

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

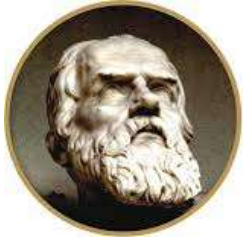
## EFFECTOS TERAPÉUTICOS DEL EJERCICIO COMO TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA FUERZA EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DOWN DE 12 A 18 AÑOS DE EDAD BASADO EN UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



Que Presenta

**Dulce María Batres González**

Ponente



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

## EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL EJERCICIO COMO TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA FUERZA EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DOWN DE 12 A 18 AÑOS DE EDAD BASADO EN UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**Dulce María Batres González**

Ponente

**L.F.T Luis Omar Castañeda Cabañas**

Director de Tesis

**Licda. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

2023

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

Ponente

Dulce María Batres González

Director de Tesis

L.F.T Luis Omar Castañeda Cabañas

Asesor Metodológico

Licda. María Isabel Díaz Sabán



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2023

Estimado alumno:  
**Dulce María Batres González**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

---

Lic. Josué Roderico  
Paniagua González  
Secretario

---

Lic. Laura Marcela  
Fonseca Martínez  
Presidente

---

Lic. Diana Paola Rojas  
Gómez  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de junio 2021

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **Dulce María Batres González** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala





*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

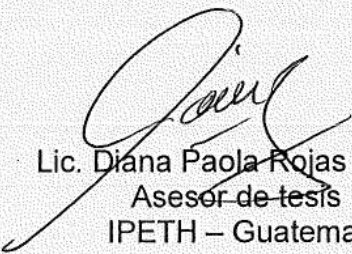
Guatemala, 10 de junio 2021

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica”** de la alumna **Dulce María Batres González**.

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

Atentamente

  
Lic. Diana Paola Rojas Gómez  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



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

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

<b>Nombre del Director:</b> L.F.T Luis Omar Castañeda Cabañas
<b>Nombre del Estudiante:</b> Dulce María Batres González
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica.
<b>Fecha de realización:</b> Primavera 2021

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

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

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

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

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



L.F.T Luis Omar Castañeda Cabañas





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

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

<b>Nombre del Asesor: Licda. María Isabel Díaz Sabán</b>
<b>Nombre del Estudiante: Dulce María Batres González</b>
<b>Nombre de la Tesina/sis: Efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica.</b>
<b>Fecha de realización: Primavera 2021</b>

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

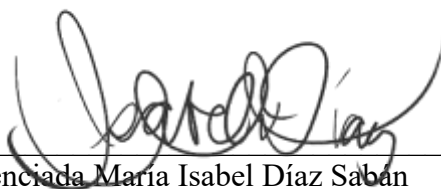
**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS**

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

s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
t.	Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts.	X		
u.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts.	X		
v.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts.	X		
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medido.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		
h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
p.	Sin notas a pie de página.	X		
<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		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	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 en su bibliografía.	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 y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		

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

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


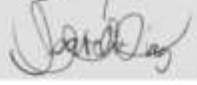



Licenciada Maria Isabel Díaz Sabán

### DICTAMEN DE TESINA

Siendo el 11 del mes de Junio del año 2021  
día \_\_\_\_\_

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

<p>Los C.C Director de Tesina Función</p>	L.F.T Luis Omar Castañeda Cabañas	
<p>Asesor Metodológico Función</p>	Licda. María Isabel Díaz Sabán	
<p>Coordinador de Titulación Función</p>	Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón	

Autorizan la tesina con el nombre de:

Efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica.

Realizada por el Alumno:

Dulce María Batres González

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



IPETH®

Titulación Campus Guatemala



Firma y Sello de Coordinación de Titulación

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico a Dios, principalmente, por la vida, la sabiduría y los conocimientos que me brindó durante la realización de este proyecto que es la cumbre de mi formación profesional. A mis padres, Walter Batres y Karem González que son mi ejemplo de perseverancia en cualquier meta que desee cumplir, guiándome e inculcándome buenos valores que son base fundamental para la realización de este y todos los proyectos que vienen a mi vida de ahora en adelante mediante la dedicación en sus labores me permitieron llegar hasta este punto, aunando al amor y apoyo incondicional que me brindaron. **Dulce María Batres González**



## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por ser mi motor principal para perseverar en mis metas, y le agradezco que por su amor tan grande me haya brindado a tan maravillosos padres, a quienes agradezco infinitamente por el apoyo y amor incondicional que me brindaron en todos estos años de universidad para cumplir mis metas. Agradezco a mis licenciados a cada uno por nombre, pero especialmente a mi director, Licenciado Luis Omar Castañeda Cabañas que me brindo las bases necesarias y me oriento en todo momento. **Dulce María Batres González**

## **Palabras clave**

Síndrome de Down

Niños

Ejercicio

Fuerza

Dosificación

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Investigadores responsables .....	ii
Hoja de autoridades y terna examinadora .....	iii
Carta de aprobación del asesor .....	iv
Carta de aprobación del revisor .....	v
Lista de cotejo asesor .....	vi
Lista de cotejo metodológico .....	viii
Hoja de dictamen de tesis .....	xi
Dedicatoria .....	xvii
Agradecimientos.....	xviii
Palabras clave.....	xiv
Resumen.....	xix
CAPÍTULO I.....	1
Marco teórico .....	1
1.1. Antecedentes generales.....	1
1.1.1. Anatomía .....	1
1.1.2. Definición del síndrome de Down .....	10
1.1.3. Fisiopatología.....	10
1.1.4. Etiología .....	11
1.1.5. Epidemiología .....	11
1.1.6. Clasificación.....	12
1.1.7. Características .....	14
1.2. Antecedentes específicos.....	18
1.2.1. Tratamiento médico.....	18
1.2.2. Tratamiento convencional fisioterapéutico .....	19
1.2.3. Ejercicio de fuerza.....	19
CAPÍTULO II .....	2
Planteamiento del Problema.....	2
2.1. Planteamiento del problema .....	2
2.1.1. Justificación .....	29
2.1.2. Objetivos.....	32
CAPÍTULO III .....	33

Marco metodológico .....	33
3.1. Materiales .....	33
3.2. Enfoque de investigación.....	34
3.3. Tipo de estudio .....	34
3.4. Diseño de investigación.....	35
3.5. Método de investigación.....	35
3.6. Criterios de selección.....	36
3.7. Variables .....	37
Capítulo IV .....	38
4.1. Resultados.....	38
4.2. Discusión .....	42
4.3. Conclusiones.....	42
4.4. Perspectivas y/o aplicaciones prácticas .....	44
Referencias .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Funciones, propiedades y proteínas del tejido muscular.....	4
Tabla 2 Estructuras y funciones del hueso .....	7
Tabla 3 Tipos de huesos .....	9
Tabla 4 Técnicas de ejercicio .....	19
Tabla 5 Dosificación y tiempo del ejercicio.....	21
Tabla 6 Componentes de la carga interna y externa.....	22
Tabla 7 Criterios de selección .....	36
Tabla 8 Operacionalización de variables .....	37
Tabla 9 Resultados del primer objetivo.....	39
Tabla 10 Resultados del segundo objetivo .....	40
Tabla 11 Resultados del tercer objetivo .....	41



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tejido muscular y sus divisiones.....	2
Figura 2 Músculos superficiales del cuerpo vista anterior y posterior.....	3
Figura 3 Contracción muscular .....	6
Figura 4 Células del hueso .....	8
Figura 5 Esqueleto Axial y apendicular .....	9
Figura 6 Síndrome de Down por trisomía en el par 21 .....	12
Figura 7 Síndrome de Down por translocación en par 14 y 21 .....	13
Figura 8 Síndrome de Down por mosaicismo .....	14
Figura 9 curva de supercompensación .....	23
Figura 10 Buscadores .....	34

## Resumen

En la presente investigación sobre los efectos del ejercicio en pacientes pediátricos con síndrome de Down, podemos evidenciar como tal que la bronquiolitis es una de las enfermedades más comunes a nivel mundial en pacientes pediátricos provocando muchas consecuencias (físicas, neurológicos y emocionales).

El objetivo del presente es evidenciar a través de la literatura científica los efectos y dar a conocer cuál es la técnica y dosificación más adecuada del ejercicio en pacientes pediátricos con síndrome de Down.

Por lo cual se realizó una investigación no experimental, con un alcance descriptivo. Donde se seleccionaron diferentes artículos de las fuentes Ebsco, PubMed, Scielo, publicados entre el año 2000 al 2021 en español e inglés. De los cuales se evidencian hallazgos beneficios mediante el uso de máquinas con carga o ejercicios con el peso del paciente, donde se manifestó un aumento de fuerza muscular de manera significativa ante los pacientes que no reciben un entrenamiento de fuerza muscular, por lo que se puede concluir que es una técnica bastante efectiva sobre la calidad de vida de los pacientes.

# CAPÍTULO I

## Marco teórico

En este capítulo se da a conocer ampliamente los aspectos en los cuales afecta el síndrome de Down, se profundiza en cada detalle para entender de mejor manera dicho síndrome para realizar con mayor facilidad las actividades de la vida diaria; en este capítulo se muestra también las consideraciones médicas que se tienen y así mismo se presenta una propuesta de tratamiento para ayudar al paciente a lograr su independencia.

### 1.1. Antecedentes generales

#### 1.1.1. Anatomía

##### *1.1.1.1. 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; en la figura 1 se muestra el tejido muscular y sus diferentes divisiones (Tortora y Derrickson, 2006).

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



## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

mantener la postura o estabilizar posturas; en la figura 2 se muestran los músculos superficiales del cuerpo humano en una vista anterior y posterior.

- 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 (Tortora y Derrickson, 2006).

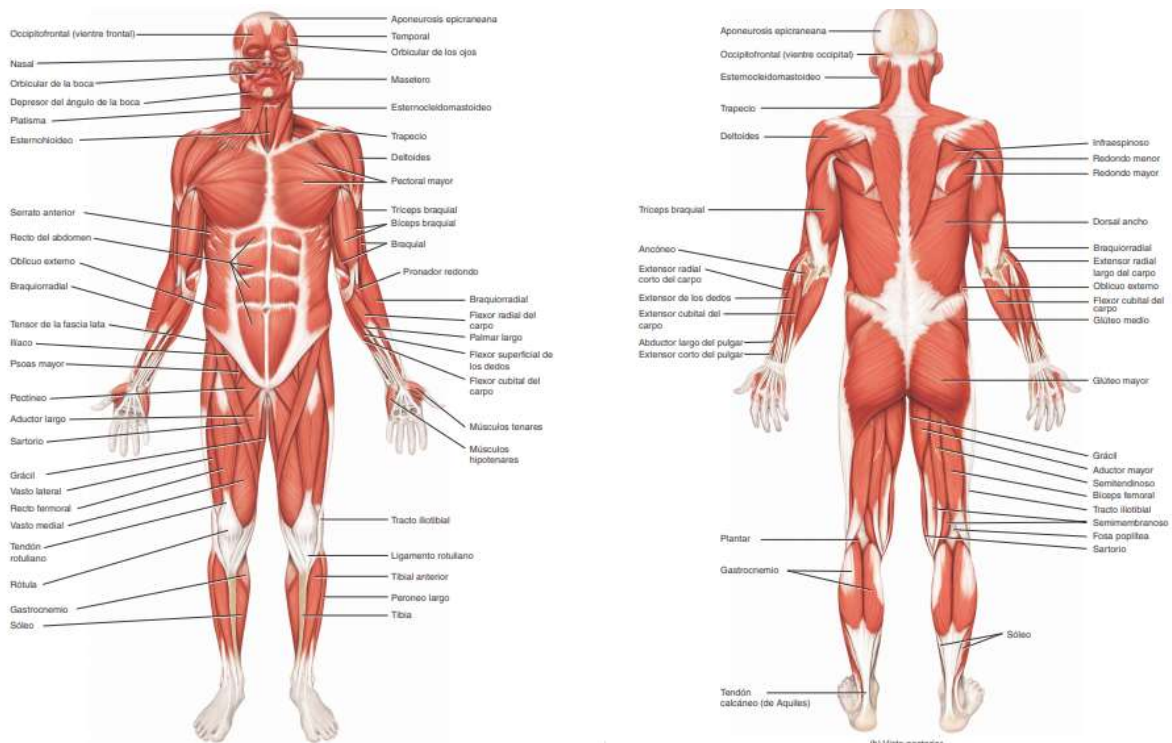


Figura 2 Músculos superficiales del cuerpo vista anterior y posterior (Tortora y Derrickson, 2006).



## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

*Tabla 1 Funciones, propiedades y proteínas del tejido muscular*

<b>Funciones</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Proteínas</b>
Producir movimientos generales	Excitabilidad eléctrica	Contráctiles: actina y miosina
Estabilizar la posición del cuerpo	Contractilidad	Reguladoras: tropomiosina y troponina
Almacenar y movilizar sustancias dentro del cuerpo	Extensibilidad	Estructurales: titina, a-actinina, miomesina, nebulina, distrofina
Generar calor	Elasticidad	

Nota: tabla de elaboración propia con información de (Tortora y Derrickson, 2006).

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

1. Un potencial de acción viaja a lo largo de una fibra motora hasta sus terminales sobre las fibras musculares.
2. . En cada terminal, el nervio secreta una pequeña cantidad de la sustancia neurotransmisora acetilcolina.
3. La acetilcolina actúa en una zona local de la membrana de la fibra muscular para abrir múltiples canales de cationes «activados por acetilcolina» a través de moléculas proteicas que flotan en la membrana.
4. La apertura de los canales activados por acetilcolina permite que grandes cantidades de iones sodio difundan hacia el interior de la membrana de la fibra muscular. Esta acción provoca una despolarización local que, a su vez, conduce a la apertura de los canales de sodio activados por el voltaje, que inicia un potencial de acción en la membrana.

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

5. El potencial de acción viaja a lo largo de la membrana de la fibra muscular de la misma manera que los potenciales de acción viajan a lo largo de las membranas de las fibras nerviosas.
6. El potencial de acción despolariza la membrana muscular, y buena parte de la electricidad del potencial de acción fluye a través del centro de la fibra muscular, donde hace que el retículo sarcoplásmico libere grandes cantidades de iones calcio que se han almacenado en el interior de este retículo.
7. Los iones calcio inician fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, haciendo que se deslicen unos sobre otros en sentido longitudinal, lo que constituye el proceso contráctil
8. Después de una fracción de segundo los iones calcio son bombeados de nuevo hacia el retículo sarcoplásmico por una bomba de  $\text{Ca}^{++}$  de la membrana y permanecen almacenados en el retículo hasta que llega un nuevo potencial de acción muscular; esta retirada de los iones calcio desde las miofibrillas hace que cese la contracción muscular (Guyton y Hall, 2016).

En la figura 3 se muestra como los filamentos de actina y filamentos de miosina se unen debido a la liberación de calcio y generan la contracción muscular, se muestra también un musculo en estado de reposo dado que no hay una fuerza que genere dicha contracción (Guyton y Hall, 2016).

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

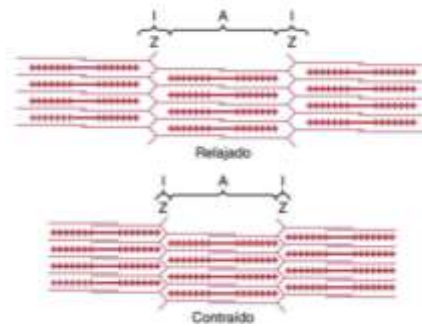


Figura 3 Contracción muscular (Guyton y Hall 2016).

El tono muscular es aquel ligero grado de tensión del musculo debido a contracciones involuntarias de las unidades motoras, depende de neuronas del encéfalo y la medula; cuando las neuronas que inervan un musculo están dañadas el musculo 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.

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.
- **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 (Tortora y Derrickson, 2006).

### 1.1.1.2. *Generalidades del sistema esquelético*

Dado que el hueso está conformado de distintos tejidos como son el tejido óseo, tejido adiposo y tejido nervioso, cada hueso se considera un órgano, el tejido óseo es un tejido vivo y complejo, a la unión de huesos, cartílagos, tendones y ligamentos se le llama sistema esquelético (Tortora y Derrickson, 2006).

Tabla 2 Estructuras y funciones del hueso

<b>Estructuras</b>	<b>Funciones</b>
Diáfisis: cuerpo del hueso	Protección de lesiones a órganos internos
Epífisis: extremos del hueso	Sostén a los tejidos blandos y brinda puntos de inserción a los músculos
Metáfisis: regiones del hueso maduro	Asistencia en el movimiento
Cartílago articular: capa delgada de cartílago hialino que cubre la epífisis	Homeostasis mineral
Periostio: protege el hueso, participa en la consolidación ósea, nutrición y punto de inserción de algunos músculos	Producción de células sanguíneas
Cavidad medular: contiene medula ósea amarilla y numerosos vasos sanguíneos	Almacenamiento de triglicéridos
Endostio: membrana que reviste la cavidad medular.	

Nota: tabla de elaboración propia con información de (Tortora y Derrickson, 2006).

En el hueso existen 4 tipos de células:

- Células osteogénicas: son células madre, estas son las únicas que experimentan una división celular, estas se encuentran a lo largo del endostio
- Osteoblastos: células formadoras de hueso, estas también inician la calcificación.
- Osteocitos: son las células principales del hueso y mantienen la homeostasis dentro de él.
- Osteoclastos: su función es regular el calcio circulante (Tortora y Derrickson, 2006).

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Figura 4 Células del hueso (Tortora y Derrickson, 2006).



El esqueleto humano está formado por 206 huesos, el cual está dividido en 2 grupos principales:

- Esqueleto axial que participa en la homeostasis del cuerpo ya que protege los órganos vitales que son el cerebro, la medula espinal, el corazón y los pulmones y consta de 80 huesos en total.
- Esqueleto apendicular que está conformado por los huesos de las extremidades y los huesos de la cintura escapular y pelviana, estos dos últimos permiten la unión de las extremidades con el esqueleto axial y consta de 126 huesos en total (Tortora y Derrickson, 2006).



## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

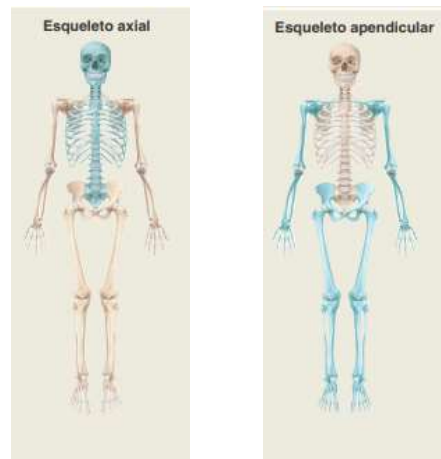


Figura 5 Esqueleto Axial y apendicular (Tortora y Derrickson, 2006).

Tabla 3 Tipos de huesos

Tipo de hueso	Descripción
Huesos largos	Son ligeramente curvos para absorber las cargas del peso corporal y así se dispersa de manera uniforme.
Huesos cortos	Estos son de forma más cubica y en su mayoría están conformados de tejido esponjoso
Huesos planos	Estos tienen como función principal la protección y a su vez en su superficie es favorable para los puntos de inserción de los músculos.
Huesos irregulares	Se manifiestan de formas complejas
Huesos sesamoideos	Se forman dentro de algunos tendones para protegerlos de desgastes o desgarros.

Nota: tabla de elaboración propia con información de (Tortora y Derrickson, 2006).

### **1.1.2. Definición del síndrome de Down**

El Síndrome de Down (SD) es una alteración genética causada por la existencia de una copia extra del cromosoma 21, o parte de él, en lugar de los 2 habituales que se traduce en discapacidad intelectual.

Según la Asamblea General de las Naciones Unidas en diciembre de 2011, designan el 21 de marzo como el día mundial del síndrome de Down, generando así con esta celebración una mayor concientización sobre la inclusión de las valiosas contribuciones de las personas con discapacidad intelectual. Resaltando la independencia individual de tomar sus propias decisiones (ONU, 2011).

### **1.1.3. Fisiopatología**

#### ***1.1.3.1. Trisomía 21***

Este tipo se observa en el 95% de los diagnósticos con síndrome de Down en el cual existe 3 copias libres de cromosoma 21 en vez de las 2 habituales, la causa cierta de este fenómeno es debido a la no disyunción cromosómica durante la meiosis materna, de esta forma el ovulo obtendrá 2 copias del cromosoma 21 y la tercera copia será heredada por el padre en el espermatozoide (Garduño, 2013).

#### ***1.1.3.2. Translocación***

Se denomina translocación debido a 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 es de origen genético quiere decir que

uno de los padres presenta una de las dos copias del cromosoma 21 adosado por su centrómero a otro cromosoma (Garduño, 2013).

#### **1.1.3.3. *Mosaicismo***

Es la presencia de dos o más líneas celulares con diferente constitución cromosómica en un mismo individuo, se ha establecido que los mosaicismos pueden originarse de dos formas: meióticos, la concepción fue trisómica, pero durante los ciclos de división celular posteriores se origina una línea celular que pierde la copia extra del cromosoma 21 y de forma mitótica, aquí la concepción es cromosómicamente normal, pero en algún momento de las sucesivas divisiones celulares ocurre la no disyunción durante la mitosis y se origina la línea trisómica (Garduño, 2013).

#### **1.1.4. Etiología**

##### **1.1.4.1. *Edad avanzada de la madre***

El riesgo de padecer SD aumenta un 2% cuando la edad de la madre es mayor a 35 años (Borrel, 2018).

##### **1.1.4.2. *Genética***

Al momento de que una madre ya ha tenido un embarazo previo con SD aumenta el factor de riesgo de embarazos sucesivos con el mismo síndrome, esto no quiere decir que así vaya a suceder (Borrel, 2018).

#### **1.1.5. Epidemiología**

##### **1.1.5.1. *Incidencia mundial***

Nazer y Cifuentes en 2011 establecen que “El ECLAMC (Estudio Colaborativo Latino Americano de Malformaciones Congénitas) como un

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Programa de investigación clínico-epidemiológico de factores de riesgo en la etiología de las malformaciones congénitas, utilizando una metodología caso control.”

La Organización Mundial de la Salud estima una prevalencia mundial de 1 en cada 1,000 recién nacidos vivos a nivel global (Díaz, 2016).

### 1.1.5.2. *Guatemala*

Toledo en 2019 indica que En Guatemala se estima que alrededor de 30 mil personas viven con este diagnóstico.

## 1.1.6. Clasificación

### 1.1.6.1. *Trisomía 21*

Esto se debe a que las células en lugar de tener 46 cromosomas tienen 47, y este cromosoma extra se encuentra en el par número 21, este cromosoma de más da lugar al SD. Se ha dado a conocer que este cromosoma de más es de origen materno producto de la no división de los cromosomas (Muñoz, 2004).

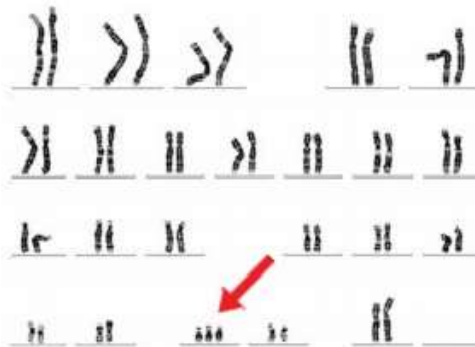


Figura 6 Síndrome de Down por trisomía en el par 21 (Borrel y Serés, 2018).

### 1.1.6.2. *Translocación*

En la unión del ovulo con el espermatozoide, un fragmento adicional de uno de los cromosomas del par 21, se adhiere al par 14; en este caso el padre o la madre pueden ser portadores del material genético extra, heredándolo a uno o más hijos (Muñoz, 2004).

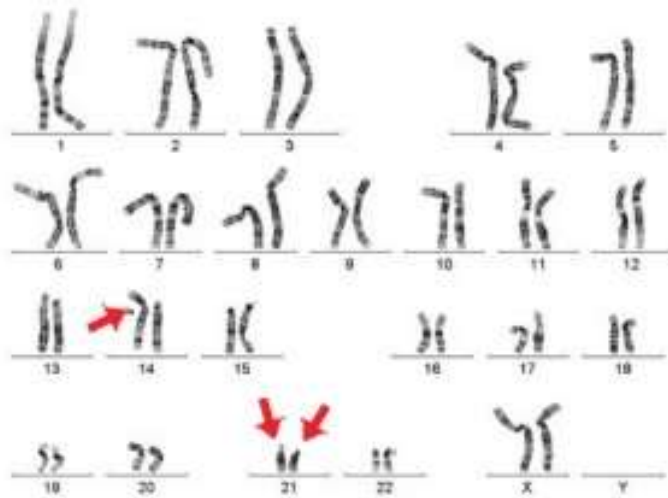


Figura 7 Síndrome de Down por translocación en par 14 y 21 (Borrel y Serés, 2018).

### 1.1.6.3. *Mosaicismo*

Este es debido a un error de división durante la meiosis, lo que ocasiona que algunas células contengan número distintos de cromosomas, esto quiere decir que el cigoto durante la meiosis puede duplicar o perder un cromosoma en el par número 21 (Muñoz, 2004).

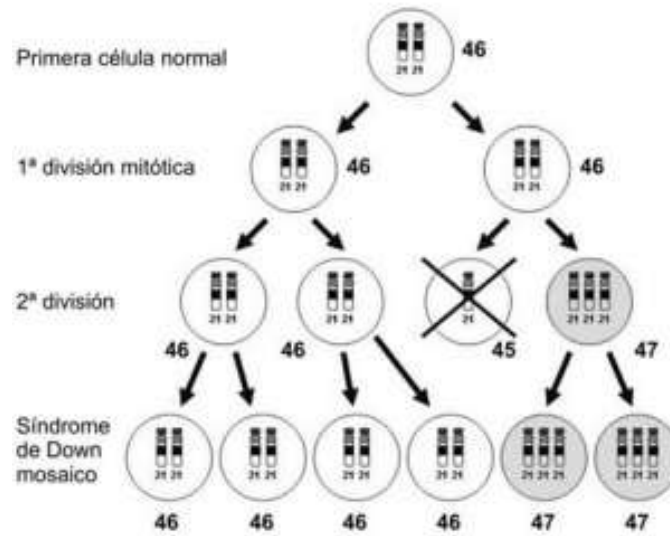


Figura 8 Síndrome de Down por mosaicismo (Borrel y Serés, 2018).

## 1.1.7. Características

### 1.1.7.1. Características físicas

Los pacientes con SD tienen características morfológicas típicas como la baja estatura, la cara aplanada, los ojos son pequeños y oblicuos, la nariz es pequeña y plana y la boca suele presentar paladar alto, protrusión e hipotonía lingual. La cabeza presenta braquicefalia, cabello fino, liso y poco implantado. Las orejas suelen ser pequeñas, irregulares y de baja implantación. El cuello es corto y presenta un exceso de tejido dérmico y adiposo. Las manos se caracterizan por hipotonía muscular, un solo pliegue palmar, clinodactilia y una distancia entre el primer y segundo dedo del pie (Coelho, 2016).

Después del nacimiento, pueden ocurrir dificultades para alimentarse debido al bajo tono muscular y a la lengua protuberante. Sin embargo, con el avance de la

edad, se produce un aumento de la ingesta alimentaria, lo que justifica el seguimiento de la dieta y la práctica de ejercicio físico. Las personas con síndrome de Down también pueden tener múltiples afecciones médicas asociadas. Entre estas condiciones, prevalecen los problemas de visión y audición, la apnea obstructiva del sueño y las cardiopatías congénitas (Coelho, 2016).

#### *1.1.7.1.1. Problemas cardiológicos*

Dado que estos pacientes presentan cardiopatías congénitas hasta en un 50% de los mismos, este se relaciona como un factor mayor de mortalidad y morbilidad en los primeros años de vida, se recomienda realizar ecocardiograma a los recién nacidos, aun así, no se presenten síntomas de soplo (Lizama, et al., 2013).

#### *1.1.7.1.2. Problemas gastrointestinales*

El 12% de la población con síndrome de Down puede presentar malformaciones en el tubo digestivo, generando así un reflujo gastroesofágico, constipación y enfermedades célicas, en su mayoría estas son de resolución quirúrgica. (Lizama, et al., 2013).

#### *1.1.7.1.3. Problemas respiratorios*

Existen malformaciones pulmonares y se manifiestan como neumonías recurrentes, atelectasia, micro aspiración e infecciones por virus respiratorios sinciales a estos pacientes se les hace una primera aproximación con radiografía de tórax, esta no se recomienda como rutina a pacientes asintomáticos (Lizama, et al., 2013).



*1.1.7.1.4. Sistema inmunológico*

Dado a las infecciones respiratorias son más frecuentes en los primeros años de vida se recomienda que las medidas de higiene sean optimas como el constante lavado de manos y reducción de contaminación. También se aconseja adherirse a programas de inmunización con vacunas contra la influenza y el neumococo (Lizama, et al., 2013).

*1.1.7.1.5. Problemas hematológicos*

La leucemia y el cáncer testicular ocurren por lo menos en el 1% de la población con síndrome de Down por lo que se recomienda realizar un hemograma con recuento de plaquetas anual en los primeros 5 años de vida (Lizama, et al., 2013).

*1.1.7.1.6. Problemas endocrinológicos*

El hipotiroidismo ocurre hasta en un 40% y este aumenta con la edad, es 28 veces más frecuente que en la población genera, se recomienda hacer pruebas de THS t T4 libre a todos los pacientes al nacer, a los 6 y 12 meses, anualmente durante toda la vida (Lizama, et al., 2013).

*1.1.7.1.7. Problemas otorrinolaringológicos*

Por la presencia de estenosis en el conducto auditivo, otitis serosa, infecciones óticas, sinusitis, pérdida de la audición y apnea obstructiva del sueño, se recomienda realizar un tamizaje auditivo al nacer (Lizama, et al., 2013).

*1.1.7.1.8. Problemas oftalmológicos*

Se recomienda realizar una evaluación por un oftalmólogo en los primeros 6 años de vida y de manera anual para descartar posibles

desordenes oftalmológicos como son las cataratas congénitas, obstrucción del ducto naso lacrimal, estrabismo, nistagmo, entre otros (Lizama, et al., 2013).

*1.1.7.1.9. Problemas ortopédicos*

Generalmente los pacientes con síndrome de Down presentan hipotonía e hiperlaxitud que aumentan el riesgo de luxación de articulaciones, pie plano y escoliosis por lo que se recomienda realizar una radiografía de pelvis a los 3 meses o en las ecografías de rutina para evitar el riesgo de displasia de cadera (Lizama, et al., 2013).

*1.1.7.1.10. Problemas dermatológicos*

Estos pacientes presentan sequedad en la piel y faneras lo que genera grietas, fisuras y sobreinfección; también se presenta alopecia, vitíligo y foliculitis por lo que se recomienda educar a los padres de los pacientes la hidratación y lubricación de la piel (Lizama, et al., 2013).

**1.1.7.2. Características cognitivas**

El SD representa la causa más común de retraso mental, el cociente intelectual (CI), determinado mediante la administración de una prueba de inteligencia estandarizada, puede variar entre grados ligero (CI entre 50 y 70) con la mayoría de los casos en grados ligero y moderado.

Los individuos con SD tienen un retraso en el desarrollo neuropsicológico, con predominio de déficits motores en la primera infancia y déficits cognitivos

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

en la edad escolar; la epilepsia y la enfermedad de Alzheimer ocurren con más frecuencia en pacientes con SD que en la población general. También son frecuentes los cambios de comportamiento, los síntomas característicos del autismo y las manifestaciones clínicas relacionadas con el déficit de atención con hiperactividad (Coelho, 2016).

### *1.1.7.2.1. Neurodesarrollo y problemas neurológicos*

El retraso de la adquisición de hitos del desarrollo y síndromes epilépticos están presentes en pacientes con síndrome de Down por lo que se recomienda generarles programas de estimulación temprana y estar al tanto de las crisis convulsivas y no confundirlos con cólicos del lactante en los primeros años de vida (Lizama, et al., 2013).

## **1.2. Antecedentes específicos**

### **1.2.1. Tratamiento médico**

#### *1.2.1.1. Tratamientos comunes*

*1.2.1.1.1. Vacunación antigripal para evitar neumonías*

*1.2.1.1.2. Vacuna antineumocócica*

*1.2.1.1.3. Cirugía para el prolapso de la válvula mitral siendo una de las más comunes en pacientes con SD*

*1.2.1.1.4. Cirugía para corregir cataratas densas*

*1.2.1.1.5. Cirugía para atresia duodenal (Muñoz, 2004).*

## 1.2.2. Tratamiento convencional fisioterapéutico

### 1.2.2.1. *Protocolos de atención*

1.2.2.1.1. *Hipoterapia*

1.2.2.1.2. *Hidroterapia*

1.2.2.1.3. *Cinesiterapia*

1.2.2.1.4. *Estimulación sensorial (Muñoz, 2004).*

## 1.2.3. Ejercicio de fuerza

### 1.2.3.1. *Ejercicio*

1.2.3.1.1. *Definición*

El diccionario de Real Academia de la Lengua Española define el ejercicio como “Conjunto de movimientos corporales que se realizan para mantener o mejorar la forma física”.

1.2.3.1.2. *Técnicas*

*Tabla 4 Técnicas de ejercicio*

<b>Técnica</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejercicios</b>
<b>Movilizaciones</b>	Tiene como fin terapéutico la movilidad de la articulación existente y los tejidos blandos, disminuyendo la aparición de contracturas o adherencias	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cinesiterapia activa: rango de movimiento completo, por acción voluntaria y controlada de los músculos.</li><li>• Cinesiterapia pasiva: rango de movimiento completo, pero sin la acción voluntaria del musculo ya que necesita una fuerza externa</li></ul>

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Técnica	Definición	Ejercicios
<b>Ejercicio resistido</b>	Se ejerce una resistencia sobre un musculo que se contrae, posterior a esto se adaptará y se volverá más fuerte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinesiterapia activa-asistida: no cumple en su totalidad el rango de movimiento por acción voluntaria del musculo y necesita de una fuerza externa para completarlo.</li> <li>• Ejercicio resistido manual: en este ejercicio el terapeuta o personal sanitario ejerce la resistencia.</li> <li>• Ejercicio resistido mecánico: la resistencia es aplicada por medio de un aparato mecánico.</li> <li>• Ejercicio isotónico: ejercicio dinámico con carga constante</li> <li>• Ejercicio isocinético: ejercicio dinámico con velocidad constante</li> <li>• Ejercicio isométrico: contracción de un musculo estático sin cambio de longitud o movimiento articular visible</li> </ul>
<b>Ejercicio aeróbico</b>	Tiene como fin el aumento del rendimiento de la actividad física tanto en personas sanas como en personas con enfermedades coronarios o distintas enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamiento continuo: exigencia máxima de energía durante todo el tiempo de trabajo.</li> </ul>
<b>Estiramientos</b>	Flexibilidad de tejidos blandos que rodean las articulaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estiramiento pasivo: el paciente esta relajado y se le ejerce la fuerza externa</li> <li>• Inhibición activa: el paciente participa en el ejercicio.</li> </ul>

Nota: tabla de elaboración propia con información de (Kisner y Colby, 2005).

### 1.2.3.1.3. Dosificación y tiempo

Dado que existen varios ejercicios para el entrenamiento de fuerza es bastante complejo elegir una dosificación específica, ya que el diseño del entrenamiento debe ser individualizado para cada paciente pero Kisner y Colby proponen una 3 tipos de combinaciones para mejorar de manera eficaz la fuerza, el primero se basa en tres series de 6 RM, el segundo dos

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

series de 12 RM y el tercero seis series de 3 RM y a continuación se muestra una tabla de cómo puede mejorar la fuerza con técnicas dinámicas y estáticas y cada una con su dosificación y tiempo.

*Tabla 5 Dosificación y tiempo del ejercicio*

<b>Método</b>	<b>Técnica</b>
<b>Método dinámico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Técnica DeLorme: propone de manera progresiva 3 series de 10 repeticiones, en la primera con la mitad de 10 RM, en la segunda con tres cuartos de RM y la tercera con 10 RM, con un breve descanso entre series.</li><li>• Técnica de Oxford: es contrario a la técnica DeLorme, ya que esta va de mayor a menor. Determina tres series de 10 repeticiones, en la primera serie realiza 10 repeticiones con 10 RM, en la segunda con tres cuartos de 10 RM y la última con la mitad de 10 RM de manera que se disminuya la aparición de fatiga muscular.</li><li>• Técnica de ERPAD: este propone el aumento de peso progresivo, realiza 3 series, la primera 10 repeticiones con un peso considerado, la segunda 6 repeticiones con la mitad del peso inicial, y la tercera con tres cuartos del peso inicial.</li></ul>
<b>Método estático</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ejercicio isométrico repetitivo corto: este propone una serie de 20 repeticiones, pero cada una se mantiene 6 segundos, y descansa 20 segundos en cada contracción.</li><li>• Ejercicio isométrico de múltiples ángulos: este propone 10 series de 10 repeticiones, cada una se mantiene de 6 a 10 segundos y cada 10 grados de amplitud.</li></ul>

Nota: tabla de elaboración propia con información de (Kisner y Colby, 2005).

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

### 1.2.3.1.4. Componentes de la carga interna y externa

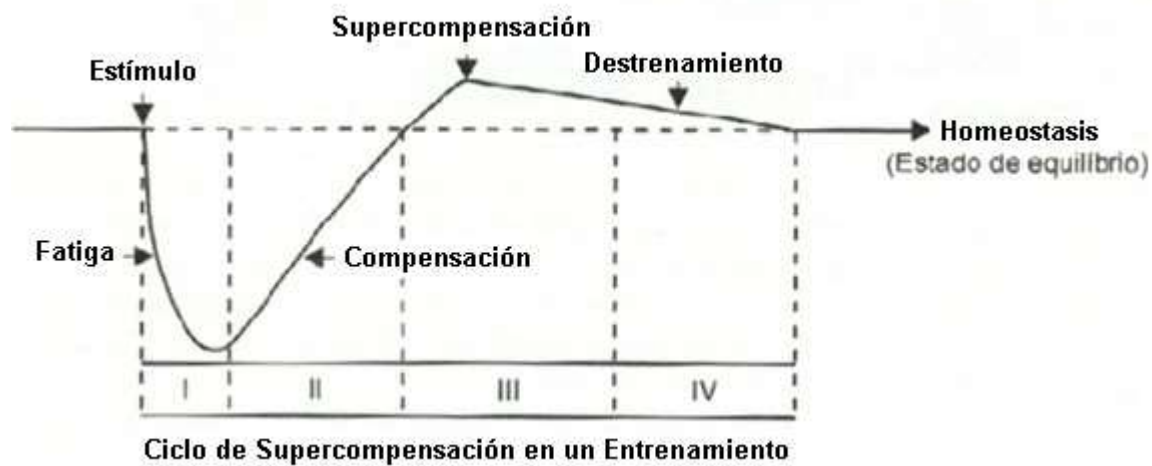
Tabla 6 Componentes de la carga interna y externa

<b>Carga</b>	<b>Componentes</b>	<b>Descripción</b>
Interna	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fatiga</li><li>• Supercompensación</li><li>• Recuperación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desequilibrio en la homeostasis del consumo suplementarios y el aumento de ácido láctico en sangre</li><li>• Este es el mecanismo en el cual el cuerpo repone las fuentes bioquímicas de energía; en la figura 9 se muestra la curva del ciclo de supercompensación.</li><li>• Es el estado del cuerpo en el cual ha almacenado de nuevo las fuentes de energía y llega de nuevo la homeostasis del cuerpo</li></ul>
Externa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Intensidad</li><li>• Volumen</li><li>• Periodicidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es el grado de esfuerzo que se requiere durante el ejercicio, teniendo en cuenta el peso absoluto o relativo y el número máximo de repeticiones que se realizan con dicho peso.</li><li>• Se determina por el número de repeticiones, el peso levantado o duración de la sesión efectuado totalmente.</li><li>• Se determina por la cantidad de sesiones realizadas durante la semana, tomando en cuenta los periodos de descanso.</li></ul>

Nota: tabla de elaboración propia con información de (Chicharro, 2006 y Bompa, 2003).

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Figura 9 curva de supercompensación (Bompa, 2003).



### 1.2.3.1.5. Precauciones

- Precauciones cardiovasculares
- Fatiga muscular
- Sobre entrenamiento
- Compensaciones
- Osteoporosis
- Mialgia inducida por el ejercicio (Kisner y Colby, 2005).

### 1.2.3.1.6. Contraindicaciones

- Inflamación
- Dolor (Kisner y Colby, 2005).

### 1.2.3.1.7. Efectos

- Sistema inmunitario: el ejercicio intenso induce respuestas inflamatorias transitorias, esto corresponde a microtraumatismos y



## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

participa en los procesos de reparación, hipertrofia y angiogénesis muscular; las concentraciones de adrenalina y cortisol aumentan la capacidad y funcionamiento del ejercicio originando las variaciones leucocitarias.

- Sistema cardiovascular: existen diferentes efectos mediante el ejercicio sobre este sistema como son: aumento de la actividad simpática, esto quiere decir que existe un aumento de catecolaminas por vía nerviosa y sanguínea, de este modo hay un aumento de la frecuencia cardíaca y volumen sistólico y por consiguiente un aumento en el gasto cardíaco. Tiene como efecto el aumento del retorno venoso sobre el corazón generando el mecanismo de Frank Starling, que es un incremento del volumen sistólico debido al aumento de fuerza.
- Sistema pulmonar: Durante el ejercicio el sistema pulmonar tiene como función principal la homeostasis de la concentración de gases en la sangre arterial, realizando de manera alterna funciones como contribuir a oxigenar y disminuir el grado de acidez, mantener un grado bajo de resistencia vascular pulmonar para evitar edema.
- Sistema renal: el ejercicio causa cambios en la hemodinámica renal disminuyendo el flujo plasmático renal y de igual forma en la filtración glomerular, obteniendo como consecuencia un aumento de la fracción de filtración que intenta preservar la transferencia de

metabolitos y sustancias a través de los glomérulos renales  
(Chicharro, 2006).

1.2.3.1.8. *Respuestas y adaptaciones del sistema muscular al ejercicio de fuerza*

- Respuestas y adaptaciones estructurales: para desarrollar la fuerza se requiere de los factores estructurales como son el número de puentes cruzados de miosina que interactúan con los filamentos de actina, el número de sarcómeros, tensión específica o fuerza que ejerza una fibra muscular, longitud de fibra, longitud del músculo y el tipo de fibra muscular.
- Adaptaciones neurales: los cambios a nivel neural se dan tanto en la transmisión del sistema nervioso central, así como también en las respuestas de los reflejos a nivel de la medula espinal, se genera una hipertrofia muscular selectiva obteniendo como tal un incremento específico de fuerza máxima y explosiva.
- Adaptaciones hormonales: la importancia de estos cambios es las hormonas anabolizantes como la testosterona generan efectos de modelación de las fibras musculares, también se da un incremento de hormonas anabólicas cuya utilización se da en el tejido muscular y por último se da una mejora en el que no se pierda la producción de la fuerza y un incremento en la tasa de producción de hormonas anabólicas (Chicharro, 2006).

*1.2.3.1.9. Beneficios*

- Se amplían y se engruesan las capsulas articulares para permitir una movilización más adecuada y brindar la protección de la epífisis ósea.
- Mejora la distensibilidad y consistencia de las estructuras periarticulares, tendones ligamentos, capsulas articulares, músculos, y todos estos se fortalecen para brindar una locomoción más efectiva
- Específicamente en el sistema muscular aumentan los depósitos de nutrientes y se activa la síntesis de proteínas especialmente las encargadas de la contracción muscular (Tapia, 2012)

## CAPÍTULO II

### Planteamiento del Problema

En este capítulo se expone el planteamiento del problema y justificación a los cuales nos enfrentamos en esta revisión bibliográfica para dar una explicación a nuestro objetivo de investigación, rigiéndonos en base a la justificación y cumpliendo nuestros objetivos planteados en este mismo capítulo.

#### 2.1. Planteamiento del problema

El síndrome de Down es la cromosomopatía más frecuente y mejor conocida, causante de principal de la discapacidad intelectual, descrita así en 1866. En 1959 Lejeune, Gautier y Turpin, lo describen por primera vez como una alteración cromosómica tras realizar un estudio con 5 niños y 4 niñas con discapacidad intelectual presentando 47 cromosomas en el cultivo de fibroblastos. Los autores proponen que el origen de este cromosoma extra se debía a la no disyunción meiótica en el óvulo y aumentaba con la edad materna. Ésta abarca un conjunto de patologías que involucran prácticamente todos los órganos y sistemas siendo más prevalentes y distintivas, la dificultad de aprendizaje, dismorfias craneofaciales, hipotiroidismo, cardiopatías congénitas, alteraciones gastrointestinales, leucemias, hipotonía e hiperlaxitud ligamentosa. (Díaz, et al, 2016).

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

La Organización Mundial de la Salud estima una prevalencia mundial de 1 en cada 1 mil recién nacidos vivos, siendo el 95% de los casos debido a una trisomía en el cromosoma 21. Se estima que es la causa de 1 de 150 abortos del primer trimestre (Díaz, et al, 2016).

El paciente con síndrome de Down presenta rasgos físicos muy característicos, que se pueden identificar en el recién nacido como es la hipotonía, perfil facial plano, nariz pequeña, manchas de Brushfield, orejas pequeñas, lóbulos auriculares pequeños o ausentes, boca pequeña y lengua protuberante, cuello corto y piel redundante en zona posterior del cuello, retraso del cierre de fontanelas, hiperlaxitud de articulaciones, clinodactilia, genitales externos pequeños, pelo fino, suave y liso. Durante el desarrollo del paciente con dicho síndrome puede presentar algunas otras alteraciones como son las cardiopatías congénitas, problemas gastrointestinales, problemas respiratorios, problemas oftalmológicos, entre otros (Lizama, et al, 2013).

Dado que los niños y adolescentes con síndrome de Down presentan diversas complicaciones a nivel musculoesquelético como son debilidad muscular general, reacciones posturales lentas, articulaciones hiper flexibles, en los jóvenes no se presenta aumento de fuerza muscular, apareciendo esta típicamente a los 14 años, se enfoca especialmente en aumentar la fuerza muscular para su bienestar e independencia por medio del ejercicio mejorando su consumo de oxígeno y carga de trabajo máximo, generando así la disminución del desgaste de las estructuras (Ahmed, 2017).

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

El ejercicio terapéutico tiene objetivos específicos siendo estos el desarrollo, mejora, restablecimiento y mantenimiento de la fuerza, resistencia física y capacidad cardiovascular, movilidad y flexibilidad, estabilidad, relajación y coordinación obteniendo como resultados movimientos funcionales y prevención de lesiones si el paciente está consciente de los objetivos del ejercicio terapéutico (Kisner, 2005).

De este modo, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad?

### **2.1.1. Justificación**

Se ha demostrado que el síndrome de Down es una afectación a nivel mundial, dada esta situación nuestro objetivo es ayudar al paciente pediátrico con dicha patología a mejorar su calidad de vida de manera que se pueda incorporar a la sociedad de manera adecuada.

Según la [OMS], se estima que es 1 caso por cada 1mil 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 en la que los pacientes tienen conjuntamente células normales y células con un Hsa21 extra; menos de 2% se origina por una translocación no equilibrada; es decir, un cariotipo con 46 cromosomas, pero uno de ellos, usualmente el cromosoma 14, contiene material cromosómico extra del Hsa21 (Díaz, 2016).

Éste impacta de alguna manera de forma negativa ya que el paciente cuenta con un retraso mental, leve o moderado y en algunos casos graves, esto en múltiples

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

ocasiones le impide incorporarse a la sociedad de manera adecuada. Otros de los problemas que presenta el paciente con dicha enfermedad son los problemas físicos en cuanto sus movimientos en los primeros años son inadecuados y no pueden realizar actividades de la vida diaria con normalidad.

Dado que dicho síndrome aún no tiene cura, se abordan distintos métodos de tratamiento, ya que dicha enfermedad causa afecciones en distintas áreas del cuerpo contando con órganos y sistemas. Para que el que el tratamiento alcance unos resultados óptimos, es necesario contar con la familia, colaborando con los profesionales. Actualmente se utilizan cuidados médicos para el tratamiento de enfermedades cardíacas, anomalías gastrointestinales, problemas visuales, problemas inmunológicos, entre otros. Se hace uso de tratamiento rehabilitador por medio de fisioterapia y terapia ocupacional. En otras opciones se utilizan otro tipo de terapias incluyendo terapia con animales, terapia artística, musicoterapia, etcétera (Troncoso, 2012).

La niñez y adolescencia es un momento crucial para implementar el ejercicio ya que estos pacientes presentan un desempeño cardiovascular más bajo que los adolescentes sin este síndrome, esto se debe a que los niños con este síndrome en la adolescencia minimizan su actividad física lo que genera, aunado a esto, dificultades ventilatorias y disminución de la fuerza. El ejercicio terapéutico es la ejecución sistemática y planificada de movimientos corporales, posturas y actividades físicas, con el propósito de que el paciente disponga de medios para: Corregir o prevenir alteraciones, mejorar, restablecer o potenciar el funcionamiento físico, prevenir o

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

reducir factores de riesgo para la salud, optimizar el estado general de salud, el acondicionamiento físico o la sensación de bienestar.

El ejercicio terapéutico influye de forma positiva en nuestro cuerpo, ya que incide en muchos aspectos: mejora el sistema cardiovascular, disminuyendo el riesgo de patologías y favoreciendo la circulación e influye de forma positiva en el sistema nervioso, mejorando la coordinación, el tono muscular y el dolor (Ahmed, 2017).

Ayuda al aparato locomotor -huesos, músculos, articulaciones, tendones y ligamentos, mejorando el funcionamiento de estas estructuras y su elasticidad. El ejercicio ayuda a mantener los efectos conseguidos con la terapia manual; mejora el estrés, la depresión, la calidad del sueño y disminuye la fatiga. La realización de ejercicio favorece la liberación de sustancias analgésicas (opioides, serotonina y endorfinas), que también contribuyen a mejorar el estado de ánimo. A nivel del sistema cardiorrespiratorios el ejercicio permite regular un efecto regulador sobre el corazón. El trabajo cardiaco se hace más eficiente mejorándose la fuerza de contracción muscular y aumentando de esta manera el volumen sanguíneo por cada latido, lo cual, durante el reposo, representa una reducción funcional importante que se traduce en una disminución de la frecuencia de latidos por cada minuto. El ejercicio físico regular mejora la consistencia y distensibilidad de las estructuras periarticulares, tendones, ligamentos, cápsulas articulares, músculos, piel, etc., todas estas estructuras se fortalecen facilitando así una locomoción más efectiva y sobre todo adquiriendo cierto grado de inmunidad contra las lesiones tan comunes que sufren las personas sedentarias aun ante pequeñas injurias de su vida diaria (Tapia, 2012).



## **2.1.2. Objetivos**

### ***2.1.2.1. Objetivo general***

- Examinar los efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad basado en una revisión bibliográfica.

### ***2.1.2.2. Objetivos específicos***

- Describir los efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad.
- Distinguir la dosificación de ejercicio más adecuada para mejorar la fuerza en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad.
- Diferenciar los métodos de evaluación de la fuerza en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad.

## **CAPÍTULO III**

### **Marco metodológico**

En este apartado el lector encontrará información sobre la metodología, materiales y criterios tomados en cuenta, para la realización de dicha investigación.

#### **3.1. Materiales**

Para esta investigación se utilizaron artículos científicos obtenidos de las siguientes bases de datos: Ebsco, Google académico, PubMed, y Pedro de los cuales se obtuvieron artículos científicos de Scielo, Elsevier y trabajos de grado de diferentes universidades.

Se utilizaron libros sobre anatomía y fisiología humana, libros sobre ejercicio terapéutico, fisiología del ejercicio y síndrome de Down. Los artículos utilizados contienen información sobre la aplicación de ejercicio en niños con el diagnóstico ya presentado anteriormente, estadísticas de población, aspectos generales del síndrome de Down y abordaje fisioterapéutico en dicho síndrome.

La investigación se realizó con las siguientes variables: la variable dependiente es pacientes pediátricos de 12-18 años con síndrome de Down, y la variable independiente es ejercicio terapéutico.

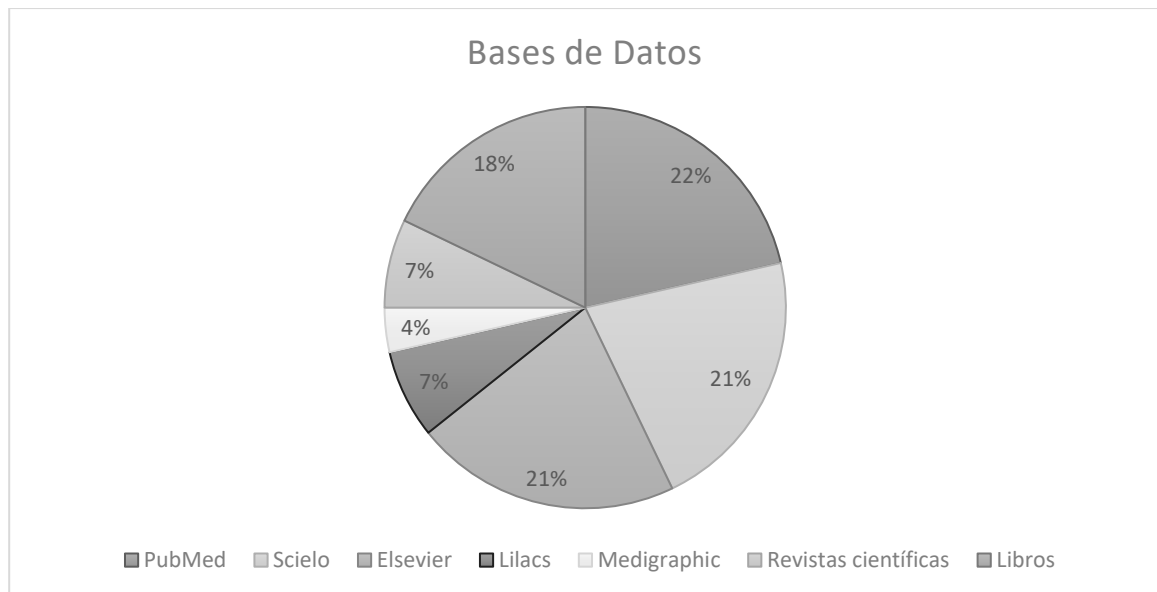


Figura 10 Buscadores. Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se puede observar la cantidad de documentos de los que se hicieron uso a lo largo de la investigación.

### 3.2. Enfoque de investigación

Se realiza una investigación cualitativa pues se pretende estudiar mediante un análisis subjetivo los efectos del ejercicio de fuerza en el síndrome de Down; para luego interpretar estos datos encontrados mediante una revisión documental de forma subjetiva. Se presentará una investigación cualitativa de los efectos del ejercicio de fuerza en pacientes con síndrome de Down (Hernández y colaboradores, 2014).

### 3.3. Tipo de estudio

Se pretende realizar una investigación de tipo descriptiva puesto que se persigue describir con profundidad las características y propiedades principales de los efectos del ejercicio de fuerza identificando si la evidencia encontrada la sugiere como una

técnica adecuada como tratamiento del síndrome de Down para obtener los resultados que se pretenden demostrar.

Este tipo de estudio evidencia todas las características de las variables a investigar y a tomar en cuenta, sin embargo, no se enfoca en hacer una comparación o relacionar similitudes del objeto de estudio con otros, según Hernández y colaboradores (2014).

### **3.4. Diseño de investigación**

El plan y estructura general de la investigación son de tipo no experimental porque no existe una manipulación de variables, es decir que el investigador recolecta la información analizando lo que otros autores en artículos o literaturas a citar (Hernández y colaboradores, 2014).

El mismo autor refiere que el investigador no influye en las variables, debido a que sólo podrá analizar y sintetizar lo que ya otros investigadores plantearon. En conclusión, este no podrá controlar los aspectos a manejar dentro del experimento.

### **3.5. Método de investigación**

Se pretende realizar un análisis de la información encontrada acerca de los efectos fisiológicos del ejercicio de fuerza en pacientes con síndrome de Down, y con base a este análisis, ofrecer una síntesis que evidencie los resultados que se pretenden demostrar.

La revisión de cada documento se realizó a detalle para lograr un adecuado análisis de los parámetros de tratamiento que se utilizaron. Luego, se hace un resumen detallado de los resultados obtenidos de estos artículos. Y, para finalizar, se llega a una conclusión con respecto a los datos obtenidos, este proceso es adecuado para el método de estudio según Gómez (2012).

### 3.6. Criterios de selección

Para obtener la información necesaria en esta investigación, se tomaron en cuenta los siguientes criterios: artículos científicos y tesis de grado con publicación no mayor a 10 años, los cuales incluyen estudios con pacientes pediátricos con síndrome de Down que recibieron tratamiento con ejercicio terapéutico, aplicación de ejercicio terapéutico en deportistas con síndrome de Down y contenido sobre las generalidades del síndrome de Down.

Se utilizaron también libros con contenido anatomía y fisiología humana y ejercicio terapéutico en general. Estos con 15 años de antigüedad.

Para excluir la información que no era necesaria, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: artículos con 11 o más años de antigüedad, aquellos que evidenciaran otras técnicas de fisioterapia, otros sin aportaciones relevantes al tema, sin respaldo científico, documentos sin fecha de publicación, con tratamientos de ejercicio de otro tipo que no sea para fortalecimiento muscular y libros con más de 15 años de antigüedad.

Tabla 7 Criterios de selección

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes con diagnóstico Síndrome de Down.</li><li>• Artículos con 10 años o menos de antigüedad</li><li>• Artículos, revistas científicas y libros que incluyeran información sobre fisiología en el ejercicio de fuerza.</li><li>• Artículos, revistas científicas y libros que incluyeran información de fisiopatología del síndrome de Down.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes sin diagnóstico de síndrome de Down.</li><li>• Artículos con más de 10 años de antigüedad</li><li>• Artículos de ejercicios de tipo distinto al de fuerza</li><li>• Artículos no indexados.</li><li>• Información que no provenga de fuentes con un respaldo científico.</li></ul>

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos con información epidemiológica del síndrome de Down en el mundo.</li> <li>• Libros consultados de no más de 10 años de antigüedad, con excepción de libros solo anatomía y fisiología.</li> </ul>	
Fuente: tabla de elaboración propia	

### 3.7. Variables

*Tabla 8 Operacionalización de variables*

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
<b>Independiente</b>	Ejercicio de fuerza	El diccionario de Real Academia de la Lengua Española define el ejercicio como “Conjunto de movimientos corporales que se realizan para mantener o mejorar la forma física”.	Se ejerce una resistencia sobre un musculo que se contrae, posterior a esto se adaptará y se volverá más fuerte.	(Kisner y Colby, 2005).
<b>Dependiente</b>	Síndrome de Down	El Síndrome de Down (SD) es una alteración genética causado por la existencia de una copia extra del cromosoma 21, o parte de él, en lugar de los 2 habituales que se traduce en discapacidad intelectual.	Se hace uso del método Rood y cinesiterapia debido a que ambos están diseñados para estimular de distintas maneras el sistema musculoesquelético mejorando el trofismo muscular,	(Coelho, 2016).

Fuente: tabla de elaboración propia

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

En este apartado, se demuestran los resultados junto con la descripción de las investigaciones en las que está basada la presente investigación.

#### **4.1. Resultados**

Durante la investigación se evidenció que el tratamiento con ejercicio para el entrenamiento de fuerza en pacientes con síndrome de Down u otros cuadros clínicos similares que conlleven a la hipotonía, le permite mejorar su estado físico. Esto con el fin de lograr su independencia y aumentar su funcionalidad dentro de la sociedad.

La aplicación del ejercicio en los pacientes estudiados permite obtener beneficios que se mencionan de acuerdo a los resultados que se presentan a continuación:

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Tabla 9 Resultados del primer objetivo

<b>Describir los efectos terapéuticos del ejercicio como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad.</b>		
<b>Autor y año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>
<b>(Gupta y colaboradores, 2011)</b>	Se estudió a 23 niños con síndrome de Down, sometidos a ejercicios de resistencia progresivos para las extremidades inferiores y entrenamiento del equilibrio durante 6 semanas comparado con niños con el mismo síndrome sin ser sometidos a intervención y continuando sus actividades normales. Efectos terapéuticos son los provocados por la estimulación de los músculos. En este caso se evaluaron cambios en puntuaciones en músculos extensores de rodilla, flexores de cadera.	Mediante un dinamómetro se evidenció que la fuerza muscular en los músculos extensores de rodilla fue de 18.4 libras en el grupo experimental frente a 12.12 libras en el grupo no experimental; en los músculos flexores de cadera obtuvo resultados de 16.66 libras en el grupo experimental y 12.34 en el grupo no experimental.
<b>(Cowley y colaboradores, 2011)</b>	Se intervino a 19 personas con síndrome de Down con edades comprometidas entre los 8 a 28 años de edad en el grupo experimental, donde realizaron entrenamiento de resistencia 2 días a la semana durante 10 semanas y 11 personas en el grupo no experimental o control. Mejora en el aumento de fuerza muscular y capacidad de subir escaleras.	<b>Las</b> personas con SD que recibieron la intervención aumentaron significativamente la fuerza en los músculos extensores y flexores de la rodilla [fue 17,0 DE 29,6 y 12,6 DE 18,9 N m, respectivamente] y el torque máximo isométrico del extensor de rodilla en ángulos de 45 ° (2,9 SD 23,2 N m), 60 ° (3,0 SD 22,9 N m) y 75 ° (14,2 SD 30,0 N m). Estos cambios fueron significativamente mayores que en el grupo de control. Además, el tiempo para ascender (-0,3 DE 0,8 s) y descender (-0,6 DE 0,9 s) escaleras disminuyó significativamente en el grupo de intervención en comparación con el grupo de control.
<b>(Aguilar y Cepeda, 2020)</b>	Estudio con 22 participantes con diagnósticos de síndrome de Down, autismo y discapacidad cognitiva, quienes realizaron un entrenamiento de 2 meses, 3 semanas, 2 veces por semana durante 2 horas de entrenamiento. Se demostró que el entrenamiento para fortalecer la zona del Core y glúteos, mejoran la estabilidad estática unipodal y capacidad de salto vertical	Los resultados reflejan una mejora significativa en la altura de salto vertical ( $r = 0.95$ , ET (error típico) 2.81, $P < 0.000$ ).

Fuente: tabla de elaboración propia



## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

Tabla 10 Resultados del segundo objetivo

**Distinguir la dosificación de ejercicio más adecuada para mejorar la fuerza en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad.**

Autor y año	Descripción	Resultados
<b>(Viquez y Mora, 2011)</b>	Participaron 7 nadadores activos con síndrome de Down, durante 10 semanas, 3 días a la semana, 1 hora cada sesión con una carga mínima de 5 libras e intensidad constante. El programa se basó en 6 ejercicios básicos, press de pecho vertical, remo sentado en máquina, flexión de codo en máquina, extensión de codo en máquina, extensión de rodilla en máquina, flexión de rodilla en máquina. La pausa entre series fue de 1 minuto y entre ejercicios de 3 minutos.	Se evidenció diferencias significativas en la fuerza del músculo pectoral (F=5.768; P=0.006), músculo dorsal (F=26.770; P=7.45), músculo bíceps femoral (F=32.53; P=1.76), músculo tríceps (F=11.21; P=0.0002), músculo cuádriceps (F=8.39; P=0.001), músculo bíceps (F=4.14; P=0.021). Como se demuestra anteriormente todos los músculos implicados se generó una ganancia de fuerza entre un 8% y 48%.
<b>(Shields y Taylor, 2010)</b>	Un estudio con 23 adolescentes con síndrome de Down con una edad media de 15.6 años, en donde se realizó un programa de entrenamiento que comprende 6 ejercicios con máquinas de pesas realizados dos veces por semana durante 10 semanas y completaron 3 series de 12 repeticiones de cada ejercicio o hasta llegar a la fatiga. Los ejercicios fueron, flexión de pecho, press de pecho sentado y remo sentado para miembros superiores y press de pierna sentado, extensión de rodillas y elevación de pantorrillas para miembros inferiores. Los ejercicios se realizaron en máquinas con pesas cargadas para evitar lesiones para los participantes novatos.	Los adolescentes completaron el 90% de sus sesiones programadas y se demuestra una mejoría en la fuerza muscular de las extremidades inferiores (DM 36 kg, IC del 95%: 15 a 58).
<b>(Ghaeni y colaboradores, 2015)</b>	Una intervención de 16 niños con síndrome de Down divididos en 2 grupos, experimental y control, el programa de entrenamiento se realizó durante 8 semanas, 3 veces por semana con una duración de 45 a 60 minutos por sesión. Los ejercicios son enfocados en los músculos superficiales y profundos estabilizadores del core, con una frecuencia e intensidad de 3 series con un intervalo de 10 a 20 repeticiones por serie.	Los resultados del grupo experimental en la prueba son de 84% (4.14 segundos) mejor que la del grupo de control; continuando con la evidencia sugieren que los entrenamientos de resistencia progresivas aumentan la fuerza muscular y con esto, mejora el equilibrio.

Fuente: tabla de elaboración propia

Tabla 11 Resultados del tercer objetivo

**Diferenciar los métodos de evaluación de la fuerza en pacientes con síndrome de Down de 12 a 18 años de edad.**

Autor y año	Descripción	Resultados
<b>(Gupta y colaboradores, 2011)</b>	Se estudió a 23 niños con síndrome de Down, sometidos a ejercicios de resistencia progresivos para las extremidades inferiores y entrenamiento del equilibrio durante 6 semanas comparado con niños con el mismo síndrome sin ser sometidos a intervención y continuando sus actividades normales.	Mediante un dinamómetro se evidenció que la fuerza muscular en los músculos extensores de rodilla fue de 18.4 libras en el grupo experimental frente a 12.12 libras en el grupo no experimental; en los músculos flexores de cadera obtuvo resultados de 16.66 libras en el grupo experimental y 12.34 en el grupo no experimental.
<b>(Aivazoglou y colaboradores, 2013)</b>	26 niños con síndrome de Down con un intervalo de edad entre 7 y 9 años para analizar la fuerza de presión y destreza manual mediante un dinamómetro Jamar	Cuando se relacionaron las variables de fuerza de prensión dominante y destreza manual se observó un valor de $r=0.473$ ( $p=0.0008$ ) por lo que hubo una relación lineal entre fuerza de agarre dominante y variables de destreza manual.
<b>(Matute y colaboradores, 2017)</b>	Se evaluó 27 jóvenes con síndrome de Down durante un estudio de 5 rangos de agarre para determinar la fuerza máxima de agarre de mano, con descanso entre intentos.	Mediante el uso de un dinamómetro se evidencio un intervalo de agarre óptimo para la mano dominante de los adolescentes del estudio, los resultados de este estudio fueron $y=0.342x - 1.161$ cm ( $r=0.63$ , $p<0.05$ ) los resultados para la mano no dominante se definen de la siguiente manera $y=0.210x + 1.324$ .

Fuente: tabla de elaboración propia

## 4.2. Discusión

Con base a los resultados expuestos en el apartado anterior se determinó una mejora y aumento de la fuerza muscular en los pacientes pediátricos con síndrome de Down mediante el ejercicio terapéutico, lo que les permitió mayor facilidad al realizar sus actividades de la vida diaria.

Mediante la revisión de estos artículos se evidencia que existen discrepancias a la hora de determinar el mejor método para el entrenamiento de fuerza dado que los resultados en el estudio de Viquez y Mora (2011) determina que el entrenamiento mediante pesos mínimos, como son 5 libras, e intensidad constante generaron en el grupo de estudio un aumento de la fuerza de hasta un 48%, a diferencia de los resultados del estudio de Shields y Taylor (2010) plantan un programa de entrenamiento que comprende 6 ejercicios con máquinas de pesas realizados dos veces por semana durante 10 semanas y completaron 3 series de 12 repeticiones de cada ejercicio o hasta llegar a la fatiga y por último Ghaeeni y colaboradores (2015) nos muestra un programa de entrenamiento de entrenamiento para la mejora de estabilidad por medio del entrenamiento de fuerza del core; este último evidencia que la mejora de estabilidad aumenta la confianza en el niño, reduciendo el riesgo de caídas y lo promueve en la participación de actividades sociales y recreativas.

## 4.3. Conclusiones

El SD es una afección que afecta a una gran parte de nuestra sociedad, limitándolos a incorporarse a la sociedad con normalidad, debido a sus deficiencias motrices y cognitivas que este presenta, por lo que la atención temprana en fisioterapia lo

## Efectos del ejercicio para mejorar la fuerza en pacientes pediátricos con síndrome de Down

beneficiaria de manera significativa mediante la atención personalizada que se le preste. El uso de ejercicio físico para el entrenamiento de fuerza nos ayudaría a fortalecer su musculatura hipotónica para la correcta estabilización, balance y coordinación postural, de manera que pueda realizar sus actividades de la vida diaria de manera independiente; se mostró más interés en el ejercicio ya que es una herramienta que tiene las bases científicas necesarias para implementarse y se está actualizando periódicamente, a esto se le suma que es una herramienta bastante accesible a las personas.

Los artículos presentados respaldan la importancia de la implementación del ejercicio en el tratamiento de pacientes con síndrome de Down, debido a los efectos terapéuticos que genera en el cuerpo. Es fundamental mencionar que el efecto que genera el ejercicio de fuerza, tiene como consecuencia otros efectos terapéuticos como son la estabilidad y coordinación descritos en los artículos presentados anteriormente.

De acuerdo a lo analizado, se determinó que el ejercicio para fortalecimiento se utilizó con distintos parámetros, los rangos más aceptados fueron 3 sesiones a la semana y cada sesión con una duración de 1 hora, estos obtuvieron resultados beneficiosos para el pediátrico. En el segundo artículo se puede evidenciar un protocolo de tratamiento para nadadores con diagnóstico de síndrome de Down, el cual consta de 6 ejercicios en máquinas de pesas con una dosificación de 3 series y 12 repeticiones el cual provocó de manera significativa un aumento en la fuerza muscular. Esto demostró que la aplicación y adherencia al tratamiento generaron los beneficios esperados.

En conclusión, las investigaciones expuestas anteriormente demuestran que el mejor método para evaluar la fuerza muscular es el dinamómetro.

De acuerdo a los resultados presentados se determinó que el ejercicio es una herramienta útil para el aumento de fuerza y resistencia muscular sobre los niños y adolescentes con diagnóstico de síndrome de Down.

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

Se pretende con esta investigación sea el inicio para el desarrollo de futuras investigaciones ampliando el conocimiento ya establecido sobre el entrenamiento de fuerza en el paciente pediátrico con síndrome de Down.

Se espera que esta investigación sea la base necesaria para despertar en los investigadores un interés en realizar un estudio comparativo en los ejercicios de fuerza contra la neurorrehabilitación en pacientes diagnosticados con síndrome de Down.

Se mantiene la expectativa que, con la publicación de este trabajo, sea la información necesaria para realizar un ensayo clínico que contemple la unificación de la correcta dosificación de ejercicio para el paciente con síndrome de Down en Guatemala.

## Referencias

- Alarcón, A., & Salcedo, C. (2012). Trastornos ortopédicos en niños con síndrome de Down. *Revista Española de Pediatría*, 68(6), 424–428.  
[https://sid.usal.es/idos/F8/ART21716/alarcon\\_salcedo.pdf](https://sid.usal.es/idos/F8/ART21716/alarcon_salcedo.pdf)
- 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>
- Aivazoglou, P., & Blascov, S. (2013). *Grip strength and manual dexterity in Down Syndrome children*. Scielo. [https://www.scielo.br/pdf/fp/v20n3/en\\_13.pdf](https://www.scielo.br/pdf/fp/v20n3/en_13.pdf)
- Borrel, J., & Serés, A. (2016). *Respuesta a las dudas genéticas más habituales en el síndrome de Down*. SindromeDown. <https://www.sindromedown.net/wp-content/uploads/2016/12/Gu-a-de-consultas-gen--ticas.pdf>
- Coelho, C. (2016). *A síndrome de Down*. APEMAC.  
<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0963.pdf>
- Cowley, P., & Ploutz, L. (2011). *The effect of progressive resistance training on leg strength, aerobic capacity and functional tasks of daily living in persons with Down syndrome*. Pubmed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21446859/>
- Díaz, S., & Yokoyama, E. (2016, septiembre). *Genómica del síndrome de Down*. Scielo.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v37n5/2395-8235-apm-37-05-00289.pdf>
- Garduño, L. M., & Giammatteo, L. (2013, febrero). *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>
- Ghaeeni, S., & Bahari, Z. (2015). *Effect of Core Stability Training on Static Balance of the Children with Down Syndrome*. Google Académico.  
[https://www.researchgate.net/publication/295490668\\_Effect\\_of\\_Core\\_Stability\\_Training\\_on\\_Static\\_Balance\\_of\\_the\\_Children\\_with\\_Down\\_Syndrome](https://www.researchgate.net/publication/295490668_Effect_of_Core_Stability_Training_on_Static_Balance_of_the_Children_with_Down_Syndrome)
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. RED TERCER MILENIO.  
[http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf)
- Gupta, S., & Krishna, B. (2011). *Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial*. Pubmed.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21059663/>

- Hernández, J. (2007). *El método cualitativo y su aplicación en fisioterapia*. Redalyc.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3438/343835675004.pdf>
- Kisner C., Colby L. (2005). *Ejercicio terapéutico Fundamentos y técnicas*. Pensilvania, E.E.U.U.: Paidotribo.
- 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/v141n1/art11.pdf>
- López Chicharro J., Fernández vaquero A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid, España: Editorial médica panamericana.
- Muñoz, A. (2004). *El síndrome de Down*.  
[https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO10413/informe\\_down.pdf](https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO10413/informe_down.pdf)
- Matute, A., & González, A. (2016). *Hand span influences optimal grip span in adolescents with Down syndrome*. Scielo. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v34n3/1699-5198-nh-34-03-00626.pdf>
- Shields, N., & Taylor, N. (2010). *A student-led progressive resistance training program increases lower limb muscle strength in adolescents with Down syndrome: a randomized controlled trial*. ScienceDirect.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955310700242>
- Tortora J., Derrickson B. (2006). *Principios de Anatomía y Fisiología 13a EDICIÓN*. México D.F.: Editorial médica panamericana.
- Viquez, F., & Mora, A. (2011). *Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza con pesas en nadadores con Síndrome de Down*. Google Académico.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3457/345732285002.pdf>