

*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### EFFECTOS FÍSICOS DEL EJERCICIO AERÓBICO DE BAJO Y MEDIANO IMPACTO SOBRE LA RESISTENCIA MUSCULAR DE PACIENTES DE 5 A 15 AÑOS CON SÍNDROME DE DOWN

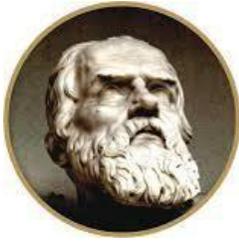


Que presenta

**Rebecca María Samayoa David**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala, Diciembre 2024



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

# EFFECTOS FÍSICOS DEL EJERCICIO AERÓBICO DE BAJO Y MEDIANO IMPACTO SOBRE LA RESISTENCIA MUSCULAR DE PACIENTES DE 5 A 15 AÑOS CON SÍNDROME DE DOWN

Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia



Que Presenta

**Rebecca María Samayoa David**

Ponente

**Dr. Eduardo Baltazar Gaytán**

Director de Tesis

**Lic. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, Diciembre 2024

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

Ponente	Rebecca María Samayoa David
Director de Tesis	Dr. Eduardo Baltazar Gaytán
Asesor Metodológico	Lic. María Isabel Díaz Sabán

Guatemala, 23 de noviembre de 2024

Alumna  
Rebecca María Samayoa David  
Presente

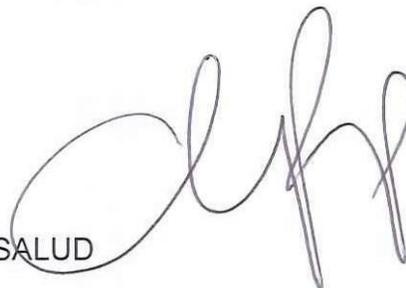
Respetable Alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down”** correspondiente al Examen General Privado de la carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por **APROBADO** el mismo.

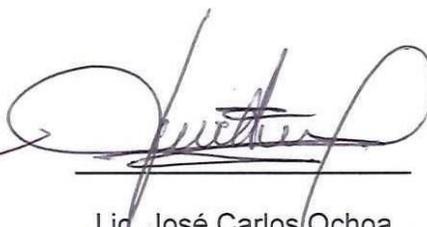
Aprovechamos la oportunidad para felicitarle y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

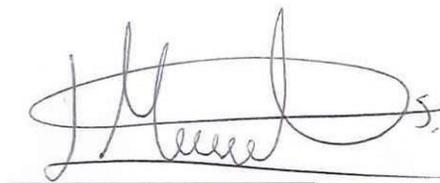
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Lic. Lester Daniel Lima  
Morales  
Secretario



Lic. José Carlos Ochoa  
Pineda  
Presidente



Licda. Lidia Marisol de Leon  
Sinay  
Examinador

Guatemala, 26 de abril del 2023

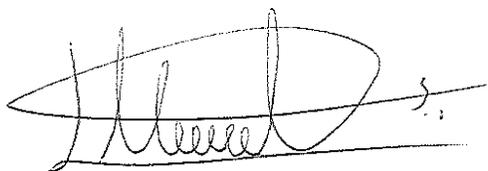
Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Presente

Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que se ha realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: **“Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down”** de la alumna Rebecca María Samayoa David.

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,



Licda. Lidia Marisol de Leon Sinay  
Asesor de Tesis  
IPETH-Guatemala

Guatemala, 28 de abril del 2023

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la Alumna Rebecca María Samayoa David de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado **“Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down”**, mismo que ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Licda. Jessica Gabriela Yax Velásquez  
Revisor Lingüístico  
IPETH. Guatemala



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

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

<b>Nombre del Director:</b> Dr. Eduardo Baltazar Gaytan
<b>Nombre del Estudiante:</b> Rebecca Maria Samayoa David
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down
<b>Fecha de realización:</b>

**Instrucciones:** Verifique ~~Noviembre 2023~~ en 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**

  
 Dr. Eduardo Baltazar Gaytan  
 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> Lic. Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> Rebecca Maria Samayoa David
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down
<b>Fecha de realización:</b> Noviembre 2023

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

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

<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>Formato de Página</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	X		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
j.	Color fuente negro.	X		
k.	Estilo fuente normal.	X		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
m.	Texto alineado a la izquierda.	X		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
o.	Interlineado a 2,0	X		
p.	Resumen sin sangrías.	X		
<b>2</b>	<b>Formato Redacción</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medurado.	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>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y 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>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	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

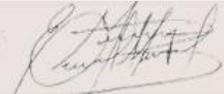


Licenciada María Isabel Díaz Sabán

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

**DICTAMEN DE TESINA**Siendo el día 30 del mes de Noviembre del año 2023.

Los C.C.

**Director de tesina**  
Función**Dr. Eduardo Baltazar Gaytan****Asesor Metodológico**  
Función**Lic. Isabel Díaz Sabán****Coordinador de titulación**  
Función**Lft. Emanuel Alexander Vásquez Monzón****Autorizan la tesina con el nombre****Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down****Realizada por la Alumna:****Rebecca Maria Samayoa David****Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el título como Licenciado en Fisioterapia.****IPETH**  
Titulación Campus Guatemala

firma y Sello de Coordinación de titulación



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

**Rebecca Maria Samayoa David**

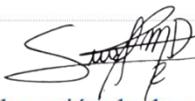
como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Efectos físicos del ejercicio**

aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down.

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

Fecha **30 de Noviembre 2023**

Rebecca Maria Samayoa David  
Nombre completo



Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

Deseo dedicar esta investigación a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en todo momento y a mis padres Sergio Samayoa y Zaluza David quienes han sido un apoyo importante en este proceso, ya que me han dado su apoyo y motivación durante este camino.

## **Agradecimiento**

Quiero dedicar esta investigación a Dios principalmente por que ha sido un pilar durante este proceso de formación, a mis padres y a mis compañeros que han sido mi apoyo incondicional en todo este trayecto, ya que me han motivado a seguir a delante y no me han dejado caer pese a que muchas veces he querido rendirme, especialmente a Alejandra Mérida, María Reneé Álvarez, Joyce Garcia y Andrea Villatoro. Y por último a mi director de tesis el DR. Eduardo Baltazar Gaytán por su paciencia y dedicación durante este periodo.

## **Palabras clave**

Síndrome de Down

Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto

Fuerza muscular

Hiperlaxitud

Tratamiento físico para niños con SD

# Índice

Portadilla.....	i
Investigadores responsables.....	ii
Carta de Galileo aprobación de examen privado.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Carta Galileo aprobación asesor de tesis.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Carta Galileo revisor lingüístico.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Lista de cotejo.....	vii
Dictamen de tesina.....	x
Hoja titular de derechos.....	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimiento.....	xiii
Palabras clave.....	xiv
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
Marco Teórico.....	2
1.1    Antecedentes generales.....	2
1.1.1    Definición.....	3
1.1.2    Incidencia.....	3
1.1.3    Clasificación.....	4
1.1.4    Características.....	7

1.1.5	Factores predisponentes .....	8
1.1.6	Anatomía.....	8
1.1.7	Fisiopatología:.....	17
1.1.8	Diagnóstico .....	19
1.1.8	Complicaciones.....	20
1.2	Antecedentes específicos.....	22
1.2.1	Definición: .....	22
1.2.2	Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto en paciente con SD.....	23
1.2.3	Indicaciones y contraindicaciones.....	24
1.2.4	Fuerza y resistencia muscular .....	25
1.2.5	Flexibilidad .....	27
1.2.6	Dosificación .....	29
1.2.7	MET .....	30
Capítulo II.....		33
Planteamiento del Problema .....		33
2.1	Planteamiento del problema .....	33
2.2	Justificación.....	34
2.3	Objetivos .....	36
2.3.1	Objetivo general .....	36
2.3.2	Objetivos específicos .....	36

Capítulo III.....	38
Marco Metodológico.....	38
3.1 Materiales .....	38
3.2 Métodos.....	41
3.2.1 Enfoque de investigación.....	41
3.2.2 Tipo de estudio .....	42
3.2.3 Método de estudio .....	42
3.2.4 Diseño de investigación.....	43
3.2.5 Criterios de selección.....	43
3.3 Variables .....	44
3.3.4 Operacionalización de las variables.....	45
Capítulo IV .....	47
Resultados.....	47
4.1 Resultados .....	47
4.2 Discusión.....	53
4.3 Conclusiones .....	55
4.4 Perspectivas.....	56
Referencias.....	58

## Índice de Figuras

Figura 1 Síndrome de Down por trisomía 21. ....	5
Figura 2 Síndrome de Down por traslocación. ....	5
Figura 3. Síndrome de Down por mosaicismo.....	6
Figura 4. Características físicas de personas con SD.....	7
Figura 5. Tejido muscular y sus divisiones.....	10
Figura 6. Contracción muscular.....	11
Figura 7. Tipos de tejidos musculares.....	14
Figura 8. Contracción muscular.....	16
Figura 9. Ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto. ....	23
Figura 10. Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto en personas con SD.....	24
Figura 11. Ejercicio en personas con Síndrome de Down. ....	25
Figura 12. Fuerza y resistencia. ....	27
Figura 13 .Flexibilidad.....	28
Figura 14. Circuito de ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto. ....	30
Figura 15. MET y esfuerzo percibido. ....	32

## Índice de Tablas

Tabla 1. Variación de los índices de prevalencia de nacimiento de malformaciones congénitas en América Latina.....	4
Tabla 2. Clases de contracción muscular.....	12
Tabla 3. Diferencia entre hipotonía e hipertonía.....	17
Tabla 4. Indicaciones y contraindicaciones del ejercicio aeróbico.....	24
Tabla 5. Intensidad de los METS.....	31
Tabla 6. Tabla de buscadores.....	39
Tabla 7. Criterios de selección.....	43
Tabla 8. Operacionalización.....	45
Tabla 9. Fisiopatología.....	48
Tabla 10. Tipos de ejercicios aeróbicos.....	50
Tabla 11. Beneficios físicos del ejercicio aeróbico .....	52

## Resumen

El presente trabajo de investigación, se realiza a través de una revisión bibliográfica, investigando los Efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down. El SD es un defecto genético en donde la división células es anormal y como consecuencia da copias adicionales de todo o parte del cromosoma 21. Este material genético extra puede llegar causar cambios tanto en los rasgos físicos como en el desarrollo de las personas con este síndrome. El objetivo general de la investigación describir los efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down., mediante una revisión bibliográfica basada en evidencia científica actual. En donde se plantea: describir la Fisiopatología para entender el desarrollo y afectaciones de las personas con este síndrome. A su vez, se determinará la dosificación del entrenamiento de ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto para aumentar la resistencia muscular en pacientes con SD. Finalmente, se busca justificar los efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto como coadyuvante para el aumento de la fuerza muscular.

Se contempla que la presente investigación posee un enfoque de tipo cualitativo, siendo una investigación descriptiva con un diseño no experimental de corte transversal y un método de síntesis y análisis. Por último, se logra evidenciar que se puede mejorar la resistencia muscular en pacientes con síndrome de Down con ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto.

# **Capítulo I**

## **Marco Teórico**

En este capítulo se da a conocer ampliamente los aspectos en los cuales afecta el síndrome de Down, se profundiza tanto los antecedentes generales donde se expone la problemática detallada, definición, clasificación, etiología, fisiopatología, factores de riesgo, epidemiología y diagnóstico, así también los antecedentes específicos con el desarrollo de la técnica seleccionada y tratamientos fisioterapéuticos que se pueden utilizar en pacientes con síndrome de Down.

### **1.1 Antecedentes generales**

Los antecedentes generales abarcan la definición de lo que es el Síndrome de Down, sus clasificaciones, diagnóstico, fisiopatología y anatomía donde se da a conocer el proceso de contracción de los músculos, los tejidos que se ven involucrados y el tono muscular.

### **1.1.1 Definición**

El Síndrome de Down (SD) es un defecto genético en donde la división células es anormal y como consecuencia da copias adicionales de todo o parte del cromosoma 21. Este material genético extra puede llegar causar cambios tanto en los rasgos físicos como en el desarrollo de las personas con este síndrome. Esta copia adicional puede alterar el desarrollo del cuerpo y el cerebro del niño, lo que puede provocar problemas mentales y físicos. (Pruthi, 2018).

### **1.1.2 Incidencia**

Nazer y Cifuentes en 2011 confirmaron que “ECLAMC (estudio colaborativo Latino Americano de Malformaciones Congénitas) como programa de investigación clínico-epidemiológica sobre factores de riesgo en la etiología de las malformaciones congénitas mediante el método de casos y controles”. El alcance a nivel mundial del síndrome de Down se valora entre 1 en 1000 y 1 en 100 recién nacidos.

En América Latina, según datos de ECLA-MC en 2011, la predisposición en todos los países participantes es elevar las tasas de SD. Según el Centro de Información del Sistema Internacional de Monitoreo de Defectos de Nacimiento, en los años 1974-79 en América del Sur el índice por 1.000 nacimientos era de 1.46 y subió a 1.49 por mil entre 1985-1989, luego de 1.58 entre 1990-1994, a 1.82 en el período 1995-1996 para llegar 1.85 en 1998 (Tabla 1) (Nazer y Cifuentes, 2018).

**Tabla 1.** Variación de los índices de prevalencia de nacimiento de malformaciones congénitas en América Latina.

<b>Periodo</b>	<b>Tasa por 1,000</b>
1974-1979	1,46
1985-1989	1,47
1990-1994	1,58
1995-1996	1,82
1998	1,88

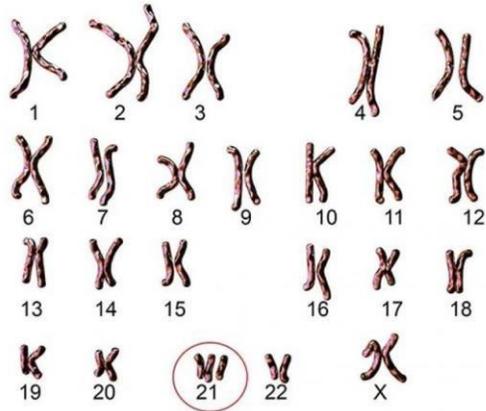
*Elaboración propia basado en información de (Nazer y Cifuentes, 2018).*

Toledo en 2019 muestra que hay unas 30 mil personas con este diagnóstico en Guatemala.

### **1.1.3 Clasificación**

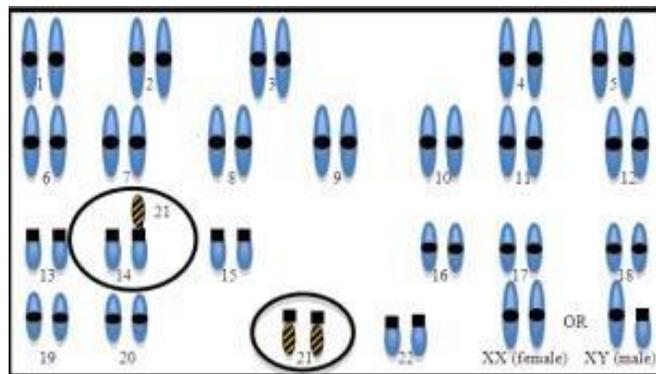
Esta anomalía cromosómica que causa el cromosoma adicional, se divide en 3 clases:

*Trisomía 21:* esta anomalía es la más común y frecuentemente sucede de forma esporádica, ya que las células llegan a tener 47 cromosomas en lugar de 46, y este cromosoma adicional se produce por la madre, debido a una falla en la división de los cromosomas, (Figura 1) (Muñoz, 2018).



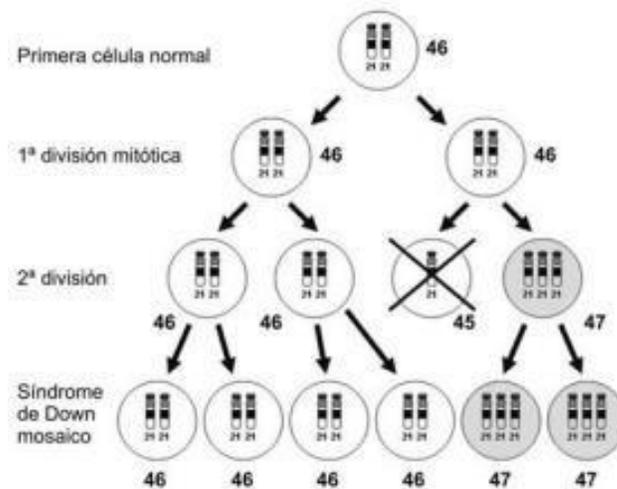
**Figura 1.** Síndrome de Down por trisomía 21 <https://tinyurl.com/ycyz7w3y>.

*Traslocación:* esto sucede cuando el óvulo se une con el espermatozoide y se une un segmento adicional de uno de los cromosomas del par 21 y este se une al par 14, en este caso la madre o el padre pueden ser los portadores del material genético adicional heredando uno o varios. (Figura 2) (Muñoz, 2018).



**Figura 2.** Síndrome de Down por traslocación <https://tinyurl.com/mv3ma9b8>.

*Mosaicismo:* El mosaicismo indica que la composición cromosómica de las células no es homogénea, sino que contiene alguna variación. Esto se debe a un fallo en la división durante la fase de la meiosis, lo que provoca que algunas células contengan números diferentes de cromosomas, por lo cual podemos decir que el cigoto durante la fase de la meiosis puede perder o duplicar un cromosoma en el par 21. (Figura 3) (Muñoz, 2018).



**Figura 3.** Síndrome de Down por mosaicismo <https://tinyurl.com/ms8ks8f7>.

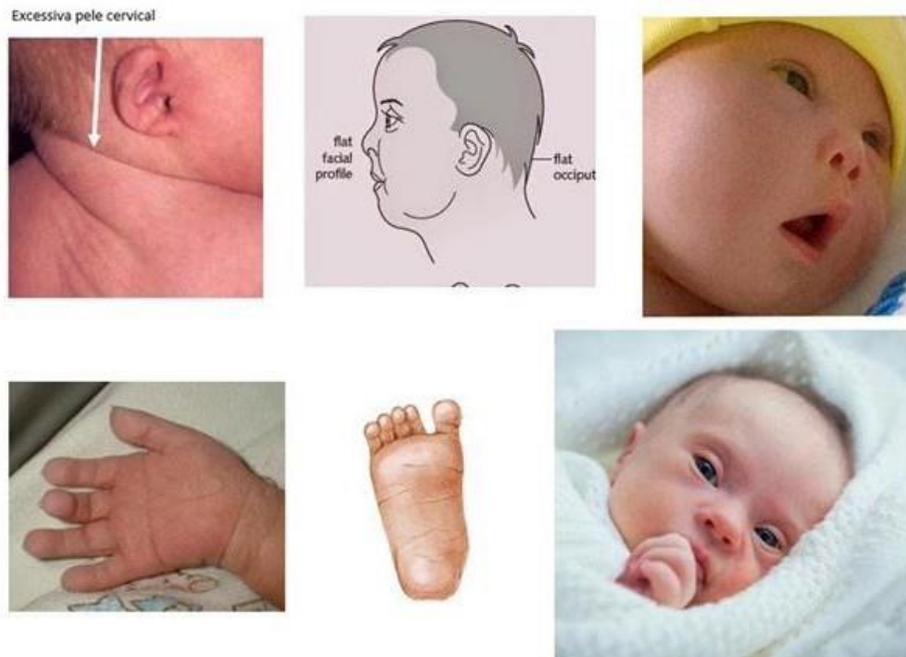
Clínicamente hablando tanto el SD por traslocación como la trisomía 21 son muy parecidos, pero las personas con mosaicismo pueden llegar a tener un fenotipo ligero, según la distribución celular y la extensión de descendencia celular normal.

## 1.1.4 Características

### Características físicas

Las personas con Síndrome de Down suelen tener rasgos característicos en su morfología normales como lo es la cara aplanada, ojos pequeños en forma de almendra, baja estatura, nariz plana y suelen tener paladar alto, protrusión he hipotonía lingual.

Presentan braquicefalia, con muy poco cabello, fino y liso, su cuello es corto y suele tener tejido adiposo y dérmico en exceso. Las orejas son irregulares y pequeñas, sus manos destacan por tener hipotonía muscular, un solo pliegue palmar y distancia entre el primer dedo y segundo dedo del pie. (Figura 4) (Coelho, 2018).



**Figura 4.** Características físicas de personas con SD <https://tinyurl.com/38j6vcmf>.

### **1.1.5 Factores predisponentes**

Se puede diagnosticar el Síndrome de Down prenatalmente realizando un examen del líquido amniótico o por medio de un examen citogenético de las vellosidades coriónicas. La probabilidad de un trastorno hereditario va a depender de la anomalía cromosómica responsable del síndrome. Cuando los padres son jóvenes, sobre todo la madre (menor de 35 años) y ha tenido un hijo con trisomía 21 con mosaico o regular, hay probabilidad de tener otro hijo con la misma afectación cerca de un 0.5% y de 1% para todos los tipos de anomalías cromosómicas. (Lisker, 2013).

Cuando la madre es mayor a 35 años, el riesgo de recurrencia es parecido al relacionado con la edad materna, como ya se mencionó anteriormente. El riesgo de que pueda ocurrir nuevamente en el caso de que uno de los padres sea el portador de una traslocación Robertsoniana va a depender del tipo de traslocación y de quien lo porta ya sea la madre o el padre (Lisker, 2013).

Cuando hay una translocación 14 y 21 y el portador es el padre el riesgo es de 2.5% y cuando la portadora es la madre el riesgo es del 10%.

Cuando uno de los padres tiene una transferencia Robertsoniana entre ambos cromosomas 21, el riesgo de recurrencia es del 100% independientemente de quien haya sido el mediador. Pero si ninguno de los progenitores es el portador de la traslocación, el riesgo de que pueda ocurrir es del 2-3% (Artigas, 2022).

### **1.1.6 Anatomía**

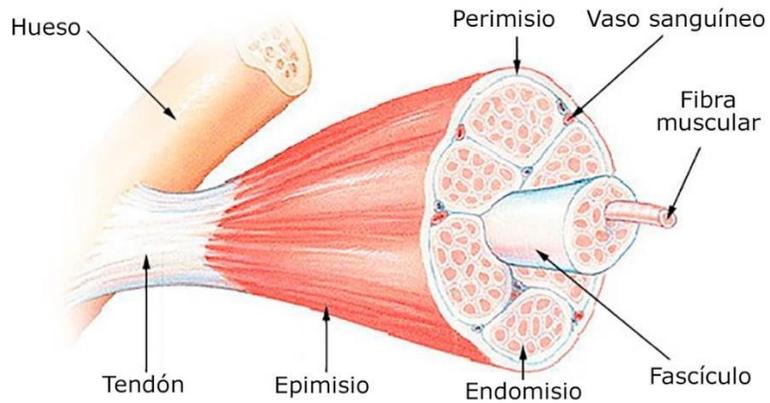
### 1.1.6.1 Generalidades del sistema muscular

Los músculos esqueléticos constituyen la parte activa del aparato locomotor, su función es generar movimiento mediante su capacidad de contraerse y relajarse de forma coordinada, esto quiere decir, la transformación de energía química en energía mecánica. (Tortora y Derrickson, 2013).

El tejido conectivo tiene como función proteger y fortalecer al músculo y este se divide en 3 capas:

- *Epimisio*: es la capa más externa rodeando todo el musculo
- *Perimisio*: esta rodea de 100 a 1000 o más fibras musculares y los separa en haces denominándolos fascículos.
- *Endomisio*: este está presente en el interior de cada fascículo y separa las fibras haciéndolas individuales.

Los músculos están debidamente vascularizados e inervados, por cada nervio que ingresa al músculo va acompañado de una arteria y dos venas. (Figura 5) (Tortora y Derrickson, 2013).



**Figura 5.** Tejido muscular y sus divisiones (Tortora y Derrickson, 2013).

### 1.1.6.2 Contracción muscular

Se requiere la intervención del sistema nervioso para que se produzca la contracción muscular. Los músculos lisos o involuntarios son controlados por el sistema nervioso autónomo y los músculos estriados voluntarios o esqueléticos están controlados por el sistema nervioso central. (Modiano, 2022)

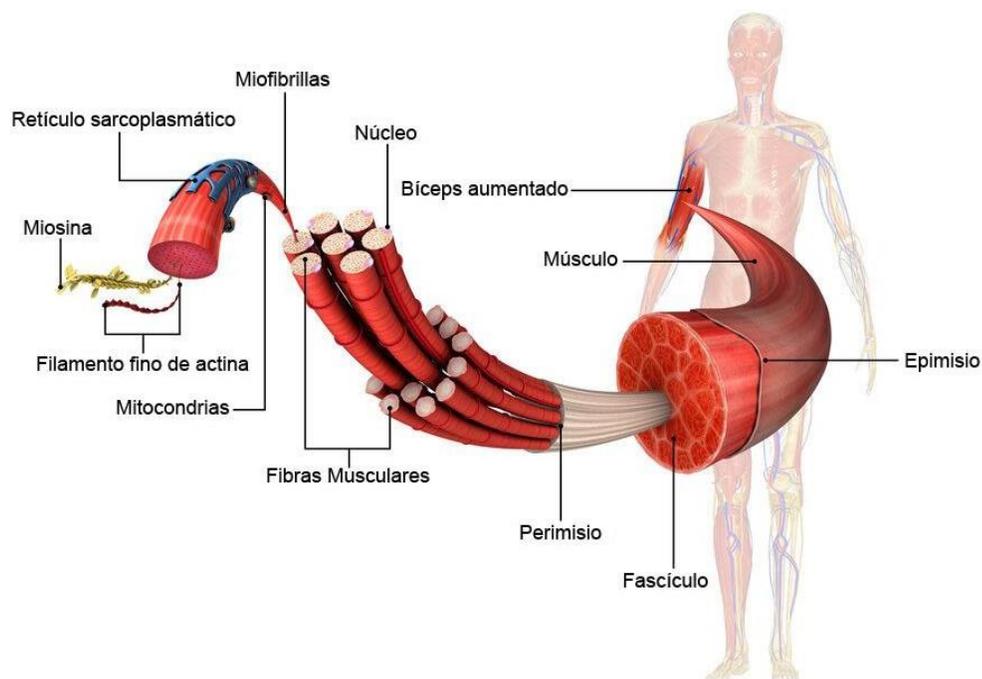
El impulso nervioso viaja desde el cerebro hasta el músculo a través de motoneuronas, pasan por sus axones (ubicados al final de la neurona), cada uno acercándose a diferentes fibras (sin contacto directo), se libera el neurotransmisor acetilcolina de la placa terminal motora del sarcolema, donde se encuentran las terminaciones nerviosas motoras.

(Tagliaferri, 2019)

Para que un músculo se contraiga, se deben dar estímulos de suficiente intensidad para alcanzar el umbral de excitación; No todas las fibras tienen el mismo umbral, mientras que

algunas se contraen ante estímulos de baja intensidad, mientras que otras requieren un estímulo mayor. En una contracción muscular hay tres momentos: el período de latencia, el período de acortamiento y el período de relajamiento. El primero abarca desde la aplicación del estímulo hasta el inicio de la contracción propiamente dicha, al inicio no hay excitabilidad y se mide en milésimas de segundo; el segundo corresponde a la contracción propiamente dicha, donde la excitabilidad va aumentando progresivamente, y el último es cuando desaparece el estímulo que ocasiono la contracción, la excitabilidad va descendiendo. En el período de reposo la excitabilidad vuelve a estar como al inicio.

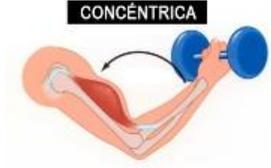
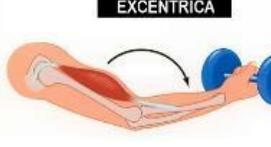
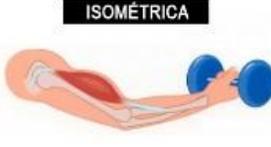
(Figura 6) (Tagliaferri, 2019).



**Figura 6.** Contracción muscular [https://tinyurl.com/333f2k2a\\_](https://tinyurl.com/333f2k2a_)

### 1.1.6.2 Clases de contracciones

Tabla 2. Clases de contracción muscular.

Tipos de contracciones	Concepto	Ejemplo
<b>Concéntrica</b>	La fuerza ejercida por los músculos vence la resistencia. El punto donde se inserta está más cerca del punto de origen, acortando la longitud del músculo y aumentando su anchura.	
<b>Excéntrica</b>	La resistencia supera a la fuerza. El punto de inserción y el origen se alejan. Es cuando ocurre el descenso del peso que fue movilizado.	
<b>Isométrica</b>	No se ve movimiento o desplazamiento, pero hay tensión. Los puntos de origen e inserción no se alejan ni acercan, sino que se mantienen constante. La fuerza que posee el músculo y la resistencia que debe vencer están equilibradas.	

Elaboración propia basado en información de <https://tinyurl.com/5fzmrhac>.

El tejido muscular se divide en 3 tipos:

- *Tejido muscular esquelético*

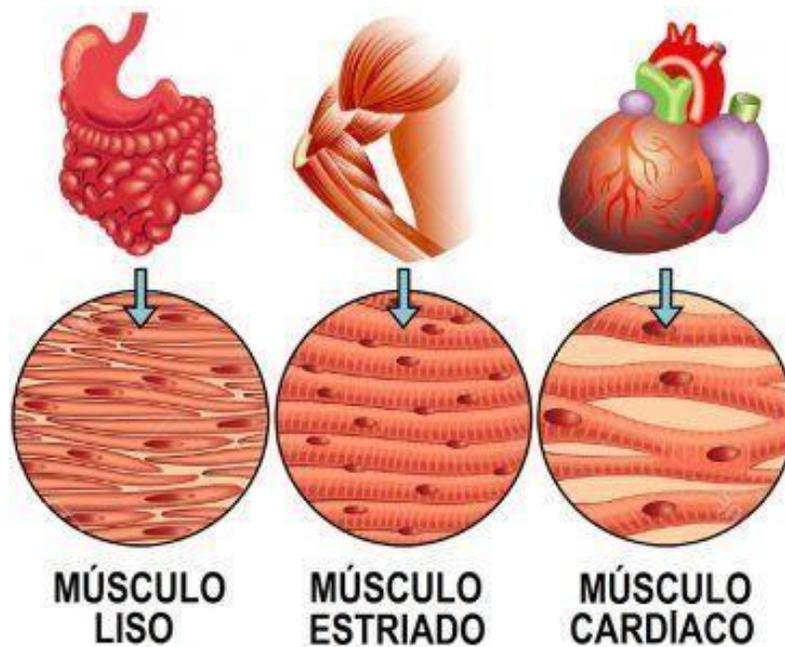
Estos mueven a los huesos del esqueleto, trabajando de manera voluntaria, esto quiere decir que las células nerviosas lo controlan de manera consciente; a su vez también puede trabajar de manera inconsciente como lo es el diafragma, al momento de respirar, para mantener la postura.

- *Tejido muscular cardíaco*

Su acción es involuntaria, la contracción y relajación del corazón no son controlados conscientemente, este late ya que tiene un marcapasos interno.

- *Tejido muscular liso*

Este se encuentra en las paredes de las estructuras internas huecas, la acción de este es involuntaria, este es regulado por neuronas autónomas y hormonas liberadas del sistema endocrino (Figura 7).



*Figura 7. Tipos de tejidos musculares <https://tinyurl.com/yduy62x5>.*

Guyton y Hall proponen un mecanismo general de 8 pasos de la contracción muscular, descritos de la siguiente manera:

- a) El potencial de acción viaja a lo largo de la fibra motora hasta los extremos de sus fibras musculares.
- b) . En cada extremo, el nervio libera una mínima cantidad del neurotransmisor acetilcolina.
- c) La acetilcolina actúa localmente en la membrana de las fibras musculares y abre varios canales de cationes "controlados por acetilcolina" a través de moléculas de proteína que flotan en la membrana.
- d) La apertura de canales activados por la acetilcolina permite la difusión de grandes iones de sodio en la membrana de la fibra muscular. Esto provoca una

despolarización local, que al mismo tiempo conduce a la apertura de canales de sodio dependientes de voltaje, lo que origina un potencial de acción de membrana.

- e) El potencial de acción se mueve a lo largo de la membrana de las fibras musculares al igual que el potencial de acción se mueve a lo largo de las membranas de las fibras nerviosas.
- f) El potencial de acción despolariza la membrana muscular y la mayor parte de la corriente generada por el potencial de acción fluye a través del centro de la fibra muscular, lo que hace que el retículo sarcoplásmico libere una gran cantidad de iones de calcio almacenados en él.
- g) Los iones de calcio inician fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, lo que hace que se deslicen entre sí a lo largo, formando el proceso de contracción.
- h) Luego de un segundo, los iones de calcio son bombeados hacia afuera del retículo sarcoplásmico. El Ca se bombea fuera de la membrana y permanece en la retina hasta que se produce un nuevo potencial de acción muscular; esta eliminación de iones de calcio de las miofibrillas hace que el músculo deje de contraerse (Figura 8) (Guyton y Hall, 2019).

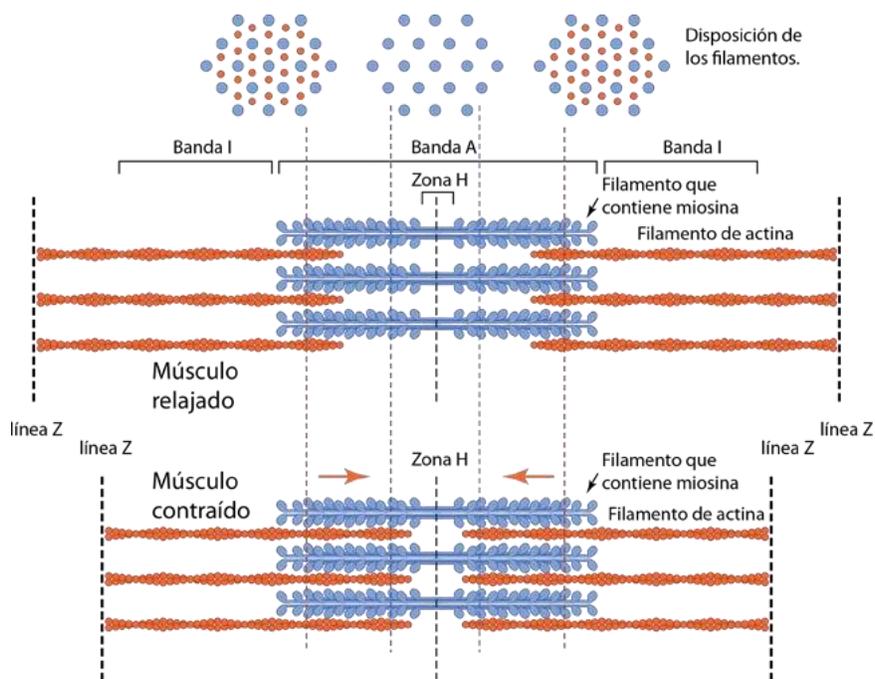


Figura 8. Contracción muscular. <https://tinyurl.com/22y3n9vz>

El tono muscular es aquel ligero grado de tensión del músculo debido a contracciones involuntarias de las unidades motoras, depende de neuronas del encéfalo y la medula; cuando las neuronas que inervan un músculo están dañadas el músculo se vuelve flácido, lo que significa que está en un estado de debilidad en el que pierde el tono muscular. El tono muscular mantiene firmes los músculos, pero no genera una fuerza para provocar un movimiento. (Guyton y Hall, 2019).

Existen dos tipos de alteraciones del tono, ambos se deben a una afección en las neuronas motoras del cerebro o de la medula espinal, estos son:

- Hipotonía: se refiere a la disminución o pérdida del tono muscular, estos se muestran aplanados y blandos, por lo que se les llama flácidos, con el tiempo esta flacidez puede

ocasionar la disminución o abolición de los reflejos tendinosos, atrofia y degeneración del músculo (Ferrer, 2019).

- **Hipertonía:** se refiere al aumento del tono, manifestándose de dos maneras, ya sea espasticidad en la cual hay un aumento del tono con compromiso de los reflejos tendinosos por lo que puede existir la hiperreflexia o la rigidez la cual existe un aumento del tono, pero sin compromiso de los reflejos tendinosos (Tabla 3) (Ferrer, 2019).

**Tabla 3.** Diferencia entre hipotonía e hipertonía.

<b>Diferencias entre hipotonía e hipertonía</b>	
<b>Hipotonía</b>	<b>Hipertonía</b>
Disminución o falta de movimiento	Movimientos descontrolados
Debilidad muscular	Aumento de la resistencia muscular
Cuellos y extremidades relajadas	Cuello tenso y extremidades flexionadas o rígidas.
Movilidad articular desordenada	Marcha en tijeras y en puntillas

Elaboración propia basado en información de (Nicolaidis, 2019).

### **1.1.7 Fisiopatología**

El Síndrome de Down es un trastorno genético causado por la trisomía del cromosoma 21, generalmente debido a la falta de disyunción o defecto de los cromosomas o las cromátidas hermanas para dividirse correctamente durante la división celular. La trisomía

21 puede ser parcial o completa, quiere decir que la presencia de un supernumerario completo de HSA21 es la causa genómica del síndrome de Down.

*Trisomía 21:* Este tipo se observa en el 95% de los casos diagnosticados con trisomía 21. En este caso, hay 3 copias libres del cromosoma 21 en lugar de las 2 habituales. La verdadera causa de este fenómeno es la no disyunción de los cromosomas de la madre durante la meiosis y el óvulo recibe dos copias del cromosoma 21 y la tercera copia se hereda por el padre en el espermatozoide. (Pruthi, 2018).

*Traslocación:* Se designa traslocación por la combinación de dos cromosomas acrocéntricos por su centrómero, con pérdida de material satélite de sus brazos cortos, el resultado será un cromosoma compuesto por los brazos largos de los cromosomas fusionados; las translocaciones pueden ser de origen genético o de “novo”, es decir no heredadas. Cuando su origen es genético es porque el padre o la madre contienen una de las dos copias del cromosoma 21 adyacente por su centrómero a otro cromosoma. (Pruthi, 2018).

*Mosaicismo :* Se trata de la presencia de dos o más líneas celulares con estructuras cromosómicas diferentes en un mismo individuo, se ha establecido que el mosaicismo puede darse de dos formas: meiótica, la fecundación fue trisómica, pero en posteriores ciclos de división celular nace una línea celular que pierde una copia adicional del cromosoma 21 y la mitosis, aquí la fertilización es cromosómicamente normal, pero en algún momento durante las sucesivas divisiones, durante la mitosis se produce la no separación y se forma una línea trisómica. (Pruthi, 2018).

### 1.1.8 Diagnóstico

Se puede suponer un diagnóstico de síndrome de Down si se identifican anomalías físicas mediante

- Ecografías
- Pruebas de cribado materno en suero
- Detección sistemática prenatal no invasiva

Las ecográficas fetales anormales muestran defecto del canal auriculoventricular y atresia duodenal e incluyen el aumento de la transparencia del cuello. Una prueba de detección en suero materno puede mostrar irregularidades de la proteína A en plasma al final del primer periodo del embarazo y niveles de alfafetoproteína, beta-hCG (gonadotropina coriónica humana), estriol no conjugado e inhibina al comienzo del segundo trimestre (15-16 semanas de edad gestacional). Actualmente, el cribado prenatal no invasivo (CPNI), en el cual se puede analizar el DNA fetal adquirido de la circulación materna, se ha vuelto una opción de cribado para la indagación sistemática de la trisomía 21 ya que tiene buena sensibilidad y especificidad (Poell-Hamilton, 2021).

Si hay sospechas de que el bebé viene con síndrome de Down con base al ultrasonido o el suero de la madre, es recomendado pruebas posnatales de confirmación. Los métodos para confirmar como viene el feto incluyen muestras de coroides con o sin amniocentesis, análisis para evaluar el cariotipo. El cariotipo es una de las pruebas de elección para desechar una translocación asociada, para que los padres puedan recibir asesoramiento genético adecuado sobre el riesgo por el cual puede ocurrir. A todos los pacientes con resultados anormales, indeterminados o no concluyentes de la prueba de inmunodeficiencia

se les puede ofrecer una prueba prenatal de confirmación. Las decisiones de tratamiento, incluida la interrupción del embarazo, no deben tomarse únicamente sobre la base de PCNI. (Poell-Hamilton, 2021)

El examen de la placenta materna y las pruebas del diagnóstico para el síndrome de Down son opciones para todas las mujeres que buscan cuidado prenatal antes de llegar a las 20 semanas de embarazo, no importando la edad que tengan. (Poell-Hamilton, 2021)

El Colegio Real de Obstetras y Ginecólogos, el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos, y el comité de boletín de práctica de la Asociación de Medicina Materno en 2020 aconsejan que se ofrezca la prueba de DNA fetal libre de células a todas las mujeres en gestación, independientemente de la edad u otros factores de riesgo. (Poell-Hamilton, 2021)

El diagnóstico neonatal revela anomalías físicas que pueden confirmarse mediante análisis citogenéticos si no se realiza un diagnóstico prenatal. (Poell-Hamilton, 2021)

### **1.1.8 Complicaciones**

El síndrome de Down, o trisomía 21, es uno de los defectos de nacimiento más comunes y una de las principales discapacidades intelectuales en el mundo. Es una patología incurable de origen genético que provoca 1:150 abortos en el primer trimestre de embarazo y cursa con un gran número de comorbilidades que afectan a nivel general (Poell-Hamilton, 2021).

Una persona con síndrome de Down tiene características físicas características, tiene un mayor riesgo de defectos de nacimiento, una mayor susceptibilidad a enfermedades y trastornos físicos e intelectuales de diversa gravedad, que requieren prevención, diagnóstico y tratamiento adecuado (Lizama, et al, 2019).

Alteraciones físicas: los dos cambios más comunes más allá de las características físicas obvias son la hipotonía y la hipermovilidad generalizada, que aumentan considerablemente el riesgo de lesiones. Además, suelen tener como consecuencia pie plano, escoliosis o luxación congénita de cadera, por otro lado, problemas cardíacos y hematológicos asociados a un aumento de la mortalidad y morbilidad en los primeros años de vida. Una característica muy común en niños y adultos es la tendencia a la obesidad, desencadenada por factores como el hipotiroidismo, los niveles elevados de leptina y el metabolismo basal bajo. (Muñoz, 2018)

Estos pacientes también presentan alteraciones respiratorias, entre las que destacamos la apnea obstructiva del sueño: suele ser muy frecuente y está relacionada con características anatómicas únicas de las vías respiratorias superiores y un mayor riesgo de hipotonía, hipotiroidismo y obesidad. (Muñoz, 2018)

Más de la mitad de los niños presenta dificultad en el área del lenguaje por consiguiente presenta dificultades de comunicación, que se debe a la mala articulación y falta de comprensión del idioma. Además, tienen enfermedades oculares, problemas otorrinolaringológicos y dermatológicos que requieren la derivación de un médico para su tratamiento adecuado. (Muñoz, 2018)

Trastornos cognitivos y neurológicos: el exceso de carga genética causado por la presencia de un cromosoma 21 adicional provoca un desequilibrio cerebral general en los pacientes con síndrome de Down. Muestra una disminución en el número de ciertos tipos de neuronas ubicadas en la corteza cerebral, un cambio y disminución en la estructura de las dendritas, una disminución en el tamaño de ciertos núcleos y regiones del cerebro y una disminución en la eficiencia de la organización bioquímica (Mérida, 2018).

Esto dificulta que los pacientes con SD recopilen, procesen, interpreten y preparen la información, que es una de las principales razones del lento desarrollo psicomotor en general (Mérida, 2018).

## **1.2 Antecedentes específicos**

En este apartado se da a conocer la definición de lo que es el ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto, también cómo influye este tipo de actividades en pacientes con Síndrome de Down, se mencionan las indicaciones y contraindicaciones y para finalizar se dan a conocer datos sobre el gasto energético que consume cada actividad.

### **1.2.1 Definición:**

Según el American Council on Exercise, los ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto son movimientos fáciles y no son irritables para las articulaciones. Básicamente, los pies están en contacto constante con el suelo (pedales/correas). Esto reduce la presión en áreas como rodillas, caderas y tobillos.

La actividad aeróbica de bajo y mediano impacto requiere de un trabajo continuo y dinámico que involucran a grandes grupos musculares los cuales suelen elevar la frecuencia cardíaca a un nivel de reposo. En el ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto hay un equilibrio entre el gasto del oxígeno y el consumo del mismo, es de baja intensidad y de alto volumen y dura cerca de 2 minutos o más (Figura 9) (Pila, 2021).



**Figura 9.** Ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto <https://tinyurl.com/54xxbbvt>.

### **1.2.2 Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto en paciente con SD**

Los niños y adolescentes con Síndrome de Down que realizan alguna actividad aeróbica o ejercicio obtienen beneficios a nivel fisiológico y físico como es el aumento de masa muscular, la fuerza, equilibrio, agilidad y mejora la frecuencia cardiaca también previene la obesidad, reduce el riesgo de cardiopatía isquémica y disminuye la presión arterial (Manuel, 2021).

Al realizar ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto se muestran mejoras en los niveles de fuerza, hay menos probabilidad de padecer enfermedades como la artrosis y ayuda a retrasar otras como la osteoporosis y es importante aumentar la fuerza muscular ya que las personas con Síndrome de Down suelen compensar su debilidad realizando movimientos sencillos (Fernández, 2017).

Con el ejercicio aeróbico de mediano y bajo impacto se logra mejorar la postura, reforzar articulaciones y eludir la hiper movilidad articular deteniendo la hipotonía. Con los niños y adolescentes con Síndrome de Down se evita el aumento de la movilidad articular ya que presentan hiperlaxitud (Figura 10) (Fernández, 2017).



*Figura 10. Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto en personas con SD <https://tinyurl.com/3xc37r8r>.*

### 1.2.3 Indicaciones y contraindicaciones

*Tabla 4. Indicaciones y contraindicaciones del ejercicio aeróbico.*

<b>Indicaciones</b>	<b>Contraindicaciones</b>
Artritis reumatoide	Enfermedades cardiopulmonares
Síndrome de fatiga crónica	Enfermedad coronaria
Fibromialgia	Pericarditis
Diabetes tipo 2	Miocarditis
Memoria y deterioro cognitivo	Ulceras de pie diabético
Cáncer	Osteoartritis o artritis reumatoide en fase de inflamación
Ansiedad	Neuropatía
Enfermedades cardiovasculares	Retinopatía diabética
Obesidad	Disnea de reposo
Depresión	

*Elaboración propia basado en información de O'Donovan, G., Blazevich, A., y Boreham, C., (2018), El ABC de la actividad física para la salud: una declaración de consenso de la Asociación Británica de Ciencias del Deporte y el Ejercicio.*



**Figura 11.** Ejercicio en personas con Síndrome de Down <https://tinyurl.com/333f2k2a>.

#### **1.2.4 Fuerza y resistencia muscular**

Podemos definir la fuerza como la habilidad o capacidad que tiene los músculos para vencer una resistencia y producir tensión. Realizar actividades tanto de la vida diaria, como el practicar algún deporte o hacer ejercicio requieren de un cierto porcentaje de resistencia y fuerza muscular máxima de la persona. El mejorar la resistencia muscular ayuda a realizar actividades con menos carga fisiológica (Rodríguez, 2021).

Las actividades aeróbicas de bajo y mediano impacto mantienen fácilmente un gasto energético bajo y una intensidad moderada y constante, algunas de estas actividades son nadar, trotar, caminar y pedalear, entre otras actividades en donde el gasto energético se ve

relacionado con la destreza, pero pueden brindar una intensidad constante para el paciente (Rodríguez, 2021).

También en la fase inicial del entrenamiento físico tomando en consideración el nivel de habilidad, tenemos actividades como remar, nadar y patinar en las que la intensidad y la destreza del esfuerzo son altamente variables y proporciona interacción (Muñoz, 2018).

La resistencia muscular es la habilidad que tiene un musculo para mantener la contracción muscular durante un periodo prolongado o mantener una fuerza máxima. Se deben evitar ejercicios con cargas muy pesadas y contracciones isométricas (Muñoz, 2018).

Debemos tener en cuenta las características osteoarticulares y cardiológicas de los niños y adolescentes con Síndrome de Down ya que podrían empeorar por este tipo de ejercicios. A pesar de ello, hay una gran variedad de medios para mejorar la fuerza y la resistencia muscular como lo son las bandas de resistencias, polainas, mancuernas, barras flexibles y con resistencias, poleas, etc. Son necesarias actividades rítmicas y dinámicas que involucren a distintos grupos musculares tanto en las extremidades inferiores, superiores, espalda, core abdominal, etc. Deben de ser de baja intensidad y poder realizar 12-15 repeticiones (Figura 12) (López, 2019).



*Figura 12. Fuerza y resistencia <https://tinyurl.com/38j6vcmf>.*

### **1.2.5 Flexibilidad**

La flexibilidad se puede definir como la competencia funcional de una articulación para moverse en todo su rango de movimiento. La flexibilidad es parte de cada articulación y depende de los tejidos que rodean la articulación y de las características anatómicas de las superficies articulares. Por la hiperlaxitud que poseen las personas con Síndrome de Down se debe tener más cuidado en no comprometer ninguna articulación (Figura 13) (Ferrer, 2022).



*Figura 13. Flexibilidad <https://tinyurl.com/82r53633>.*

Estudios e investigaciones dan a conocer evidencia sobre los beneficios que existen al momento de realizar ejercicios aeróbicos de baja y mediana intensidad en pacientes que presentan Síndrome de Down. La fundación Iberoamericana Down 21 en un estudio realizado en España muestra que por lo menos tres millones de personas han requerido reconocimiento oficial por discapacidad, sumado a ello se ha registrado que 34.000 personas de 6 o más años, 41% de las cuales son del género femenino padecen síndrome de Down (Fundación Iberoamericana Down21, 2020).

El ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto es un ejercicio que puede ser realizado de forma moderada y con una intensidad de periodos largos, el ejercicio aeróbico mantiene la frecuencia cardiaca elevada.

La resistencia se puede desarrollar cuando se participa con recurrencia en actividades aeróbicas. Los niños y jóvenes con síndrome de Down suelen ser muy sedentarios, incluso más que los de los jóvenes de la población en general. Sin embargo, los perfiles físicos y psicosociales de una persona con síndrome de Down, así como su entorno, su hogar y su

grado de integración en la comunidad pueden impactar de manera significativa en su conducta sedentaria (Fernández, 2016).

Un rasgo de las personas con Síndrome de Down es que poseen menor capacidad cardiovascular, tienen un bajo porcentaje de la masa muscular, la hipotonía, la baja fuerza, y una menor capacidad de respuesta simpática (frecuencia cardíaca y ácido láctico) al ejercicio, ello provoca una baja resistencia a la hora de realizar actividad física (Fernández, 2018).

### **1.2.6 Dosificación**

Una de las herramientas más potentes en la fisioterapia es el ejercicio físico, el cual resulta muy útil en el tratamiento para las personas con síndrome de Down, favoreciendo el desarrollo y mejorando las capacidades tanto físicas como cognitivas. (Fernández, 2018)

El ejercicio aeróbico tiene como fin el aumento del rendimiento de la actividad física tanto en personas sanas como en personas con enfermedades coronarias o distintas enfermedades y proporciona numerosos beneficios en pacientes con síndrome de Down (Cordero, et, 2017).

Es recomendado que las personas con síndrome de Down realicen ejercicios aeróbicos como caminar, trotar, nadar, montar en bicicleta estática, ejercicios aeróbicos de bajo impacto, etc. Teniendo más efectividad las sesiones con una duración entre 30 y 45 minutos que las sesiones de 15 a 20 minutos (García, 2021).

La intensidad a la hora de realizar ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto debe ser comprendida entre el 60% - 80% de la frecuencia cardiaca máxima, tratando de realizar este tipo de ejercicios de baja y mediana intensidad entre 3 y 5 días a la semana (Garcia, 2021).

Respecto al entrenamiento de fuerza, se recomienda trabajarlo en forma de circuito, donde haya estaciones de máximo 2 minutos con descansos de 30 a 60 segundos entre cada estación, siempre teniendo en cuenta involucrar a los grupos musculares principales en cada ejercicio. Se pueden realizar los ejercicios con bandas elásticas, balones terapéuticos, mancuernas, polainas o incluso el propio peso corporal (Figura 14) (Garcia, 2021).



**Figura 14.** Circuito de ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto <https://tinyurl.com/3rm574as>.

### 1.2.7 MET

Es una medida de la tasa metabólica. Un MET es el consumo energético del cuerpo humano en reposo, que corresponde a 3,5 ml O<sub>2</sub>/kg x min o 1 kcal/kg/h. Estos valores son

el consumo mínimo de oxígeno que los organismos deben mantener constante. (López, 2019).

Un MET es una unidad metabólica que representa la cantidad de calorías que una persona gasta en reposo, que es igual a un MET, por lo que representa el aumento de METS durante la actividad física. (Planas, 2019).

Los MET se consideran un método para calcular los niveles de energía como el producto de la tasa metabólica basal y las unidades utilizadas. Los minutos MET se calculan multiplicando los MET de un tipo de actividad por la cantidad de minutos dedicados a realizar la misma actividad por día o semana (Tabla 5) (Pérez, 2018).

**Tabla 5. Intensidad de los METS.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METS</b>
Bicicletear - alta resistencia	14
Bicicletear - resistencia moderada	7,5
Caminar	6,0
Trotar	7,0
Correr	8,0
Entrenamiento con pesas	5,0
Saltar cuerda	11
Subir escaleras	5,0
Bailar	8,0

Elaboración propia basado en información de (Muntanè, 2018).



Figura 15. MET y esfuerzo percibido <https://tinyurl.com/8mkfv8xs>.

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

En este capítulo se expone el planteamiento del problema y justificación, donde se delimita la enfermedad y la población afectada. Se toman en cuenta datos específicos acerca del síndrome de Down y como el ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto ayuda a mejorar la resistencia muscular de estos pacientes, ya que su tono muscular se ve afectado desde el nacimiento. Se finaliza con los objetivos de la investigación que guían el proceso de indagación.

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

El síndrome de Down es la alteración cromosómica más frecuente y la causa principal de la discapacidad intelectual en todo el mundo. En la mayoría de los casos su causa es una copia extra del cromosoma 21. Abarca un conjunto complejo de patologías que involucran prácticamente todos los órganos y sistemas. (Díaz, et, 2018)

Las alteraciones más prevalentes y distintivas son la dificultad para el aprendizaje, dismorfias craneoencefálicas, hipotiroidismo, cardiopatías congénitas, alteraciones gastrointestinales, hiperlaxitud, hipotonía y leucemias. Se estima que la causa de 1 de cada 150 abortos del primer trimestre. (Díaz, et, 2018)

El tono muscular bajo y la hiperlaxitud articular son cualidades evidentes en los niños con síndrome de Down. El ejercicio terapéutico tiene como objetivo mejorar, restablecer y mantener la fuerza y resistencia física, así como la movilidad, flexibilidad, estabilidad, relajación y coordinación, obteniendo como resultado movimientos funcionales. (Castellanos, 2021)

La resistencia se desarrolla cuando un niño participa con regularidad en actividades aeróbicas. Durante el ejercicio aeróbico, los músculos más grandes se mueven, el corazón bombea más rápido y se respira con más intensidad. La actividad aeróbica fortalece el corazón y mejora la capacidad del organismo para llevar oxígeno. (Gavin, 2022)

La fuerza no se desarrolla exclusivamente al levantar peso, hay distintas maneras de fortalecer los músculos como lo es con el ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto. (Gavin, 2022)

Por lo anteriormente expuesto se formula la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down?

## **2.2 Justificación**

Muchas veces no tenemos en cuenta la importancia que tiene la actividad física en los pacientes con síndrome de Down, y como está afectada a su desarrollo no solo psicomotor

sino también en su entorno social. Al abordar este problema desde el ámbito fisioterapéutico, podremos notar cambios significativos en distintos aspectos, pero en el que nos enfocaremos es en mejorar la resistencia muscular a través del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto, con un enfoque individualizado a cada paciente.

Según la OMS, se estima que 1 caso por cada 1 mil recién nacidos vivos. El 95% de los casos se debe a una trisomía completa o regular, alrededor de 3% se debe a mosaicismo, una alteración donde los pacientes tienen conjuntamente células normales y células con Hsa21 extra; menos de 2% se origina por una traslocación equilibrada; es decir, un cariotipo con 46 cromosomas. (Díaz, 2018)

Es frecuente que los niños con síndrome de Down sufran retraso en el desarrollo de sus habilidades motoras y ello afecte su capacidad para participar en actividades físicas. La falta de ejercicio favorece el sobrepeso y el bajo tono muscular, y las personas con síndrome de Down sufren diversas alteraciones a nivel físico y estructural lo cual permite a que lleven una vida sedentaria. (Wentz, et, 2021)

Los niños y adolescentes con síndrome de Down son muy probables a que lleven una vida sedentaria, y esto conlleva a que tengan varios problemas como lo es la baja resistencia muscular, por lo cual es de suma importancia el acompañamiento fisioterapéutico.

Otros métodos de tratamiento para mejorar la resistencia muscular son la hipoterapia o equinoterapia, que se refiere al uso del caballo y nos permite incrementar la fuerza muscular, mejorar el tono muscular y coordinación, también podemos mencionar la terapia acuática que es un ejercicio de menor impacto pero resiste el movimiento mejorando la

fuerza muscular y por último también podemos mencionar la kinesioterapia que se trata de la aplicación de una serie de ejercicios adaptados para mejorar la fuerza, la resistencia y la movilidad. (Mota, 2020)

De acuerdo con lo anterior este trabajo pretende mostrar mediante una revisión cibergráfica los efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto como tratamiento fisioterapeuta para mejorar la resistencia muscular en pacientes de 5 a 15 años de edad con síndrome de Down.

Esta investigación resulta ser del todo posible porque se encuentra información suficiente acerca del síndrome de Down. Del mismo modo, la intervención fisioterapéutica a partir del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto puede ser exitosa ya que existe evidencia científica al respecto. Así también la asesoría de expertos fortalece la indagación.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo general**

Describir los efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto sobre la resistencia muscular de pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Exponer la fisiopatología de pacientes con síndrome de Down de 5 a 15 años para entender como se ve afectada la resistencia muscular.
- Determinar qué tipo de ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto son más adecuados para aumentar la resistencia muscular personas con síndrome de Down de 5 a 15 años.<sup>69</sup>

- Demostrar los beneficios físicos que ejercen los ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto en pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down para mejorar la resistencia muscular.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

En este capítulo se encontrará información sobre la metodología, materiales y criterios que se tomaron en cuenta, para la realización de la investigación. Se expone el enfoque adaptado y los métodos utilizados en el estudio, se presenta el diseño de investigación y para finalizar se dan a conocer los criterios de selección.

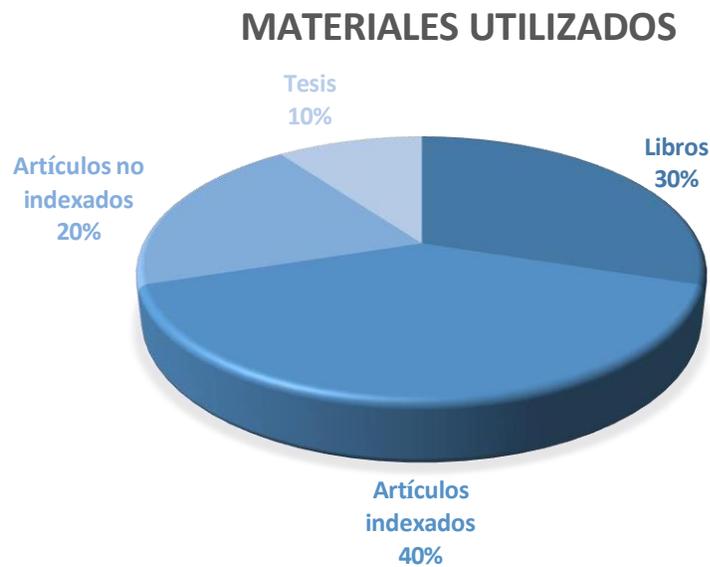
#### **3.1 Materiales**

Para esta investigación se toma en cuenta los artículos científicos de las siguientes bases de datos: PubMed, Scielo y Google Académico, se incluyeron también tesis y artículos de revistas de diferentes universidades y páginas web de fuentes oficiales (tabla 6).

Tabla 6. Tabla de buscadores

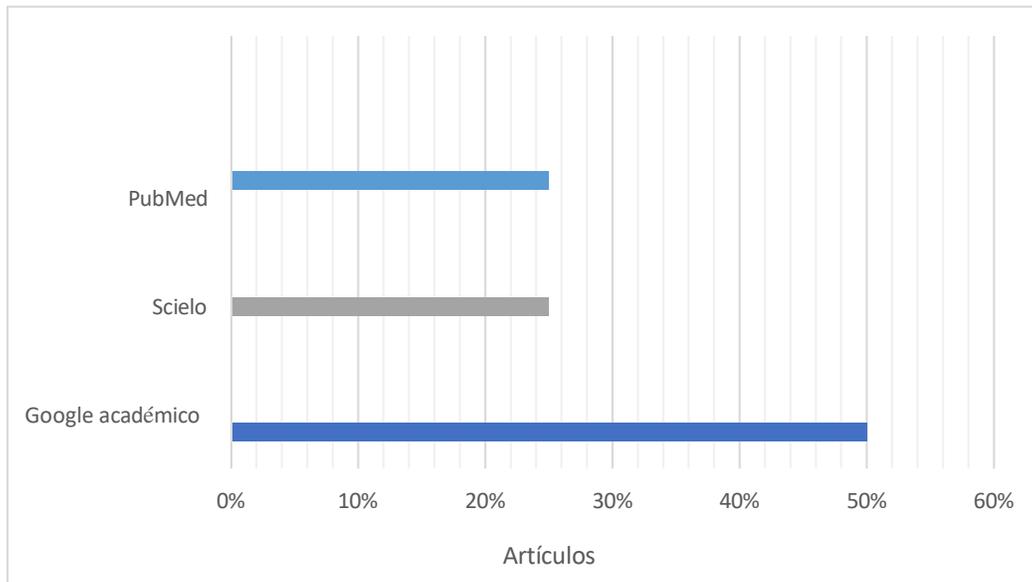
<b>Buscador</b>	<b>Definición</b>	<b>Palabras claves</b>
Google Académico	<p>Es un buscador que permite encontrar documentos académicos como artículos, tesis, libros y resúmenes de fuentes diversas como editoriales universitarias, asociaciones profesionales y otras organizaciones académicas. Google Académico se creó el 20 de noviembre de 2004 por el ingeniero informático de origen indio Anurag Acharya. (Biblioteca UPLGC, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Síndrome de Down</li> <li>• Fuerza</li> <li>• Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto</li> </ul>
Scielo	<p>Es una biblioteca de acceso abierto basada en la web con un modelo de publicación cuyo objetivo es indexar, preservar, mejorar y dar alta visibilidad a una colección de revistas publicadas. Fue creada por Abel Packer y el proyecto inicio en 1997. (Scielo, 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiperlaxitud</li> <li>• Tratamiento físico para personas con síndrome de Down.</li> <li>• Características físicas de personas con Síndrome de Down.</li> </ul>
PubMed	<p>Es un portal gratuito de la National Library of Medicine. En él que se puede acceder a algunas citas y resúmenes de Medline, así como a otros sitios que ofrecen artículos y libros de libre acceso a texto completo. El sistema de búsqueda PubMed es un proyecto desarrollado por la National Center for Biotechnology Information en la National Library of Medicine en el año 2000. (PubMed, 2021)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervención fisioterapéutica con pacientes con síndrome de Down.</li> </ul>

En la siguiente grafica se exponen los porcentajes correspondientes a los artículos utilizados referenciados con porcentajes de los cuales se obtuvieron los siguientes datos, los artículos no indexados corresponden al 20% de la gráfica, tesis al 10%, libros 30% y artículos indexados 40%.



*Elaboración propia*

En esta grafica se exponen porcentajes de las páginas oficiales más utilizadas, siendo PubMed 25%, SciELO 25% y Google académico 50%.



*Elaboración propia*

## 3.2 Métodos

La información de esta investigación fue diseñada para realizar recolectar los datos más importantes del tema, basándose desde un punto metodológico.

### 3.2.1 Enfoque de investigación

La presente investigación consta de un enfoque cualitativo. Se pretende describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes, para que el investigador se forme creencias propias sobre el fenómeno estudiado. La base de y análisis de formación fundamental que se basan en el razonamiento lógico y se identifica de manera inductiva. (Hernández. S, 2014)

Con esta investigación se pretende estudiar mediante un análisis subjetivo, y las variables de estudio son investigadas de fuentes primarias basadas en la recolección de datos mediante palabras clave, esto con la finalidad de desarrollarlas, entender su

función y hacer un análisis respecto a la variable independiente que son los efectos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto para aumentar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down.

### **3.2.2 Tipo de estudio**

Esta investigación es considerada de tipo descriptiva, esta busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis y tiene como objetivo lograr la precisión y caracterización del evento de estudio dentro de un contexto particular. (Hernández. S, 2014)

Se busca describir los principales efectos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto determinando si la información sobre la técnica es conveniente como tratamiento del síndrome de Down y alcanzar resultados que se consigan estatuir.

### **3.2.3 Método de estudio**

La presente investigación está desarrollada en base al método de análisis y síntesis. Cuando hablamos de análisis de investigación hace referencia al proceso de asimilación e interpretación de la información, la síntesis se encarga de unificar o reunir el resultado final. (Codina, 2020)

Se quiere recolectar información sobre los efectos físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto para mejorar la resistencia muscular en pacientes de 5 a 15 años de edad con síndrome de Down, y con base a este análisis ofrecer una síntesis que reflejen los resultados que se pretenden demostrar.

### 3.2.4 Diseño de investigación

En el diseño de investigación no experimental no se someten las variables de estudio a una condición experimental ya que no se alteran ni manipulan y solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. (Hernández S, 2017)

Un estudio de tipo transversal recopila todos los datos una sola vez, así mismo, puede tener un alcance descriptivo, su objetivo principal es identificar la frecuencia de una condición. (Gonzales, 2021) La investigación se realiza de enero a mayo de 2023.

Se busca elaborar un diseño de investigación que permita recuperar datos existentes sobre las variables a tomar en cuenta, cabe mencionar que no se deben manipular. Se considera de corte transversal ya que tiene establecida fecha de inicio y final.

### 3.2.5 Criterios de selección

Los criterios de selección se establecen los ítems de inclusión y exclusión a tomar en cuenta para una investigación que ayudan a abarcar los suficientes estudios limitados para garantizar que se pueda obtener una respuesta significativa (Tabla 7) (Sánchez, A., et al., 2020).

*Tabla 7 criterios de selección*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos y libros no mayores a 5 años de antigüedad.</li><li>• Artículos académicos.</li><li>• Artículos de revistas indexadas con validación científica y verídica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Datos obtenidos de fuentes no confiables.</li><li>• Información sobre niños y adolescentes sin diagnóstico de síndrome de Down.</li></ul>

- 
- Información sobre niños y adolescentes con diagnóstico síndrome de Down.
  - Artículos, libros y revistas sobre ejercicio aeróbico, resistencia muscular y síndrome de Down.
  - Información cuya población sea sobre personas de 5 a 15 años con síndrome de Down.
  - Artículos que incluyan DOI.
  - Artículos sobre el síndrome de Down con factor de impacto.
  - Documentos sustraídos de blog.
  - Artículos, libros o revistas científicas sobre resistencia anaeróbica.
  - Información acerca de personas de 5 años y mayores de 15 años con síndrome de Down.
  - Medios de análisis personal sin respaldo científico o legal.
  - Documentación de traslape con manipulación de la información.
  - Evidencia referenciada sin año de publicación.
- 

### **3.3 Variables**

#### *3.3.1 Variable*

La variable es una característica, cualidad o propiedad observada que puede adquirir diferentes valores y es susceptible de ser cuantificada o medida en una investigación. (Oyola, 2021)

#### *3.3.2 Variable independiente:*

Son la causa de la variación observada en las variables dependientes. Se define como la intervención, técnica a aplicar o tratamiento que ayuda a generar cambios en la variable dependiente. No se presenta manipulación alguna, se verifica según el diseño de estudio como un determinante que refiere desenlace de los resultados explícitos del estudio. (González, 2021)

### 3.3.3 Variable dependiente:

Son aquellas que se modifican o cambian a causa de la intervención de la variable independiente, también llamado “efecto”. Se manipula mediante el investigador para sus resultantes y valores (Arias, 2021).

### 3.3.4 Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables implica asignar significados específicos a los términos utilizados en la investigación, lo que permite convertir esos términos en situaciones que se puedan observar o medir (Tabla 8) (Nino, 2019).

Tabla 8 operacionalización

<b>Tipo de Variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>
<b>Dependiente</b>	Resistencia muscular	Capacidad de un músculo o grupo de músculos para sostener contracciones repetidas contra una resistencia durante un período de tiempo prolongado. (Rodríguez, 2022)	La resistencia muscular es la capacidad de los músculos para ejercer fuerza y el no trabajarla contribuye a la disminución del tono muscular y de la fuerza, con este trabajo se busca ayudar con los ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto y así también lo puedan implementar en su tratamiento. Los ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto ayudan a mantener y

---

				desarrollar la masa muscular y de la misma manera mejorar la resistencia muscular progresivamente.
<b>Independiente</b>	Ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto	Movimiento continuo, con el que se obtiene mayor condición física, mejor respiración y oxigenación. Los ejercicios de bajo y mediano impacto no ofrecen demasiada fuerza o golpes en las articulaciones de la parte inferior del cuerpo, por lo tanto, estos ejercicios son menos agresivos con los músculos y las articulaciones. (Azuara,2021)		Ayudan a mantener y desarrollar la masa muscular y de la misma manera mejorar la resistencia muscular progresivamente. Estas características hacen posible que se aplique en el tratamiento de pacientes con síndrome de Down ya que la resistencia muscular se ve afectada en esta patología, por la hipotonía que presentan y esta suele desarrollar otras enfermedades.

---

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos para cada objetivo en base a artículos científicos, se muestra una discusión en donde se hace un análisis de la intervención del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto para mejorar la resistencia muscular en pacientes con síndrome de Down. De igual forma, se establecen conclusiones que resumen los datos más relevantes de la investigación y para finalizar se plantean perspectivas.

#### **4.1 Resultados**

##### **Objetivo 1**

Fisiopatología de pacientes con síndrome de Down de 5 a 15 años para entender como se ve afectada la resistencia muscular.

El Síndrome de Down como una condición genética que hace que su portador presente una serie de características físicas y psíquicas propias. Es una anomalía muy constante, ocurre por una carga genética extra desde el crecimiento intrauterino es un trastorno cromosómico causado por la trisomía 21 completa. Este exceso de material genético en las células del organismo conlleva una desregulación en la expresión de ciertos genes. El impacto funcional de estos cambios puede ser consecuencia directa de la acción de las proteínas expresadas por genes del Hsa21 en exceso. Estos artículos tienen como objetivo analizar las investigaciones que sintetizan el desarrollo psicomotor en niños con SD y como su fuerza muscular se ve afectada. (Foley et, al., 2018; Yépez, 2019; Oliveira et, al., 2021)

*Tabla 9 Fisiopatología*

<b>Título Autores/ año</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Población</b>	<b>Resultados</b>
Musculoskeletal anomalies in children with Down syndrome: an observational study.  Foley Charlene and Killeen Orla, (2018)	Estudio observacional	0 a 21 años	Las complicaciones musculoesqueléticas del síndrome de Down son frecuentes, pero se informan con poca frecuencia. La combinación de laxitud ligamentosa y bajo tono muscular contribuye a un mayor riesgo de una serie de trastornos musculoesqueléticos y un retraso en la adquisición de hitos motores.

Síndrome de Down y el desarrollo psicomotor en la infancia	Investigación descriptiva	La población para este estudio estuvo representada por los niños del programa de síndrome de Down.	Los resultados de esta investigación presentan evidencias de artículos de los últimos años, que nos permitieron extraer datos para sintetizar la relación entre el desarrollo psicomotor y el SD. Por un lado, se revisaron las características físicas de los niños con SD, y por otro se evidenciaron las comparaciones físicas entre un niño con SD y
Yépez Emerson, (2019)			un niño con características típicas, las cuales, según estudios, presentaron una notable diferencia.
A importância da fisioterapia na inclusão de portadores de síndrome de down	Revisión narrativa de la literatura.	La población para este estudio fueron niños con síndrome de down	En los resultados de este estudio se muestra que el desarrollo de los niños con síndrome de Down no depende únicamente del grado en que se vean afectados intelectualmente, pues una mirada sistémica considera varios factores que inciden en su progreso, uno de ellos es la obesidad, déficit de equilibrio, debilidad muscular, hipotonía y laxitud ligamentosa, el prototipo de marcha de estos niños se ve modificado.
Oliveira Lucas, de Liz Stéfanny, Santana Kauara, (2021)			

## Objetivo 2

Tipo de ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto son más adecuados para aumentar la resistencia muscular personas con síndrome de Down de 5 a 15 años.

La vida de las personas con SD tiene más probabilidad de sufrir distintos problemas como sobrepeso y la baja actividad física aumenta significativamente el riesgo de mortalidad y enfermedades graves. Múltiples revisiones sistemáticas han analizado la evidencia disponible para determinar qué intervenciones de fisioterapia son las más efectivas.

Una de las actividades que se encontraron beneficiosas es la natación, se realizó un programa de 33 semanas sobre la capacidad aeróbica, la fuerza muscular, el equilibrio, la flexibilidad y la composición corporal de adolescentes con SD. Se observaron mejoras en la fuerza estática del brazo, la fuerza del tronco y la resistencia/fuerza funcional en T, mientras que los parámetros no cambiaron en C. Los resultados de nuestro estudio indican

que el programa de natación de 33 semanas mejoró significativamente el estado de salud y las habilidades de natación en adolescentes con síndrome de Down. Seis revisiones sistemáticas analizaron los efectos de un programa de intervención sobre la fuerza y la resistencia muscular, con diferentes métodos de entrenamiento utilizados en cada estudio (Naczk et, al., 20121; Reffat et, al., 2022; Rodríguez et, al., 2022)

*Tabla 10 tipos de ejercicios aeróbicos*

<b>Título Autores / año</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Población</b>	<b>Resultados</b>
Effectiveness of Swimming Program in Adolescents with Down Syndrome  Naczk Alicja, Gajewska Ewa , Naczk Mariusz , (2021)	Revisión sistemática	11 – 19 años	Los resultados de este estudio indican que un programa de natación de 33 semanas es muy eficaz entre los adolescentes con SD. Mejoro la fuerza estática del brazo, la fuerza del tronco y la resistencia/fuerza funcional. La natación activa los músculos abdominales y de los hombros, por lo que se esperaban cambios en la fuerza del tronco y la resistencia/fuerza funcional después de la intervención.
Evidence based physical therapy modalities on motor proficiency in children with Down syndrome: Meta-analysis of Systematic Reviews  Reffat Shima y Abdelazeim Faten, (2022)	Revisión sistemática	Menores de 10 años hasta 18 años.	En el estudio realizado por Li et al. (2013), se empleó un programa de cinta rodante, un programa de bicicleta, una intervención de ergómetro de remo y entrenamiento de resistencia progresiva; los datos meta analíticos demostraron que los programas de ejercicio pueden mejorar la fuerza muscular.
Neuromuscular exercise in children with Down Syndrome: a systematic review	Revisión sistemática	4 a 18 años	Siete estudios evaluaron la fuerza muscular del tórax y las extremidades inferiores principalmente. El ejercicio neuromuscular en los diferentes modos de aplicación presentados en

---

Rodríguez Eliana ,  
Vargas Olga , Torres  
Martha y Rodríguez  
Nelcy , (2022)

esta revisión se asoció con aumentos significativos en la fuerza muscular del tórax y de los miembros inferiores. La certeza de la evidencia para el resultado de la fuerza muscular estuvo entre moderada y alta.

---

En el estudio se empleó un programa de cinta rodante, un programa de bicicleta, una intervención de ergómetro de remo y entrenamiento de resistencia progresiva; los datos meta analíticos demostraron que los programas de ejercicio pueden mejorar la fuerza muscular. Por otro lado, el ejercicio neuromuscular en diferentes modos de aplicación se asoció con aumentos en la fuerza muscular del tórax y las extremidades inferiores

### **Objetivo 3**

Beneficios físicos que ejercen los ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto en pacientes de 5 a 15 años con síndrome de Down para mejorar la resistencia muscular.

Muchos pacientes con síndrome de Down tienen perfiles de riesgo cardio metabólico pobres, capacidades aeróbicas y músculos hipotónicos débiles, principalmente debido a la inactividad física y la mala alimentación. El propósito de estos estudios fue evaluar la viabilidad y el efecto potencial de un paquete de ejercicio físico en la competencia motora de niños y adolescentes con síndrome de Down. El ejercicio físico es una actividad versátil que puede ser practicada por una variedad de personas con distintas habilidades, capacidades y objetivos. Se ha demostrado repetidamente que participar en actividades físicas reduce el riesgo de ciertas enfermedades/trastornos. Se da a conocer paquetes de ejercicios que fueron diseñados para mejorar tanto la resistencia muscular y otras habilidades como equilibrio y coordinación. (Castañeda et, al., 2020; Kashi et, al., 2023; Paul et, al., 2019).

Tabla 11 beneficios físicos del ejercicio aeróbico

<b>Título Autores/ Año</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Población</b>	<b>Resultados</b>
The Benefits of Exercise for Children with Down Syndrome  Castañeda y Ducharme Jeremy, (2020)	Revisión sistemática	5 a 18 años	Se ha demostrado que diferentes tipos de ejercicios mejoran las habilidades cognitivas, el equilibrio y fuerza. Cuando los niños con síndrome de Down, participan en actividades físicas pueden ayudar a desarrollar habilidades motoras gruesas, mejorar el equilibrio y mejorar la fuerza de la parte superior e inferior del cuerpo.
The Effect of a Physical Exercise Package on the Motor Proficiency of Students with Down Syndrome  Kashi Ali, Dawes Helen, Mansiubi Maedeh y Sarlak Zahra, (2023)	Diseño experimental	9 a 17 años	Los resultados del estudio mostraron que el paquete de ejercicios diseñado se cumplió con todos los participantes que asistieron al 93,2% de las sesiones, y los participantes mejoraron significativamente su puntaje total de competencia motora, destreza manual, coordinación de las extremidades superiores, fuerza, equilibrio, extremidades superiores. coordinación, velocidad de carrera y agilidad e Integración motora fina.
The health benefits of exercise therapy for patients with Down syndrome: A systematic review  Paul Yvonne, Ellapen Terry y Henriëtte Valery Hammill, (2019)	Revisión sistemática	Edad media de 18,1 ± 6,8 años	Los pacientes con SD tienen un perfil de riesgo cardio metabólico elevado y un alto estrés oxidativo asociado con una elevada resistencia a la insulina, poca sensibilidad a la insulina, aterosclerosis e hipertensión. Las PWDS tienen baja capacidad aeróbica (VO), frecuencias cardíacas máximas, fuerza muscular, agilidad y equilibrio. La actividad física regular es beneficiosa para mejorar su VO y fuerza muscular.

## 4.2 Discusión

Esta revisión se ha realizado con el propósito de sintetizar la evidencia disponible sobre el efecto del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto para la mejora de la resistencia muscular en pacientes con síndrome de Down.

Según Morales (2018) afirma que el ejercicio aeróbico como tratamiento para pacientes con síndrome de Down es beneficioso para mejorar la fuerza muscular, el equilibrio, la coordinación y las habilidades de movimiento para mejorar la independencia con las actividades diarias y la calidad de vida. La intervención temprana de un fisioterapeuta ayuda a un niño con síndrome de Down a desarrollar su máximo potencial.

La técnica Bobath aplicada en niños con SD ha demostrado beneficios terapéuticos importantes, la cual busca la normalización del tono muscular y activar los músculos en patrones, un ejemplo de ello son ejercicios que entrenan las posturas capaces de aumentar el tono muscular y aquellas que facilitan los movimientos deseados: mayor equilibrio en posición cuadrúpeda, sentado, de pie o movimientos activos e individuales de brazos y piernas (Hurtado, 2019).

En su estudio Gatti (2019), afirma que el entrenamiento aeróbico en cinta rodante promueve la consecución temprana del inicio de la marcha y fuerza en miembros inferiores en niños con SD con respecto a los niños que no reciben la intervención, es un suplemento excelente al tratamiento de fisioterapia, con el objetivo de reducir el retraso en el inicio de la marcha, mejorar los patrones básicos y desarrollar los elementos biomecánicos de la marcha.

Existen distintos tipos de entrenamiento, como son el isocinético, el de vibración del cuerpo completo, la resistencia progresiva para las extremidades inferiores, que han encontrado mejorías en la fuerza muscular en niños con Síndrome de Down. Se ha visto que, a los 14 años, los niños con síndrome de Down no tienen un incremento de fuerza muscular el cual es el habitual que se dé a esta edad. (Perdiguero, 2018).

Según Naczk (2020), expone que la intervención durante 33 semanas dividida en 4 etapas. Al inicio del programa, los participantes tenían un bajo nivel de habilidades de natación, pero se observaron cambios significativos. En la primera etapa de 4 semanas, los participantes aprendieron a sumergir la cabeza bajo el agua, abrir los ojos y nadar sobre el pecho y la espalda. En la segunda etapa, que también tuvo una duración de 4 semanas, los participantes aprendieron a flotar en el agua. En la tercera etapa, con una duración de 15 semanas, los juegos de agua constituyeron el 30% de la parte principal del entrenamiento, mientras que el aprendizaje de la natación constituyó el 70%. La última etapa de 10 semanas se centró en mejorar las habilidades de natación, habilidades motrices y de fuerza, y se realizaron ejercicios con y sin equipo de natación.

Por el contrario Sugimoto et al. en 2017, empleó un programa de cinta rodante, un programa de bicicleta, una intervención de ergómetro de remo y entrenamiento de resistencia progresiva; los datos demostraron que los programas de ejercicio pueden mejorar la fuerza muscular, resultados contradictorios entre las investigaciones pueden deberse a los efectos de los diferentes tipos de ejercicio, ahora bien, se empleó una actividad de cinta rodante de 5 minutos como ejercicios con máquinas de pesas (entrenamiento de resistencia), sus hallazgos sugirieron que el entrenamiento

neuromuscular podría ser una estrategia eficaz para mejorar la fuerza muscular general y máxima en niños y adultos jóvenes con síndrome de Down.

Según Mata (2020) expone que la actividad física sobre todo los ejercicios aeróbicos con resistencia, se comienza a entender con los beneficios que trae a la salud en aspectos no solo físicos sino mentales en los niños con SD.

### **4.3 Conclusiones**

La finalidad de este trabajo fue investigar acerca de los beneficios físicos del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto para mejorar la resistencia muscular en pacientes 5 a 15 años con síndrome de Down, luego de buscar en diferentes artículos científicos se encontró que el SD se define como la anomalía cromosómica del par 21, su origen es de carácter genético y una de las manifestaciones clínica es la alteración de la fuerza pero puede ser tratada bajo la técnica de ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto teniendo como resultado el aumento de la resistencia muscular.

La fisiopatología del síndrome de Down se define como la triplicación total o parcial del cromosoma 21, que se caracteriza por distintos grados de retraso mental y un conjunto variable de anomalías somáticas. El impacto funcional de estos cambios puede ser consecuencia directa de la acción de las proteínas expresadas por genes del Hsa21 en exceso. Esto conlleva a que tengan distintos problemas a nivel de desarrollo como lo es la fuerza ya que suelen presentar alteraciones musculo esqueléticas como la hipotonía e hiperlaxitud.

Las actividades aeróbicas con resultados más beneficiosos para mejorar la resistencia muscular en pacientes con síndrome de Down fueron la natación, cinta rodante, bicicleta,

una intervención de ergómetro de remo y entrenamiento de resistencia progresiva, los datos meta analíticos demostraron que los programas de ejercicio pueden mejorar la fuerza muscular.

Los beneficios físicos que traen realizar ejercicios aeróbicos de bajo y mediano impacto en los niños con síndrome de Down es reducir el riesgo de ciertas enfermedades/trastornos, así como mejorar capacidades aeróbicas, músculos hipotónicos débiles y reducir el riesgo cardio metabólico. También se encontró que es beneficioso para mejorar la fuerza muscular y disminuir la hiperlaxitud.

Por lo tanto, el ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto ejercen efectos positivos respecto a la mejora de la resistencia muscular en pacientes con síndrome de Down.

#### **4.4 Perspectivas**

Basado en este trabajo de investigación, se puede inferir que los niños y adolescentes con síndrome de Down, pueden llegar a mejorar la resistencia muscular, con una correcta intervención fisioterapéutica individualizada con ayuda del ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto.

En Guatemala es escasa la información del abordaje fisioterapéutico para la optimización de las habilidades de los niños con síndrome de Down y los tratamientos que son más beneficiosos para su desarrollo tanto físicos como mentales. Por lo tanto, uno de los objetivos a futuro es realizar un estudio experimental para verificar la información que se recolectó en este trabajo y así poder darle seguimiento e incluir nuevos ejercicios o métodos fisioterapéuticos para la mejora de la resistencia muscular.

De igual manera la aspiración de este trabajo fue demostrar que el ejercicio aeróbico de bajo y mediano impacto, realizado desde corta edad es beneficioso para los niños con SD ya que contribuye a la mejora del desarrollo tanto físico como intelectual.

## Referencias

- Aguilar, C., & Cepeda, S. (2020). Entrenamiento de la pliometría y propiocepción en discapacidad cognitiva, síndrome de Down y autismo. Google Académico.  
<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/rccm/article/download/6231/6006>
- Alteraciones en el tono muscular: Hipotonía versus Hipertonía.* (2019). Efisiopediatric.  
<https://efisiopediatric.com/hipotonia-vs-hipertonía/>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques consulting EIRL*. Recuperado de  
<http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Artigas, L. (). Síndrome de Down (Trisomía 21).  
<https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/6-down.pdf>
- Castellanos, J. (2021). Síndrome de Down. *Tratamiento y ejercicios en fisioterapia*.  
Recuperado de <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/sindrome-de-down-tratamiento-y-ejercicios-en-fisioterapia>
- Contell, E. (s.f.). *Alteraciones en el tono muscular: Hipotonía versus Hipertonía*.  
Efisiopediatric. <https://efisiopediatric.com/hipotonia-vs-hipertonía/>
- Cordero, A. (2014). Ejercicio físico y salud / *Revista Española de Cardiología*. Recuperado de <https://www.revespcardiol.org/es-ejercicio-fisico-salud-articulo-S0300893214002656>
- Díaz, S., & Yokoyama, E. (2018). Genómica del síndrome de Down. *Scielo*.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v37n5/2395-8235-apm-37-05-00289.pdf>

Fernández, A. D. (2017). Síndrome de Down y la actividad física. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad*.

Ferrer, E. (2022). *Concepto y tipos de flexibilidad*

Movimientos psico. <https://movimientospsico.pro/yoga-y-salud/concepto-y-tipos-de-flexibilidad/>

Foley, C., & Killeen, O. (2019). Musculoskeletal anomalies in children with Down syndrome: an observational study. *Archives of Disease in Childhood*, recuperado de <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-315751>

Garduño, L. M., & Giammatteo, L. (2013). Prevalencia de mosaicismo para la trisomía 21 y análisis de las variantes citogenéticas en pacientes con diagnóstico de síndrome de Down. Revisión de 24 años (1986–2010) del Servicio de Genética del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”. *Medigraphic*.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v70n1/v70n1a7.pdf>

Gatti, C., (2019), Efectividad del entrenamiento en tapiz rodante sobre el desarrollo de la marcha en niños con síndrome de Down: una revisión sistémica, obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ft.2018.10.003>

Gavin. (s.f.). Síndrome de Down - *Nemours KidsHealth*. Recuperado de <https://kidshealth.org/es/parents/down-syndrome.html>

*Google Académico: acceso al texto completo ULPGC | Biblioteca ULPGC*. (2020).  
[https://biblioteca.ulpgc.es/google\\_academico](https://biblioteca.ulpgc.es/google_academico)

Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2016). *Guyton y Hall: Compendio de fisiología médica* (13a ed. -). Barcelona: Elsevier.

Hernández, S., R., Fernández, C., C. & Baptista, L. (2014) *Metodología de la investigación*.

Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hurtado, M., (2019), Técnica de Bobath en el tratamiento fisioterapéutico del retraso

psicomotor en niños con síndrome de Down, obtenido de

<https://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6463/1/T%C3%A9cnica%20de%20Bobath%20en%20el%20tratamiento%20fisioterap%C3%A9utico%20del%20retraso%20psicomotor%20en%20ni%C3%B1os%20con%20s%C3%ADndrome%20de%20Down.pdf>

*Información sobre el síndrome de Down | CDC.* (2018). Centers for Disease Control and

Prevention. <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/birthdefects/downsyndrome.html>

Lizama, M., Retamales, N., & Mellado, C. (2013). Recomendaciones de cuidados en salud

de personas con síndrome de Down: 0 a 18 años. *Scielo*.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v14n1/art11.pdf>

Martinez, C. (). Scribd. <https://es.scribd.com/document/435496174/Jjjs>

Mas, M. (2019). Síndrome de Down, ejercicio físico y deporte. Neuronas en

crecimiento. <https://neuropediatra.org/2017/03/20/sindrome-de-down-ejercicio-fisico-y-deporte/>

Modiano, M. (2017). *Contracción Muscular - Qué es y Tipos - Fisioterapia Goya*.

Fisioterapia Goya. <https://www.fisioterapiagoya.es/contracciones-musculares-fisioterapia/>

- Morales, A. D. F. (2017). Síndrome de Down y la actividad física. / *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad*. Recuperado de <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/riai/article/view/4254>
- Morales, M., (2018), tratamiento fisioterapéutico en síndrome de down, obtenido de <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/3777/RE%C3%81TEGUI%20VIGIL%2C%20Tatiana.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Mota, V. (2021). Síndrome de Down y técnicas de Fisioterapia utilizadas. *Valentina Mota*. <https://valentinamota.com/que-es-el-sindrome-de-down/>
- Muñoz, A. (2018). *El síndrome de Down*. [https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO10413/informe\\_down.pdf](https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO10413/informe_down.pdf)
- Nacz, A., Gajewska, E., & Nacz, M. (2021). Effectiveness of Swimming Program in Adolescents with Down Syndrome. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, recuperado de <https://doi.org/10.3390/ijerph18147441>
- Nicolaides L. (2019). *Abordaje del lactante con alteraciones del tono muscular, en contexto de atención primaria*. <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2020/06/Abordaje-del-lactante-con-alteraciones-del-tono-muscular.pdf>
- Nicolaides, A. (2019.). Escuela de Medicina - Facultad de Medicina. <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2020/06/Abordaje-del-lactante-con-alteraciones-del-tono-muscular.pdf>

Nino, V. (2019). Metodología de la investigación: Diseño, ejecución e informe. 2a Edición.

Bogotá, Ediciones de la U, Obtenido de

[https://books.google.com.gt/books?id=WCwaEAAAQBAJ&pg=PA60&dq=que+es+una+variable+metodolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjIy7uYp77...hUobDABHZ\\_FDvgQ6AF6BAgNEAI#v=onepage&q=que%20es%20una%20variable%20metodolog%C3%ADa&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=WCwaEAAAQBAJ&pg=PA60&dq=que+es+una+variable+metodolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjIy7uYp77...hUobDABHZ_FDvgQ6AF6BAgNEAI#v=onepage&q=que%20es%20una%20variable%20metodolog%C3%ADa&f=false)

O'Donovan, G., Blazeovich, A., y Boreham, C., (2010), El ABC de la actividad física para la

salud: una declaración de consenso de la Asociación Británica de Ciencias del

Deporte y el Ejercicio, obtenido de

<https://pureportal.strath.ac.uk/en/publications/the-abc-of-physical-activity-for-health-a-consensus-statement-fro>

Paul, Y., Ellapen, T. J., Barnard, M., Hammill, H. V., & Swanepoel, M. (2019). The health

benefits of exercise therapy for patients with Down syndrome: A systematic review.

*African Journal of Disability*, recuperado de <https://doi.org/10.4102/ajod.v8i0.576>

Perdiguero, M., (2018), Entrenamiento del equilibrio y la fuerza en el Síndrome de Down

de 0 a 18 años, obtenido de

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/31799/TFGO354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez, C (2018). Síndrome de Down/ *Revista de Actualización Clínica Investiga*.

Recuperado de

[http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2304-37682014000600001&lng=pt&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682014000600001&lng=pt&nrm=iso)

Powell-Hamilton, N. N. (2023). *Síndrome de Down (trisomía 21)*. Manual MSD versión para profesionales.

<https://www.msmanuals.com/es/professional/pediatr%C3%ADa/anomal%C3%ADas-cromos%C3%B3micas-y-g%C3%A9nicas/s%C3%ADndrome-de-down-trisom%C3%ADa-21>

Reffat, S., & Abdelazeim, F. (2022). Evidence based physical therapy modalities on motor proficiency in children with Down syndrome: Meta-analysis of Systematic Reviews. *Research Square (Research Square)*, recuperado de <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1804500/v1>

Rodríguez, E. M. (2022). *Qué es la resistencia muscular y cuáles son los beneficios de mejorar esta capacidad*. Punto Seguro Blog. <https://www.puntoseguro.com/blog/que-es-la-resistencia-muscular-y-cuales-son-los-beneficios-de-mejorar-esta-capacidad/>

Rodríguez-Grande, E., Vargas-Pinilla, O., Torres-Narváez, M., & Rodríguez-Malagón, N. (2022). Neuromuscular exercise in children with Down Syndrome: a systematic review. *Scientific Reports*, recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19086-8>

Ruiz-González, L., Lucena-Anton, D., Salazar, A., Martín-Valero, R., & Moral-Muñoz, J. A. (2019). Physical therapy in Down syndrome: systematic review and meta-analysis. *Journal of Intellectual Disability Research*, recuperado de <https://doi.org/10.1111/jir.12606>

Sánchez, A., Alayza, M., Revilla, D., Tafur, R., Sime, L., Mendívar, L. (2020). *Los métodos de investigación para la elaboración de tesis de maestría en educación*. Perú. Universidad católica del Perú. Primera edición Digital.

Sánchez, F., (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa:

Consensos y disensos, Obtenido de

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-)

25162019000100008

*SciELO - Scientific Electronic Library Online.* ( ).

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext)

*Síndrome de Down - Síntomas y causas - Mayo Clinic.* (2018).

[https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-](https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-causes/syc-20355977)

[causes/syc-20355977](https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-causes/syc-20355977)

*Síndrome de Down - Síntomas y causas - Mayo Clinic.* (2018).

[https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-](https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-causes/syc-20355977)

[causes/syc-20355977](https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-causes/syc-20355977)

Torales, J., Almiron, M., y Gómez, N., (2018), Ejercicio físico como tratamiento adyuvante

de los trastornos mentales. Una revisión narrativa, Scielo, obtenido de

[http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S181689492018000300027&script=sci\\_](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S181689492018000300027&script=sci_)

[ext](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S181689492018000300027&script=sci_)

Tortora J., Derrickson B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología 13a EDICIÓN.*

México D.F.: Editorial médica panamericana.

United Nations. (2018). *Día Mundial del Síndrome de Down | Naciones Unidas.*

<https://www.un.org/es/observances/down-syndrome-day>

Wentz, et, (2021). Actividad física en niños y adolescentes con síndrome de Down -

*Síndrome de Down.* (s.f.). Recuperado de [https://www.down21.org/revista-](https://www.down21.org/revista-virtual/1797-revista-virtual-sindrome-de-down-2021/revista-virtual-noviembre-)

[virtual/1797-revista-virtual-sindrome-de-down-2021/revista-virtual-noviembre-](https://www.down21.org/revista-virtual/1797-revista-virtual-sindrome-de-down-2021/revista-virtual-noviembre-)

2021-n-246/3649-actividad-fisica-en-ninos-y-adolescentes-con-sindrome-de-  
down.html