

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



**Instituto Profesional en Terapias y
Humanidades**

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE
LOS BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DEL
FORTALECIMIENTO MUSCULAR DE CUÁDRICEPS
PARA MEJORAR SINTOMATOLOGÍA EN ADULTOS
ENTRE 50-60 AÑOS QUE PRESENTAN
GONARTROSIS**

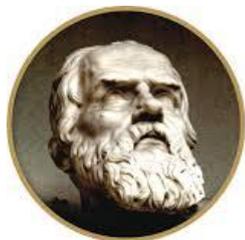


Que Presentan

**Maria Laura Olivo Paz
Gemma Elise Roser Martin**

Tesis binaria
Ponentes

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2022.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en La Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DEL FORTALECIMIENTO MUSCULAR DE CUÁDRICEPS PARA MEJORAR SINTOMATOLOGÍA EN ADULTOS ENTRE 50-60 AÑOS QUE PRESENTAN GONARTROSIS



Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que Presentan

Maria Laura Olivo Paz
Gemma Elise Roser Martin

Tesis binaria

Ponentes

Mtro. José Raymundo Ramírez Cano

Director de Tesis

Lic. María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

2022

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponentes

María Laura Olivo Paz, Gemma Elise Roser Martin

Director de Tesis

Mtro. José Raymundo Ramírez Cano

Asesor Metodológico

Lic. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 1 de octubre 2022

Estimadas alumnas:

Maria Laura Olivo Paz y Gemma Elise Roser Martín

Presente.

Respetables:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por ustedes, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlas y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. José Roderico
Paniagua González
Secretario

Lic. Diana Paola Rojas
Gómez
Presidente

Lic. Lidia Marisol de
León Sinay
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 8 de octubre 2022

Estimadas alumnas:

Gemma Elise Roser Martin y Maria Laura Olivo Paz

Presente.

Respetables:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por ustedes, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlas y desearles éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz
Sabán
Secretario

Lic. Laura Marcela
Fonseca Martínez
Presidente

Lic. Haly Guadalupe
Cristina Caxaj
Interiano
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2021

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis”** de las alumnas: **Maria Laura Olivo Paz y Gemma Elise Roser Martin.**

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

Atentamente

Lic. Lidia Marisol de León Sinay
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

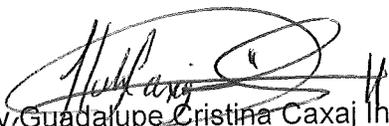
Guatemala, 11 de mayo 2021

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis”** de las alumnas: **Gemma Elise Roser Martin y Maria Laura Olivo Paz.**

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

Atentamente


Lic. Haly Guadalupe Cristina Caxaj Interiano
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Tecnología en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2021

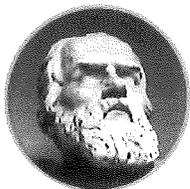
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que las alumnas **Maria Laura Olivo Paz y Gemma Elise Roser Martín** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2021

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que las alumnas **Gemma Elise Roser Martin y Maria Laura Olivo Paz** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESIS

DIRECTOR DE TESIS

Nombre del Director: Mtro. José Raymundo Ramírez Cano
Nombre del Estudiante: Gemma Elise Roser Martin, Maria Laura Olivo Paz
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis
Fecha de realización: Primavera, 2021

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	X		
3.	La identificación del problema es la correcta.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	X		
5.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
6.	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	X		
7.	El proceso de investigación es adecuado.	X		
8.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
9.	Los objetivos tanto generales como particulares han sido expuestos en forma correcta, no dejan de lado el problema inicial, son formulados en forma precisa y expresan el resultado de la labor investigativa.	X		
10.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
11.	Planteó claramente en qué consiste su problema.	X		

12.	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	X		
13.	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes generales y antecedentes particulares o específicos, bases teóricas y definición de términos básicos.	X		
14.	La pregunta es pertinente a la investigación.	X		
15.	Organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
16.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
17.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		
18.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
19.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
20.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
21.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
22.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
23.	El planteamiento es claro y preciso.	X		
24.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
25.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
26.	El capítulo III se realizó en base al tipo de estudio, enfoque de investigación y método de estudio y diseño de investigación señalado.	X		
27.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
28.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Mtro. J. Raymundo Ramirez Cano
 Nombre y Firma Del Director de Tesis



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESIS

ASESOR METODOLÓGICO

Nombre del Asesor: Lic. María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Gemma Elise Roser Martin, Maria Laura Olivo Paz
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis
Fecha de realización: Primavera 2021

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
1	<i>Formato de Página</i>			
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.5 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
h.	Inicio de capítulo centrado, mayúsculas y negritas.	X		
i.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	X		
j.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	X		
k.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
l.	Color fuente negro.	X		
m.	Estilo fuente normal.	X		
n.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
o.	Texto alineado a la izquierda.	X		
p.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
q.	Interlineado a 2.0	X		
r.	Resumen sin sangrías.	X		
s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
t.	Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts.	X		

u.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts.	X		
v.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts.	X		
2.	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		
h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
p.	Sin notas a pie de página.	X		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	X		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	X		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	X		

f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
k.	Comunicó claramente su información.	X		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	X		
m.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
n.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
o.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	X		
p.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Nombre y Firma del Asesor Metodológico

DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 12 del mes de mayo del año 2021.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

Director de Tesina

Función

Mtro. José Raymundo Ramírez Cano



Asesor Metodológico

Función

Lic. María Isabel Díaz Sabán



Coordinador de Titulación

Función

L.F.T. Diego Estuardo Jiménez Rosales



Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis

Realizada por el Alumno:

María Laura Olivo Paz, Gemma Elise Roser Martin

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

  **IPETH**[®]
Titulación Campus Guatemala
Firma y Sello de Coordinación de Titulación

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por sus bendiciones a diario y porque desde la distancia me apoyan y fomentan en mí el deseo de superación y éxitos en la vida, agradezco a Dios por bendecirme y guiar mis pasos en cada momento. Agradezco a mi compañera de tesis Gemma Martin, por su apoyo, por todos los momentos compartidos y en especial por su amistad. Quiero agradecer a mi universidad y a mis profesores, por sus valiosos aportes en el desarrollo de mi formación profesional. Y para finalizar mi agradecimiento eterno a Mónica Picerno, por permitirme ser parte de su vida y su familia. **María Laura Olivo Paz**

Gracias a Dios por la vida y la familia que me ha dado. Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera y darme la oportunidad de realizar mi formación profesional. Agradezco a mi hermano Jordi Martin por apoyarme y darme momentos de alegría cuando las situaciones se veían grises. A mi compañera y amiga Maria Laura Olivo por su profesionalismo durante el trabajo y hacer de este una experiencia agradable.

Agradezco a mis licenciados por el conocimiento que me han brindado a lo largo de la carrera y me han permitido llegar a este punto y fomentan el seguir creciendo profesionalmente. **Gemma Elise Roser Martin**

Palabras clave

Gonartrosis

Osteoartrosis

Fortalecimiento

Cuádriceps

Rodilla

ÍNDICE

Investigadores responsables	ii
Hoja de autoridades y terna examinadora	iii
Carta de aprobación del asesor	iv
Carta de aprobación del revisor.....	v
Lista de cotejo asesor	vi
Lista de cotejo metodológico	viii
Hoja de dictamen de tesis.....	xi
Agradecimientos.....	xii
Palabras clave.....	xiii
Resumen	1
CAPÍTULO I.....	2
Marco teórico	2
1.1 Antecedentes generales.....	2
1.1.1 Anatomía de la rodilla.....	2
1.1.1.1 Componentes óseos.....	3
1.1.1.2 Cápsula articular	7
1.1.1.3 Ligamentos.....	8
1.1.1.4 Bursa	9
1.1.1.5 Meniscos	10
1.1.1.6 Músculos de la rodilla.....	10
1.1.1.7 Irrigación.....	14
1.1.1.8 Inervación	15
1.1.2 Biomecánica de la rodilla.....	15
1.1.2.1 Flexión y extensión	15
1.1.2.2 Rotación	16
1.1.2.3 Desplazamiento de la rótula sobre el fémur.....	17
1.1.3 Goniometría de la rodilla	18
1.1.3.1 Flexión	18
1.1.3.2 Extensión.....	19
1.1.4 Gonartrosis.....	19
1.1.4.1 Clasificación	20
1.1.4.2 Cuadro clínico.....	21

1.1.4.3 Etiología.....	21
1.1.4.4 Fisiopatología.....	22
1.1.4.5 Factores de riesgo	23
1.1.4.6 Epidemiología	24
1.1.4.7 Diagnóstico.	24
1.1.4.8 Progresión	25
1.1.4.9 Complicaciones.....	25
1.1.4.10 Pronóstico	26
1.1.4.11 Tratamiento médico.	26
1.1.4.12 Tratamiento fisioterapéutico	28
1.2 Antecedentes específicos.....	29
1.2.1 Fortalecimiento muscular.....	29
1.2.1.1 Fuerza.....	29
1.2.1.2 Principios del entrenamiento.....	30
1.2.1.3 Tipos de ejercicio	32
1.2.1.4 Adaptaciones fisiológicas a los ejercicios de fortalecimiento	34
1.2.2 Fortalecimiento en la gonartrosis.....	35
1.2.2.1 Debilidad muscular en la gonartrosis.....	35
1.2.2.2 Dosificación	36
1.2.2.3 Contraindicaciones.....	36
CAPÍTULO II	37
Planteamiento del problema	37
2.1 Planteamiento del problema	37
2.2 Justificación	39
2.3 Objetivos.....	41
2.3.1 Objetivo general.....	41
2.3.2 Objetivos particulares.	41
CAPÍTULO III	42
Marco metodológico	42
3.1 Materiales	42
3.2 Métodos utilizados.....	43
3.2.1 Enfoque de la investigación	43
3.2.2 Tipo de estudio.....	44
3.2.3 Método de estudio.....	44

3.2.4 Diseño de investigación	45
3.2.5 Criterios de selección	45
3.3 Operacionalización de variables	46
3.3.1 Variables.	46
3.3.1.1 Variable.....	46
3.3.1.2 Variable independiente.	46
3.3.1.3 Variable dependiente	46
Capitulo IV	47
Resultados	47
4.1 Resultados.....	47
4.2 Discusión	55
4.3 Conclusiones.....	57
4.4 Perspectivas	59
Referencias	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fémur derecho.	3
Figura 2. Tibia derecha.....	4
Figura 3. Peroné derecho.....	5
Figura 4. Rótula derecha.	6
Figura 5. Carillas articulares. Carilla lateral [L], carilla medial [M] y carilla impar [I].	6
Figura 6. Vista anterior de la capsula articular de la rodilla derecha.	7
Figura 7. Cápsula articular, rodilla derecha. Vista posterior.....	8
Figura 8. Vista superior de la articulación de rodilla derecha.....	9
Figura 9. Músculo cuádriceps.	12
Figura 10. Ramas de la arteria poplítea para la irrigación de la rodilla.	14
Figura 11. A) Extensión de rodilla, tibia sobre fémur. B) Extensión de rodilla, fémur sobre tibia.....	16
Figura 12. Desplazamiento de la rótula a los 20, 50 y 90 grados de flexión de rodilla.	18
Figura 13. Flexión de rodilla a partir de la posición 0.	18
Figura 14. Extensión pasiva de rodilla a partir de la posición 0.	19
Figura 15. Grado 1 de gonartrosis.....	20
Figura 16. Grado 2 de gonartrosis.....	20
Figura 17. Grado 3 de gonartrosis.....	20
Figura 18. Grado 4 de gonartrosis.....	21
Figura 19. Fisiopatología de la artrosis.	22
Figura 20. Quiste poplíteo o quiste de Baker en rodilla derecha.	26
Figura 21. Ejercicio isotónico con fase concéntrica y excéntrica.	32
Figura 22. Ejercicio isocinético con máquina.	33
Figura 23. Ejercicio isométrico.	34
Figura 24. Gráfica de las bases de datos utilizadas en la investigación..	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Músculos de rodilla constituidos por varias porciones	10
Tabla 2 Músculos de rodilla constituidos por una solo porción.	13
Tabla 3. Fuentes.	42
Tabla 4. Criterios de selección.	45
Tabla 5. Variables.	46
Tabla 6. Primer resultado del primer objetivo.....	47
Tabla 7. Segundo resultando del primer objetivo	48
Tabla 8. Tercer resultado del primer objetivo	49
Tabla 9. Primer resultado del segundo objetivo	50
Tabla 10. Segundo resultado del segundo objetivo.....	51
Tabla 11. Tercer resultado del segundo objetivo	51
Tabla 12. Primer resultado del tercer objetivo	52
Tabla 13. Segundo resultado del tercer objetivo	53
Tabla 14. Tercer resultado del tercer objetivo.....	54

Resumen

En la presente revisión bibliográfica sobre los beneficios del fortalecimiento de cuádriceps en la sintomatología de la gonartrosis se evalúa que la gonartrosis es la causa más frecuente de gonalgia. Las personas con gonartrosis presentan debilidad muscular, pérdida del cartílago y esclerosis del hueso subcondral, lo que limita la funcionalidad y reduce la calidad de vida. Así mismo, la patología tiene un impacto físico y psicológico relacionado al dolor.

El objetivo del presente estudio es analizar los beneficios del fortalecimiento muscular de cuádriceps para así entender las técnicas adecuadas para reducir la sintomatología. Por lo cual se realizó un estudio cualitativo de tipo descriptivo. Se realizó un análisis de 31 artículos de las bases de datos Pubmed, Elsevier, Scielo, Springerlink y Google académico.

A través del método de análisis y síntesis se concluye que el fortalecimiento de cuádriceps disminuye el dolor, aumenta la movilidad y mejora la funcionalidad. Trabajar el cuádriceps permite una readaptación neuronal y mejora la biomecánica de la rodilla, permitiendo así, una mejor distribución de cargas. El fortalecimiento debe ser de forma progresiva y el ejercicio se debe dosificar de acuerdo con las capacidades de la persona. Teniendo como base los ejercicios de extensión de rodilla, flexión de rodilla, prensa de piernas y elevación de pierna.

Como conclusión se evidenció que al fortalecer el músculo se trabaja la propiocepción que mejora la estabilidad y previene el daño estructural. Así mismo no solo ayuda a aliviar la sintomatología, sino que también ayuda a retrasar la progresión de la patología.

CAPÍTULO I

Marco teórico

El marco teórico se divide en antecedentes generales y en antecedentes específicos. Dentro del primero se explica las generalidades de la rodilla y de la gonartrosis. En las generalidades de la rodilla se encuentran los huesos, músculos y tejidos conectivos. En las generalidades de la gonartrosis entra la definición, clasificación, sintomatología, tratamiento general, entre otras cosas. La segunda parte del marco teórico consta del fortalecimiento como tal y como este es utilizado en la gonartrosis.

1.1 Antecedentes generales

1.1.1 Anatomía de la rodilla. La rodilla es la articulación más grande del cuerpo, es de tipo sinovial, desempeña funciones importantes de manera funcional y mecánicamente dentro de la marcha. Anatómicamente, presenta una región anterior y otra posterior que comprende la fosa poplítea, está formada por dos articulaciones: la articulación femoropatelar [tróclea] compuesta por el fémur y la patela, y la articulación femorotibial [bicondílea] compuesta por la tibia y el fémur. Su función principal es la flexión y extensión de rodilla. La articulación se caracteriza por las restricciones de sus tejidos blandos, así como por su gran estabilidad debido a los ligamentos cruzados y ligamentos colaterales y la inserción de distintos músculos (Pro, 2012; Prieto, Moreno, Espinosa y Pina, 2009; Neumann, 2007).

Según Pró (2012), la articulación femorotibial es una articulación bicondílea debido a que sus superficies articulares están conformadas por los cóndilos femorales que se articulan con los cóndilos tibiales. Entre estas superficies articulares encontramos los meniscos, dos fibrocartílagos, y estos aumentan la profundidad de las superficies articulares.

1.1.1.1 Componentes óseos.

- *Fémur*. Pertenece al grupo de huesos largos del cuerpo humano, se encuentra a nivel del muslo y presenta una epífisis proximal, un cuerpo y una epífisis distal. La epífisis proximal está conformada por la cabeza del fémur, el cuello, el trocánter mayor y menor, la línea y cresta intertrocantéricas, y el tubérculo cuadrado. La cabeza es de forma redondeada y se articula con el acetábulo del coxal. En su superficie medial presenta una depresión, llamada fosita de la cabeza del fémur, donde se inserta el ligamento redondo. El cuello es la porción ubicada entre la cabeza y el trocánter mayor, delimitado hacia anterior por la línea intertrocantérica y hacia posterior por la cresta intertrocantérica. Es oblicuo hacia distal y posterior, y forma un ángulo entre 125° y 130° con el cuerpo y su cara anterior es intraarticular (Pró, 2012).



Figura 1. Fémur derecho (Pró, 2012).

La porción distal del fémur está conformada por un cóndilo medial y uno lateral, los cuales tienen contacto con la tibia, como se evidencia en la figura 1. Los cóndilos se encargan de propagar la fuerza hacia la parte inferior de la pierna y están separados por una fosa intercondílea (Panesso, 2008).

- *Tibia*. Es un hueso largo, ubicado a nivel de la pierna de forma medial al peroné y tiene como función transferir peso de la rodilla hacia el pie. En la epífisis proximal de esta se encuentran los platillos tibiales, que forma parte de la superficie articular con el fémur, posibilitando la transmisión de peso y la reacción de las fuerzas del suelo. Entre los platillos se encuentra la eminencia intercondílea, la cual funciona como punto de pivote para el fémur y estabiliza la rodilla ante la hiperextensión (Panesso et al., 2008).

En el extremo superior presenta una eminencia medial y lateral, denominado cóndilo medial y lateral. Entre ambas superficies articulares encontramos una elevación ósea, la eminencia intercondílea conocida como espina de la tibia, donde se insertan los ligamentos cruzados y los meniscos respectivamente. El cuerpo de la tibia presenta una cara medial, lateral y posterior. De manera superior encontramos la tuberosidad de la tibia, una rugosidad ósea donde se inserta el ligamento rotuliano y en la cara posterior se encuentra la línea del músculo sóleo y en este se inserta el músculo sóleo (Pró, 2012).



Figura 2. Tibia derecha (Pró, 2012).

En la epífisis distal y medial de la tibia está ubicado el maléolo medial, también presenta una superficie articular para el astrágalo y en la porción lateral de la epífisis distal se ubica la escotadura peronea, superficie articular para el peroné, como se aprecia en la figura 2 (Pró, 2012).

- *Peroné*. Presenta una epífisis proximal, un cuerpo y una epífisis distal. La epífisis proximal está conformada por la cabeza del peroné, que a su vez se localiza una cara articular para la tibia, la cara articular de la cabeza del peroné, y una punta con dirección superior denominada el vértice de la cabeza del peroné (Pró, 2012). El peroné es un hueso que no soporta carga de peso del cuerpo, sino que sirve de refuerzo del lado lateral de la tibia, para mantenerla alineada (Neuman, 2007).

El cuerpo del peroné presenta tres caras una lateral, medial y posterior y a su vez estas caras están separadas entre sí por tres bordes uno anterior, interóseo [se ubica la inserción de la membrana interósea de la pierna] y posterior. La cara lateral está ubicada en dirección lateral y anterior y la cara medial está orientada en dirección a la tibia, entre el borde anterior e interóseo, a su vez la cara posterior se encuentra entre el borde posterior e interóseo. La epífisis distal del peroné está formada por el maléolo lateral (Pró, 2012).



Figura 3. Peroné derecho (Pró, 2012).

- **Rótula.** Es un hueso sesamoideo contenido en el tendón del cuádriceps. Hace parte del mecanismo extensor de la rodilla y le brinda protección a esta. Presenta una cara anterior y una cara posterior o articular. La cara anterior está en contacto con el tendón del cuádriceps y la cara articular está en contacto con los cóndilos femorales. La cara articular está conformada por cartílago y se divide en 3 carillas: Una medial, una lateral y una impar. La rótula posee un borde superior más ancho llamado base rotuliana, un borde lateral y otro medial, y un vértice inferior, por lo que adquiere una forma triangular (Pró, 2012; Panesso et al., 2008; Cailliet, 2006).

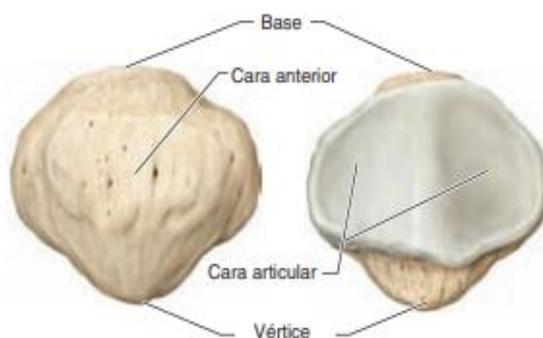


Figura 4. Rótula derecha (Pró, 2012).

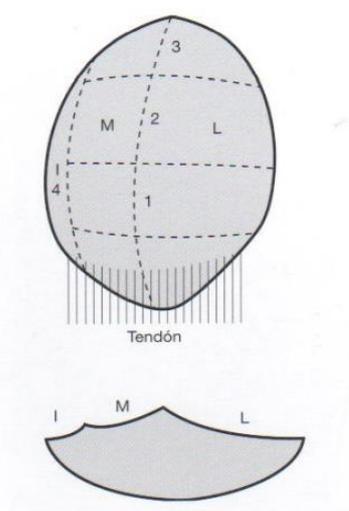


Figura 5. Carillas articulares. Carilla lateral [L], carilla medial [M] y carilla impar [I] (Cailliet, 2006).

1.1.1.2 Cápsula articular. Está compuesta de tejido fibroso delgado, que tiene como función estabilizar la rodilla (Cailliet, 2006). Es tensa en su parte anterior y se vuelve más laxa en su parte posterior, la parte anterior de la cápsula es interrumpida por la rótula (Guzmán, 2007). La cápsula rodea las articulaciones femorotibial y patelofemoral. La superficie interna de la cápsula se une por los cuernos de los meniscos y se inserta a la tibia por medio de los ligamentos coronarios. La cápsula se divide en posterior, medial, lateral y anterior (Panesso et al., 2008).



Figura 6. Vista anterior de la capsula articular de la rodilla derecha (Pró, 2012).

La cápsula posterior tiene fibras verticales que se unen a los cóndilos femorales y la fosa intercondílea en la parte posterior, a los cóndilos tibiales en la parte distal y proximalmente a la inserción de los gastrocnemios. Además, está reforzada por el ligamento poplíteo oblicuo y arqueado, el músculo poplíteo, isquiotibiales y gastrocnemio. Es de denotar que la cápsula posterior cumple con la función de limitar la hiperextensión de la rodilla.

La cápsula medial se une a los cóndilos femorales y tibiales mediante el ligamento colateral medial. Esta parte de la cápsula es reforzada por el ligamento colateral medial,

fibras del retináculo medial y tendones de la pata de ganso. La cápsula lateral se une por encima del músculo poplíteo al fémur, discurriendo con el tendón hacia el cóndilo tibial y la cabeza del peroné. La cápsula lateral está reforzada por el ligamento colateral lateral, fibras del retináculo lateral y la cintilla ilirotibial. La cápsula anterior se une en conjunto con los vastos medial y lateral al borde y al ligamento patelar y es reforzada por el cuádriceps y fibras del retináculo de la rótula (Panesso et al., 2008, Neuman, 2007).



Figura 7. Cápsula articular, rodilla derecha. Vista posterior (Pró, 2012).

1.1.1.3 Ligamentos. Los ligamentos desempeñan un papel importante debido a que estabilizan en más de un grado de libertad, así como restringen el movimiento de la articulación de rodilla durante cargas externa, estos presentan formas cambiantes en banda, cinta, cordón separado o engrosamiento adherido a la cápsula. Su resistencia le otorga firmeza a la articulación debido a que existen ligamentos fibrosos, prácticamente inextensibles de manera que limita el movimiento, ligamentos elásticos, algo más extensibles. Los ligamentos colaterales tibial y peroneo se ubican de la siguiente manera, el tibial se extiende desde el cóndilo femoral medial hasta la tibia y el peroneo se extiende desde el cóndilo femoral lateral hasta la cabeza del peroné (Pró, 2012; Orozco, 2018).

En el caso de los ligamentos cruzados están ubicados en lo profundo de la articulación de la rodilla, se denominan anterior y posterior según su inserción en la tibia. El anterior se extiende desde la porción superior y posterior de la región intercondílea anterior, hasta la cara medial del cóndilo femoral lateral y el posterior está constituido por fibras de tejido conjuntivo que unen la región intercondílea posterior con la porción anterosuperior de la cara lateral del cóndilo femoral medial. Debido a que son ligamentos extrasinoviales y se cruzan en dirección hacia anteroposterior y transversal (Pró, 2012).

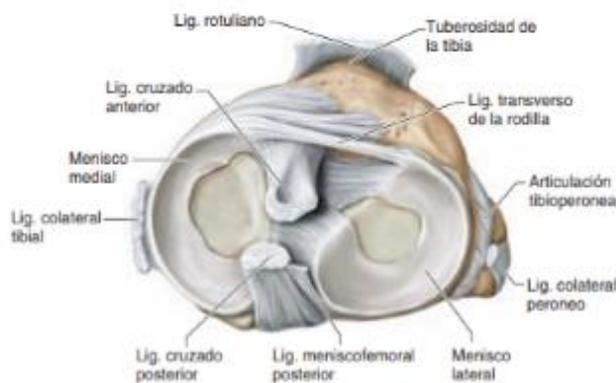


Figura 8. Vista superior de la articulación de rodilla derecha (Pró, 2012).

1.1.1.4 Bursa. Es una estructura en forma de bolsa revestida de membrana sinovial ubicada en el cuerpo proximal a las prominencias óseas y entre huesos, músculos, tendones y ligamentos. Existen más de 150 bolsas conocidas en el cuerpo humano con la función de facilitar los movimientos en el sistema musculoesquelético, creando una especie de almohada entre los tejidos que se mueven entre sí (Williams, 2019).

En la rodilla se encuentra una bursa superficial que está entre el tendón patelar y la piel. La bursa profunda se ubica entre el tendón patelar y la tibia. Así mismo se encuentra la bursa prepatelar, que evita fricción entre la cara anterior de la patela y la piel. Además, la bursa tibiofemoral ubicada entre la cápsula articular y los gastrocnemios (Panesso et al., 2008).

1.1.1.5 Meniscos. Son discos cartilagosos que presentan una forma medialunar y está entre las superficies articulares. Dos de sus caras están orientadas hacia las superficies articulares y la base está adherida a la cápsula, así como también presenta inserción ósea en sus extremidades. Los meniscos se anclan mediante sus cuernos a la región intercondílea de la tibia. Los meniscos son puntos de inserción para músculos como el cuádriceps, semimembranoso y el poplíteo. La parte periférica es fibrosa y recibe vascularización por medio de la unión con la cápsula articular y la parte central es cartilaginosa, no posee vasos y se nutre por imbibición (Pró, 2012; Neuman, 2007).

Los meniscos amortiguan y distribuyen la carga a un área de superficie mayor. La carga la distribuyen en un 50% al compartimiento medial y un porcentaje al compartimiento lateral. Los meniscos estabilizan la rodilla, durante la flexión de rodilla a 90 grados, el menisco medial tiene un gran impacto en la estabilidad. Los meniscos se mueven en sentido posterior durante la flexión y en sentido anterior en la extensión, esto debido a la inserción del tendón del poplíteo en el menisco lateral y del semimembranoso en el menisco medial (Prentice, 2009).

1.1.1.6 Músculos de la rodilla.

Tabla 1. Músculos de rodilla constituidos por varias porciones

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	
Cuádriceps	Recto anterior	Espina ilíaca anteroinferior y surco situado por encima del acetábulo	Borde proximal de la rótula y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia	Extiende la rodilla y la porción del recto anterior flexiona la cadera	Crural
	Vasto externo	Porción proximal de la línea intertrocantérea			

Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	
	Vasto medio	Superficie anterior y externa de los dos tercios proximales del cuerpo del fémur			
	Vasto interno	Mitad distal de la línea intertrocantérea			
Isquiotibiales	Bíceps femoral	<p>Porción larga: porción distal del ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion.</p> <p>Porción corta: labio externo de la línea áspera, dos tercios proximales de la línea supracondílea</p>	<p>Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda del lado externo de la pierna</p>	<p>Flexión y rotación externa de rodilla y la porción larga extiende la cadera</p>	Ciático
	Semitendinoso	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común con la porción larga del bíceps femoral	<p>Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna</p>	<p>Flexión y rotación interna de la rodilla, extiende la cadera</p>	Ciático

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	
	Semimembranoso	Tuberosidad del isquion	Cara posterior de la meseta interna de la tibia	Flexión de la rodilla y extiende la cadera	Ciático
Gastrocnemios	Medial	Porción proximal y posterior del cóndilo interno y porción adyacente del fémur y cápsula articular	Parte posterior del calcáneo	Flexión del tobillo y ayudan en la flexión de la rodilla	Tibial
	Lateral	Cóndilo externo y superficie posterior del fémur y cápsula articular			

Elaboración propia con información de (Kendalls, 2007).

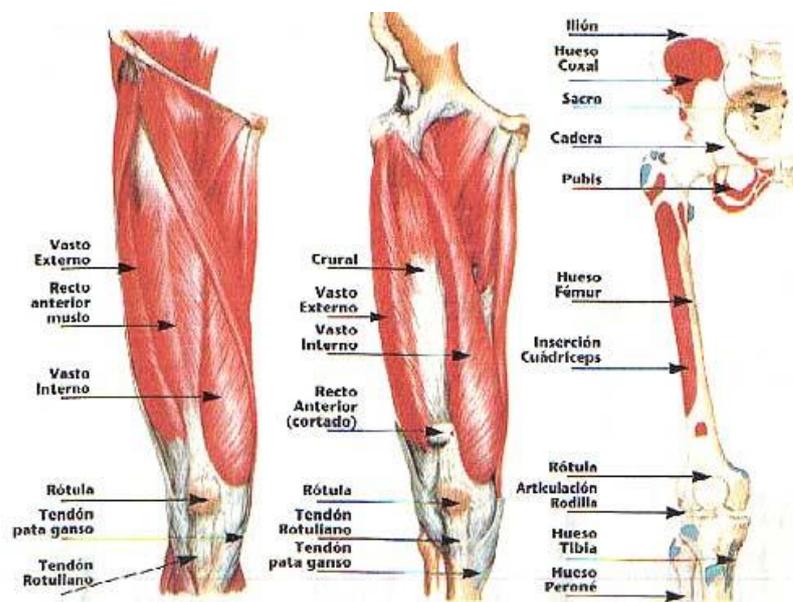


Figura 9. Músculo cuádriceps. Recuperado de:

<https://tinyurl.com/u4hc9kza>

Tabla 2. Músculos de rodilla constituidos por una solo porción.

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Sartorio	Espina ilíaca anterosuperior	Porción proximal de la superficie interna de la tibia, cerca de su borde anterior	Flexiona, abduce y produce la rotación externa de cadera	Crural
Grácil	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama del pubis	Diáfisis de la tibia, distal a la meseta	Aducción de cadera y flexión de rodilla	Obturador
Plantar	Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur y porción adyacente de su superficie y ligamento poplíteo oblicuo	Parte posterior del calcáneo	Flexiona el tobillo y ayuda en la flexión de rodilla	Tibial
Poplíteo	Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y ligamento poplíteo oblicuo	Área triangular proximal a la línea del sóleo sobre la superficie posterior de la tibia y fascia de cobertura del músculo	Flexiona la rodilla y refuerza los ligamentos posteriores de la rodilla	Tibial
Tensor de la fascia lata	Porción anterior del labio externo de la cresta ilíaca, superficie externa de la espina ilíaca anterosuperior	En la cintilla iliotibial de la fascia lata	Flexiona, rota internamente y abduce la cadera y puede ayudar en la extensión de la rodilla	Glúteo superior

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Sóleo	Superficie posterior de la cabeza del peroné y tercio proximal de su cuerpo, línea del sóleo y tercio medio del borde interno de la tibia	Junto con el tendón de los gemelos, en la superficie posterior del calcáneo	Flexión plantar de la articulación del tobillo	Tibial

Elaboración propia con información de (Kendalls, 2007).

1.1.1.7 Irrigación. La Irrigación está dada por la arteria femoral y arteria poplítea, que es una continuación de la arteria femoral (Quintana et al., 2018). La arteria poplítea inicialmente va en una dirección oblicua y posteriormente se convierte en vertical, pasa por detrás de la articulación de la rodilla y termina en el arco tendinoso del músculo sóleo (Pró, 2012). Se divide en 5 ramas, las cuales son las encargadas de la irrigación de la rodilla. La arteria poplítea al acercarse al espacio poplíteo se divide en 2 arterias superiores de la rodilla, una arteria media y debajo del espacio se divide en 2 otra vez, pero siendo estas inferiores en la rodilla.

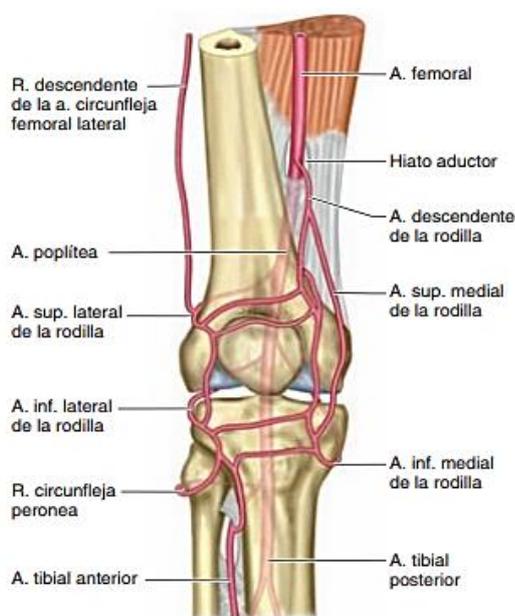


Figura 10. Ramas de la arteria poplítea para la irrigación de la rodilla (Pró, 2012).

Las arterias posteriores se curvan según los cóndilos y en la parte anterior forman un complejo en la porción suprarrotuliana, como se evidencia en la figura 10. La arteria media al atravesar el ligamento poplíteo se divide en 3 ramas: La media sigue al ligamento cruzado anterior y las otras 2 ramas penetran la región perimeniscal para aportar sangre a los meniscos. Las arterias inferiores circulan por el borde de la meseta tibial y pasan por debajo de los ligamentos colaterales (Cailliet, 2006).

1.1.1.8 Inervación. La cara anterior del muslo está inervada superior por el nervio genitofemoral e inferior por el nervio femoral, la cara lateral está inervada por el nervio cutáneo femoral lateral, la cara medial obtiene una inervación sensitiva por parte del nervio obturador y la cara posterior está inervada por el nervio cutáneo femoral posterior. El nervio femoral transmite el nervio del iliopsoas, nervios para la arteria femoral y el nervio del pectíneo [se origina por encima del ligamento inguinal]. Así mismo, el nervio femoral se origina desde el plexo lumbar L2, L3 y L4 y en su recorrido, emite 4 ramas destinadas para los músculos sartorio, pectíneo y cuádriceps femoral (Pró, 2012; Alveal, 2019).

1.1.2 Biomecánica de la rodilla.

1.1.2.1 Flexión y extensión. La flexión y extensión de la rodilla se produce en un plano sagital con un eje horizontal y migra con los cóndilos femorales. En la extensión de rodilla en donde la tibia se mueve sobre el fémur, la superficie articular de la tibia rueda y se desliza hacia anterior sobre los cóndilos femorales. Los meniscos soportan fuerzas de tracción hacia anterior por parte del cuádriceps. En la extensión del fémur sobre la tibia son los cóndilos los que se deslizan hacia posterior y ruedan hacia anterior (Neuman, 2007).

Durante la flexión activa de rodilla, esta debe rotar internamente y se da gracias al músculo poplíteo. El músculo puede rotar el fémur externamente para iniciar la del fémur sobre la tibia. En la flexión el movimiento es opuesto al de la extensión, la tibia rueda y se desliza hacia posterior. Cuando el fémur se mueve sobre la tibia, los cóndilos ruedan hacia posterior y se deslizan hacia anterior (Neuman, 2007).

Los rangos normales de la rodilla durante la flexión se encuentran entre 130 y 140 grados, pero los grados disminuyen a 120 si la cadera está en una hiperextensión, este dado por la fuerza tensil del recto anterior. Ahora bien, si la cadera esa en flexión máxima los rangos pueden llegar a aumentar hasta 160 grados (Panesso et al., 2008).

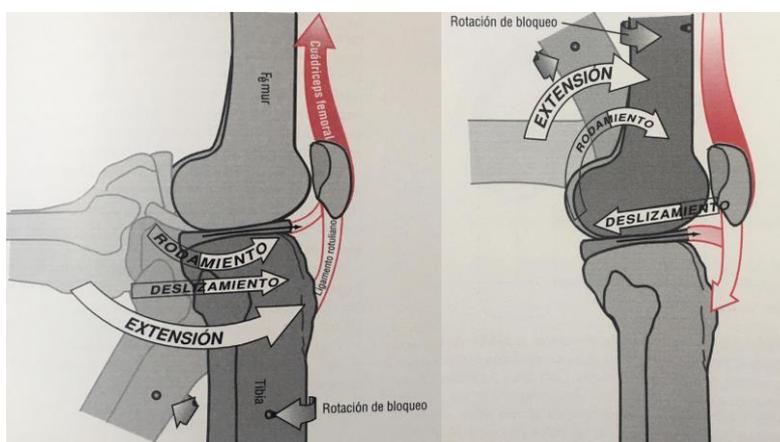


Figura 11. A) Extensión de rodilla, tibia sobre fémur. B) Extensión de rodilla, fémur sobre tibia (Neuman, 2007).

1.1.2.2 Rotación. La rotación se produce en un plano horizontal y un eje vertical. La rodilla debe estar parcialmente flexionada para que se pueda generar una rotación axial. La rotación ocurre, ya que las superficies articulares laterales tienen menor área de desplazamiento que las superficies articulares mediales, esto indica que las mediales terminan de desplazarse después de las laterales. Durante la rotación se genera una torsión en los meniscos y las superficies articulares y estos estabilizan mediante el semimembranoso y poplíteo. Durante la extensión de la rodilla, la rotación queda

bloqueada por la tensión de los ligamentos y por el aumento de la congruencia de la articulación (Neuman, 2007; Guzmán, 2007).

Los rangos de rotación dependen del grado en el que se encuentra la rodilla en flexoextensión. En la extensión completa de rodilla las superficies articulares están en máxima congruencia y los tejidos blandos periarticulares están tensos, lo cual imposibilita la rotación axial. La rotación comienza entre los 60-70 grados de flexión. A los 90 grados de flexión se logra una rotación interna de la tibia de 30 grados y una externa de 40 grados, dado porque, a los 90 grados, la cápsula articular y los ligamentos se encuentran más laxos. En la máxima flexión también se bloquea la rotación axial (Panesso et al., 2008).

1.1.2.3 Desplazamiento de la rótula sobre el fémur. El desplazamiento se produce en un plano frontal y un eje anteroposterior. El movimiento se produce, gracias a que las carillas articulares de la rótula se mueven sobre la tróclea del fémur (Guzmán, 2007). Durante la flexión de la rodilla la rótula realiza una traslación vertical a lo largo de la tróclea hasta la escotadura intercondílea. En la flexión extrema la rótula se ubica debajo de los cóndilos (Kapandji, 2010).

Durante la flexo-extensión de la rodilla la rótula se desplaza unos 7 cm sobre los cóndilos femorales (Nordin y Frankel, 2004). Cailliet (2006) describe que a los 20 grados de flexión hay un leve contacto de la parte superior de la rótula y los cóndilos femorales. Además, entre los 45 a 50 grados de flexión el contacto principal lo realiza la carilla medial y a los 90 grados la lateral. La carilla impar contacta con el fémur hasta los 135 grados de flexión.

Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar sintomatología en adultos entre 50-60 años que presentan gonartrosis

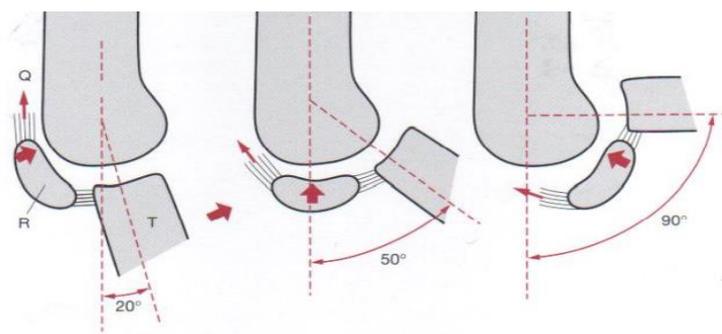


Figura 12. Desplazamiento de la rótula a los 20, 50 y 90 grados de flexión de rodilla (Cailliet, 2006).

1.1.3 Goniometría de la rodilla. Se mide la flexión y la extensión de rodilla con el propósito de evaluar la movilidad.

1.1.3.1 Flexión. Taboadela (2007), indica que la forma de la medición de los rangos de movimiento para la flexión es la siguiente:

Posición del paciente: Paciente decúbito supino con el miembro inferior en posición 0.

Eje del goniómetro: Colocado sobre el cóndilo femoral externo.

Brazo fijo del goniómetro: Se alinea con la línea medial longitudinal del muslo tomando como referencia el trocánter mayor.

Brazo móvil del goniómetro: Se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia el maléolo externo.

Movimiento: Se genera la flexión de rodilla con la flexión máxima de cadera.

Valores: AO 0-150° y AAOS 0-135°.

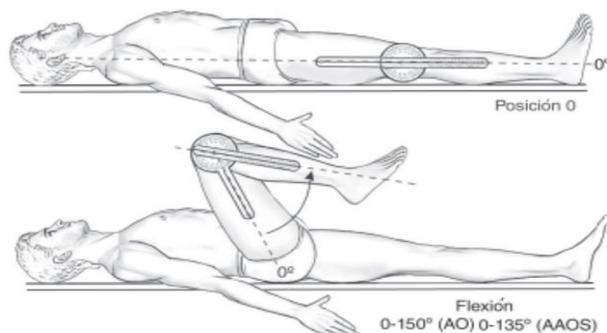


Figura 13. Flexión de rodilla a partir de la posición 0 (paciente en decúbito supino) (Taboadela, 2007).

1.1.3.2 Extensión. Taboadela (2007), indica que la forma de la medición de los rangos de movimiento para la extensión es la siguiente:

Posición: Paciente decúbito prono con el miembro en posición 0 y debajo del fémur se coloca una almohada.

Eje del goniómetro: Sobre el cóndilo femoral externo.

Brazo fijo del goniómetro: Se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como referencia el trocánter mayor.

Brazo móvil del goniómetro: Se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia el maléolo externo.

Movimiento: Se evalúa la extensión pasiva.

Valores: activo 0° y pasivo 10° AO y AAOS

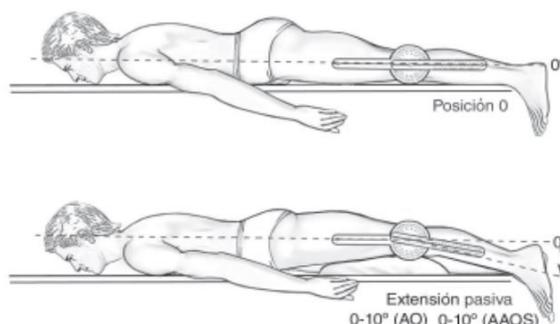


Figura 14. Extensión pasiva de rodilla a partir de la posición 0 (paciente decúbito prono con almohada debajo del muslo) (Taboadela, 2007).

1.1.4 Gonartrosis. Es un proceso degenerativo crónico de la articulación de la rodilla, resultado de eventos mecánicos y biológicos que desestabilizan el ajuste normal de la articulación. Es caracterizada por el deterioro y ruptura del cartílago articular, acompañado de inflamación de la membrana sinovial, disminución del espacio intraarticular y esclerosis del hueso subcondral (Vázquez et al., 2019; Carralero et al., 2020).

1.1.4.1 Clasificación. Amaro et al. (2017) y Campos et al., (2016) describen que la clasificación radiográfica se divide de la siguiente manera:

Grado 0: Normal sin datos de artrosis.

Grado 1: Dudoso estrechamiento del espacio articular [Dudoso].



Figura 15. Grado 1 de gonartrosis (Ojeda et al., 2012).

Grado 2: Posible estrechamiento del espacio articular, osteofitos [Leve].



Figura 16. Grado 2 de gonartrosis (Ojeda et al., 2012).

Grado 3: Estrechamiento de espacio articular, múltiples osteofitos, leve esclerosis y posible deformidad de los extremos de los huesos [Moderado].



Figura 17. Grado 3 de gonartrosis (Ojeda et al., 2012).

Grado 4: Marcado estrechamiento del espacio articular, abundantes osteofitos, esclerosis grave y deformidad del extremo del hueso [Grave] .



Figura 18. Grado 4 de gonartrosis (Ojeda et al., 2012)

1.1.4.2 Cuadro clínico. La gonartrosis provoca dolor mecánico, principalmente retropatelar. El dolor y la incapacidad funcional se observa en un 17% en los mayores de 45 años y en un 40% en los mayores de 65 años. La gonartrosis también genera rigidez articular después de tiempos de inmovilización, pero al iniciar actividad física esta se resuelve. La crepitación y la inflamación son signos característicos de la patología. En etapas avanzadas se encuentra deformación por engrosamiento de la cápsula articular, pero principalmente por la formación de osteofitos (Amaro et al., 2017; Ortiz, 2017). Lo anterior provoca pérdida de la función de la articulación y como consecuencia un deterioro en la calidad de vida (Vázquez et al., 2019).

1.1.4.3 Etiología. Entre el 70-85% de los casos tienen una etiología desconocida clasificándose como primaria. La artrosis primaria o idiopática en todo caso se puede relacionar con factores no modificables como edad, etnia y género. En el caso de la artrosis secundaria es por causa de alguna otra patología, principalmente de tipo metabólico o endocrino. Las enfermedades metabólicas que pueden causar artrosis son: hemocromatosis, alcaptonuria, enfermedad de Wilson y lipidosis. Las enfermedades endocrinas que pueden afectar son: hipotiroidismo, diabetes mellitus y deprivación estrogénica. Otras

enfermedades que pueden tener relación con la artrosis son las enfermedades articulares inflamatorias, neuropatías, hiperlaxitud articular, enfermedades óseas, disfunción articular y traumatismos articulares (Beltrán et al., 2008; Campos et al., 2016).

1.1.4.4 Fisiopatología. En la gonartrosis se presenta una degradación de colágeno tipo II, en las primeras fases se suele observar el depósito de fibras de colágeno y proteoglicanos en cúmulos desordenados, y refleja una mayor producción de estas sustancias como respuesta a la destrucción aumentada. La red de colágeno se rompe y permite a los proteoglicanos retener mayor cantidad de agua. Por el otro lado, las citoquinas provocan la liberación de metaloproteinasas [MMP], las cuales inhiben la síntesis de proteoglicanos causando una disminución de estos y por consecuencia una reducción del contenido de agua, lo que da como resultado la pérdida de la propiedad del cartílago. Mientras las MMP son liberadas el inhibidor de las metaloproteinasas [TIMP] aumenta su producción, pero aun así no es lo suficiente para superar la producción enzimática. Esto predispone a los condrocitos a mayor lesión y afecta su capacidad para reparar los tejidos dañados. Los condrocitos de esta forma producen factores de crecimiento como el factor transformador de crecimiento β [TGF β] y proteína morfogenética ósea [BMP]. El TGF β y el BMP contribuyen a la formación de osteofitos (Hussain et al., 2016; Sánchez, 2011; Chevalier, 2009).

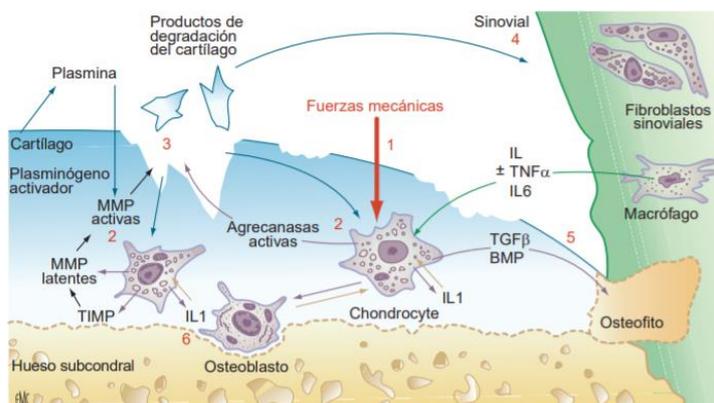


Figura 19. Fisiopatología de la artrosis (Chevalier, 2009).

1.1.4.5 Factores de riesgo. En la gonartrosis no hay un factor único que determine la patología, sino que puede ser la combinación de varios o uno solo. Estos factores se dividen en personales, lo que define aquello que tiene que ver con el individuo como tal y los articulares, que son todos aquellos que suceden directamente en la articulación.

- *Personales.* El primer factor es la edad, ya que con el envejecimiento surgen alteraciones musculoesqueléticas. Otro factor es la obesidad, Wieczorek y Rat (2017), determinan que por el aumento de 5 unidades del índice corporal aumenta el riesgo en un 35%. Como tercer factor está el sexo, el cual predomina más en mujeres con una diferencia de 2:1 con los hombres. Se ha señalado que la menopausia y los tacones tienen una influencia dentro de la aparición de la gonartrosis (Estrade, 2016). El cuarto factor es la etnia, ya que, las mujeres chinas tienen mayor riesgo de padecer la gonartrosis, esto especialmente debido a las tradiciones de mantenerse de cuclillas. Comorbilidades, así como la diabetes y la hipertensión son factores de riesgo, ya que en el caso de la diabetes tipo 2 se asocia a mayor degeneración del cartílago articular y la activación de condrocitos (Wieczorek y Rat, 2017).

En el caso de los factores alimentarios, se ha identificado que hay una relación entre falta de vitamina D y mayor progresión de la gonartrosis. Por otro lado, también se ha evidenciado que un alto contenido de omega 6 se relaciona a la aparición de sinovitis en la gonartrosis (Wieczorek y Rat, 2017).

- *Articulares.* El traumatismo como tal no genera gonartrosis, pero el mal cuidado de este puede surgir en gonartrosis años después. En el caso de la meniscectomía se debe tener en cuenta que se puede generar de forma sistemática después de 25 años. Se evidencia una correlación entre las actividades que requieran de flexión constante de la rodilla y la gonartrosis. El cizallamiento con flexión de rodilla en el cambio de

posición es de los movimientos más bruscos para la articulación (Estrade, 2016). El *genu varum* se relaciona con una incidencia de gonartrosis más elevada y lesiones cartilaginosas más severas. La debilidad muscular tiene un gran impacto como factor de riesgo en la gonartrosis (Wieczorek y Rat, 2017).

1.1.4.6 Epidemiología. La epidemiología recolecta datos para indicar la prevalencia o la incidencia de una patología en un determinado lugar. Un estudio de la OMS del 2010 (Wieczorek y Rat, 2017), indica que la prevalencia a nivel mundial de la gonartrosis consiste en un 3.8%. Así mismo, indica que el riesgo durante la vida de padecer de gonartrosis es de un 40% para los hombres y de un 47% para las mujeres.

Trujillo y Castillo (citado en Campos et al., 2016), señalan que la gonartrosis afecta predominantemente a la mujer con una relación de 3 a 1 con respecto a los hombres y afecta a más del 50% de personas mayores de 50 años. Campos et al. (2016), explican que la incidencia es de un 9.6% para los hombres y de un 18% para las mujeres mayores de 60 años.

El estudio *Global Burden of Disease* del 2015 (Wieczorek y Rat, 2017) estima que los casos globales de gonartrosis sintomática se encuentran en alrededor de 2 mil casos. Según el IGSS aproxima que en Guatemala hay 3 mil consultas anualmente y 12 nuevos casos de artrosis de rodilla y de cadera cada mes ([IGSS] El Ceibal, 2013).

1.1.4.7 Diagnóstico.

- **Médico.** La radiografía es el estudio principal y con este estudio se evidencia pinzamiento del espacio articular, osteofitos y esclerosis del hueso. La ecografía se utiliza para analizar diagnósticos diferenciales. En caso de necesitar más detalle del grado de afectación de la patología, se utiliza la resonancia magnética, tomografía axial computarizada o la artroscopia. La tomografía permite evidenciar lesiones óseas

relacionadas y por el otro lado, la resonancia magnética permite analizar los tejidos blandos (Ortiz, 2016; Beltrán et al., 2015).

- *Fisioterapéutico.* Durante la anamnesis el paciente refiere dolor mecánico en la rodilla que aumenta con la carga articular y al iniciar la deambulación, así mismo presenta rigidez articular que no es mayor de los 30 minutos. En la exploración física se aprecia la crepitación de la articulación, bloqueos, limitación del rango de movimiento y deformidad (Beltrán et al., 2015). El fisioterapeuta también puede hacer uso de la escala de *Lequesne* para determinar la gravedad de la afectación. La escala, a través de preguntas evalúa el dolor o molestia en reposo, durante la marcha y en las actividades diarias, de esta forma el fisioterapeuta aprecia las repercusiones que genera la gonartrosis y las limitaciones que causa (Estrade, 2016).

1.1.4.8 Progresión. La gonartrosis al ser una patología degenerativa degrada cada vez más el hueso y el cartílago. La obesidad sumada con una deformidad de las rodillas como lo es el varo y valgo, está asociado a una progresión acelerada de la artrosis (Wieczorek y Rat, 2017). Nguyen et al. (2018) describen que un 60-80% del peso se distribuye en el compartimiento medial de la rodilla, haciendo de este un factor de progresión de la gonartrosis. Otro factor de progresión de la gonartrosis descrita por Charles et al. (2017), es la proteína C reactiva [PCR], la cual es un marcador de la inflamación y se encuentra en gran abundancia especialmente en personas con obesidad.

1.1.4.9 Complicaciones. La patología con el paso del tiempo si no es tratada puede llegar a generar complicaciones para la articulación y el individuo. Entre estas complicaciones se encuentra: Dolor e inflamación en reposo, derrame poplíteo, deformidad articular, rigidez completa y quistes poplíteos (Amaro et al., 2017). Giménez et al. (2008), expresan que algunas otras complicaciones pueden ser fracturas por estrés, osteonecrosis, infección articular, atrapamiento nervioso y ruptura articular.



Figura 20. Quiste poplíteo o quiste de Baker en rodilla derecha (Álvarez et al., 2018).

1.1.4.10 Pronóstico. El pronóstico indica cómo será la calidad de vida y función del individuo. La gonartrosis al ser una patología degenerativa indica que el daño ya realizado no se puede resolver al menos que sea mediante una cirugía, pero con una intervención se puede disminuir la progresión de la patología y mejorar la sintomatología. Al lograr esto el pronóstico es bueno, ya que mejora la calidad de vida (Amaro et al., 2017). Por otro lado, la obesidad, inestabilidad articular y la sinovitis son factores de alarma para un mal pronóstico (Giménez et al., 2008). Para determinar el pronóstico también se debe considerar la actitud del paciente. Un paciente activo con actitud positiva evolucionará menos y mejor que aquel que tiene actitud sedentarista. Por otro lado, si el paciente presenta sinostosis o síntomas somáticos, el pronóstico es desfavorable (Estrade, 2016).

1.1.4.11 Tratamiento médico.

- **Fármacos.** El tratamiento médico óptimo es el uso de fármacos y se recomienda con la utilización de tratamientos no farmacológicos. Los fármacos se dividen en modificadores de síntomas y modificadores de las estructuras. Como fármaco modificador de síntomas se puede usar antiinflamatorios no esteroideos [AINES] como es el tramadol y las inyecciones intraarticulares de cortisona (Estrade, 2016; Giménez et al., 2008).

Como primera elección se utiliza el paracetamol que es un analgésico no antiinflamatorio. Si hay una inflamación de la sinovia se recomienda el uso de analgésicos antiinflamatorios, como son las infiltraciones de corticoides y puede llegar a ser acompañado de un lavado articular. Por otro lado, se pueden usar viscosuplementos, que es la inyección de ácido hialurónico, que en condiciones normales es abundante en el cartílago articular. Estas inyecciones se administran en 3 inyecciones en 3 semanas, en el cual se recomienda reposo durante 24 horas después de cada inyección (Estrade, 2016).

Se refiere a fármacos modificadores de estructuras a aquellos que son dirigidos a preservar el cartílago articular y frenar la evolución de la enfermedad. Estos fármacos son llamados *Disease Modifying OsteoArthritis Drugs* [DMOAD]. Entre estos fármacos se encuentra el condroitín sulfato que promueve la síntesis de los proteoglicanos. Así mismo se encuentra el sulfato de glucosamina que ayuda en la síntesis de los proteoglicanos al igual que inhibe algunas enzimas destructoras del colágeno. Otro fármaco es el ácido hialurónico, el cual le proporciona viscoelasticidad al líquido sinovial, permitiéndole lubricar y amortiguar la articulación (Giménez et al., 2008).

- *Ortesis*. Las ortesis son ayudas externas que tienen como fin estabilizar la articulación y ser de apoyo durante el movimiento. Una de estas es la rodillera que ayuda al músculo a reducir el gasto calórico en la producción de calor y priorizar el gasto energético para la postura y el movimiento. Por otro lado, también activa los receptores de Ruffini, manteniendo un estímulo propioceptivo, al ejercer una tracción cutánea (Estrade, 2016).

Otra ortesis es la férula de inmovilización, que tiene como objetivo evitar un genu recurvatum y descargar la articulación. Un tercer ejemplo es la contención flexible de

cadera, la cual evita la inestabilidad y sobrecarga de la rodilla al estabilizar en una rotación externa y abducción del muslo. Como último ejemplo se encuentran las ortesis plantares que se comprenden de zapatos que amortiguan el impacto (Estrade, 2016).

- *Quirúrgico*. La cirugía solo es recomendada si la intervención convencional no fue exitosa. Una de estas intervenciones es la osteotomía, esta corrige la deformidad angular, descomprime la circulación venosa y retrasa los padecimientos de la patología. Otra de las opciones es una artroplastia, que es el reemplazo total articular (Ortiz, 2016; López y Lorenzo, 2016).

1.1.4.12 Tratamiento fisioterapéutico.

- *Objetivos*. Estrade (2016) indica que los objetivos del tratamiento son los siguientes:
 - Informar al paciente de su condición
 - Mantener y optimizar las condiciones funcionales
 - Prevenir y retrasar la aparición de modificaciones estructurales articulares, periarticulares y musculares
- *Tratamiento pasivo*. Para la gonartrosis existen varios tratamientos pasivos que ayudan a reducir el dolor y mejorar los rangos de movimiento. El masaje puede ser de roce, fricción, palpación y rodamiento y de esta manera ayuda a reducir el dolor y mejoran el retorno venoso-linfático. El ultrasonido continuo ayuda a mejorar el dolor proyectado (Estrade, 2016).

La electroestimulación transcutánea no es recomendada como primera instancia, pero sí en caso de que el individuo tenga enfermedades en donde el fármaco sea contraindicado. La termoterapia es utilizada para modular el dolor con la teoría de la compuerta. Así mismo, la crioterapia ayuda a aliviar el dolor a corto plazo. Las

movilizaciones de tracción y descompresión, las movilizaciones pasivas de deslizamiento tibio femoral y los estiramientos también están indicados (Estrade, 2016; Giménez et al., 2008).

- *Tratamiento activo.* Giménez et al. (2008), identifica la necesidad de los ejercicios aeróbicos para el condicionamiento cardiovascular, ejercicios isocinéticos e isométricos para mejorar la resistencia muscular y mejorar la flexibilidad mediante estiramientos.

Estrade (2016), denota que el fortalecimiento a largo plazo mejora el dolor y la funcionalidad en un 40%. El fortalecimiento de cuádriceps evita que el amortiguamiento de las cargas especialmente en terrenos irregulares y en pendientes sea solo articular y a la vez reduce el riesgo de caída, ya que proporciona mejor estabilidad articular. En un terreno plano no se requiere mayor fuerza de los isquiotibiales, pero si es necesario reforzarlos para que la articulación tenga mejor estabilidad y coordinación en el ascenso y descenso de las escaleras.

1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Fortalecimiento muscular. El fortalecimiento muscular se define como la actividad o ejercicio voluntario que realiza un individuo con la finalidad de ejercer fuerza con el musculo a trabajar e ir desarrollando el mismo. Al efectuarlo con regularidad se muestra que el fortalecimiento aumenta la fuerza, potencia y resistencia (Bennie et al., 2020).

1.2.1.1 Fuerza. En la física se explica como el empuje o tracción que genera, detiene o modifica un movimiento (Neuman, 2007). La fuerza muscular se define como la fuerza máxima que desarrolla el músculo durante una contracción. Por consiguiente, la fuerza física es el resultado de la interacción de los sistemas neurológico, muscular, biomecánico y cognitivo (Carrie y Thein, 2006).

- *Fuerza máxima*: Es la máxima fuerza posible que realiza el sistema neuromuscular en una contracción máxima voluntaria (Weineck, 2005).
- *Fuerza rápida*: Es la fuerza relacionada con la capacidad del sistema neuromuscular para movilizar el cuerpo, partes del el u objetos con velocidad máxima (Weineck, 2005).
- *Fuerza resistencia*: Es la capacidad del organismo para soportar la fatiga producida por los esfuerzos físicos prolongados (Weineck, 2005).

1.2.1.2 Principios del entrenamiento. Son utilizados para crear los planes de ejercicio según los objetivos planteados. Los principios aportan métodos y pautas de la aplicación del entrenamiento y por eso mismo deben regirse los planes según estos.

- *Especificidad*. Los ejercicios deben ser dosificados según los cambios fisiológicos y metabólicos que se desean obtener (Billat, 2002).
- *Sobrecarga*. La sobrecarga es cuando un organismo pone una tensión mayor a la que normalmente se somete en la vida diaria (Kisner, 2005). Billat (2002), indica que la sobrecarga debe ser dosificada según los objetivos del individuo. Así pues, la carga también debe ser progresiva para seguir logrando cambios estructurales y funcionales (Bompa y Buzzichelli, 2016).
- *Reversibilidad*. Es necesario considerar que el ejercicio debe realizarse de forma continua para que se produzca un cambio morfo-funcional, sino las adaptaciones no se evidenciaran ya que si se deja de entrenar se pierden las mejoras. En el paso de 2 semanas de desentrenamiento ya se puede medir cambios de deterioro y a los meses hay una pérdida total, (Kisner, 2005; Concha, 2014). Prentice (2009), resalta que si el entrenamiento se interrumpe o se discontinua el musculo comienza a atrofiarse y se pierde la masa muscular y así mismo la fuerza.

- *Intensidad.* La intensidad del ejercicio se rige según los principios de sobrecarga y especificidad. Para lograr cambios en cuanto a la resistencia muscular, es necesario que este sea sometido a una sobrecarga. Así mismo, para lograr adaptaciones la carga del ejercicio debe superar el umbral del estímulo. Se estimula el umbral cuando el ejercicio llega entre el 70-85% de la frecuencia cardíaca máxima. Cuanto mayor sea el nivel físico, mayor deberá ser la intensidad. (Kisner, 2005).

Para mantener una condición física es suficiente realizando 1 hora diaria de ejercicios de baja intensidad, equivalente a 2 o 3 METS [energía gastada en reposo]. Por otro lado, para mejorar la condición física es necesario subir la intensidad entre 5 y 6 METS, con la misma frecuencia (Billat, 2002).

- *Duración.* La duración depende de la intensidad, frecuencia y condición física. Normalmente a mayor intensidad, menor duración. Trabajando al 70% de la frecuencia cardíaca máxima, una duración de 20-30 minutos es suficiente. En cambio, cuando se trabaja por debajo del umbral de la frecuencia cardíaca, se recomienda un periodo de 45 minutos continuo para lograr la sobrecarga adecuada. En intensidades altas, 10-15 minutos pueden llegar a ser suficientes (Kisner, 2005).
- *Frecuencia.* Como menciona Kisner (2005), no hay dato exacto de la dosificación de la frecuencia, ya que depende del individuo, pero se recomienda entre 3 a 4 veces por semana. Por otro lado, si la intensidad es baja, es recomendable realizar ejercicio con mayor frecuencia.
- *Modo.* Kisner (2005), indica que es importante abarcar los grupos grandes de músculos y enfocados al área a trabajar. Los beneficios del entrenamiento aumentan cuando se planifican con base en las necesidades y capacidades de la persona.

1.2.1.3 Tipos de ejercicio.

- *Ejercicio isotónico.* Kisner (2005), lo describe como un ejercicio dinámico con carga durante todo el movimiento. La resistencia puede ser manual o mecánica. Por otro lado, también se puede dividir en concéntrico y excéntrico. El ejercicio concéntrico constituye una resistencia cuando el músculo se contrae y el excéntrico cuando se elonga.

Se logra generar más fuerza con contracciones excéntricas que con las concéntricas, esto debido a que durante la contracción excéntrica requiere menor nivel de actividad de las unidades motrices. Ya que se requieren menos unidades motrices, se reclutan unidades motrices adicionales para generar mayor fuerza. Por otro lado, durante la contracción excéntrica hay un menor consumo de oxígeno, haciéndolo más resistentes a la fatiga (Prentice, 2009).



Figura 21. Ejercicio isotónico con fase concéntrica y excéntrica. Recuperado de:

<https://tinyurl.com/7pc4un3e>

- *Ejercicio isocinético.* Es ejercicio dinámico donde la velocidad del movimiento es constante, mientras la longitud del músculo cambia. La resistencia es aplicada por una máquina y esta se moverá con una velocidad preestablecida. Así, la clave no es la resistencia, sino la velocidad con la que esta es aplicada. Las velocidades pueden ser lentas, 15-30 grados por segundo o rápidas, 300-400 grados por segundo. Ya que la velocidad es preestablecida es importante que el individuo aplique un esfuerzo

máximo para aumentar la fuerza máxima. Este ejercicio es útil para el aumento de potencia, resistencia y fuerza máxima (Kisner, 2005; Prentice, 2009).



Figura 22. Ejercicio isocinético con máquina. Recuperado de:

<https://tinyurl.com/6y4x37xx>

- *Ejercicio isométrico.* Es ejercicio estático donde se contrae el músculo, sin un cambio en su longitud mientras desarrolla tensión y fuerza máxima como se evidencia en la figura 23. Con este tipo de ejercicio se logra aumentar la resistencia y la fuerza. Para lograr cambios, la contracción debe durar por lo menos 6 segundos. Es el ejercicio utilizado al principio de una rehabilitación ya que los otros tipos de ejercicios pueden causar más daño cuando los traumatismos no han culminado su curación. Este tipo de ejercicio se divide en 3: Ejercicios de preparación, ejercicios de resistencia y ejercicios de estabilización (Kisner, 2005; Prentice, 2009).

El primero se emplea con poca o ninguna resistencia, con el objetivo de aumentar la circulación y relajar el músculo. La preparación muscular es beneficiosa en las etapas agudas de una lesión, ya que mantiene la movilidad de las fibras. Los ejercicios de resistencia son utilizados para aumentar la fuerza muscular cuando el movimiento articular es doloroso. Los ejercicios de estabilidad son empleados normalmente en cadena cinética cerrada. Se logra la estabilidad al lograr la contracción de los músculos antagonistas de la articulación (Kisner, 2005).

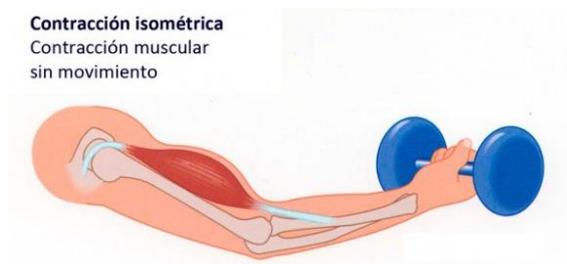


Figura 23. Ejercicio isométrico. Recuperado de:

<https://tinyurl.com/d7rnvwm5>

1.2.1.4 Adaptaciones fisiológicas a los ejercicios de fortalecimiento.

- *Respuesta cardiovascular.* La activación de las fibras del músculo genera una respuesta del sistema nervioso simpático [SNS], generando una vasoconstricción periférica, aumenta la contracción del miocardio y aumenta la frecuencia cardíaca. Esta última aumenta, ya que aumenta la despolarización del nódulo sinusal (Kisner, 2005). Además, se genera una vasodilatación para lograr un mayor aporte de oxígeno hacia los músculos a través de la hemoglobina (Cameron, 2014).
- *Respuesta respiratoria.* El cuerpo aumenta el metabolismo celular y la producción de células exigiendo que haya un intercambio de gases a mayor velocidad y más eficaz, por lo cual hay una mayor activación de los alvéolos y se requiere mayor trabajo a nivel de músculos intercostales y el diafragma (Cameron, 2014).
- *Respuesta muscular.* Hay un aumento de filamentos de actina y miosina. Durante el entrenamiento el músculo requiere un mayor aporte de riego sanguíneo dado por la vasodilatación, lo cual proporciona más oxígeno y otros nutrientes al músculo. Los miofilamentos de actina y miosina, que son filamentos proteicos, aumentan de tamaño y de número por el aporte de nutrientes y por una fisuración longitudinal. Esto favorece al aumento del diámetro de las fibras musculares. El aumento de del material contráctil desencadena un aumento de la fuerza máxima (Prentice, 2009, Cometti, 2007).

Cometti (2007), indica que hay una hipótesis que con el ejercicio algunas fibras lentas se convierten en fibras rápidas, así mismo por el aumento de las fibras II, hay un aumento de la fuerza. Por otro lado, explica que cuando el musculo es inducido al entrenamiento, se genera una adaptación nerviosa, generando mayor reclutamiento y/o frecuencia de las unidades motoras. Con el tiempo es necesaria menor activación eléctrica para lograr la misma fuerza. Otro punto es la sincronización de las unidades motoras. Durante el entrenamiento hay un aumento de la sincronización, dando así, un aumento de la fuerza. La sincronización ocurre ya que las motoneuronas [MN] de una población están sometidas al mismo mando central o las MN se activan por campos eléctricos proximales.

1.2.2 Fortalecimiento en la gonartrosis. Bartholdy et al. (2017) indican que para el tratamiento de la gonartrosis es beneficioso hacer ejercicios aeróbicos, pero especialmente el fortalecimiento muscular, ya que el descenso del fortalecimiento es común en los pacientes con gonartrosis. Así mismo indica que el fortalecimiento muscular reduce el dolor y mejora la funcionalidad.

1.2.2.1 Debilidad muscular en la gonartrosis. Culvenor et al. (2016), reportaron que se evidencia una relación entre la debilidad muscular y personas con gonartrosis radiológica, sin ser esta la causa de la patología. De vita et al. (2018), explica que la fuerza del cuádriceps es significativamente menor en pacientes con gonartrosis que en adultos sanos. La debilidad del músculo puede ser un factor de riesgo para la aparición y la progresión de la gonartrosis, se considera no solo como un factor de riesgo importante para la gonartrosis sino también como un determinante principal de la funcionalidad de rodilla, ya que, pone en mayor estrés a la articulación y como resultado ocasiona repercusiones en la propiocepción y aumenta el riesgo de caídas (Ferraz et al., 2018). La debilidad del músculo se observa con mayor predominio en las mujeres, lo cual puede indicar una

respuesta relacionada con el sexo, especialmente ante la obesidad (Culvenor et al., 2016).

Existe una correlación entre la debilidad del cuádriceps femoral y la pérdida de la funcionalidad al igual que un aumento del dolor (Kus y Yeldan, 2018).

1.2.2.2 Dosificación. Cada individuo tendrá una dosificación diferente dependiendo de lo que su cuerpo puede tolerar. El fisioterapeuta debe controlar y modificar los ejercicios con base en el progreso de cada individuo. En el fortalecimiento muscular de tipo isométrico se recomienda iniciar con una intensidad del 30% de la fuerza máxima y de forma gradual llegar hasta el 75%. Al lograr este porcentaje y el dolor haya reducido, se puede añadir una resistencia externa. En el caso del fortalecimiento de tipo isotónico se aconseja iniciar al 40% de una repetición máxima e incrementar entre 5-10% cada semana (Ortiz, 2016).

1.2.2.3 Contraindicaciones. Es necesario que cualquier paciente con gonartrosis acuda a fisioterapia, pero cuando surge una bandera roja, el plan de tratamiento debe ser pausado y el paciente debe ser remitido a un médico. Dentro de las banderas rojas se encuentra calor en el área de la rodilla, gonalgia extrema en reposo, una o más prótesis, fiebre o infección y una artralgia intensa (Estrade, 2016).

CAPÍTULO II

Planteamiento del problema

En el planteamiento del problema se describe la expectativa de vida y la calidad de vida que presentan los adultos mayores en la actualidad, enfocándose en las diferentes enfermedades que suelen surgir cuando se llega a una edad determinada. Se explica como la gonartrosis, siendo una de las principales enfermedades, afecta la calidad de vida del paciente y todas las dificultades que conlleva, tomando en cuenta el fortalecimiento de cuádriceps como una opción para la rehabilitación. En la justificación se indica la magnitud del problema y la razón por la cual el fortalecimiento es una forma para prevenir la necesidad de intervenciones costosas. Se finaliza el capítulo con los objetivos de la investigación.

2.1 Planteamiento del problema

La Organización Mundial de la Salud [OMS] indica que el envejecimiento es un proceso degenerativo molecular y celular a lo largo del tiempo, lo que lleva a un descenso de las capacidades físicas y mentales, así como un aumento del riesgo de la enfermedad. Por otro lado, también indica que para el 2050, 1 de cada 5 personas tendrá más de 60 años. El incremento de la longevidad no debe centrarse como la única meta, a ello se debe incluir la mejoría de la calidad de vida de la población, no solo es agregar más años a la vida, sino en aportar más vida a los años (Bravo et al., 2015).

La expectativa de vida en Guatemala en el 2020 es de 72 años, pero puede disminuir según la calidad de vida que presente cada persona, por lo cual la osteoartrosis puede afectar

considerablemente (Bravo et al., 2015). Entre de los adultos mayores la osteoartrosis es una de las enfermedades de mayor prevalencia, con estimación del 40% en las personas mayores de 65 años (Gay et al., 2016), que afecta en un 21% a la población de Estados Unidos de América y se estima que en el 2030 aumente a un 25% (Carralero et al., 2020).

La gonartrosis, conocida también como osteoartrosis de rodilla, afecta a partir de los 40 a 50 años y es la causa más frecuente de dolor en las rodillas o gonalgia (Carralero et al., 2020). La frecuencia de esta enfermedad es proporcional a la edad, aproximadamente el 80% de las personas mayores de 65 años presentan cambios radiográficos con evidencia de osteoartrosis (Mena, 2016).

Según Estrade (2016), la gonartrosis en el adulto comprende el 24 % de las artrosis, en Guatemala hay un aproximado de 12 nuevos casos de artrosis de rodilla y cadera cada mes en pacientes mayores de 50 años y se estima un total de 3 mil consultas anuales de pacientes ya diagnosticados (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social [IGSS] El Ceibal, 2013).

La osteoartrosis presenta una característica dominante, que se vuelve persistente y más limitante a medida que avanza la enfermedad, lo que da como resultado una reducción de la función física y la calidad de vida (Bennell et al., 2019), genera daños del cartílago articular, esclerosis ósea subcondral, hipertrofia marginal articular, hiperplasia sinovial, contractura capsular, laxitud o contractura de ligamentos, cambios distróficos musculares y debilidad (Huang et al., 2017).

Debido a esto se evidencia que las personas con gonartrosis presentan debilidad del cuádriceps comparadas a adultos sanos (Devita et al., 2018). Markolf (citado en Devita et al., 2018) indica que el cuádriceps estabiliza la rodilla durante el desplazamiento, previniendo daños estructurales durante las actividades diarias. Anwer y Alghadir (citado en Devita et al., 2018) describe que, al entrenar el cuádriceps, este aumenta su fuerza durante la locomoción y de ese modo el músculo junto con el tendón rotuliano mejora la descarga de peso de la

articulación de la rodilla. Por otro lado, Hurley (citado en Devita et al., 2018) señala que al aumentar la fuerza del cuádriceps también se aumenta su capacidad de absorción de energía reduciendo potencialmente la tensión que llega a la superficie articular de la rodilla.

La investigación condujo a la siguiente pregunta: **¿Cuáles son los beneficios terapéuticos del fortalecimiento de cuádriceps para mejorar la sintomatología en adultos entre 50 y 60 años que presentan gonartrosis?**

2.2 Justificación

Los problemas osteomusculares son un factor frecuente de las limitaciones funcionales, no es habitual la muerte o morbilidad hospitalaria, pero con el aumento de la edad, aumenta su prevalencia. Entre los adultos se encuentran que un 94.9% presentan alguna dolencia de tipo crónica diagnosticada, de estos un 53% tienen un problema relacionado con las articulaciones, como la artrosis, artritis o alguna enfermedad reumática. Con el aumento de la edad surgen distintas limitaciones funcionales, un 28.7% de las personas presentan limitaciones para las actividades diarias (Vicente, 2011).

La artrosis es la patología articular más frecuente, ya que se ha estimado que una de cada seis personas mayores de 50 años presenta signos de artrosis (Hernández et al., 2011). Esta patología tiene un gran impacto físico y psicológico relacionado con el dolor, también afecta la movilidad y por ende la calidad de vida. El IGSS determina que la osteoartrosis es de las principales causas de consulta, de ingreso y de reingreso en consulta externa. El impacto de la enfermedad en el individuo y las consultas que requiere se acumula a un promedio anual de \$5700 dólares/Q 42 mil (Ortiz, 2017).

La rodilla por ser una articulación expuesta a sobrecarga articular es la más propensa a presentar artrosis, a esta se le denomina gonartrosis (Ortiz, 2017). La gonartrosis se

caracteriza por la pérdida del cartílago articular, aparición de osteofitos, compromiso de ligamentos y músculos que rodean la articulación, fibrosis capsular e inflamación de la membrana sinovial. En Estados Unidos se estima una prevalencia de la gonartrosis de 240 por cada 100 mil habitantes (Mena, 2016) y a nivel mundial de 200 mil casos (Wieczorek y Rat, 2017).

De manera general el tratamiento de la gonartrosis incluye educar al paciente mediante cambios del estilo de vida, reducción de peso, órtesis, terapia física, uso de medicamentos y cirugía. Es importante que antes de que el paciente sea sometido a una cirugía genere conciencia de sus hábitos en su vida diaria, ya que un adecuado estilo de vida evitará que el paciente se someta a un procedimiento quirúrgico. Los resultados de una cirugía no siempre son del todo satisfactorios, con base en la evidencia de la *American Academy of Orthopedics Surgeons* [AAOS] solo uno de cuatro pacientes con gonartrosis requiere cirugía (Ortiz, 2017). En el caso de una artroplastia, siendo esta una cirugía de reemplazo articular, el costo promedio es de \$25 mil dólares (Rabago et al., 2017).

Según la información recabada en la investigación de Ortiz (2017), el tratamiento fisioterapéutico, basado en el fortalecimiento muscular, está enfocado en restablecer la biomecánica normal de la articulación, disminuir el dolor, inflamación, rigidez articular, recuperar los rangos de movimiento, evitar la atrofia muscular y mejorar fuerza. El tratamiento debe ser dosificado por un fisioterapeuta, pero el paciente puede seguir con el tratamiento desde casa, reduciendo los costos de este.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general. Distinguir los beneficios terapéuticos del fortalecimiento muscular de cuádriceps para mejorar la sintomatología en adultos entre 50 y 60 años que presentan gonartrosis con base en la consulta de diversas fuentes bibliográficas.

2.3.2 Objetivos particulares.

- Identificar las diferentes modalidades de ejercicio físico para el fortalecimiento de cuádriceps en pacientes con gonartrosis mediante la consulta de literatura científica.
- Explicar los efectos fisiológicos que genera el fortalecimiento de cuádriceps en los adultos con gonartrosis con el fin de mejorar el cuadro clínico a través de la revisión de fuentes bibliográficas.
- Describir la dosificación adecuada del fortalecimiento de cuádriceps en pacientes con gonartrosis para lograr obtener los mejores resultados según la evidencia científica.

CAPÍTULO III

Marco metodológico

En este capítulo se logra visualizar el desarrollo metodológico que se realizó en este trabajo de investigación y se describen los distintos materiales y métodos que se utilizaron, así como también el enfoque, el tipo de estudio y el diseño de la investigación. De igual manera se presentan las variables que enfocaron la búsqueda de información.

3.1 Materiales

Indican de qué forma fue realizada la investigación y de esta forma evalúan la calidad de los resultados. Así mismo, ayudan a entender la continuidad entre el planteamiento de los objetivos y los resultados.

En esta investigación se utilizaron libros y artículos relacionados con la gonartrosis y el fortalecimiento los cuales fueron obtenidos de las siguientes bases de datos: PubMed, Elsevier, Scielo, Springerlink y Google académico.

Tabla 3. Fuentes.

Fuente	Cantidad
Artículos científicos	31
Libros	21
Ensayos científicos	2
Guías	1
Total	55

Elaboración propia.

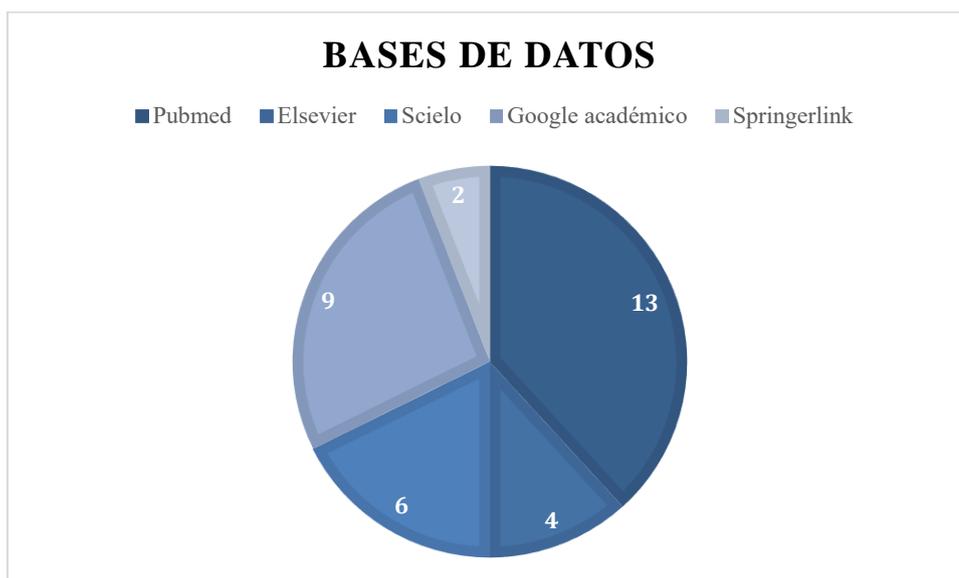


Figura 24. Gráfica de las bases de datos utilizadas en la investigación. Elaboración propia.

3.2 Métodos utilizados

3.2.1 Enfoque de la investigación. Para efectos de esta investigación se utilizó el enfoque cualitativo. Este enfoque evalúa el desarrollo natural de los sucesos, sin manipulación de la realidad. Un enfoque cualitativo consiste en exponer de forma narrativa los resultados. En el caso de un enfoque cualitativo busca encontrar las preguntas de investigación más importante, refinarlas para después responderlas (Hernández et al., 2010).

Durante el proceso cualitativo, la muestra, la recolección de datos y el análisis ocurren de forma simultánea. Hay una revisión de la literatura y esta es considerada desde el planteamiento del problema hasta la exposición de resultados (Hernández et al., 2010).

En específico la revisión bibliográfica consiste en detectar, consultar y obtener las referencias y otros materiales que sean de utilidad para el propósito del estudio. De este se extrae y se recopila la información relevante para el problema de investigación. La recopilación de la información debe ser selectiva, ya que con los años se publica información de las diferentes áreas del conocimiento (Hernández et al., 2010).

La presente investigación cumple con un enfoque cualitativo porque se plantea una pregunta de investigación sobre la gonartrosis y se analizan los efectos que esta tiene en los individuos y como puede ser tratada. Se recopila información sobre el fortalecimiento del cuádriceps en la gonartrosis para después lograr responder los efectos que tiene este para ayudar al paciente que lo padece.

3.2.2 Tipo de estudio. Para fines de esta investigación, las autoras consideran que el estudio es de tipo descriptivo, el cual se enfoca en especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otra variable que se someta a un análisis. Pretenden medir o recoger información independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables que se mencionen (Hernández et al., 2010).

Este proyecto de investigación es de tipo descriptivo debido a que se enfoca en explicar la gonartrosis, así como la formación ósea de la articulación femoropatelar, luego la fisiopatología de la afección, así como su sintomatología y también se describen los diferentes tipos de tratamientos que se pueden utilizar para tratar la patología.

3.2.3 Método de estudio. En esta investigación se utilizó el método de análisis-síntesis, este método “consiste en la separación de las partes de un todo para estudiarlas en forma individual [Análisis], y la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad [Síntesis]” (Francois, 2002, p. 3).

La mencionada investigación cumple con el método análisis-síntesis ya que se basa en separar la gonartrosis como patología y los diferentes tipos que existen, así como entender los signos y síntomas que presentan los pacientes con el fin de saber la importancia del fortalecimiento muscular de cuádriceps para la mejoría de estos.

3.2.4 Diseño de investigación. Debido a que este estudio consiste en una revisión bibliográfica en el cual no hay manipulación de variables, la investigación presenta un diseño no experimental. Este tipo de estudio hace referencia a que no se manipulan las variables, sino observar los fenómenos tal y como se dan en la naturaleza, para poder analizarlos. Esto quiere decir que se observan situaciones ya existentes (Hernández et al., 2010).

Durante la investigación no hay participación de sujetos, sino que la información es recolectada de estudios ya realizados por otros investigadores. Los resultados se basan en conclusiones de otros estudios, para así entender como las variables se comportan entre sí.

Por otro lado, la investigación es de corte transversal dado que toma datos de un momento y los analiza para poder describir sus variables y describir su relación. Ubica una o varias variables en un grupo poblacional y genera su descripción (Hernández, 2014).

La investigación analiza las variables de fortalecimiento del cuádriceps en las personas con gonartrosis, en estudios de los últimos 10 años. El estudio se generó de enero a mayo del 2021.

3.2.5 Criterios de selección. Para obtener la información de esta investigación se utilizaron los siguientes criterios de selección.

Tabla 4. Criterios de selección.

Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none">• Artículos no mayores de 10 años y encontrados en bases de datos.• Artículos y libros sobre las generalidades de la gonartrosis y del fortalecimiento muscular.• Artículos en español e inglés.• Artículos que describen los resultados del fortalecimiento de cuádriceps en la gonartrosis.	<ul style="list-style-type: none">• Artículos no indexados.• Artículos mayores a 10 años.• Artículos sobre otras lesiones de rodilla.• Artículos que describen métodos médicos en el tratamiento de la gonartrosis.

Elaboración propia.

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variables. La investigación se realizó con base en las siguientes variables:

1. Variable independiente: Fortalecimiento muscular del cuádriceps
2. Variable dependiente: Gonartrosis

3.3.1.1 Variable. Es una propiedad que puede variar y es susceptible a la medición u observación (Hernández, 2014).

3.3.1.2 Variable independiente. Es la que genera una causa que afecta las otras variables. Esta es manipulada para generar un cambio en la variable dependiente (Hernández, 2014).

3.3.1.3 Variable dependiente. Es la afectada por los cambios en la variable independiente. Nos es manipulada, solo es observada para analizar el efecto que tiene la variable independiente sobre ella (Hernández, 2014).

Tabla 5. Variables.

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuentes
Independiente	Fortalecimiento muscular de cuádriceps	Es el aumento de las fibras musculares después de la realización de ejercicios de fuerza.	El cuádriceps mejora la estabilidad y descarga del peso de la articulación femorotibial.	(Kisner, 2005).
Dependiente	Gonartrosis	Es una afección articular en la rodilla sintomática crónica, degenerativa y progresiva, que afecta el cartílago y hueso subcondral del fémur y de la tibia.	La sintomatología causada por la gonartrosis afecta el funcionamiento articular y la calidad de vida.	(Carralero et al., 2020).

Elaboración propia.

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo se plasman los resultados encontrados para cada objetivo con base a artículos científicos. Se resalta una discusión donde se analizan los objetivos y si estos fueron alcanzados. Se muestran conclusiones que resumen los datos más importantes de la investigación y como último se plantea una perspectiva de la investigación.

4.1 Resultados

- **Objetivo 1.** Identificar las diferentes modalidades de ejercicio físico para el fortalecimiento de cuádriceps en pacientes con gonartrosis mediante la consulta de literatura científica.

Tabla 6. Primer resultado del primer objetivo

Autor	Alghadir et al. (2019)
Estudio	El presente estudio tuvo como objetivo comparar el efecto del programa de marcha retro versus la marcha adelante de 6 semanas sobre el dolor, la discapacidad funcional, la fuerza de los músculos cuádriceps y el rendimiento físico en personas con artrosis de rodilla. En el estudio participaron 68 personas con una edad media entre los 55,6 años con artrosis de rodilla. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a grupos de marcha retro, marcha adelante o de control, los participantes del grupo de marcha hacia atrás o hacia adelante completaron 10 minutos de entrenamiento supervisado de marcha hacia atrás o hacia adelante además de la atención habitual, 3 días a la semana durante 6 semanas. El grupo control recibió un programa de fisioterapia de rutina que comprende una combinación de ejercicios de cadena cinemática cerrada y abierta, que

	<p>incluyen elevación de la pierna estirada, cuádriceps isométricos, aducción isométrica de la cadera, extensión terminal de la rodilla, semi-sentadilla y prensa de piernas. Las medidas primarias fueron la puntuación media del dolor y la función de la rodilla medida por la escala de calificación numérica y el índice de osteoartritis de las universidades de Western Ontario y McMaster y las medidas secundarias fueron la puntuación media de la fuerza muscular del cuádriceps y las puntuaciones de las pruebas cronometradas y en marcha. Todos se analizaron al inicio del estudio y en la semana 6.</p>
Resultado	<p>El análisis mostró que el grupo de retro caminata tuvo una reducción significativamente mayor de la intensidad del dolor y discapacidad funcional que el grupo de control. De manera similar, el grupo de retro caminata tuvo una mayor mejora en la fuerza del músculo cuádriceps y la prueba cronometrada up and go que el grupo de control. Así mismo el estudio indicó que un programa de caminata retro de 6 semanas en comparación con los grupos de caminata hacia adelante o de control resultó en una mayor reducción del dolor y la discapacidad funcional y mejoró la fuerza y el rendimiento de los cuádriceps en individuos con artrosis de rodilla.</p>

Elaboración propia.

Tabla 7. Segundo resultando del primer objetivo

Autor	Vicent et al. (2019)
Estudio	<p>El estudio tuvo como objetivo comparar la eficacia del ejercicio de resistencia centrado excéntricamente con el ejercicio de resistencia centrado concéntricamente en los síntomas y la fuerza de la osteoartritis de rodilla, se realizó con 90 participantes con osteoartrosis de rodilla grado 2 o 3 según la escuela americana de reumatología. Los participantes tenían una edad entre 60-85 años. Fueron distribuidos entre 3 grupos, uno con ejercicios de resistencia concéntrica, otro con ejercicios de resistencia excéntrica o a uno control, sin ejercicios.</p> <p>Los 2 grupos que recibieron ejercicios utilizaron una máquina de resistencia dinámica llamada MedX®, la cual genera resistencia en la fase que se desee y ayuda en la que no. Las personas en los grupos experimentales asistieron al</p>

	laboratorio 2 veces a la semana por 4 meses. Los participantes realizaron 1 set de 12 repeticiones por cada ejercicio al 60% de 1 repetición máxima (RM).
Resultado	Al finalizar los 4 meses se evidenció una diferencia significativa entre los grupos experimentales comparado al grupo control en la fuerza de extensión de rodilla con un incremento del 29.2% en el grupo concéntrico, 20.2% en el grupo excéntrico y 7.4% en el grupo control. Así mismo, se visualizó que los participantes del grupo de ejercicio concéntrico ganaron más fuerza cada semana comparado al grupo de ejercicio excéntrico. Por otro lado, el 50% de los participantes de los grupos experimentales lograron una reducción del 30% del dolor.

Elaboración propia.

Tabla 8. Tercer resultado del primer objetivo

Autor	Huang et al. (2017)
Estudio	El objetivo del estudio fue investigar los efectos de un método de ejercicio de contracción isométrica del cuádriceps en el tratamiento de la osteoartritis de rodilla. Se involucraron 250 pacientes con edad entre 45-75 años. 28 pacientes con grado I, 66 con grado II, 90 con grado III y 66 con grado IV de gonartrosis. Los pacientes se dividieron en 2 grupos, uno con ejercicio isométrico [128] y otro con tratamiento tradicional [122]. El grupo de tratamiento realizó elevación de la pierna en supino con extensión de rodilla, abducción de cadera en decúbito lateral con rodilla extendida y en posición sedente sostiene una pelota entre las piernas. Cada ejercicio lo mantuvieron 10 segundos y lo repitieron entre 10-20 veces. El grupo control recibió fisioterapia según las necesidades de cada paciente.
Resultado	3 meses después de tratamiento el grupo de ejercicio obtuvo una mejoría significativa en cuanto a la función articular y el dolor, comparado al grupo control. Los puntajes del <i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index</i> [WOMAC] disminuyeron 25 puntos en el grupo de ejercicio, mientras que en el grupo control solo disminuyó 7 puntos.

Elaboración propia.

- **Objetivo 2.** Explicar los efectos fisiológicos que genera el fortalecimiento de cuádriceps en los adultos con gonartrosis con el fin de mejorar el cuadro clínico a través de la revisión de fuentes bibliográficas.

Tabla 9. Primer resultado del segundo objetivo

Autor	Voigt et al. (2019)
Estudio	El objetivo del estudio fue explorar la relación de las adaptaciones neuronales, como se refleja en la expresión de la molécula de adhesión de células neuronales, con las mejoras en la fuerza muscular total y el tamaño de la fibra muscular después del entrenamiento de resistencia en adultos mayores con osteoartritis de rodilla. Se realizó un estudio con 7 participantes [5 hombres y 2 mujeres], que presentan osteoartritis de rodilla radiológica y sintomática, con edades entre 60-80 años. Realizaron durante 14 semanas un protocolo de entrenamiento de resistencia progresiva, en la cual las primeras 2 semanas realizaron los ejercicios al 30% de 1RM 3 veces por semana y las siguientes 12 semanas realizaron el ejercicio al 60% de 1RM. Las primeras 2 semanas realizaron 1 set de 8 repeticiones y a la semana 4 este aumento a 2 series de 8 repeticiones, por cada ejercicio. Los ejercicios incluyeron prensa de piernas, flexión de piernas, extensión de piernas, elevación de pantorrillas, extensión y flexión de cadera.
Resultado	El entrenamiento de resistencia progresiva aumentó la fuerza muscular, la extensión de rodilla y el torque de extensión de rodilla isométrico. El tamaño de la fibra muscular no cambió, pero hubo una disminución de las fibras de cadena pesada de miosina I [MHC I] y un aumento de las fibras de cadena pesada de miosina II [MHC II]. El estudio también evidenció que el aumento de las fibras MHC II estaba relacionado con un aumento de la expresión de la molécula de adhesión de células neuronales. Las mejoras en el tamaño de las fibras y fuerza muscular pueden estar mediadas por adaptaciones neuronales o re-inervación de las fibras.

Elaboración propia.

Tabla 10. Segundo resultado del segundo objetivo

Autor	Runhaar et al. (2015)
Estudio	El estudio tuvo como objetivo identificar posibles mediadores en la relación entre el ejercicio físico y la mejoría del dolor y la función en pacientes con osteoartritis de rodilla. Se realizó una revisión sistemática de 94 estudios incluyendo 112 grupos de intervención. 40 de los grupos obtuvieron una intervención de solamente entrenamiento de fuerza y 59 en combinación con otra forma de ejercicio. Se entrenó la flexibilidad en 44 grupos y se realizó entrenamiento aeróbico en 25 grupos de intervención. Se evalúa la fuerza muscular, el rango de movimiento y la flexibilidad.
Resultado	El incremento en la fuerza muscular influencia los síntomas mediante el incremento de la calidad del cartílago, mejoras en la biomecánica y mejoras en la estabilidad de la articulación mediante un incremento de la absorción de peso. El incremento de la fuerza genera una disminución en las alteraciones de la extensión y mejora la propiocepción.

Elaboración propia.

Tabla 11. Tercer resultado del segundo objetivo

Autor	Hall et al. (2018)
Estudio	Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza de los extensores de rodilla durante 12 semanas sobre el dolor y la mejora de la función física en personas con osteoartritis de rodilla. El ensayo reclutó 97 personas, los participantes fueron asignados al grupo de entrenamiento de fuerza o a un grupo control durante 12 semanas. La intervención incluyó ejercicios de extensión de rodilla. Los participantes del grupo de intervención asistieron a terapia 7 veces durante 12 semanas y los ejercicios en casa fueron realizados 5 veces a la semana. Los ejercicios incluyeron 5 ejercicios de extensión de rodilla sin soportar peso, de los cuales 2 fueron de ejercicio isométrico y 2 una variación de elevación de pierna con rodilla extendida. Los participantes iniciaron realizando los ejercicios con el 50% del 10RM y los ejercicios de elevación de pierna al 25% del 10RM. Los participantes realizaron 2 series de 10

	repeticiones en las primeras 2 semanas, luego cambio a 3 series de 10 repeticiones. Los fisioterapeutas aumentaron la carga como vieron necesario.
Resultado	El grupo de entrenamiento mejoró la fuerza máxima del extensor de rodilla y este se consideró como un mediador potencial del alivio del dolor en un 38% y de la mejora de la funcionalidad en un 60%. Los aumentos de la fuerza fueron resultado de la hipertrofia muscular y/o adaptaciones neuronales. Otros factores que pudieron haber influenciado la reducción en la sintomatología pudieron ser la mejora en la propiocepción y la inflamación.

Elaboración propia.

- **Objetivo 3.** Describir la dosificación adecuada del fortalecimiento de cuádriceps en pacientes con gonartrosis para lograr obtener los mejores resultados según la evidencia científica

Tabla 12. Primer resultado del tercer objetivo

Autor	Wood et al. (2016)
Estudio	Se tuvo como objetivo en el estudio evaluar si la recepción de un programa de ejercicios en el hogar se asoció con mejoras en la debilidad del cuádriceps, rango de movimiento reducido y equilibrio deficiente entre los adultos mayores con dolor de rodilla. Participaron 58 adultos mayores de 56 años con dolor de rodilla y evidencia de debilidad del cuádriceps, pérdida de la amplitud de movimiento de flexión o falta de equilibrio, reclutados de una cohorte observacional existente basada en la población. Los participantes recibieron un programa de ejercicios en casa de 12 semanas, adaptado a sus discapacidades físicas. El programa fue dirigido, monitoreado y progresado por un fisioterapeuta durante seis visitas domiciliarias, alternadas con seis llamadas telefónicas. Los ejercicios fueron realizados por lo menos una vez al día y los pacientes fueron progresando conforme a su habilidad de realizar los ejercicios. En los ejercicios de balance debían mantenerse 30 segundos y en los ejercicios con resistencia debían realizar de 10 a 12 repeticiones. Las

	medidas primarias fueron la fuerza isométrica máxima del cuádriceps, la amplitud de movimiento de la flexión de la rodilla y el equilibrio cronometrado de una pierna en bipedestación.
Resultado	A las 12 semanas, se evidenció que los participantes que recibieron ejercicios de fortalecimiento demostraron un cambio estadísticamente significativo en la fuerza isométrica del cuádriceps en comparación con los participantes que no recibieron ejercicios de fortalecimiento y cambios en el ROM de flexión de la rodilla. Hubo mejoras significativas en las puntuaciones medias de dolor y función física de WOMAC. Un programa de ejercicio de 12 semanas para la artrosis de rodilla sintomática se asoció con mejoras en el dolor y la función con del fortalecimiento del cuádriceps.

Elaboración propia.

Tabla 13. Segundo resultado del tercer objetivo

Autor	Chen et al. (2019)
Estudio	En el presente estudio se tuvo como objetivo evaluar la efectividad de una intervención de ejercicio en el hogar para reducir los síntomas de osteoartrosis de rodilla y mejorar el funcionamiento físico de los pacientes mayores. Participaron 171 pacientes ancianos de 60 años con osteoartrosis de rodilla de 4 centros comunitarios. Los pacientes de dos centros comunitarios fueron asignados al azar al grupo de intervención [GI] y los otros dos centros fueron asignados al azar al grupo de control [GC]. Los participantes en el GI recibieron 12 semanas; incluidas cuatro sesiones de 2 horas supervisadas por un fisioterapeuta y asistencia telefónica quincenal combinado con educación sanitaria y debían realizar los ejercicios 3 veces a la semana, mientras que los pacientes del GC solo recibieron educación sanitaria. El GI realizo ejercicios de contracción isométrica de cuádriceps, elevación de pierna con rodilla extendida, extensión de rodilla con resistencia, flexión pasiva de rodilla y flexión de rodilla resistida, los ejercicios fueron realizados durante 30 a 40 minutos. Los participantes y fisioterapeutas conocían la asignación de grupo y los componentes del tratamiento alternativo. El mismo evaluador analizó como medidas

	primarias la intensidad del dolor, la rigidez de las articulaciones y de medidas secundarias midió la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores, el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida antes y después de la intervención.
Resultado	En la semana 12, el pretest / postest cambió 3 diferencias significativas entre los grupos en la disminución de la intensidad del dolor y rigidez, con el GI mostrando mejoras significativamente mayores en ambas medidas que el GC. El GI disminuyó el dolor de un puntaje de 7.34 a 4.28, mientras el grupo control bajo de 7.19 a 5.73. El GI también mostró mejoras significativamente mayores en todos los resultados secundarios que el GC, el grupo de intervención informó una fuerza muscular significativamente mejor que el grupo de control como de igual manera la movilidad aumentó, la calidad de vida aumentó en ambos grupos durante las 12 semanas. Una intervención de ejercicio en el hogar alivio los síntomas de la osteoartritis de rodilla, aumentó el funcionamiento físico y mejoró la calidad de vida.

Elaboración propia.

Tabla 14. Tercer resultado del tercer objetivo

Autor	DeVita et al. (2018)
Estudio	En el estudio se tuvo como objetivo evaluar el efecto del fortalecimiento del cuádriceps sobre la fuerza, potencia y el trabajo del cuádriceps y las cargas de compresión tibio-femoral durante la marcha en adultos con osteoartritis de rodilla, participaron 30 pacientes con edad media de 57,1 años con osteoartritis de rodilla que fueron asignados al azar durante 12 semanas al programa de fortalecimiento del cuádriceps [3 veces por semana] o al grupo de control sin atención. Consistió en sesiones supervisadas y basadas en instalaciones [3 veces / semana] donde realizaron un calentamiento previo de 5 a 10 minutos en cinta de correr o bicicleta luego iniciaron el entrenamiento con extensión de piernas, prensa de piernas y ejercicios de estocada hacia adelante, cada uno realizado en 3 series de 10 repeticiones con cargas, cada sesión duro 60 minutos. La carga de entrenamiento progresó mediante estimaciones quincenales de la fuerza

	muscular para garantizar una carga de entrenamiento constante entre 60% - 85% 3RM.
Resultado	Se obtuvo que la fuerza muscular, el dolor y la función mejoraron en el grupo de entrenamiento en comparación con el grupo de control durante las 12 semanas. La potencia máxima del cuádriceps negativa en la posición inicial se incrementó de forma estadísticamente significativa en un 36% en el grupo de entrenamiento en comparación con el grupo de control. Así como también la compresión y la fuerza máxima del cuádriceps se relacionaron inversamente con los cambios en el dolor y la función, lo que significa que una mayor compresión de la rodilla y fuerzas de cuádriceps se asociaron con menos dolor y función mejorada. El entrenamiento de fuerza del cuádriceps condujo a un aumento de la fuerza muscular y mejoró los resultados sintomáticos y funcionales.

Elaboración propia.

4.2 Discusión

Con base a las tablas anteriores se puede observar que el tiempo estándar para el tratamiento de gonartrosis que utilizaron la mayoría de los autores fue de 12 semanas, para lograr observar cambios significativos. Los autores que forman parte de la excepción son Alghadir et al. (2019), con un estudio de 6 semanas, Voigt et al. (2019), con un estudio de 14 semanas y Vicent et al. (2019), con un estudio de 4 meses que más o menos equivale a 16 semanas.

El estudio de Vicent et al. (2019), es el estudio más largo dentro de los analizados pero la frecuencia de sesiones es menor, siendo esta de 2 veces a la semana. Alghadir et al. (2019), Voigt et al. (2019), Chen et al. (2019) y DeVita et al. (2018), tenían una frecuencia de 3 veces por semana. Por otro lado, Hall et al. (2018), tenía una frecuencia de 5 veces a la semana.

En los estudios se utilizó el índice WOMAC para valorar el dolor en la rodilla y el impacto que este tiene en la calidad de vida. Vicent et al (2019) explica que este índice incluye 3 subescalas, las cuales evalúan dolor, rigidez y funcionalidad. En los resultados este índice fue utilizado para ver si la intervención logró cambios en el ámbito del dolor. Vicent et al (2019) no evidenció cambios en las subescalas de rigidez y funcionalidad, pero si una disminución en la subescala de dolor. Por otro lado, Alghadir et al. (2019), obtuvo mejoras tanto en el dolor como en la funcionalidad según WOMAC y Wood et al. (2016), mejoras en la funcionalidad y en el dolor después de 12 semanas de ejercicios. Huang et al. (2017), además de utilizar WOMAC complemento con la escala análoga visual [VAS], con estas evaluaciones demostró que a los 3 meses los participantes mejoraron en cuanto a dolor y funcionalidad en el grupo de tratamiento.

En los estudios se utilizaron diferentes tipos de ejercicio con la finalidad de fortalecer al cuádriceps en pacientes con gonartrosis, así como disminuir también la sintomatología. Alghadir et al. (2019) obtuvo que la marcha retro en estos pacientes mejora notablemente el fortalecimiento, por el contrario, Vicent et al. (2019) comprobó que los participantes que realizaron ejercicio concéntrico y excéntrico aumentaron su fuerza muscular. Tanto Huang et al. (2017), Voight et al. (2019), Hall et al. (2018), Chen et al. (2019) y DeVita et al. (2018) coincidieron que los mejores ejercicios para el fortalecimiento de cuádriceps y recuperación funcional son la extensión de rodilla, flexión de rodilla pasiva y activa, prensa de piernas y elevación de piernas. Únicamente Wood et al. (2016) indico de la mejoría con ejercicios de resistencia. Por otro lado, algunos artículos combinaron técnicas. Wood et al. (2016), combino el fortalecimiento con ejercicios de equilibrio. Voigt et al. (2019), Huang et al. (2017) y Alghadir et al. (2019), combinaron el fortalecimiento de cuádriceps con el fortalecimiento de cadera.

Los ejercicios fueron dosificados de diferentes formas en cada estudio, la mayoría se basó en series y repeticiones, pero Chen et al. (2019), dosificó el ejercicio por tiempo, haciendo así el entrenamiento de 30 a 40 minutos. Wood et al. (2016), Huang et al. (2017) y Vicent et al. (2019), dosificaron solamente 1 serie, variando las repeticiones entre 10-20 repeticiones. Por otro lado, De Vita et al. (2018), propuso 3 series de 10 repeticiones. Hall et al. (2018) y Voigt et al. (2019), fueron los dos estudios que realizaron una intervención progresiva en la cual aumentaron la cantidad de series al plazo de 2 semanas.

Todos los estudios tienen criterios de inclusión y de exclusión, en estos artículos el criterio de inclusión repetido es que la gonartrosis fuera radiológica y el criterio de exclusión más común es que los participantes no hubieran sido operados anteriormente. Huang et al. (2017), no especificó en los criterios de exclusión que los participantes no debieron haber sido operados anteriormente por la artrosis, pero incluyó que la artrosis no podía ser secundaria. Así mismo, Voigt (2019), tampoco incluyó este criterio de exclusión, sino que acopló todo síntoma, signos o historia clínica que afectara el sistema musculoesquelético. Por otro lado, Chen et al (2019), incorporó que dentro de los criterios de inclusión el dolor fuera entre 3 y 7 de 11 puntos.

4.3 Conclusiones

El objetivo fundamental de la investigación es resaltar los beneficios terapéuticos del fortalecimiento de cuádriceps para mejorar la sintomatología en adultos entre 50 y 60 años que presentan gonartrosis, para demostrar que la técnica es de utilidad en el tratamiento de personas que presentan artrosis de rodilla. Los efectos encontrados en los distintos estudios fueron: disminución de dolor, aumento en la movilidad y funcionalidad y mejora en la calidad de vida.

El cuádriceps es el estabilizador más grande de la rodilla y en los pacientes con gonartrosis se evidencia una disminución en la fuerza de él. El cuádriceps tiene una gran función en la movilidad de la rodilla, como para caminar y subir escaleras, al estar débil estas funciones son reducidas, pero al mejorar la fuerza del músculo se recuperan y así mejoran la calidad de vida. Como otro punto, al fortalecer este músculo, mejora los síntomas por medio del aumento en las fibras musculares y una adaptación neuronal, que conlleva a una mejor estabilidad articular y un aumento en la capacidad de absorción de energía, reduciendo el estrés en la rodilla. Así mismo, mejora la biomecánica y permite una mejor absorción de peso dando como consecuencia un incremento en la calidad del cartílago. Al fortalecer el músculo se trabaja la propiocepción que mejora la estabilidad y la biomecánica. Así mismo, el fortalecimiento estabiliza ante posiciones patológicas, de este modo, ayuda a una mejor distribución de cargas previniendo daño estructural. Trabajar la musculatura no solo ayuda a aliviar la sintomatología, sino que también ayuda a retrasar la progresión de la patología.

Evidenciando el efecto positivo que se obtiene después de un entrenamiento del cuádriceps en pacientes con gonartrosis es necesario generar una dosificación. Se deben emplear ejercicios isométricos, excéntricos y concéntricos de la musculatura como lo es la elevación de la pierna con rodilla extendida, prensa de pierna, flexión y extensión de rodilla. Los ejercicios deben ser dosificados a la tolerancia de los pacientes y deben ser progresivos. Para la dosificación de la resistencia se debe primero evaluar el 1 RM, después por la edad es importante empezar al 60% del 1RM e ir progresando hasta llegar al 80% del 1RM. Así mismo, los pacientes deberían realizar 3 series de 10 repeticiones y con la adaptación al ejercicio aumentar las repeticiones. Para complementar los ejercicios de rodilla se debe trabajar la cadera también, realizando ejercicios de abducción, aducción y flexión de la misma.

4.4 Perspectivas

Se espera con este estudio que sirva como fuente confiable de información para alumnos y fisioterapeutas interesados y que surja el interés de los fisioterapeutas en investigar con más profundidad la eficacia del fortalecimiento muscular como método de prevención en pacientes predisponentes a presentar gonartrosis, así como también la aplicación de ello en el campo laboral y estudiantil. También que se analice la efectividad del fortalecimiento muscular con electroterapia en pacientes con gonartrosis y la mejora en sus actividades de la vida diaria con la utilización de ambos tratamientos sin excluir ninguno. Así mismo, el efecto de la musculatura de cadera en la gonartrosis y los beneficios que brinda el fortalecimiento de esta.

De igual manera, se desea que a posterioridad se pueda investigar y conocer un estudio basado en la gonartrosis en adultos jóvenes y las causas que puedes desencadenar la patología en estas edades, así como sus factores asociados.

Referencias

- Alghadir, A., Anwer, S., Sarkar, B., Paul, A., Anwar, D. (2019). *Effect of 6-week retro or forward walking program on pain, functional disability, quadriceps muscle strength, and performance in individuals with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial (retro-walking trial)*. BMC musculoskeletal disorders, 20(1), 1-10.
- Álvarez, A., Soto, S., García, Y. (2018). *Quieste de Baker*. Rev. Arch Med Camagüey Vol22(5)
- Alveal, D., Sousa, C., Olave, E. (2019). *Ramos de inervación y distribución del nervio femoral en el músculo cuádriceps femoral de individuos brasileños*. International Journal of Morphology, 37(2), 712-718.
- Amaro, E., Mata, Y., Rivera, O., Trejo, J. (2017). *Enfoque interdisciplinar de la gonartrosis en el adulto mayor*. Querétaro, México. recuperado de https://www.researchgate.net/publication/319622180_Enfoque_multidisciplinario_en_la_gonartrosis_-_Multidisciplinary_approach_to_gonarthrosis
- Bartholdy, C., Juhl, C., Christensen, R., Lund, H., Zhang, W., Henriksen, M. (2017). *The role of muscle strengthening in exercise therapy for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-regression analysis of randomized trials*. Seminars in Arthritis and Rheumatism. S004901721630172X-. doi:10.1016/j.semarthrit.2017.03.007
- Beltrán, J., Belmonte, M., Lerma, J. (2015). *Sección de Reumatología. Hospital General Castellón*.
- Bennell, K., Nelligan, R., Kimp, A., Wrigley, T., Metcalf, B., Kasza, J., ... Hinman, R. (2019). *Comparison of weight bearing functional exercise and non-weight bearing quadriceps strengthening exercise on pain and function for people with knee osteoarthritis and obesity: protocol for the TARGET randomised controlled trial*. BMC musculoskeletal disorders, 20(1), 1-10.
- Bennie, J., Shakespear, J., De Cocker, K. (2020). *Muscle-strengthening Exercise Epidemiology: a New Frontier in Chronic Disease Prevention*. Sports medicine-open, 6(1), 1-8.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento de la teoría a la práctica*. Barcelona, España. Editorial Paidotribo.
- Biodeportes. (2013). *Maquinas isocinéticas*. Prevención en deportes. Recuperado de: <https://tinyurl.com/6y4x37xx>

- Bompa, T., Buzzichelli, C. (2016). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Badalona, España: Editorial Paidotribo
- Bravo, T., Díaz, Z., Tápanes, S., Pedroso, I., Martín, J., Fernández, J. (2015). *Calidad de vida relacionada con la salud en adultos mayores con gonartrosis*. Investigaciones Médicoquirúrgicas, 7(1), 59-76.
- Bulevip. (2019). *Ejercicio isotónicos o ejercicios isométricos*. Bulevip. Recuperado de: <https://tinyurl.com/7pc4un3e>
- Cailliet, R. (2006). *Anatomía Funcional, Biomecánica*. España. Editorial: Marbán
- Cameron, M. (2014). *Agentes físicos en rehabilitación. De la investigación a la práctica*. Barcelona, España: Elsevier.
- Campos, J., Bustamante, J., Cabeza, C., Benites, J., Bejarano, J., Cabrera, L., Cabrera, P., Bermúdez, G. (2016). *Artrosis de rodilla: factores modificables y no modificables*. Revista Médica de Trujillo. 11(4).
- Carralero, A., Ramírez, D., Guerra, G. (2020). *Análisis estadístico neutrosófico en la aplicación de ejercicios físicos en la rehabilitación del adulto mayor con gonartrosis*. Neutrosophics Computing and Machine Learning, 7. Recuperado de: <https://tinyurl.com/y6jvw3qf>
- Carrie, H., Lori, B. (2006). *Ejercicio Terapéutico: Recuperación Funcional*. Editorial Paidotribo.
- Charles, S., Treviño, J., Ramos, J., Rangel, J., Tamez, J., Brizuela, J. (2017). *Síndrome metabólico y otros factores asociados a gonartrosis*. Gaceta médica de México, 153(7), 775-780.
- Chen, H., Zheng, X., Huang, H. et al. (2019). *The effects of a home-based exercise intervention on elderly patients with knee osteoarthritis: a quasi-experimental study*. BMC Musculoskelet Disord 20, 160. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2521-4>
- Chevalier, X. (2009). *Fisiopatología de la artrosis*. , 42(1), 0–11. doi:10.1016/s1286-935x(09)70905-0
- Chourio, P. (2017). *La contracción muscular*. Educación física deporte, recreación y salud. Recuperado de: <https://tinyurl.com/d7rnvwm5>
- Cometti, G. (2007). *Los Métodos Modernos de Musculación*. Editorial Paidotribo.
- Concha, F., Cevallos, E. (2014). *Principios del ejercicio y su aplicación en el entrenamiento de fútbol*. Lecturas: Educación física y deportes, (195), 13.
- Culvenor, A., Ruhdorfer, A., Juhl, C., Eckstein, F., Elin, B. (2016). *Knee extensor strength and risk of structural, symptomatic and functional decline in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis*. Arthritis Care & Research. doi:10.1002/acr.23005

- DeVita, P., Aaboe, J., Bartholdy, C., Leonardis, J., Bliddal, H., Henriksen, M. (2018). *The effect of quadriceps-strengthening exercise on quadriceps and knee biomechanics during walking in knee osteoarthritis: A two-centre randomized controlled trial*. *Clinical Biomechanics*, S0268003318300901-. doi:10.1016/j.clinbiomech.2018.09.016
- Estrade, J. (2016). *Kinesiterapia de la gonartrosis femorotibial no operada*. EMC - Kinesiterapia - Medicina Física, 37(2), 1–25. doi:10.1016/s1293-2965(15)76055-x
- Fabregat, J., Serrano, M., Garrido, J. (2015). *Sección de Reumatología*. Hospital General Castellón.
- Ferraz, R., Gualano, B., Rodrigues, R., Kurimori, C., Fuller, R., Lima, F., ... Roschell, H. (2018). *Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(5), 897–905. doi:10.1249/mss.0000000000001530
- Francois, L.(s.f.). *Seminario de Ingeniería Eléctrica Electrónica*. Editorial Universidad Autónoma de México.
- Gay, C., Chabaud, A., Guilley, E., Coudeyre, E. (2016). *Educating patients about the benefits of physical activity and exercise for their hip and knee osteoarthritis. Systematic literature review*. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(3), 174–183. doi:10.1016/j.rehab.2016.02.005
- Giménez, S., Pulido, F., Trigueros, J. (2008). *Guía de buena práctica clínica en artrosis*. Madrid, España. Editorial: International Marketing & Communication, S.A.
- Guzmán, A. (2007). *Manual de fisiología articular*. Bogotá, Colombia. Editorial: El manual moderno
- Hall, M., Hinman, R., Wrigley, T., Kasza, J., Lim, B., Bennell, K. (2018). *Knee extensor strength gains mediate symptom improvement in knee osteoarthritis: Secondary analysis of a randomised controlled trial*. *Osteoarthritis and Cartilage*, S106345841830075X-. doi:10.1016/j.joca.2018.01.018
- Hernández, D., Rodríguez, C., Jorge, G., Isabel, H., Novo, J., Cabreja, G., Jany, G. (2011). *Evaluación de la calidad de vida en pacientes con osteoartritis de rodilla y tratamiento rehabilitador*. *Revista cubana de Reumatología*, 13(17).
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición Mcgraw-Hill. Ultra, México, 158-209.
- Huang, L., Guo, B., Xu, F., Zhao, J. (2017). *Effects of quadriceps functional exercise with isometric contraction in the treatment of knee osteoarthritis*. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 21(5), 952–959. doi:10.1111/1756-185x.13082
- Hussain, S., Neilly, D., Baliga, S., Patil, S., Meek, R. (2016). *Knee osteoarthritis: a review of management options*. *Scottish Medical Journal*, 61(1), 7–16. doi:10.1177/0036933015619588

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (2005). *Guía. Osteoartrosis de Cadera y Rodilla*. IGSS. Recuperado de: https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/images/gpc-be/medicina_interna/GPC-BE%2005%20Osteoartrosis.pdf

Kapandji, A. (2010). *Fisiología Articular*. Editorial médica Panamericana

Kendall, F., Kendall, E., Geise, P., McIntyre, M., Romani, W. (2007). *Kendall's. Músculos. Pruebas funcionales, postura y dolor*. Philadelphia, Estados Unidos: Marbán libros, S.L.

Kus, G., & Yeldan, I. (2018). *Strengthening the quadriceps femoris muscle versus other knee training programs for the treatment of knee osteoarthritis*. *Rheumatology International*. doi:10.1007/s00296-018-4199-6

López, A., Lorenzo, Y. (2016). *Análisis de técnicas artroscópicas y osteotomía tibial alta en gonartrosis primaria*. *Médicas UIS*, 29(1), 45-51. <https://doi.org/10.18273/revmed.v29n1-2016005>

Mena Pérez, R. (2016). *Caracterización de pacientes con gonartrosis de rodilla*. *Centro de Diagnóstico Integral Concepción*. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 15(1), 0-0.

Neuman, D. (2007). *Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del sistema musculoesquelético*. Badalona, España: Editorial Paidotribo.

Nguyen, T., Álvarez, A., Aquino, F. (2018). *Ostectomía parcial del peroné y artroscopia en la gonartrosis medial con deformidad en varo*. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 22(2), 244-251.

Nordin, M., Frankel, V. (2004). *Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético*. España. Editorial: Mc Graw-Hill Interamericana

Ojeda, C., Delgado, A., Macule, F. (2012). *Patología degenerativa de la rodilla. Artroplastia de rodilla*. Delgado AD. *Cirugía Ortopédica y Traumatología*. 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana, 664-76.

Organización Mundial de la Salud (5-2-2018). *Envejecimiento y salud*. OMS. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>

Organización Mundial de la Salud (30-9-2019). *La OMS presenta una aplicación digital para mejorar la atención de las personas de edad*. *Comunicado de prensa Ginebra*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news/item/30-09-2019-who-launches-digital-app-to-improve-care-for-older-people>

Orozco, G, Tanska, P., Mononen, M, Halonen, K y Korhonen, R (2018). *El efecto de las representaciones constitutivas y los componentes estructurales de los ligamentos en la mecánica de la articulación de la rodilla*. *Informes científicos*, 8 (1). doi: 10.1038 / s41598-018-20739-w

- Ortiz, L. (2017). *Empleo del ejercicio en la fisioterapia como tratamiento de la osteoartritis de rodilla en adultos mayores*. Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC, 62(1), 44-53.
- Panesso, M., Constanza, M., Tolosa, I. (2008). *Biomecánica clínica de la rodilla*. Colombia. Editorial: Universidad del Rosario.
- Prentice, W. (2009). *Técnicas de Rehabilitación en Medicina Deportiva*. España. Editorial Praidotribo.
- Prieto, E., Moreno, F., Espinosa, C., Pina, I. (2009). *Exploración de rodilla y hombro*. SEMERGEN-Medicina de Familia, 35(10), 517-522.
- Pró, E. (2012). *Anatomía Clínica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana
- Quintana, O., Concha, I., Fariña, P., Addison, M. (2018). *Estudio descriptivo de la irrigación de la tuberosidad tibial y cresta tibial en muestras cadavéricas de perros (Canis lupus familiaris), mediante repleción arterial con tinta china y medio de contraste radiográfico*. International Journal of Morphology, 36(2), 407-412.
- Rabago, C., Waimann, C., Marengo, M., Martínez, J., Menón, M., Ivernizzi, B., Abatte, P., Zuliani, M., Caputo, G., Chamorro, J., Pugliese, N., Pietropaolo, N., Eberle, F. (2017). *Eficacia y costo-utilidad de primer reemplazo total de cadera y rodilla en pacientes con osteoartritis*. Revista Argentina de Reumatología. 28(4): 9-17
- Runhaar, J., Luijsterburg, P., Dekker, J., Bierma-Zeinstra, S. (2015). *Identifying potential working mechanisms behind the positive effects of exercise therapy on pain and function in osteoarthritis; a systematic review*. Osteoarthritis and cartilage, 23(7), 1071-1082.
- Sánchez Naranjo, J., López Zapata, D. (2011). *Fisiopatología celular de la osteoartritis: el condrocito articular como protagonista*. Iatreia, 24(2), pag-167.
- Taboadela, C. (2007). *Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. Buenos Aires: Asociart ART.
- Vázquez, E., Verdugo, R., Godínez, M., Chávez, G. (2019). *Eficacia de la viscosuplementación con ácido hialurónico de alto y mediano peso molecular en pacientes con gonartrosis sintomática grados II-III*. Acta Ortopédica Mexicana: 33(3): 166-168.
- Vincent, K. R., Vasilopoulos, T., Montero, C., & Vincent, H. K. (2019). *Eccentric and concentric resistance exercise comparison for knee osteoarthritis*. Medicine and science in sports and exercise, 51(10), 1977.
- Vicente, J. (2011). *Envejecimiento activo. Libro blanco*. Recuperado de <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/imserso-libroblancoenvejecimientoactivo-01.pdf>

- Voigt, T., Tourville, T., Falcone, M., Slauterbeck, J., Beynnon, B., Toth, M. (2019). *Resistance training-induced gains in knee extensor strength are related to increased neural cell adhesion molecule expression in older adults with knee osteoarthritis*. BMC Research Notes, 12(1), 595–. doi:10.1186/s13104-019-4642-0
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Wieczorek, M., Rat, A. (2017). *Generalidades sobre la artrosis: epidemiología y factores de riesgo*. EMC - Aparato Locomotor, 50(3), 1–12. doi:10.1016/S1286-935X(17)86066-4StatPearls.
- Williams, C., Sternard, B. (2019). *Bursitis*. En *StatPearls*. Publicación de StatPearls.
- Wood, L., Blagojevic-Bucknall, M., Stynes, S. et al. (2016). *Impairment-targeted exercises for older adults with knee pain: a proof-of-principle study (TargET-Knee-Pain)*. BMC Musculoskelet Disord 17, 47. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-0899-9>