercicios de Codman (31).

Un estudio llamado "La terapia de manipulación para el dolor de espalda y otros trastornos: expansión de una revisión sistemática" realizado por Brantingham *et al.*, en 2011, demuestra que hay un nivel razonable de evidencia, en que la terapia manual manipulativa mejora el dolor del hombro, la disfunción y los diferentes trastornos que este puede ocasionar (32).

Finalmente, en el artículo "Abordaje fisioterapéutico del síndrome subacromial", se demostró que los ejercicios terapéuticos son de gran beneficio para el tratamiento conservador y rehabilitador del síndrome subacromial. Algunos de los medios o técnicas a aplicar fueron la cinesiterapia pasiva y activa, ejercicios resistidos y técnicas de ejercicio terapéutico específico (33).

CONCLUSIÓN

El hombro doloroso es una de las causas comunes de consulta en los servicios de fisioterapia, para lo cual se aplica una amplia variedad de estrategias terapéuticas, entre ellas la cinesiterapia, que contempla la utilización de los ejercicios de Codman, los cuales tienen una sólida fundamentación biomecánica y unos efectos fisiológicos sistémicos que deben ser conocidos y estudiados, con el fin de comprender su acción en las enfermedades del hombro y motivar a los profesionales para que realicen una correcta aplicación de la técnica. Por otra parte, se busca promover la generación de evidencia acerca de la efectividad de los mismos, en poblaciones específicas, a través de la ejecución de estudios experimentales, que así lo demuestren.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lumley JSP. Surface anatomy : the anatomical basis of clinical examination. Edinburgh; New York: Churchill Livingstone; 2002.
2. Francisco R, Fernando R, Domingo P. Diagnóstico y tratamiento en la patología del

- manguito rotador. [Internet]. 2011. Recuperado a partir de: http://www.felipeisidro.com/recursos/diagnostico_tratamiento_patologia_manguito_rotador.pdf
3. Anderson BC. Guide to arthrocentesis and soft tissue injection. Philadelphia, Pa.: Elsevier Saunders Co.; 2005.
 4. Pacheco C. Comparación de efectividad analgésica en tendinosis de hombro entre pacientes tratados en casa o en el C.R.E.E. [Internet]. 2006. Recuperado a partir de: <http://www.efisioterapia.net/articulos/comparacion-efectividad-analgésica-tendinosis-hombro-pacientes-tratados-casa-o-el-cree>
 5. Vilar Orellana E, Sureda Sabaté S. Fisioterapia del aparato locomotor. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana de España; 2005.
 6. Kapandji AI, Torres Lacomba M. Fisiología articular: esquemas comentados de mecánica humana. Madrid: Médica Panamericana; 1999.
 7. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Gray's anatomy for students. Philadelphia, Pa.: Elsevier; 2010.
 8. Smith-Agreda V, Ferres Torres E, Montesinos Castro-Girona M. Manual de embriología y anatomía general. Valencia: Servei de Publicacions, Universitat; 1992.
 9. González E, Abreu T, Oliva D. Posibilidades de tratamiento con fisioterapia para la calcificación en la bursitis del supraespinoso [Internet]. Habana, Cuba. 2011. Recuperado a partir de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/fisioterapia-bursitis-supraespinoso/fisioterapia-bursitis-supraespinoso.pdf>
 10. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral basada en la evidencia para hombro doloroso (GATI- HD) relacionado con factores de riesgo en el trabajo. [Internet]. 2006. Recuperado a partir de: [978-958-98067-1-5](http://www.monografias.com/trabajos-pdf/fisioterapia-bursitis-supraespinoso/fisioterapia-bursitis-supraespinoso.pdf)
 11. De Alvear M. Manual de cirugía ortopédica y traumatología 2. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A; 2010.
 12. Rebelatto JR, Morelli JG. Fisioterapia geriátrica: Practica asistencial en el anciano. Madrid, España: Mcgraw-Hill Interamericana; 2005.
 13. Jurado Bueno A. Manual de pruebas diagnósticas: traumatología y ortopedia. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
 14. Alonso A. Técnicas de diagnóstico y tratamiento en reumatología. Madrid: Sociedad Española de Reumatología: Médica Panamericana; 2004.
 15. Cadogan A, Laslett M, Hing WA, McNair PJ, Coates MH. A prospective study of shoulder pain in primary care: prevalence of imaged pathology and response to guided diagnostic blocks. BMC Musculoskelet Disord 2011; 12:119.
 16. Gulick DT, Borger A, McNamee L. Effect of analgesic nerve block electrical stimulation in a patient with adhesive capsulitis. Physiother Theory Pract 2007; 23(1):57-63.
 17. Kalterborn. Fisioterapia Manual: extremidades. 11.ª ed. Madrid, España: Mcgraw-Hill Interamericana; 2004.
 18. Kisner C, Allen L. Ejercicio terapéutico, fundamentos y técnicas. 5ta ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2010.
 19. Plaja J. Analgesia por medios físicos. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana; 2003.
 20. Beck MF, Friederichs M. Masaje terapéutico: teoría y práctica. Madrid: Paraninfo; 2000.

21. Arcas MA, Gálvez DM, León JC, Paniagua S, Pellicer M. Manual de Fisioterapia. Generalidades. España: MAD Eduforma; 2004.
22. Génot C. Kinesioterapia: evaluaciones, técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. Buenos Aires: Panamericana; 2005.
23. Moreno J. Conceptos de terapia manual ortopédica [Internet]. 2009. Recuperado a partir de: <http://www.efisioterapia.net/articulos/conceptos-terapia-manual-ortopedica>.
24. Díaz AM. Fisioterapia en patologías neurológicas del hombro [Internet]. 2011. Recuperado a partir de: www.fuden.es/FICHEROS_ADMINISTRADOR/Aula/hombro.pdf.
25. Aubrey S. Codman's exercises, otherwise known as the Pendulum or Tic-Toc Exercises [Internet]. 2009. Recuperado a partir de: <http://www.draubreysmith.com/pdf/codman.pdf>.
26. Bravo T, López Y. Efectividad de la crioterapia y ejercicios de Codman en la bursitis aguda de hombro [Internet]. 2005. Recuperado a partir de: <http://www.efisioterapia.net/articulos/abordaje-fisioterapeutico-del-sindrome-subacromial>.
27. Hughes M. Codman Shoulder Exercises [Internet]. 2011. Recuperado a partir de: <http://www.livestrong.com/article/104250-codman-shoulder-exercises/>
28. Lorenzo MA. Rehabilitación en la patología del hombro [Internet]. 2011. Recuperado a partir de: www.ibermutuamur.es/revista_bip_antigua/39/pdf/bip39_triMedica_2.pdf.
29. Kisner C. Therapeutic Exercise. Davis Company; 2002.
30. Zúñiga A. Rehabilitación de la movilidad por medio del ejercicio en lesiones músculo esqueléticas de hombro en adulto [Internet]. 2010. Recuperado a partir de: [/www.efisioterapia.net/articulos/rehabilitacion-la-movilidad-medio-del-ejercicio-lesiones-musculo-esqueleticas-hombro-adult](http://www.efisioterapia.net/articulos/rehabilitacion-la-movilidad-medio-del-ejercicio-lesiones-musculo-esqueleticas-hombro-adult).
31. Long JL, Ruberte Thiele RA, Skendzel JG, Jeon J, Hughes RE, Miller BS, *et al*. Activation of the shoulder musculature during pendulum exercises and light activities. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(4):230-7.
32. Brantingham JW, Cassa TK, Bonnefin D, Jensen M, Globe G, Hicks M, *et al*. Manipulative therapy for shoulder pain and disorders: expansion of a systematic review. J Manipulative Physiol Ther. junio de 2011;34(5):314-46.
33. Ortiz J. Abordaje fisioterapéutico del síndrome subacromial [Internet]. 2009. Recuperado a partir de: <http://www.magazinekinesico.com.ar/articulo/200/efectividad-de-la-crioterapia-y-ejercicios-de-codman-en-la-bursitis-aguda-de-hombro>

