

## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

**EFFECTOS TERAPÉUTICOS DE LOS EJERCICIOS DE CODMAN CON UNA VARIANTE EXCÉNTRICA EN EL TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍAS DEL MANGUITO ROTADOR EN PACIENTES DE 40 A 60 AÑOS DE EDAD**

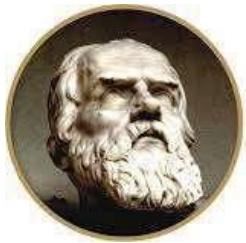


Que Presenta

**Cynthia Elizabeth Arana Paiz**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala. Diciembre 2024



## **Instituto Profesional en Terapias y Humanidades**

**EFFECTOS TERAPÉUTICOS DE LOS EJERCICIOS DE CODMAN CON UNA VARIANTE EXCÉNTRICA EN EL TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍAS DEL MANGUITO ROTADOR EN PACIENTES DE 40 A 60 AÑOS DE EDAD**



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**Cynthia Elizabeth Arana Paiz**  
Ponente

**Mtro. Francisco Javier Campos de Yta**  
Director de Tesis

**Lic. Salomón Fuentes Cruz**  
Asesor Metodológico

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

Ponente	Cynthia Elizabeth Arana Paiz
Director de Tesis	Mtro. Francisco Javier Campos de Yta
Asesor Metodológico	Lic. Salomón Fuentes Cruz

Guatemala, 30 de noviembre de 2024

Alumna  
Cynthia Elizabeth Arana Páiz  
Presente

Respetable Alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto “**Efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad**” correspondiente al Examen General Privado de la carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por **APROBADO** el mismo.

**Aprovechamos la oportunidad para felicitarle y desearle éxito en el desempeño de su profesión.**

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Oscar Omar Hernandez  
González  
Secretario

Lic. Diego Estuardo Jiménez  
Rosales  
Presidente

Lic. Emanuel Alexander  
Vásquez Monzón  
Examinador



Guatemala, 26 de abril del 2023

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Presente

Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que se ha realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: "**Efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad**" de la alumna Cynthia Elizabeth Arana Páiz.

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, el autor y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón  
Asesor de Tesis  
IPETH-Guatemala

Guatemala, 28 de abril del 2023

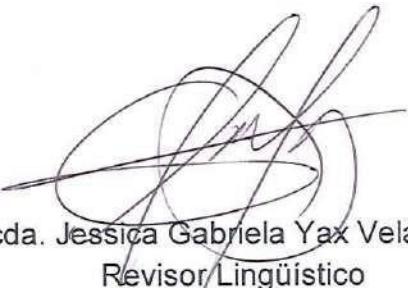
Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la Alumna Cynthia Elizabeth Arana Páiz de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado **“Efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad”**, mismo que ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Licda. Jessica Gabriela Yax Velásquez  
Revisor Lingüístico  
IPETH. Guatemala

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESIS  
DIRECTOR DE TESIS**

<b>Nombre del Director:</b>	Mtro. Francisco Javier de Yta
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Cynthia Elizabeth Arana Paiz
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	Efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad.
<b>Fecha de realización:</b>	Noviembre 2023

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**



Mtro. Francisco Javier Campos de Yta  
Nombre y Firma Del Director de Tesina

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA  
 ASESOR METODOLÓGICO**

<b>Nombre del Asesor:</b>	Lic. Salomón Fuentes Cruz
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Cynthia Elizabeth Arana Paiz
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	Efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad.
<b>Fecha de realización:</b>	Noviembre 2023

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento	Observaciones
<b>1.</b>	<b>Formato de Página</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>
a.	Hoja tamaño carta.	x	
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	x	
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	x	
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	x	
e.	Paginación correcta.	x	
f.	Números romanos en minúsculas.	x	
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	x	
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	x	
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	x	
j.	Color fuente negro.	x	
k.	Estilo fuente normal.	x	
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	x	
m.	Texto alineado a la izquierda.	x	
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	x	
o.	Interlineado a 2.0	x	
p.	Resumen sin sangrías.	x	
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>
a.	Sin faltas ortográficas.	x	
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	x	
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	x	
d.	Continuidad en los párrafos.		
e.	Párrafos con estructura correcta.	x	
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	x	
g.	Correcta escritura numérica.	x	

h.	Oraciones completas.	x		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	x		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	x		
k.	Uso correcto de tildes.	x		
l	Empleo mínimo de paréntesis.	x		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	x		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	x		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	x		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecorbilladas.	x		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.			
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	x		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	x		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	x		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	x		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	x		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	x		
c.	Selección solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	x		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	x		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.			
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	x		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	x		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	x		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	x		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	x		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	x		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**

Lic. Salomón Fuentes Cruz.

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

## DICTAMEN DE TESISNA

Siendo el día 30 del mes de Noviembre del año 2023.

Los C.C

Director de Tesina  
Función

Mtro. Francisco Javier Campos de Yta

Asesor Metodológico  
Función

Lic. Salomón Fuentes Cruz

Coordinador de Titulación  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón



Autorizan la tesina con el nombre

Efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad

Realizada por el Alumno:

Cynthia Elizabeth Arana Paiz

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título como Licenciado en Fisioterapia.



Firma y Sello de Coordinación de Titulación

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171 literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala y con fundamento en los Artículos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 43, 49, 63, 64, 65, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 83, 84, 104, 105, 106, 107, 108, 112 y demás relativos a la Ley De Derecho De Autor Y Derechos Conexos De Guatemala Decreto Número 33-98 yo |

Cynthia Elizabeth Arana Paiz

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada

Efectos terapéuticos de los ejercicios

de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad

; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

Fecha 30 de Noviembre de 2023

Cynthia Elizabeth Arana Paiz  
Nombre completo

  
Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

A mis hijas Gioryani, Chelsy y Zoe por ser mí motor cada día e inspirar cada uno de mis logros, a los ángeles de mí vida mí hermano Denis Arana (mí flaco a quien no le pude dedicar tiempo en su última semana de vida por estar en parciales), a mí papá Jorge Arana, mi mamá Gloria Paiz, mi abuelita Carmen Soto que desde el cielo espero se sientan orgullosos porque lo logre, a Giovanni Chávez por apoyarme en este camino y proceso, a mí hermano Jorge a mis sobrinitos Jorgito y Fátima, a mí tía Carmen Soto por su apoyo, cariño y mostrarme que sin importar que no hay que darse por vencido, a mí prima Guadalupe Gonzales por inspirarme y a cada una de las personas que de una u otra manera contribuyeron con la realización de este sueño.

## **Agradecimientos**

Agradezco principalmente a Dios por permitirme cumplir este sueño, a mí motor de vida mis hijas Gioryani Michelle Chávez Arana y Chelsy Elizabeth Chávez Arana, por apoyarme y entenderme cuando sacrifique el tiempo que les correspondía por estudiar, a mí princesita Zoe, a Giovanni Chávez porque siempre ha estado ahí para mí, por apoyarme, cuidando de nuestras hijas cuando yo no podía estar ahí, por darme ánimos, a los abuelitos de mis hijas, mis cuñados, a mí hermano Jorge Arana, a mí tía Carmen Soto, mi prima Guadalupe Gonzales, a ti oso por tu apoyo, por animarme cuando ya no puedo más y alegrar mí vida, a cada uno de mis catedráticos por regalarnos su conocimiento y marcar nuestras vidas inculcando el amor a la carrera, a mí director de tesis por la paciencia y apoyo, a mí asesor y cada una de las personas que hicieron posible el que pudiera cumplir esta meta, a cada uno de los pacientes que hasta hoy día la vida me ha permitido tratar y han dejado algo valioso en mí vida, porque me han marcado y recalcado que esta profesión merece todo el amor y esmero para con cada uno de ellos.

**Porque los tiempos de Dios son perfectos y nada se hace en esta tierra si no es su voluntad, infinitamente gracias a Padre.**

## **Palabras Clave**

Contracción muscular

Ejercicios Codman

Ejercicios Excéntricos

Rotator Cuff

Tendinopatías del manguito de los rotadores

# Índice

Portadilla .....	i
INVESTIGADORES RESPONSABLES .....	ii
Lista de cotejo Director de tesina .....	vi
Lista de cotejo Asesor metodológico .....	viii
Hoja de titular de derechos.....	xi
Dedicatoria .....	xii
Agradecimientos .....	xiii
Palabras Clave.....	xiv
Índice .....	xv
Índice de tablas.....	xviii
Índice de figuras.....	xix
Índice de gráficos .....	xx
Resumen.....	1
Capítulo I .....	2
Marco teórico .....	2
1.1 Antecedentes Generales .....	2
1.1.1 Manguito rotador.....	2
1.1.2 Epidemiología .....	20
1.1.3 Fisiopatología .....	22
1.1.4 Abordajes .....	32
1.1.5 Tratamiento fisioterapéutico.....	33

1.2 Antecedentes específicos.....	35
1.2.1 Ejercicios de Codman .....	35
1.2.2 Efectos de los ejercicios de Codman.....	36
1.2.3 Ejecución.....	39
1.2.4 Precauciones .....	42
1.2.5 Contraindicaciones.....	43
Capítulo II.....	44
Planteamiento del Problema.....	44
2.1 Planteamiento del Problema.....	44
2.2 Justificación .....	46
2.3 Objetivos .....	47
2.3.1 Objetivo general.....	47
2.3.2 Objetivos específicos .....	47
Capítulo III.....	49
Marco metodológico .....	49
3.1 Materiales.....	49
3.1 Métodos .....	52
3.2.1 Enfoque de investigación .....	52
3.2.2 Tipo de estudio.....	52
3.3.3 Método de estudio.....	53
3.3.4 Diseño de investigación .....	53
3.3.5. Criterios de selección .....	54

3.3 Variables .....	55
3.3.1 Variable independiente.....	55
3.3.3 Operacionalización de variables.....	55
4.1 Resultados .....	57
4.1.1 Propuesta.....	64
4.2 Discusión.....	67
4.3 Conclusión .....	68
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas .....	71
Referencias.....	72

## Índice de tablas

Tabla 1. Aparato capsuloligamentoso del hombro .....	8
Tabla 2. Biomecánica del hombro .....	10
Tabla 3. Planos y ejes de los movimientos fisiológicos del hombro .....	11
Tabla 4. Pasos de la biomecánica de los movimientos del hombro .....	12
Tabla 5. Descripción de los movimientos escapulares .....	13
Tabla 6. Mecanismos de contracción muscular.....	17
Tabla 7. Contracción isotónica .....	19
Tabla 8. Factores de riesgo predisponentes .....	23
Tabla 9. Clasificación de lesiones del Manguito Rotador .....	25
Tabla 10. Clasificación de la lesión según su tipo.....	27
Tabla 11. Pruebas funcionales .....	28
Tabla 12. Bases de datos.....	50
Tabla 13. Criterios de selección.....	54
Tabla 14. Operacionalización de las variables .....	55
Tabla 15. Describir las deficiencias funcionales de las tendinopatías del manguito rotador.....	58
Tabla 16. Explicar los efectos terapéuticos de los ejercicios excéntricos para determinar su aplicación en el tratamiento de lesiones de hombro.....	60
Tabla 17. Justificar el uso de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador.....	62

## **Índice de figuras**

Figura 1. Estructuras óseas .....	3
Figura 2. Articulaciones del hombro.....	7
Figura 3. Movimientos escapulares .....	9
Figura 4. Músculos del Manguito Rotador .....	13
Figura 5. Fases de la contracción muscular.....	19
Figura 6. Pruebas funcionales .....	29
Figura 7. Rayos X.....	30
Figura 8. Ultrasonido.....	31
Figura 9. Resonancia magnética .....	31
Figura 10. Tratamiento fisioterapéutico .....	35
Figura 11. Ejercicios de Codman con peso .....	40
Figura 12. Ejercicios de Chandler.....	41
Figura 13. Ejercicios de Sperry .....	42
Figura 14. Ejercicios de Codman modificado espiral .....	66
Figura 15. Ejercicios de Codman modificado flexoextensión .....	66
Figura 16. Ejercicios de Codman modificado abducción aducción.....	67

## **Índice de gráficos**

Gráfica 1. Porcentaje de evidencias científicas ..... 51

## **Resumen**

En el presente trabajo de revisión bibliográfica se plantean las deficiencias provocadas por las tendinopatías del manguito de los rotadores, las causas más frecuentes, su clasificación y los abordajes empleados en fisioterapia a través de los conocidos ejercicios de Codman, se propone la viabilidad de añadir una variante con fase excéntrica al final de los ejercicios de Codman con la que se pretende mejorar el resultado de la reparación tendinosa en pacientes que cursan con tendinopatías comprendidos entre los 40 y 60 años de edad.

Se considera oportuno mencionar que el correcto abordaje fisioterapéutico, la adecuada dosificación y una técnica de ejecución bien realizada son esenciales para obtener los resultados esperados.

# **Capítulo I**

## **Marco teórico**

La lesión del Manguito de los Rotadores es una de las causas principales de dolor musculoesquelético y se considera la patología de hombro más frecuente. En este apartado se observará la anatomía musculoesquelética que compone al maguito de los rotadores, así como las patologías más recurrentes que afectan sus estructuras dentro de ellas, las tendinopatías del manguito de los rotadores y sus componentes implicados, el tratamiento tanto conservador, así como el quirúrgico; poniendo especial cuidado y énfasis en los ejercicios de Codman para su tratamiento.

### **1.1 Antecedentes Generales**

**1.1.1 Manguito rotador.** El manguito rotador está integrado por cuatro de los músculos intrínsecos del hombro; el infraespinoso, el supraespinoso, el redondo menor y el subescapular.

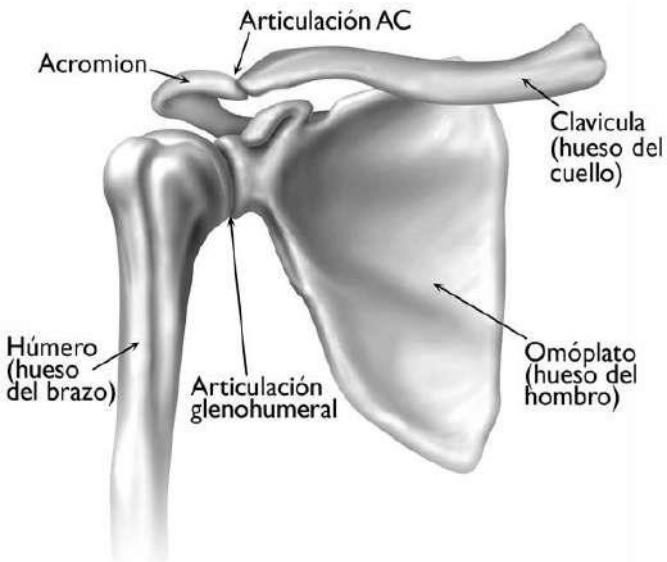
Los tendones de los cuatro músculos tienen la característica de reforzar la articulación glenohumeral a través de su unión con la membrana fibrosa que compone a la cápsula articular, la refuerza potenteamente por anterior, por superior y posteriormente, con ello le brinda protección y apoyo de forma activa a la articulación de la cabeza del húmero con la

cavidad glenoidea de la escápula, ya que los cuatro músculos corren lateralmente logrando envolver la cabeza del humeral.

La función principal del Manguito de los rotadores será entonces la de asegurar y producir la tracción de la cabeza del húmero, manteniéndola fija en la cavidad glenoidea escapular; el músculo infraespinoso y redondo menor realizan rotación externa del brazo, el subescapular es el principal rotador interno y el supraespinoso inicia la abducción (durante los primeros 15°) del brazo

#### *1.1.1.1 Componentes óseos. Se describen a continuación los componentes óseos*

**Figura 1.** Estructuras óseas



Nota: En la imagen se observan las estructuras óseas que componen el hombro (OrthoInfo 2014)

- **Escápula:** Moore (2013) la describe como un hueso triangular plano que se encuentra en la cara posterolateral del tórax y descansa sobre las costillas de la 2<sup>a</sup> a la 7<sup>a</sup>. La espina escapular es una proyección ósea de forma gruesa que divide de forma asimétrica la cara posterior de la escápula, convexa, formando

en una fosa supraespinosa, de pequeño tamaño, y una fosa infraespinosa, mucho mayor. La cara costal es cóncava y es la mayor parte de la escápula presenta una amplia fosa subescapular.

Las amplias superficies óseas de las tres fosas proporcionan inserción para los músculos supraespino, infraespino y subescapular respectivamente. Su cuerpo triangular, es delgado y translúcido superior e inferiormente a la espina de la escápula, aunque sus bordes, especialmente el lateral, son algo más gruesos, lugar de inserción de los músculos redondo menor y redondo mayor respectivamente.

La espina de la escápula se continúa hacia lateral formando una expansión plana denominada acromion, que forma el punto subcutáneo más elevado del hombro y se articula con la extremidad acromial de la clavícula.

Superolateralmente, la cara lateral de la escápula tiene una cavidad) que contacta y se articula con la cabeza del húmero en la articulación del hombro, es una fosa poco profunda, cóncava y ovalada, que se orienta anterolateralmente y en sentido ligeramente ascendente; su tamaño es considerablemente inferior al de la cabeza del húmero, para la que actúa de receptáculo

La escápula presenta tres bordes, a saber, un borde medial, uno lateral y uno superior; también cuenta con tres ángulos: un ángulo superior, uno lateral y uno inferior. Cuando el cuerpo de la escápula se encuentra en posición anatómica, su delgado borde medial discurre en dirección paralela y a unos 5 cm de distancia lateralmente respecto a los procesos espinosos de las vértebras torácicas, por lo que también suele denominarse borde vertebral. El borde lateral parte del ángulo inferior de la escápula y se dirige superolateralmente hacia el vértice de la axila, por lo que también suele denominarse borde axilar.

La escápula está dotada de una considerable amplitud de movimientos en la pared torácica gracias a la articulación fisiológica escapulotorácica considerada articulación falsa, y constituye la base sobre la que actúa el miembro superior. Estos movimientos, permiten que el brazo se mueva libremente.

- **Húmero.** El húmero es el hueso más grande del miembro superior; se articula con la escápula en la articulación del hombro y con el radio y el cúbito en la articulación del codo.

El extremo proximal del húmero está formado por una cabeza, los cuellos quirúrgico y anatómico, y los tubérculos mayor y menor, también llamados troquín y troquiter. Su cabeza situada en la epífisis proximal es de forma esférica, se articula con la cavidad glenoidea de la escápula, seguido a la cabeza presenta un cuello anatómico, mismo que está formado por el surco que circunda la base de la cabeza y la separa de los tubérculos mayor y menor, esta es la línea donde se inserta la cápsula de la articulación del hombro. Distalmente de los tubérculos mayor y menor se encuentra un angostamiento óseo que es el cuello quirúrgico,

La unión de la cabeza y el cuello con el cuerpo del húmero está indicada por los tubérculos mayor y menor, que sirven de inserción y de punto de apoyo para algunos músculos escapulohumerales. El tubérculo mayor se encuentra en el borde lateral del húmero y el tubérculo menor se proyecta anteriormente desde el hueso. Entre ambos tubérculos se forma un surco llamado bicipital o intertubercular por el cual pasa y se protege el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial.

El cuerpo del húmero tiene dos resaltos importantes: la tuberosidad deltoidea, lateralmente, en la que se inserta el deltoides; y el oblicuo surco del nervio radial o surco espiral, posteriormente, por este surco corren el nervio radial y la arteria braquial profunda

El extremo inferior del cuerpo del húmero se ensancha a medida que se forman las crestas supracondíleas medial y lateral, que terminan distalmente en los epicóndilos medial y lateral, proporcionan inserción a diversos músculos que mueven el codo e incluso la muñeca y los dedos. El extremo distal del húmero, está integrado por la tróclea, el capítulo o cóndilo lateral y las fosas olecraneana, coroidea y radial, constituyendo el cóndilo del húmero

*1.1.1.2 Componentes articulares. Se describen los componentes articulares. El hombro es la articulación proximal del miembro superior, siendo también la más móvil de todas las articulaciones del cuerpo humano. Posee tres grados de libertad, lo que le permite orientar el miembro superior en relación a los tres planos del espacio:*

En el plano sagital y con un eje transversal se logran los movimientos de flexión y extensión.

En el plano frontal y con un eje anteroposterior se realizan los movimientos de abducción y aducción.

Por último, en el plano horizontal gracias al eje longitudinal o vertical se realizan los movimientos con el hombro en abducción a 90°, de flexo extensión horizontal, en posición anatómica permite la rotación interna y externa.

El hombro está compuesto por cinco articulaciones que conforman el complejo articular del hombro:

**Figura 2.** Articulaciones del hombro

**ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL**



verdadera desde punto de vista anatómico, la más importante de este complejo articular. Ésta es la de mayor rango de movimientos. Movimientos que realiza: Plano sagital: Flexo-extensión. Plano frontal: Aducción y abducción. Plano horizontal: rotaciones (interna y externa); aducción ó flexión horizontal y abducción o extensión horizontal.

**ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR:**



Articulación verdadera desde punto de vista anatómico. Es la articulación compuesta por la unión del acromion del omoplato con el extremo lateral de la clavícula. Mensiona (Kapandji, 1982) Es una artrodia, siendo además una "articulación muy inestable debido a la ausencia de "enjundura" mal protegida por un aparato ligamentoso débil por tanto expuesta en exceso a la subluxación".

**ARTICULACIÓN ESTERNOCALVÍCULAR (SILLA DE MONTAR)**



Articulación verdadera desde punto de vista anatómico. Es la articulación compuesta por el extremo proximal de la clavícula con el manubrio del esternón. Esta articulación es la única que une la extremidad superior al esqueleto axial. Geza de movimientos pequeños, actuando como punto de andaje y pivot, traduciéndose los movimientos de mayor amplitud en el extremo distal de la clavícula (protracción, retracción, rotación) (Kapandji, 1982).

Posee dos ejes perpendiculares en el espacio. El eje 1 corresponde a la concavidad de la superficie esternocostal y la convexidad de la superficie clavicular. El eje 2 corresponde a la convexidad de las superficies esternocostal y a la concavidad de la superficie clavicular.

Los dos ejes de ambas superficies se corresponden con exactitud. El eje 1 permite los movimientos claviculares en el plano vertical, el eje 2 autoriza los movimientos claviculares en el plano horizontal.

**PSEUDO ARTICULACIÓN O ARTICULACIÓN Falsa ESCÁPULO-TORÁCICA.**



Tanto esta articulación como la subescáculo - subdeltoidea no tienen dos superficies oseas que se articulen entre sí reciben la denominación de "falsa articulación". Se puede decir que desde un punto de vista fisiológico es verdadera ya que posee dos superficies deslizantes entre sí, aunque no puede actuar desligada de las otras articulaciones con las que forman un todo desde el punto de vista mecánico. Según Kapandji (1982), el verdadero movimiento no es entre la escápula y la parilla torácica, sino entre dos planos fasciales, el más superficial está entre el subescáculo y el serrato anterior, y el plano profundo entre el serrato anterior y la parte posterior externa y externa de la pared torácica. Esta articulación permitirá 6 movimientos de rotación escapular y 4 de desplazamiento escapulares.

Durante la abducción activa, el omoplato realiza cuatro movimientos:

- Ascenso de aproximadamente 8 a 10 cm que se asocia clásicamente, un desplazamiento hacia dentro.
- Movimiento de campana de progresión (flexión de 38° cuando la abducción del miembro superior pasa de 0 a 145°, apartir de los 120° de abducción, la rotación angular es igual en la articulación glenohumeral y en la escapulotorácica).
- Movimiento de basculante, eje transversal, oblicuo de dentro afuera y de atrás adelante, desplazando la punta del omoplato hacia delante y hacia arriba, mientras la porción superior del hueso se desplaza hacia atrás y abajo.
- Movimiento de pivot, eje vertical característica de difracto, durante la abducción de 0 a 90° la glenoida se orienta hacia atrás siguiendo un ángulo de 10°, apartir de los 90° de abducción, la glenoida toma una orientación hacia arriba siguiendo un ángulo de 6°, por lo que no resiste su posición inicial en el plano anteroposterior.

En el tránsito de la abducción la glenoida sufre un desplazamiento completo, acercándose aproximadamente a la mitad media al vez que realiza un cambio de orientación en que el trocánter "escapa" por delante del acromion para deslizarse debajo del ligamento acromiodeltoideo.

**COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO:**

**ARTICULACIÓN SUBDELTOIDEA**



Es una articulación falsa que no contiene superficies articulares cartilaginosas, pero constituye un simple plano de deslizamiento celuloso entre la cara profunda del músculo deltoides y el "manguito" de los rotadores donde se observa una cisa cerosa que facilita el deslizamiento.

La abducción debido a la contracción del músculo supraespínoso y el deltoides hacen que la bolsa cerosa ruede o se deslice, sus láminas se deslizan una respecto a la otra.

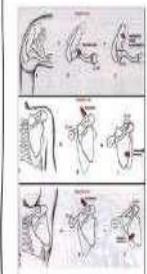
El hombro está compuesto por cinco articulaciones que conforman el complejo articular del hombro.

- Articulación glenohumeral. Formada por la cabeza humeral (arriba, adentro y atrás), la cavidad glenoidal de la escápula (arriba, afuera y adelante) y el rodete glenoideo.
- Articulación subdeltoidea.
- Articulación escapulotorácica
- Articulación acromioclavicular
- Articulación esternoclavicular

**MOVIMIENTOS DE DESLIZAMIENTOS EN LAS ARTICULACIONES**

Acromiodeltoides y Esternoclavicular que acompañan los movimientos escapulares. Imagen superior: Protracción escapulotorácica: Sumatoria entre la protracción de la EC y un leve ajuste de la AC en el plano horizontal. Imagen del medio: Elevación escapulotorácica: Sumatoria entre la elevación EC y la rotación hacia abajo de la AC.

Imagen inferior: Rotación escapulotorácica: Sumatoria entre la elevación de la EC y la rotación cefálica de la AC.



Nota: Se describen las articulaciones del hombro. Elaboración propia basada en (Kapandji, 2006).

El aparato capsulo-ligamentoso de la articulación del hombro es lo suficientemente laxo para permitir su amplia movilidad. En la vista anterior de la articulación, los ligamentos anteriores pueden apreciarse con claridad:

**Tabla 1.** Aparato capsulo-ligamentoso del hombro.

Tres articulaciones verdaderas	Articulación glenohumeral, Acromioclavicular y Esternoclavicular.
Dos articulaciones falsas	Articulación subdeltoidea y Articulación escapulotorácica
Ligamento coracohumeral	se extiende desde la apófisis coracoides hasta el troquiter. Este ligamento se separa en dos haces: troquieriano y troquiniano.
Ligamento glenohumeral	con sus tres haces: superior (supragleno-suprahumeral), medio (supragleno-prehumeral) e inferior (pregleno-subhumeral). El conjunto dibuja una Z expandida sobre la cara anterior de la cápsula.

Nota: En la tabla se muestran los componentes ligamentosos que componen a la articulación del hombro. (Elaboración propia) (Kapandji, 2006).

#### *1.1.1.3 Interacciones articulares. Planteamiento de las acciones articulares*

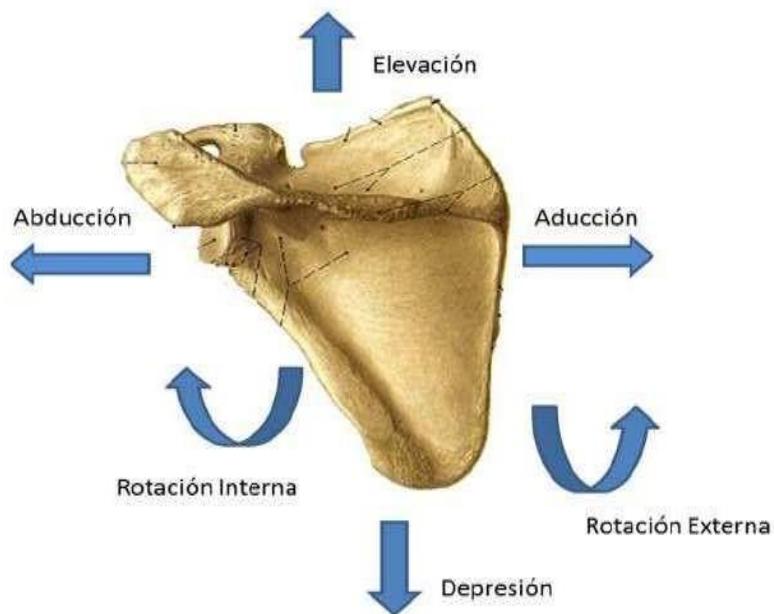
##### *presentes en el hombro*

- **Clavícula.** La clavícula, situada subcutáneamente, conecta el esqueleto apendicular superior con el esqueleto axial. Actúa como un puntal móvil, similar a una grúa del cual se sostiene la escápula y el miembro libre, permitiendo que haya una distancia con el tronco, proporcionándole libertad de movimientos.
- **Escápula.** La escápula es la base móvil sobre la que actúa el miembro superior libre. Este hueso es curvado para adaptarse a la pared torácica, así mismo, dispone de amplias áreas y bordes para la inserción de músculos. La acción de estos músculos consiste, por un lado, en mover la escápula sobre la pared torácica y por otro, extenderse hacia el húmero proximal para mantener la integridad de la articulación del hombro a la que les inducen sus movimientos.

Tanto la espina de la escápula como el acromion funcionan como palancas; el acromion, por su parte, facilita que tanto la escápula como los músculos que en ella se insertan se localicen medialmente contra el tronco junto con las articulaciones acromioclavicular y del hombro, ello le permite movimientos laterales con respecto al tronco.

- **Húmero.** Es un puntal móvil utilizado para posicionar la mano a la altura y la distancia que se requieren para que el miembro superior sea eficiente. Su cabeza esférica permite una gran variedad de movimientos sobre su base escapular móvil; la tróclea y el capítulo de su extremo distal facilitan los movimientos trocleares del codo y a la vez, el pivotamiento trocoide del radio facilitando la pronosupinación. El largo cuerpo del húmero aumenta el radio de acción y se convierte en una palanca eficaz cuya acción aplica potencia en el levantamiento de objetos.

**Figura 3.** Movimientos escapulares



Movimientos lineales puros de la escápula (Kendalls, 2007)

#### *1.1.1.4 Biomecánica del hombro*

Una vez revisada la anatomía del hombro y tomando en cuenta la importancia de la escápula y la gran relevancia de su movimiento durante los efectuados por manguito de los rotadores, a continuación, se describe la biomecánica de su desplazamiento durante los movimientos fisiológicos específicos, con la finalidad de distinguir cuando exista una inadecuada mecánica y con ello realizar un adecuado diagnóstico enfocado en la atención fisioterapéutica pertinente.

**Tabla 2.** Biomecánica del hombro

Aducción	Movimiento por deslizamiento en el que la escápula se mueve hacia la columna vertebral.
Abducción	Movimiento por deslizamiento en el que la escápula se mueve alejándose de la columna vertebral y siguiendo el contorno del tórax, asumiendo una posición posterolateral en la abducción completa.
Rotación externa o hacia arriba	Movimiento dentro del plano sagital, en el que el ángulo inferior se mueve lateralmente y la cavidad glenoidea se mueve cranealmente.
Rotación interna o hacia abajo	Movimiento alrededor del eje sagital, en el que el ángulo inferior se mueve hacia dentro y la cavidad glenoidea se mueve caudalmente.
Inclinación anterior	El movimiento se produce en el eje coronal, en el que la apófisis coronoides se mueve en una dirección caudal y anterior, mientras que el ángulo inferior se mueve en dirección posterior y craneal. La apófisis coracoides desciende anteriormente, este movimiento se asocia con una elevación.
Elevación	Movimiento de deslizamiento en el que la escápula se mueve cranealmente, como en un “encogimiento” de hombros.

Depresión	Movimiento de deslizamiento en el que la escápula se mueve caudalmente, movimiento inverso al de la elevación e inclinación anterior.
-----------	---

Nota: Se describen los movimientos y el desplazamiento escapular durante cada uno de ellos. (Elaboración propia) (Kapandji, 2006).

**Tabla 3.** Planos y ejes de los movimientos fisiológicos del hombro

Eje transversal	Incluido en el plano frontal: Permite los movimientos de flexo extensión realizados en el plano sagital.
Eje anteroposterior	Incluido en el plano sagital: Permite los movimientos de abducción (el miembro superior se aleja del plano de simetría del cuerpo) y aducción (el miembro superior se aproxima al plano de simetría) realizados en el plano frontal.
Eje vertical	Dirige los movimientos de flexión y de extensión realizados en el plano horizontal, el brazo en abducción de 90°, estos movimientos también se denominan flexo-extensión horizontal.
El eje longitudinal	Permite las rotaciones tanto interna como externa de dos formas distintas. 1. Rotación voluntaria (o también llamada “rotación adjunta” de Mac Conaill, que utiliza el tercer grado de libertad (sólo es factible en articulaciones Enartrosis), y 2. Rotación automática (también llamada “rotación conjunta”) que se realiza sin ninguna acción voluntaria en las articulaciones de dos o tres ejes, se explica por la paradoja de Codman.

Nota: En la presente tabla se describen los movimientos fisiológicos de la articulación glenohumeral u hombro y en qué plano se realiza cada uno de ellos. (Elaboración propia) (Kapandji, 2006).

**Tabla 4.** Pasos de la Biomecánica de los movimientos de hombro

---

En la posición automática el miembro superior pende en forma vertical a lo largo del cuerpo, por lo que el eje longitudinal del húmero 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 a 90° coincide con el eje anteroposterior; Por lo anterior se concluye que el hombro consta de tres ejes principales y tres grados de libertad, permitiendo movimientos de rotación interna y externa

---

Los movimientos de Flexoextensión se efectúan en el plano sagital y un eje transversal.  
Extensión: movimiento de poca amplitud 45 a 50°.

---

Flexión: Movimiento de gran amplitud 180° (la misma posición de flexión a 180° puede definirse como una abducción de 180° se aproxima a la rotación longitudinal, paradoja de Codman).

---

Abducción: Movimiento que aleja el miembro superior del tronco, se realiza en el plano frontal con un eje anteroposterior, la amplitud alcanza los 180°, el brazo queda vertical por arriba del tronco, (a partir de 90° la abducción aproxima el miembro superior al plano de simetría del cuerpo, convirtiéndose en una aducción, la posición final de abducción de 180° también puede alcanzarse con movimientos de flexión de 180°).

---

Tres estadios de la abducción. 1. Abducción de 0 a 60° puede efectuarse únicamente por la articulación glenohumeral. 2. Abducción de 60° a 120° necesita la participación de la articulación escapulotorácica. 3. Abducción de 120° a 180° utiliza además de a la articulación glenohumeral y la escapulotorácica, la inclinación del lado opuesto del tronco

---

Rotación Externa: Su amplitud es de 80°, jamás alcanza los 90°, esta amplitud de 80° no se utiliza habitualmente en esta posición, con el brazo vertical a lo largo del cuerpo, la rotación externa más empleada por ende la más importante funcionalmente es la posición anatómica fisiológica (rotación interna 30°) y la posición anatómica clásica (rotación de 0°)

---

Rotación Interna: Su amplitud es de 100° a 110° para alcanzarla se requiere que el antebrazo pase por detrás del tronco, lo que se asocia con cierto grado de extensión al hombro.

---

Flexión horizontal: Movimiento asociado a la flexión y aducción de 140° de amplitud activa.

---

Extensión horizontal: Movimiento asociado a la extensión y aducción de menor amplitud 30° a 40°.

---

La amplitud total de la flexo extensión horizontal alcanza casi los 180° de la posición extrema anterior a la posición extrema posterior, activándose sucesivamente.

---

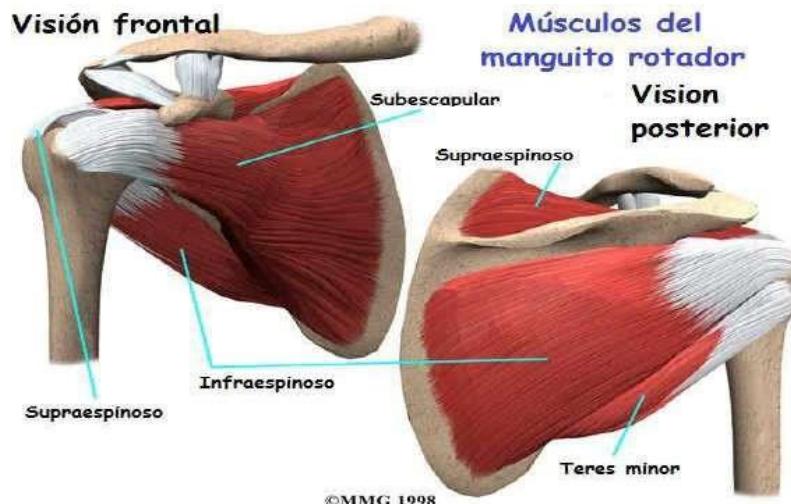
Circunducción: La circunducción combina los movimientos elementales en torno a tres ejes. Cuando esta circunducción alcanza su máxima amplitud, el brazo describe en el espacio un cono irregular: el cono de circunducción.

---

Nota: Se explican los grados alcanzados durante los movimientos fisiológicos de la articulación del hombro (Elaboración propia) (Kapandji, 2006).

1.1.1.5 Músculos. Se describen la clasificación de músculos y la descripción de los escapulohumerales.

**Figura 4.** Músculos del manguito rotador



Nota: En la imagen se observa la musculatura del manguito rotador (Avanfi, 2018)

El hombro realiza una gran cantidad de movimientos y por tanto es extensa la cantidad de músculos que realizan los diferentes movimientos; además de alejar o acercar del tronco el miembro superior, estos músculos cumplen con una doble función: por un lado, la función estabilizadora, y por otro, la función coaptadora, principalmente los músculos del manguito rotador.

(Moore 2016) realiza la siguiente clasificación de los músculos del hombro:

- Músculos axioappendiculares anteriores: Pectoral mayor, pectoral menor, subclavio y serrato anterior.
- Músculos axioappendiculares posteriores: Son músculos extrínsecos del hombro y se dividen en dos: *Superficiales*. Trapecio y dorsal ancho; *Profundos*. Elevador de la escápula y romboides.

- Músculos escapulohumerales: Son músculos intrínsecos del hombro Deltoides, redondo mayor y los cuatro del manguito de los rotadores, los cuales son el supraespinoso, el infraespinoso, el redondo menor y el subescapular
- Los seis músculos escapulohumerales son relativamente cortos, extendiéndose como su nombre lo indica, desde la escápula hasta el húmero, actuando sobre la articulación del hombro.
- Para iniciar el movimiento durante los primeros 15° de abducción, el deltoides recibe la ayuda del supraespinoso. Cuando el brazo se encuentra en aducción completa, la línea de tracción del deltoides coincide con el eje del húmero, de modo que éste tira directamente del hueso hacia arriba y no puede iniciar ni generar abducción. No obstante, el deltoides es capaz de actuar como un músculo coaptador porque opone resistencia al desplazamiento inferior de la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea. Para iniciar la abducción desde una posición de aducción completa se necesita la acción del supraespinoso o bien que el sujeto se incline hacia un lado para que el movimiento se inicie debido a la fuerza de la gravedad. El deltoides se vuelve completamente eficaz como abductor tras los primeros 15° de movimiento.
- Las porciones clavicular y espinal del deltoides actúan en el balanceo que realizan los miembros superiores cuando se camina. La porción clavicular colabora con el pectoral mayor en la flexión del brazo, y la espinal con el dorsal ancho en su extensión. El deltoides también ayuda a estabilizar la articulación del hombro y a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea durante los movimientos del miembro superior.

**Tabla 5.** Descripción de los músculos escapulohumerales

<b>Redondo mayor</b>	<p>El redondo mayor es un grueso músculo redondeado que discurre lateralmente al tercio inferolateral de la escápula. Su borde inferior forma el borde inferior de la parte lateral de la pared posterior de la axila. El redondo mayor aduce y rota medialmente el brazo. También puede participar en su extensión a partir de la posición flexionada, y es un importante estabilizador de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea.</p>
<b>Deltoides</b>	<p>El deltoides es un potente y grueso músculo de textura tosca que recubre el hombro y forma su contorno redondeado. Como su nombre indica, tiene forma de la letra griega delta (<math>\Delta</math>) invertida. Se divide en dos porciones unipeniformes (anterior o clavicular y posterior o espinal) y una multipeniforme (media o acromial, v. Introducción), que pueden actuar separadamente o como un todo. Cuando las tres porciones del deltoides se contraen simultáneamente, el brazo se abduce. Las porciones clavicular y espinal actúan como tensores que sostienen el brazo cuando se encuentra en abducción.</p> <p>Para iniciar el movimiento durante los primeros 15° de la abducción, el deltoides recibe la ayuda del supraespínoso. Cuando el brazo se encuentra en aducción completa, la línea de tracción del deltoides coincide con el eje del húmero, de modo que éste tira directamente del hueso hacia arriba y no puede iniciar ni generar abducción. No obstante, el deltoides es capaz de actuar como un músculo coaptador porque opone resistencia al desplazamiento inferior de la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea. Para iniciar la abducción desde una posición de aducción completa se necesita la acción del supraespínoso o bien que el sujeto se incline hacia un lado para que el movimiento se inicie debido a la fuerza de la gravedad. El deltoides se vuelve completamente eficaz como abductor tras los primeros 15° de movimiento.</p> <p>Las porciones clavicular y espinal del deltoides actúan en el balanceo que realizan los miembros superiores cuando se camina. La porción clavicular colabora con el pectoral mayor en la flexión del brazo, y la espinal con el dorsal ancho en su extensión. El deltoides también ayuda a estabilizar la articulación del hombro y a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea durante los movimientos del miembro superior.</p>
<b>Supraespínoso</b>	<p>El supraespínoso ocupa la fosa supraespínosa de la escápula. Una bolsa lo separa del cuarto lateral de la fosa.</p> <p>Para explorar el supraespínoso, el sujeto debe abducir el brazo contra resistencia desde la posición de aducción completa mientras el examinador palpa el músculo por encima de la espina de la escápula.</p>
<b>Infraespínoso</b>	<p>El infraespínoso ocupa los tres cuartos mediales de la fosa infraespínosa y está parcialmente cubierto por el deltoides y el trapecio. Aparte de estabilizar la articulación del hombro, es un potente rotador lateral del húmero.</p>
<b>Redondo menor</b>	<p>El redondo menor es un músculo estrecho y alargado al que oculta por completo el deltoides y que no siempre se distingue claramente del infraespínoso. Colabora con el infraespínoso en la rotación externa del brazo y participa en su aducción. La mejor manera de distinguir el</p>

---

	redondo menor y el infraespinoso es por su inervación: la del primero procede del nervio axilar y la del segundo del nervio supraescapular.
<b>Subescapular</b>	El subescapular es un músculo grueso y triangular que se sitúa sobre la cara costal de la escápula y forma parte de la pared posterior de la axila. En su trayecto hacia el húmero cruza la cara anterior de la articulación del hombro. El subescapular es el principal rotador interno del brazo y también participa en su aducción. Junto con los otros músculos del manguito de los rotadores mantiene la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea durante todos los movimientos de la articulación del hombro estabilizando esta articulación durante los movimientos del codo, el carpo y la mano.

---

**Nota:** Se describen los componentes musculares que integran el manguito de los rotadores y sus características (Elaboración propia) (Kapandji, 2006).

**“Manguito de los rotadores”** Cuatro de los músculos escapulohumerales: el supraespinoso, el infraespinoso, el redondo menor y el subescapular reciben el nombre de músculos del manguito de los rotadores porque forman un manguito musculotendinoso rotador alrededor de la articulación del hombro. Con la excepción del supraespinoso, todos ellos son rotadores del húmero; el supraespinoso, además de formar parte del manguito de los rotadores, inicia y ayuda al deltoides en los primeros 15° de la abducción del brazo.

Los tendones de estos cuatro músculos se fusionan con la membrana fibrosa de la cápsula de la articulación del hombro y la refuerzan formando el manguito rotador que la protege y le da estabilidad. La contracción tónica de estos músculos sujetan firmemente la relativamente grande cabeza del húmero en la pequeña y poco profunda cavidad glenoidea de la escápula durante los movimientos del brazo.

*1.1.1.6 Mecanismo de la contracción muscular.* El inicio y la ejecución de la contracción muscular de acuerdo con Guyton se producen en las siguientes etapas secuenciales:

**Tabla 6.** Mecanismo de la contracción muscular

1	Un potencial de acción viaja a lo largo de una fibra motora hasta sus terminales sobre las fibras musculares.
2	En cada terminal, el nervio secreta una pequeña cantidad de la sustancia neurotransmisora acetilcolina.
3	La acetilcolina actúa en una zona local de la membrana de la fibra muscular para abrir múltiples canales de cationes “activados por acetilcolina” a través de moléculas proteicas que flotan en la membrana.
4	La apertura de los canales activados por acetilcolina permite que grandes cantidades de iones sodio difundan hacia el interior de la membrana de la fibra muscular. Esta acción provoca una despolarización local que, a su vez, conduce a la apertura de los canales de sodio activados por el voltaje, que inicia un potencial de acción en la membrana.
5	El potencial de acción viaja a lo largo de la membrana de la fibra muscular de la misma manera que los potenciales de acción viajan a lo largo de las membranas de las fibras nerviosas.
6	El potencial de acción despolariza la membrana muscular, y buena parte de la electricidad del potencial de acción fluye a través del centro de la fibra muscular, donde hace que el retículo sarcoplásmico libere grandes cantidades de iones calcio que se han almacenado en el interior de este retículo.
7	Los iones calcio inician fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, haciendo que se deslicen unos sobre otros en sentido longitudinal, lo que constituye el proceso contráctil.
8	Después de una fracción de segundo los iones calcio son bombeados de nuevo hacia el retículo sarcoplásmico por una bomba de $\text{Ca}^{++}$ de la membrana y permanecen almacenados en el retículo hasta que llega un nuevo potencial de acción muscular, esta retirada de los iones calcio desde las miofibrillas hace que cese la contracción muscular.

Nota: En la presente tabla se muestran los pasos ocurridos durante el mecanismo de la contracción muscular (Elaboración propia) (Guyton, 2016).

- **Fases de la Contracción muscular. Contracción Refleja:** “Aunque los músculos esqueléticos son denominados músculos voluntarios, ciertos aspectos de su actividad son automáticos (reflejos) por tanto fuera del control de la voluntad” (Moore, 2016). Ejemplo de ello son los movimientos respiratorios del Diafragma, controlados la mayor parte del tiempo por acumulo de concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en sangre (aunque dentro de ciertos límites podemos controlarlo voluntariamente) y el reflejo miotáctico, que

produce un movimiento al distenderse el músculo cuando es golpeado su tendón con un martillo de reflejos.

- **Contracción Tónica:** Los músculos se encuentran ligeramente contraídos, aun cuando están relajados a esto se denomina tono muscular, no produce movimiento ni resistencia activa, pero confiere al músculo cierta firmeza que ayuda a estabilizar las articulaciones y mantener su postura, mientras el músculo se mantiene dispuesto a responder a estímulos apropiados. El tono muscular está ausente solo cuando el sujeto está inconsciente como en el sueño profundo, bajo anestesia general o posterior a una lesión nerviosa que produjo parálisis (Moore, 2016).
- **Contracción Fásica:** Existen dos clases la contracción muscular 1. fásica activa o contracción isotónica (también llamado anisométrico), en la que el músculo varía su longitud en relación a la producción del movimiento y 2. la contracción isométrica, en la cual no varía la longitud del músculo. No hay movimiento, pero la tensión está aumentada por encima de los niveles tónicos, resiste la gravedad y fuerza antagónica. Esta contracción (isométrica) mantiene la postura erguida y trabaja cuando los músculos actúan en función de fijadores o coaptadores.

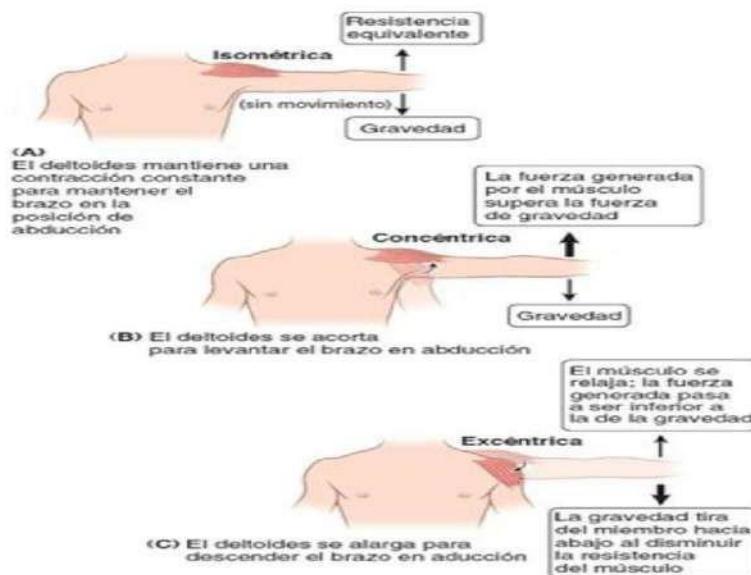
Existen dos clases de contracción isotónica:

**Tabla 7.** Contracción Isotónica

1	Contracción isotónica concéntrica	Produce movimiento resultado del acortamiento muscular
2	Contracción isotónica excéntrica	<p>En la cual el músculo se alarga mientras se contrae, experimenta una relajación controlada y gradual sin dejar de ejercer fuerza continua. Como se comenta en Moore, (2013) "las contracciones excéntricas son tan importantes como las concéntricas para los movimientos funcionales coordinados." Cuando un músculo agonista realiza un movimiento concéntrico el músculo antagonista realiza una contracción excéntrica coordinada y simultáneamente. Las contracciones excéntricas requieren menos energía metabólica con la misma carga, pero en una contracción máxima generan una tensión mucho más alta que la concéntrica hasta de un 50% más (Marieb, 2004).</p>

Nota: Se describen los dos tipos de contracción isotónica y su acción en las fibras (Elaboración propia) (Moore 2016).

**Figura 5.** Fases de la contracción muscular



Nota: En la imagen se observan las fases de la contracción y su mecanismo (Moore, 2016)

**1.1.2 Epidemiología.** La patología del manguito rotador es la tercera causa de dolor musculoesquelético e incapacidad (16%), únicamente superado por el dolor lumbar (23%) y de rodilla (19%) (Acebrón, Part, Sánchez. 2020). El dolor y la duración de los síntomas no siempre son proporcionales al tamaño de la lesión. Es sumamente frecuente, sin embargo, para hablar de prevalencia es necesario diferenciar entre las patologías específicas que involucra este término, (como la ruptura completa y la ruptura parcial) y la condición del paciente (sintomático o asintomático).

Se han observado anormalidades asintomáticas del manguito de los rotadores en el 30% de pacientes mayores de 60 años, y en el 62% de los pacientes mayores a 80 años. Se trata de una patología multifactorial en la que se asocian factores de naturaleza intrínseca (hipovascularidad y alteraciones metabólicas relacionadas con el envejecimiento), extrínseca (pinzamiento subacromial) y de origen traumático (agudo o microtraumatismos repetitivos) (Macías y col, 2015).

En estudios cadavéricos y de imagen se han descrito prevalencias de roturas parciales que varían entre un 13 y un 32%, encontrando diferencias entre los diferentes grupos de edad: en torno a un 5% en los menores de 40, un 25% en mayores de 60 y hasta un 80% en los mayores de 70.

En un estudio de Yamaguchi et al. en Estados Unidos, al evaluar pacientes con molestias unilaterales en el hombro se descubrieron rupturas unilaterales del manguito de los rotadores en el 33.8%, promediando 58.7 años de edad) y bilaterales en el 30.1% promediando 67.8 años de edad.

En un estudio en cadáveres conducido por Yamanaka y Fukada et al. se encontraron que el 7% presentaban rotura de espesor total, y el 13% rotura de espesor parcial del músculo supraespinaloso. De forma similar, Lehman et al. estudiaron cadáveres, pero dividiéndolos por

subgrupo de edad y notaron que el 30% de los pacientes mayores de 60 años y el 6% de los pacientes menores de 60 años presentaron lesiones de espesor completo del manguito de los rotadores, evidenciando así la importante correlación entre la edad y la patología.

La prevalencia real puede estar infravalorada en los estudios que únicamente tienen en cuenta las pruebas de imagen, pues se ha descrito que más de un 50% de las roturas parciales son intratendinosas y estas son más difíciles de diagnosticar en comparación con las roturas articulares o bursales, por lo que pueden pasar desapercibidas.

Afecta más frecuentemente al brazo dominante (bilateralidad en el 36%), mujeres y raza blanca (Titchener AG, et al 2014), Motta G. et al. 2014).

Su incidencia es mayor en el entorno laboral y predominantemente se da en trabajadores manuales (oficios que impliquen levantar y mantener cargas pesadas) y que requieran esfuerzos repetitivos. Se ha descrito una mayor incidencia en actividades que exijan posiciones sostenidas en abducción del hombro o con levantamiento de peso por encima de la cabeza (Longo UG, Berton A, Papapietro N, Maffulli N, Denaro V. Epidemiology 2012).

También los trabajos que impliquen vibraciones repetidas pueden desencadenar este tipo de patología (Descatha A, et al 2008).

Se ha observado una mayor prevalencia de la enfermedad del manguito rotador en trabajadores expuestos a combinaciones de factores mecánicos respecto a aquellos que solamente están expuestos a un factor. Sin embargo, no tiene que darse necesariamente la exposición de todos los factores al mismo tiempo, sino que es el número total de diferentes exposiciones lo que aumenta el riesgo de padecer la patología (Silverstein, et al. 2008).

**1.1.3 Fisiopatología.** La lesión del Manguito de los Rotadores de acuerdo con (Leong, H. Et al 2020) es considerada multifactorial, comúnmente asociada a la edad en la apreciación de Diablo, et al 2018, se describe que en personas mayores de 60 años existe cinco veces más probabilidades de lesión. La mano dominante tiene el doble de posibilidades de lesionarse por su sistema vascular significativamente comprometido más que todo en personas mayores (Arjun, et al 2017).

Se han descrito mecanismos extrínsecos dentro de los cuales figuran las variaciones anatómicas (acromion, coracoides), estilo de vida (alcoholismo, tabaquismo, enfermedades metabólicas), y mecanismos intrínsecos como edad, microtraumatismo, alteración microestructural del colágeno, genética, cambios vasculares y carga alterada (sobreuso de la extremidad dominante). Existe un fuerte vínculo entre factores extrínsecos e intrínsecos, como ejemplo el decremento temporal de la distancia acromio-humeral e inflamación del tendón supraespinal que resulta de la fatiga muscular del Manguito de los Rotadores, lo que lleva a una disminución del espacio subacromial y por consiguiente compresión tendinosas.

Otras etiologías que se relacionan son la homeostasis del tejido normal y vías de eliminación de células dañadas, si se presenta alguna alteración en alguno de estos procesos, puede dar como resultado daño en los tendones.

Entre las etiologías traumáticas destaca la luxación de hombro, que tiene fuerte relación con la ruptura aguda de tendones del Manguito de los Rotadores, 54% en edades 40-87 años y un 49% en edades de 60-89 años.

*1.1.3.1 Factores predisponentes.* En la bibliografía se describen múltiples factores de riesgo, dentro de los cuales se menciona la edad, sexo, tabaquismo, enfermedades metabólicas, postura y ocupación. A continuación, se enlistan los factores de riesgo descritos por (Rueda y col, 2016.

**Tabla 8.** Factores de Riesgo predisponentes

---

Edad: es el factor de riesgo más importante para el desarrollo de lesión del manguito de los rotadores, principalmente se presenta en adultos mayores de 60 años.

---

Sexo: se ha demostrado que ambos sexos están igualmente predispuestos a presentar lesiones, sin embargo, se descubrió un incremento de la prevalencia de la ruptura de espesor total asintomática en mujeres que se encontraban en periodo de postmenopausia.

---

Tabaquismo: la nicotina es un vasoconstrictor que conduce a hipoperfusión de tejidos, en el manguito de los rotadores se va a presentar principalmente en la zona crítica tendinosa que se ubica 15mm de la inserción del músculo infraespínoso y supraespínoso. En un estudio de Baumgartner et al, en 586 pacientes que presentaban dolor unilateral en el hombro, se obtuvo un historial de tabaquismo en el 61.9% de los pacientes con un promedio de 23.4 años de fumar 1.25 paquetes por día por lo que concluyeron que fumar afecta negativamente la vascularización de los tendones.

---

Enfermedades metabólicas: la hipercolesterolemia (depósitos de colesterol) tiene una relación muy estrecha con la ruptura tendinosa. La diabetes (el estado hiperglucémico) afecta la organización reticular del colágeno del tendón lo que disminuye la contención de proteoglicanos. Se ha demostrado que los pacientes diabéticos tienen movilidad limitada de la articulación del hombro y reducción de la fuerza muscular con una función deteriorada

---

Ocupación y postura: personas dedicadas a trabajos que involucren vibración, movimientos por encima del nivel de los hombros (Leong, H. Fu, S. He, X., Yamamoto, N. Yung, S. (2020), uso muy frecuente y activo de mano dominante, han demostrado alta asociación con lesiones del manguito de los rotadores. Una mala postura es un factor de riesgo independiente para lesiones sintomáticas o sintomáticas, personas con hipercifosis e hiperlordosis y adultos mayores son los más afectados. El pinzamiento es un factor de riesgo directo e independiente, ya que crea disminución del flujo vascular lo que ocasiona tendinitis y alteraciones de la función vascular.

---

Nota: Descripción de los factores de riesgo predisponentes que influyen en la incidencia de las tendinopatías fibras (Elaboración propia) (Rueda 2016).

*1.1.3.2 Clasificación de lesiones.* Si bien el concepto de “Enfermedad del Manguito de los Rotadores” involucra un amplio espectro de patologías como el pinzamiento subacromial, bursitis, rupturas parciales, totales y masivas, y artropatía de la articulación gleno-humeral, al hablar de lesiones del manguito de los rotadores propiamente, destacan la tendinitis y las rupturas de espesor parcial, completo y masivo.

De acuerdo con Craig R, et al 2020). Las rupturas tendinosas se definen como desgarros o separaciones de 1 o más de los tendones del Manguito de los Rotadores de su inserción en el húmero, que varían en tamaño y pueden ser agudas o crónicas.

Las rupturas parciales y totales usualmente son lesiones crónicas debido a degeneración y desgaste tendinoso, sin embargo, los tendones pueden sufrir lesiones agudas posteriores a trauma.

Actualmente existen muchos sistemas de clasificación para las lesiones, sin embargo, en palabras de Lädermann A, et al 2016) no existe un consenso claro acerca de cuál clasificación se debe utilizar.

En un estudio del Comité de Artroscopia y el Comité de Extremidad Superior de la ISAKOS se llegó a la conclusión de que para que una clasificación sea universal y de uso estandarizado, debía incluir el tamaño del desgarro, el número de tendones lesionados, calidad del tendón, forma del desgarro y valoración de la atrofia muscular e infiltración grasa por medio de RMN o tomografía computarizada (TC), sin embargo de acuerdo con Alfaro Pacheco, et al 2021) en ninguna de las clasificaciones más utilizadas para ruptura del manguito rotador hasta el momento incluye todos estos parámetros. Dentro de las más utilizadas se encuentran la DeOrio, la de Ellman y la de Harryman aparecen todos los parámetros mencionados.

A continuación, se detallan las principales lesiones del Manguito de los Rotadores:

**Tabla 9.** Clasificación de Lesiones del Manguito Rotador

<b>DeOrio (1984)</b>		<b>Ellman (1995)</b>		<b>Harryman (1991)</b>	
Tipo	Tamaño	Tipo	Forma	Tipo	Característica
Pequeño	<1 cm	1	creciente mínimo retracción	1	Supraespinoso A: lesión de espesor parcial B: lesión de espesor completo
Medio cm	entre 1 y 3	2	en forma de L inversa	2	Supra + Infraespinoso
Largo cm	entre 3 y 5	3	en forma de T	3	supra e infraespinoso + subescapular
Masivo	> 5 cm	4	trapezoidal	4	rotura masiva con Artropatía.
		5	rotura masiva		

Nota: Se describen las principales clasificaciones de lesiones del manguito rotador según tamaño del desgarro, espesor, forma del desgarro y número de tendones lesionados. (Elaboración propia) (Moreno A, 2016)

**1.1.3.3 tendinitis del manguito de los rotadores.** Es inevitable plantear la de tendinitis sin mencionar el Síndrome de Pinzamiento Subacromial como el principal mecanismo extrínseco de lesión. Este síndrome clínico consiste en el atrapamiento doloroso del tejido blando en el espacio subacromial, donde la abducción de la extremidad genera un contacto anormal entre el Manguito de los Rotadores y el borde inferior y anterolateral del Acromion, que con el tiempo va a resultar en inflamación tendinosa (tendinitis) especialmente del músculo Supraespinoso (Garving et al, 2017).

La sintomatología es progresiva, caracterizada principalmente por dolor en la región deltoidea (porción anterior, superior y lateral del hombro específicamente) que se agrava al realizar actividades por encima del nivel del hombro en actividades diarias, laborales o deportivas (Carreño, 2016)

- **Rupturas de espesor parcial.** A pesar de que las rupturas de espesor parcial son una causa frecuente de dolor e impotencia funcional en el hombro adulto, y son de dos a tres veces más frecuentes que las rupturas de espesor total.

Clásicamente se les ha clasificado de acuerdo a la localización de la ruptura en Articulares, Bursales e Intraglucosomas que posteriormente se clasifican según la profundidad afectada.

- **Articulares.** Se observan desde la articulación glenohumeral, en dirección de inferior a superior. Son las más frecuentes y usualmente involucran la porción posterior del músculo supraespinoso y la porción superior del infraespinoso. Aunque el pinzamiento interno tiene un rol fundamental en este tipo de lesión, se ha comprobado la existencia de una zona hipovascular en la zona articular del tendón que lo predispone a sufrir lesiones.
- **Bursales.** Se observan desde la zona subacromial, en dirección de superior a inferior. Son menos frecuentes y se originan a partir de pinzamientos externos y la degeneración crónica que viene con el proceso de envejecimiento.
- **Intraglucosomas.** Se describen como una variación de las articulares, donde la inserción tendinosa parece estar intacta, pero hay una lesión intraglucosa de espesor parcial
- **Rupturas de espesor completo.** Estas lesiones se pueden clasificar en cuatro grupos principales; con afectación ósea (tipo A), tendinosa (tipo B), en unión miotendinosa (tipo C) y por insuficiencia muscular (Tipo D) de acuerdo con la clasificación descrita por Lädermann A, et al 2016).

**Tabla 10.** Clasificación de la lesión según su tipo

Tipo A	Infrecuentes, se refieren a aquellas lesiones de espesor total que involucran alguna de las tuberosidades humerales como fracturas (avulsiones), no-uniones, o insuficiencias óseas.
Tipo B	Las más frecuentes, típicamente se clasifican según el tamaño del desgarro en centímetros o el número de tendones afectados, así como el patrón de la ruptura (en medialuna, en forma de “U” o en forma de “L”).
Tipo C	Son raros, más frecuentemente del músculo supraespinoso y usualmente de origen traumático.
Tipo D	toma en cuenta la infiltración grasa, la neuropatía del nervio Supraescapular, o tumores, que puedan afectar la “calidad” muscular y llevar a rupturas completas

Nota: Se muestra la clasificación de la lesión tendinosa según el tipo y la frecuencia con que podemos encontrarlas. (Elaboración propia) (Lädermann, 2016).

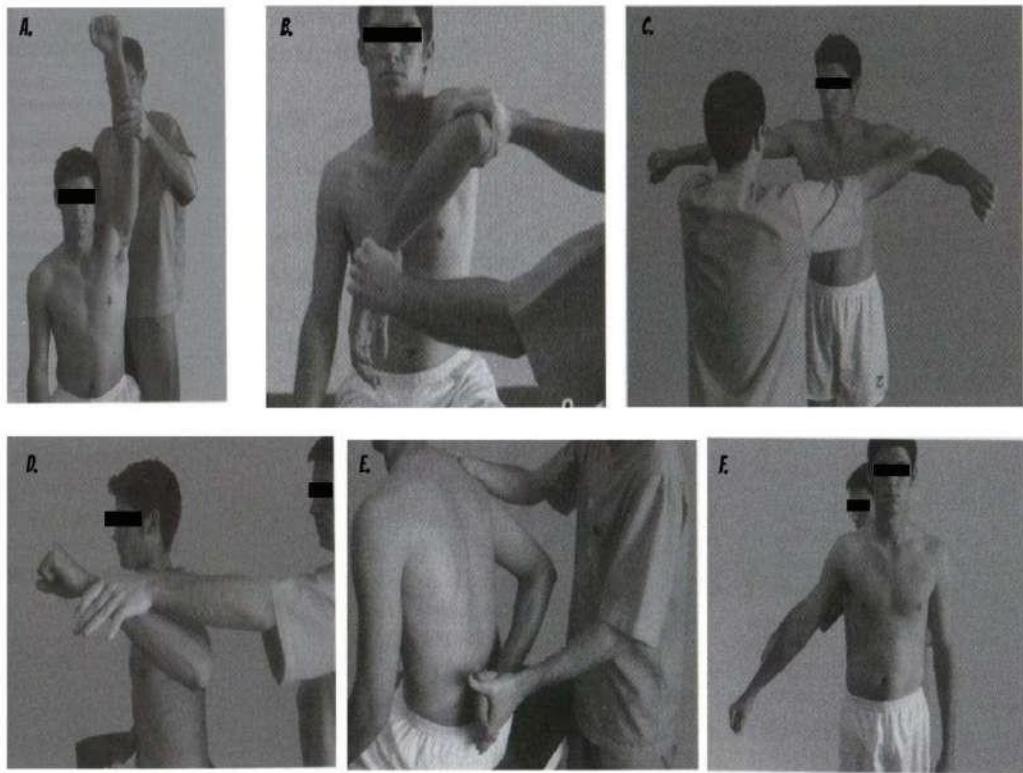
*1.1.3.4 Diagnóstico.* Una historia clínica detallada es necesaria para evaluar cualquier patología de hombro. Entre la sintomatología más frecuente se encuentran el dolor crónico, usualmente entre los 70° y 120° de elevación (que puede ser leve o severo) en la región anterior y lateral del hombro, así como debilidad (Garving C, et al 2017). Sin embargo, la ausencia de estos síntomas no descarta la patología del manguito de los rotadores. El examen físico debe incluir la palpación de puntos dolorosos a la altura de la tuberosidad mayor, inspección de la articulación acromioclavicular, del tendón de la cabeza larga del bíceps, y de los músculos supraespinoso e infraespinoso para valorar posible atrofia de acuerdo con Liu J, et al. 2018). Todos los componentes del Manguito de los Rotadores deben ser examinados por medio de pruebas físicas diseñadas para aislar su función:

**Tabla 11.** Pruebas Funcionales

<b>Signo de Neer</b>	El examinador estabiliza la escápula del paciente con una mano, y procede a elevar pasivamente la extremidad del paciente (abducida 30°, con el codo extendido y ligera rotación interna de la muñeca) con la otra mano. Se considera positiva si existe dolor en la región anterior o lateral del hombro al sobrepasar los 90° debido a que la tuberosidad mayor comprime el tendón supraespinoso contra el arco coracoacromial.
<b>Prueba de Neer</b>	Posterior a presentar un signo de Neer positivo, se puede infiltrar el espacio subacromial con 5 a 10 ml de Lidocaína. Si hay una mejoría de los síntomas entonces la patología se encuentra a nivel del espacio subacromial.
<b>Prueba de Hawkins-Kennedy</b>	el paciente coloca el brazo aducido, con 90° de elevación, y el codo flexionado 90°. El examinador estabiliza la escápula y procede a realizar una rotación interna forzada del brazo del paciente que resulta dolorosa si existiera un pinzamiento del músculo Supraespinoso.
<b>Prueba de Jobe</b>	(“Lata vacía”): el paciente coloca ambas extremidades superiores con el brazo abducido 30° y elevado 90°, y el codo extendido completamente. Se le pide al paciente que haga rotación interna máxima (como si estuviera vaciando una lata) y que intente elevar ambas extremidades contra la resistencia que el examinador ejerce sobre sus muñecas. La prueba es positiva si existe dolor o debilidad en alguna de las extremidades.
<b>Prueba de rotación externa contra resistencia, también llamada maniobra de Patte</b>	el paciente coloca su brazo en aducción y flexiona el codo 90°, procede a realizar rotación externa contra resistencia impuesta por el examinador. Si existe debilidad se considera positiva y orienta hacia lesión del músculo Infraespinoso.
<b>Prueba de “Lift-Off” o prueba de Gerber</b>	El paciente coloca el brazo en rotación interna y con el codo flexionado por detrás de la espalda, luego intenta despegar la extremidad de la zona lumbar y mantenerla separada. La prueba es positiva si hay inhabilidad para mantener la posición y orienta hacia patología del músculo Subescapular.
<b>Prueba de Codman (“De Caída”)</b>	El examinador eleva la extremidad del paciente pasivamente hasta los 120°- 140°, con el brazo abducido 30° y el codo extendido completamente, luego retira la ayuda y se le pide al paciente que sostenga esa posición. La prueba es positiva si es incapaz de sostener esa posición y orienta hacia una deficiencia importante de los músculos supraespinoso e infraespinoso.

Nota: En la tabla se muestran las principales pruebas funcionales a tomar en cuenta y su correcta ejecución (Elaboración propia) (Liu et al, 2018).

**Figura 6.** Pruebas Funcionales



Nota: En la figura se puede observar la ejecución de las siguientes pruebas funcionales.

- A) Prueba de Neer B) Prueba de Hawkins-Kennedy C) Prueba de Jobe D) Prueba de Patte  
E) Prueba de Lift Off o Gerber F) Prueba de Codman o de la Caída. (Elaboración Propia) (Jurado, 2002)

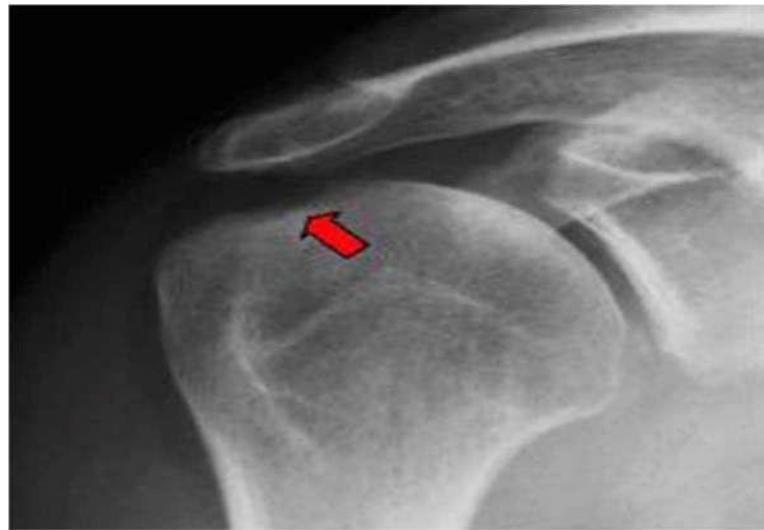
De estas pruebas, la más sensible (68.4%) es la de Jobe (“Empty Can”) y las más específicas son “Lift-Off” y Codman (100%) para rupturas del manguito de los rotadores en general (Nathan, et al 2015). La prueba de Hawkins es bastante sensible (83%) pero poco específica (23%). Estas pruebas por sí solas tienen una baja especificidad y sensibilidad, pero al utilizarlas juntas resultan indispensables en el diagnóstico diferencial de la patología.

Para establecer el diagnóstico definitivo es necesario realizar pruebas de imágenes radiológicas de acuerdo con Garving C, et al 2017).

- **Radiografía simple:** las radiografías son estándar en la evaluación inicial de cualquier patología de hombro. La serie convencional de hombro consiste en

una proyección AP, una axilar y una escapular en Y. Permiten valorar el estado del arco coracoacromial, la articulación acromioclavicular, la localización de la cabeza humeral, y cualquier cambio esclerótico o quístico de la tuberosidad mayor.

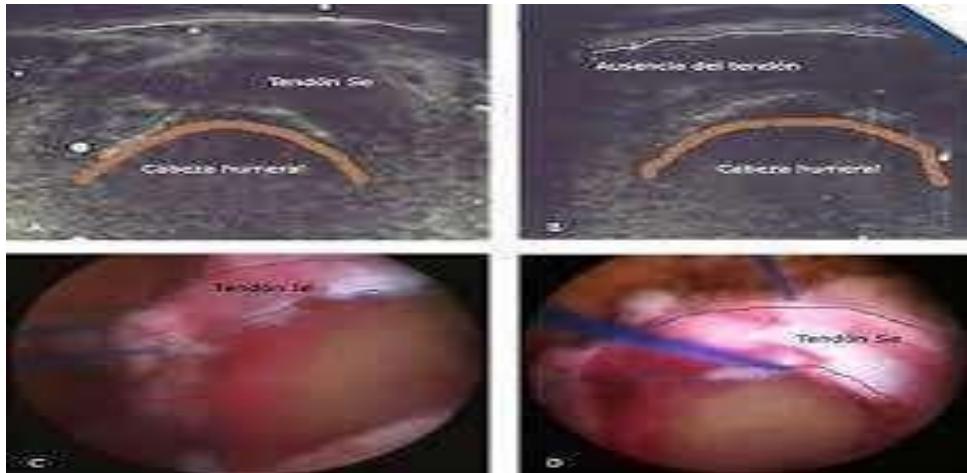
**Figura 7.** Rayos X



Nota: En la imagen se muestra una imagen anteroposterior (AP) de hombro en imagenología de rayos X (Botella y col, 2008).

- **Ultrasonografía:** El ultrasonido ha mostrado una buena sensibilidad y especificidad (84% y 89%) para la evaluación de rupturas parciales y totales, sin embargo, su efectividad depende de la capacidad y experiencia del operador. Permite visualizar cambios tendinosos iniciales, especialmente del Supraespinoso.

**Figura 8.** Ultrasonido



Nota: Se muestra en la imagen con ultrasonido la de rotura del manguito rotador (García, 2020).

- **Resonancia magnética:** la RMN continúa siendo el gold standard para el diagnóstico de lesiones del Manguito de los Rotadores. Se ha vuelto el método más utilizado para estas patologías debido a su alta sensibilidad y especificidad (92% y 93%). Brinda información del tamaño de la ruptura, la extensión, la retracción, infiltración grasa, y atrofia muscular.

**Figura 9.** Resonancia Magnética



Nota: En la imagen mediante una resonancia magnética se muestra la rotura tendinosa del manguito rotador (Especializado, 2016).

**1.1.4 Abordajes.** Un alto porcentaje de las lesiones del Manguito de los Rotadores evolucionan de manera favorable aplicando medidas del tipo conservador, sin embargo, cuando no es el caso se recurre a medidas terapéuticas más invasivas como lo es la cirugía. Medidas conservadoras tales como el tratamiento con analgésicos o antinflamatorios, ejercicios de estiramiento, y cambios en la postura, son beneficiosos hasta en un 50% de los pacientes de acuerdo con el estudio de (Gómez P, et al 2017). En casos donde el tiempo de cronicidad es mayor a 6 meses y el tamaño de la ruptura es mayor a 3 cm, el manejo conservador no va a ser tan efectivo.

Otra opción terapéutica conservadora son las inyecciones locales que generalmente se utilizan en pacientes con sintomatología importante que no responde a los antiinflamatorios orales como lo describen Lin K, et al 2018). Comúnmente se han utilizado corticosteroides como Triamcinolona y Metilprednisolona, sin embargo, se han descrito otras opciones como el Plasma Rico en Plaquetas (PRP) y las Células Madre Mesenquimatosas (MSC) que han ganado popularidad, aunque la evidencia existente de su eficacia es limitada. Las roturas traumáticas con presencia de pseudoparálisis o rupturas de una extensión mayor de 3cm son indicaciones de intervención quirúrgica temprana, para evitar problemas futuros de funcionalidad de los pacientes. La preparación preoperatoria demuestra beneficios importantes en la recuperación postoperatoria, tener en cuenta factores como la edad, tiempo y evolución del dolor, localización, deporte y actividad laboral ayudan a escoger la intervención quirúrgica más beneficiosa para el paciente.

En un estudio meta-análisis se comparó el manejo conservador (uso de esteroides, fisioterapia) y el quirúrgico incluyendo procedimientos como la reparación del tendón del músculo supraespinoso combinada con acromioplastia, tenotomía de la cabeza larga del bíceps, llegando a concluir que la evidencia es escasa para demostrar que la cirugía es más

eficaz que el tratamiento conservador si se decide intervenir tempranamente al paciente, antes de darle oportunidad al tratamiento conservador, por lo tanto recomiendan que este sea la primera elección de tratamiento, al menos que la lesión ya sea de indicación quirúrgica definitiva (Ryösä y col 2016).

**1.1.5 Tratamiento fisioterapéutico.** El tratamiento variará según la presentación del paciente, paciente que se presenta en el posoperatorio versus paciente que se presenta para un tratamiento conservador y sus características únicas tales como la edad, antecedentes de alto nivel de actividad o estilo de vida sedentario. Dependiendo el estadio y la evolución del tratamiento los objetivos podrán variar. De acuerdo con el metaanálisis coordinado por (Lombara et al, 2021). Se pueden plantear los siguientes objetivos con sus respectivas técnicas fisioterapéuticas.

- Cuando el objetivo es eliminar o disminuir el dolor y la infamación se mantiene el uso de bolsas de hielo. Terapia de ondas de choque extracorpóreas de alta energía son eficaces para tratar el dolor de la tendinosis no calcificada. Movilizaciones grados I y II para dolor. Descanso y evitación de factores agravantes, educación postural y ejercicios posturales suaves para comenzar a mejorar la alineación de la cintura escapular y promover la mecánica adecuada; modificación de la posición para dormir.
- Para mejorar la movilidad y el ROM del hombro, restaurar el ritmo escapulo humeral adecuado y aumentar la fuerza de los músculos del manguito rotador. En la fase aguda/subaguda, el tratamiento puede consistir en ejercicios suaves de ROM, Codman (ejercicios de péndulo), ROM de asistencia activa y estiramiento de la cápsula posterior y/o inferior.
- Las actividades de resistencia del hombro (ergómetro para la parte superior del cuerpo) se pueden usar al principio del programa de tratamiento para facilitar una

mejor resistencia muscular. Se debe tener cuidado para evitar actividades agravantes como los ejercicios por encima de la cabeza, especialmente al principio del programa de tratamiento. El paciente debe ser monitoreado cuidadosamente para asegurar la técnica adecuada, evitar la sustitución, el aumento de la fatiga muscular, el ritmo escapulohumeral deficiente y el aumento de la traslación humeral.

Fortalecimiento de estabilizadores (dorsal ancho, romboides, serrato anterior y trapecio medio e inferior). Por último, hay una progresión gradual a ejercicios de estabilidad dinámica, pliométricos y de regreso al trabajo o al deporte/actividad específica.

- Agentes físicos y modalidades mecánicas como la bolsa de calor húmedo para aumentar la elasticidad de los tejidos antes de la terapia manual y los ejercicios de estiramiento. El ultrasonido no proporciona beneficios adicionales sobre el ejercicio por sí solo.
- Terapia manual para resolver artrocinemáticas restringidas de la articulación escapular y/o del hombro. Debe prestarse especial atención a la movilidad de la cápsula articular posterior. El ejercicio con la adición de movilización da como resultado una mejoría mayor del dolor y la discapacidad.
- Cuando el objetivo es regresar al nivel anterior de función y corregir anomalías posturales es necesario trabajar el entrenamiento funcional, ejercicios de fortalecimiento funcional y estabilización escapular para los movimientos de las extremidades superiores en las actividades diarias. Se pueden utilizar técnicas de para mejorar la postura, además de educar al paciente para una correcta alineación postural en reposo y durante la actividad.

**Figura 10.** Tratamiento fisioterapéutico



Nota: En la imagen se ilustran algunas de las opciones terapéuticas dentro del tratamiento fisioterapéutico para la tendinitis. A) Ondas de choque extracorpóreas

B) Crioterapia,

C) Entrenamiento funcional D) ejercicios de Codman (Elaboración propia)  
(Medicina y fisioterapia 2014)

## 1.2 Antecedentes específicos

**1.2.1 Ejercicios de Codman.** Dentro del tratamiento cinesiterapéutico se encuentran los ejercicios de Codman, descritos por Ernest Amory Codman. Estos ejercicios consisten en realizar movimientos pendulares de los miembros superiores, los cuales están suspendidos libremente, en ellos no se realiza ninguna acción muscular en el hombro a causa de que se presenta un 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.

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.

Con respecto al dolor, debe considerarse que todo acto terapéutico que sistemáticamente produzca un fenómeno doloroso debe interrumpirse inmediatamente. 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.

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.

**1.2.2 Efectos de los ejercicios de Codman.** A continuación, se describen los efectos que se han documentado de los ejercicios de Codman

*1.2.2.1 Efectos fisiológicos.* 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, 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 peri articulares (Suarez, 2012)

*1.2.2.2 Efectos sobre el tejido muscular.* 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. 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. (Suárez, 2012).

*1.2.2.3 Efectos 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 estructuras se comportan entre ellas y respecto de los otros elementos como planos de deslizamiento que son indispensables mantener gracias al juego articular. (Suárez, 2012).

*1.2.2.4 Efectos sobre el 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. (Suárez, 2012).

*1.2.2.5 Efectos en el sistema tegumentario.* 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. (Suárez, 2012)

*1.2.2.6 Efectos psicológicos.* Como explica (Suárez, 2012) “Permiten 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”.

Las movilizaciones pasivas se ejecutan con fines ya sea preventivos, manteniendo 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.

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

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 hélice de los centros. Este fenómeno contribuye también a la existencia de los movimientos de deslizamiento y de rodamiento.

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.

Lo importante del deslizamiento es poder reducir el desplazamiento fisiológico articular y disminuir las presiones impuestas al cartílago.

**1.2.3 Ejecución.** Dentro de la cinesiterapia se encuentran los conocidos y muy utilizados ejercicios de Codman descritos por Ernest Amory Codman, cuyos ejercicios consisten en realizar movimientos pendulares de los miembros superiores, mismos que están pendiendo libremente sin generar ninguna acción muscular en el hombro; el desplazamiento de la extremidad es el resultado del balanceo suave y rítmico del tronco. Estos ejercicios son utilizados principalmente en pacientes que presentan hombro doloroso y que cursan por la etapa aguda del mismo. Los ejercicios de Codman utilizan la fuerza de la gravedad para traccionar o distraer el húmero de la fosa glenoidea lo que provoca una disminución del dolor por efecto de la tracción suave generada; cabe destacar que en la primera fase de estos ejercicios no se utiliza peso para evitar una exacerbación del dolor o mayor daño al tejido periarticular (Suárez, 2012).

Para una correcta ejecución de los ejercicios de Codman se describe lo siguiente:

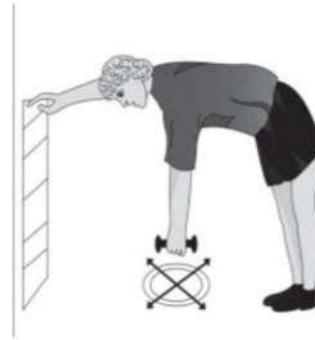
- El paciente o usuario debe encontrarse en bipedestación (de pie) con el tronco en flexión de 90°, la espalda relajada y el miembro superior afecto suspendido hacia abajo en una posición entre 60° y 90° de flexión.
- El movimiento pendular se inicia cuando el paciente mueve el tronco ligeramente hacia adelante y atrás sucesivamente y consecutivamente hacia los lados.
- Si el paciente no es capaz de mantener el equilibrio inclinado hacia adelante puede apoyarse de algún objeto como una silla, mesa, etc.

Se pueden realizar movimientos de flexión, extensión, abducción horizontal, aducción y circunducción para así aumentar el arco de movilidad a tolerancia.

Como menciona (Suárez, 2012) “a medida que avanza la intervención se puede adicionar un peso a la mano, de forma que se provoque mayor fuerza de tracción de la articulación gleno-humeral”. (Ver Figura 9)

Sólo se utilizan cargas cuando las maniobras conjuntas de estiramiento se indican al final de la fase aguda y crónica y sólo si la escápula es fijada por el fisioterapeuta o por un cinturón colocado alrededor del tórax y la escápula, debemos tener en cuenta que no debemos sobrepasar un peso por arriba de las cinco libras, esto con el fin de generar una tracción que no cause daño, lesión en el hombro o exacerbación del dolor.

**Figura 11.** Ejercicios de Codman con peso



Nota: En la imagen se muestra la realización de los ejercicios de Codman con peso para progresar el tratamiento y lograr una mayor tracción (Suárez, 2012).

Los ejercicios de Codman con peso se han descrito de dos maneras una llamada ejercicios de Chandler y otra llamada ejercicios de Sperry.

#### Postura del ejercicio pendular de Chandler

Originalmente se emplea una camilla especial que tiene un agujero a nivel del hombro por donde el paciente introduce el miembro afectado, mientras que el fisioterapeuta realiza las movilizaciones o se puede realizar en una camilla estándar; en ambos casos el paciente está

acostado en decúbito prono, pegado al borde de la camilla, el brazo afecto pende o cuelga perpendicular al suelo, con un peso de 2.5 Kg sostenido pasivamente atado a la muñeca, este peso está determinado para una persona de 70 Kg de peso, por lo que variará según el peso de la persona.

El fisioterapeuta le moviliza pasivamente el miembro, se balancea el brazo lesionado en flexión, extensión, movimiento lateral y rotación; esta posición es la mejor, en esta se logra una mayor relajación muscular alrededor del hombro, permite mayor amplitud del movimiento por el estiramiento del tejido conectivo de la articulación del hombro y mayor descoaptación. Realmente el ejercicio original se hace en una camilla que dispone de un agujero por donde el paciente acostado introduce el miembro superior.

**Figura 12.** Ejercicios de Chandler



Nota: En la imagen se observa la ejecución de los ejercicios de Chandler (Martín 2014)

Según Martín 2014 se describe el posicionamiento de Sperry. “Paciente inclinado hacia adelante flexionando el tronco en ángulo recto, con el antebrazo apoyado sobre una mesa o silla y el brazo afecto se balancea sin que exista actividad muscular de la articulación glenohumeral. El cuerpo siempre está en actividad, aunque balanceando pasivamente el brazo afectado en flexión, extensión, movimiento lateral y rotación; con esto se logra la tracción de la articulación glenohumeral, estiramiento de la cápsula, disminución del encogimiento por elevación de la escápula impuesto por la gravedad sobre la postura vertical y se evita la

abducción activa; la mano no sostiene peso alguno ya que esto produce contracción muscular del brazo y del hombro”.

**Figura 13.** Ejercicios de Sperry



Nota: En la imagen se describe visualmente la aplicación de la técnica de los ejercicios de Sperry (Martín 2014)

Para efectos del presente estudio, una vez que ha sido revisada la ejecución de la técnica de Codman y sus variantes con peso, será de gran importancia implementar un complemento a la técnica en la que se solicite el movimiento activo de la flexo-extensión, de la abducción-aducción o circunducción del hombro, aunado al posicionamiento descrito por la técnica para que se pueda integrar la reparación tendinosa como complemento de la técnica de espaciamiento articular en la fase excéntrica de la contracción.

**1.2.4 Precauciones. 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.**

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.

Solo se debe utilizar carga cuando las maniobras conjuntas de estiramiento se indican al final de la fase aguda y crónica, y sólo si la escápula es fijada por el fisioterapeuta o un cinturón colocado alrededor del tórax y la escápula.

Cuando se decide agregar peso se debe tener en cuenta no sobrepassar 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. (Suárez, 2012).

**1.2.5 Contraindicaciones. De acuerdo con (Piñero et al 2014). Las contraindicaciones de la técnica de Codman y de sus variantes con peso en patologías de hombro son las siguientes:**

- Procesos infecciosos agudos
- Fracturas en su período de consolidación
- Articulaciones muy dolorosas
- Anquilosis establecida

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

Las tendinopatías del manguito rotador producen dolor, disminución de fuerza muscular y limitación en los movimientos. Si se está en el entendido que la función principal del hombro es poder acercar o alejar objetos del tronco, la limitación funcional es importante. Se ha sugerido también que los ejercicios en la fase excéntrica son los que tiene mayor indicación y evidencia en lesiones tendinosas por lo que es importante este argumento en la aplicación de los ejercicios pendulares de Codman.

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

La tendinitis de hombro es una de las causas que origina dolor en esta articulación, afectando la realización de actividades cotidianas que involucran el movimiento de esta área del cuerpo de quien la padece. La tendinitis de hombro afecta principalmente los tendones y músculos del manguito rotador: supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor. El manguito rotador es un elemento fundamental que proporciona la estabilidad de la articulación del hombro. Su composición por medio de un grupo de cuatro tendones y músculos permite tener movilidad para realizar tareas cotidianas, además ayuda a mantener la cabeza del húmero centrada durante el movimiento del hombro.

La rotura de los componentes del manguito de los rotadores es una de las causas más frecuentes de dolor musculoesquelético y discapacidad. Asimismo, se la considera la patología de tejidos blandos más prevalente en el hombro. La patología del manguito de los rotadores está asociada con la edad y este proceso degenerativo se inicia a partir de la cuarta década de la vida. Además, se la puede clasificar por el tiempo de evolución (aguda o crónica), la etiología (traumática o degenerativa) y el tamaño del desgarro (parcial o completo) (Revista Médica Sinergia, 2021).

La fisioterapia convencional ha utilizado técnicas tales como ultrasonido terapéutico, la terapia de ondas de choque extracorpóreas, el láser de bajo nivel, la terapia de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea, la terapia de campo electromagnético pulsado (magnetoterapia), para atender las tendinopatías. El ejercicio también ha sido utilizado como alternativa terapéutica.

Los ejercicios de Codman han estado tradicionalmente indicados para mejorar la sintomatología de la capsulitis adhesiva, el síndrome de hombro congelado, para cualquier dolor por compresión y en los casos en los que se presenta disminución de la movilidad del hombro. Sin embargo, no se ha estudiado el efecto terapéutico que pueden ocasionar sobre los tendones, enfocándose en la fase excéntrica del ejercicio.

Por ello la pregunta de investigación que sobreviene como guía de esta investigación es:

¿Cuáles son los efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman agregando una fase excéntrica en pacientes de 40 a 60 años con tendinopatía del manguito rotador?

## 2.2 Justificación

Los trastornos del hombro son problemas musculoesqueléticos comunes en la sociedad occidental, con una prevalencia en 1 año del 47 % y una prevalencia de por vida de hasta el 70%. Una de las causas comunes del dolor de hombro son las tendinopatías del manguito rotador, que se caracterizan por dolor y debilidad durante la rotación externa y la elevación.

La tendinopatía del manguito rotador es un término general que incluye diferentes condiciones del hombro que afectan estructuras subacromiales, como tendinitis del manguito rotador, tendinosis, bursitis subacromial y síndrome de impingement o pinzamiento del hombro (SIS).

La tendinopatía del manguito rotador es refractaria a los tratamientos, resulta en actividades deterioradas de la vida diaria y tiene un importante impacto en la carga socioeconómica debido a la pérdida de trabajo y costos de tratamiento.

El manejo de la tendinopatía del manguito rotador es principalmente conservador. Revisiones sistemáticas recientes y meta-análisis han mostrado pruebas bajas o limitadas de que las terapias pasivas, como el ultrasonido terapéutico, la terapia de ondas de choque extracorpóreas, el láser de bajo nivel, la terapia de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea, la terapia de campo electromagnético pulsado, así como las inyecciones de plasma rico en plaquetas y corticoesteroides sean efectivas para la tendinopatía del manguito rotador. Estas terapias pasivas trabajan principalmente en alivio de los síntomas, pero pueden no aliviar el estrés mecánico de las patologías tendinosas.

La terapia de ejercicios ha demostrado ser eficaz para reducir el dolor y mejorar la

función en la tendinopatía del manguito rotador. Sin embargo, aproximadamente el 40% de los pacientes con este tipo de tendinopatía no responde al tratamiento conservador y más de la mitad de los pacientes reportan dolor recurrente y persistente a largo plazo (J. Rehabil Med, 2019).

Encontrar el tratamiento exitoso para la tendinopatía del manguito rotador es un gran reto; por lo tanto, es esencial identificar los riesgos y los factores que se asocian con ella para el desarrollo de intervenciones más efectivas.

Por ello se retoman los ejercicios de Codman, para verificar el hecho de la reparación tendinosa agregando una fase excéntrica que mejoren la condición no sólo de los síntomas sino también que colabore en la reparación tisular y en el desvanecimiento de las causas.

## 2.3 Objetivos

**2.3.1 Objetivo general.** Plantear los efectos terapéuticos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años de edad a través de revisión documental actualizada.

**2.3.2 Objetivos específicos.** Describir las deficiencias funcionales de la tendinopatía del manguito rotador mediante búsqueda bibliográfica para conocer sus alteraciones mecánicas.

- Explicar los efectos terapéuticos de los ejercicios de excéntricos para determinar su aplicación en el tratamiento de lesiones de hombro a través de

revisión de artículos científicos.

- Justificar el uso de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años mediante revisión documental actualizada

## **Capítulo III**

### **Marco metodológico**

En este capítulo se describe con claridad el proceso de investigación, planteando sus bases y la forma de realizar la búsqueda electrónica en distintas fuentes confiables para obtener la información de manera correcta y dar a conocer el método de estudio que dirige la presente investigación.

#### **3.1 Materiales**

Esta investigación se realizó por medio de una búsqueda de diferentes artículos que describen las tendinopatías del manguito rotador, su clasificación, los diferentes abordajes y la descripción de los ejercicios de Codman, para poder recopilar los más relevantes y actualizados, basada en la técnica documental de tipo explicativo, mediante la clasificación de artículos de revisión, revistas médicas y fisioterapéuticas, los portales de búsqueda utilizados fueron Scielo, PubMed, Elsevier, EBSCO, Dialnet, PEDro, Medigraphic y Google académico, (Ver tabla 12) publicados entre 2,017 y 2,022 y libros con antigüedad no mayor a 10 años, páginas gubernamentales u oficiales actualizadas. Y se utilizaron palabras clave como, ejercicio excéntrico, tendinopatía, fortalecimiento muscular, manguito rotador, ejercicios de

Codman, Rotator, Cuff, eccentric exercise, ejercicios pendulares, para lograr un mejor resultado durante el análisis.

**Tabla 12.** Base de Datos

Base de datos	Descripción	Fuente
<b>EBSCO</b>	Base de datos que ofrece textos completos, índices y publicaciones periódicas académicas que cubren diferentes áreas de las ciencias y humanidades. Sus colecciones están disponibles a través de EBSCO host, en un sistema en línea	(Ebsco, 2022)
<b>SCIELO</b>	Es un modelo para la publicación de revistas científicas en Internet. Su objetivo principal es aumentar la difusión y visibilidad de la ciencia generada en Latinoamérica, el Caribe, España y Portugal	(Scielo, 2009)
<b>Elsevier</b>	Es una empresa de análisis de información global que asiste a instituciones y profesionales en el progreso de la ciencia, cuidados avanzados en materia de salud, así como mejorar la ejecución de los mismos para el beneficio de la humanidad.	(Elsevier, 2022)
<b>Dialnet</b>	Este se constituye como un portal que recopila y proporciona acceso fundamentalmente a documentos publicados en España en cualquier lengua, publicados en español en cualquier país o que traten sobre temas hispánicos	(Dialnet, 2022)
<b>Medigraphic</b>	Es una empresa editorial especializada en las ramas de la biomédica y científico con 30 años de experiencia	(Medigraphic, 2022)
<b>PubMed</b>	Es una base de datos, con acceso libre y especializada en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas.	(Elsevier, 2010)
<b>PEDro</b>	Registros de bases de datos gratuita donde se consiguen, ensayos, revisiones bibliográficas y guías que evalúan las intervenciones fisioterapéuticas.	(Pedro, 2021)
<b>Google Académico (Google Scholar)</b>	Es un buscador que permite localizar documentos de carácter académico como artículos, tesis, libros, patentes, documentos relativos a congresos y resúmenes. Se	(Google académico, 2020)

---

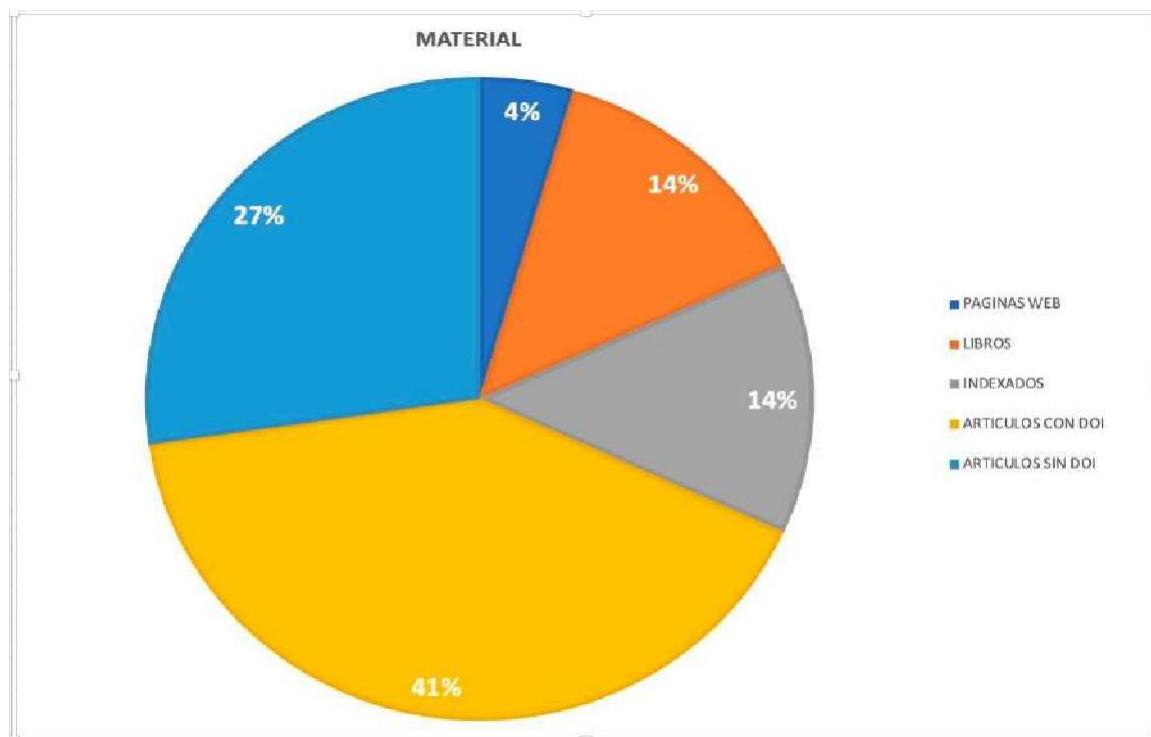
alimenta de información procedente de diversas fuentes: editoriales universitarias, asociaciones profesionales, repositorios de preprints, universidades y otras organizaciones académicas

---

Nota: En la anterior tabla se muestran las bases de datos consultadas para recopilar la información presentada en el documento, con una breve descripción de cada una de ellas (Elaboración propia).

En la siguiente gráfica se describen los porcentajes de evidencia científica de la investigación, en las que se encontró la información necesaria para realizar la investigación, obteniendo un total de 14% libros, 36 artículos en los cuales un 41% son artículos con DOI, un 27% artículos sin DOI, 14% artículos indexados y 4 % páginas web.

Gráfica 1. Porcentaje de evidencias científicas



Nota: En la gráfica se muestran los resultados obtenidos en porcentajes según la recolección de datos científicos encontrados en diferentes bases de datos (Elaboración propia).

### 3.1 Métodos

#### 3.2.1 Enfoque de investigación.

Sampieri y colaboradores en (Hernández, 2010) mencionan que el enfoque cualitativo es aquel que se utiliza para la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación y pueda o no pueda probar la hipótesis en su proceso de interpretación. Anotar como se aplica el método cualitativo en la tesis.

Para esta investigación se aplicó el enfoque cualitativo para poder generar información basada en la recolección de datos relacionados a las variables de estudio en las que se incluyen las tendinopatías y los ejercicios de Codman con una variante excéntrica, tomando como referencia trabajos previos que servirán de guía para el desarrollo de este proyecto.

#### 3.2.2 Tipo de estudio.

Los estudios de tipo explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Las investigaciones explicativas son más estructuradas que las demás clases de estudios e implica los propósitos de ellas (Cortés, 2004).

Los estudios de tipo explicativo van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables (Hernández, 2010).

Se consideró este trabajo como tipo explicativo por la relación entre las variables dependiente e independiente con la variante en la independiente, explicando los fenómenos que se presentan en diferentes estudios, justificando con ellos la aplicación de la técnica de Codman

con una variante excéntrica sobre los tendones del manguito de los rotadores favoreciendo así la reparación tendinosa.

**3.3.3 Método de estudio.** El método analítico es el método de investigación que consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno. Este método puede explicar y comprender mejor el fenómeno de estudio, además establece nuevas teorías. (Gómez, 2012). El método analítico, consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Los pasos que conlleva son: Observación. En esta etapa se realiza una actividad para detectar y asimilar la información, descripción, examen crítico, segmentación del fenómeno, enumeración de las partes, orden y clasificación (Sampieri, 2006).

Para esta investigación se tomó como método de estudio el analítico ya que se busca a través de la compilación de artículos y datos obtenidos materializar una propuesta de rehabilitación no antes tomada en cuenta pero que con la evidencia se logre sustentar su aplicación, describiendo desde lo general como los son los componentes del manguito de los rotadores hasta llegar a una idea específica de tratamiento y dosificación.

**3.3.4 Diseño de investigación.** Diseño no experimental de corte transversal, el estudio no experimental se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, esto quiere decir que no se genera ninguna situación. Se observan estudios ya existentes para posterior análisis. (Hernández y col, 2010)

Como menciona Hernández, (2010) los diseños de corte transversal (transeccional) recolectan datos en un sólo momento en un tiempo único. Su propósito es describir y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Para esta investigación se eligió el diseño no experimental de corte transversal, ya que se toma la información en un solo momento, sin manipular las variables de estudio, teniendo como referencia información de investigaciones previas para generar un documento con información valiosa que aporte a la fisioterapia una variante de tratamiento para las tendinopatías del manguito rotador, teniendo un tiempo de inicio y límite para finalizar dicha investigación.

**3.3.5. Criterios de selección.** Especifican las características que deban tener un sujeto u objeto de estudio que es parte de la investigación. (Arias, 2016)

A continuación, se detallan los criterios de selección tomados en cuenta para la presente investigación, tanto los de exclusión como los de inclusión.

**Tabla 13.** Criterios de selección

Criterio de exclusión	Criterio de inclusión
Libros de más de 10 años de antigüedad	Libros de 10 años a la fecha
Artículos de más de 5 años de antigüedad	Artículos de 5 años a la fecha
Artículos no científicos o indexados	Artículos científicos indexados
Otras lesiones del hombro diferentes a tendinopatías	Tendinopatías del manguito rotador
Información obtenida de blogs o que se dude de la procedencia de su información	Información de referencias confiables como páginas de Organizaciones o Instituciones oficiales
Otras técnicas fisioterapéuticas que no sean Cinesiterapia con la técnica de Codman	Técnicas de Codman y su descripción, uso, precauciones, indicaciones
Efectos del ejercicio concéntrico o cualquier otro en las tendinopatías.	Efectos de los ejercicios excéntricos en tendinopatías

Nota: En la tabla se describen los criterios que debemos tomar en cuenta para la investigación y los criterios que debemos descartar o no tomar en cuenta.

### 3.3 Variables

Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. las variables adquieren valor para la investigación. (Hernández, 2010).

**3.3.1 Variable independiente.** Es aquella que produce modificaciones en otra variable con la cual está relacionada. Suele designársele como variable causal. (Guillermo, 2018).

Siendo los ejercicios de Codman la variable independiente, se pretende demostrar su utilidad en el manejo de las tendinopatías del manguito rotador agregando el componente de fase excéntrica para generar un cambio positivo en las estructuras tendinosas.

**3.3.2 Variable dependiente.** Cambia de valor o modalidad de darse. También recibe el nombre de variable efecto (Guillermo, 2018), es aquella sobre la cual se puede aplicar una técnica y de la cual sus características se verán modificadas.

La tendinopatía del manguito de los rotadores es una de las causas de dolor más frecuente y la variante dependiente en la presente investigación.

#### 3.3.3 Operacionalización de variables

**Tabla 14.** Operacionalización de Variables

<i>Tipo de variable</i>	<i>Variable de estudio</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>
<i>Variable dependiente</i>	Tendinopatía del manguito rotador	Corresponde a la inflamación de una serie de tendones que rodean la cápsula articular de la articulación glenohumeral y que finalmente se insertan en el tubérculo mayor y menor del húmero. (Instituto nacional de seguridad e higiene	La tendinopatía del manguito rotador es un término general que incluye diferentes condiciones del hombro que afectan estructuras subacromiales, como tendinitis del manguito rotador/ tendinosis, bursitis subacromial y

p

inza

mie

nto del

---

		en el trabajo España, 2018).	hombro, las cuáles requieren ejercicios excéntricos dentro de su proceso de rehabilitación. (Leong et al, 2019)
<b>Variable independiente</b>	Ejercicios de Codman	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, proporcionando el movimiento de las estructuras articulares y el líquido sinovia (Suárez, 2012).	Los ejercicios pendulares de Codman son movimientos activos que se realizan dentro del rango de movimiento sin dolor, en los que se consigue una elongación suave de los tejidos mientras la gravedad separa la cabeza del húmero para evitar que se comprima contra el acromion. Es viable plantear una fase de contracción excéntrica que ayude a la reparación tendinosa (Suárez, 2012).

Nota: En la presente tabla se muestran las variables y definiciones de cada una, utilizadas en la elaboración del presente documento, así como su operacionalización (Guillermo 2018).

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

En este capítulo se describen los resultados obtenidos de la recolección de datos en las diferentes bases de datos consultadas posterior a analizar la información de artículos científicos para correlacionar con cada objetivo. Se detalla una discusión con argumentos contrapuestos que dejan la perspectiva de ahondar en otra investigación, así mismo, se presenta la conclusión de la presente investigación y un resumen de la información más relevante, además de finalizar con el planteamiento de las perspectivas que se pretenden alcanzar con esta investigación.

#### **4.1 Resultados**

El presente trabajo basado en la revisión bibliográfica tiene como objetivo sintetizar la información que brinde cómo resultado los efectos de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica, promoviendo una dosificación y parámetros adecuados para generar un cambio estructural positivo dentro de la modalidad de tratamiento para las tendinopatías del manguito rotador, la búsqueda realizada en las diferentes bases de datos dio como resultado 13 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión dentro de lo planteado, 1 fue de tipo caso clínico, 3 revisiones bibliográficas, 4 revisiones sistemáticas y 1 ensayo controlado aleatorio y 2 revisiones clínicas, 2 estudios experimentales para poder generar una conclusión de los resultados propuestos.



Describir las deficiencias funcionales de la tendinopatía del manguito rotador mediante búsqueda bibliográfica para conocer sus alteraciones mecánicas.

**Tabla 15.** Describir las deficiencias funcionales de la tendinopatía del manguito rotador

Autor	Serrano, et al, 2021
Titulo	Abordaje fisioterapéutico del síndrome subacromial y tendinitis calcificante. A propósito de un caso.
Estudio	<p>En este trabajo de tipo caso clínico, se aborda el síndrome subacromial, para dar respuesta a lo que sucede con las deficiencias funcionales ocasionadas por las tendinopatías, ya que se produce inflamación de los tendones y bursas, causando degeneración de las estructuras periarticulares, lo que a su vez conlleva a debilidad muscular, rigidez y dolor al movimiento; sensación de opresión interna al elevar y abducir el hombro y presencia de inestabilidad.</p> <p>Añaden también la falta de movilidad (hipo movilidad) hacia la rotación del hombro principalmente a la rotación.</p>
<hr/>	
Autor	Riverón, et al 2020
Titulo	Lesiones más frecuentes en el manguito rotador. Factores de riesgo y tratamiento efectivo.
Estudio	<p>En esta revisión sistemática se muestra que el manguito rotador formado principalmente por los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular y sus tendones, con frecuencia se irritan, inflaman, desgastan o desgarran por distintas causas entre ellas, traumatismos, trabajos que requieren el uso excesivo del hombro y formación de calcificaciones, entre otras. Provocando pérdida de movilidad y debilidad del hombro.</p> <p>El tendón del supra espinoso por la participación en la elevación de la extremidad superior, es el que se ve afectado con mayor frecuencia, los 6 a 9 fascículos que lo conforman tienden a lesionarse ya que las tendinopatías son un proceso evolutivo que inicia como una tendinopatía reactiva y evoluciona a tendinopatía degenerativa, produciendo pequeñas roturas tendinosas que puede progresar a rotura del espesor completo (Leong, et al, 2012).</p> <p>En el caso de la afección del supraespinoso, el dolor se manifiesta en la cara anterolateral del hombro que aumenta con la elevación de la extremidad. Puede referir igualmente sensación de debilidad y/o limitación de la movilidad. Frecuentemente el paciente refiere cierta irradiación del dolor hacia el tercio proximal y anterolateral del brazo.</p> <p>Cuando el afectado es el infraespinoso puede referir el dolor posteriormente, mismo que aumenta con los movimientos de rotación externa y en los casos del subescapular el dolor es más anterior y con las maniobras de rotación interna.</p>

---

La fisiopatología de las roturas del manguito rotador se describe como defectos intrínsecos de los tendones, incluida la destrucción de las células del tendón, una mayor proporción de composición de grasa, microestructura desordenada de fibras estructurales y nutrición anormal.

---

Autor Castro, 2021

Título

Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías

Estudio

Se menciona en la revisión bibliográfica de Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías de tipo demostrativo, que la tendinopatía es el nombre colectivo para la tendinitis, tendinosis y paratendinitis; nombre clínico para las lesiones causadas por uso excesivo del tendón, caracterizadas por una combinación de dolor, inflamación difusa o localizada y pérdida de la función, daño térmico y respuestas progresivas adaptativas con el paso del tiempo, con cronificación de la patología (Suer & Abd-Elsayed, 2019).

Respuesta fallida a la curación asociada a degeneración de las células tendinosas, desorden en las fibras de colágeno que le componen, aumento progresivo de la matriz celular con colágeno conjuntamente con una inflamación neurogénica (Scott et al. 2015). Lo que provoca la cronificación del dolor.

Se plantean cuatro modelos para definir con precisión lo que sucede. Modelo tradicional, en este se menciona que el sobre uso del tendón provoca la inflamación, por tanto, el dolor (Maffulli et al. 2008).

Mientras que en el modelo mecánico se atribuye el dolor a dos situaciones por un lado se habla de una lesión de las fibras de colágeno (en las que hay situaciones en las que el tendón está intacto, pero hay presencia de dolor) y otra situación en la que se afirma que no es la rotura del colágeno sino el colágeno intacto residual contiguo al lesionado lo que provoca dolor, esto debido al estrés añadido que supera su capacidad de carga (Jurado & Medina-Porqueres, 2008).

Un tercer modelo, el modelo químico propone que el dolor es causado por la irritación química causada por una hipoxia regional y la falta de células fagocitarias que eliminan el producto nocivo de la actividad celular.

Por último, el modelo vasculonervioso basado en el daño causado a nivel neural e hiperinervación.

Concluyendo que las lesiones tendinosas se producen principalmente por fuerzas de compresión, fuerzas de rozamiento o fricción, fuerzas de tracción o por diferentes estímulos de leve intensidad aplicados de forma repetitiva ya sean de origen intrínseco o extrínseco (Barcelona, 2012).

---

Nota: En la tabla se resumen los resultados obtenidos para el objetivo 1 (Elaboración propia).

Explicar los efectos terapéuticos de los ejercicios excéntricos para determinar su aplicación en el tratamiento de lesiones de hombro a través de revisión de artículos científicos.

científicos.

**Tabla 16.** Explicar los efectos terapéuticos de los ejercicios excéntricos para determinar su aplicación en el tratamiento de lesiones de hombro.

Autor	Castro, Maldonado 2021
Título	Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías para atletas de alto rendimiento.
Estudio	<p>En el estudio de revisión bibliográfica consultado, se cita que Gómez Díaz (2016) refiere que estudios importantes han demostrado que la mayor eficacia de los ejercicios excéntricos son los de Alfredson, en ellos plantean tres teorías en las que se explica su efectividad, se plantea en la primera que se da una alteración en la percepción del dolor ya que los ejercicios pueden llegar a ser dolorosos.</p> <p>Mientras que en la segunda se menciona que al realizar el trabajo excéntrico se destruyen la vascularización que aparece en las tendinopatías y con ello también a las terminaciones nerviosas que le acompañan.</p> <p>Llegando a concluir en la tercera que cuando se efectúa un ejercicio excéntrico aumenta la resistencia a la tracción del tendón, produciendo una elongación de la unidad músculo-tendinosa aumentando la capacidad de soporte y generando menor tensión durante el movimiento.</p> <p>Con el ejercicio excéntrico se afecta la producción de colágeno tipo 1 y en ausencia de actividades agresivas a largo plazo puede aumentar el volumen del tendón.</p> <p>Demostrando que el trabajo de entrenamiento excéntrico reduce el dolor y mejora la funcionalidad del tendón en 60% a 90%.</p> <p>En estudios realizados se demuestra que la aplicación de un tratamiento de ejercicios excéntrico para tratar las tendinopatías y los beneficios de este frente a otros tratamientos, ha sido eficaz el excéntrico por la respuesta de los tendones ante el mismo, por el aumento de la actividad metabólica y tamaño de los vasos sanguíneos, lo que intensifica la síntesis de colágeno, mejorando significativamente las propiedades mecánicas del tendón.</p>
Autor	Larson, et al 2019
Título	Efectos del ejercicio excéntrico en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial
Estudio	<p>En esta revisión sistemática de metanálisis se describen los efectos de los ejercicios excéntricos, en ella se menciona que una de las posibles hipótesis de sus beneficios es que podrían revertir la neovascularización dolorosa dentro de los tendones dañados, también mención que los ejercicios excéntricos han sido significativos en la reducción de la inflamación del tendón de Aquiles, debido a su alta intensidad y el incremento en el colágeno de los tendones alcanza su punto máximo en las 24 y 72 horas posterior al entrenamiento excéntrico. En las tendinopatías rotulianas y de</p>

---

Aquiles se ha demostrado su eficacia, no sólo en la disminución del dolor sino también en para estimular la regeneración tisular y restaurar la función de los tendones. Por lo que se plantea el uso de los ejercicios excéntricos en tendinopatías del manguito rotador para promover la remodelación estructural del colágeno y por ende disminuir el dolor mejorando la funcionalidad. Los estudios han variado entre cuatro y doce semanas para ver un resultado favorable en la reducción del dolor, demostrando que tenían suficiente homogeneidad clínica para ser combinados. Los efectos intermedios a largo plazo con seguimiento de 6 a 12 meses.	
Autor	Macías, et al 2014
Título	Fortalecimiento excéntrico en tendinopatías del manguito de los rotadores asociadas a pinzamiento subacromial. Evidencia actual
Estudio	<p>En el estudio de revisión bibliográfica de tipo meta análisis, se menciona que contracción excéntrica es entrenable presentando las siguientes ventajas teóricas: Reclutamiento preferencial de las fibras IIb, lo que estimula fibras de reacción rápida e hipotéticamente eficaz en la prevención de lesiones miotendinosas, incrementa la rigidez activa muscular, permitiendo generar tensiones del 30 al 50% mayores que la fuerza isométrica máxima, además de disminuir la sensibilidad de los órganos tendinosos de Golgi, aumenta la densidad de colágeno en el tendón, consume poca energía metabólica y nerviosa, y tiene poco efecto sobre el volumen muscular. El ejercicio excéntrico impone una mayor carga al tendón que el concéntrico brindando un aparente efecto reparador posterior a la producción de microdesgarros musculares.</p> <p>Según Alfredson se encontró que durante la realización de ejercicio excéntrico se producía, se producía una interrupción temporal del flujo sanguíneo en los neovasos del tendón, lo anterior fue demostrado mediante el uso de ultrasonografía Doppler, observando la vascularidad de los tendones tras 12 semanas de entrenamiento excéntrico. Reportando en algunos estudios una reducción del 45% en el flujo anormal de sangre capilar paratendinosa, con efectos sobre el dolor, en pacientes con tendinopatía aquilea. El patrón de carga proporcionado por el ejercicio excéntrico brinda un estímulo mecánico constante lo que induce a la remodelación del tendón.</p> <p>En el estudio de Langberg et al. Se reporta que existe un aumento de la síntesis de colágeno en tendones dañados resultado de un programa de entrenamiento excéntrico durante 12 semanas y un incremento en la concentración de colágeno peritendinosa tipo I, lo que se correlacionó con la disminución del dolor, dicho hallazgo no se encontró en tendones sanos.</p> <p>La realización constante del ejercicio excéntrico teóricamente disminuye el dolor debido a la desensibilización continua de las vías de transmisión periférica, a la adaptación central de músculos agonistas y antagonistas y el incremento en la resistencia tendinosa, reduciendo la posibilidad de procesos inflamatorios.</p>

---

Nota: En la tabla se muestran los resultados arrojados en revisión de artículos para el objetivo 2 (Elaboración Propia).

Justificar el uso de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador en pacientes de 40 a 60 años mediante revisión documental actualizada.

**Tabla 17.** Justificar el uso de los ejercicios de Codman con una variante excéntrica en el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador.

Autor	Castro, 2021
Titulo	Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías para atletas de alto rendimiento.
Estudio	Durante la revisión sistemática para este objetivo se busca justificar el uso de ejercicios excéntricos como tratamiento en las tendinopatías del manguito rotador, esté se incorpora como medio de prevención y tratamiento de dicha lesión, sostiene Alfredson et al 1999, Curwin & Stanish 1984 y Fillion 1991, con un programa de ejercicios excéntricos bien diseñados se mejora significativamente a pacientes que cursan con tendinopatías manteniendo resultados a largo plazo y siendo considerados una de las principales opciones de tratamiento.  En los estudios realizados en los que se aplica un trabajo excéntrico para tratar las tendinopatías se indican los beneficios de este tipo de tratamiento respecto a otros, Mediante pruebas clínicas es contrastado con diferentes terapias o tipos de ejercicios Andriolo et al, 2019).  La causa por la que este tipo de tratamiento es eficaz, se debe a la respuesta de los tendones al entrenamiento excéntrico, ya que aumentan la actividad metabólica y el tamaño de los vasos sanguíneos (Knobloch et al. 2007) que tiene como consecuencia una intensificación de la síntesis de colágeno (Heinemeyer et al, 2003) (Langberg, 2013), provocando hipertrofia y mejorando las propiedades mecánicas del tendón (Arampatzis et al. 2007) (Kongsgaard et al. 2007), (Seynnes et al. 2009).
Autor	Dávila, et al 2017.
Titulo	Ejercicio Excéntrico en humanos: Una revisión sistemática
Estudio	Durante este trabajo de Revisión sistemática se dosifica la carga del ejercicio excéntrico en los pacientes que cursan con afección tendinosa, esté se caracteriza por la alta generación de fuerza y el bajo gasto de energía en comparación con ejercicios concéntricos e isométricos lo que resulta beneficioso en los tratamientos clínicos, se ha utilizado en numerosas ocasiones en la rehabilitación de tendinopatías, lesiones musculares y ligamentosas.

---

Dentro de su dosificación se emplean los siguientes parámetros en. Tiempo total: 4 a 5 series de 6 repeticiones cada una en contracción excéntrica máxima, descanso de 3 segundos (descanso pasivo) entre las repeticiones, trabajo realizado en músculos flexores de codo durante 8 semanas por 5 días.

Grupo control, tiempo total: 60 minutos semanales, series y repeticiones: 20 repeticiones máximas, con descanso no indicado, trabajo realizado en músculos estabilizadores de la escápula (músculos del manguito rotador) Estiramiento y movilidad.

Grupo de prueba: no indica series ni repeticiones, se realiza por 12 semanas

Measuring Eccentric Strength of the Shoulder external rotators using a Handheld Dynamometer: Reliability and Validity

Tiempo total: 3 series de 3 repeticiones con descanso de 20 segundos entre cada repetición. Trabajo realizado en músculos de hombro, 1 sesión.

---

Autor Holmgren et al 2013, en Dressendorfer R, 2019

---

Titulo Síndrome de pinzamiento subacromial

---

Estudio En el ensayo controlado Aleatorio se encontró que un régimen específico de ejercicios excéntricos de fortalecimiento para el manguito de los rotadores y ejercicios concéntricos / excéntricos para los estabilizadores de la escápula en combinación con la movilización manual, disminuyeron eficazmente el dolor, mejoraron la función en pacientes con impingement persistente (SIS). El grupo de ejercicios específicos recibió de 5 a 6 sesiones de tratamiento individualizadas y guiadas combinadas con movilización manual durante 12 semanas, el grupo de control: 5 a 6 ejercicios no específicos para el cuello y el hombro durante 12 semanas, ambos grupos realizaron ejercicios en casa dos veces al día durante las 12 semanas. Reportando un resultado exitoso informado (69 % frente a 24 %).

---

Autor Bernhardsson, et al 2010  
Jonsson et al, 2005

---

Titulo Evaluación de un concepto de ejercicios centrado en el entrenamiento de fuerza excéntrica del manguito rotador para pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial.  
Entrenamiento excéntrico en el síndrome de pinzamiento doloroso crónico del hombro resultado de estudio piloto

---

Estudio Grupo intervención, tiempo total: 3 series de 10 repeticiones 2 veces al día 7 días a la semana por 12 semanas, dio resultado en 5 de 9 pacientes atendidos, reducción del dolor y aumento de la funcionalidad (Johnson P, et al 2006).

---

---

3 series de 15 repeticiones 2 veces al día, 7 días a la semana por 12 semanas, mejoría en 8 de 10 sujetos de prueba, disminuye el dolor y aumenta la funcionalidad (Bernhardsson S, et al 2010).

---

Nota: En la tabla se resumen los resultados obtenidos para el objetivo 3 (Elaboración propia).

**4.1.1 Propuesta.** Los ejercicios de Codman, se han entendido como ejercicios que son únicamente de pendulación, en sus fases no se realizan contracciones logrando con ello que el espacio subacromial y glenohumeral tengan una distracción gracias a la fuerza de gravedad ejercida en el miembro.

Existe una variante de los ejercicios de Codman que agrega peso (ejercicios de Chandler) en el miembro para que sea mayor la calidad de la distracción.

En la práctica se observa que los pacientes activan la pendulación con la contracción voluntaria de los músculos del manguito rotador, sobretodo, cuando se les coloca peso. Es ha llevado a generar la propuesta de implementar una etapa de contracción muscular voluntaria a los ya conocidos ejercicios de Codman. Con un peso que no sobrepase las 5 libras (Suárez, 2012).

Se contempla que la fase excéntrica, de acuerdo con la revisión bibliográfica, es aquella en la que las fibras tendinosas tienen mayor elongación y de acuerdo con Macias incluye que durante la contracción excéntrica hay una disminución de la sensibilidad de los órganos tendinosos de Golgi, aumenta la densidad del colágeno en el tendón y se consume poca energía metabólica y nerviosa. Alfredson argumenta hay una interrupción del flujo sanguíneo en la neovascularización del tendón, reestructurando el flujo anormal de la sangre capilar paratendinosa generando un efecto analgésico; Langberg por su parte reporta que existe un aumento en la síntesis de colágeno en tendones dañados un incremento en la concentración de colágeno tipo I paratendinoso.

La realización constante de ejercicio excéntrico, teóricamente disminuye el dolor debido a la desensibilización continua de las vías de transmisión periférica, a la adaptación central de músculos agonistas y antagonistas y el incremento en la resistencia tendinosa, disminuyendo la posibilidad de procesos inflamatorios.

Por ello se agrega una fase excéntrica de contracción voluntaria que se sugiere sea con una dosificación media, de acuerdo con los artículos revisados, de 3 series de 8 a 10 repeticiones, dos veces al día por 3 días a la semana por 12 semanas consecutivas para verificar los cambios en el tendón.

*Modo de ejecución:*

*Posición del paciente:* paciente recostado en posición prona con el hombro por fuera de la camilla, brazo libre y pendulado en dirección al piso.

Colocar una mancuerna inicial de 2 libras (el cual es el peso mínimo que produce distracción) llegando a un máximo progresivo de peso de 5 libras.

*Ejecución 1:* Realizar de 8 a 10 de repeticiones espirales de menor a mayor, con el brazo suspendido y con carga. Enfatizando el momento en que la extremidad comienza a dirigirse hacia la línea media del cuerpo (ya que ahí se comienza la fase excéntrica de la contracción de los músculos del manguito de los rotadores y se termina cuando al brazo se aleja del cuerpo)

**Figura 14.** Ejercicios de Codman modificado espiral.



Nota: En la imagen se muestra la sugerencia de la variante en los ejercicios de Codman cuando la extremidad se aproxima a la línea media, (comienza la fase excéntrica de la contracción).  
(Elaboración propia).

*Ejecución 2:* Realizar de 8 a 10 repeticiones de flexión y extensión con énfasis en la fase de flexión con rotación interna (desde el momento en que la flexión sobrepasa los 90 grados

**Figura 15.** Ejercicios de Codman modificado flexoextensión.



Nota: En la imagen se muestra la sugerencia de la variante en los ejercicios de Codman cuando la extremidad realiza flexión con rotación interna (Inicio de la fase excéntrica) (Elaboración propia).

*Ejecución 3:* Realizar de 8 a 10 repeticiones de movimientos de abducción y aducción horizontal del miembro con énfasis en la fase de aducción horizontal que comienza en el momento de acercar el segmento a la línea media (momento en que los músculos del manguito rotador se opongan)

**Figura 15.** Ejercicios de Codman modificado abducción aducción.



Nota: En la imagen se muestra la sugerencia de la variante en los ejercicios de Codman abducción y aducción horizontal. (Elaboración propia).

## 4.2 Discusión

Riverón en 2020 plantea que, en las tendinopatías, tendones del manguito rotador se irritan, inflaman, desgastan o desgarran por distintas causas entre ellas, traumatismos, trabajos que requieren el uso excesivo del hombro, incluso por arriba de los 90 grados de abducción o flexión y rotaciones. Mientras que Castro en 2021 menciona que las tendinopatías provocan una combinación de dolor, inflamación difusa o localizada y pérdida de la función, daño térmico y respuestas progresivas adaptativas con el paso del tiempo, con cronificación de la patología. Siendo estos síntomas manifestaciones clínicas latentes en los pacientes que provocan limitación funcional y bajas laborales.

Los ejercicios excéntricos poseen para algunos autores como: Castro, 2021, Holmgren et al 2013, Bernhardsson, et al 2010, Jonsson et al, 2005 suficiente evidencia como para garantizar que son efectivos para el tratamiento y la mejora de las tendinopatías, en específico de los tendones del manguito de los rotadores; sin embargo, McCormick (2019) en una revisión de la literatura comparó la efectividad de los ejercicios de carga excéntrica para tratar la tendinopatía del manguito de los rotadores. En la revisión, se encontró que los ejercicios excéntricos no eran significativamente diferentes en comparación con otras formas de carga muscular, pero se observó que el ejercicio en general tuvo éxito. Cabe destacar que el 50 % de los sujetos en listas de espera quirúrgica optaron por renunciar a la cirugía después de ser tratados en los grupos de carga excéntrica (Lombara et at, 2021).

En cuanto a las dosificaciones se sugiere de acuerdo con Suárez 2012, que al realizar tratamiento sobre lesiones tendinosas se adecúe la dosificación en cuanto a series y repeticiones: mientras más repeticiones se realicen menos series y si son pocas repeticiones tendrán que aumentar el número de series, colocando como un parámetro estándar de 3 a 4 series teniendo como máximo de 6 a 8 repeticiones y por el contrario se realizarán de 10 a 15 repeticiones por 2 series. La falta de atención en estos parámetros puede provocar irritación en el tendón, que pudiera ser contraproducente pues se aumentaría el dolor, teniendo efectos contrarios a los deseados, (Morten, et al 2015).

### **4.3 Conclusión**

Para comprender las tendinopatías se utiliza como nombre genérico para las tendinitis, tendinosis y paratendinitis, es el nombre clínico que se les da a las lesiones causadas por el uso excesivo del tendón en donde presentan una combinación de dolor, inflamación difusa o localizada, daño térmico, respuestas progresivas adaptativas y perdida

de la función.

Dentro de las deficiencias que se encuentran para conocer las alteraciones mecánicas se describen la presencia de inflamación de los tendones y bursas propiciando degeneración de las estructuras periarticulares, ocasionando con ello debilidad, rigidez y dolor al movimiento, así como sensación de opresión interna al elevar y abducir el hombro, presencia de inestabilidad e hipo movilidad hacia las rotaciones.

El músculo que más se ve más afectado es el supraespinoso; el dolor se manifiesta en la cara anterolateral del hombro que aumenta con la elevación de la extremidad. El músculo infraespinoso refiere dolor en la cara posterior del hombro y aumenta con la rotación externa. El músculo subescapular presenta dolor en la cara anterior que aumenta con la rotación interna.

Las tendinopatías progresan de una tendinopatía reactiva a una tendinopatía degenerativa, en donde se producen pequeñas rupturas tendinosas que pueden progresar a la ruptura completa. De acuerdo con la bibliografía revisada se describen cuatro teorías por las que ocurren estas alteraciones: El sobre uso del tendón provoca inflamación y con ello presencia de dolor (modelo tradicional). Otra de las teorías menciona que el dolor es debido a lesión en las fibras de colágeno y otra en las que se dice que es debido al colágeno intacto residual contiguo al lesionado lo que provoca dolor (modelo mecánico). Otra razón de la presencia de dolor es por la irritación química causada por una hipoxia regional y la falta de células que fagociten los residuos de la actividad celular (modelo químico). Por el último la hiper vascularización e hiper inervación producto de la reparación tendinosa son causas del dolor (modelo vasculonervioso).

En cuanto a los ejercicios excéntricos su efectividad se describirse por tres teorías o razones, en la primera ocurre una alteración de la percepción del dolor por el dolor que se

presenta con los ejercicios, la segunda el trabajo excéntrico destruye la neo vascularización y la hiper inervación, por último al efectuar el ejercicio excéntrico aumenta la resistencia a la tracción del tendón, produciendo una elongación de la unidad múo-tendinosa aumentando la capacidad de soporte y generando menor tensión durante el movimiento lo que conlleva a un aumento de la actividad metabólica y reducción del gasto energético, aumenta el tamaño de los vasos sanguíneos lo qué intensifica la síntesis de colágeno, mejorando las propiedades mecánicas del tendón y con ello la funcionalidad del tendón entre un 60% y 90%. Los ejercicios excéntricos producen una reducción significativa de la inflamación tendinosa y un incremento en el colágeno de los tendones que alcanza su punto máximo entre las 24 y 72 posterior al ejercicio excéntrico; promueve la remodelación estructural del colágeno, disminuyendo el dolor y mejorando la funcionalidad.

Presenta otras ventajas como el reclutamiento de las fibras tipo IIB situación que se torna eficaz en la prevención de lesiones mi tendinosas, permite generar tensiones del 30% al 50% mayores que la fuerza isométrica máxima, disminuye la sensibilidad de los órganos tendinosos de Golgi (OTG), aumenta la densidad del colágeno en el tendón, consume poca energía metabólica y nerviosa y tiene poco efecto sobre el volumen muscular, también ayuda a reparar los micro desgarros debido al estímulo mecánico constante.

Los programas de ejercicios excéntricos es una de las principales opciones de tratamiento para las tendinopatías, provocando hipertrofia y mejorando las propiedades mecánicas del tendón, mientras que los ejercicios de Codman han mostrado su eficacia en las disfunciones de hombro doloroso debido al componente de distracción articular que genera alivio en la sintomatología de los pacientes que cursan por dicha patología. Por ello se sugiere agregar una fase excéntrica de contracción voluntaria con énfasis en la contracción excéntrica, recomendando una dosificación media, de acuerdo con los artículos revisados, de 3 series de 8

a 10 repeticiones, dos veces al día por 3 días a la semana por 12 semanas consecutivas para verificar los cambios estructurales y funcionales en el tendón que aumentan el rango de movimiento, modulan la percepción del dolor, mejora las propiedades mecánicas del tendón.

La tendinitis del manguito de los rotadores es una patología que requiere de un programa fisioterapéutico específico para su óptima recuperación, tomando en cuenta la evidencia encontrada acerca de la efectividad del ejercicio excéntrico en el tratamiento tendinoso y lo gentil de los ejercicios de Codman en el tratamiento de hombro doloroso, se considera como una buena estrategia el combinar ambos procedimientos en uno sólo o bien el agregar una fase excéntrica en los ejercicios de Codman para generar una mejor respuesta en la recuperación de los pacientes que cursan con tendinopatías del manguito de los rotadores.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas**

Se pretende con el presente trabajo de investigación proponer una nueva forma de tratamiento que, a su vez, fomente el interés de futuros fisioterapeutas mediante el enriquecimiento de la información que apoye el uso de la técnica de ejercicios de Codman con la variante excéntrica dentro del tratamiento de las tendinopatías del manguito de los rotadores.

Se pretende que la presente investigación sirva como base para próximos estudios experimentales sobre la utilidad de la implementación de una fase excéntrica en los conocidos ejercicios de Codman

Con la presente investigación se pretende ser referencia para futuras propuestas de los ejercicios de Codman en tendinopatías agregando la fase excéntrica para obtener referentes del método considerando que mientras más información exista del mismo más podrá abarcar en el ámbito fisioterapéutico.

## **Referencias**

- Acebrón Fabregat, A.; Part Soriano, J.; Sánchez Alepuz, E. (2020). Epidemiología e historia natural de las roturas del manguito rotador. Rev Esp Traum Lab. 2020; Vol. 3 No. 2:116-22
- Alfaro Pacheco R.; Ramírez Fallas, R.; Solano Hidalgo, J. (2021). Lesiones del manguito de los rotadores. Revista Médica Sinergia Vol.6 Num.1, Enero 2021, 632: Costa Rica  
<https://doi.org/10.31434/rms.v6i1.632>
- Alfredson H, Thorsen K, Lorentzon R. (1999). In situ microdialysis in tendon tissue: high levels of glutamate, but not prostaglandin E2 in chronic Achilles tendon pain. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 7:378-81.
- Arjun Sayampanathan A, Chye Andrew TH. (2017) Revisión sistemática sobre los factores de riesgo de las roturas del manguito rotador. Journal of Orthopaedic Surgery (Internet). 2017 Vol 25, No. 1:1–9. <https://doi.org/10.1177/2309499016684318>
- Barcelona, F.C. 2012. Guía de la práctica clínica de las tendinopatías: diagnóstico, tratamiento y prevención. Apunts. Medicina de l’Esport. 47(176):143–168.  
<https://doi.org/10.1016/j.apunts.2012.09.001>
- Bernhardsson S, Klintberg IH, Wendt GK. Evaluation of an exercise concept focusing on eccentric strength training of the rotator cuff for patients with subacromial impingement syndrome. Clin Rehabil. 2011; 25 (1):69-78.

Carreño Mesa FA, Osma Rueda JL. (2016) Diagnóstico de la rotura del manguito de los rotadores (pruebas clínicas e imagenología). Revisión de conceptos actuales. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. 2016 año Vol. 30 No. S1:13–25.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2016.09.009>

Castro Maldonado, P. G, (2021) Programa de ejercicios excéntricos en tendinopatías en atletas de alto rendimiento. Rev.Digit. Act. Fis. Deport. 7(1):e1674.

<http://doi.org/10.31910/rdafdf.v7.n1.2021.1674>

Chaconas E J, Kolber M J, Hanney WJ, Daugherty ML, Wilson SH, Sheets C. (2017). Shoulder external rotator eccentric training versus general shoulder exercise for subacromial pain syndrome: A randomized controlled trial. Int J Sports Phys Ther [Internet]. 2017;12(7):1121-33. <http://dx.doi.org/10.26603/ijsp20171121>.

Craig R, Holt T, Rees JL. Acute rotator cuff tears. BMJ [Internet]. 2018 12 No. 359: 5366.

<http://doi.org/10.1136/bmj.j5366>

Dang A, Davies M. Rotator Cuff Disease: Treatment Options and Considerations. Sports Med Arthrosc. 2018; Vol 26 No, 3.129–133. <http://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000207>  
Dávila Recio C, (2017). Ejercicio excéntrico en humanos: Una revisión sistemática. 2018-04-22T18:19:37Z. <http://hdl.handle.net/10612/7721>.

Descatha A, Chastang JF, Cyr D, Leclerc A, Roquelaure Y, Evanoff B. (2008). Do workers with self-reported symptoms have an elevated risk of developing upper extremity musculoskeletal disorders three years later? Occup Environ Med. 2008;65(3):205-7.

Eisuke Ochi, Kenichi Yanagimoto, Yosuke Tsuchita, (2021) Plasma Eicosapentaenoic Acid Is Associated with Muscle Strength and Muscle Damage after Strenuous Exercise. Sport 2021, 9 (1), 11; <https://doi.org/10.3390/sports9010011>.

Garving C, Jakob S, Bauer, I, Nadjar R, Brunner UH. (2017) Impingement Syndrome of the Shoulder. Dtsch Arztebl Int 2017 No.114: 765–776.

<http://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0765>

Gómez Palomo J, López Arévalo R, Delgado Martínez A. (2017). Tratamiento quirúrgico de las lesiones del manguito de los rotadores. Indicación y planificación preoperatoria. Rev. S. And. Traum. y Ort. 2017 Vol. 34; No. 4:27-36. ISSN-e 1578-9756.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6402031>

Jonsson P, Wahlström P, Öhberg L, Alfredson H. Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: Results of a pilot study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006; 14 (1):76-81.

Kapandji, A. I. (2012) Fisiología articular Tomo I. Miembro superior. 6a Panamericana: Madrid  
Lädermann A, Burkhardt SS, Hoffmeyer P, Newton L, Collin P, Yates E, et al. Classification of full-thickness rotator cuff lesions: a review. EOR 2016 Vol. 12, No. 1:420–430.

<http://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160005>

Leong, H., Fu, S., He, X., Oh, J., Yamamoto, N., & Yung, S. (2019) Risk factors for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. J Rehabil Med. 2019; 51: 627–637  
<http://doi.org/10.2340/16501977-2598>

Lin KM, Wang D, Dines JS. (2018) Injection Therapies for Rotator Cuff Disease. Orthop Clin N Am. 2018 Vol. 49 No. 2:231–239. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2017.11.010>

Liu J, Garcia GH, Gowd A K, Cabarcas B C, Charles MD, Romeo AA, et al.(2018) Treatment of Partial Thickness Rotator Cuff Tears in Overhead Athletes. Curr Rev Musculoskelet Med [Internet]. 2018 Vol 13; No. 11:55–62. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-94L59-2>

- Lombara, A. Palmer, E. Richman, S. (2021). Lesiones del manguito rotador. Guía de rehabilitación de CINAHL. 10 de septiembre de 2021. Base de datos Rehabilitation Reference Center. EBSCO.
- Longo UG, Berton A, Papapietro N, Maffulli N, Denaro V. Epidemiology, (2012). Genetics and biological factors of rotator cuff tears. *Med Sport Sci*. 2012; 57:1-9.
- Macías Hernández S.I, Pérez Ramírez L.E. (2014).Fortalecimiento excéntrico en tendinopatías del manguito de los rotadores asociado a pinzamiento subacromial. Evidencia Actual. *Cirugía y Cirujanos*. 2015; 83(1): 74-80.
- Macías-Hernández S, Pérez-Ramírez LE. (2015). Fortalecimiento excéntrico en tendinopatías del manguito de los rotadores asociadas a pinzamiento subacromial. Evidencia actual. *Cirugía y cirujanos*. 2015;83(1):74-80.
- MacCormack J R, Underwood F B, Slaven EJ, Cappaert T.A. (2016). Eccentric Exercise versus Eccentric Exercise and Soft Tissue Treatment (Astym) in the Management of Insertional Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health*. 2016;8(3):230-7.
- Moore, K; Dailey, AF; Agur, A. (2013) Anatomía con orientación clínica. Wolters Kluwer Health, S.A., Lippincott Williams & Wilkins: Barcelona
- Motta G da R, Amaral MV, Rezende E, Pitta R, dos Santos Vieira TC, Duarte MEL, et al. (2014). Evidence of genetic variations associated with rotator cuff disease. *J Shoulder Elb Surg*. 2014;23(2):227-35.
- Nathan Sambandam S, Khanna V, Gul A, Mounasamy V. Rotator cuff tears: An evidence based approach. *World J Orthop [Internet]*. 2015 12 18 [citado 3 agosto 2020];6(11):902-918. <http://doi.org/10.5312/wjo.v6.i11.902>
- Osma Rueda JL, Carreño Mesa FA. (2016) Manguito de los rotadores: epidemiología, factores de riesgo, historia natural de la enfermedad y pronóstico. Revisión de conceptos actuales.

Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. 2016; Vol. 30 No. 1:2–12.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2016.09.001>

Pacheco Alfaro R.J, Ramírez Fallas Raquel Sofía, Solano Hidalgo (2021). Lesiones del manguito de los Rotadores. Rev.Médica Sinergia. 2021 Vol 6, 1.

<https://doi.org/10.31434/rms.v6i1.632>.

Pérez Velázquez I, (2022) Efectividad de los ejercicios excéntricos en el tratamiento de las tendinopatías. Vol. V; No. 50. Mayo 2022:54-72. <https://orcid.org/0000-0002-5408-6263>

Ryösä A, Laimi K, Äärimaa V, Kukkonen J, Saltychev M, Lehtimäki K. Surgery or conservative treatment for rotator cuff tear: a meta-analysis. Disability and Rehabilitation. Vol. 39; No. 14:1357-1363. <http://dx.doi.org/10.1080/09638288.2016.1198431>

Silverstein BA, Bao SS, Fan ZJ, Howard N, Smith C, Spielholz P, et al. (2008). Rotator cuff syndrome: personal, work-related psychosocial and physical load factors. J Occup Environ Med. 2008;50(9):1062-76

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

Titchener AG, White JJE, Hinchliffe SR, Tambe AA, Hubbard RB, Clark DI. (2014). Comorbidities in rotator cuff disease: a case-control study. J Shoulder Elb Surg. 2014;23(9):1282-8.