

*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

ESTUDIO TEÓRICO DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL  
CICLISMO ACUÁTICO PARA PACIENTES FEMENINOS  
DE GRADO 1 A 3 SEGÚN ESCALA DE KELLGREN Y  
LAWRENCE QUE PADECEN OSTEOARTRITIS  
DE RODILLA



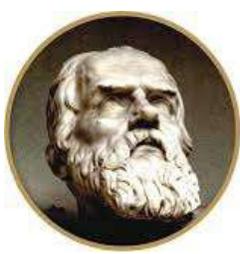
Que Presenta

**César Antonio Hurtado Pinula**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Junio 2023



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación.

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### ESTUDIO TEÓRICO DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL CICLISMO ACUÁTICO PARA PACIENTES FEMENINOS DE GRADO 1 A 3 SEGÚN ESCALA DE KELLGREN Y LAWRENCE QUE PADECEN OSTEOARTRITIS DE RODILLA



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**César Antonio Hurtado Pinula**

Ponente

**Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales**

Director de Tesis

**Mtra. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Junio 2023

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

Ponente	César Antonio Hurtado Pinula
Director de Tesis	Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales
Asesor Metodológico	Mtra. María Isabel Díaz Sabán



Guatemala, 6 de mayo 2023

Estimado alumno:  
**César Antonio Hurtado Pinula**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Estudio teórico de los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlo y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

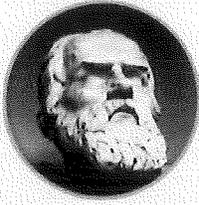
Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Isabel Díaz Sában  
Secretario

Lic. Emanuel  
Alexander Vásquez  
Monzón  
Presidente

Lic. Diego Estuardo  
Jiménez Rosales  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de noviembre 2021

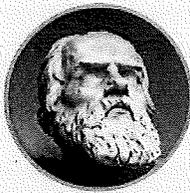
Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **César Antonio Hurtado Pinula** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Estudio teórico de los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla”** 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, 26 de noviembre 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: **“Estudio teórico de los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla”** del alumno **César Antonio Hurtado Pinula**.

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

Atentamente

Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA  
DIRECTOR DE TESINA

<b>Nombre del Director:</b> Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales
<b>Nombre del Estudiante:</b> César Antonio Hurtado Pinula
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Estudio teórico de los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla.
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2021

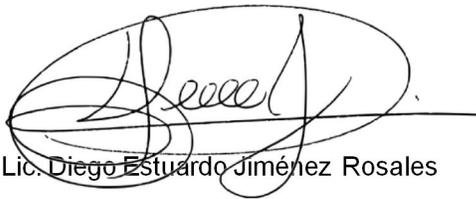
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

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

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

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



Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales

Nombre y Firma Del Director de Tesina



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

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

<b>Nombre del Asesor:</b> Mtra. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> César Antonio Hurtado Pinula
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Estudio teórico de los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla.
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2021

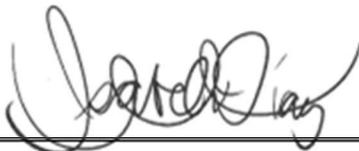
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

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

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
<b>1</b>	<b><i>Formato de Página</i></b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
a.	Hoja tamaño carta.	x		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	x		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.		x	
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	x		
j.	Color fuente negro.	x		
k.	Estilo fuente normal.	x		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	x		
m.	Texto alineado a la izquierda.	X		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
o.	Interlineado a 2.0	X		
p.	Resumen sin sangrías.		x	
<b>2.</b>	<b><i>Formato Redacción</i></b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Sin faltas ortográficas.	x		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	x		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medido.	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		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	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		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

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



Lic. María Isabel Díaz Sabán

### DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 29 del mes de noviembre 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

Lic. Diego Estuardo Jiménez



**Asesor Metodológico**  
Función

Mtra. María Isabel Díaz Sabán



**Coordinador de Titulación**  
Función

Lic. Diego Estuardo Jiménez



Autorizan la tesina con el nombre de:

Estudio teórico de los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla.

Realizada por el estudiante:

César Antonio Hurtado Pinula

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado 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

## **Dedicatoria**

En especial se la dedico a Dios, al ser supremos que nos guía en la vida, que nos pone en sendero que debemos de crecer. Se la dedico a mi ser superior que está en mí, porque me supo guiar por un camino en donde puedo apoyar a las personas en la salud.

A mis padres porque ellos han hechos muchos sacrificios que me han permitido primero tener un alimento todos los días, una formación educacional en un país que hay mucho analfabetismo y desnutrición. Hay muchas luchas internas en que le agradezco porque siempre fuimos su prioridad para vernos crecer integralmente.

Mi hermano que ha sido una persona que me ha aconsejado para saber cómo manejarme en el mundo, mi hermana que siempre ha estado con un cariño. Ambos han sido ejemplo de perseverancia, de espiritualidad, de vida.

## **Agradecimientos**

Agradecimiento en especial a Dios que da la oportunidad de la vida, de crecimiento continuo. A mis padres César Hurtado Aguilar, Liria Pinula que siempre he tenido el apoyo incondicional y la guía por un camino que me ha permitido crecer tanto moral e intelectualmente.

A mis hermanos que han estado en las épocas difíciles y que hemos pasado juntos tiempos difíciles pero unidos me han enseñado en seguir creciendo, han sido un ejemplo en vida. A mi pareja que me motivo y apoyo desde el inicio de la carrera en seguir en lo que desea estudiar.

A mis compañeros de carrera que me ayudaron a profundizar en temas, conocer otros puntos de vista.

A los licenciados y licenciadas que me ayuda primero con los primeros pasos en el área de la salud, al amor que tiene por enseñar y que uno pueda aprender integralmente, por las exigencias en estudiar porque eso hoy en día tiene resultados en mi área tanto intelectual y profesional.

## **Palabras clave**

Ciclismo acuático

Osteoartritis de rodilla

Terapia acuática

Efectos terapéuticos del ciclismo acuático

Beneficios de la hidroterapia

## Índice de contenido

Investigadores responsables .....	ii
Carta aprobación de examen privado .....	iii
Carta aprobación asesor de tesis.....	iv
Carta aprobación revisión lingüístico.....	v
Listas de cotejo .....	vi
Hoja de dictamen de tesis .....	x
Dedicatoria.....	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
1.1.2 Biomecánica de la rodilla. ....	12
1.1.3 Definición de la osteoartritis.....	15
1.1.4 Fisiopatología de la osteoartritis.....	16
1.1.5 Etiología. ....	20

1.1.6 Factores de riesgo.....	20
1.1.7 Síntomas y signos.....	21
1.1.8 Epidemiología.....	22
1.1.9 Clasificación de la osteoartritis.....	23
1.1.10 Escalas de evaluación para osteoartritis.....	24
1.1.11 Tratamiento convencional.....	24
1.2 Antecedentes Específicos.....	25
1.2.1 El agua como agente terapéutico en la historia.....	25
1.2.2 Ciclismo acuático.....	25
1.2.3 Ciclismo acuático como tratamiento de la osteoartritis.....	26
1.2.4 Efectos del ciclismo acuático.....	30
1.2.5 Principios físicos del agua.....	31
1.2.6 Aplicaciones de la hidroterapia en la rehabilitación.....	32
1.2.7 Contraindicaciones.....	33
1.2.8 Protocolo de tratamiento.....	33
Capítulo II.....	37
Planteamiento del Problema.....	37
2.1 Planteamiento del problema.....	37
2.2 Justificación.....	40
2.3 Objetivos.....	43

2.3.1 Objetivo General.....	43
2.3.2 Objetivos Particulares.....	43
Capítulo III .....	44
Marco Metodológico .....	44
3.1 Materiales .....	44
3.2 Métodos .....	45
3.2.1 Enfoque de investigación .....	46
3.2.2 Tipo de estudio .....	46
3.2.3 Método de estudio .....	46
3.2.4 Diseño de investigación.....	47
3.2.5 Criterios de selección.....	48
3.3 Variables.....	48
3.3.1 Variable independiente.....	49
3.3.2 Variable dependiente.....	49
3.3.3 Operacionalización de variables.....	49
Capítulo IV .....	50
Resultados.....	50
4.1 Resultados.....	50
4.2 Discusión .....	55
4.3 Conclusiones.....	60

4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas .....	61
Referencias .....	

### **Índice de tablas**

Tabla 1 Músculos de la rodilla. ....	5
Tabla 2 Ligamentos principales de la rodilla.....	9
Tabla 3 Osteocinemática de la articulación femorotibial. ....	12
Tabla 4 Artrocinemática de la articulación femorotibial.....	13
Tabla 5 Capas del cartílago. ....	17
Tabla 6 Factores de riesgo .....	20
Tabla 7 Clasificación de la OA según Kellgren y Lawrence .....	23
Tabla 8 Tratamiento Convencional .....	24
Tabla 9 Ventajas y Desventajas del ciclismo acuático .....	29
Tabla 10. Programa de tratamiento ciclismo acuático.....	33
Tabla 11. Materiales que se utilizaron en la investigación.....	44
Tabla 12 Criterios de selección .....	48
Tabla 13 Operacionalización de variables.....	49
Tabla 14 Resultados del primer objetivo.....	51
Tabla 15 Resultados del segundo objetivo .....	52
Tabla 16 Resultados del tercer objetivo .....	54

## Índice de figuras

Figura 1 Anatomía de la rodilla.....	3
Figura 2 Ligamentos principales de la rodilla .....	10
Figura 3 Componentes de la articulación sinovial.....	11
Figura 4 Ejemplo de la osteocinemática.....	13
Figura 5 Ejemplo de la artrocinemática.....	14
Figura 6 Osteoartritis de rodilla.....	15
Figura 7 Componentes principales del cartílago .....	17
Figura 8 Fisiopatología de la osteoartritis .....	19
Figura 9 Clasificación de la OA según Kellgren y Lawrence .....	23
Figura 10 Ciclismo acuático .....	28
Figura 11 Buscadores utilizados en la investigación.....	45

## Resumen

En el presente trabajo de investigación se conocerá el impacto que tiene el ciclismo acuático en pacientes con osteoartritis de rodilla en pacientes femeninos con etapa 1 a 3 según la escala de Kellgren y Lawrence. Se analizará como la osteoartritis de rodilla va afectando a la población de mayor edad llegando hasta un punto de dependencia por el dolor, por una debilidad muscular.

Por la alta incidencia que se tiene en pacientes femeninos se enfoca la investigación en esa población, se conoce que el ciclismo y ejercicios acuáticos son recomendados para los pacientes con osteoartritis, pero por la dificultad del dolor o la inflamación ellos tienden a dejarlo por lo que la terapia combinada del ciclismo acuático tiene resultados bastantes interesantes.

Para ellos se ponen como objetivos como el conocer primero la fisiología de la osteoartritis y el deterioro que tiene la articulación como va avanzado la patología, segundo poder conocer los efectos terapéuticos del ciclismo acuático y por último poder llegar a conocer el alcance que tiene la terapia.

La investigación se basa en un enfoque cualitativo que le permite recopilar y analizar la información, de tipo descriptivo para conocer a detalle cada variable de la investigación, con el método de análisis y síntesis para poder ordenar de una forma lógica la información recopilada. Teniendo como resultados favorables para los pacientes femeninos con osteoartritis de rodilla.

# **Capítulo I**

## **Marco Teórico**

En el presente capítulo se desarrollará con profundidad la patología de la osteoartritis de rodilla [OAR], como se clasifica, las partes importantes del complejo articular, las estructuras que participan, la fisiopatología, sus factores de riesgos, epidemiología, síntomas y signos.

También se presenta el tratamiento del ciclismo acuático, sus efectos terapéuticos, fisiológicos, tratamientos farmacológicos, contraindicaciones y el protocolo de ejercicios que se utiliza para pacientes con OA.

### **1.1 Antecedentes Generales**

En este apartado se desarrolla aspectos importantes de la patología de la osteoartritis de rodilla, tales como su anatomía, biomecánica, fisiopatología, la clasificación según Kellgren y Lawrence, factores de riesgo, epidemiología y tratamiento convencional.

#### **1.1.1 Anatomía de la rodilla.**

En esta parte se definen las estructuras óseas su ubicación en el segmento de la extremidad inferior, los músculos y su participación en cada movimiento, ligamentos que permiten una estabilización del complejo de la rodilla, y por último los componentes de una articulación sinovial de tipo condílea.

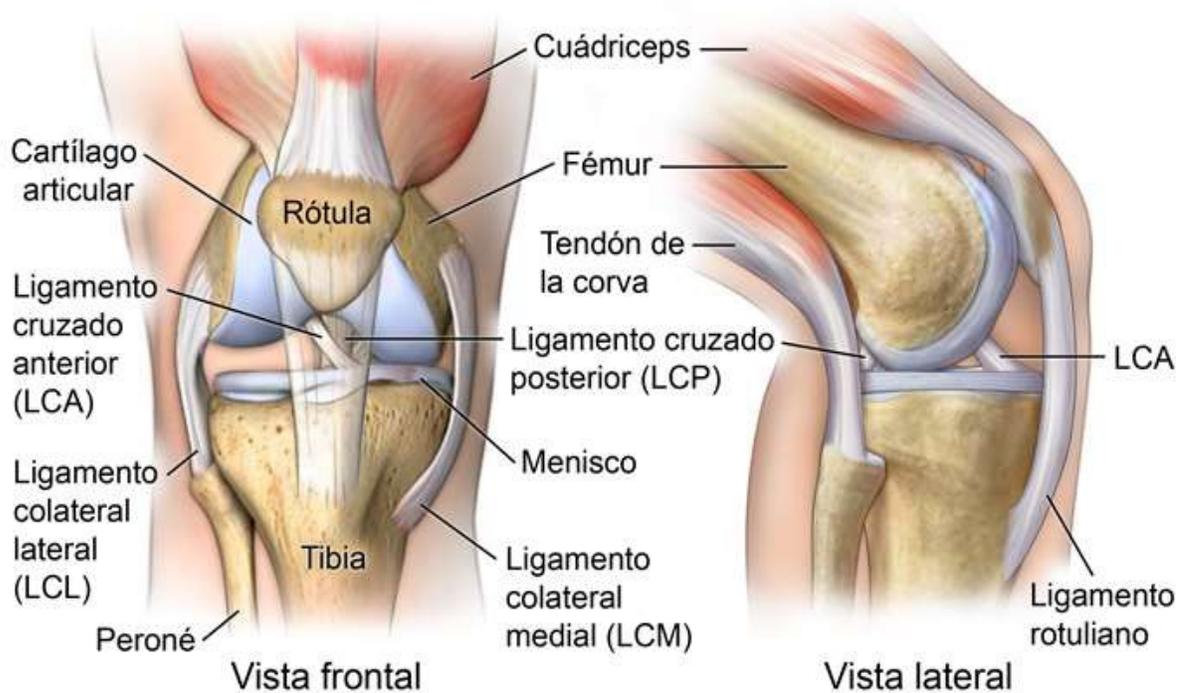
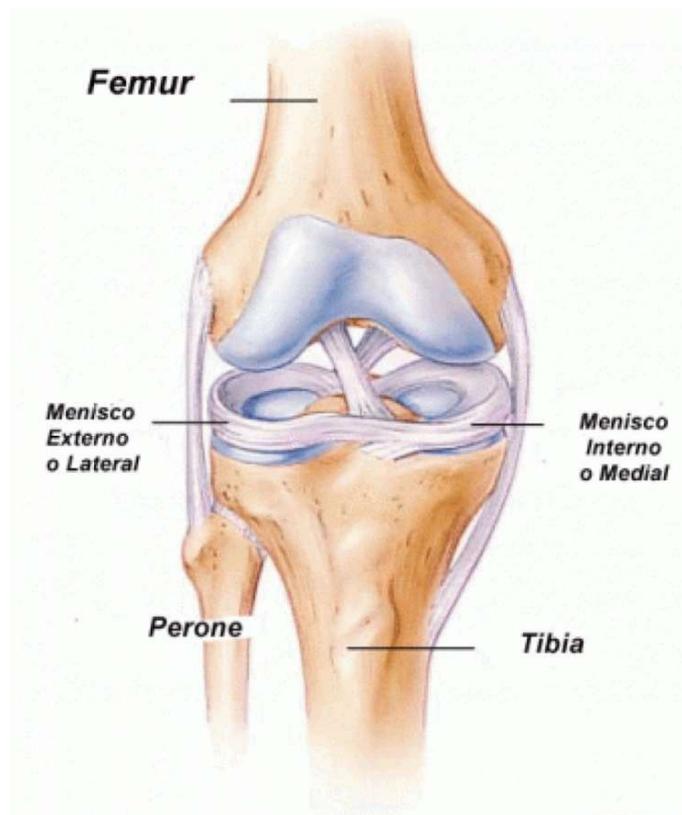


Figura 1 Anatomía de la rodilla  
Fuente: Health, 2021.

**1.1.1.1. Estructuras óseas de la rodilla.** Según las definiciones de Moore et al (2019), indica que las partes óseas de la articulación de la rodilla son las siguientes:

- **Fémur:** Es el hueso más largo y pesado del cuerpo, en la parte distal se encuentran los cóndilos femorales lateral y medial, permite la transmisión del peso corporal desde el hueso coxal hacia la tibia cuando se encuentra en bipedestación.
- **Tibial:** Es el segundo hueso más grande del cuerpo, en la parte proximal es ensanchado con el fin de mayor superficie para la articulación y transferencia de peso, se localiza en el lado anteromedial de la pierna.
- **Peroné:** Se encuentra posterior a la tibia, este no influye en el peso corporal, sino que sirve de inserción muscular.

- **Rótula [patela]:** Es un hueso de una forma casi triangular que se encuentra anterior del fémur.



*Figura 2: Estructuras óseas de la rodilla*  
Fuente: Dallo, 2015.

**1.1.1.2. Músculos de la rodilla.** En la tabla número 1 se detalla la parte anatómica de los músculos, de donde se origina, donde se inserta, cuál es su inervación, que acción desempeña directamente o indirectamente en la articulación de la rodilla, se apoyara del libro de Kendall et al (2007). También se proporciona una ilustración de cada músculo para su mayor comprensión.

Tabla 1 Músculos de la rodilla.

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	Ilustración
<b>Sartorio</b>	Espina ilíaca anterosuperior y mitad superior de la escotadura inmediatamente distal a la espina.	Porción proximal de la superficie interna de la tibia cerca de su borde anterior.	Flexiona la articulación de la rodilla y ayuda a su rotación interna.	Crural, L2, 3.	
<b>Grácil o Recto Interno</b>	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama inferior del pubis.	Superficie interna de la diáfisis de la tibia, distal a la meseta.	Flexión y rotación interna de la rodilla.	Nervio obturado, L2 3, 4.	
<b>Recto Anterior</b>	Porción recta: espina ilíaca anteroinferior. Porción refleja: Surco situado por encima del reborde del acetábulo.	Borde proximal de la rótula y en la tuberosidad tibial a través del ligamento rotuliano.	Extensión de la rodilla, el recto anterior contribuye a la flexión de cadera.	Crural L2, 3, 4.	

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	Ilustración
<b>Vasto externo</b>	Porción proximal de la línea intertrocantérea, bordes anterior e inferior del trocánter mayor, labio externo de la tuberosidad glútea, mitad proximal del labio externo de la línea áspera y tabique intermuscular externo.	Borde proximal de la rótula y en la tuberosidad tibial a través del ligamento rotuliano.	Extensión de la rodilla, el recto anterior contribuye a la flexión de cadera.	Crural L2, 3, 4.	
<b>Vasto medio</b>	Superficie anterior y externa de los dos tercios proximales del cuerpo del fémur, tercio distal de la línea áspera y tabique intermuscular externo.	Borde proximal de la rótula y en la tuberosidad tibial a través del ligamento rotuliano.	Extensión de la rodilla, el recto anterior contribuye a la flexión de cadera.	Crural L2, 3, 4.	
<b>Vasto Interno</b>	Mitad distal de la línea intertrocantérea, labio interno de la línea áspera, porción proximal de la línea supracondílea interna, tendones de los aductores largos y mayor y tabique intermuscular interno.	Borde proximal de la rótula y en la tuberosidad tibial a través del ligamento rotuliano.	Extensión de la rodilla, el recto anterior contribuye a la flexión de cadera.	Crural L2, 3, 4.	
<b>Poplíteo</b>	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.	Flexión y rotación interna de rodilla. Estabiliza posteriormente.	Nervio tibial, L4, 5, S1.	

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	Ilustración
<b>Semitendinoso</b>	Tuberosidad del isquion imbricado con la porción larga del bíceps femoral.	Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna.	Flexión y rotación interna de la rodilla.  Extiende y participa en la rotación interna de cadera.	Ciático, rama tibial L4, 5, S1, 2.	
<b>Semimembranoso</b>	Tuberosidad del isquion en la porción proximal y externa con respecto al bíceps femoral y semitendinoso.	Cara posterointerno de la meseta interna de la tibia.			
<b>Bíceps femora I</b>	Porción larga: porción distal del ligamento sacro tuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion. Porción corta: labio externo de la línea áspera, dos tercios proximales de la línea supracondílea y tabique intermuscular externo. Interno: Porción posterior del cóndilo medial y cápsula articular de la rodilla. Externo: Porción posterior del cóndilo externo y cápsula articular de la rodilla.	Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta interna de la tibia.	Flexión y rotación externa de la rodilla. Extiende y participa en la rotación externa de cadera.	Larga: Ciático rama tibial L5, S1, 2. Corta: Ciático rama peronea L5, S1, 2.	
<b>Gastronemio</b>		Parte media de la superficie posterior del calcáneo.	Flexión plantar del tobillo. Flexión de rodilla.	Tibial S1, 2.	

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación	Ilustración
<b>Plantar</b>	Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur y porción adyacente de su superficie poplítea y ligamento poplíteo oblicuo.	Parte posterior del calcáneo.	Flexión plantar del tobillo. Flexión de rodilla.	Tibial L4, 5, S1, 2.	
<b>Tensor de la fascia lata</b>	Porción anterior del labio externo de la cresta ilíaca, superficie externa de la espina ilíaca anteroposterior y superficie profundo de la fascia lata.	Cintilla iliotibial de la fascia lata, en la unión de los tercios proximal y medio del muslo.	Flexión, rotación externa y abducción de cadera. Flexiona e interviene en la rotación interna de la rodilla.	Crural L2, 3, 4.	
<b>Glúteo mayor</b>	Línea glútea posterior del ilion, porción superior y posterior del ilion, superficie posterior de la parte inferior del sacro. cara lateral del coxis, aponeurosis de los erectores espinales, ligamento sacro tuberoso y aponeurosis glútea.	La porción proximal y las fibras superficiales de la porción distal del músculo se inserta en la cintilla iliotibial. Las fibras profundas de la porción distal se insertan en la tuberosidad glútea del fémur.	Extensión y rotación externa de la cadera. Las fibras inferiores pueden ayudar a la aducción. Las fibras superiores pueden ayudar a la abducción. Ayuda a la estabilización de la rodilla a través de su inserción en la cintilla.	Glúteo inferior L5, S1, 2.	

Fuente: Elaboración propia con información del libro Kendall's músculos pruebas funcionales y postura y dolor (Kendall et al, 2007), imágenes recuperadas de la página web [musculos.org](http://musculos.org). (Musculos.org, Acceso 2021).

**1.1.1.3. Ligamentos principales de la rodilla.** Según el libro de Neumann et al (2007), los ligamentos son una parte importante en la anatomía del cuerpo, ya que estos ayudan a la estabilidad cuando se realizan movimientos en la articulación de la rodilla,

Tabla 2 Ligamentos principales de la rodilla.

Ligamento	Lugar de la capsula	Función	Mecanismo habitual de lesión
<b>Rotuliano</b>	Anterior	Mantiene la alineación de la rótula.	Aumento de las demandas de fuerza sobre el músculo cuádriceps.  Aumento de flexión de la rodilla.
<b>Colateral lateral</b>	Posterolateral	Resistencia a la aducción o varo. Resistencia a la extensión de la rodilla. Resistencia a la rotación axial. Resistencia a la abducción o valgo.	Fuerza en varo con el pie en el suelo.  Hiperextensión grave de la rodilla.
<b>Colateral medial</b>	Medial	Resistencia a la extensión excesiva de la rodilla. Resistencia a la rotación axial.	Fuerza en valgo con el pie en el suelo.  Hiperextensión grave de la rodilla.
<b>Cruzado anterior</b>	Área intercondilea anterior de la meseta tibial hasta el lado superior y lateral del cóndilo lateral del fémur.	La mayoría de las fibras resisten la traslación anterior de la tibia o la traslación posterior excesiva del fémur. La mayoría de las fibras limitan la extensión completa de la rodilla. Resisten los extremos del movimiento en varo, en valgo y la rotación axial.	Hiperextensión de la rodilla.  Gran fuerza en valgo con el pie en el suelo.  Cualquiera de las situaciones anteriores combinadas con un gran momento de rotación axial interna.  Hiperflexión de la rodilla.
<b>Cruzado Posterior</b>	Intercondilea posterior de la tibia hasta el lado lateral del cóndilo medial del fémur.	La mayoría de las fibras resisten la traslación posterior de la tibia o la traslación anterior excesiva del fémur. La mayoría de las fibras se tensan en flexión completa Algunas fibras se tensan con hiperextensión máxima y en los extremos de los movimientos en varo, en valgo y rotación axial.	Lesiones con excesiva traslación posterior de la tibia respecto al fémur.  Hiperextensión grave de la rodilla con apertura posterior de la articulación.  Una gran fuerza en valgo o varo con el pie en el suelo.  Cualquiera de las situaciones anteriores expuestas con un gran momento de rotación axial.

Fuente: Elaboración propia con información del libro Fundamentos de Rehabilitación Física (Neumann et al, 2007).

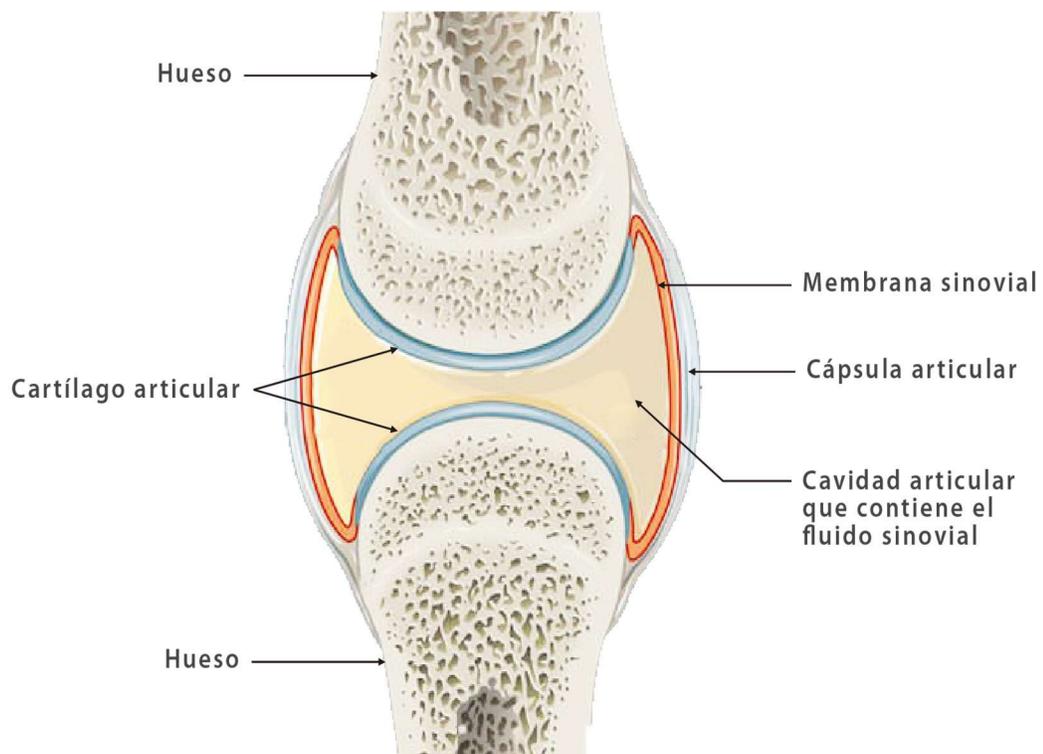


Figura 2 Ligamentos principales de la rodilla  
Fuente: Anatomiaui, 2014.

**1.1.1.4. Componentes de la articulación sinovial de rodilla.** Una articulación sinovial se puede definir "Que son conexiones entre componentes esqueléticos en las que los elementos implicados se encuentran separados por una estrecha cavidad articular" (Drake et al, 2020, p. 18), también es importante complementar a la información anterior los siguientes componentes:

- **Cartílago:** Es tejido que cubre la superficie de un hueso dentro de la articulación, este ayuda a reducir la fricción durante el movimiento.
- **Cápsula articular:** Consiste en una membrana sinovial interna y otra membrana fibrosa externa.

- **Membrana Sinovial:** Es un tejido que se fija en los márgenes de las superficies articulares, está altamente vascularizada y secreta el líquido sinovial para lubricar la articulación.
- **Membrana fibrosa:** Es un tejido conjuntivo que rodea la articulación, es denso y ayuda a la estabilización.
- **Líquido Sinovial:** Es un líquido transparente y pegajoso que es secretado por la membrana sinovial.
- **Meniscos:** Estos se encuentran en la parte superior de la tibia de la articulación, son partes curvas del cartílago.



*Figura 3 Componentes de la articulación sinovial*

Fuente: Guanajuato, 2018.

### 1.1.2 Biomecánica de la rodilla.

La biomecánica es importante comprenderla para entender el comportamiento de la articulación al realizar un movimiento, este se puede dividir en osteocinemática y artrocinemática, a continuación, se detalla ambos aspectos.

**1.1.2.1. Osteocinemática de la articulación femorotibial.** Neumann et al (2007), indican que la articulación posee dos grados de libertad de movimientos y que se desarrollan por medio de los planos donde describen el movimiento de los huesos y los ejes permiten la rotación alrededor de la articulación. En la rodilla se encuentra el plano sagital y horizontal, los ejes latero-medial y vertical.

Según indica Kapandji et al (2010), los grados, los planos y ejes que tiene la articulación de la rodilla son los siguientes:

*Tabla 3 Osteocinemática de la articulación femorotibial.*

<b>Eje</b>	<b>Plano</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Grados</b>
Latero-medial o transversal	Sagital	Flexión y Extensión	Flexión: 0° - 135° [AA OS], 0° - 150 [A0] Extensión activa: 0° [AA OS], 0° [AO] Extensión pasiva: 0° - 10° [AA OS], 0° - 10° [AO]
Vertical o longitudinal	Horizontal	Rotación interna y externa	Rotación interna: 30° Rotación externa: 40°

Fuente: Elaboración propia con información del libro Fisiología Articular, tomo 2, página 74 (Kapandji et al, 2010), y del libro Goniometría, página 100-101 (Taboadela, 2007).



Figura 4 Ejemplo de la osteocinématica  
Fuente Gatica 2021.

**1.1.2.2 Artrocinemática de la articulación femorotibial.** Neumann et al (2007), describen el movimiento que puede tener dentro de la articulación entre las superficies, como se puede clasificar la articulación a base de su forma articular. Así mismo detalla los siguientes aspectos artrocinemáticos de la articulación de la rodilla:

Tabla 4 Artrocinemática de la articulación femorotibial.

Clasificación de la articulación	Tipo de Articulación	Movimiento	Movimiento entre las superficies articulares
Diartrosis: Esta contiene una cavidad articular llena de líquido, también denominada como articulación sinovial.	Condilartrosis: permite el movimiento en dos planos, en caso de la rodilla es flexión - extensión y rotación axial [rotación interna y externa].	Flexión - Extensión  Rotación axial [interna y externa de la rodilla].	<p>Durante la extensión de la tibia sobre el fémur, la superficie articular de la tibia rueda y se desliza en sentido anterior sobre los cóndilos femorales.</p> <p>Durante la extensión del fémur sobre la tibia, los cóndilos femorales ruedan simultáneamente en sentido anterior y se deslizan posteriormente sobre la superficie de la tibia.</p> <p>En flexión se realiza de forma inversa lo anteriormente indicado.</p> <p>Debe encontrarse flexionada parcialmente la rodilla. Durante la rotación interna y externa implica una torsión entre los meniscos y las superficies articulares de la tibia y el fémur.</p> <p>Cuando el fémur rota sobre la tibia en el plano horizontal los meniscos se deforman un poco por la compresión entre los cóndilos femorales que giran.</p>

Fuente: Elaboración propia con información del libro de Fundamentos de Rehabilitación Física (Neumann et al, 2007).

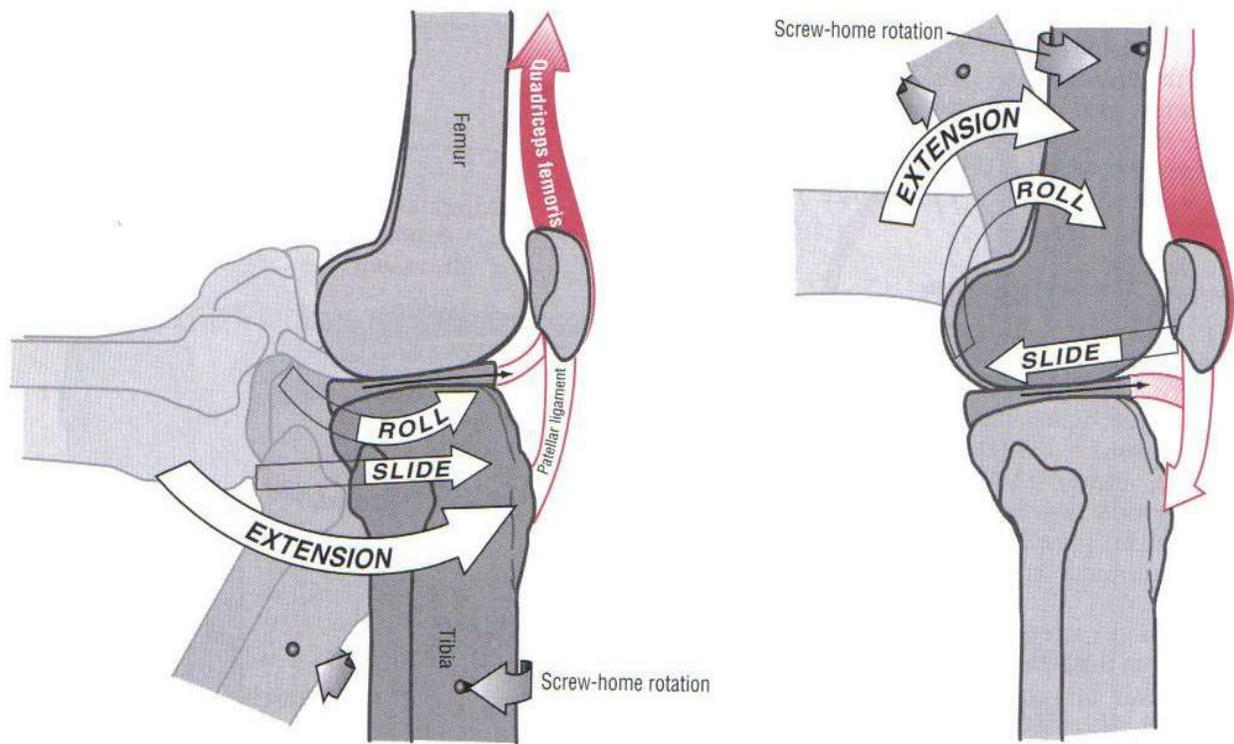


Figura 5 Ejemplo de la artrocinemática  
Fuente Kinezitepapija24.

Un aspecto importante que pasa durante la flexión y extensión de la rodilla es la rotación de bloqueo, consiste en una rotación externa de la tibia que pasa durante los 30 grados de extensión, según Neumann et al (2007), este movimiento no se puede realizar de modo independiente, sino que la rotación se vincula mecánicamente con la cinemática de la flexión y extensión.

Hay tres factores que contribuyen al mecanismo de bloqueo de la rodilla que son:

- Forma del cóndilo medial del fémur [es el más importante]
- La tensión pasiva del ligamento cruzado anterior
- La tracción lateral del músculo cuádriceps

### 1.1.3 Definición de la osteoartritis.

Jimenez et al (2018), define la osteoartritis [OA] como una enfermedad progresiva, degenerativa y que puede llegar a ser en la mayoría de los casos crónico. Es una patología que se caracteriza por un desgaste del cartílago articular, lo que provoca un desarrollo de una hipertrofia ósea marginal por los osteofitos y cambios de la membrana sinovial.

Otra definición que proporciona la Organización Mundial de la Salud [OMS] (2020), indica que es una enfermedad degenerativa que consiste en un desgaste del cartílago articular, que puede ser progresivo, la enfermedad puede afectar a cualquier articulación.

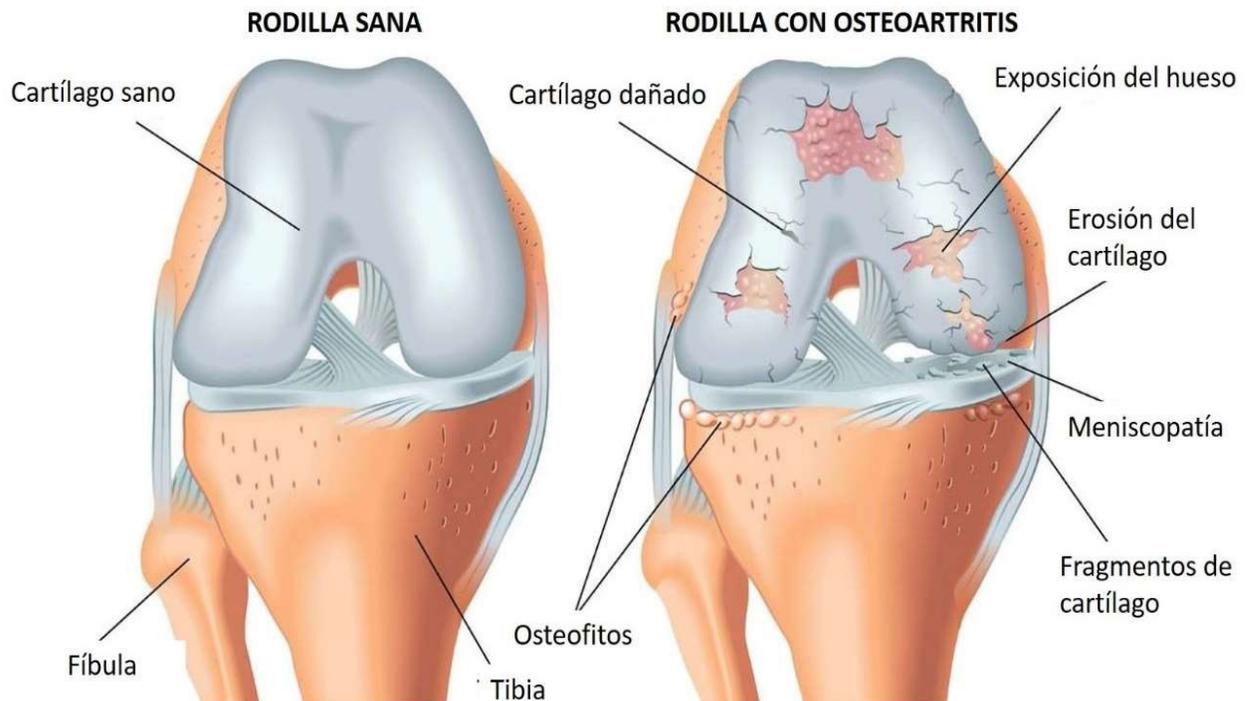


Figura 6 Osteoartritis de rodilla

Fuente Abbot (2021).

#### **1.1.4 Fisiopatología de la osteoartritis.**

En este apartado se desarrolla la fisiología del cartílago, sus propiedades, características y también las etapas de la osteoartritis de rodilla.

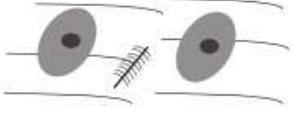
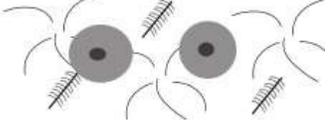
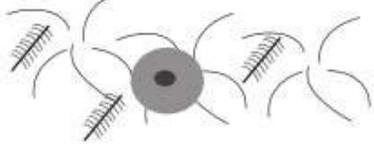
**1.1.4.1 Fisiología del cartílago articular.** En un artículo hecho por Naranjo et al (2011), menciona que el cartílago es una estructura que ayuda a las superficies articulares con las cargas mecánicas durante el movimiento óseo, porque disminuyen la fricción, comprensión y resiste a la tensión, las características anteriormente mencionadas están compuestas básicamente por agua un 60%, por una matriz extracelular formada por proteoglicanos y fibras de colágenos tipo II.

En el mismo artículo menciona que los condrocitos, las fibras de colágeno y los proteoglicanos del cartílago no son homogéneos, sino que, dependiendo de la zona, se va diferenciando tanto en función y morfológicamente, como la parte que está en contacto con el líquido sinovial, que es la zona superficial, presentan los condrocitos alargados en contraste con las zonas intermedias y profundas que llegan a ser redondeadas.

Las fibras de colágeno forman una red en la que encuentran inmersos tanto los proteoglicanos como los condrocitos, al profundizar en el cartílago se puede observar cómo están integradas las capas y cómo estas ayudan en la articulación al momento de realiza un movimiento.

Entre los elementos que integran el cartílago se encuentran los condrocitos, la matriz extracelular, las fibras de colágeno y los proteoglicanos, los cuales se deben de mantener en homeostasis en cada una de sus capas para que el cartílago pueda tener las propiedades que disminuyen la fricción, comprensión y resistencia a la tensión.

Tabla 5 Capas del cartilago.

Capa	Característica	Imagen
<b>Superficial</b>	Los condrocitos son alargados y abundantes pero los proteoglicanos son escasos.	
<b>Intermedia</b>	Los condrocitos son redondos, abundantes y los proteoglicanos abundantes	
<b>Profunda</b>	Los condrocitos son redondos y escasos, los proteoglicanos abundantes ahora las fibras de colágeno en la capa superficial se encuentran en disposición tangencial y las otras dos capas están en disposición radial.	

Fuente: Elaboración propia con información del artículo de Fisiopatología celular de la osteoartritis el condrocito articular (Naranjo et al , 2011).

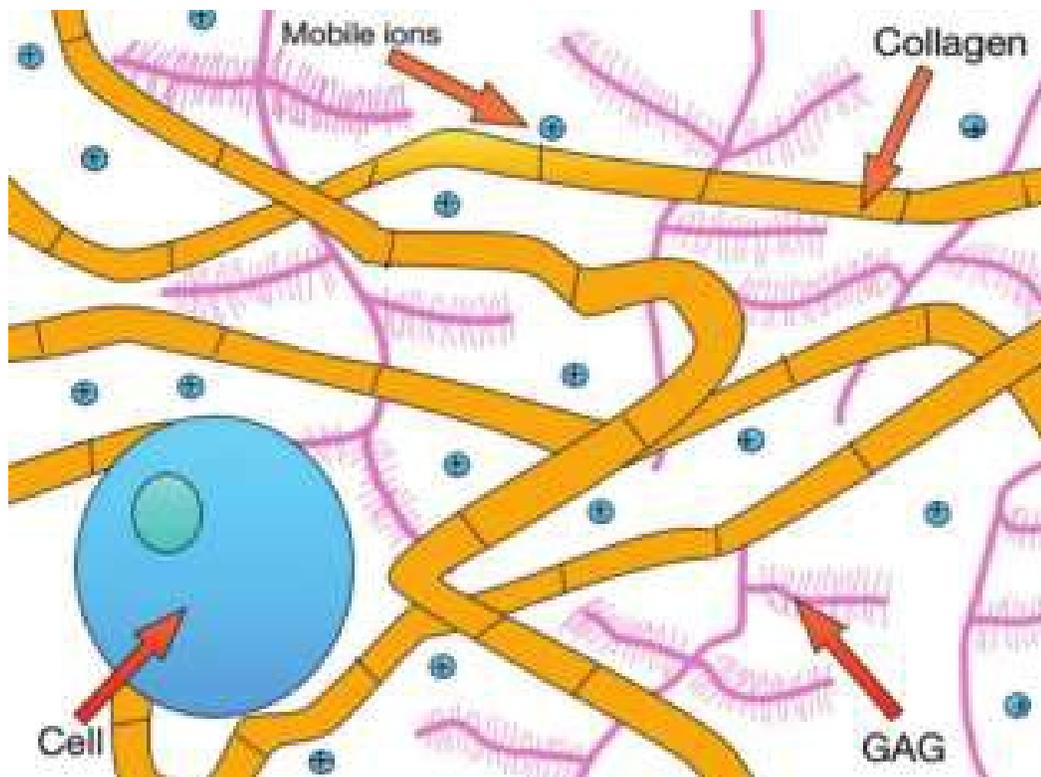


Figura 7 Componentes principales del cartilago

Fuente Hussain et al (2016). Se recupera la ilustración para presentar los elementos del cartilago que son los condrocitos, matriz extracelular [MEC], Los condrocitos son responsables de la fabricación y mantenimiento del MEC y el MEC está hecho de agua, colágeno y proteoglicanos.

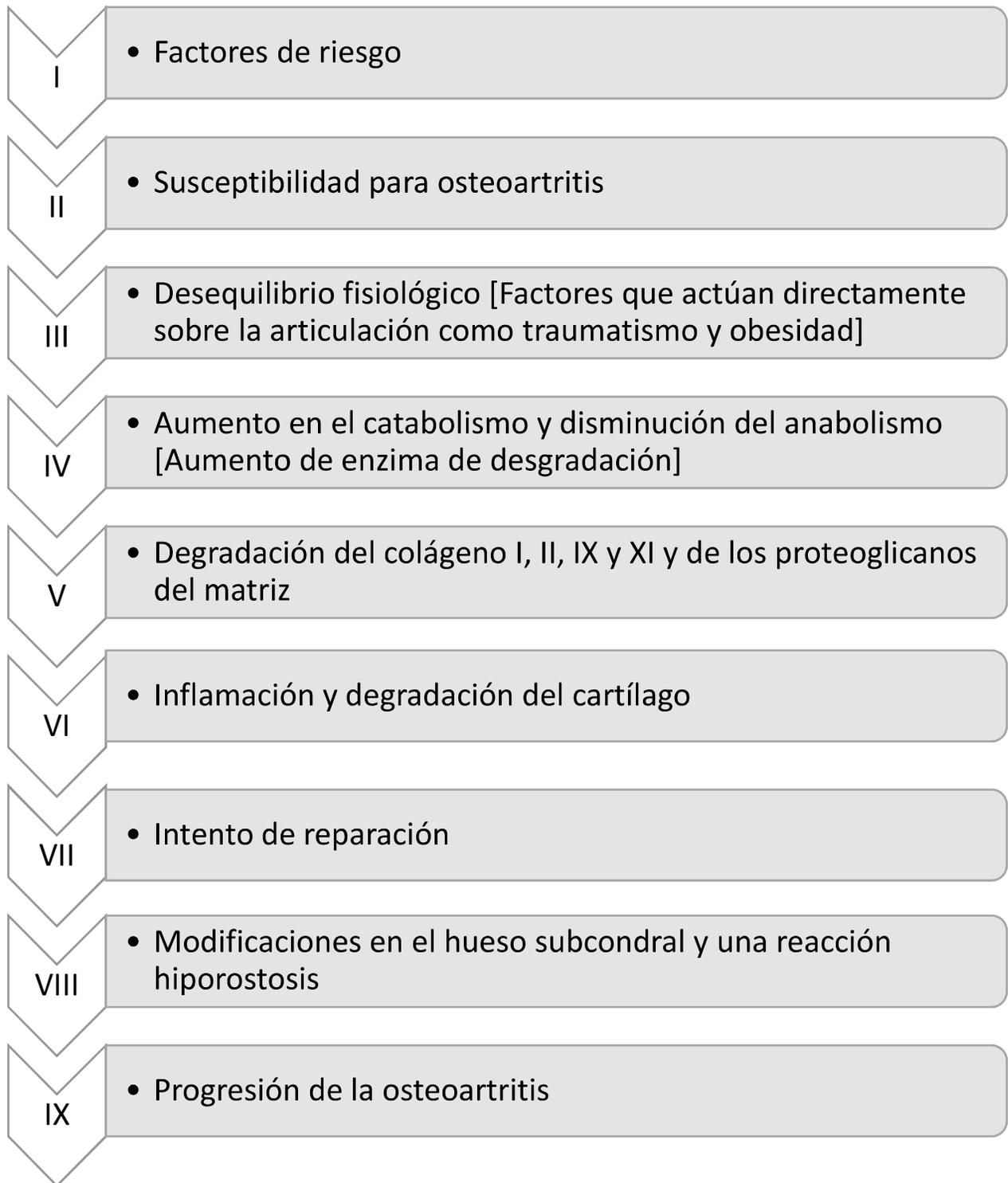
**1.1.4.2 Fisiología de la osteoartritis.** En el artículo de Espinosa et al (2018), indica que la combinación de los factores de riesgo como la edad, obesidad, predisposición genética, traumatismo, ejercicio de alto impacto o una mala alineación articular, desencadenan un desequilibrio fisiológico en el cartílago, lo cual provoca un aumento del catabolismo y una disminución de su formación.

Menciona como el proceso inflamatorio favorece a las citocinas, proteasas, síntesis de óxido nítrico y radicales libres, a su vez activa la enzima metaloproteasas que induce a la liberación de factores de necrosis tumoral e interleucina, al ser este último una citocina inflamatoria que participa en el catabolismo del condrocito.

Otro estudio hecho por Abramoff et al (2020), indica como se ha ido profundizando sobre la patología, porque en sus inicios se creía que la sobrecarga crónica y la alteración de la biomecánica llevaban a la destrucción del cartílago y la inflamación resultante, lo que daba como resultado rigidez, hinchazón y pérdida de movilidad, pero ahora con los nuevos estudios se sabe que la OA es un proceso mucho más complejo por los factores inflamatorios y metabólicos.

En un artículo de Espinosa et al (2018), proporcionan un esquema de la evolución de la osteoartritis, desde los factores de riesgo que tiene un paciente al desarrollarlo, a consecuencia de movimientos repetitivos en el trabajo, hasta llegar a la progresión que comúnmente se conoce de la OA, a continuación, se detalla la fisiopatología según los presentes investigadores.

Figura 8 Fisiopatología de la osteoartritis



Fuente: Elaboración propia con la información tomada del artículo de Reunión multidisciplinaria de expertos para el diagnóstico y tratamiento de la osteoartritis. Actualización basada en evidencias (Espinosa et al, 2018).

### 1.1.5 Etiología.

En un estudio hecho por S. Hussain et al (2016), muestra que las causas pueden ser multifactorial pero las que más tienen evidencia es el predominio de la edad, sexo femenino, obesidad, antecedentes familiares [genéticos], factores mecánicos [desgaste ocupacional y recreación, mala alimentación, trauma, laxitud generalizada].

### 1.1.6 Factores de riesgo.

Como resultado de la investigación se encontraron los factores que ponen en riesgo a que se inicie la patología de la osteoartritis de rodilla, así como otros que provocan que avance más aceleradamente, estos se detallan a continuación en la tabla No. 6.

*Tabla 6 Factores de riesgo*

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Edad	Se puede observar en la literatura como el envejecimiento es un factor de riesgo bastante grande para el desarrollo de OA.
Predisposición genética y epigenética	Hay más de 80 genes implicados en la patogénesis, algunos de ellos son para los receptores de vitamina D y el factor de crecimiento.
Obesidad / síndrome metabólico	Es un factor de riesgo importante en pacientes con obesidad o sobrepeso por la fuerza mecánica que puede generar.
Endocrino	Existe un riesgo 3 veces mayor de progresión de la OA de rodilla en pacientes con niveles bajos de vitamina C o D.
Género	La mayoría de estudios sugieren que las mujeres tienen más probabilidades de desarrollar OA
Lesión previa	Causadas por una lesión postraumática que provoco daño en la articulación como alguna fractura, daño en el cartílago, lesión de ligamentos, lesión de meniscos.
Ocupación	Profesiones en donde se necesite estar mucho tiempo arrodillado, ponerse en cuclillas, saltar, agacharse y levantarse en exceso puede provocar OA de rodilla, como los trabajadores de la construcción, forestales y agricultores.

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Deportes	Cuando el atleta y personas más jóvenes a través del ejercicio provocan un daño al cartílago articular por impacto y carga repetitivas.
Etnicidad	Existe alguna evidencia de que la raza y la etnia juega un papel en la prevalencia de la OA, es más común en los europeos que en los asiáticos y africanos.
Forma articular y displasia	Alguna anomalía congénita de la articulación como la displasia acetabular, el deslizamiento de la epífisis de la cabeza femoral, el hallux valgus y la alineación de la articulación valgus desempeñen un papel en el desarrollo y la progresión de la OA.

Fuente: Elaboración propia con información del artículo osteoartritis, opciones de patología, diagnóstico y tratamiento (Abramoff et al, 2020).

### **1.1.7 Síntomas y signos.**

Según la guía del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social [IGSS] en 2019, los síntomas de dolor mecánico y crónico que se caracteriza por:

- Comienzo insidioso, curso lento e intensidad leve o moderada.
- Aparece al iniciar los movimientos [marcha]; después mejora y reaparece con el ejercicio intenso o prolongado.
- A medida que la enfermedad avanza, el dolor aparece cada vez más precozmente y con ejercicios más livianos, para acabar en un estadio en que cualquier movimiento, por pequeño que sea, lo desencadena.
- Cede o mejora con el reposo.
- Deformidad articular de consistencia firme
- Genu varo o valgo.
- Hipotrofia muscular periarticular;
- Cierta grado de tumefacción articular y periarticular
- Dolor difuso a la palpación

- Crepitación o crujidos
- Inestabilidad articular
- Bloqueo articular

Rigidez articular de menos de 15 minutos de duración, que suele aparecer tras un período de inmovilidad prolongado, pero mejora rápidamente con el movimiento. Limitación funcional para realizar tareas de la vida diaria.

### **1.1.8 Epidemiología.**

Este estudio se enfocará en la articulación de la rodilla que se observa que es una de las más comunes que son afectadas, Lespasio et al (2017), la rodilla es afectada en 3 compartimientos [articulación femororotuliana medial, lateral y rotuliana], están suelen desarrollarse lentamente durante 10 a 15 años, interfiriendo con las actividades diarias.

En una guía que realiza el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS, 2019), menciona que se estima que una de cada tres personas mayores de 35 años presenta al menos un signo, a los 65 años la mitad de las personas tienen evidencia radiológica de OA, y después de los 75 años se observan en el 80%.

Otro estudio realizado por Sánchez et al (2010), indica que la etiología de la OA es multifactorial que generan diferentes alteraciones en la fisiología normal del cartílago, pero cuando la enfermedad ya ha avanzado suele homogenizar los daños. El cartílago está diseñado de una manera para soportar los cambios articulares debido al movimiento y a la carga mecánica, pero la aplicación de fuerzas estáticas prolongadas o fuerzas cíclicas prolongadas generan alteraciones en la producción de matriz y aumento del catabolismo.

El investigador Abramoff et al (2019), proporciona un dato de que OA se estima un gasto de \$303 millones de dólares anuales en costos médicos para poder reducir la aparición del dolor y la pérdida de función.

### 1.1.9 Clasificación de la osteoartritis.

Para la investigación es importante la presente clasificación ya que la mayoría de los estudios sobre el tratamiento de ciclismo acuático en pacientes con osteoartritis, se utiliza como criterio de clasificación y ver si es incluido o excluido en los estudios.

*Tabla 7 Clasificación de la OA según Kellgren y Lawrence*

<b>Grado</b>	<b>Características radiológicas</b>
0	Normal
I [OA dudosa]	Dudoso estrechamiento de espacio articular, posibles osteofitos
II [OA leve]	Posible estrechamiento de espacio articular, osteofitos
III [OA moderada]	Estrechamiento de espacio articular osteofitos, leve esclerosis, posibles deformidades de los extremos de los huesos
IV [OA grave]	Marcada estrechamiento de espacio articular, abundantes osteofitos, esclerosis grave, deformidad en extremidades de los huesos

Fuente: Cuadro de elaboración propia con información del artículo osteoartritis [artrosis] de rodilla (Martinez et al, 2015).



*Figura 9 Clasificación de la OA según Kellgren y Lawrence*  
Fuente Cellus, 2019.

### 1.1.10 Escalas de evaluación para osteoartritis.

Se establece que las escalas más comunes para pacientes que padecen osteoartritis según Carmona et al (2021), son los siguientes:

- Escala visual análoga [EVA]: para evaluar el nivel del dolor
- Katz y Lawton: para evaluar las actividades de vida diaria [AVD]
- WOMAC: para medir la calidad de vida

### 1.1.11 Tratamiento convencional.

Es importante conocer como la OA de rodilla pueden tener otros tratamientos que dentro de la terapia que podemos dar, es una combinación de varias, pero algo importante en la literatura es que la mayoría de los pacientes se recomienda un tratamiento fisioterapéutico antes de llegar a la cirugía.

*Tabla 8 Tratamiento Convencional*

Farmacológico	Es necesario resaltar que es muy común el uso de medicamento farmacológico para el alivio del dolor en las etapas tempranas de la patología, como el uso de AINE [paracetamol, glucosamina].
Educación	Poder enseñar a los pacientes sobre la OA tanto sobre la naturaleza, el pronóstico, opciones de tratamiento y la investigación. El asesoramiento puede ser por vía telefónica o grupales.
Control de peso	Se le recomendará al paciente el control de peso ya que se tiene claro en estudios que la obesidad está fuertemente asociada a un mayor riesgo de desarrollar OA.
Ejercicio	Se tiene como objetivo la disminución del dolor y el mejoramiento de la movilidad de la articulación. Los ejercicios serpa para fortalecimiento específicos, ejercicios aeróbicos, estiramientos y ejercicio de flexibilidad.
Intervención biomecánica y bastones de marcha	Es apropiado y eficaz para mejorar el dolor articular, la rigidez, la dosis de fármaco y la función física, según la literatura pueden ser rodilleras y las ortesis de pie.

Fuente Cuadro de elaboración propia con información del artículo Non - Surgical treatment of knee osteoarthritis (Kan et al, 2019).

## **1.2 Antecedentes Específicos**

En el presente subcapítulo se podrá conocer más sobre la técnica de tratamiento del ciclismo acuático, tanto los efectos fisiológicos, terapéuticos, indicaciones, contraindicaciones y dar a conocer el protocolo de tratamiento. Para ello se comenzará en conocer como el agua a través de la historia ha sido un agente terapéutico.

### **1.2.1 El agua como agente terapéutico en la historia.**

El agua para el hombre en si ha sido desde el inicio algo fundamental, ya que este ha permitido la vida, pero como un agente terapéutico se ha usado tanto como remedios preventivo y curativo e inclusive sagrado indica Reyes et al (2014).

También podemos mencionar como Reyes et al (2014), en su libro en la época de los griegos con Hipócrates marco el uso del agua como tratamiento, según su tesis el baño frío con ejercicio físico calienta más el cuerpo que los baños calientes. En Roma usaban el agua para apaciguar los dolores reumáticos, curaban los ojos, usando las mismas técnicas de aplicación que usaron los griegos. Por lo que vemos como en la historia ya se ha tenido como uso medicinal el agua.

### **1.2.2 Ciclismo acuático.**

Es muy interesante lo que menciona Rewald et al (2017), que es un el ciclismo para programas acuáticos no es nada nuevo, sino que tiene su origen a finales de los sesenta, pero a pesar de ello hasta hace unos años ha empezado a tener auge en la parte de acondicionamiento físico como ejercicio cotidiano y como tratamiento enfocado en una patología hay bastante escasa la información.

Para tener una idea de cómo ha evolucionado el interés del ciclismo acuático daremos una pequeña línea de tiempo que proporciona la investigadora Rewald et al (2017).

- Finales sesenta: El interés fue para preparar a los astronautas para los primeros vuelos espaciales, que ayuda ver los efectos que podría dar el espacio en el cuerpo humano. También se investigaron la exposición de seres humanos a diferentes temperaturas de agua para ver las respuestas termorreguladores.
- 1970 y 1980: Aumenta el interés para el uso para la salud, el fitness, aeróbicos acuáticos. A mediados de los ochenta varias organizaciones como Aquatic Exercise Association [AEA] y Aquatic Therapy and Rehabilitation Institute [ATRI].
- 2007 en adelante: Gana nuevamente popularidad como actividad fitness y salud.

En otro estudio podemos encontrar ya una definición del ciclismo acuático "Consiste en montar en bicicleta estacionaria resistente al agua... que el participante se sumerge hasta el pecho en el agua y pedalean contra la resistencia al agua" (Rewald et al, 2016, p. 2).

### **1.2.3 Ciclismo acuático como tratamiento de la osteoartritis.**

Es interesante en la revisión bibliográfica que estuvo realizando que el ciclismo y la terapia acuática, son tratamientos que comúnmente son recomendados, o que se han hecho investigación sobre el efecto que tiene para las personas que tiene OA, pero a la hora de poder combinarlo no hay mucha evidencia que lo respalde. Solo podríamos indicar que hay acceso a literatura que ha hecho la investigadora S. Rewald en los países bajos.

Algo que se puede resaltar que a pesar que hay escasa evidencia, la que se tiene muestra un resultado bastante bueno, que puede motivar a otros investigadores profundizar sobre el tema o incluso otros investigadores como Ulatkowi y Von Kathen lo han utilizado para el

tratamiento de una recuperación de la una cirugía total de rodilla y la reconstrucción del ligamento cruzado, que han tenido resultado favorables como el aumento de ROM y reducción de la inflamación.

Rewald et al (2018), las personas que tienen poca toleración al dolor, o tiene sobrepeso y que padecen OA, el realizar el ejercicio bajo el agua le ayuda a poder disminuir los efectos del peso corporal, a la descompresión articular. También en otros estudios se evidencia como el ejercicio acuático ayuda para disminuir el dolor de rodilla. Incluso los pacientes mayores con OA valoran los ejercicios en agua. Menciona que hay tantas posibilidades de ejercicio dentro del agua como ejercicios en vertical, correr y nuevas tendencias como la zumba.

En otro estudio por Ibarra et al (2015), resalta como el Colegio americano de Reumatología recomienda realizar actividad física moderada, pero el realizar el soporte de peso en la rodilla puede causar efectos adversos en la OA, pero una posible alternativa que se menciona es el ejercicio en el agua ya que este ayuda al paciente a la reducción de las cargas, favorece a la circulación sanguínea, la disminución del dolor, reducción del edema y en las etapas tempranas de la OA permite el fortalecimiento dinámico.

El investigador Alcalde et al (2017), en su estudio hecho para conocer los efectos que tiene la fisioterapia acuática para la percepción del dolor, mejoramiento de funcionalidad en personas mayores con OA de rodilla vuelven a recalcar como la fisioterapia por medio acuático ayuda al paciente a disminuir la sobrecarga articular, la disminución del dolor y el mejoramiento de la capacidad funcional.

Rewald et al (2015), indica que la terapia acuática puede ser una buena opción cuando el paciente con OA tiene restringido el entrenamiento en tierra por los efectos que tiene en el cuerpo cuando se sumerge en el agua.

En un estudio bastante reciente Rewald et al (2020), menciona que la mayoría pacientes le recomiendan ciclismo fijo en tierra pero se restringen en las posiciones que es mantenerse sentado para no provocar una tensión o una carga en las rodillas, pero el ciclismo acuático da un plus en sentido que puede proporcionar una variedad de ejercicios porque las posiciones pueden cambiar por la flotabilidad que proporciona el agua.



*Figura 10 Ciclismo acuático*

Fuente Rewald et al (2016). Se recupera la ilustración para ejemplificar el ciclismo acuático y la posición del paciente que se recomienda para realizar el ejercicio.

**1.2.3.1 Consideraciones mecánicas.** Es interesante también poder profundizar como la mecánica de la bicicleta y del agua puede influir en el cuerpo comonos indica Rewald et al (2018).

- Debido que la densidad del agua es aproximadamente 800 veces mayor que el aire, esto puede proporcionar una misma cantidad de resistencia en todos los planos del movimiento a la hora del pedalo o cadencia.
- La resistencia del agua provoca amortiguar la velocidad del movimiento del pedaleo y evita movimientos bruscos y puntos muertos durante el pedaleo o cadencia.
- Presión hidrostática: Se da por la presión del agua en todo el contorno del cuerpo humano.
- Antigraidez

**1.2.3.2 Ventajas y desventajas del ciclismo acuático.** Como todo tratamiento tiene ventajas y desventajas, el ciclismo acuático no es la excepción, Rewald et al (2018), y Rewald et al (2016), indican cuales podrian ser esas desventajas y ventajas que tiene el tratamiento.

*Tabla 9 Ventajas y Desventajas del ciclismo acuático*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
El ciclismo es una actividad sencilla y fácil de aprender	No hay acceso a una piscina
La mayoría de adultos saben andar en bicicleta	El tiempo que requiere el paciente el cambio de ropa
Es un ejercicio de bajo impacto	Algunos pacientes pueden sentirse incomodos en usar poca ropa
La rodilla puede mantenerse estable mientras realiza el movimiento	
El paciente es conciente el movimiento al realizar y no puede hacer trampa	

Fuente: Cuadro de elaboración propia con información del artículos de la investigadora sobre el ciclismo acuático (Rewald, S., 2018), (Rewald, S., 2016).

#### **1.2.4 Efectos del ciclismo acuático.**

**1.2.4.1 Efectos fisiológicos.** Por el protocolo propuesto de tratamiento es sumergirse hasta la apófisis xifoides puede provocar los siguientes efectos según encontramos en los estudios de Rewald et al (2018), Rewald et al (2016).

- Aumento del flujo sanguíneo: que el volumen de sangre a nivel de tórax puede aumentar aproximadamente 600 ml, hay un mayor volumen de sangre ingresando al corazón y provocando un aumento del estiramiento del miocardio. También se puede considerar la inmersión comparable el volumen de una carrera durante el ejercicio aeróbico en tierra en individuos sedentarios.
- Descompresión articular: debido a la flotabilidad puede provocar una descarga del peso.
- Relajación muscular: se puede asociar por la temperatura del agua cálida lo que lleva a una relajación.
- Disminución de la depresión, ansiedad y estrés: Se tiene evidencia que a través del ejercicio tiene efectos positivos sobre el estado de ánimo y la relajación.

**1.2.4.1 Efectos terapéuticos.** Según la recopilación de información en los estudios hecho puede provocar los siguientes efectos terapéutico, propuesto por Rewald et al (2018), Rewald et al (2016).

- Disminución del dolor: Puede ser causado por varios factores, entre uno de ellos si la inmersión es en reposo, aproximadamente el 50% de la sangre bombeada desde el corazón se redistribuye a la piel y los músculos lo que lleva un aumento de suministro de oxígeno, disminución de desechos metabólicos que causan dolor. La

presión hidrostática puede estimular los mecanorreceptores y térmicos, llevando a la disminución del dolor.

- Disminución de edema: Este puede darse por el efecto diurético que se da por la inmersión en el agua y también incluso por la presión que ejerce el agua sobre el cuerpo. Ya en ejercicio del ciclismo acuático por medio del movimiento del pedal puede activar la bomba del músculo para el apoyo de la circulación linfática.
- Aumento de rango de movimiento [ROM]: Se debe al realizar el movimiento de pedaleo hay una estimulación del músculo del miembro inferior, provocando tener flexibilidad y fuerza. También se da por una reducción de la inflamación de la articulación.

### 1.2.5 Principios físicos del agua.

Para profundizar sobre los principios física la hidroterapia en el cuerpo, hay un estudio por el investigador Becker et al (2009), indica lo siguientes:

- **Densidad:** Ese factor es importante porque el cuerpo es ligeramente menos denso que el agua, lo que hace que el humano desplaza un volumen de agua un poco más de lo que pesa, lo que empuja el cuerpo hacia arriba mediante una fuerza igual al volumen de agua que desplaza.
- **Presión hidrostática:** Esta presión está directamente proporcional tanto a la densidad del líquido como a la profundidad de inmersión. Por ejemplo, un cuerpo sumergido 48 pulgadas este se somete a una fuerza igual a 88,9 mmHg, que es ligeramente mayor que la presión arterial diastólica normal.
- **Flotabilidad:** Es de gran utilidad terapéutica por medio de la inmersión en agua, las fuerzas gravitacionales pueden compensarse parcial o completamente de modo que

solo las fuerzas de torsión muscular actúen en el sitio de la fractura, lo que permite un rango asistido activo, desarrollo de fuerza suave e incluso entrenamiento de la marcha.

- **Viscosidad:** Esta se refiere a la magnitud de la fricción interna específica de un fluido durante el movimiento, algo interesante que ayuda en la terapia es que la resistencia viscosa aumenta a medida que se ejerza más fuerza y viceversa a la hora de estar inerte, este disminuye, esto permite un mejor control de las actividades de fortalecimiento dentro del entorno de la comodidad del paciente.
- **Termoterapia:** El agua es un conductor eficiente que transfiere el calor 25 veces más rápido que el aire, ese aspecto es importante al realizar un tratamiento o ejercicio sumergido ya que este puede ayudar a la disminución del dolor, inflamación.

#### **1.2.6 Aplicaciones de la hidroterapia en la rehabilitación.**

- **Rehabilitación Cardiovascular y Cardiopulmonar:** Debido a la presión del agua la sangre se desplaza hacia arriba a través de los sistemas venosos y linfáticos, primero hacia los músculos, luego hacia los vasos de la cavidad torácica y en el corazón. Menciona que hay un aumento de presión de pulso, pero una disminución de la frecuencia cardíaca en agua fría o neutral.
- **Rehabilitación Respiratoria y Deportiva:** El sistema respiratorio se ve afectado por una inmersión a nivel de tórax, lo que provoca el desplazamiento de la sangre hacia la cavidad torácica, aumenta el trabajo respiratorio y cambia la dinámica respiratoria.
- **Rehabilitación Músculo esquelética:** Produce efectos significativos causados por los efectos de compresión de la inmersión, así como por la regulación del reflejo del tono de los vasos sanguíneos.

- **Artritis y fibromialgia:** Hay estudios en donde hay mejoras en la movilidad articular, reducción del dolor y disminución de edema.
- **Entrenamiento deportivo:** Puede ser incluido en un plan de entrenamiento cruzado, para el reclutamiento muscular y el rendimiento cardiovascular.

### **1.2.7 Contraindicaciones.**

Podemos basarnos en las todas las exclusiones de los estudios que se realizaron directamente con ejercicio acuático, ciclismo acuático para pacientes con OA.

- Cirugía total de rodilla planificada
- Imposibilidad de entrar y salir de la piscina de forma segura
- Grado 4 de clasificación según KELLGREN
- Enfermedades mentales o psicológicas
- Abuso de drogas
- Pacientes que no sepan nadar o tengan inseguridad en el agua
- Pacientes que tengan heridas abiertas

### **1.2.8 Protocolo de tratamiento.**

Como se ha mencionado el tener información sobre el tratamiento del ciclismo acuático para pacientes que padecen osteoartritis de rodilla es bastante escasa, pero un logro que se puede resaltar es el de Stefanie Rewald que ha hecho la mayoría de estudios actualmente sobre el ciclismo acuático para la OA de rodilla.

En 2016 Rewald propone un programa de ejercicios que se estarán aplicando a los pacientes por 12 semanas, a continuación, se detallará el protocolo.

*Tabla 10. Programa de tratamiento ciclismo acuático*

<b>Orden</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
<b>A</b>	Ciclismo a las revoluciones por minuto [rpm] elegidas por él mismo
<b>B</b>	Movilización de la parte superior del cuerpo
<b>C</b>	Ciclos de 60 rpm = los participantes se centran en pedalear a una mínimo de 60 rpm
<b>D</b>	Ejercicios de las piernas [1-2] ejercicios por sesión
d. a	Pedaleo con una sola pierna
d. b	Énfasis en el movimiento de pedaleo hacia arriba o hacia abajo
d. c	Posición fuera del sillín: escalada de pie
d. d	Posición fuera del sillín: de pie
<b>E</b>	Ejercicios de brazos [1 ejercicio por sesión]
e. a	Abducción / aducción del hombro = levantamiento de brazos
e. b	Abducción / aducción transversal del hombro = fly backs
e. c	Flexión / extensión de hombro = brazos para caminar / péndulo de brazos (unilateral)
e. d	Flexión y extensión de hombro
e. e	Flexión y extensión del hombro = péndulo del brazo
	[los ejercicios de brazos se combinarán con diferentes posiciones de las manos. De menos intenso a más intenso. Barrer en la superficie del agua, cortar con la mano hacia los lados a través del agua, puño, manos ahuecadas, mano abiertas].
<b>F</b>	Pedaleo hacia atrás
<b>G</b>	Ejercicios de rango de movimiento de la rodilla = sentado en la bicicleta acuática, pies fuera de los pedales, flexión y extensión de rodillas sin carga
<b>H</b>	Estiramiento de pantorrillas e isquiotibiales

Fuente: Cuadro de elaboración propia con información del artículo del ejercicio acuático (Rewald, S., 2016).

### **Información General dentro del programa:**

El enfoque principal es la técnica correcta de ciclismo acuático, es decir, pedalear con una cadencia de 60 rpm, una buena alimentación de la parte inferior de las piernas y una postura erguida.

### **Configuración del programa:**

- Calentamiento: ejercicio a, b
- Acondicionamiento: ejercicio c, d, e
- Enfriamiento: ejercicio a, f, g, h
- Duración del programa: 12 semanas [2 sesiones por semana]
- Frecuencia [tiempo de ejercicio / repeticiones] y tiempo de descanso:
  - Calentamiento: 5 - 10 minutos
  - Acondicionamiento: ejercicio 3: 5 ejercicio 4 de 8,20 minutos: 4 series de 30 - 40 segundos, 1 minutos de ejercicio de reposo 5: 4 series de 1 minuto [20-40 repeticiones], 1 minuto de reposo.
  - Enfriamiento: 5 - 10 minutos
- Intensidad [acondicionamiento]: 11 - 13 escala de Borg / 70%de la frecuencia cardíaca máxima.
- Progresión
  - Ejercicio c: aumento semana de 15 - 20 segundos en tiempo de ciclismo.
  - Ejercicio d: resistencia al pedaleo [después de la sesión 6, dependiendo del rendimiento del ejercicio y sin signos de sobrecarga en las sesiones en curso y anteriores].
  - Ejercicio e: posición de la mano, longitud del brazo de palanca, velocidad, amplitud pequeña a grande, área de superficie aumentada usando guantes o discos de agua [según el rendimiento del ejercicio y sin signo de sobrecarga en las sesiones en curso y anteriores].
- Dispositivos de entrenamiento
  - Temporizador

- Escala de Borg
- Bicicleta acuática
- Discos de agua
- Guantes de agua
- Mancuernas de agua

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

Este capítulo se denomina el planteamiento del problema. En él se encuentra los índices de incidencia y prevalencia de la osteoartritis de rodilla en pacientes. Así también se presenta los efectos terapéuticos del ciclismo acuático como tratamiento fisioterapéutico de la mencionada patología. Se justifica esta investigación al indicar aspectos como magnitud, impacto, vulnerabilidad, alcance y factibilidad. Finalmente están los objetivos de esta investigación: objetivo general y objetivos específicos.

#### **2.1 Planteamiento del problema**

Encontramos una definición que la “osteoartritis de rodilla [OA] es una enfermedad degenerativa de las articulaciones sinoviales y la más prominentes los síntomas son dolor y pérdida de la función física” (Rewald et al, 2019, p. 1), ppor lo que la degeneración que produce la patología afecta cualquier articulación, pero las más frecuentes son las manos, rodilla, cadera.

El estudio que se desarrollará es sobre los pacientes que padecen la OA de rodilla, un dolor progresivo, que disminuye con la actividad física cuando es leve o moderado, pero cuando se encuentra severo el dolor hará que disminuya la actividad física, restringiendo su movilidad hasta llegar a un punto de no hacer ninguna actividad individual, creando una dependencia progresiva hasta llegar casi total de su desplazamiento.

Entre las características clínicas que presentan en la mayoría de los casos que presentan OA el más común es el dolor alrededor de la articulación de la rodilla, este puede ser sordo, agudo, intermitente o constante. También el médico puede escuchar sonidos de estallido, rechinar y pueden presentar debilidad muscular. Otros síntomas son la hinchazón y el bloqueo de la articulación.

Según la Organización Mundial de la Salud [OMS] en el 2020, indica que es una patología que afecta la calidad de vida de una población no necesariamente al adulto mayor, sino que puede empezar a temprana edad y va progresando con la edad. Según la estadística mundial que tiene la OMS, más de 579 millones de personas en el mundo lo padecen, más del 50% de la población mayor de 60 años padece osteoartritis o artrosis.

La causa de la patología puede ser multifactorial como se menciona a continuación, que entre ellas “incluyen antecedentes familiares, edad, obesidad, diabetes, sinovitis, mediadores inflamatorios sistémicos, inmunidad innata, alineación de las extremidades inferiores [*genu valgum, genu varum*], forma articular y displasia, trauma e inflamación por síndromes metabólico, que todo esto conlleva a la formación de osteofitos óseos, esclerosis subcondral y daño en el cartílago articular” (Lespasio et al, 2017, p. 3). También mencionan los mismos autores que la AO está estrechamente relacionada con la edad, ya que la evidencia radiográfica ocurre en la mayoría de las personas a la edad de 65 años y en más del 75% de las personas mayores de 75 años.

Otro punto de vista acerca de la causa se divide en dos factores que uno es modificable como el sobrepeso y otros no modificables que pueden ser heredados como una mutación genética que predispone a la enfermedad que transforma la forma del hueso que rodea la articulación de la rodilla.

Sobre los tratamientos que más se conocen en el ámbito médico sobre la OA que se encuentran descritos en el estudio hecho por Sharman et al (2021), son los ejercicios, los medicamentos, la dieta y la cirugía.

Por consiguiente, mencionamos el tratamiento que se estará estudiando que es el ejercicio a través del ciclismo acuático, que consiste en montar una bicicleta estacionaria resistente al agua, lo que provoca que al paciente una seguridad, lo sienta más fácil y una sensación menos dolorosa el ejercicio que haciéndolo en tierra.

Vale la pena señalar otros efectos que tiene el tratamiento del ciclismo acuático es como la descompresión articular, disminución del dolor, entre otros aspectos fisiológicos que más adelante se detallará en profundidad.

Dando entonces la importancia al ejercicio acuático como un tratamiento que ha empezado a dar resultado por esta razón se realiza el presente estudio con la finalidad de mostrar los efectos que tiene para osteoartritis. Dejando como pregunta de investigación: ¿Cuáles son los efectos terapéuticos del ejercicio en ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla?

## **2.2 Justificación**

Los estudios consultados, mencionan cómo los cambios anatómicos que se van incrementando con el tiempo y mayormente con la edad, desde los 40 años se empiezan a tener síntomas leves, pero a mayor edad aproximadamente de 65 años en adelante los efectos son bastante fuertes para la persona que llegan a preferir quedarse en casa descansando para evitar dolor, lo que provoca en el ámbito psicosocial una dependencia en su familia, un alejamiento social por no poder moverse. Por consiguiente, lleva a tener gastos que no se tenían anteriormente como ayuda de dispositivos, ayudas de personas externas como enfermeras.

Hay que resaltar una alta incidencia que registra la OMS que afirma que en 2020 hubo más de 579 millones de casos registrados de personas con OA, tomando en cuenta que la enfermedad puede llegar a presentar síntomas crónicos 10 años después por lo cual el número de casos aún no registrado puede ser mayor. Inclusive en Latinoamérica que son países que mucho de ellos su economía es fundamentalmente de subsistencia, no llegan a tener acceso a la salud que es un aspecto que también afecta a la hora de tener una estadística exacta. Se tiene estimado que más del 50% la población mayor de 60 años padece OA.

Según otro estudio hecho por Espacio et al (2017), las mujeres tienen una mayor incidencia del 42,1%, que los hombres tienen un 31,2%. También indica que las mujeres con OA radiográfica tienen más probabilidad de tener síntomas que los hombres, y los afroamericanos generalmente informan más síntomas de rodilla y cadera que los blancos, pero sobre todo dependerá de sus actividades que realiza cada día.

Un aspecto clave en la OA es la actividad diaria cotidiana o laboral que provoca que se agrave la patología o que inicie los síntomas. Entre las actividades que especialmente ayuda a desarrollarla son los que requieren arrodillarse, doblar rodillas, ponerse en cuclillas y estar de pie durante periodos largos. Sin dejar de lado los traumatismo y lesiones de rodilla.

Es necesario mencionar que por la alta incidencia que tiene la patología, la necesidad de que la población en general conozca como prevenirlo o como mantener control y así prevenir que los pacientes lleguen a tal extremo de no poder moverse por las molestias presentadas, esto conlleva que las familias o su núcleo social ayuden a su mantenimiento tanto económica, física y emocionalmente.

Un aspecto que también se debe tener en cuenta son las opciones de tratamiento que tiene a la mano el paciente descrito en el estudio hecho por Sarna et al (2021).

- Ejercicio y dieta: Es muy importante el ejercicio ya que se ha encontrado evidencia como les ayuda a las personas a disminuir el dolor, mejora la función física y la calidad de vida. Entre los ejercicios están caminadora, ejercicios isométricos, actividades acuáticas, ejercicio de equilibrio, aumento de rango de movimiento [ROM].
- Intervención térmica: Esta opción son para la disminución del dolor, se puede colorar calor o frío.
- Acupuntura: Es un método que toman las personas para poder manejar el dolor o en algunas ocasiones la inflamación.
- Medicamentos: En el artículo mencionan unos que pueden ser tópicos como la capsaicina que según ensayos controlados aleatorios ha demostrado no tener muchos efectos adversos. Pero también tenemos los otros que son orales que son los AINE.

- Terapia intraarticular: Se menciona que son inyecciones intraarticulares de glucocorticoides, que son buenas para la disminución del dolor por un periodo de tiempo corto.
- Cirugía: Es recomendada muchas veces cuando ya un tratamiento conservador u otro tratamiento no le disminuye el dolor, el paciente tiene que realizar una artroplastia de rodilla que es el remplazo de la rodilla.

De modo que el tratamiento que se investigará es el ejercicio acuático a través del ciclismo sumergido, siendo un tema que hemos visto como novedoso porque no hay mucha información pero que es interesante una combinación de dos técnicas terapéuticas que en los estudios que se han tenido, han salido satisfactorio por lo que se quiere recopilar y conocer la técnica para tener un documento que ayude a los fisioterapeutas tanto presente y futuros.

Este trabajo de investigación es factible debido a que se contará con el apoyo de un licenciado en fisioterapia como asesor de contenido y con acceso a bases de datos especializadas que contienen artículos actualizados que pueden consultarse, de manera gratuita, a texto completo a través de Internet o físicos.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General.**

Identificar mediante un estudio teórico los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla.

### **2.3.2 Objetivos Particulares.**

- Determinar las alteraciones fisiológicas de la osteoartritis de rodilla en pacientes femeninos de grado 1 a 3, según escala Kellgren y Lawrence, para identificar el deterioro a nivel articular ante la patología.
- Documentar los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos que padecen osteoartritis de rodilla de grado 1 a 3, según escala Kellgren y Lawrence.
- Identificar el alcance del ciclismo acuático para pacientes femeninos con osteoartritis de rodilla de grado 1 a 3 según escala Kellgren y Lawrence como plan de intervención.

## Capítulo III

### Marco Metodológico

En el capítulo de la metodología, servirá para poder exponer nuestras bases científicas, como es nuestra investigación, el enfoque, el tipo, el método, díselo y criterios de selección para el estudio y llegar a una respuesta estructurada. Para lo cual en la investigación se dejaron como variable dependiente la osteoartritis de rodilla y la independiente el ciclismo acuático.

#### 3.1 Materiales

La investigación por ser de tipo de recolección de datos, se detalla cuáles fueron los libros, páginas web, artículos científicos e incluso tesis se eran necesarios, para ser materiales de la investigación.

*Tabla 11. Materiales que se utilizaron en la investigación*

<b>Fuentes</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Artículos científicos</b>	24
<b>Páginas web</b>	11
<b>Guías medicas</b>	1
<b>Libros electrónicos</b>	9
<b>Total</b>	45

Fuente: Elaboración propia sobre las fuentes consultadas para la recopilación de la información

### 3.2 Métodos

En la investigación se utilizaron los siguientes buscadores para la recopilación de la información.

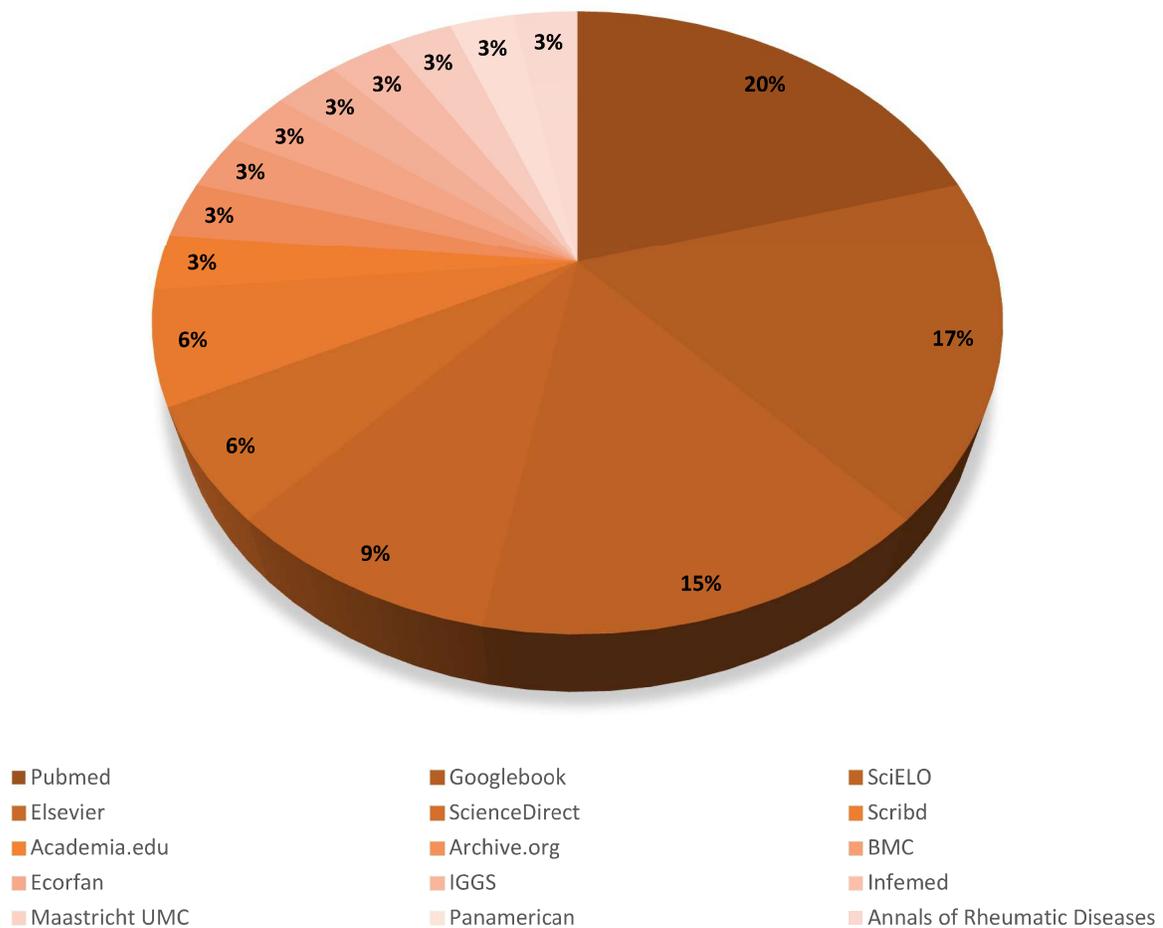


Figura 11 Buscadores utilizados en la investigación

Fuentes: Elaboración propia

Dentro de las ecuaciones de búsquedas que se utilizará en la investigación una de ellas fueron el ciclismo acuático, beneficios del ciclismo, osteoartritis de rodilla, clasificación de la OA, tratamiento de la OA, efectos de la hidroterapia, ejercicios acuáticos, escala de Kellgren y Lawrence, biomecánica de la rodilla, epidemiología de la OA, entre otros.

### **3.2.1 Enfoque de investigación**

En la presente investigación se considera el enfoque cualitativo porque la investigación es de diseño de no experimental, porque es una interpretación de la información recolectada.

El enfoque cualitativo, “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (Hernández et al, 2014, p. 7).

Como la presente investigación, fue de recopilar la información sobre el ciclismo acuático como tratamiento para pacientes que padecen osteoartritis para poder interpretar los datos y llegar a un resultado.

### **3.2.2 Tipo de estudio**

Es un estudio de tipo descriptivo por que detallan los componentes de las variables y enumeran los conceptos para comprender el tema de estudio.

Por ser de tipo descriptivo, “mide de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación”. (Arias, 2012, p. 25).

Según la investigación descriptiva que se tiene sobre el ciclismo acuático para pacientes con osteoartritis de rodilla, ayuda poder analizar cada variable en profundidad, para examinar todos los datos recolectos en la investigación.

### **3.2.3 Método de estudio**

Se realiza la siguiente investigación con el método análisis - síntesis, para poder analizar la información recolectada.

“Ambos son procesos cognoscitivos importantes para la investigación científica; el análisis es una operación intelectual que posibilita descomponer mentalmente un todo complejo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones y componentes, la síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión entre las partes, previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos componentes de un fenómeno o proceso” (Díaz, 2009, p. 130).

Por lo que la investigación se utiliza el método mencionado anteriormente para analizar toda la información recolectada para poder hacer una estructura, un orden de la información para tener un orden lógico, pero también la síntesis ayuda poder completar dicha información, para poder introducir en la investigación lo más importante.

### **3.2.4 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación del trabajo es no experimental ya que las fuentes de la información son secundarias y no hay trabajo de campo.

El diseño no experimental, “son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Hernández, 2014, p. 152).

Según la investigación, el trabajo de recopilación de información sobre el ciclismo acuático en pacientes con osteoartritis, el investigador no intervino en ningún estudio, no fue al lugar donde se realizaron los estudios, sino que solamente junto dicha información de fuentes secundarias para poder llegar a entender primero como es la osteoartritis en la rodilla, prosiguiendo conocer los efectos que según la literatura se ha demostrado a la fecha.

### 3.2.5 Criterios de selección

En cada investigación que se realiza, el investigador debe de establecer parámetros en los que la investigación pueda establecer un campo de estudio, factores, tiempos, fuentes en los que, si entrarán en la recopilación de la información, en este caso se escoge los siguientes criterios de inclusión y exclusión para el estudio.

*Tabla 12 Criterios de selección*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Artículos científicos con DOI	Tesis de licenciatura
Artículos que estén dentro de una revista médica verídica	Artículo científicos sin DOI
Libros no mayores de 15 años de antigüedad	Artículos que no estén en una revista médica
Libros electrónicos y físicos	Información en páginas web no oficiales medicamente
Guías medicas de instituciones reconocidas	Estudios no hablen de la osteoartritis de rodilla
Artículos en otros idiomas	Estudios que se realicen en pacientes sanos o masculinos
Estudios que sea de la osteoartritis, ejercicios acuáticos, ciclismo, ciclismo acuático, efectos de la hidroterapia, osteoartritis de rodilla	Libros con antigüedad más de 15 años
Páginas web de instituciones médicas oficiales	Estudios que no sean evaluados con la escala de Kellgren y Lawrence
Estudios en pacientes con osteoartritis escala 1 a 3 según Kellgren y Lawrence	Guías medicas de instituciones reconocidas pero con una antigüedad mayor de 10 años

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Variables

Para poder realizar la operacionalización de las variables es necesario entender que es una variable, “es una propiedad que puede fluctuarse y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Hernández, 2014, p. 105).

También podemos encontrar que Arias (2012), indica que las variables se puede clasificar de la siguiente manera:

### 3.3.1 Variable independiente.

Son las causas que general y explican los cambios de la variable dependiente, en la investigación es el tratamiento que se aplica a los pacientes con osteoartritis.

### 3.3.2 Variable dependiente.

Son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente, este constituye los efectos que se miden, en este caso es la osteoartritis.

### 3.3.3 Operacionalización de variables.

En la investigación que se realizó se realizara de la siguiente manera la operacionalización de las variables.

*Tabla 13 Operacionalización de variables*

<b>Tipo Variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Operacional</b>	<b>Fuentes</b>
Independiente (causa)	Ciclismo acuático	Consiste en montar en bicicleta estacionaria resistente al agua y el participante se sumerge, solicitando que realice un pedaleo contra la resistencia al agua.	Tratamiento de 12 semanas, cada sesión dura 45 minutos	(Rewald, S., 2016)
Dependiente (efecto)	Osteoartritis de rodilla	Es una enfermedad incurable, que se caracteriza por el deterioro progresivo del cartílago articular, por una proliferación ósea subcondral.	Dolor de rodilla de 4 a 7, según escala Kellgren y Lawrence debe de estar en 1 a 3. Rigidez articular	(Oteo, 2021)

Fuente: Elaboración propia

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

En el capítulo se plasman los resultados encontrados para cada objetivo con base en artículos científicos. Se resalta una discusión donde se analizan los objetivos para conocer si 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**

Se podrá analizar cada objetivo que se propuso en la investigación para poder acompañarlo con sus artículos que lo respaldan, en la cual la presente investigación es sobre los efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos de grado 1 a 3 según escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla.

En las siguientes tablas se registran los resultados de los artículos seleccionados que se encontraron sobre el tratamiento que se propone en la investigación con evidencia sobre los efectos.

Objetivo número uno: Alteraciones fisiológicas de la osteoartritis de rodilla en pacientes femeninos de grado 1 a 3, según escala Kellgren y Lawrence, para identificar el deterioro a nivel articular ante la patología.

Tabla 14 Resultados del primer objetivo

<b>Autor</b>	<b>Naranjo et al (2011). Fisiopatología celular de la osteoartritis: el condrocito articular como protagonista.</b>
<b>Estudio</b>	Es una investigación de revisión bibliográfica, en la cual seleccionan 62 artículos, desde 1993 al 2010. La investigación tuvo como objetivo conocer el funcionamiento normal del condrocito porque es el responsable de la síntesis de la matriz extracelular.
<b>Resultado</b>	Se recopila que el condrocito se somete siempre adaptaciones, este es fundamental para su supervivencia y la homeostasis del cartílago, mediante un balance adecuado entre la síntesis y el catabolismo. Indica que no es ajeno a la perturbación del organismo ya que responde a la variedad de mensajes químicos como las citocinas que se dan por el proceso inflamatorio en la OA.
<b>Autor</b>	<b>Arias (2014). Osteoartritis</b>
<b>Estudio</b>	Revisión de los principales aspectos de la enfermedad con énfasis en la importancia del diagnóstico mediante resonancia magnética por imagen y ecografía. Se basa en una revisión bibliográfica en las bases de datos Medline, Biblioteca Cochrane y Dynamed de Medicina Basada en la Evidencia, Biblioteca virtual de Salud Bireme y Ebsco. La presente revisión tuvo como objetivos la evidencia de nuevos conocimientos en la etiopatogenia, genética y medios de diagnóstico, así como en su tratamiento.
<b>Resultado</b>	La OA es una enfermedad que no solamente se da por la vejez, sino que su causa inicial es la inflamación del cartílago, luego se extiende a todas las estructuras de la articulación, lo que va provocando un desequilibrio en la homeostasis intraarticular, mostrando los síntomas de la OA comunes en las primeras etapas de la patología.
<b>Autor</b>	<b>Viteri, (2019), Osteoartrosis. Una revisión de literatura</b>
<b>Estudio</b>	Estudio basado en una revisión de la literatura disponible, la epidemiología y los factores de riesgo involucrados, nuevos conocimientos de la fisiopatología, los tratamientos disponibles tanto médicos. Como objetivo de la revisión fue

---

exponer las referencias bibliográficas que actualmente existen que se refieren a la OA.

---

**Resultado** Es una enfermedad altamente prevalente de origen multifactorial, pueden ser de por la biomecánica, bioquímicos, inmunológicos, procesos post inflamatorios y factores que condicionen la patología. La liberación de los condrocitos estimula y liberan enzimas que degradan la matriz de los proteoglicanos y del colágeno. Lo que lleva a una alteración de las superficies de la articulación mostrando los cambios anatómicos que motivarán a la clínica del dolor y destrucción de la articulación.

---

Fuente: Elaboración propia

Objetivo número dos: Efectos terapéuticos del ciclismo acuático para pacientes femeninos que padecen osteoartritis de rodilla grado 1 a 3, según escala Kellgren y Lawrence.

*Tabla 15 Resultados del segundo objetivo*

---

<b>Autor</b>	<b>Rewald et al, (2014). Viabilidad del ciclo acuático en pacientes con osteoartritis de rodilla: un estudio piloto.</b>
<b>Estudio</b>	Muestra voluntaria de 10 mujeres y hombres entre 46 y 77 años, con historia de artrosis de rodilla, entrenando una vez a la semana durante 45 minutos, por un periodo de 8 semanas. La investigación tuvo como objetivo conocer las opiniones, experiencias e ideas de los pacientes con artrosis de rodilla sobre el ciclismo acuático.
<b>Resultado</b>	Revelaron satisfacción en términos de alivio de dolor, siendo este evaluado antes y después del ejercicio a través de la escala numérica, muestra una reducción de un punto del dolor de rodilla. También los pacientes evaluaron el ciclismo acuático como una opción beneficiosa para mantenerse físicamente activos. Los efectos terapéuticos que revelan el estudio es la disminución del dolor.
<b>Autor</b>	<b>Rewald et al, (2016). Efecto del ciclismo acuático sobre el dolor y el funcionamiento físico en comparación con la atención habitual en pacientes con osteoartritis de rodilla: protocolo de estudio de un ensayo controlado aleatorio.</b>
<b>Estudio</b>	Ensayo controlado aleatorio, simple ciego, de grupos del Centro Médico de la Universidad de Maastricht en Países Bajos. Los pacientes fueron reclutados desde

---

---

marzo del 2013 hasta octubre del 2015 con diagnóstico de OA leve a moderado. Se dividieron en dos grupos, uno de control que recibieron la atención habitual, incluido recomendaciones en el estilo de vida, rutina de medicación y las consultas con sus médicos durante 24 semanas. El otro grupo es de intervención, que recibieron fisioterapia adicional durante el período de intervención de 12 semanas, dos veces a la semana por 45 minutos. El objetivo del estudio es poder proporcionar una descripción detallada del programa de ejercicio y la metodología de un estudio para comparar este programa con el tratamiento que implica únicamente la atención habitual.

---

**Resultado** Se evalúa los pacientes con diferentes escalas, entre ellas la del dolor, el funcionamiento físico con el cuestionario Koos, Womac, escala de función de las extremidades inferiores [LEFS], escala numérica de calificación del dolor [NPRS], datos sobre la fuerza muscular isométrica e isocinética de isquiotibiales y cuádriceps con dinamómetro, prueba de marcha de 6 minutos. Los resultados preliminares del estudio muestran una mejora del 21% al 29% en las puntuaciones sobre el dolor y función en la escala de Womac para el grupo de hidroterapia a comparación del grupo de atención habitual que no mostro mejora.

---

**Autor** **Rewald et al, (2020). El ciclismo acuático mejora el dolor de rodilla y el funcionamiento físico en pacientes con osteoartritis de rodilla: un ensayo controlado aleatorio.**

---

**Estudio** Pacientes en total son 111 de edades entre 50 a 70 años con osteoartritis de rodilla leve a moderada unilateral, se separaron en un grupo de ciclismo acuático con 55 pacientes, ellos recibieron 2 sesiones de 45 minutos por semana. El grupo de atención habitual con 47 pacientes. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos del ciclismo acuático sobre el dolor de rodilla y el funcionamiento físico en pacientes con osteoartritis de rodilla.

---

**Resultado** Muestran que un programa de entrenamiento con ciclismo acuático de 12 semanas, un mejoramiento del dolor de rodilla auto informado y del funcionamiento físico en pacientes con OA de rodilla leve a moderado en comparación del grupo de atención habitual. Se tiene un promedio de asistencia del 80% de los pacientes del grupo que recibieron ciclismo acuático. También se encuentran diferencias estadísticas significativas en tanto a la disminución del dolor y funcionamiento físico.

---

Fuente: Elaboración propia

Objetivo número tres: El alcance del ciclismo acuático para pacientes femeninos con osteoartritis de rodilla grado de 1 a 3 según escala Kellgren y Lawrence como plan de intervención.

*Tabla 16 Resultados del tercer objetivo*

<b>Autor</b>	<b>Becker, (2009). Terapia acuática: fundamentos científicos y aplicaciones de rehabilitación clínica</b>
<b>Estudio</b>	Se basa en una revisión clínica sobre conceptos actuales. Para lo cual se tomaron en cuenta 200 artículos. El objetivo de la revisión es describir los cambios fisiológicos que ocurre durante la inmersión aplicados a una variedad de problemas de rehabilitación.
<b>Resultado</b>	Se demuestra que el cuerpo sumergido en agua produce efectos fisiológicos que se han utilizados terapéuticamente durante siglos en la historia médica, porque el ejercicio acuático y la rehabilitación sigue siendo muy poco utilizado a pesar de su reciente aumento de popularidad. Se ha demostrado que los beneficios para la salud del ejercicio acuático pueden llegar a ser igual o superar a otras formas de ejercicio, como caminar y correr. Hay incluso algunos atributos únicos de la terapia acuática que parecen preservar y proteger la salud y la longevidad.
<b>Autor</b>	<b>Medrano et al, (2008). Pedalear en el agua: ventajas y beneficios de la resistencia hidrodinámica.</b>
<b>Estudio</b>	Se basa en la recopilación de información de 18 artículos, páginas web y libros que se hizo para caracterizar, enunciar y explicar los beneficios que esta novedosa actividad puede reportar a quienes lo practican. El objetivo del estudio es caracterizar, enunciar y explicar los beneficios que esta novedosa actividad puede reportar a quienes lo practican.
<b>Resultado</b>	La investigación indica que la biomecánica es muy similar entre la condición seca y el medio acuático, pero si se analiza que el medio seco hay una inercia que se genera en el pedaleo que provoca un descanso, una disminución de la resistencia, pero en el medio acuático requiere una misma fuerza para mantener el pedaleo lo que ayuda a tener una respuesta cardiovascular, un mayor consumo de energía, una presión hidrostática en las articulaciones, también otro alcance es que el músculo requiere de mayor niveles de activación debido a la resistencia constante.

<b>Autor</b>	<b>Rewald et al, (2018). Artrosis de rodilla y ciclismo acuático</b>
<b>Estudio</b>	Un ensayo controlado aleatorio simple ciego, comparó un programa de ejercicios de ciclismo acuático de 12 semanas, 24 sesiones con pacientes con OA de rodilla leve a moderada. Ciento once pacientes fueron aleatorizados dejando el grupo de ciclismo acuático con 55 pacientes y el grupo de control con 56, 9 pacientes se retiraron antes del inicio del estudio, 19 pacientes se perdieron durante el seguimiento, la tasa de asistencia fue del 80%. Todos los pacientes fueron los que consultaron al Centro Médico de la Universidad de Maastricht.
<b>Resultado</b>	Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la pos-intervención y el seguimiento para el dolor de rodilla, el funcionamiento físico, kinesiofobia a favor del grupo que tienen como tratamiento el ciclismo acuático, también se detectó una mejora a corto plazo en la calidad de vida específica de la enfermedad. También indica que la inmersión acuática provoca cambios fisiológicos como en el sistema cardiovascular que influye en la distribución del volumen sanguíneo debido a la presión externa esto significa que el volumen de sangre en el tórax aumente aproximadamente 600ml en consecuencia hay un mayor ingreso de sangre al corazón durante la diástole llevando a un estiramiento del miocardio. Otro sistema que también tiene cambios es el sistema nervioso central que este modulan la sensación de dolor y estado de ánimo.

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Discusión

En la investigación se da a conocer los efectos terapéuticos que tiene el ciclismo acuático en pacientes que padecen osteoartritis de rodilla que son leves a moderado según escala de Kellgren y Lawrence, se pudo recopilar información donde se encuentra que el tratamiento ha tenido resultados favorables desde el inicio. El tratamiento acuático es efectivo, pero combinando con la terapia del ciclismo estacionario llega a tener un aporte bastante interesante, que en la actualidad se está popularizando lo que ayuda a realizar estudios.

El estudio de Ulatowski (2009), compara la bicicleta submarina y la rehabilitación convencional en artroplastia total de rodilla, dando a conocer el beneficio que tiene el ciclismo acuático para ganar rango de movimiento, disminución de la inflamación, teniendo como

resultado luego de la terapia un promedio del rango de movimiento de unos 18° mayor a diferencia de la terapia convencional, también se tomó como importante la disminución de la inflamación de unos 5 cm en paciente que hicieron terapia subacuática. Algo importante que se menciona en el estudio, que hay una disminución de la necesidad de analgésicos, también una disminución de derrame articular. El investigador recomienda que los pacientes se sienten a nivel o cerca de los riñones en el agua y que se pueden usar diferentes ajustes de pedaleo. En la investigación indican que la terapia temprana bajo el agua no tuvo ningún efecto sobre las condiciones de la herida y que los pacientes muestran una satisfacción subjetivamente mayor que la terapia convencional.

En otro estudio realizado por Medrano et al, (2008), detalla las ventajas y beneficios que tiene la terapia del ciclismo acuático por la resistencia hidrodinámica que genera el agua y el pedal, indicando que el pedaleo acuático al utilizar un pedal con una plataforma ayuda a incrementar la resistencia hidrodinámica y crea un flujo turbulento que genera una fuerza de frenado en la parte delantera y fuerza de succión en la parte trasera, lo que permite una continua activación muscular y equilibrada en los miembros inferiores. También indica que se obtiene una respuesta en la parte cardiovascular generando un menor valor de pulsaciones por minuto y menores niveles de lactato sanguíneo que favorece en los procesos de recuperación luego de la terapia, en la parte articular por la presión hidrostática, la hipo gravidez permiten una reducción de las cargas sobre la columna y la rodilla haciendo factible su prescripción en personas con patologías artrológicas.

Se obtienen respuestas en la parte de la termorregulación del cuerpo, favoreciendo en atenuar el incremento de temperatura corporal ante el ejercicio o la terapia de rehabilitación del paciente, incluso se tienen mejoras ventilatorias a la hora de incorporar ejercicios para los

miembros superiores y ejercicios de concienciación respiratoria realizada en el medio acuático incrementando la fuerza inspiratoria y con ello la eficiencia ventilatoria. Es una terapia que ayuda a disminuir el peso corporal en los pacientes que son obesos, por el consumo de energía que se hace en la terapia por tener una resistencia continua que es mayor que cuando se hace el ejercicio terrestre. Hay una mayor implicación muscular en el ejercicio y en los factores de actividad, permitiendo prolongar el consumo energía. Recomienda el investigador que uniendo 30 minutos de trabajo cardiovascular con 10 minutos de fortalecimiento en el medio acuático puede descender la grasa corporal.

Algo que es importante mencionar que el pedaleo acuático es una actividad que entusiasma a todos los sectores de la población puesto que permite realizar un ejercicio con intensidad personalizada, adecuada a muchos objetivos relacionados al mantenimiento o mejora del estado de salud. Los beneficios de esa actividad no sólo están restringidos a la esfera física, sino que también aborda la esfera psicológica, gracias al entorno lúdico que favorece el agua.

En otro estudio de Rewald et al, (2017), hace una investigación bastante interesante para recopilar información sobre el ciclismo acuático, para dar a conocer lo que se sabe hasta ese momento, cuáles serían sus alcances. Indica que pueden aplicarse en pacientes que tienen problemas de equilibrio porque el ciclismo acuático le ayuda en que se mantenga sentado y más la presión hidrostática le ayuda a su control postural, porque el agua no le permite realizar muchos movimientos que le lleven a la pérdida del equilibrio, incluso se menciona que también es beneficioso para los pacientes que realizan marcha dentro del medio acuático. Se puede resaltar que dentro de sus limitaciones que podrían impedir que los médicos utilicen el ciclismo acuático con fines terapéuticos podrían incluir los costos de inversión, los requisitos de espacio de almacenamiento y la configuración elaborada de las bicicletas acuáticas.

Algo importante que resalta la investigadora en su estudio es que la evidencia científica sobre los beneficios potenciales del ciclismo acuático parece ser escasas, indica que se utilizaron términos de búsqueda obvios como ciclismo acuático, bicicleta acuática o ciclismo acuático y arrojaron muy pocos resultados que dificulta poder hacer un estudio más completo.

Entre los estudios que logra recopilar se tiene sobre el ciclismo terrestre en comparación con el ciclismo acuático que mayormente se centran en resultados cardiovasculares que mostraban que la frecuencia cardíaca tiene una tendencia a ser más baja durante el ciclismo acuático en comparación al ciclismo terrestre, el gasto cardíaco y el volumen sistólico eran más altos durante el ciclismo acuático. Indica que la presión hidrostática ejercida produce un desplazamiento de sangre de las extremidades a la cavidad torácica lo que aumenta el llenado arterial, así aumentando el gasto cardíaco y el volumen sistólico.

La misma investigadora Rewald et al (2015), realiza un estudio de factibilidad sobre un entrenamiento de circuito acuático incluyendo la terapia del ciclismo acuático para pacientes con osteoartritis de rodilla, indicando que se realizó grupos pequeños con un máximo de 3 participantes, una vez a la semana durante 45 minutos durante un período de 8 semanas. El tratamiento fue gratuito y solo tenían que cubrir los gastos del transporte. Se llevó a cabo el tratamiento en una piscina climatizada, los ejercicios que estaban incluidos en el estudio eran el de marcha que se tomó como calentamiento y enfriamiento, continuando con el ciclismo acuático, luego subir y bajar un escalón bajo el agua, después realizar sentadillas, siguiendo con flexión, extensión de rodilla y abducción de cadera agarrado con una mano de la barra de trabajo, continuando con un ciclo de piernas sentando en un flotador largo en la piscina, luego estirando los cuádriceps, psoas iliaco, aductores, isquiotibiales, pantorrillas entre 3 a 4

repeticiones terminando con una serie de equilibrio teniendo un flotador largo bajo los pies moviéndolos.

El plan de ejercicio va aumentando en 3 niveles diferentes, lo que le lleva a tener el hallazgo que sugiere que 10 minutos de ciclismo acuático es probablemente un tiempo demasiado corto, también encuentra que la percepción de los pacientes sobre el ciclismo acuático se realiza sin esfuerzo en la posición sentada, este se da porque no se llega a tener un control sobre el ritmo de pedaleo porque cada participante tiene su ritmo autoseleccionado.

Por último, en el estudio menciona que es necesario tener una frecuencia más alta de 2 a 3 sesiones semanales, indica que el tratamiento permite al fisioterapeuta dedicar más tiempo a la supervisión de otros pacientes y el ciclismo acuático es fácil de incorporarse en el entrenamiento en circuito, también es un tratamiento que permite a las instituciones proporcionar entrenamientos en grupos pequeños incluso con 1 bicicleta acuática.

La investigación más reciente de Rewald et al, (2020), del ciclismo acuático para mejorar el dolor de rodilla y el funcionamiento físico en pacientes con osteoartritis de rodilla, encuentra que su tratamiento de 12 semanas si tuvieron resultados positivos no solamente para el dolor y el funcionamiento, sino que también logra mostrar a corto plazo una mejoría de la calidad de vida, a mediano plazo una mejora del rendimiento físico y el miedo al movimiento para los pacientes que estuvieron en el grupo con ciclismo acuático.

Los resultados que obtuvieron el grupo con ciclismo acuático según el estudio fueron por diferentes aspectos de la intervención, una de ellas sugiere que el ejercicio aeróbico es efectivo para mejorar el dolor y funcionamiento de la rodilla con OA, también indica que hay una mejora significativa en la distancia de caminata de seis minutos que está dentro de su

evaluación. Indica que el funcionamiento físico tiene como resultado mejoras porque los pacientes tienen un mayor control muscular de las extremidades inferiores porque durante el tratamiento requiere una coordinación de ambas extremidades. También indica que la experiencia del ejercicio para los pacientes fue bastante tranquilizante porque dentro sus capacidades ya conocen el ciclismo y aumentaron sus expectativas de lo que piensan que son capaces, lo que también llevaba a una reducción significativa del miedo al movimiento en el grupo del ciclismo acuático.

### **4.3 Conclusiones**

La revisión bibliográfica que se realizó para la investigación tuvo como objetivo fundamental poder identificar los efectos terapéuticos del ciclismo acuático en pacientes femeninos de grado 1 a 3 según la escala de Kellgren y Lawrence que padecen osteoartritis de rodilla, para así evidenciar que la técnica propuesta puede llegar a ser una opción viable para los pacientes que padecen osteoartritis de rodilla. Dentro de los estudios encontrados para la investigación se logra registrar que la terapia tuvo como efectos principales una disminución del dolor, una disminución del edema y un aumento del rango de movimiento [ROM].

En cuanto a las alteraciones fisiológicas de la osteoartritis de rodilla, se logra evidenciar que es de origen multifactorial, pero que va de la mano una la alteración del homeostasis de los condrocitos que llega a tener como resultado una alteración en el catabolismo y de la síntesis conllevando a los pacientes los síntomas clínicos de la OA.

Se determinan los efectos terapéuticos de la aplicación del ciclismo acuático en pacientes femeninos con osteoartritis de rodilla leve a moderado, entre ellos se evidencia que el dolor según valor estadísticos tiene una mejora significativa, el rango de movimiento aumenta

porque los pacientes van disminuyendo el dolor, el miedo al movimiento lo que permite que realicen movimientos completos, el medio acuático no permite movimientos bruscos, lo que previenen una descoordinación en los miembros inferiores y dolor en la articulación. También se evidencia como el cuerpo sumergido en un medio acuático permite una presión hidrostática que promueve una estimulación en la presión arterial, en los vasos linfáticos promoviendo una disminución del edema que en unos estudios comparando con tratamientos conservadores llegaban a ser bastantes las diferencias.

Se llega a tomar en consideración otros efectos que tiene el ciclismo acuático en pacientes con osteoartritis de rodilla, porque se evidencia en los estudios que el tratamiento puede llegar a tener efectos en el sistema cardiovascular, en el sistema nervioso, en el sistema muscular e inclusive un estudio indica que puede ayudar en la parte psicológica con el estado de ánimo del paciente, superando de tal manera algunos efectos terapéuticos y fisiológicos que se tiene en una terapia convencional.

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

La perspectiva que se buscan en la revisión bibliográfica es poder incentivar a más profesionales de poder profundizar más sobre un tratamiento bastante novedoso que no es nuevo pero que ha tomado impulso en los últimos años que es el ciclismo acuático en pacientes con osteoartritis, actualmente se puede encontrar con evidencia científica pero aún se enfocan solo con la disminución del dolor o mejoramiento del funcionamiento físico pero se pueden enfocar en diferentes aspectos como el fortalecimiento muscular, coordinación, el equilibrio o incluso también en otras patologías como pacientes con fibromialgia, remplazo de rodilla, lesiones de ligamentos. Durante la investigación se pudo evidenciar que hay algunos

estudios que están proponiendo el tratamiento del ciclismo acuático por todos los beneficios que se registran.

Se desea que se tenga una continuidad en el estudio del tratamiento del ciclismo acuático que es una terapia que tiene bastante campo en donde se puede enfocar un tratamiento de recuperación o incluso un tratamiento para mejorar el funcionamiento, este último con atletas de alto rendimiento como jugadores de futbol, atletismo, futbol americano, entre otros.

## Referencias

- Abbott. (2 de 10 de 2021). *Abbott* . Obtenido de <https://www.medicine.abbott/cl/index/salud-articular-que-es-la-osteoartritis.html>
- Abramoff, B. (2020). Osteoarthritis: Pathology, Diagnosis, and Treatment Options. *Medical Clinics of North America*, 293- 311, Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.10.007>.
- Alcalde, G. (2017). Effect of aquatic physical therapy on pain perception, functional capacity and quality of life in older people with knee osteoarthritis: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 317, Obtenido de DOI 10.1186/s13063-017-2061-x.
- Anatomiaui1. (2 de Diciembre de 2014). *Blog Anatomia - Cadera y Rodilla*. Obtenido de <https://tinyurl.com/ctdefmsx>
- Arias, A. (2014). Osteoarthritis. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 173-186, Obtenido en <https://es.scribd.com/document/296222110/Osteoartritis-pdf>.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Republica Boliviana de Venezuela: Episteme, C.A., Obtenido de <https://tinyurl.com/pj588zyh>.
- Becker, B. (2009). Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM&R La revista de lesiones, funciones y rehabilitación*, 659-872, Obtenido de DOI: 10.1016/j.pmrj.2009.05.017.
- Carmona, B. (2021). Osteoarthritis en adultos mayores atendidos en el Hospital de Rehabilitación “Julio Díaz”. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación.*, 594, Obtenido de <http://revrehabilitacion.sld.cu/index.php/reh/article/view/594/636>.
- Cellus, C. (11 de Septiembre de 2019). *Clínica Cellus*. Obtenido de <https://www.clinicacellus.cl/informacion-al-paciente/blog/articulo/estos-son-los-grados-de-la-artrosis-de-rodilla/>
- Dallo, D. I. (30 de Junio de 2015). *Dr. Ignacio Dallo* . Obtenido de <https://drignaciodallo.com.ar/anatomia-del-menisco/>
- Díaz, V. (2009). *Metodología de la investigación científica y bioestadística y estudiantes de ciencias de la salud*. Santiago: RIL Editores, Obtenido de <https://tinyurl.com/59pbtt4y>.
- Espinosa, R. (2018). Reunión multidisciplinaria de expertos para el diagnóstico y tratamiento de la osteoartritis. Actualización basada en evidencias. *Medicina Interna de México*, Vol. 34, No. 3, Obtenido de <https://doi.org/10.24245/mim.v34i3.1433>.

- Gatica, A. d. (30 de Septiembre de 2021). *Ariel de Gatica, Mejora tu práctica de yoga*. Obtenido de <https://arieldegatica.com/como-cuidar-tus-rodillas-en-yoga/>
- Guanajuato, U. d. (2018 de Febrero de 2018). *Contenidos didácticos digitales / Campus Digital UG*. Obtenido de <https://blogs.ugto.mx/enfermeriaenlinea/unidad-didactica-8-las-articulaciones/>
- Health, S. C. (2 de Octubre de 2021). *Stanford Children's Health*. Obtenido de <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=ligamentinjuriestotheeknee-85-P04023>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México, DF: Punta Santa Fe, Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- Hussain, S. (2016). Knee osteoarthritis: a review of management options. *Scottish Medical Journal*, 1-10, Obtenido de DOI: 10.1177/0036933015619588.
- Ibarra, J. (2015). Effectiveness of hydrotherapy to reduce pain and improve quality of life and physical function in adults with knee osteoarthritis: A systematic review. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, Vol. 22, No. 4, Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462015000400005>.
- IGSS, I. G. (- de - de 2019). Diagnóstico funcional y tratamiento rehabilitativo del paciente adulto con osteoartrosis de rodilla (OA de rodilla)". *Guía de práctica clínica basada en la evidencia (GPC-BE) No. 116*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: IGSS, Guatemala, Obtenido de <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2020/10/GPC-BE-No-116-Diagnostico-Tratamiento-Osteoartrosis-Rodilla-IGSS.pdf>.
- Jimenez, C. (2018). Application of a program of strengthening exercises in quadriceps and hamstrings by means of thera-band in patients with grade II knee osteoarthritis of 45 to 60 years of age. *Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica*, 24-32, Obtenido de [https://www.ecorfan.org/taiwan/research\\_journals/Fisioterapia/vol2num5/Revista\\_de\\_Fisioterapia\\_y\\_Tecnolog%C3%ADa\\_M%C3%A9dica\\_V2\\_N5.pdf](https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Fisioterapia/vol2num5/Revista_de_Fisioterapia_y_Tecnolog%C3%ADa_M%C3%A9dica_V2_N5.pdf).
- Kan, H. (2019). Non - Surgical treatment of knee osteoarthritis. *Hong Kong Med*, 128, Obtenido de <https://doi.org/10.12809/hkmj187600>.
- Kapandji, A. I. (2010). *Fisiología Articular*, tomo 2. Madrid, España: Editoria Medica Panamericana, Obtenido de <https://es.scribd.com/document/362850389/DIscrib-com-151201811-Kapandji-Fisiologia-Articular-Tomo-II-Miembro-Inferiorpdf>.
- Kendall, F. (2007). *Músculos pruebas funcionales postura y dolor*. Madrid, España: Marban libros S.L., Obtenido de [https://www.academia.edu/7284853/Kendalls\\_M%C3%BAsculos\\_pruebas\\_funciones\\_y\\_dolor\\_postural\\_1](https://www.academia.edu/7284853/Kendalls_M%C3%BAsculos_pruebas_funciones_y_dolor_postural_1).
- Kinezitepapija24. (30 de Septiembre de 2021). *Kinezitepapija24*. Obtenido de <https://kineziterapija24.lt/kelio-sanarys/>

- Lespasio et al, M. (2017). Artrosis de rodilla: introducción. *The Permanente Journal*, 16-183, Obtenido de <https://doi.org/10.7812/TPP/16-183>.
- López, S. (2009). Propiedad métricas del cuestionario WOMAC y de una versión reducida para medir la sintomatología y la discapacidad física. *Atención Primaria*, 615, Obtenido de doi:10.1016/j.aprim.2009.02.005.
- Martinez, R. (2015). Osteoartritis [artrosis] de rodilla. *Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología*, 48, Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchot.2015.10.005>.
- Medrano et al, I. . (2008). Pedalear en el agua: ventajas y beneficios de la resistencia hidrodinámica. *Piscinas XXI: revista de la construcción, mantenimiento y equipos de la piscina, spas y saunas*, No. 218 pag. 90-94, Obtenido en <https://www.poolbiking.com/pdf/media/chulvi-pisxxi.pdf>.
- Moore, K. (2019). *Moore, Anatomía con Orientación clínica*. Philadelphia, PA: Copyright de la edición en español, Obtenido de <https://archive.org/details/anatomia-con-orientacion-clinica-8a-edicion-moore/page/8/mode/2up>.
- Musculos.org. (25 de Septiembre de Acceso 2021). *Musculos Anatomía org*. Obtenido de <https://www.musculos.org/>
- Naranjo, S. (2011). Fisiopatología celular de la osteoartritis: el condrocito articular como protagonista. *Revista IATREIA*, 167-178, Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932011000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932011000200006).
- Neumann, D. (2007). *Fundamentos de la Rehabilitación Física*. -: Editorial Paidotribo, Obtenido de <https://es.scribd.com/document/340550824/Neumann-Donald-A-Fundamentos-De-Rehabilitacion-Fisica-pdf>.
- OMS, O. M. (2020). *Panlar*. Obtenido de <https://www.panlar.org/pacientes/miremos-la-artrosis-osteoartritis-con-ojos-de-pacientes>
- Oteo, A. (2021). Mecanismos etiopatogénicos de la artrosis. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, Obtenido de <https://dx.doi.org/10.20986/resed.2021.3851/2020>.
- R. Drake, e. a. (25 de Septiembre de 2020). *Gray Anatomía para estudiantes*. Canada: Bookaid. Obtenido de <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomyofajoint-85-P03169>
- Rewald, S. (2014). Feasibility of Aqua Cycling in Patients with Knee Osteoarthritis - A Pilot Study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, Obtenido en <http://dx.doi.org/10.1136/annrheumdis-2014-eular.5027>.
- Rewald, S. (2015). Aquatic circuit training including aqua-cycling in patients. *J Rehabil Med*, 376-381, Obtenido de DOI: 10.2340/16501977-1937.
- Rewald, S. (2016). Effect of aqua-cycling on pain and physical functioning compared with usual care in patients with knee osteoarthritis: study protocol of a randomised

controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*, 88, Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s12891-016-0939-5>.

Rewald, S. (2017). Aquatic cycling - What do we know? A scoping review on head-out aquatic cycling. *PLoS ONE*, Obtenido de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177704>.

Rewald, S. (2018). Knee osteoarthritis and aquatic cycling: Development and evaluation of an exercise programme. *Datawyse / Universitaire Pers Maastrich*, 1-200, Obtenido de <https://doi.org/10.26481/dis.20180711sr>.

Rewald, S. (2020). Aquatic Cycling Improves Knee Pain and Physical Functioning in Patients With Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 1288-1295, Obtenido de DOI:<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.12.023>.

Reyes, M. (2014). *Principios de Hidroterapia y Balneoterapia*. Aravaca, Madrid: FER Fotocomposición S.A., Obtenido de [https://kupdf.net/download/principios-de-hidroterapia-y-balneoterapia-medilibroscom\\_59d2a8f308bbc59b5368717c\\_pdf](https://kupdf.net/download/principios-de-hidroterapia-y-balneoterapia-medilibroscom_59d2a8f308bbc59b5368717c_pdf).

Salud, O. M. (2020). *PANLAR*. Obtenido de <https://www.panlar.org/pacientes/miremos-la-artrosis-osteoartritis-con-ojos-de-pacientes>

Sharma et al, L. (2021). Osteoarthritis de rodilla. *The New England Journal of Medicina*, Obtenido de DOI: 10.1056 / NEJMcp1903768.

Taboadela, C. (2007). Goniometría. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociart SA ART, Obtenido de <https://aaot.org.ar/wp-content/uploads/2019/12/Taboadela-Claudio-H-Goniometria-Eval-Incap-Laborales-2007.pdf>.

Thompson, J. (2010). *Netter's Concise Orthopaedic Anatomy*. Philadelphia, PA: Saunders, Obtenido de [https://med-mu.com/wp-content/uploads/2018/07/Netter\\_s-Concise-Orthopaedic-Anatomy-2e-Netter-Basic-Science-Saunders-2009.pdf](https://med-mu.com/wp-content/uploads/2018/07/Netter_s-Concise-Orthopaedic-Anatomy-2e-Netter-Basic-Science-Saunders-2009.pdf).

Viteri, F. (2019). Osteoartrosis. Una revisión de literatura. *Revista Cubana de Reumatología*, Vol. 21, No. 2, E91, Obtenido en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1817-59962019000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1817-59962019000200009).