



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE CADENA CINÉTICA CERRADA VS UN PROGRAMA DE EJERCICIOS EN CADENA CINÉTICA ABIERTA COMO TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍA DEL MANGUITO ROTADOR POR AFECTACIÓN DEL SUPRAESPINOSO

Autoras

Nathalie Vanessa Cumbal Valenzuela  
Katerín Estefanía Delgado Medina

Año  
2018



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE CADENA CINÉTICA CERRADA VS UN PROGRAMA DE EJERCICIOS EN CADENA CINÉTICA ABIERTA COMO TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍA DEL MANGUITO ROTADOR POR AFECTACIÓN DEL SUPRAESPINOSO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Licenciadas en Fisioterapia

Profesor Guía

Lcdo. Emerson Viracocha Toapanta

Autoras

Nathalie Vanessa Cumbal Valenzuela

Katerín Estefanía Delgado Medina

Año

2018

## **DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo, Análisis de la efectividad de la aplicación de un programa de ejercicios de cadena cinética cerrada vs un programa de ejercicios en cadena cinética abierta como tratamiento de tendinopatía del manguito rotador por afectación del supraespinoso, a través de reuniones periódicas con las estudiantes (Nathalie Vanessa Cumbal Valenzuela y Katerín Estefanía Delgado Medina), en el semestre (2017-2018) orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Emerson Viracocha Toapanta

Licenciado en Fisioterapia

C.I. 150075084-7

## **DECLARACIÓN DE DOCENTE CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Análisis de la efectividad de la aplicación de un programa de ejercicios de cadena cinética cerrada vs un programa de ejercicios en cadena cinética abierta como tratamiento de tendinopatía del manguito rotador por afectación del supraespinoso, a través de reuniones periódicas con las estudiantes (Nathalie Vanessa Cumbal Valenzuela y Katerín Estefanía Delgado Medina), en el semestre (2017-2018), dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Evelyn Estrella Flores

Licenciada en Fisioterapia

C.I. 172300322-2

## DECLARACIÓN DE AUTORIA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Nathalie Cumbal Valenzuela

C.I. 172424671-3

---

Katerin Delgado Medina

C.I. 172416102-9

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, a mi madre, a mi esposo y familia por ser mi motivación y soporte en mi vida, a la UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional. A nuestro guía de tesis, Lic. Emerson Viracocha por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y su paciencia ha logrado la culminación de este proyecto, a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación y a mí compañera Katerín Delgado por su amistad y ayuda a lo largo de los años.

**Nathalie Cumbal Valenzuela**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por brindarme la oportunidad de tener a dos ángeles como padres, quienes me brindan cada día la fuerza que necesito para seguir adelante y haber culminado este gran paso; al Lcdo. Emerson Viracocha, Lcdo. Fernando Iza y Lcdo. Javier Montalvo por impartirnos sus conocimientos para la realización del presente proyecto, a los maestros que me han forjado hacia el camino del éxito como fisioterapeuta pero principalmente como persona dispuesta a servir con el corazón, a Nathalie por ser una buena amiga durante este camino denominado universidad y por el sustento fundamental en el cumplimiento de esta última etapa, finalmente a mi familia y a mi novio por brindarme su cariño y apoyo absoluto.

**Katerín Estefanía Delgado**

## **DEDICATORIA**

A mi madre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis porque sin su apoyo no estaría donde estoy ahora.

Así mismo lo dedico a mi mejor amigo, mi apoyo, mi fuerza, mi amado esposo Alejandro, quien amo con todo mi corazón para que después de unos pocos años también me haga sentir más orgullosa que ahora cumpliendo una meta más en su vida.

**Nathalie Cumbal Valenzuela**



## **DEDICATORIA**

Por enseñarme que no existe imposible mientras se vive con fe en Dios, que una caída no es una derrota cuando está presente el amor y que echando a perder se aprehende, dedico la culminación de este peldaño a mi considerable madre. A mí estimado padre por mostrarme el significado de la humildad y del servicio con amor sin importar la apariencia ni la condición, cuyo principio es el punto fundamental de un fisioterapeuta. A mi hermana Cristina, a mis sobrinos Emanuel y Kataleya por enseñarme un amor que va más allá de la palabra tía, a Huberth por demostrarme la felicidad en las buenas y peores situaciones. A Karen por ser una hermana y amiga a la vez, que a pesar de sus arrebatos siempre estuvo a mi lado impartíendome su conocimiento y brindándome día tras día su amor incondicional. Por último, a todos que con un pedacito de su corazón en el mío y su granito de arena convirtieron un sueño en realidad.

**Katerín Estefanía Delgado Medina**

## **RESUMEN**

**Introducción:** La tendinopatía del manguito rotador es un trastorno musculoesquelético que afecta a los tendones que rodean la cápsula glenohumeral produciendo limitación en el rango de movimiento y disminución de la funcionalidad del hombro, mostrando una prevalencia del 70 % en pacientes diagnosticados con hombro doloroso, se presenta frecuentemente en mujeres entre 40 - 49 años y hombres entre 50 - 59 años de edad.

**Objetivo:** Determinar la eficacia de los ejercicios de potenciación en cadena cinética cerrada versus cadena cinética abierta en tendinopatías del manguito rotador.

**Materiales y métodos:** Se reclutó diez pacientes de 35-50 años, con diagnóstico médico de tendinopatía del manguito rotador. Se evaluó fuerza muscular (Dinamómetro Mark 10), goniometría, funcionalidad (Escala de Constant – Murley) y medición escapular. Estas evaluaciones se tomaron al inicio y final del tratamiento, se realizó 12 sesiones, 3 veces por semana para ambos grupos. Los pacientes fueron divididos en dos grupos aleatoriamente, en el uno se aplicó ejercicios en cadena cinética abierta y en el otro, de cadena cinética cerrada.

**Resultados:** El análisis estadístico a través de un Test de T demostró que únicamente para el GCCC se obtuvo una significancia relativa por encima de GCCA en los tres movimientos evaluados: abducción ( $p= 0.000450$ ), rotación interna ( $p=0.005058$ ) y externa ( $p=0.000364$ ). En la goniometría medición no se presentó cambios relevantes para ninguno de los dos grupos presentando una ( $p=>0.005$ ). En el análisis de la funcionalidad ambos grupos presentaron significancia GCCA ( $p=0.004042$ ) y GCCC ( $p=0.000157$ ). En la medición escapular no se observó cambios estadísticamente significativos en ningún grupo, para el GCCA los parámetros fueron: T3-espina de la escápula ( $p=0.080157$ ), T7-ángulo inferior ( $p=0. 070484$ ), y entre escápulas ( $p=0.621308$ ), para el GCCC: T3-espina de la escápula ( $p=0.373901$ ), T7-

ángulo inferior ( $p=0.704000$ ), y entre la distancia de las escápulas ( $p=0.177808$ ).

**Conclusión:** Los ejercicios en cadena cinética cerrada frente a los de cadena cinética abierta, son más eficaces en el fortalecimiento muscular en la tendinopatía del manguito rotador, mostrando una significancia ( $p= <0.005$ ) para los parámetros de fuerza y funcionalidad en contraste a la goniometría y medición escapular.

**Palabras Claves:** Tendinopatía, manguito rotador, cadena cinética abierta, cadena cinética cerrada.

**ABSTRACT**

**Background:** Rotator cuff tendinopathy is a musculoskeletal disorder that affects the tendons that surround the glenohumeral capsule, producing limited range of motion and decreased functionality of the shoulder. It shows a prevalence of 70% in patients with a painful shoulder, it occurs frequently in women between 40 - 49 years and men between 50 - 59 years of age.

**Objective:** To determine the efficacy of strengthening exercises in the closed kinetic chain versus open kinetic chain in rotator cuff tendinopathies.

**Materials and methods:** In this study 10 patients aged 35-50 years were recruited, with a medical diagnosis of rotator cuff tendinopathy. In the patients, were evaluated the muscle strength (Mark 10 Dynamometer), goniometry, functionality (Constant - Murley Scale) and scapular measurement. These evaluations were taken at the beginning and end of the treatment; it was performed 12 sessions, 3 times a week. The patients were divided into two groups randomly, in a group it was applied open kinetic chain exercises and in the other, closed kinetic chain exercises.

**Results:**

The statistical analysis through a T test showed a relative significance for the GCCC above GCCA in the three evaluated movements: abduction ( $p = 0.000450$ ), internal rotation ( $p = 0.005058$ ) and external ( $p = 0.000364$ ). In the goniometry, no were presented relevant changes for any group, showing ( $p \Rightarrow 0.005$ ). In functionality, both groups were significance: GCCA ( $p = 0.004042$ ) and GCCC ( $p = 0.000157$ ). In the scapular measurement no significant changes were observed in any group, for the GCCA: T3-spine of scapulas ( $p = 0.080157$ ), T7-inferior angle ( $p = 0.070484$ ), and between scapulas ( $p = 0.621308$ ), for the GCCC: T3-spine of the scapula ( $p = 0.373901$ ), T7-lower angle ( $p = 0.704000$ ), and between scapulas ( $p = 0.177808$ ).

**Conclusion:** The closed kinetic chain exercises versus those of open kinetic chain, are more effective in muscle strengthening in the rotator cuff tendinopathy, showing a significance ( $p = <0.005$ ) for strength and functionality parameters in contrast to the goniometry and scapular measurement.

**Key Words:** Tendinopathy, rotator cuff, open kinetic chain, closed kinetic chain.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. ANATOMÍA DEL HOMBRO .....	3
1.1.1 Osteología y Artrología .....	3
1.1.1.1 Ligamentos.....	5
1.1.1.2 Cápsula articular: .....	6
1.1.2 Miología .....	6
1.1.2.1 Músculos del complejo articular del hombro .....	6
1.1.2.2 Músculos del Manguito Rotador .....	7
1.2 BIOMECÁNICA DEL HOMBRO.....	8
1.2.1 Movimientos del Hombro .....	9
1.2.1.1 Movimiento de flexión.....	9
1.2.1.2 Movimiento de extensión.....	10
1.2.1.3 Movimiento de aducción .....	10
1.2.1.4 Movimiento de abducción .....	11
1.2.1.5 Movimiento de Rotación Interna.....	12
1.2.1.6 Movimiento de Rotación externa .....	12
1.2.2 Movimientos de la Escápula .....	12
1.2.2.1 Elevación y depresión.....	13
1.2.2.2 Protracción o abducción y retracción o aducción .....	13
1.3 FISIOLÓGÍA DEL TENDÓN.....	14
1.3.1 Componentes.....	15
1.3.2 Zonas UMT y UOT .....	16
1.3.3 Características del tendón .....	17
1.4 TENDINOPATÍAS .....	18
1.4.1. Tipos y causas de Tendinopatías .....	21
1.4.2 Fisiopatología.....	22
1.4.3 Tendinopatía del manguito rotador .....	23
1.4.4 Etiopatogenia .....	23
1.4.4.1 Factores Extrínsecos: .....	24
1.4.5 Afectación del supraespinoso .....	27
1.4.6 Tratamiento Médico .....	28

1.4.7 Tratamiento Fisioterapéutico.....	30
1.4.7.1 Ejercicios escapulares en cadena cerrada.....	33
1.4.7.2 Ejercicios isométricos e isotónicos.....	33
1.5 FORTALECIMIENTO MUSCULAR.....	34
1.5.1 Fases de fortalecimiento muscular.....	36
1.5.2 Reeducción Muscular.....	37
1.5.2.1 Tipos de reeducación muscular: .....	37
<b>CAPÍTULO II. CONTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL.....</b>	<b>38</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	38
2.2 HIPÓTESIS .....	40
2.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	40
2.3.1 Objetivo General .....	40
2.3.2 Objetivos Específicos. ....	40
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>42</b>
3.1 MÉTODOS.....	42
3.1.1 Tipo de estudio .....	42
3.1.2 Sujetos .....	42
3.1.3 Criterios de Inclusión y Exclusión.....	42
3.2 MATERIALES .....	44
3.2.1 Fuerza.....	44
3.2.2 Movilidad articular .....	46
3.2.3 Funcionalidad.....	48
3.2.4 Medición Escapular.....	49
3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	50
3.3.1 Protocolo de Fortalecimiento .....	51
3.3.1.1 Protocolo de aplicación para GCCA:.....	52
3.3.1.2 Protocolo de aplicación para GCCC. ....	55
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
4.1 FUERZA.....	58
4.2 MOVILIDAD ARTICULAR.....	59
4.3. FUNCIONALIDAD.....	59

4.4 MEDICIÓN ESCAPULAR .....	60
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
5.1 DISCUSIÓN .....	62
5.2 LÍMITES DEL ESTUDIO .....	64
5.3 CONCLUSIONES .....	64
REFERENCIAS .....	66
ANEXOS .....	72



## INTRODUCCIÓN

Tendinopatía es el término generalmente utilizado para denominar trastornos musculoesqueléticos de las estructuras que rodean a los tendones, en el caso del presente trabajo, a los tendones del manguito rotador (Abellán, 2016, pág. 1). De esta manera puede determinarse que la tendinopatía del manguito rotador corresponde a la afectación de los tendones que rodean la cápsula glenohumeral (Leyes & Forriol, 2012). Actualmente es considerado un problema de salud de gran incidencia en el área médica y fisioterapéutica mostrando “una prevalencia del 70 % en pacientes diagnosticados con hombro doloroso, afectando a una gran parte de la población que oscila entre 35 - 60 años de edad” (Suárez & Osorio, 2013).

Al abarcar la etiología del manguito rotador se debe tomar en cuenta tanto la estructura como los mecanismos, además de los factores intrínsecos (inherentes del individuo) y extrínsecos (circunstancias externas del ambiente cuando las personas realizan sus actividades), conjuntamente con la relación de la posición escapular cuyo punto atribuye el 68% al 95% de lesiones. (Paine & Voight, 2013).

La tendinopatía del supraespinoso es la más frecuente debido a que durante la abducción, el tendón del supraespinoso simultáneamente con la bolsa subacromial quedan entre el húmero y techo coracoacromial, facilitando la aparición de pequeños desgarros a este nivel y posteriormente originando dolor sordo y difuso, alteración del movimiento articular y sensibilidad disminuyendo la funcionalidad del paciente (Khan, Nagy, Malal, & Waseem, 2013).

Entre los tratamientos más empleados encontramos la terapia convencional, cuyo objetivo se basa en la disminución del dolor e inflamación mediante la aplicación de medios físicos por ejemplo láser, TENS, ultrasonido, o masaje, como enuncia la literatura en numerosas revisiones sistemáticas,

manifestando una validez poco representativa ( $p > 0.005$ ) logrando únicamente un efecto placebo. Tal es el caso de una investigación donde al comparar la terapia con láser (LT) versus el ejercicio en la tendinopatía del manguito rotador “se observó un efecto estadísticamente poco significativo de la LT ( $n = 406$ ), para la reducción del dolor que puede o no ser clínicamente importante, con una diferencia media de 1,1 (intervalo de confianza del 95%: 0.6, 1.6) en una escala analógica visual de 10 cm, a diferencia de un programa de ejercicios ( $n = 226$ ) donde disminuyó significativamente el dolor (diferencia de medias, 1.0, intervalo de confianza del 95%: 0.7, 1.4)” (Boudreault, Desmeules, Roy, Dionne, & Frémont, 2016).

Sin embargo, cabe recalcar que en la literatura no se explica detalladamente el tipo de ejercicio aplicado ni el efecto que produce, dejando de lado aspectos importantes como son la amplitud de movimiento y la funcionalidad, puntos que podrían ser modificados satisfactoriamente para la mejora de los pacientes al aplicarse dentro de un tratamiento basado en programas de fortalecimiento muscular, siendo de esta manera un incentivo para llevar a cabo esta investigación. Por lo que se plantea efectuar un programa de fortalecimiento muscular, basándonos en dos tipos de ejercicios: en cadena cinética abierta para el primer grupo y de cadena cinética cerrada para el segundo, mediante un estudio cuantitativo, comparativo y experimental, en el cual analizaremos las diferencias entre los dos protocolos; relacionándolos con la fuerza, amplitud de movimiento, funcionalidad y medición escapular.

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. ANATOMÍA DEL HOMBRO**

“El complejo articular del hombro es una articulación fascinante con una compleja anatomía y compuesta por diferentes estructuras” (Fierro, 2014); las mismas que le permiten realizar una gran cantidad de movimientos en diferentes planos y ejes, convirtiéndola “en una de las más móviles del cuerpo humano pero del mismo modo la más inestable y altamente susceptible a patologías” (Kapandji, 2006).

En general, se puede mencionar que el complejo articular del hombro es el segmento proximal del miembro superior. Comprende tres regiones topográficas: pectoral, escapular y deltoidea; además parte lateral (fosa supraclavicular mayor) de la región cervical, que se encuentra recubriendo mitad de la cintura escapular, considerada como un anillo óseo e incompleto, formado posteriormente por dos escápulas, anteriormente por dos clavículas y manubrio del esternón (parte del esqueleto axial) (Moore, Dailey, & Agur, 2013, pág. 743).

El complejo escápulo – humeral se compone además de varios elementos, que son los que le dan su forma característica y otorgan la movilidad requerida, agrupándose en: Huesos - Articulaciones; Ligamentos - Cápsulas articulares; Músculos - Tendones; Vasos sanguíneos - nervios; y finalmente Bursas (Fierro, 2014).

#### **1.1.1 Osteología y Artrología**

El complejo articular del hombro está compuesto por la unión de tres huesos: omóplato, clavícula y la extremidad proximal del húmero. Los mismos que deben unirse para su óptimo funcionamiento, conformando así cuatro articulaciones: la primera, es aquella que se forma entre el húmero y el omóplato (en la cavidad glenoidea), denominada glenohumeral, pertenece al

grupo de las enartrosis debido a que sus superficies articulares son esféricas, una cóncava y otra convexa además de presentar gran amplitud de movimientos. La segunda articulación se forma de la unión entre el acromion y la clavícula, denominada acromioclavicular, perteneciente al grupo de las artrodias debido a que sólo posee pequeños movimientos de deslizamiento en todos los planos, funcionalmente confederada a una tercera articulación considerada de la misma forma como propia del hombro, nombrada esternocostoclavicular que resulta de la unión entre la clavícula y el esternón. (Rodelgo, 2012).

Es preciso incluir además una última, pero no menos importante, denominada articulación falsa o fisiológica la cual se establece entre la cara anterior de la escápula y la pared torácica, siendo en realidad un espacio de deslizamiento entre las partes blandas que recubren a una y otra superficie ósea. Es la denominada articulación escapulotorácica, que aunque no es una verdadera articulación, sí contribuye a ampliar la movilidad del hombro (Arvelo, 2013).

A continuación se expone una imagen que permitirá la ubicación visual de los huesos y articulaciones descritos.

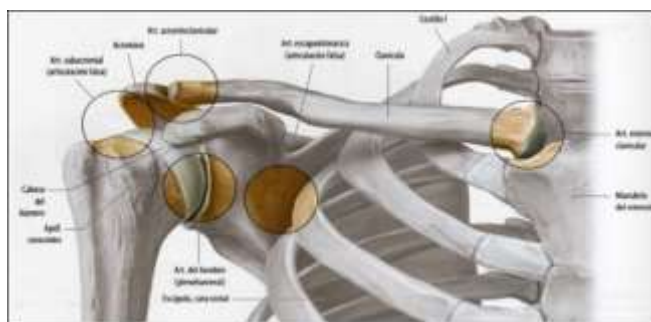


Figura 1. Huesos y articulaciones del hombro. *Tomado de:* (Abrutsky, 2013)

Es importante también dejar sentado que la articulación glenohumeral es esférica y al ubicarse en la cavidad glenoidea resulta ser de inferior diámetro a la cabeza del húmero, en una proporción 4:1, produciéndose dos efectos: por un lado, está dotada de un amplio rango de movilidad, pero por otro es mucho

más inestable que otras articulaciones siendo altamente sensible a lesiones como luxaciones y desarticulaciones (Rodelgo, 2012).

Siguiendo con la anatomía del hombro, estos huesos y articulaciones están cubiertos por ligamentos, entendidos como “estructuras que unen un hueso con otro”; y por cápsulas articulares, denominados “saco(s) hermético(s) cuya función es envolver una articulación” (Fierro, 2014).

### **1.1.1.1 Ligamentos**

Los ligamentos son las estructuras que le otorgan al hombro la estabilidad necesaria para lograr un rango completo de movimiento, evitando de esta manera la producción de lesiones.

En el caso de la articulación glenohumeral los ligamentos se desprenden de la cápsula articular, entre ellos “se distinguen el ligamento córacohumeral que refuerza la parte superior de la cápsula articular, extendiéndose desde la apófisis coracoides hasta el troquíter, seguido por el ligamento córacoglenoideo, fascículo profundo del ligamento córacohumeral, nace en el borde de la apófisis coracoides y se extiende hasta el rodete glenoideo” (Acevedo, Morales, Pérez & Vélez 2007), desde el mismo parten tres ligamentos denominados: ligamento glenohumeral superior, medio e inferior los cuales se insertan en el tubérculo del húmero denominado troquín.

En la articulación acromioclavilar, la clavícula se une al acromion, mediante cuatro ligamentos, denominados acromio – claviculares: superior, inferior, posterior y anterior. La clavícula también se une a una parte de la escápula, denominada apófisis coracoides mediante dos ligamentos: ligamento conoide y ligamento trapezoide, los cuales están rodeados de un fibrocartílago (labrum) que recubre la cavidad glenoidea para mejorar la estabilidad del hombro.



Figura 2. Ligamentos del hombro. Tomado de (Fierro, 2014)

### 1.1.1.2 Cápsula articular:

Es una capa protectora que presenta la forma de un manguito muy laxo, permite una separación de las superficies articulares de hasta 2 – 3 cm. Se extiende desde el contorno de la cavidad glenoidea hasta el extremo superior del húmero (Rouviere & Delmas, 2005).

- “A nivel del omóplato, se inserta en la cara externa del rodete glenoideo, en el tendón de la porción larga del tríceps y en la base de la apófisis coracoides.
- A nivel del húmero, se inserta en los cuellos anatómico y quirúrgico, en el troquín y troquíter” (Acevedo, Morales, Pérez & Vélez, 2007).

### 1.1.2 Miología

Los músculos son considerados como elementos anatómicos dinámicos para la estabilización del complejo articular del hombro, la musculatura que actúa activamente cumpliendo esta función son los denominados motores primarios: deltoides, supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular (Lasanta, 2001).

#### 1.1.2.1 Músculos del complejo articular del hombro

El complejo articular del hombro está compuesto por quince músculos, nueve proporcionan el movimiento glenohumeral entre los cuales sólo cinco pueden considerarse motores primarios, y seis se encargan de dar soporte a la

escápula sobre el tórax (Lasanta, 2001). En general los músculos del hombro han sido divididos en cuatro grupos: anterior, medial, posterior y lateral.

- “Grupo Anterior: Pectoral mayor, Pectoral menor y Subclavio.
- Grupo Posterior: Lo constituyen dos planos musculares:
  - ✓ Plano superficial: Trapecio, Dorsal ancho, Romboides, Angular del omóplato.
  - ✓ Plano profundo: Supraespinoso, Infraespinoso, Redondo menor (forman el manguito rotador incluyendo el subescapular) y Redondo mayor.
- Grupo interno: Serrato mayor.
- Grupo externo: Deltoides” (Acevedo, Morales, Pérez & Vélez, 2007).

#### **1.1.2.2 Músculos del Manguito Rotador**

Los tendones del manguito rotador se originan en la escápula y se insertan en dos tubérculos del húmero denominados troquín y troquíter, es el grupo muscular más profundo de la articulación glenohumeral, colabora en la estabilidad del hombro formando una unidad funcional única para el movimiento. “Está compuesto por los músculos supraespinoso (abductor del brazo), subescapular (rotador interno), infraespinoso y redondo menor (rotadores externos)” (Matava et al., 2005).

Para entender más claramente el origen e inserción de los músculos que conforman el manguito rotador, se recurrirá a la siguiente tabla explicativa, realizada de acuerdo a lo expuesto por (Moore, Dailey, & Agur, 2013) y (Hoyas, 2014).

Tabla 1.

*Músculos del manguito rotador*

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	
		PROXIMAL	DISTAL
<b>Subescapular</b>	Cara anterior en la fosa subescapular de la escápula	Fosa subescapular	Tubérculo menor del húmero.
<b>Redondo Menor</b>	Cara inferior externa de la escápula	Borde lateral y ángulo interior de la escápula	Carilla inferior del tubérculo mayor del húmero y labio medial del surco intertubercular del húmero.
<b>Infraespinoso</b>	Cara posterior de la fosa subescapular.	Fosa infraespinosa de la escápula	Carilla media del tubérculo mayor del húmero
<b>Supraespinoso</b>	Fosa supraescapular, en la cara posterior del omóplato	Fosa supraespinosa de la escápula	Carilla superior del tubérculo mayor del húmero.

Tomado de (Moore, Dailey, & Agur, 2013, pág. 776) y de (Hoyas, 2014, pág. 17)

## 1.2 BIOMECÁNICA DEL HOMBRO

El complejo articular del hombro al estar dotado de un alto grado de movimientos, tiene por sí mismo una sorprendente biomecánica la cual será detallada brevemente en este apartado. Los movimientos se presentan en tres ejes: eje transversal permite los movimientos de flexión, extensión del plano sagital; eje anteroposterior, los movimientos de abducción, aducción del plano



frontal; finalmente el eje longitudinal donde se realizan los movimientos de rotación interna y externa del plano horizontal. (Kapandji, 2006, pág. 4).

Tabla 2.

*Movimientos, planos y ejes de movimientos básicos del hombro*

<b>Movimiento</b>	<b>Plano</b>	<b>Eje</b>
Flexión – Extensión	Sagital	Transversal
Abducción - Aducción	Frontal	Anteroposterior
Rotación interna - externa	Transversal	Longitudinal

Tomado de (Instituto Médico Leloir, 2015, pág. 2)

## 1.2.1 Movimientos del Hombro

### 1.2.1.1 Movimiento de flexión

El movimiento de flexión puede alcanzar una gran amplitud que va desde 0 ° hasta 180 °, con la acción de diferentes articulaciones:

De 0° a 60° participa la articulación escapulohumeral; de 60° a 120°, la escapulotorácica y de 120° a 180°, músculos homolaterales junto con los colaterales de la columna vertebral. Cuando el movimiento alcanza los 60° u 80° el ligamento córacohumeral bloquea la articulación escapulohumeral. Después de aquello el serrato mayor y trapecio llevan la glena hacia adelante, afuera y arriba, para ser frenado por la tensión del dorsal ancho e infraespinoso al alcanzar los 120° (Hernández D. , 2014, pág. 3).

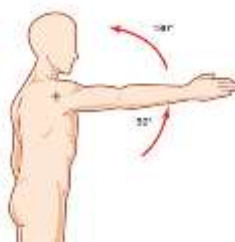


Figura 3. Movimiento de flexión. Tomado de (Kapandji, 2006, pág. 7)

### 1.2.1.2 Movimiento de extensión

Es el movimiento que se produce por el húmero cuando se dirige hacia la parte posterior del tronco. Según (Kapandji, 2006, pág. 6), alcanza “poca amplitud, la cual oscila entre 45° a 50°”.

Este movimiento se asemeja a una báscula interna, resultado de la aducción de escápula en el plano frontal. Interactúan los músculos romboides, dorsal ancho, trapecio, redondo mayor y tríceps braquial; es importante mencionar que se produce una cadena cinética cuando en los últimos 10° de extensión interviene la columna vertebral, con un límite constituido por el “fascículo anterior del ligamento córacohumeral” (Hernández D. , 2014, pág. 4).



Figura 4. Movimiento de extensión. Tomado de (Kapandji, 2006, pág. 7)

### 1.2.1.3 Movimiento de aducción

Es aquel que realiza el húmero en un plano horizontal por delante o detrás del tronco. No puede ser considerado independiente, debido a que debe estar forzosamente asociado a una extensión o una flexión, alcanzando una amplitud de entre 30° a 45° (Kapandji, 2006, pág. 6).

Para que este movimiento se produzca deben interactuar los músculos pectoral mayor, dorsal ancho, tríceps braquial, redondo mayor y menor además del subescapular, necesitándose que la escápula se fije a la pared torácica mediante la acción del trapecio, romboides, angular de la escápula, pectoral menor y subclavicular.” (Hernández D. , 2014, pág. 5).

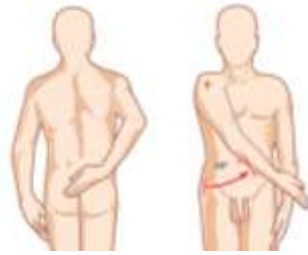


Figura 5. Movimiento de aducción. Tomado de (Kapandji, 2006, pág. 7)

#### 1.2.1.4 Movimiento de abducción

El movimiento de abducción es aquel producido por el húmero en dirección ascendente – lateral, alcanza los 180° de manera que el brazo queda alineado verticalmente con el tronco.

De 0° a 60° actúa únicamente la articulación glenohumeral con los músculos supraespinoso, deltoides, además del subescapular, infraespinoso y redondo menor, cuya acción se reduce de manera progresiva. Posteriormente de 60° a 120° participa la escapulotorácica, en conjunto con el bíceps braquial como estabilizador del húmero y finalmente de 120° a 180° interactúan las dos con el mismo grupo muscular, además de requerir cierto movimiento producido por las articulaciones esternocostoclavicular, acromioclavicular y subdeltoidea (Kapandji, 2006, pág. 8).



Figura 6. Movimiento de abducción. Tomado de (Kapandji, 2006, pág. 9)

### 1.2.1.5 Movimiento de Rotación Interna

Este movimiento se observa cuando el húmero gira de manera que se acerca a la línea media del tronco, alcanza entre  $100^{\circ}$  a  $110^{\circ}$  de amplitud y requiere que el antebrazo se coloque detrás del cuerpo, alcanzando la espalda.

En este movimiento la cavidad glenoidea hace abducción, con la interacción del dorsal ancho, redondo mayor, subescapular y deltoides. (Hernández D. , 2014, pág. 7).

### 1.2.1.6 Movimiento de Rotación externa

Este movimiento coloca al húmero haciendo un movimiento por delante del tronco, alcanzado una amplitud de  $80^{\circ}$ , sin embargo se considera que la rotación externa es funcional para el ser humano cuando alcanza los  $30^{\circ}$ . Interactúan las articulaciones escapulohumeral y escapulotorácica, en conjunto con los músculos infraespinoso, redondo menor, deltoides y trapecio (Hernández D. , 2014, pág. 8)

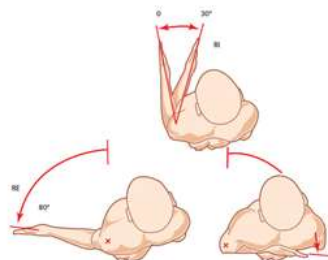


Figura 7. Movimiento rotaciones. Tomado de (Kapandji, 2006, pág. 11)

## 1.2.2 MOVIMIENTOS DE LA ESCÁPULA

Existen también una serie de movimientos especiales que se realizan en la articulación escapulohumeral con participación principal de la escápula y estos son: elevación, depresión, protracción y retracción.

### **1.2.2.1 Elevación y depresión**

La elevación es el movimiento que se produce cuando la escápula se eleva sobre la articulación acromioclavicular mediante la participación de los músculos elevador o angular de la escápula, trapecio fibras superiores y romboides, como por ejemplo cuando se encoge los hombros. Su movimiento opuesto es la depresión, consta en el desplazamiento de la escápula en sentido caudal mediante la acción del trapecio fibras inferiores y serrato mayor partiendo de la elevación ya que no existe una depresión desde la posición neutra (Córdoba, 2013).

### **1.2.2.2 Protracción o abducción y retracción o aducción**

La protracción también denominada abducción o antepulsión, es el movimiento que lleva la escápula hacia adelante proyectando la clavícula con la acción de las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular alejando de esta manera a la escápula de la columna vertebral mediante la acción de los músculos serrato mayor, pectoral menor, deltoides y supraespinoso, un ejemplo claro de este movimiento es cuando se cruzan los brazos.

El movimiento opuesto es la retracción, retropulsión a aducción que consiste en llevar las escápulas hacia la línea media acercándolas a la columna vertebral provocando que las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular regresen a su posición anatómica (Córdoba, 2013).

### **1.2.2.3 Rotación Externa (campanilla externa) y Rotación Interna (campanilla interna)**

La rotación externa es el movimiento en forma de báscula que se produce cuando el ángulo inferior de la escápula se desplaza hacia afuera y la cavidad glenoidea hacia arriba mediante la participación activa del serrato mayor, a diferencia de la rotación interna, movimiento que desplaza el ángulo inferior

hacia dentro llevando la cavidad glenoidea hacia caudal, con la participación del trapecio fibras inferiores y romboides mayor (Córdoba, 2013).

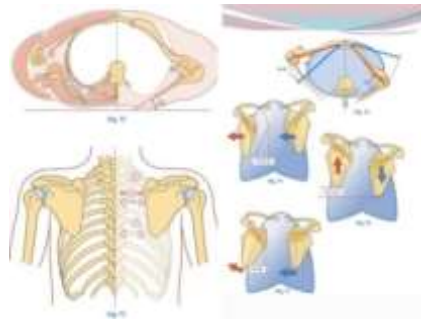


Figura 8. Movimientos de la escápula. Tomado de (Kapandji, 2006, pág.18)

### 1.3 FISIOLÓGÍA DEL TENDÓN

Los tendones se encuentran dispuestos entre el músculo y el hueso, su función principal es transferir la fuerza provocada por el primero al segundo, originando de esta manera el movimiento articular. Se considera que un músculo tiene dos tendones, uno proximal y otro distal. “Los tendones poseen tres zonas específicas en toda su longitud: (1) el punto de unión músculo-tendón que se denomina unión miotendinosa (UMT); (2) la unión tendón-hueso recibe el nombre de entesis u osteotendinosa (UOT); (3) zona media o cuerpo del tendón el cual a veces cambia de dirección dependiendo del apoyo que tome en las poleas óseas” (Jurado & Medina, 2017, pág. 7).

El tendón puede presentarse de forma aplanado o redondeado, ubicarse en el origen, inserción o en el mismo músculo formando otras intersecciones; de la misma manera puede ir en un extremo hacia una dirección y en otra porción discurrir hacia la contraria, siendo determinante la función muscular que cumple el tendón, se debe recordar que no siempre es cercano al músculo que tracciona, como por ejemplo, los tendones de los dedos de las manos que se ubican en el antebrazo (Jurado & Medina, 2017, pág. 8).

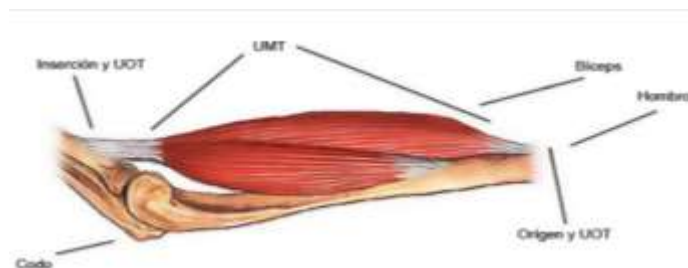


Figura 9. Fibras UMT – UOT. Tomado de (Jurado & Medina, 2017, pág. 7)

### 1.3.1 Componentes

Es un tejido conformado por colágeno de tipo I y elastina, entre los que se encuentran las células conjuntivas especializadas, denominadas tenocitos (Wavreille & Fontaine, 2009, pág. 1). Los tenocitos tienen un núcleo alargado y se ubican como hileras en el mismo sentido del “eje de fuerza del tendón” (Nardi & Combalía, 2001, pág. 68). Al estar conformado por un 90% de fibras colágenas, tiene una gran resistencia que le permite la tracción necesaria del músculo hacia el hueso, además de ser dúctiles al absorber mucha energía; asimismo tienen un 0.5% de fibras elásticas, 0.5% de glicosaminglicanos y un 9% de agua (Hernández D. V., 2015, pág. 3).

Con el propósito de tener una explicación más detallada acerca de los elementos que componen los tendones, (Jurado & Medina, 2017), las desagregan como se describe a continuación:

TABLA 3.

#### *Componentes del tendón*

<b>Células (tenocitos) 20%</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibroblasto es la célula predominante</li> <li>• Producen colágeno y sustancia fundamental</li> <li>• Necesarias para la cicatrización</li> </ul>
<b>Sustancia fundamental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos más frecuentes: proteoglicanos y agua</li> </ul>

<p><b>(agua, proteoglicanos (20%), glucoproteínas y elastina)</b> <b>80% (70% agua y 30% sólidos)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y controla el tejido colágeno</li> <li>• Actúa como barrera ante algunas sustancias</li> <li>• Facilita la nutrición</li> <li>• Soporta las propiedades mecánicas durante la compresión</li> </ul>
<p><b>Fibras de colágeno (75-80%) tipo I (III, IV, V Y VI)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microfibrillas empaquetadas como fibras de colágeno</li> <li>• Colágeno tipo I</li> <li>• Gran fuerza tensil</li> </ul>

Tomado de (Jurado & Medina, 2017, pág. 12)

### 1.3.2 Zonas UMT y UOT

Como se explicó anteriormente los tendones tienen zonas que conectan con los músculos y los huesos, denominadas uniones músculotendinosas (UMT) y osetendinosas (UOT).

La unión musculotendinosa o UMT es una membrana extensa que aumenta la superficie de contacto y distribuye estrés sobre el tendón, formando un ángulo de 0° respecto al músculo con el propósito de disminuir la tensión en la unión. Las células de colágeno que se adosan al músculo, pueden crecer junto con el mismo, disminuyendo según se acerca a la inserción del hueso, lugar donde se ubican dos tipos de receptores los órganos de Golgi y husos musculares. (Jurado & Medina, 2017, pág. 29).

La unión osetendinosa UOT o denominada entesis, puede ser fibrosa o fibrocartilaginosa, nombradas directas e indirectas respectivamente.

La entesis fibrosa o directa es aquella en la que el tendón “se inserta en el hueso formando un ángulo recto, donde la porción de transición presenta cuatro zonas: primera es similar al tendón; segunda es fibrocartilago con



células similares a los condrocitos; tercera es fibrocartílago mineralizado; y cuarta correspondiente al hueso” (Jurado & Medina, 2017, pág. 32). A diferencia que en la entesis fibrocartilaginosa o indirecta la inserción del tendón en el hueso forma un ángulo agudo, donde las fibras tendinosas rodean el hueso al mezclarse con el periostio. En esta unión se distinguen “cuatro zonas de tejido fibroso puro que son: tendón, fibrocartílago desmineralizado, fibrocartílago mineralizado y hueso” (Jurado & Medina, 2017, pág. 32), recalándose que ésta zona carece de vascularización.

### 1.3.3 Características del tendón

Como se ha podido entender, el tendón es una estructura biológica que sirve de unión entre músculos y huesos para el adecuado funcionamiento del aparato locomotor. Está formado por colágeno en un 90% de su estructura lo que le dota de flexibilidad y solidez al mismo tiempo.

En cuanto a la vascularización es escasa, razón por la cual, su coloración es blanquecina; sin embargo, su inervación es abundante para cumplir adecuadamente la contracción muscular. Por su conformación de fibras de colágeno puede almacenar energía y cumplir con altas exigencias del movimiento físico, alcanzando tener diferentes grados de propiedades mecánicas que se explica a continuación. (Wavreille & Fontaine, 2009, pág. 1).

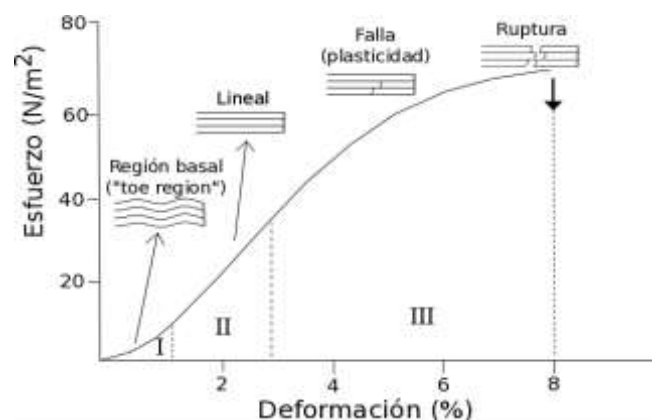


Figura 10. Curva tensión – deformación. Tomado de (Uribe, 2015).

Esta conformación hace que su diseño resista grandes cantidades de fuerzas de tensión, teniendo en consideración la dirección en la que ésta fuerza se ejerce: si la tensión es multidireccional, las fibras de los tendones se ubican de forma aparentemente aleatoria y entrecruzada; sin embargo, si es unidireccional, las fibras de los tendones están ordenadas de forma paralela a la dirección de la fuerza aplicada.

La fuerza o tensión ejercida por los músculos determina la dirección en la que se ubican los tendones para diferenciarse entre unidireccionales y multidireccionales. Así, por ejemplo, cuando la fuerza muscular se ejerce en una sola dirección, las fibras tendinosas son paralelas en sentido al eje de tracción, tal como se aprecia en los músculos fusiformes, los cuales aplican una mayor fuerza de tensión en el tendón siguiendo un sentido longitudinal, por otro lado a diferencia de los músculos peniformes que tienen varios ejes de aplicación (Jurado & Medina, 2017, pág. 42).

El tendón es un tejido con una alta demanda de acción que se ejecuta con los niveles de torsión, incrementando su fuerza de tracción, determinado por su zona de máximo estrés, produciendo un aporte insuficiente de nutrientes y convirtiéndolas en zonas sensibles a lesiones comúnmente denominadas tendinopatías.

## **1.4 TENDINOPATÍAS**

Durante mucho tiempo, el término utilizado era tendinitis, cuya terminación *itis* hace referencia a procesos inflamatorios subyacentes; sin embargo, en los últimos diez años las lesiones tendinosas han sido clasificadas y denominadas en base a los hallazgos de la histopatología, de tal forma “el concepto de tendinopatía es el término generalmente utilizado para denominar trastornos musculoesqueléticos de las estructuras que rodean a los tendones, derivados de un mecanismo de sobrecarga en el músculo.” (Abellán, 2016, pág. 1).

Las tendinopatías se producen por traumatismos indirectos, en el cual, la repetición del movimiento provoca la lesión, caracterizada por tres componentes que se presentan con variación de intensidad: dolor e inflamación, complicaciones en la movilidad y como consecuencia disminución de la funcionalidad (Abellán, 2016, pág. 1).

Las tendinopatías se pueden presentar por dos factores: intrínsecos o extrínsecos, es decir motivos propios del individuo o que están sujetos a las circunstancias externas del ambiente cuando las personas realizan sus actividades.

Los factores extrínsecos son aquellos que se relacionan con eventos externos al individuo, por ejemplo, el terreno o espacio físico donde se practica una actividad, herramientas utilizadas, métodos de entrenamiento: duración o intensidad excesiva, déficit de adaptación fisiológica, inadaptación a la especificidad, incrementos súbitos en el programa, error en la adaptación individual, calentamiento y recuperación insuficiente, fatiga, descoordinación neuromuscular, entre otros (Jurado & Medina, 2017, pág. 83).

Por otra parte, los factores intrínsecos son aquellos inherentes al individuo. Se considera que uno de los más importantes factores es la isquemia o hipo vascularización, ocurre cuando el tendón es sometido a una carga excesiva o comprimido por una prominencia de composición ósea, como sucede con el acromion, de forma que cuando se descomprime se genera oxígeno mezclado con radicales libres, verificándose un estrés oxidativo lesionando a los tenocitos, los cuales mueren de una manera progresiva con el devenir de los años (Jurado & Medina, 2017, pág. 83).

Figura 11.

*Factores intrínsecos y extrínsecos de Tendinopatías*

\*\* La tendinitis es un nombre incorrecto porque no existe un proceso inflamatorio, sería pues tendinopatía

Tomado de (Universidad Complutense de Madrid, 2016, pág. 8).

“La postura juega un papel importante dentro de las lesiones del hombro, se considera un predisponente significativo para el inicio de una tendinopatía del manguito rotador, debido a que durante la vida cotidiana como en el ambiente laboral, las diferentes actividades realizadas y posturas mantenidas, como abducción de hombro mayor de 60° durante más de una hora al día o pesos por encima de la cabeza llegan a provocar alteraciones musculares y posturales; principalmente anteproyección de cabeza y antepulsión de hombros, originando de esta manera una carga excesiva sobre la cintura escapular y ejerciendo mayor presión sobre los tendones del manguito rotador.

A pesar de que el tema ergonómico ha sido olvidado por la mayoría de especialistas, dentro de la rehabilitación física es la primera corrección que se busca destacar, por lo cual es importante, trabajar en la prevención de la aparición de lesiones en los trabajadores, analizando datos de cada puesto en concreto y obteniendo conclusiones que permitan hacer recomendaciones específicas para el puesto o para el trabajador” (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009).

### 1.4.1. Tipos y causas de Tendinopatías

“En la patogénesis de las lesiones tendinosas se han invocado distintas causas: alteraciones vasculares, del colágeno y ciertos factores genéticos; así como el entrenamiento mal dirigido, producto de incoordinación motora-muscular” (Nardi & Combalía, 2001, pág. 74).

Dependiendo de las causas y tiempo de la lesión las tendinopatías se subdividen en cuatro tipos: tendinosis, tendinitis, paratendinitis y entesopatías (Abellán, 2016, pág. 1), determinándose que si es menor a 2 semanas es una tendinopatía aguda o tendinitis; si se encuentra entre 4 a 6 semanas es una tendinopatía subaguda; y si se extiende por más de 6 semanas se trata de una tendinopatía crónica o tendinosis (Jurado & Medina, 2017, pág. 80).

Según (Jurado & Medina, 2017), los síntomas que las tendinopatías permiten evidenciar se las ha clasificado de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.

#### *Tipos de Tendinopatías*

<b>LESIÓN</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>CAUSA</b>
<b>Tenosinovitis</b>	Inflamación de la vaina que rodea al tendón.	Traumatismos como fracturas, luxaciones, esguinces y fatiga muscular.
<b>Tendovaginitis</b>		Sobreesfuerzo tendinoso
<b>Peritendinitis</b>		Uso excesivo de la articulación
<b>Tendinitis</b>	Es la inflamación o la irritación de un tendón.	Movimientos repetitivos
	Es el proceso	Microdesgarros del

<b>Tendinosis</b>	degenerativo caracterizado por un desorden de las fibras de colágeno e incremento de células reparadoras.	tejido conjuntivo en el interior y alrededores del tendón.
<b>Distensión o desgarro del tendón</b>	Lesión de un músculo o tendón que produce su estiramiento o ruptura.	Estiramiento de las fibras musculares por mecanismos de alto impacto.

Tomado de (Álvarez, Nuñez, Elvira, Marrero, & Castro, 2004)

De esta manera se concluye mencionando que las tendinopatías agrupan a todas las lesiones que se producen en el tendón, pueden tener inflamación, dolor y eventualmente una disfuncionalidad, además se debe recalcar que cada tendinopatía tiene una especificidad en el campo histopatológico, tratándose de una manera diferenciada.

#### **1.4.2 Fisiopatología**

El tendón es un tejido que puede soportar una carga de tensión constante, sin embargo, cuando la tracción mecánica supera el 4% de la longitud en reposo se produce una rotura fibrilar, pudiendo romperse completamente si supera el 8% (Fernández, Baró, Fernández, Guillén, & Guillén, 2010, pág. 260).

La fisiopatología de las tendinopatías dependerá del tipo de patología, así por ejemplo, cuando se trata de una tendinitis aparecen “células inflamatorias como macrófagos, linfocitos o neutrófilos. La otra característica notable es que se observa el tendón hipervascularizado y con signos de hemorragia” (Jurado & Medina, 2017, pág. 91). En ese caso, como se puede colegir de lo anotado, sí se produce una inflamación que exagera la vascularidad del tendón, provoca que adopte una coloración rojiza impropia del tendón blanco lechoso.

En el caso de las tendinosis se presenta como principal característica del proceso degenerativo una gran cantidad de fibroblastos activos, hiperplasia

vascular, desorganización del colágeno y sus fibras; en esta fase es raro que se presente dolor por la ausencia de células inflamatorias, sin embargo puede presentarse ante la actividad. El dolor aparece cuando el tendón ha sufrido estrés y no ha sido capaz de sanar o regenerarse por sí mismo después de haber tenido una lesión o microtraumatismos repetitivos, es decir cuando se ha sobrecargado de esfuerzo (Jurado & Medina, 2017, pág. 91).

### **1.4.3 Tendinopatía del manguito rotador**

“El manguito rotador es el término anatómico dado al complejo tendinoso formado por los músculos supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor; es considerado como el principal estabilizador dinámico de la articulación glenohumeral, su afectación constituye una de las principales causas de dolor y disfunción articular, estimándose al síndrome del manguito rotador como un conjunto de patologías que van desde una tendinitis hasta un desgarro parcial o incluso total del tendón o tendones que lo conforman, deduciendo así que la tendinopatía del manguito rotador es un trastorno musculoesquelético el cual afecta a una serie de tendones que rodean la cápsula glenohumeral denominados motores primarios” (Macías & Pérez, 2015).

Por otra parte, cabe destacar que el pinzamiento del tendón o tendones genera una disminución objetiva del flujo vascular, predisponente principal para el origen de tendinopatía y alteraciones de la función microvascular, siendo un factor de riesgo directo para el desarrollo de la enfermedad del manguito de los rotadores (Rueda & Mesa, 2016)

### **1.4.4 Etiopatogenia**

“La etiología del manguito rotador es multifactorial, por lo que actualmente se han propuesto múltiples teorías sobre la rotura del manguito de los rotadores, que incluyen mecanismos extrínsecos anatómicos, como las variaciones

anatómicas (acromion, coracoides y ligamento coracoacromial, fosa glenoidea en su porción superior e inestabilidad glenohumeral), de edad, ambientales (movimientos repetitivos por encima de la cabeza, posiciones mantenidas y caídas) y del estilo de vida (alcohol, tabaquismo, trastornos metabólicos, anomalías posturales e insuficiencias dietéticas). Entre los factores de riesgo intrínsecos se encuentran los cambios degenerativos inherentes a la edad, hipoperfusión, alteración microestructural del colágeno, asociados o no al microtraumatismo” (Rueda & Mesa, 2016)

#### **1.4.4.1 Factores Extrínsecos:**

- Variaciones anatómicas: Dentro de este grupo se ha dividido a los factores extrínsecos en cambios primarios o estructurales y secundarios o funcionales.

##### 1. Cambios primarios – estructurales:

Son los que producen estrechamiento anatómico del desfiladero del supraespinoso. (Se le imputa al 95% del total de las rupturas), dentro de los cuales pueden ser: traumáticos, por variantes anatómicas constitucionales, inflamatorias y yatrógenas.

- Traumáticos: Secuelas de fractura de acromion, troquíter, coracoides.
- Variantes anatómicas constitucionales: Acromion tipo III, os acromial y coracoides.
- Inflamatorias: Bursitis subacromial.
- Yatrógenas: Mala posición de implantes” (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009).

Dentro de las mismas se debe mencionar que la morfología del acromion es uno de los factores principales para ruptura del manguito, determinándose que el 43% de lesiones son provocadas por el tipo II y 39% debido al tipo III en forma de gancho. Además suele deberse a un factor mecánico producido en la



abducción glenohumeral, donde el manguito puede rozar con el tercio antero-inferior del acromion a la ejecución del movimiento (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009).

## 2. Cambios secundarios – funcionales:

Son aquellos que producen estrechamiento funcional o dinámico del desfiladero, resultado de desequilibrio en la glenohumeral, debido a lesiones cápsula -ligamentosas o disfunción neuromuscular.

- “Cápsula-ligamentosas: Inestabilidades, laxitud capsular, retracción capsular
- Disfunción neuromuscular escápulo torácica” (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009).

### ➤ Predisponentes Ambientales:

Son la causa más frecuente de ésta patología, entre ellos se encuentran las posturas mantenidas en abducción de hombro, elevar pesos o uso repetitivo del brazo por encima de la cabeza debido a que el manguito puede rozar con el tercio antero-inferior del acromion, es así que las roturas del manguito ocurren generalmente en determinados colectivos profesionales como peluqueras, mecánicos, jardineros y agricultores (Leyes & Forriol, 2012).

### **1.4.4.2 Factores Intrínsecos:**

Por otro lado se encuentran los factores degenerativos o intrínsecos, causando degeneración primaria dentro del tendón, se subdividen en traumáticos, degenerativos y por disfunción neuromuscular.

- “Traumáticos: Agudos y micro-traumatismos.
- Degenerativos: Alteraciones micro-estructurales, edad, vascularización, tendinitis calcificada y tendinopatías por corticoides
- Disfunción neuromuscular escápulo-humeral: Lesión nervio supra-escapular, radiculopatía C5-C6” (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009).

#### 1.4.4.3 Importancia de la posición escapular

Antes de incluir el último principio es necesario mencionar la relación entre la escápula y el húmero, cuyo punto atribuye que del 68% al 95% de lesiones se asocian a la posición escapular, debido a la ausencia de una articulación ósea real en la región escapulotorácica, provocando de esta manera que la articulación glenohumeral dependa en gran medida de su estabilidad y movimiento normal (Paine & Voight, 2013).

La escápula cumple así con tres roles principales:

- El primero es la integridad de la cabeza humeral en la glenoide, relación cóncavo - convexo, permitiendo una función óptima tanto de la restricción ósea como de los músculos del manguito rotador.
- El segundo es proporcionar movimiento a lo largo de la pared torácica manteniendo la posición anatómica en relación al húmero para disipar las cargas externas en la extremidad superior mientras se encuentra en flexión o extensión.
- El tercer rol es mantener la distancia anatómica de 10mm en el espacio subacromial evitando pinzamientos (McQuade, Dawson, & Smidt, 1998) De esta manera se concluye que el último factor para provocar el estrechamiento anatómico del desfiladero, es la mala posición escapular dentro de los que destaca el movimiento excesivo de protracción acompañado de una depresión acromial (Ben Kliber, 1998)).

La patología del impacto subacromial se refiere generalmente a un proceso mecánico repetitivo crónico en el que el tendón conjunto del manguito rotador sufre compresión repetitiva y microtrauma mientras pasa bajo el arco coracoacromial. Cuando el brazo es abducido o girado, la anchura del espacio subacromial cambia y el manguito se comprime cada vez más. El supraespinoso está en contacto más cercano con el borde anterior inferior del acromion en 90 grados de abducción con 45 grados de rotación interna. Los pacientes con incidencia tienden a girar externamente el brazo para permitir

que el manguito ocupe la parte más ancha del espacio subacromial aliviando de este modo los síntomas.

Después de haber citado las estructuras y los mecanismos de lesión es importante mencionar además el síntoma más frecuente, que en el caso de la ruptura del manguito rotador es el dolor localizado en la cara antero lateral del hombro, el cual se agrava con las actividades por encima de la cabeza, manifestando comienzo insidioso de predominio nocturno e instauración aguda tras una caída sobre el lado afectado (Leyes & Forriol, 2012).

Los pacientes con ruptura parcial del manguito tienen mayor dolor con las maniobras de contracción contra-resistencia a diferencia de los pacientes con rupturas totales, así mismo es importante aludir que los desgarros localizados en el lado bursal son más sintomáticos a los del lado articular y en casos de larga evolución o con avulsión del manguito el paciente refiere además debilidad en la abducción y rotación externa del hombro (Leyes & Forriol, 2012).

#### **1.4.5 Afectación del supraespinoso**

El tendón del supraespinoso es el músculo del manguito rotador más implicado en el impacto del hombro, siendo la causa más frecuente de intervención clínica, suele presentarse secundaria a cambios degenerativos a medida que avanza la edad.

El músculo supraespinoso se origina en la fosa supraespinosa y la parte externa pasa por debajo del acromion, entre ellos se encuentra la bolsa subacromial, finalizando su inserción en el troquíter, dentro del tendón se localiza una zona avascular o "crítica" siendo aquí donde ocurre la mayor "incidencia" de rupturas, el mismo que se agranda y ensancha en sentido anterior con un margen grueso en forma de cuerda que se afina en sentido posterior adquiriendo aspecto de banda. La parte más externa del tendón

(fuera ya del acromion), está cubierta por el músculo deltoides (Khan, Nagy, Malal, & Waseem, 2013).

Su acción fundamental es la abducción debido a que cuando el peso del brazo se dirige hacia adelante, la fuerza del supraespinoso empuja ligeramente hacia abajo, ayudando a mantener la cabeza del húmero en posición, además de estabilizar y deprimir la cabeza mientras el músculo deltoides lo eleva, siendo así el responsable del 50% de la torsión que se produce en abducción y flexión de hombro, atribuyendo al deltoides el 50% restante (Jiménez, y otros, 2008).

Durante la abducción, el tendón del supraespinoso simultáneamente con la bolsa subacromial quedan atrapados entre el húmero y techo coracoacromial. Además de sufrir microtraumatismos por repetición sobre la zona crítica de Codman, situada a 1 – 2 cm. en la inserción del troquíter; facilitando la aparición de pequeños desgarros a este nivel. Con el fin de reparar la lesión se produce una reacción inflamatoria denominada tendinitis; depositándose así pequeñas partículas de calcio difícilmente observables mediante radiografía simple, posteriormente, el tendón se va edematizando por la retención de líquidos, en la fase calcárea, las partículas de calcio se van agrupando pudiendo ser ya observadas. Finalmente en la fase de abombamiento se va limitando el movimiento de abducción; siendo éste un mecanismo defensivo para evitar aparición de dolor (Khan, Nagy, Malal, & Waseem, 2013).

#### **1.4.6 Tratamiento Médico**

En el caso de las tendinopatías el tratamiento médico se aplica cuando la lesión se ha presentado y el paciente indica dolor e inflamación, combinadas o por separado.

Una de las primeras indicaciones es el reposo para relajar el tendón y ayudar a su recuperación; dependiendo de la gravedad de la lesión podría inmovilizarse la zona o recomendar la aplicación de frío o calor en el tejido afectado. A esta

estrategia de reposo se le combina el tratamiento farmacológico con antiinflamatorios no esteroides (AINE's), siendo los más usados el ácido acetilsalicílico y el ibuprofeno, que favorecen la desinflamación. Si es un caso más grave se administrará corticoide en forma inyectable. (Salinas, 2015).

Los AINE's se recomiendan durante los primeros cinco a diez días de producida la patología por sus efectos antiinflamatorios, antipiréticos y analgésicos (Martínez & Gutiérrez, 2010, pág. 151). Por la complejidad que puede entrañar una lesión en los músculos que conforman el manguito de los rotadores, el tratamiento con AINE's es de corta duración y se han comprobado con varios estudios clínicos desarrollados por Norris, Lashgari y Yamaguchi en el 2002 que ponen en entredicho su eficacia para controlar el dolor y la inflamación, teniéndose más bien un efecto placebo (Toro, 2010, pág. 163).

Cómo último medio de tratamiento se considera la intervención quirúrgica, escatimándose que el 40% de los pacientes asistidos con esta patología presentan una disminución de la funcionalidad además de un aumento del tamaño de la lesión tras los cinco años posteriores al tratamiento, siendo remitidos finalmente a cirugía (Leyes & Forriol, 2012).

Actualmente se considera dos tipos de técnicas como forma de intervención: en primera instancia la denominada convencional o cirugía abierta, consiste en realizar una incisión bordeando el acromion con el fin de acceder al espacio subacromial, evitando la extirpación de la bursa excepto cuando se encuentra afectada, con el fin de favorecer el deslizamiento de los dos planos (deltoides – manguito). Para posteriormente continuar ya sea con una acromioplastia anterior o inferior del acromion evitando el “impingement”, en caso de acromion ganchoso se recomienda extirpar la punta que incide directamente sobre el tendón. Prosiguiendo con la reparación del tendón, mediante una sutura termino terminal, (reinserción del tendón hueso con hueso), la cual no debe quedar a tensión cuyo objetivo principal es lograr un cierre mecánico o

funcional y que el manguito vuelva a recuperar su función de depresor de la cabeza humeral durante la abducción (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009)

Por otra parte la cirugía artroscópica, consiste en reanclar el tendón en el troquíter mediante la utilización de arpones manteniendo íntegra la musculatura del deltoides, además permite diagnosticar los diferentes tipos de lesiones ya sean microscópicas, parciales, asociadas al labrum, etc.; presentando ventajas superiores a las intervenciones abiertas, ya que provoca menor dolor postoperatorio, menor rigidez articular, menor pérdida de sangre y de estancia hospitalaria (Sánchez, Linares, & Cruz, 2009).

#### **1.4.7 Tratamiento Fisioterapéutico**

Para completar el tratamiento médico y garantizar un adecuado funcionamiento del tendón cuando se ha finalizado el proceso de recuperación, se procede con el tratamiento fisioterapéutico, basándose normalmente en un procedimiento conservativo que se enfoca principalmente en la disminución del dolor e inflamación, con el uso agentes físicos; elongación de tejidos blandos, aumento del rango de movimiento y fortalecimiento muscular global (Morrison, Greenbaum, & Einhom, 2000).

Entre los principales tratamientos recomendados se puede mencionar al ultrasonido que emite ondas sonoras de alta frecuencia, provocando tres efectos básicos: térmico, mecánico y analgésico (Jurado & Medina, 2017, pág. 202), logrando un resultado de tipo fisiológico, entre los que destacan aumento del flujo sanguíneo, mejora de la permeabilidad capilar y metabolismo tisular, elevación del umbral del dolor y relajación muscular al alterar la actividad neuromuscular (García Á. , 2011, pág. 17). Un estudio comparativo entre la eficacia del ultrasonido con criocinética (Grupo A) versus el ultrasonido con masaje de fricción profunda (Grupo B) en tendinitis del supraespinoso demostró que los dos son eficaces aunque sólo en la mejora del dolor siendo irrelevante en la capacidad funcional, sin embargo, la terapia de ultrasonido con masaje de

tejidos blandos parece ser mejor ante la función del hombro y la discapacidad aunque cabe mencionar que no existe significancia alguna (Shivakumar, Chanappa, Reddy, & Dey, 2014).

Otro de los tratamientos es la estimulación eléctrica transcutánea o TENS que busca reemplazar la señal dolorosa por señales eléctricas, favoreciendo la liberación de endorfinas lo cual eleva el umbral del dolor. Se colocan electrodos en la zona afectada y se debe prolongar por dos semanas o más, dependiendo de la complejidad de la lesión; en ese caso, deberán identificarse específicamente los músculos o articulaciones afectadas para localizar adecuadamente los electrodos y proceder al bloqueo de la señal de dolor (García J. , 2010, pág. 180).

El láser es otro tratamiento utilizado para la fase de cicatrización disminuyendo las prostaglandinas. En lesiones del manguito rotador mejora la circulación, reduce la inflamación, el edema, además de liberar histamina, serotonina y bradicinina (Jurado & Medina, 2017, pág. 207). La teoría fue refutada por varios autores mediante numerosas revisiones sistemáticas donde demuestran una mejoría del dolor a corto plazo pero sin significancia alguna, un ejemplo es el estudio en el que se experimentó la eficacia de la terapia con láser (LT) vs un programa de ejercicios, donde se concluyó que la LT puede proporcionar a corto plazo alivio del dolor, sin demostrar efectos superiores a largo plazo sobre el dolor, función o ROM del hombro en comparación al ejercicio donde se obtuvo mejorías favorables, hasta que la evidencia de mayor calidad demuestre los beneficios de la LT, los clínicos deben usar esta modalidad con cautela y con el único objetivo de aliviar otras intervenciones de rehabilitación (Boudreault, Desmeules, Roy, Dionne, & Frémont, 2016).

El masaje es un tratamiento ampliamente utilizado en las tendinopatías cuyos efectos fisiológicos se desencadenan con el incremento del flujo sanguíneo, el drenaje de los metabolitos y cierto nivel de analgesia. Existe un tipo de masaje descrito por Cyriax y Russell, el cual genera amplio debate en el ámbito

académico, es recomendado aplicar el masaje de manera personalizada a cada paciente y patología, dependiendo de la experiencia del especialista. (Jurado & Medina, 2017, pág. 207). En varios estudios clínicos se ha observado que el masaje mejora la circulación e irrigación en los músculos con la liberación de sustancias (endorfinas) además de la disminución de la hormona del estrés (cortisol) produciendo relajación y analgesia. En los casos relacionados a tendinopatías del manguito rotador, el masaje reduce el dolor a partir de la tercera o cuarta sesión, siempre que el paciente consienta y tolere la molestia que le produzca la fricción (Ávila & Canchanya, 2005, pág. 25).

Un estudio compara la eficacia del masaje de tejidos blandos versus el ejercicio para el tratamiento de hombro doloroso, tomándose en cuenta parámetros como el dolor, discapacidad, amplitud de movimiento y calidad de vida, donde se concluyó que el masaje no tuvo resultados representativos, a diferencia del ejercicio el cual es eficaz para producir pequeñas mejoras en el dolor, rango de movimiento y función (Van den Dolder, Ferreira, & Refshauge, 2012).

El ejercicio juega un papel importante como terapia recomendada para la recuperación de tendinopatías del manguito rotador, cuya finalidad es la de obtener flexibilidad, tomándose en consideración la anatomía de la unión musculotendinosa afectada, la carga máxima e ir alcanzando una progresión limitada posterior al apareamiento de dolor al final de la ejecución del ejercicio. Se debe seguir un guion de calentamiento, flexibilidad, ejercicio específico y frío con el propósito de reducir la tensión muscular por el esfuerzo y vuelvan los músculos a su estado natural y no causar una nueva lesión (Jurado & Medina, 2017, págs. 210 - 219).

Entre los ejercicios que podrían ser aplicados se encuentran los de cadena cinética abierta donde el segmento distal puede moverse libremente en el espacio, tal como acontece en el movimiento clásico del tenis; por otro lado se tiene al ejercicio de cadena cinética cerrada en el cual el segmento distal está



fijo, tal como ocurre cuando se trata de estabilizar el cuerpo sobre una superficie usando los brazos (flexiones) (Bartolomé, 1998, pág. 55).

#### **1.4.7.1 Ejercicios escapulares en cadena cerrada**

Los ejercicios de cadena cinética cerrada sirven para cumplir el objetivo de prevención de lesiones. Al estar fijo, el segmento debe activarse la musculatura estabilizadora para evitar movimientos contraproducentes lo que generará un fortalecimiento funcional de las articulaciones protagonistas en el ejercicio y proteger la articulación. Los ejercicios escapulares van a ser fundamentales para corregir estas alteraciones y proporcionar estabilidad dinámica a la articulación acromioclavicular. A partir de las 4ta a la 8va semanas podemos iniciar ejercicios de «reloj escapular» para mejorar la capacidad de los músculos estabilizadores y el control escapular sin sobrecargar la articulación acromioclavicular. Con la mano apoyada en una superficie eliminando el peso del miembro superior realizamos movimientos de elevación y depresión de la escápula (las 12 y las 6 del reloj), así como retracción y protracción escapular (a las 9 y a las 3 del reloj) (Oliete, 2015).

A estos se pueden añadir ~ ejercicios de control escapular en cadena cerrada frente al espejo. Con la mano apoyada realizaremos los movimientos de protracción, retracción, elevación - retracción, depresión - retracción, rotación interna - elevación y rotación externa – depresión.

#### **1.4.7.2 Ejercicios isotónicos e isométricos**

Entendemos un ejercicio isotónico como aquel que se realiza con una tensión constante durante el recorrido de la contracción muscular, como el ejercicio de pesas clásico realizado en un gimnasio. Debemos posponer los ejercicios isotónicos hasta la reparación de los tejidos intervenidos para asegurarnos una buena tolerancia a la carga repetitiva sobre la articulación. Entre las 6 y 12 semanas se pueden iniciar ejercicios activos libres en cadena abierta, posponiendo el entrenamiento con resistencias a las 12 semanas.

Al principio se pueden realizar ejercicios sencillos en cadena abierta que estimulan la activación de las cadenas cinéticas del miembro inferior, tronco y escápula como son «el cortacésped» y «el robo». Se puede continuar con ejercicios seguros que estimulen la extensión de tronco, retracción escapular y extensión de hombro denominados «isométricos de remo bajo».

Los ejercicios isométricos son aquellos que aumentan la tensión muscular sin provocar variantes en la elongación del músculo. La principal ventaja ocurre en las primeras etapas de entrenamiento, ya que se obtiene un rápido aumento de la masa muscular, siendo utilizados en casos de recuperación y rehabilitación posterior a una lesión. Sin embargo pueden llegar a causar graves inconvenientes, como son la “rápida sensación de fatiga muscular y aumento en las resistencias periféricas de riego sanguíneo, de allí la conveniencia en repartirlos a lo largo del día”(Oliete, 2015) .

Si la tolerancia es buena, podemos añadir ejercicios resistidos de remo con polea o resistencia elástica con Theraband en diferentes posiciones, además de flexiones en sedestación (Oliete, 2015).

## **1.5 FORTALECIMIENTO MUSCULAR**

Un apropiado programa de fortalecimiento muscular durante la rehabilitación del hombro será llevado a cabo en base al diagnóstico establecido por el médico y fisioterapeuta tratante, como por ejemplo en un síndrome de pinzamiento no complicado puede comenzarse desde la cuarta semana, mientras que en un postoperatorio del maguito rotador puede requerir hasta 10 semanas antes de iniciar el fortalecimiento, dando tiempo al tendón reparado a cicatrizar con seguridad en el tubérculo mayor (Brotzman & Manske, 2012).

El fortalecimiento de los músculos alrededor del hombro puede conseguirse mediante diferentes ejercicios, considerándose como más seguros a los isométricos y de cadena cinética cerrada, adquiriendo éstos últimos la

contracción tanto de los grupos musculares agonistas como antagonistas, ayudando a reforzar la estabilidad de la articulación glenohumeral (Brotzman & Manske, 2012).

Los ejercicios isométricos o estáticos también pueden realizarse en diversas amplitudes de elevación del hombro. A menudo que el paciente progresa, puede utilizarse un fortalecimiento más agresivo avanzando desde ejercicios isométricos en cadena cerrada hasta los que son de naturaleza más isotónica en cadena abierta como ya se mencionó con anterioridad (Brotzman & Manske, 2012).

Habitualmente para la rehabilitación de las distintas patologías, se aplican diversos protocolos no siendo el Síndrome de Pinzamiento del Manguito Rotador una excepción. Uno de los más comunes y universalmente usados es el propuesto por Rockwood el cual consta de tres fases y radica en un régimen de ejercicios para mejorar la movilidad optimizando gradualmente la fuerza en el cinturón escapular (Rockwood.Jr, 1998), cabe mencionar que no existe protocolo aún para tratar específicamente una tendinopatía del manguito rotador.

Cabe mencionar que una de las principales causas para que se produzca un desequilibrio muscular es la postura corporal, por lo que hoy en día una gran parte de la rehabilitación está basada en la consciencia de la posición escapular y la estabilidad durante el movimiento; varios especialistas están usando las denominadas "camisas escapulares", un dispositivo externo apretado, cosido de manera que promueva una postura erguida de retracción escapular y rotación hacia arriba con el fin de obtener retroalimentación propioceptiva a la musculatura escapular conjuntamente al fortalecimiento muscular.

Antes de comenzar se debe recuperar la flexibilidad normal de los músculos alrededor de la escápula, ya que la opresión o el acortamiento adaptativo

pueden inhibir la activación de los grupos musculares opuestos. A medida que el paciente progresa a través del programa, el énfasis cambiará al control dinámico para restablecer el equilibrio muscular con varios movimientos del brazo pudiendo ser utilizados los denominados ejercicios de Codman. Una vez que el equilibrio muscular se logra, el énfasis final es fortalecer los músculos escapulares, donde se describe tres fases conforme la evolución del paciente.

### 1.5.1 Fases de fortalecimiento muscular

- **Fase I:** La fase inicial del fortalecimiento está diseñada para iniciar el disparo de los músculos que controlan la escápula. Dependiendo del tipo de debilidad presente.

**Isométricos:** Denominados también de compresión isométrica se pueden comenzar con muchos pacientes postoperatorios o aquellos que están teniendo dolor con ejercicios activos de elevación.

**Isotónicos:** El avance al movimiento activo de la articulación del hombro ocurre cuando los síntomas dolorosos del arco son disminuidos. Los ejercicios isotónicos implican tanto una contracción concéntrica y excéntrica. Los autores sugieren tres series de 10 a 20 repeticiones, con 3 segundos.

- **Fase II:** Esta fase suele establecerse cuando no hay presencia de dolor alrededor del complejo articular del hombro y rango completo de movimiento, debido a que abarca una estabilidad más completa de toda la musculatura. Esta fase consiste en el desarrollo de resistencia, además se comienza durante la fase el trabajo de flexibilidad, el cual es determinante y fundamental para recuperar la elasticidad muscular y movilidad articular, tanto de la zona lesionada como del resto de grupos musculares específicos.
- **Fase III:** Esta fase se compone de ejercicios escapulares avanzados y puede no ser necesario para todos los individuos ya que incluye técnicas

deportivas específicas siendo aún más agresivo (Brotzman & Manske, 2012)

### **1.5.2 Reeducción Muscular**

La reeducación muscular es una parte de la fisioterapia que se encarga de relevar las alteraciones musculares provocadas por disfunciones fisiológicas que generan cambios en la función muscular normal, ya sea por lesión, desuso u atrofia (Howse, 2002). Se basa en un proceso de aprendizaje neuromuscular secuencial con el cual se busca recuperar el dominio muscular voluntario dentro de los límites funcionales.

#### **1.5.2.1 Tipos de reeducación muscular:**

- Analítica: Se efectúa en un músculo o grupo muscular específico.
- Funcional.- Se basa en la realización de actividades globales en un grupo o varios grupos musculares.
- Instrumental.- Se ejecuta a través de instrumentos externos, como por ejemplo mancuernas, terapia manual instrumental (TMI) con Herramientas Richelli's, electro estimulación (León, Gálvez, Arcas, Gómez, & Fernández, 2005).

## **CAPÍTULO II. CONTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La tendinopatía del manguito rotador constituye actualmente un problema de salud de gran incidencia en el área médica y de fisioterapia lo cual se ve respaldado con la cifra que encontraron (Suárez & Osorio, 2013), quienes indican que existe “una prevalencia del 70 % en pacientes diagnosticados con hombro doloroso, presentándose en el género femenino entre los 35 y los 49 años y en el género masculino entre los 50 y los 59 años de edad” (p.p. 205). Esto significa que la tendinopatía afecta a una gran proporción de la población de entre los 35 a los 60 años, causando por lo tanto un grave perjuicio en la salud de quienes la padecen.

Una de las principales causas en las tendinopatías y en el desgarramiento del manguito rotador es cuando dicha lesión se presenta en el tendón supraespinoso, puesto que afecta a los movimientos de abducción y rotaciones que relativamente son los que más se presentan en la vida cotidiana: recogerse el cabello en una cola, acomodarse una gorra, amarrar una cinta, entre otras.

(Seitz, McClure, Finucane, Boardman, & Michener, 2011) Determinan que la etiología del manguito rotador es multifactorial y ha sido atribuido a mecanismos tanto intrínsecos como extrínsecos.

Entre los tratamientos más empleados encontramos la fisioterapia que utiliza la aplicación de medios físicos y movilidad articular con movimientos osteo y artrocinemáticos. Sin embargo, este tipo de terapia deja de lado aspectos importantes del tratamiento como son el fortalecimiento muscular, los ejercicios en cadena cinética abierta y en cadena cinética cerrada, cuyo fin es evitar las recidivas de la lesión y principalmente una intervención quirúrgica.

“En los ejercicios de cadena cinética cerrada, los movimientos multiarticulares se realizan con la extremidad distal fija y una carga de peso. Estos ejercicios generan una contracción de los músculos agonistas y antagonistas, con el fin de proporcionar una estabilidad articular” (Nobre, 2012, pág. 3). “Por otra parte los ejercicios en cadena cinética abierta no requieren que el segmento terminal se encuentre fijo, sino que permiten que éste se mueva durante la ejecución de la actividad” (Turgut, Pedersen, Duzgun, & Baltaci, 2016, pág. 2773). En ambos casos, sea de ejercicios de cadena cinética cerrada, como de cadena cinética abierta, implica que el individuo realice cierta actividad con una determinada frecuencia y fuerza con el propósito de fortalecer sus músculos y prevenir las lesiones, y si esta ya se ha producido, para recuperarse de aquellas.

En varios estudios se ha propuesto los ejercicios en CCC uno de ellos realizado por Boeck, R., Dohnert, M., & Pavao, T. (2012) donde compararon los ejercicios en cadena cinética cerrada vs ejercicios de cadena cinética abierta en la rehabilitación del manguito rotador donde obtuvieron como resultado que la amplitud de movimiento mejora en el GCC para el movimiento de flexión ( $p=0.011$ ), abducción ( $p=0.021$ ), rotación externa ( $p=0.000$ ) y rotación interna ( $p=0.000$ ), a diferencia que GCCA, representó una mejoría únicamente en el movimiento de abducción ( $p=0,04$ ). Sin embargo en otros estudios se ha visto una notable mejoría con los ejercicios en CCA como por ejemplo: Jang, Kang, Woo, Bae & Shin (2016), al mencionar que “el aumento de la fuerza tras ser analizada mediante electromiografía en el músculo deltoides fibras posteriores con ejercicios en cadena cinética abierta fue más efectivo a diferencia del mejoramiento del músculo supraespinoso al realizar ejercicios en cadena cinética cerrada”

Finalmente, se propone realizar este estudio cuantitativo y experimental, debido a la controversia que se plantea por lo que en la presente investigación se proyecta las diferencias en la efectividad de la aplicación de dos protocolos de fortalecimiento muscular, uno basado en ejercicios en cadena cinética abierta comparándolo con otro basado en ejercicios en cadena cinética cerrada en

pacientes que padecen tendinopatía del manguito rotador con afectación del supraespinoso. La investigación propuesta determinará cuál de los dos tratamientos aplicados es más efectivo para el tratamiento de dicha patología.

## **2.2 HIPÓTESIS**

**H0=** ¿Los ejercicios en cadena cinética cerrada son más efectivos que los ejercicios en cadena cinética abierta para el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador?

**H1=** ¿Los ejercicios en cadena cinética abierta son más efectivos que los ejercicios en cadena cinética cerrada para el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador?

## **2.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **2.3.1 Objetivo General**

Determinar la eficacia de los ejercicios de potenciación en cadena cinética cerrada versus cadena cinética abierta en tendinopatías del manguito rotador.

### **2.3.2 Objetivos Específicos.**

- Valorar la fuerza de los músculos del manguito rotador mediante dinamómetro muscular MARK-10 al inicio y al final del tratamiento para conocer cuál de los dos tipos de ejercicios es el más efectivo.
- Evaluar la movilidad de la articulación de hombro utilizando goniometría al inicio y al final del tratamiento.
- Evaluar las actividades funcionales que realiza el paciente con la escala funcional de Constant-Marley para conocer las limitaciones iniciales y el resultado final del tratamiento.



- Evaluar la estabilidad escapular mediante la medición de los puntos anatómicos de la escápula con referencia a la columna vertebral mediante la utilización de cinta métrica.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1 MÉTODOS**

#### **3.1.1 Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo experimental prospectivo.

#### **3.1.2 Sujetos**

Para el siguiente estudio se reclutaron 10 participantes del género masculino y femenino entre las edades de 35-50 años del área de rehabilitación física del Distrito 17D04 de la ciudad de Quito que presentan tendinopatías del manguito rotador.

La experimentación consiste en crear dos grupos de cinco pacientes cada uno, para su distribución nos basamos en el apellido del paciente dispuestos en orden alfabético, a cada uno se le dio un número; donde el primero es el Grupo de Cadena cinética Abierta (GCCA), “ejercicios en cadena cinética abierta”, conformado por los números impares y el segundo Grupo de cadena cinética cerrada (GCCC), “ejercicios en cadena cinética cerrada”, por los pares.

Todos los participantes son reclutados del distrito por el fisioterapeuta a cargo de la recuperación, y firmarán un consentimiento informado previo (Anexo 1).

#### **3.1.3 Criterios de Inclusión y Exclusión**

Los criterios de inclusión y exclusión para los sujetos del GCCA y GCCC se presentan en la (Tabla 5).

Tabla 5.

*Criterios de inclusión y exclusión*

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
➤ Pacientes entre 35-50 años.	✓ Pacientes que presenten radiculopatía cervical.
➤ Pacientes con diagnóstico de tendinopatía del manguito rotador	✓ Pacientes que presenten disquinesia grado III.
➤ Pacientes que tengan negativo en la prueba de Appley para tendinopatía del manguito rotador (supraespinoso)	✓ Pacientes que presenten artritis reumatoide a nivel de miembro superior
➤ Pacientes en una fase final de tratamiento fisioterapéutico en el cual tengan un rango de movimiento funcional y que no presentan dolor.	✓ Pacientes que presenten tendinitis bicipital.
➤ Pacientes con fuerza grado 3 en la escala de Oxford.	✓ Pacientes que no asistan con regularidad al tratamiento.
➤ Pacientes que presenten rango funcional de movimiento.	✓ Pacientes que no hayan firmado el consentimiento informado.
	✓ Pacientes que usen regularmente Fármacos e Infiltraciones. ✓ Pacientes intervenidos quirúrgicamente.

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 Fuerza

“Para valorar la fuerza muscular estática se utilizó un dinamómetro digital denominado MARK-10, es un dispositivo diseñado para medir la fuerza de tensión y compresión a partir de 0.12 lbF a 500 lbF (0.5 N a 2500 N)” (MARK – 10 Corporation). Por esta razón, el dispositivo MARK-10 se convierte en un medidor de excepcional precisión para determinar la fuerza muscular del paciente evaluado.

“Los dinamómetros isométricos valoran la fuerza de los grupos musculares de una articulación en una determinada angulación en base al análisis de los picos de fuerza producidos a velocidad cero” (García R. , 2007, pág. 4).

#### **Procedimiento:**

En esta investigación se realizó la dinamometría en los movimientos: abducción, rotación interna y externa. Se valoró a los dos grupos al inicio y final del tratamiento.

- **Abducción:** Paciente en bipedestación, le pedimos que lleve su miembro superior desde una posición neutra hacia abducción con la mayor fuerza posible, mientras el dinamómetro se encontraba fijo en la pared en dirección contraria al movimiento (Figura 12).



Figura 12. Dinamometría de abducción.

- **Rotación Interna:** Paciente en bipedestación, desde una posición neutra de rotación y flexión de codo a 90°, pedimos que realice una rotación interna mientras el dinamómetro se encontraba fijo en la pared en dirección contraria al movimiento.



Figura 13. Dinamometría de rotación interna

- **Rotación Externa:** Paciente en bipedestación, desde una posición neutra de rotación y flexión de codo a 90°, pedimos que realice una rotación externa mientras el dinamómetro se encontraba fijo en la pared en dirección contraria al movimiento.



Figura 14. Dinamometría de rotación externa

“Hoy en día la fiabilidad de los dinamómetros manuales sigue siendo una cuestión en estudio, no obstante algunos autores mencionan que los dinamómetros son útiles y fiables” (Martín, 2012, pág. 65). De esta manera se tendrá un resultado de alta precisión que pueda ser útil para la presente investigación.

De esta manera se puede realizar una medición más exacta acerca de la fuerza que aplican los individuos que participarán en la investigación, antes y después del tratamiento con los ejercicios de cadena cinética abierta y cadena cinética cerrada.

### **3.2.2 Movilidad articular**

Para valorar el rango de movimiento se utilizará un goniómetro universal estándar, marca PRESTIGE MEDICAL. “Consta de una rama móvil, una rama fija y un transportador de 360° como cuerpo. En este transportador existe un eje central alrededor del cual el brazo móvil gira para marcar los grados de amplitud de movilidad articular” (Taboadela, 2007, pág. 5).

Para la medición se realizará una evaluación goniométrica activa midiendo los siguientes movimientos: rotación interna - rotación externa y abducción de hombro, considerando que con estos movimientos se puede apreciar la acción principal de los músculos que conforman el manguito rotador. De acuerdo a la literatura médica, se tienen rangos normales de rotación y de abducción del hombro que se mide en grados, de esta manera se puede alcanzar una alta fiabilidad cuando se relaciona la evaluación goniométrica con los valores obtenidos por el inclinómetro, tal como explican (Fernández & Zuil, 2012, pág. 75): “Al comparar en un estudio la fiabilidad entre el inclinómetro y la goniometría se determinó que la fiabilidad intercesión es superior a 0.90 en ambos casos”. La fiabilidad aumenta cuando los observadores usan las mismas estrategias de medida y se toma varias medidas.

### Procedimiento:

Para esta evaluación el paciente estará en decúbito supino relajado. Se valorará al inicio y final del tratamiento. Se realizará dos mediciones de cada movimiento en la valoración inicial para obtener un promedio y evitar sesgos.

Para la realización correcta y estandarizada de la goniometría, existen parámetros a tener en cuenta para cada movimiento (Ver tabla 6):

- **Abducción:** Este movimiento se mide tomando como referencia: brazo fijo, paralelo al esternón; y brazo móvil, alineado al epicóndilo; fulcro en el acromion.
- **Rotación Interna y externa:** Estos movimientos se miden tomando como referencia: brazo fijo: perpendicular al suelo; brazo móvil: tomando como reparo óseo la apófisis estiloides del cúbito; fulcro se coloca a nivel del centro del olécranon del codo. (Ver fotos Anexo 2)

Tabla 6.

#### *Rangos normales de movimiento*

Movimiento	Musculatura	Arco de movimiento
Abducción	Deltoides medio y supraespinoso	0° a 120°-180°
Rotación Interna	Subescapular, redondo mayor, pectoral mayor, dorsal ancho	0° a 80°-90°
Rotación externa	Infraespinoso y redondo menor	0° a 90°

Tomado de: (Taboadela, 2007, pág. 98)

### 3.2.3 Funcionalidad

Para valorar la funcionalidad de los pacientes se utilizó la escala de Constant-Murley. “Es uno de los test más utilizados en la bibliografía para medir la función de hombro, que se usa en Europa desde 1989, y fue probada por el Comité Ejecutivo de la Sociedad Europea de Cirugía del Hombro y Codo (SECEC)” (Barra, 2007, pág. 231). De acuerdo al mismo autor, el test de Constant – Murley es una prueba simple de usar y de interpretar por cuanto tiene una escala general, que permite ser aplicada tanto en el diagnóstico como en la determinación de la condición del hombro, basado en cuatro ítems: dolor, actividades de la vida diaria, rango de movilidad y fuerza. Cada uno de estos parámetros tiene una puntuación desagregada, cuyo máximo resultado en conjunto es 100 puntos; de tal forma que, si la puntuación es alta, la funcionalidad será mayor. (Ver Anexo 3).

- **Parámetro dolor:**

Constant-Murley proponen una escala de valoración verbal en la que la ausencia de dolor supone 15 puntos; un dolor suave, 10 puntos; un dolor moderado, 5 puntos y un dolor severo 0 puntos.

- **Parámetro de actividades de la vida diaria:**

Incluye cuatro apartados y puede alcanzar hasta 20 puntos los cuales describen las actividades que el paciente puede o no realizar presentando la patología.

- **Parámetro movilidad:**

Se valora cuatro movimientos y cada uno puede alcanzar 10 puntos. Sólo el grado de movimiento activo debe tenerse en cuenta. Para la flexión y



abducción se utiliza el goniómetro. Las rotaciones, externa e interna, se valoran mediante gestos funcionales.

- **Parámetro fuerza:**

Para la fuerza se utilizará el dinamómetro digital denominado MARK-10 y de acuerdo al test de Constant – Murley, descrito por (Barra, 2007), se deberá obtener 25 puntos para considerarse óptimo funcionamiento.

**Procedimiento:**

Cada paciente completará una encuesta; las dudas en cuanto al significado de las palabras serán consultadas y guiadas por las investigadoras sin inducir a la respuesta. Se valorará a los dos grupos al inicio y al final del tratamiento.

Al comparar en un estudio la fiabilidad entre cuatro escalas de funcionalidad para hombro (SST, Simple Shoulder Test, ASES, Escala del Colegio Americano de Cirujanos de Hombro y Codo, UCLA, Prueba de la Universidad de California de los Ángeles y test de Constant – Murley), se determinó que el coeficiente (IC) fue de 95% entre las escalas y el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para la escala de C-M contra ASES fue de 0,834, obteniendo éste la confiabilidad concurrente más alta (Patiño, Beribé, Bordachar, Intelangelo, & Araya, 2011, pág. s/f), coinciden con lo explicado por (Barra, 2007) quien indica que el margen de error del interobservador puede ser de un 3% en promedio, siendo el rango aceptable entre el 0% al 8%.

### **3.2.4 Medición Escapular**

Para valorar la estabilidad escapular se tomó en cuenta “las referencias anatómicas siendo T3 o T4 para el ángulo superior y T7, T8, T9 e incluso T10 para el ángulo inferior, es importante mencionar que el borde medial de la escápula debe estar paralelo a la línea media torácica” (Espinoza, Muriel, Huerta, & Diaz, 2015).

Se utilizó la cinta métrica midiendo “la distancia entre la apófisis espinosa de T3 y el borde medial de la escápula con el paciente de pie, el valor normal es de 5 – 7cm. El aumento de la distancia representa una posición en protracción de la escápula y una disminución de la distancia indica una escápula retraída” (Starkey, Brown, & Ryan, 2012)

“Se mide la distancia entre T7 y el ángulo inferior de cada escápula un aumento de la distancia indica una rotación superior de las escápulas” (Starkey, Brown, & Ryan, 2012)

“Se tomó como referencia además la medición interescapular siendo su valor normal 10.2cm” (Álvarez & Piñero, 2017). Dependiendo de la talla del individuo, se considera una rotación externa cuando el ángulo inferior se desplaza hacia afuera produciendo aumento del valor normal e interna cuando se desplaza hacia adentro disminuyendo dicho valor.

“La evidencia científica sobre la base de estudios cinemáticos y biométricos ha mostrado que las alteraciones en la posición y/o movimiento de la escápula conocido como “Diskinesis Escapular” son un factor determinante en sujetos que cursan con alguna patología de hombro, que a pesar de la existencia de varios métodos de evaluación clínica descritos en la literatura; evaluación estática, dinámica a través de criterios visuales y el uso de test manuales ortopédicos, ninguno es capaz de discriminar entre sujetos sanos y sintomáticos. Por lo tanto, elegimos la medición estática como forma de evaluación ya que es más precisa y fácil de realizarla” (Espinoza, Muriel, Huerta, & Diaz, 2015).

### **3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

La experimentación consistió en crear dos grupos de cinco pacientes cada uno, para su distribución se basó en el apellido del paciente designándose de forma aleatoria un número donde el primero es GCCA, “ejercicios en cadena cinética

abierta”, está conformado por los números impares y el segundo GCCC, “ejercicios en cadena cinética cerrada”, por los pares.

A continuación se llevó a cabo la evaluación fisioterapéutica incluyendo los siguientes apartados:

- Movilidad articular de todos los movimientos de la articulación glenohumeral del lado comprometido.
- Test del rascado de Appley explorando la movilidad del hombro afectado.
- Escala de Constant - Murley cuantificando la funcionalidad de los pacientes.
- Evaluación de Fuerza mediante el dinamómetro Mark – 10 Serie 3.
- Medición escapular en relación a la columna vertebral.

### **3.3.1 Protocolo de Fortalecimiento**

El fortalecimiento es considerado como una fase de reeducación muscular donde es aconsejable empezar aplicando ejercicios de contracción isométrica, con el fin de activar la musculatura, iniciando su aplicación desde la tercera o cuarta semana (Sosa & Medina, 2009).

El protocolo de fortalecimiento se desarrolló a partir de la cuarta semana posterior al tratamiento conservador realizado por el fisioterapeuta encargado, el mismo que se basó en la aplicación de agentes físicos, terapia manual, ejercicios de Codman, movilidad pasiva, activa asistida terminando con activa; tomando en cuenta las Fases I (analgesia) y II (movilidad) que menciona la literatura para recuperación del tendón del manguito rotador, las cuales manejan objetivos como: disminuir el dolor e inflamación, facilitar la cicatrización del colágeno y alcanzar el rango normal de movimiento (Marzoa, y otros, 2005)

El estudio se realizó durante doce sesiones las mismas que fueron distribuidas en tres ciclos por semana, un total de cuatro septenarios, donde el objetivo fue optimizar la fuerza muscular del manguito rotador renovando la funcionalidad de los pacientes y la realización de las actividades de la vida diaria.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para la ejecución de los ejercicios fueron el tiempo de contracción muscular, volumen, frecuencia y tiempo de descanso, dentro de un circuito concentrado con progresión sencilla, los mismos que serán empleados tomando en consideración el propio peso del paciente sin la utilización de carga externa, tanto para el grupo experimental como para el grupo control, evitando así alguna diferencia (Gutiérrez, 2005).

Tabla 7.

*Parámetros para la ejecución de los ejercicios*

<b>Tipo de ejercicio</b>	<b>Tiempo de contracción</b>	<b>Volumen</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo de Descanso</b>
<b>Cadena cinética cerrada</b>	6-8 segundos	3 series de 10 repeticiones	3 veces por semana	30 segundos
<b>Cadena cinética abierta</b>	6-8 segundos	3 series de 10 repeticiones	3 veces por semana	30 segundos

Tomado de Rodríguez & López, 2009

### **3.3.1.1 Protocolo de aplicación para GCCA:**

- Se realizó una secuencia de ejercicios isométricos en cadena cinética abierta, con la participación de grupos musculares específicos denominados “manguito rotador” abarcando los tres ejes y planos de movimiento.

- Después de la rutina de ejercicios se continuó con la aplicación de compresa fría local durante 10 minutos como efecto beneficioso para reducir el impacto, evitando un efecto inflamatorio.

Tabla 8.

*Ejercicios en cadena cinética abierta*

<b>Circuito de fortalecimiento para ejercicios en cadena abierta</b>	
<b>Posición inicial del Paciente</b>	Decúbito prono con flexión de , hombros en 180°; actuando los músculos deltoides anterior, coracobraquial, bíceps braquial, pectoral mayor y raquis.
<b>Posición del Fisioterapeuta</b>	Indiferente
<b>Ejecución de los ejercicios</b>	<p>1) Partiendo de la posición indicada, continuar con una abducción de 90° (músculos trapecio y serrato anterior), proseguida de una rotación externa de hombros (músculos infraespinoso y redondo menor), acompañado de flexión de codos a 90° (músculos bíceps braquial, braquial anterior y braquiorradial) y una retracción escapular (músculo trapecio fibras medias). Mantener la contracción durante seis segundos (Ver figura 15).</p> <p>2) Posteriormente retornar a la posición de abducción de hombros con extensión de codos. Mantener durante seis segundos</p>

	<p>(Ver figura 16).</p> <p>3) Finalmente realizar una extensión de hombros (músculos redondo mayor, redondo menor, fascículo posterior del deltoides y dorsal ancho) conservando la extensión de codos (músculos tríceps braquial y ancóneo).</p> <p>4) (Ver figura 16). Mantener la posición durante el tiempo indicado para posteriormente volver a la posición inicial.</p>
--	--

Tomado de (Brotzman & Manske, 2012).



Figura 15. Posición inicial - ejercicio 1



Figura 16. Ejercicio 2



Figura 17. Ejercicio 3

### 3.3.1.2 Protocolo de aplicación para GCCC.

- Se realizó la aplicación de tres ejercicios isométricos diferentes en cadena cinética cerrada dentro de los cuales destacan: ejercicio de reloj, abducción y rotación externa en pared, con la participación de grupos musculares específicos denominados “manguito rotador”.
- Después de la rutina de ejercicios se continuó con la aplicación de compresa fría local durante 10 minutos como efecto beneficioso para reducir el impacto, evitando un efecto inflamatorio.

Tabla 9.

#### *Ejercicios en cadena cinética cerrada*

<b>Ejercicios de reloj en la pared (Ver figura 18)</b>	
<b>Posición inicial del Paciente</b>	Bipedestación frente a la pared
<b>Posición del Fisioterapeuta</b>	Indiferente
<b>Ejecución del ejercicio</b>	Colocar el hombro a 90° de flexión, codo y muñeca en extensión, estabilizar la mano contra la pared e ir rotando en dirección de los números de la esfera del reloj marcando las 12, 3 y 6; creando así una contracción isométrica.  Realizamos movimientos de elevación y depresión de la escápula (las 12 y las 6 del reloj), así como retracción y

	protracción escapular (a las 9 y a las 3 del reloj) (Oliete, 2015)
<b>Ejercicios de fortalecimiento isométrico en abducción (Ver figura 19)</b>	
<b>Posición inicial del Paciente</b>	Bipedestación situado perpendicularmente a la pared, hombro en posición neutra, codo en extensión manteniendo la espalda recta.
<b>Posición del Fisioterapeuta</b>	Indiferente
<b>Ejecución del ejercicio</b>	La mano del lado a trabajar deberá tocar la pared con el dorso, posteriormente realizar una abducción manteniendo la contracción del movimiento durante 6 segundos. Activando así al músculo supraespinoso.
<b>Ejercicios de fortalecimiento isométrico en rotación externa (Ver figura 20).</b>	
<b>Posición inicial del Paciente</b>	Bipedestación situado perpendicularmente a la pared, hombro en posición neutra, codo en flexión de 90° con el antebrazo junto al tronco, espalda recta y muñeca en posición neutra.
<b>Posición del Fisioterapeuta</b>	Indiferente
<b>Ejecución del ejercicio</b>	La mano del lado a trabajar deberá tocar la pared con el dorso, posteriormente realizar una rotación externa creando una contracción isométrica.  Activando los músculos rotadores externos (infraespinoso y redondo menor)

Tomado de (Brotzman & Manske, 2012)





Figura 18. Ejercicio de reloj en pared



Figura 19. Ejercicio isométrico de abducción



Figura 20. Ejercicio isométrico de rotación externa

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 FUERZA

Para el análisis de los datos se utilizó el software *Statística 8.1*, y se realizó un *T-TEST de muestras pareadas*, comparando los valores obtenidos al inicio y al final del tratamiento. En el análisis intragrupos para el GCCA se obtuvo una diferencia significativa con el movimiento de rotación interna ( $p=0.020476$ ); a diferencia de los movimientos de abducción ( $p=0.154273$ ) y rotación externa ( $p=0.097787$ ) mostrando un ( $p > 0.05$ ). Por su parte, el GCCC mostró una diferencia significativa para los tres movimientos evaluados: rotación interna ( $p=0.005058$ ), abducción ( $p=0.000450$ ), y rotación externa ( $p=0.000364$ ).

En el análisis intergrupo (GCCA – GCCC) entre los resultados finales, se realizó un *T-TEST de muestras no pareadas*, en el cual no se obtuvo una diferencia significativa para ninguno de los tres movimientos evaluados: rotación interna ( $p=0.298134$ ), abducción ( $p=0.710864$ ), y rotación externa ( $p=0.887315$ ).

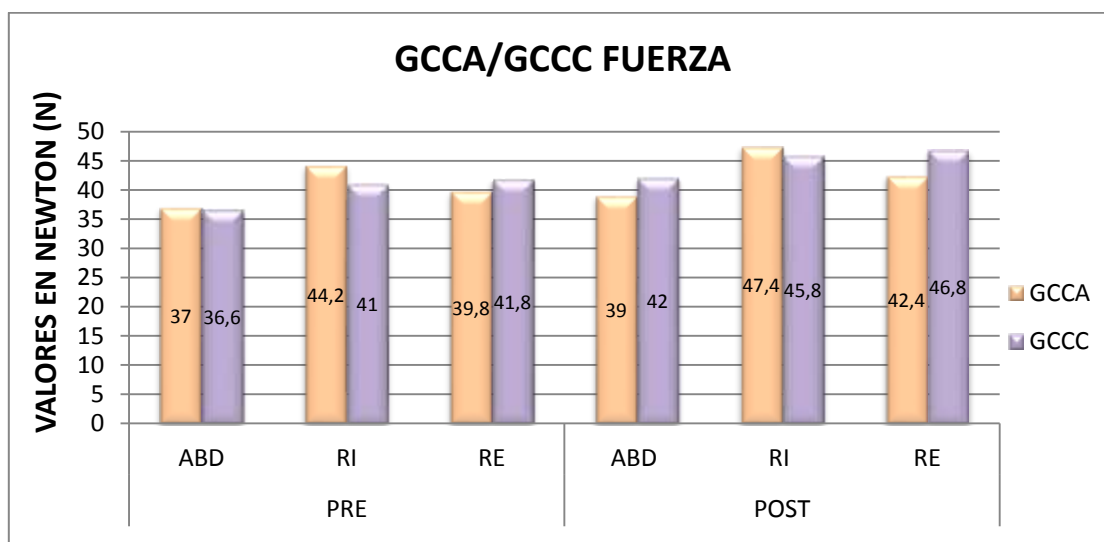


Figura 21. Variaciones de la fuerza en pacientes con tendinopatía del manguito rotador.

## 4.2 MOVILIDAD ARTICULAR

Se realizó un *T-TEST de muestras pareadas*, comparando los valores obtenidos al inicio y al final del tratamiento. En el análisis intragrupos para el GCCA no se obtuvo una diferencia significativa en los movimientos evaluados: abducción ( $p=0.7174$ ), rotación interna ( $p=0.8149$ ), y rotación externa ( $p=0.3739$ ) mostrando un valor ( $p= > 0.05$ ). De igual forma para el GCCC no hubo una diferencia significativa para los tres movimientos: abducción ( $p=0.0766$ ), rotación interna ( $p=0.3739$ ) y rotación externa ( $p=0.0876$ ).

En el análisis intergrupo (GCCA – GCCC) entre los resultados finales, se realizó un *T-TEST de muestras no pareadas*, en el cual se obtuvo una diferencia significativa para el movimiento de rotación externa ( $p=0.0415$ ), a diferencia de los movimientos de abducción ( $p=0.1604$ ) y rotación interna ( $p=0.5715$ ) en los cuales no hubo ninguna diferencia significativa.

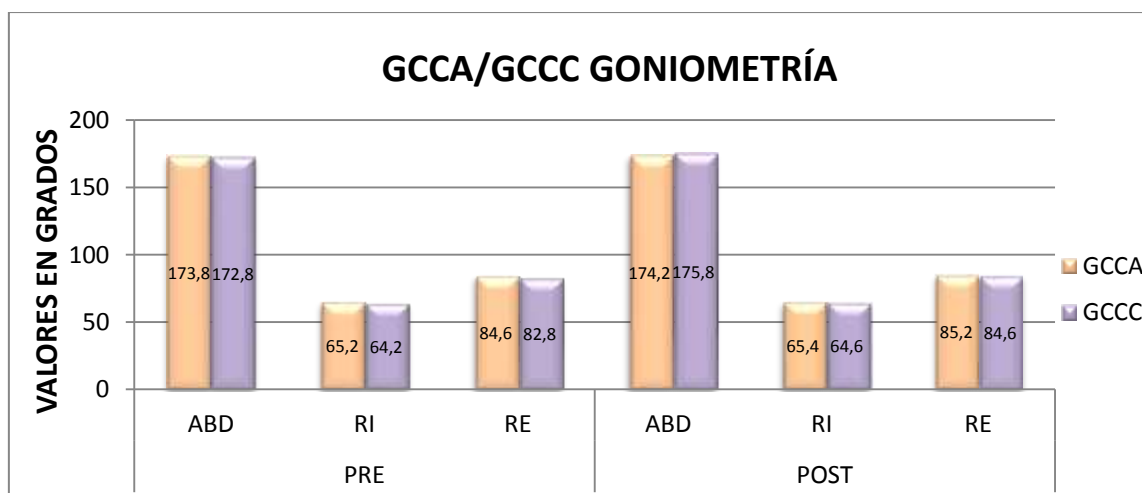


Figura 22. Variaciones de la goniometría variables en pacientes con tendinopatía del manguito rotador.

## 4.3 FUNCIONALIDAD

Se realizó un *T-TEST de muestras pareadas*, comparando los valores obtenidos al inicio y al final del tratamiento utilizando la escala de Constant – Murley. En el análisis intragrupos para el GCCA mostró una diferencia

significativa ( $p=0.0040$ ), de igual forma, el GCCC obtuvo una diferencia significativa ( $p=0.0001$ ).

En el análisis intergrupo (GCCA – GCCC) entre los resultados finales, se realizó un *T-TEST de muestras no pareadas*, en el cual se obtuvo una diferencia significativa ( $p=0.0088$ ).

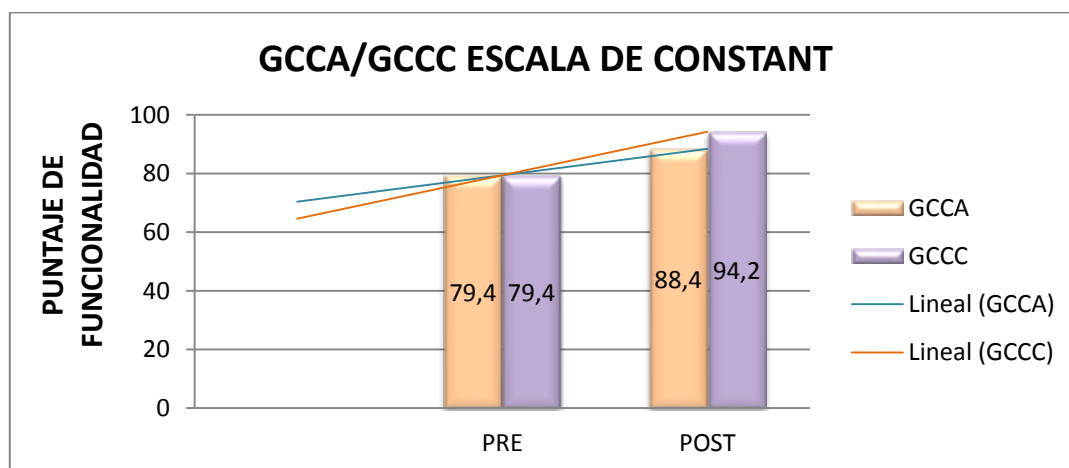


Figura 23. Variaciones de la funcionalidad en pacientes con tendinopatía del manguito rotador

#### 4.4 MEDICIÓN ESCAPULAR

Se realizó un *T-TEST de muestras pareadas*, comparando los valores obtenidos al inicio y al final del tratamiento. En el análisis intragrupos para el GCCA no se obtuvo una diferencia significativa en los parámetros: T3-espina de la escápula ( $p=0.0801$ ), T7-ángulo inferior de la escápula ( $p=0.0704$ ), y entre escápulas ( $p=0.6213$ ) mostrando un valor ( $p > 0.05$ ). De igual forma para el GCCC no hubo una diferencia significativa en los parámetros: T3-espina de la escápula ( $p=0.3739$ ), T7-ángulo inferior de la escápula ( $p=0.7040$ ), y entre la distancia de las escápulas ( $p=0.1778$ ).

En el análisis intergrupo (GCCA – GCCC) entre los resultados finales, se realizó un *T-TEST de muestras no pareadas*, en el cual no se obtuvo una diferencia significativa en las medidas evaluadas: T3-espina de la escápula

( $p=0.0737$ ), T7-ángulo inferior de la escápula ( $p=0.9336$ ), y entre escápulas ( $p=0.5607$ ).

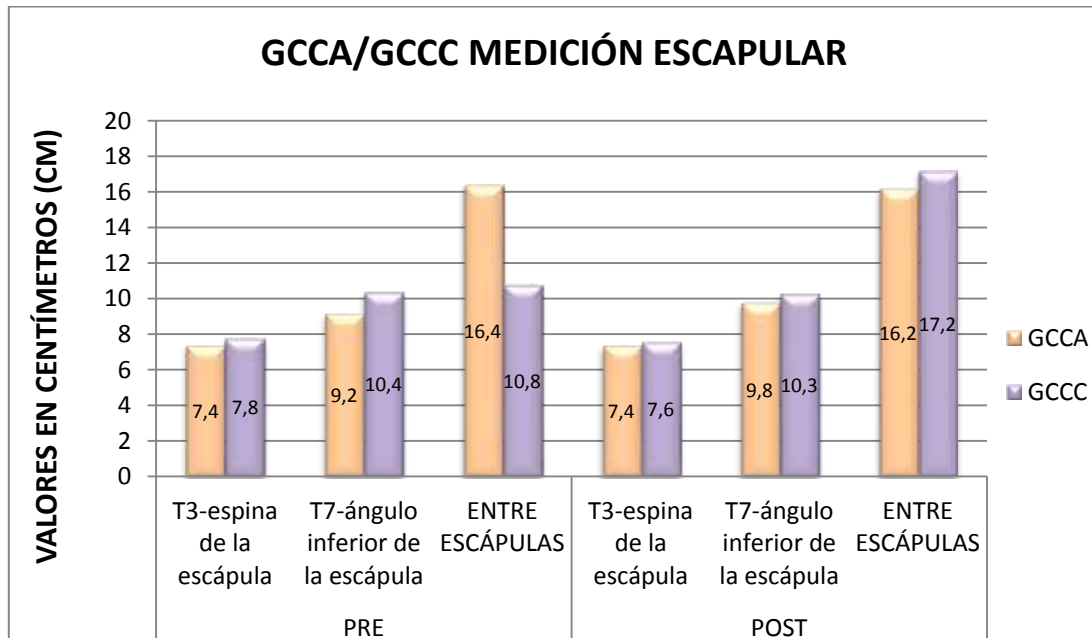


Figura 24. Variaciones de la medición escapular en pacientes con tendinopatía del manguito rotador

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 DISCUSIÓN

El objetivo de nuestra investigación se basó en analizar la efectividad de los ejercicios en cadena cinética abierta (CCA) versus ejercicios en cadena cinética cerrada (CCC), en la tendinopatía del manguito rotador por afectación del supraespinoso, se llevó a cabo en 10 participantes de ambos sexos con una edad que oscilaba entre 35 a 50 años, en el Distrito 17D04 área de Fisioterapia. De manera general, fueron evaluados cuatro aspectos: Fuerza (Dinamómetro), movilidad articular, funcionalidad (Escala de Constant – Murley) y medición escapular. Con base en esto se planteó las hipótesis estadísticas en las que se desarrolla esta investigación.

De acuerdo con los resultados encontrados se puede decir que los ejercicios en cadena cinética cerrada fueron más efectivos que los ejercicios en cadena cinética abierta para el tratamiento de tendinopatías del manguito rotador demostrando mediante las variables analizadas:

En el parámetro fuerza se constató que el GCCC obtuvo una mejoría para los tres movimientos presentando un valor ( $p < 0.05$ ): abducción ( $p = 0.0004$ ), rotación interna ( $p = 0.0050$ ) y rotación externa ( $p = 0.0003$ ), a diferencia del GCCA donde mejoró únicamente la rotación interna ( $p = 0.0204$ ).

Resultado que puede ser constatado por la investigación realizada por (Kang, Oh, & Jang, 2014), donde analizaron el parámetro fuerza sobre las diferencias entre el infraespinoso y deltoides posterior durante la rotación externa y abducción, corroborando que durante la ejecución de los ejercicios CCA es difícil mantener el centro instantáneo de rotación de la cabeza humeral presentando ( $p = 0.07$ ) y los ECCC ( $p = 0.001$ ) siendo éstos últimos más efectivos para el fortalecimiento del manguito rotador.

Por otra parte al analizar la movilidad articular no se obtuvo significancia alguna debido a que los porcentajes se encuentran emparejados entre ambos grupos para todos los movimientos: abducción 27%, rotación interna 10% y rotación externa 13%.

En un estudio realizado por Boeck, R., Dohnert, M., & Pavao, T. (2012) compararon los ejercicios en cadena cinética cerrada vs ejercicios de cadena cinética abierta en la rehabilitación del manguito rotador donde obtuvieron como resultado que la amplitud de movimiento mejora en el GCC para el movimiento de flexión ( $p=0.011$ ), abducción ( $p=0.021$ ), rotación externa ( $p=0.000$ ) y rotación interna ( $p=0.000$ ), a diferencia que GCCA, representó una mejoría únicamente en el movimiento de abducción ( $p=0,04$ ).

En el caso de la funcionalidad podemos determinar que es uno de los parámetros más significativos obtenidos en nuestro estudio, ya que al comparar el resultado inicial con el final, se obtuvo una discrepancia de nueve puntos para el GCCA en comparación con el GCCC, donde se consiguió una diferencia de catorce puntos, existiendo un intervalo de (5,85 puntos) entre grupos posterior al tratamiento. Tras indagar en la literatura se comprueba la eficacia de los ECCC para la mejora de la funcionalidad, mediante un estudio donde compararon los resultados obtenidos al inicio y final del tratamiento utilizando la Escala de Constant, siendo como puntajes iniciales 31.71 en CCC y 36.83 en CCA, progresando a 62.43 ( $p=0.002$ ) en CCC y 74.76 en CCA ( $p=0.017$ ) (Boeck, Dohnert, & Pavao, 2012).

En el estudio realizado por Lluch, López, & Torres (2012) en cuanto a la medición escapular consiguieron como conclusión que “pese a que muchos estudios han identificado test y medidas fiables para constatar la presencia de disquinesia escapular, muy pocos han demostrado ser válidos demostrando una correlación con la biomecánica, patología, síntomas o resultados del

tratamiento”. Por lo tanto como se comprueba en nuestro estudio los cambios no fueron estadísticamente significativos para ninguno de los dos grupos evaluados, pues actualmente, no existen guías fiables y válidas para valorar la alteración de la posición y movilidad escapular.

Cabe mencionar que “el ejercicio presenta un grado de evidencia científica tipo B con un nivel tipo 1 o 2” (Michener, Walsworth, & Burnet, 2004), demostrando de esta manera que es una de las bases fundamentales para el tratamiento de diversas patologías, sirviendo como guía para resolver el problema planteado en el presente trabajo.

## **5.2 LÍMITES DEL ESTUDIO**

- Un límite de estudio para la presente investigación radica en la muestra estadísticamente poco representativa de diez participantes a diferencia de la alta incidencia existente para la tendinopatía del manguito rotador.
- La escasa actualización de evidencia bibliográfica para el fortalecimiento de manguito rotador debido a que la mayoría de protocolos establecidos se basan únicamente en la terapia convencional con número de sesiones limitadas abarcando como objetivo principal el alivio del dolor.

## **5.3 CONCLUSIONES**

Al terminar la evaluación de los dos grupos de estudio puede concluirse que:

- Los ejercicios en cadena cinética cerrada frente a los de cadena cinética abierta, son más eficaces en el fortalecimiento muscular en la tendinopatía del manguito rotador, mostrando una significancia ( $p < 0.005$ ) para los parámetros de fuerza y funcionalidad.



- La fuerza muscular, medida a través de dinamometría, mejoró significativamente en el grupo de cadena cinética cerrada para los tres movimientos evaluados, con ( $p < 0.005$ ).
- En cuanto a la medición goniométrica, se pudo evidenciar que en ninguno de los grupos hubo un cambio estadísticamente significativo presentando una ( $p > 0.005$ ).
- Respecto a funcionalidad, medida con la escala de “Constant – Murley”, en el grupo de cadena cinética cerrada los valores del Test mejoraron significativamente, con ( $p < 0.005$ ).
- En la medición escapular, medida con cinta métrica” no hubo una discrepancia significativa para ninguno de los dos grupos.

#### **5.4 RECOMENDACIONES**

- Recomendamos a los fisioterapeutas que incluyan un protocolo de fortalecimiento basado en ejercicios de cadena cinética cerrada dentro de su tratamiento, debido a que los resultados del presente estudio han sido favorables para la mejoría de la funcionalidad en los pacientes que presentan tendinopatía del manguito rotador.
- La intervención que se realizó en la presente investigación fue únicamente a corto plazo, por lo que sería recomendable comprobar los resultados a mediano o largo plazo para verificar si existen cambios relevantes.
- Sería recomendable emplear una escala como Lateral Scapular Slide Test (LSST) al momento de valorar la estabilidad escapular, debido a que nos permite evaluar al omóplato funcionalmente mediante movimientos kinésicos y no únicamente en una posición estática.

## REFERENCIAS

- Abellán, J. F. (2016). *Sociedad Española de Medicina del Deporte*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de Terminología y clasificación de las tendinopatías:  
[http://femedede.es/documentos/Terminol\\_Clasificacion\\_tendinopatias\\_XXJ JTrauma.pdf](http://femedede.es/documentos/Terminol_Clasificacion_tendinopatias_XXJJTrauma.pdf)
- Abrutsky, M. (11 de Marzo de 2013). *Grupo Sobre Entrenamiento*. Obtenido de (G-SE) Web site: <https://g-se.com/articulo/s/lic%20marcos%20a%20abrutsky>
- Acevedo, D; Morales, L; Pérez, E & Vélez, J. (2007). La articulación escapulohumeral en relación con la brazada de libre en su fase acuática. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Álvarez, R., Núñez, J., Elvira, M., Marrero, L. & Castro, A. (2004). Lesiones de partes blandas en atletas de alto rendimiento. *Revista Cubana de Ortopedia Y Traumatología*, 18(2), 0-0.
- Álvarez, A., & Piñero, J. (2017). *Valoración e intervención de la actitud postural en la estética en la población escolar 10-13 años*. Wanceulen .
- Arvelo, N. (2013). Complejo Articular del Hombro: Biomecánica. *Revista de la Sociedad Venezolana de Ciencias Morfológicas*. Vol.19 , 14.
- Ávila, S., & Canchanya, T. (2005). *Eficacia del método cyriax en pacientes con tendinitis bicipital y supraespinoso en el Hospital Nacional Hipólito Unanue entre febrero y julio del 2004*. Lima: Universidad San Marcos.
- Barra, M. (2007). El test de Constant- Murley. Una revisión de sus características. *Rehabilitación No. 41*, 228 - 235.
- Bartolomé, J. (1998). Isocinéticos en el hombro. *Fisioterapia*, 20(90), 45 - 57.
- Ben Kliber, W. (1998). The role of the scapula in athletic shoulder function . *The American journal of sports medicine*, 26 (2), 325 - 337.
- Boeck, R., Dohnert, M., & Pavao, T. (2012). Cadeia cinética aberta versus cadeia cinética fechada na reabilitacao, avancada domanguito rotador. *Fisioter.mov* 25(2), 291-299.
- Boudreault, J., Desmeules, F., Roy, J., Dionne, C., & Frémont, P. (2016). The Efficacy of Lases Therapy for Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nov Physiother Phys Rehabil* 3(1).
- Brotzman, S., & Manske, R. (2012). *Rehabilitación ortopédica clínica + ExpertConsult: Un enfoque basado en la evidencia* . España: Elsevier.

- Cisneros, V., Carmona, B., Domínguez, N., Hernández, D., & Sánchez, Y. (2015). Eficacia de la plataforma Cobs en trastornos de equilibrio, postura y marcha del adulto mayor. *Biblioteca Virtual de Salud de Cuba*, [http://bvs.sld.cu/revistas/mfr/v7n1\\_15/mfr05115.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mfr/v7n1_15/mfr05115.htm).
- Córdoba, E. (junio de 2013). Recuperado el 01 de mayo de 2017, de <https://es.slideshare.net/entrenamientofisicoeba/movimientos-articulares-23113494>
- Desmeules, F; Boudreault, J; Roy, S; Dionne, C; Frémont, P & MacDermid, C. (2015). The efficacy of therapeutic ultrasound for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 16(3), 276-284.
- Espinoza, H., Muriel, C., Huerta, C., & Diaz, R. (2015). Validez y Confiabilidad de la Evaluación de las Alteraciones de la Cinemática Escapular a través de Criterios Visuales. *CATUSSABA-ISSN 4(2)*, 19-36.
- Fernández, G., & Zuil, J. (2012). Fiabilidad y correlación en la evaluación de la movilidad de rodilla mediante goniómetro e inclinómetro. *Fisioterapia No. 2*, 73 - 78.
- Fernández, T., Baró, F., Fernández, A., Guillén, M., & Guillén, P. (2010). Conceptos actuales de la fisiopatología de las tendinopatías. Ingeniería tisular. *Apunt Med Esport*, 45(168), 259 - 264.
- Fierro, G. (2014). *Anatomía del hombro*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de <http://guidofierro.com/diagnostico-y-tratamiento/hombro/anatomia-del-hombro/>
- García, Á. (2011). *Efectividad del tratamiento mediante ultrasonido y ejercicios terapéuticos en la tendinitis del supraespinoso sin calcificar*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.
- García, J. (2010). Lesiones del mango rotador. En A. Gutiérrez, O. Martínez, & F. Valero, *Patología del hombro* (Segunda ed., Vol. 1, págs. 179 - 187). México: Alfil.
- García, R. (2007). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia*, 2 - 10.
- Gutiérrez, J. (2005). *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde.
- Hernández, D. (2014). *Medicina de Rehabilitación BIOMECÁNICA*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de Biomecánica de la cintura escapular. Musculatura responsable de los movimientos y acciones asociadas: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18657>

- Hernández, D. V. (2015). *Medicina de Rehabilitación. Biomecánica*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de Características biomecánicas de la estructura articular. Dinámica y cinemática articular: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18661>
- Howse, J. (2002). *Técnica de la danza y prevención de lesiones*. Paidotribo.
- Hoyas, J. (2014). *Terapia regenerativa del tendón supraespinoso: estudio realizado en un modelo murino de lesión crónica*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Instituto Médico Leloir. (2015). *Fundamentos de biomecánica articular para cursos de histopatología y anatomía*. Buenos Aires: Leloir.
- Jang, K., Kang, S., Woo, S., Bae, J., & Shin, K. (2016). Effects of combined open kinetic chain and closed kinetic chain training using pulley exercise machines on muscle strength and angiogenesis factors. *Journal of physical therapy science No. 28*, 960.
- Jiménez, A., Angulo, J., Gonzáles, J., Rodríguez, M., Díaz, J., & Lara, J. (2008). La acromioplastia con reparación del manguito rotador y sus efectos en el test de Constant tras la aplicación de plasma rico en factores de crecimiento (PRGF). *Trauma (Majadahonda)*, 6-12.
- Jurado, A., & Medina, I. (2017). *Tendón. Valoración y tratamiento en fisioterapia*. Barcelona: Paidotribo España.
- Kang, M., Oh, J., & Jang, J. (2014). Differences in muscle activities of the infraspinatus and posterior deltoid during shoulder external rotation in open kinetic chain and closed kinetic chain exercises. *Journal of physical therapy science*, 26(6), 895-897.
- Kapandji, A. (2006). *Fisiología Articular: esquemas comentados de mecánica humana* (Sexta ed., Vol. I). (M. Torres, Trad.) Madrid: Médica Panamericana.
- Khan, Y., Nagy, M., Malal, J., & Waseem, M. (2013). The Painful Shoulder: Shoulder Impingement Syndrome. *The open orthopaedics journal*, 7, 347.
- Lasanta, A. (2001). Biomecánica del complejo escápulohumeral y sus implicaciones en el tratamiento fisioterapéutico. *Fisioterapia* 23, 2-8.
- León, J., Gálvez, D., Arcas, M., Gómez, D., & Fernández, N. (2005). *Fisioterapeuta del servicio de salud de la comunidad de Madrid*. Madrid: MAD-Eduforma.
- Leyes, M., & Forriol, F. (2012). La rotura del manguito rotador: etiología, exploración y tratamiento. *Trauma (Majadahonda)*, 39-56.

- Lluch-Girbés, E., López-Cubas, C., & Torres-Cueco, R. (2012). Valoración clínica de la escápula en fisioterapia. Alcalá de Henares (Madrid).
- Macías, S & Pérez, L. (2015). Eccentric strength training for rotator cuff tendinopathies with subacromial impingement. Current evidence. *Cirugía y Cirujanos (English Edition)*, 83(1), 74-80.
- Martín, N. (2012). *Reclutamiento de unidades motoras en contracciones concéntricas, isométricas y excéntricas*. Alcalá: Universidad de Alcalá.
- Martínez, O., & Gutiérrez, A. (2010). Síndrome de pinzamiento. En A. Gutiérrez, O. Martínez, & F. Valero, *Patologías del hombro* (págs. 141 - 162). México: Alfil.
- Marzoa, F., Suárez, M., Peña, J., Veiga, S., Esquete, J., & Iglesias, A. (2005). Tratamiento rehabilitador del hombro doloroso . *Rehabilitación*, 39(3), 113-120.
- Matava MJ, Purcell DB, Rudzki JR. Partial-thickness rotator cuff tears. *Revista Am J Sports Med.* 2005; 33 (9):1405–17.
- McQuade, K., Dawson, J., & Smidt, G. (1998). Scapulothoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 28 (2), 74-80.
- Michener, L., Walsworth, M., & Burnet, E. (2004). Effectiveness of rehabilitation for patients with subacromial impingement syndrome: a systematic review. *Journal of hand therapy*, 17(2) , 152-164.
- Moore, K., Dailey, A., & Agur, A. (2013). *Anatomía con orientación clínica* (Séptima edición ed.). (A. Gutiérrez, L. Vasallo, F. Fontán, & J. Viscaino, Trads.) Barcelona: Wolters Luwer/ Lippicot, Williams y Wilkins.
- Morrison, D., Greenbaum, B., & Einhom, A. (2000). Shoulder impingement. *Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 285-293.
- Nardi, J., & Combalía, A. (2001). Biomecánica del tendón. En A. Viladot, *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor* (págs. 67 - 83). Barcelona: Springer Verlag Ibérica.
- Nobre, T. (2012). Comparison of exercise open kinetic chain and closed kinetic chain in the rehabilitation of patellofemoral dysfunction: an updated revision. *Clinical Medicine and Diagnostics*, 1 - 5.
- Oliete, M. (2015). Rehabilitación de la cirugía de la articulación acromioclavicular . *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*, 22(1), 72-80.
- Paine, R., & Voight, M. (2013). The role of the scapula. *International journal of sports physical therapy*, 8 (5), 617.

- Patiño, O., Beribé, R., Bordachar, D., Intelangelo, L., & Araya, R. (2011). Análisis de equivalencia entre cuatro escalas de evaluación funcional del hombro en pacientes operados del manguito de los rotadores y en pacientes con diagnóstico de hombro doloroso. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología y Ortopedia vol 76 No. 1*, [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-74342011000100006](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-74342011000100006).
- Rocwood.Jr. (1998). Trastornos de la articulación acromioclavicular. *Hombro 1*, 521-578.
- Rodelgo, T. (19 de marzo de 2012). *Onmeda ES*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de Anatomía de los hombros: [http://www.onmeda.es/anatomia/anatomia\\_hombros.html](http://www.onmeda.es/anatomia/anatomia_hombros.html)
- Rodríguez, M. (2013). *Desarrollo de un modelo experimental de lesión-reparación del manguito rotador en rata para evaluación de procedimientos en clínica humana*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Rouviere, H., & Delmas, A. (2005). *Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional*. Barcelona : Masson S.A.
- Rueda, J & Mesa, F. (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*, 30, 2-12.
- Salinas, J. (03 de noviembre de 2015). *Cuidate Plus*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de Tendinitis: <http://www.cuidateplus.com/enfermedades/musculos-y-huesos/tendinitis.html#tratamientos>
- Sánchez, F., Linares, B & Cruz, J. (2009). Patología del manguito de los rotadores en el ambiente laboral.
- Seitz, A., McClure, P., Finucane, S., Boardman, N., & Michener, L. (2011). Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both. *Clinical biomechanics No. 26*, 1 - 12.
- Shivakumar, H., Chanappa, T., Reddy, P., & Dey, J. (2014). A comparative study between the efficacies of ultrasound therapy with cryokinetics versus ultrasound therapy with soft massage (deep friction massage) in acute supraspinatus tendinitis . *Journal of Evolution and Dental Sciences*, 3(15), 3898-3908.
- Sosa, L., & Medina, S. (2009). El ejercicio terapéutico, como componente clave, en el tratamiento postoperatorio del manguito rotador. .

- Starkey, C., Brown, S., & Ryan, J. (2012). *Patología ortopédica y lesiones deportivas. Guía de examen*. Buenos Aires: Panamericana (2da Edición).
- Suarez, N. (2013). Biomecanica de hombro . *CES Medicina* , 45-66.
- Suárez, N., & Osorio, A. (2013). *Shoulder's biomechanics and physiological basis for the Codman exercise*. Chicago: CES Medicina.
- Taboadela, H. (2007). *Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. Buenos Aires: Asociart ART.
- Tashjian, R. (2012). Epidemiología, historia natural, y las indicaciones para el tratamiento de desgarros del manguito rotador. *Clinics in sport medicin*, 589 604.
- Toro, F. (2010). Patología del manguito rotador. En A. Guitérrez, O. Martínez, & F. Valero, *Patologías del hombro* (Segunda edición ed., Vol. 1, págs. 163 - 180). México: Alfil.
- Turgut, E., Pedersen, O., Duzgun, I., & Baltaci, G. (2016). Three-dimensional scapular kinematics during open and closed kinetic chain movements in asymptomatic and symptomatic subjects. *Journal of Biomechanics*, No. 49, 2770 - 2777.
- Ugalde, C., Zúñiga, D., & Barrantes, R. (2013). Actualización del síndrome de hombro doloroso: lesiones del manguito rotador. *Medicina Legal de Costa Rica*, [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152013000100009](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152013000100009).
- Universidad Complutense de Madrid. (2016). *Universidad Complutense de Madrid*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de Tema 7. Lesiones musculares y tendinosas. Afecciones quirúrgicas: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-03-20-07%20Lesiones%20Musculares%20y%20tendinosas.pdf>
- Uribe, J. (2015). Ilustración de la Curva esfuerzo-deformación para el ligamento. [Figura]. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=164160&lang=en>
- Van den Dolder, P., Ferreira, P., & Refshauge, K. (2012). Effectiveness of soft tissue massage and exercises for the treatment of non-specific shoulder pain: a systematic review with meta-analysis . *Br J Sports Med*.
- Wavreille, G., & Fontaine, C. (2009). Tendón normal: anatomía y fisiología. *EMC Aparato Locomotor*, 42(1), 1 - 12.

## **ANEXOS**



## Anexo 1.



### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### **NOMBRE DEL PACIENTE:**

En pleno uso de mis facultades libre y voluntariamente manifiesto que he sido debidamente informado/a en consecuencia, autorizo y doy mi consentimiento para ser incluido en la presente investigación que consiste en:

EL ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS DE CADENA CINÉTICA CERRADA VS UN PROGRAMA DE EJERCICIOS EN CADENA CINÉTICA ABIERTA COMO TRATAMIENTO DE TENDINOPATÍA DEL MANGUITO ROTADOR POR AFECTACIÓN DEL SUPRAESPINOSO.

Este estudio está enfocado en la efectividad del tratamiento de fortalecimiento con ejercicios en cadena cinética abierta y cerrada, utilizando en un grupo de pacientes los ejercicios en cadena cinética cerrada y en otro los ejercicios en cadena cinética abierta.

Para la designación de los grupos, se lo realizará de manera aleatoria en orden de llegada de los pacientes y tomando en cuenta que cumplan con los criterios de inclusión para la investigación.

Los datos brindados durante la investigación serán confidenciales, a los cuales solo tendrán acceso las investigadoras y los resultados obtenidos de este trabajo servirán de análisis y posterior realización de conclusiones. Este estudio servirá para conocer cuál de los ejercicios es más efectivo en una lesión de manguito rotador.

He sido informado de los posibles beneficios que la aplicación de estos ejercicios para mi bienestar y salud.

FIRMA:

Quito, 25 de septiembre 2017

**Anexo 2.****FOTOS DE MOVILIDAD ARTICULAR**

Figura 25. Medición del movimiento de abducción.



Figura 26. Medición del movimiento de rotación.

## Anexo 3.

**ESCALA DE CONSTANT-MURLEY****TABLA 1.** Parámetros del test de Constant-Murley

Datos subjetivos	
Dolor	15 puntos
Actividades de la vida diaria	20 puntos
Datos objetivos	
Movilidad	40 puntos
Fuerza	25 puntos
Total	100 puntos

**TABLA 2.** Apartados del parámetro actividades de la vida diaria

Actividad laboral o cotidiana	4 puntos
Actividad de tiempo libre o deporte	4 puntos
Sueño libre de dolor	2 puntos
Posición libre de las manos para las tareas diarias	10 puntos
Total	20 puntos

**TABLA 4.** Valoración del parámetro movilidad

<b>Elevación anterior (0 a 10 puntos)</b>	
0 a 30°	0 puntos
31 a 60°	2 puntos
61 a 90°	4 puntos
91 a 120°	6 puntos
121 a 150°	8 puntos
151 a 180°	10 puntos
<b>Elevación lateral (0 a 10 puntos)</b>	
0 a 30°	0 puntos
31 a 60°	2 puntos
61 a 90°	4 puntos
91 a 120°	6 puntos
121 a 150°	8 puntos
151 a 180°	10 puntos
<b>Rotación externa (0 a 10 puntos)</b>	
Mano detrás de la cabeza, codo adelante	2 puntos
Mano detrás de la cabeza, codo atrás	2 puntos
Mano sobre la cabeza, codo adelante	2 puntos
Mano sobre la cabeza, codo atrás	2 puntos
Elevación completa por encima de la cabeza	2 puntos
<b>Rotación interna</b>	
Dorso de la mano en trocánter	0 puntos
Dorso de la mano en la nalga	2 puntos
Dorso de la mano en articulación sacroiliaca	4 puntos
Dorso de la mano en la cintura	6 puntos
Dorso de la mano en la vértebra dorsal número 12	8 puntos
Dorso de la mano en la zona interescapular	10 puntos

**TABLA 5.** Puntuación errónea de la rotación externa

<b>Rotación externa (0 a 10 puntos)</b>	
Mano detrás de la cabeza, codo adelante	2 puntos
Mano detrás de la cabeza, codo atrás	4 puntos
Mano sobre la cabeza, codo adelante	6 puntos
Mano sobre la cabeza, codo atrás	8 puntos
Elevación completa por encima de la cabeza	10 puntos

