

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO COMO TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA FUERZA MUSCULAR EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DOWN DE 10 A 15 AÑOS DE EDAD.

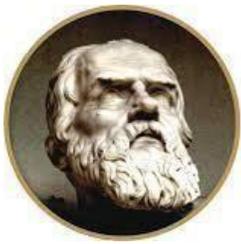


Que Presenta

Julio René Murga Lemus

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2024.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS BENEFICIOS TERAPÉUTICOS DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO COMO TRATAMIENTO PARA MEJORAR LA FUERZA MUSCULAR EN PACIENTES CON SÍNDROME DE DOWN DE 10 A 15 AÑOS DE EDAD.



Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

Julio René Murga Lemus

Ponente

Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar

Director de Tesis

Licda. María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2024

INVESTIGADORES RESPONSABLES**Ponente**

Julio René Murga Lemus

Director de Tesis

Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar

Asesor Metodológico

Lic. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 09 de marzo 2024

Estimado alumno:

Julio René Murga Lemus

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de down de 10 a 15 años de edad”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Emanuel Alexander
Vásquez Monzón
Secretario

Lic. Diego Estuardo
Jiménez Rosales
Presidente

Lic. Dubilia Esmeralda
García Patzán
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revelación en la Educación

Guatemala, 25 de noviembre 2022

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de down de 10 a 15 años de edad”** del alumno **Julio René Murga Lemus**

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

Atentamente

Lic. Dubilia Esmeralda García Patzán
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 28 de noviembre 2022

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **Julio René Murga Lemus** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de down de 10 a 15 años de edad”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón

Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala

**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA COORDINACIÓN DE
TITULACIÓN
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA
DIRECTOR DE TESINA**

Nombre del Director: Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar
Nombre del Estudiante: Julio René Murga Lemus
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 10 a 15 años de edad
Fecha de realización: Otoño 2022

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

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

9	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		
13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar

IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA
ASESOR METODOLÓGICO

Nombre del Asesor: Lic. María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Julio René Murga Lemus
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 10 a 15 años de edad
Fecha de realización: Otoño 2022

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	Formato de Página			
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		
2.	Formato Redacción			
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		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	x		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	x		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	x		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	x		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	x		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	x		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	x		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	x		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	x		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	x		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	x		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	x		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	x		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	x		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	x		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	x		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	x		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	x		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Lic. María Isabel Díaz Sabán

DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 28 del mes de noviembre del año 2022.

Los C.C

Director de Tesina
Función

Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar



Asesor Metodológico
Función

Lic. María Isabel Díaz Sabán



Coordinador de Titulación
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón



Autorizan la tesina con el nombre

Revisión bibliográfica de los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 10 a 15 años de edad

Realizada por el Alumno:

Julio René Murga Lemus

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

Julio René Murga Lemus

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada Revisión bibliográfica de los ;

beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 10 a 15 años de edad

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 28 de noviembre de 2022

Julio René Murga Lemus
Nombre completo



Firma de cesión de derechos

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de investigación y el esfuerzo para realizarla, a mis padres; quienes son los propulsores de mi vida, ya que me han acompañado a lo largo de los momentos importantes en mi vida: en las dificultades y triunfos, y disfrutar todos los momentos vividos.

A los centros de práctica que me permitieron aprender de su experiencia con cariño y paciencia.
A mis maestros y compañeros de estudio, gracias por estar conmigo en este viaje.

Julio René Murga Lémus

Agradecimiento

Gracias por tantas oportunidades. A mi familia: padres, tíos y hermanos, por el amor, confianza y apoyo en todo momento y en todas las áreas de mi vida personal y profesional.

Quiero agradecer especialmente a mis catedráticos, por su conocimiento transmitido, y su buena disposición para resolver.

A mis amigos y ahora colegas de carrera por su apoyo a lo largo de esta etapa; a mis equipos de trabajo por estar en todo momento dando lo mejor.

Palabras clave

Ejercicio

Excéntrico

Fuerza

Hipotonía

Síndrome de Down

Índice

Portadilla	i
Investigadores responsables	ii
Aprobación de examen privado.....	iii
Aprobación asesor de tesis	iv
Aprobación revisor lingüístico de tesis	v
Lista de cotejo de tesina Director de Tesina.....	vi
Lista de cotejo de tesina Asesor Metodológico.....	viii
Dictamen de tesis	x
Hoja de titular de derechos.....	xi
Dedicatoria	xii
Agradecimiento	xiii
Palabras clave.....	xiv
Índice de Figuras	xviii
Índice de Tablas	xix
Resumen.....	1
CAPÍTULO I.....	2
Marco teórico	2
1.1 Antecedentes generales.....	2
1.1.1. Generalidades	2

1.1.1.1	Sistema muscular	3
1.1.1.2	Generalidades del sistema esquelético	9
1.1.2.	Definición del síndrome de Down.....	12
1.1.2.1	Fisiopatología.....	14
1.1.2.1.1	Trisomía 21 o regular	16
1.1.2.1.2	Translocación	17
1.1.2.1.3	Mosaicismo	19
1.1.2.2	Manifestaciones clínicas	21
1.1.2.3	Etiología.....	30
1.1.2.4	Factores de riesgo.....	32
1.1.2.5	Epidemiología	34
1.1.3	Clasificación.....	35
1.2	Antecedentes específicos.....	38
1.2.1	Tratamiento fisioterapéutico.....	38
1.2.1.1	Principios del ejercicio.....	38
1.2.1.2	Procesos energéticos.....	39
1.2.2	Sistemas biológicos de energía	39
1.2.3	Bases	41
1.2.3.1	Fundamentos básicos del entrenamiento.....	41
1.2.3.1.1	Ejercicio excéntrico.....	41
1.2.3.1.2	Aplicación	42
1.2.3.1.3	Indicaciones.....	43
1.2.3.1.4	Contraindicaciones	44
1.2.3.1.5	Principios de dosificación	44

CAPÍTULO II	47
Planteamiento del Problema.....	47
2.1 Planteamiento del problema.....	47
2.2 Justificación.....	49
2.3 Objetivos.....	51
2.3.1 Objetivo general.....	51
2.3.2 Objetivos Particulares	51
Capítulo III.....	52
Marco metodológico.....	52
3.2 Métodos	55
3.2.1 Enfoque de investigación	55
3.2.2. Tipo de estudio	56
3.2.3. Método de estudio	57
3.2.4. Diseño de la investigación.....	57
3.2.5. Criterios de selección	58
3.3 Variables	60
3.3.1. Variable independiente	60
3.3.2. Operacionalización de variables.....	61
Capítulo IV.....	62
Resultados	62
4.1 Resultados.....	63
4.2 Discusión	71
4.3 CONCLUSIÓN.....	73
4.4 PERSPECTIVAS	74
4.5 BIBLIOGRAFÍA	75

Índice de Figuras

Figura 1: Tejido muscular	4
Figura 2: Musculatura física.....	5
Figura 3: Contracción muscular	8
Figura 4: Células óseas.....	11
Figura 5: Esqueleto axial y apendicular	12
Figura 6: Esqueleto descubierto en Francia	13
Figura 7: Patogenia del síndrome de Down	15
Figura 8: Trisomía regular.....	17
Figura 9: Translocación.....	18
Figura 10: Mosaicismo.....	20
Figura 11: Cariotipo	20
Figura 12 Características morfológicas.....	24
Figura 13: Alteraciones cerebrales en el síndrome de Down	30
Figura 14: Mecánica excéntrica	43
Figura 15: Porcentaje de material utilizado.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1: Funciones, propiedades y proteínas del tejido muscular.....	6
Tabla 2: Estructuras y funciones del hueso.....	9
Tabla 3: Tipos de huesos.....	12
Tabla 4: Principios de dosificación.....	44
Tabla 5: <i>Base de datos 1</i>	53
Tabla 6: Criterios de inclusión y exclusión.....	59
Tabla 7: Variables de la investigación.....	61
Tabla 8: Resultados objetivo 1.....	63
Tabla 9: Resultados objetivo 2.....	65
Tabla 10: Resultados objetivo 3.....	68

Resumen

En la presente investigación realizada sobre el uso del ejercicio excéntrico en pacientes pediátricos con síndrome de Down, se considera que esta patología es la alteración cromosómica más común en el mundo y se da en 1 de cada 1,000 personas, además presenta características propias de esta condición tanto físicas, motoras, sensoriales, entre otras.

Esta investigación tiene como objetivo presentar los beneficios del tratamiento fisioterapéutico utilizando el ejercicio excéntrico con el fin de mejorar el tono muscular en pacientes pediátricos con síndrome de Down que presentan alguna alteración en la fuerza muscular.

Por esto se realizó un estudio cualitativo con un método descriptivo donde se seleccionaron 78 fuentes bibliográficas de EBSCO, Scielo, Medline y otras bases de datos, de los cuales se concluye que el ejercicio excéntrico genera beneficios en estos pacientes en cuanto al tono muscular, además de mejorar la postura y otros sistemas como el circulatorio, el respiratorio y el inmune, aplicándolo en sesiones de 60 minutos en programas terapéuticos 3 veces por semana realizando técnicas adecuadas a la edad en la cual se encuentre cada paciente.

CAPÍTULO I

Marco teórico

En este capítulo se dan a conocer ampliamente los aspectos en los cuales afecta el síndrome de Down, se profundiza en lo más relevante para entender de mejor manera dicha condición y así, comprender las necesidades requeridas por la persona para realizar con mayor facilidad las actividades de la vida diaria; en este capítulo se muestra también las consideraciones médicas que se tienen, además de presentar la propuesta de tratamiento para ayudar al paciente a alcanzar su independencia.

1.1 Antecedentes generales

1.1.1 Generalidades. El sistema músculo esquelético, también llamado sistema locomotor, es una organización dinámica, estructurada por huesos y músculos, que nos proporciona movimiento, estabilidad, forma y soporte. De acuerdo a Gardner & Inzunza, en su libro publicado en el 2009, este se encuentra subdividido en dos grandes sistemas:

- El sistema esquelético, que tiene como componente principal los huesos, que al unirse entre sí forman las articulaciones dando a nuestro cuerpo un esqueleto fuerte y a la vez móvil. La integridad y función de los huesos y articulaciones está dada por las estructuras accesorias del sistema esquelético que son: cartílago articular, ligamentos y bursa.

- El sistema muscular, que incluye todos los tipos de músculos del cuerpo. En particular los músculos esqueléticos que son aquellos que forman parte de las articulaciones para producir los movimientos. Así también como los tendones que son los que unen los músculos a los huesos.

1.1.1.1 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 & Derrickson, 2011)

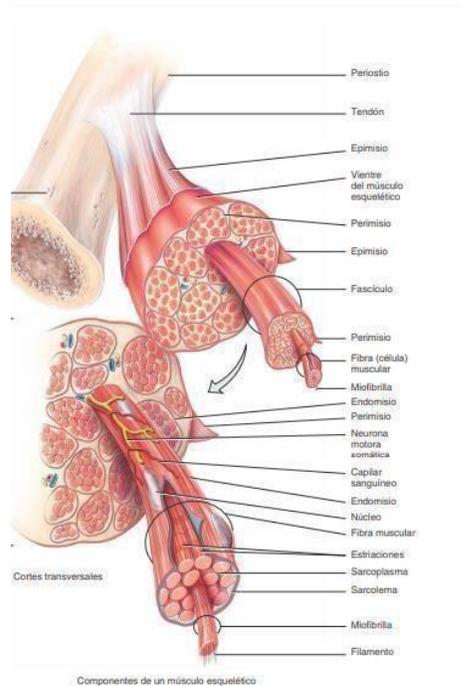
El tejido conectivo tiene como función proteger y fortalecer al músculo y este se divide en 3 capas:

- 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 bien inervados y vascularizados e inervados; generalmente una

arteria y una o dos venas acompañan a cada nervio que ingresa a un músculo. (Tortora & Derrickson, 2011).

Figura 1: Tejido muscular



Nota: Tejido muscular y sus divisiones (Tortora y Derrickson, 2006).

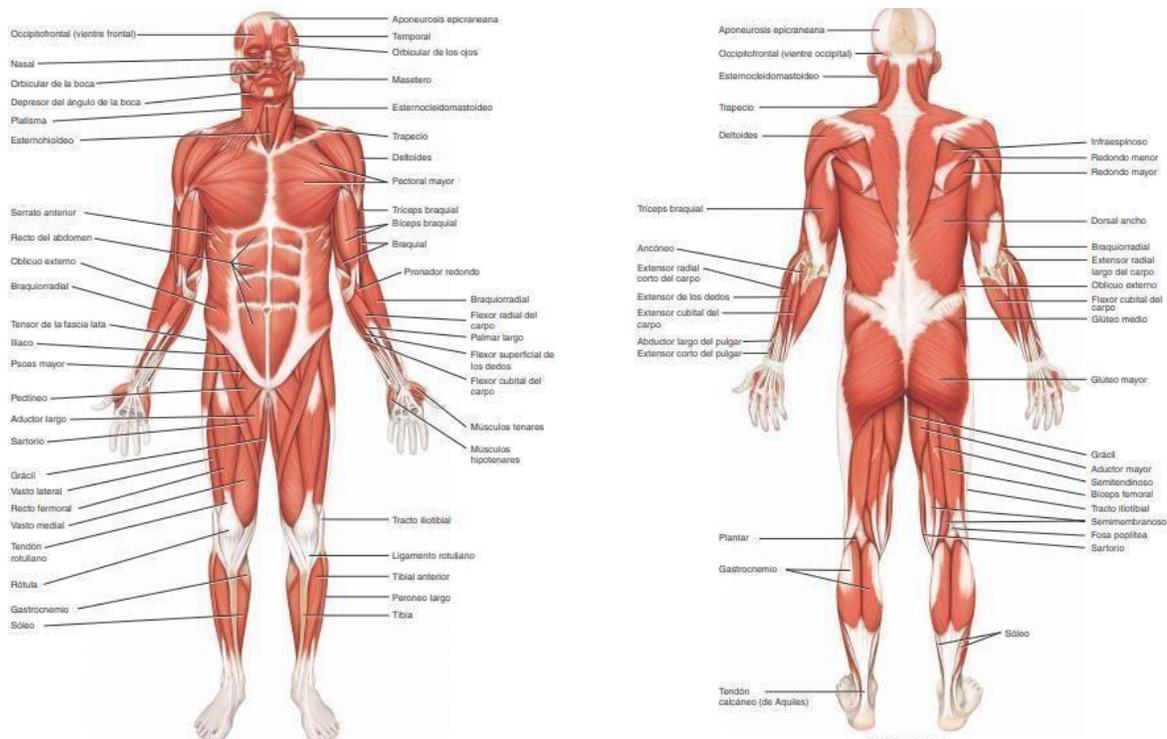
El tejido muscular se divide en 3 tipos:

- 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 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: Musculatura física



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

El Sistema muscular es una estructura carnosa compuesta de más de seiscientos músculos que, en conjunto con los tendones, que son unas bandas alargadas, ricas en fibras de colágeno, a través de los cuales los músculos se insertan en los huesos, representa el 40% del peso corporal de un individuo adulto. (Tortora & Derrickson, 2011)

El sistema muscular crea un equilibrio al estabilizar la posición del cuerpo, producir movimiento, regular el volumen de los órganos y movilizar sustancias dentro del cuerpo. Así también, permiten el desplazamiento y movimientos involuntarios de los órganos internos. Dan forma y protegen al organismo; la propiedad más destacada de un músculo es su contractilidad, pues este proceso es responsable de prácticamente todo el movimiento del cuerpo.

Todos estos procesos musculares están controlados por el sistema nervioso, aunque a algunos músculos, como el miocardio, puede funcionar de forma autónoma,

Tabla 1: Funciones, propiedades y proteínas del tejido muscular

Funciones	Propiedades	Proteínas
Producir movimientos generales	Excitabilidad eléctrica	Contráctiles: actina y miosina
Estabilizar la posición del cuerpo	Contractibilidad	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.

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.

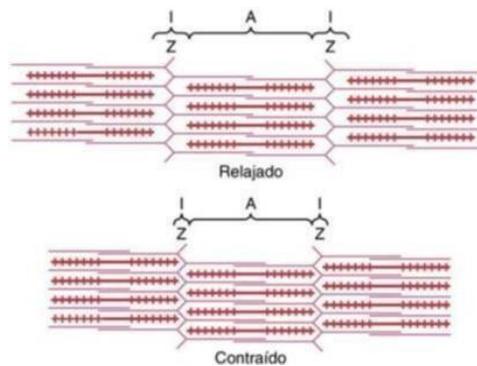
7 Los iones calcio inician fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y miosina, haciendo que se deslicen unos sobre otros en sentido longitudinal, lo que constituye el proceso

contráctil.

8 Después de una fracción de segundo los iones calcio son bombeados de nuevo hacia el retículo sarcoplásmico por una bomba de 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).

Figura 3: Contracción muscular



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

Estructuras	Funciones
-------------	-----------

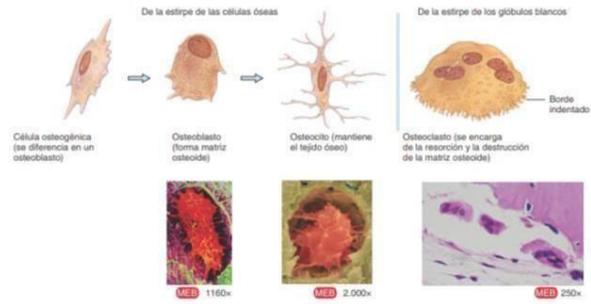
Diáfisis: cuerpo del hueso	Protección de lesiones a órganos internos
Epífisis: extremos del hueso	Sostén a los tejidos blandos y brinda puntos
Metáfisis: regiones del hueso maduro	Asistencia en el movimiento
Cartílago articular: capa delgada de cartílago hialino que cubre la epífisis	Homeostasis mineral
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 & Derrickson, 2011)

De acuerdo a (Tortora & Derrickson, 2011) 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

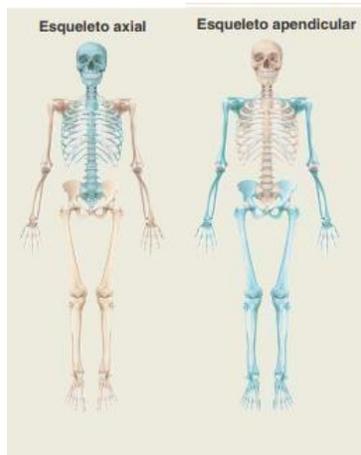
Figura 4: Células óseas



En la publicación elaborada por (Tortora & Derrickson, 2011) 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).

Figura 5: Esqueleto axial y apendicular



Nota: Esqueleto axial y apendicular (Tortora & Derrickson, 2011)

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	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 & Derrickson, 2011)

1.1.2. Definición del síndrome de Down. Fue Langdon Down quien, en el año 1866,

quien describió por primera vez en un artículo el Síndrome de Down. También se les denominó como mongoles (aunque ya ese término está en desuso). Este síndrome consiste en una alteración de los cromosomas, siendo estos responsables de las características morfológicas y de conducta de los sujetos afectados. Los primeros trabajos científicos sobre el Síndrome se centraron en el estudio de las características morfológicas, la presencia de cardiopatía, la probable influencia de la edad de la madre y las características estructurales del cerebro. Y ya en el año 1959 Léjeune demuestra la presencia de un cromosoma extra en el par 21. (Fernández Morales, Aspectos generales sobre el síndrome de Down, 2016)

Figura 6: Esqueleto descubierto en Francia



Nota: Aspectos relevantes del cráneo indican que este es el esqueleto de un niño con síndrome de Down.

(Down España, 2014)

El caso más antiguo de síndrome de Down que se conoce proviene del cementerio de

San Juan de los Viñedos, en el este de Francia, donde se descubrió el esqueleto de un niño de cinco años de edad que data del siglo V d.C. El cráneo del niño presentaba signos evidentes de síndrome de Down: braquicefalia y perfil facial y occipital planos, rasgos ambos asociados a este trastorno. Además, signos de enfermedad periodontal. El hecho de encontrar el cuerpo del niño enterrado en la misma posición que otras personas del lugar sugiere a la doctora Maïté Rivollat de la Universidad de Burdeos, Francia, que estudió el caso, que al niño no lo trataron de forma distinta por su condición cuando estuvo vivo. (Paico-Vílchez & Zumaeta-Luna, 2022).

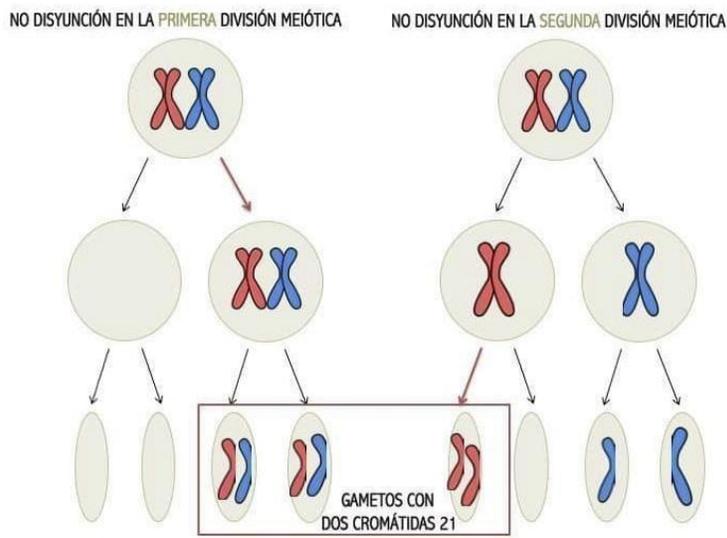
1.1.2.1 Fisiopatología. Los bebés con síndrome de Down tienen una copia extra de uno del cromosoma 21. El término médico es trisomía completa Hsa21, o una trisomía parcial que incluye la región crítica 21q22.3. El 95% de los casos se debe a una trisomía completa o regular; cerca del 3% al mosaicismo, una alteración en la que los pacientes tienen conjuntamente células normales y células con un Hsa21 extra; menos de 2% se origina por una traslocación no equilibrada; es decir, un cariotipo con 46 cromosomas, pero uno de ellos, usualmente el cromosoma 14, contiene material cromosómico extra del Hsa21. (Mitjans-Hernández, Hernández-González, & Avila-Díaz, 2021).

Se realizó una comparativa sobre la fisiopatología causada por el déficit de oligoelementos en mujeres gestantes y niños en donde el déficit de zinc, cromo, manganeso y litio afectan por lo general a las mujeres embarazadas y niños causando fisiopatologías como: Enfermedad de Keshan, alteraciones en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, retraso en el crecimiento, daño hepático y del Sistema Nervioso Central. Mientras que el déficit de oligoelementos como el selenio, ácido fólico, zinc y cobre puede influir principalmente a los niños causándoles fisiopatologías como: inflamación y pérdida de movimiento en las

articulaciones, desnutrición, alteraciones óseas y enfermedades cognitivas y neurodegenerativas. (Aquino Yagual, Pilay Pillasagua, & Piguave Reyes, 2022).

Existen diversos genes en la región crítica del síndrome de Down. El gen DYRK1A (21q22.13) que se expresa en el sistema nervioso en desarrollo y del adulto, su función es la inhibición de la proliferación celular y promoción de la diferenciación neuronal prematura.

Estudios en ratón que sobre expresa *Dyrk1a*, mostraron problemas de aprendizaje graves, así como defectos de memoria espacial. De igual forma, el gen SIM2 (21q22.13) ortólogo al gen *Drosophila single-minded*, es un factor de transcripción y principal regulador del desarrollo; también se expresa en el cerebro humano en desarrollo y en ratones transgénicos que sobre expresan *Sim2*, han verificado problemas de aprendizaje leve y problemas de memoria. La molécula de adhesión del síndrome de Down (DSCAM, 21q22.2) se expresa en dendritas neuronales y contribuye a la plasticidad sináptica; sin embargo, inhibe la ramificación de las dendritas cuando se sobre expresa en las neuronas del hipocampo *in vitro* y en el ratón con tres copias de DSCAM. Otro gen asociado con la discapacidad intelectual es el *Kcnj6* (GIRK2, 21q22.1), el cual se ha visto sobre expresado en el hipocampo en ratón.² (Díaz-Cuéllar, Yokoyama-Rebollar, & Del Catillo-Ruiz, Genómica del síndrome de Down, 2016).



Nota: Los mecanismos por los que se produce la trisomía 21. Se produce una falta de disyunción en la meiosis en el 96% de los casos con mayor frecuencia en la madre (80%) (Sáez Hurtado, 2023)

Hay tres tipos de síndrome de Down. Por lo general no se puede distinguir entre un tipo y el otro sin observar los cromosomas porque las características físicas y los comportamientos son similares. Cada una va a dar lugar a características diferenciales e intelectuales como clases de síndromes de Down, las cuales son las siguientes:

1.1.2.1.1

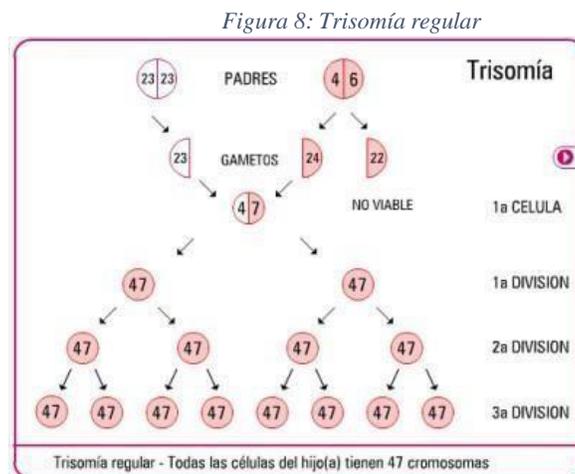
Trisomía 21 o regular. El síndrome de Down (también llamado

Trisomía 21) es una afección genética causada por un error en el proceso que replica y luego divide los pares de cromosomas durante la división celular, error que lleva a heredar una copia extra total o parcial del cromosoma 21 de uno de los progenitores. Ese ADN cromosómico extra causa las discapacidades intelectuales y las características físicas del síndrome de Down, que varían de una persona a otra. (NIH, 2023).

El tipo Trisomía-21 o trisomía regular, es en la que todas las células tienen 47 cromosomas, con un cromosoma de más en el grupo extra.

La trisomía 21, llamada comúnmente síndrome de Down (SD), es la aneuploidía más común a nivel mundial y la principal causa de discapacidad cognitiva de origen genético. Sin embargo, la enfermedad se puede presentar secundaria a translocación Robertsoniana, mosaicismo y trisomía parcial. La Organización Mundial de la Salud estima una prevalencia mundial de 1 en cada 1,000 recién nacidos vivos; sin embargo, estas cifras varían, lo que refleja que la prevalencia depende de variantes socioculturales, como el acceso al diagnóstico prenatal y la interrupción legal del embarazo. (Mitjans-Hernández, Hernández-González, & Avila-Díaz, 2021).

De 90 a 95% de los casos, el error cromosómico se debe a la trisomía regular lo que significa que existe un cromosoma extra en el par 21 en todas las células del organismo. Los factores predisponentes son: hereditario, edad, factores ambientales. (Urdiales Ramos, Galindo Suárez, Torres González, & Avilés, 2018).



Nota: Trisomía regular: todas las células del hijo tienen 47 cromosomas. (Fundación John Langdon Down. A.C., 2023)

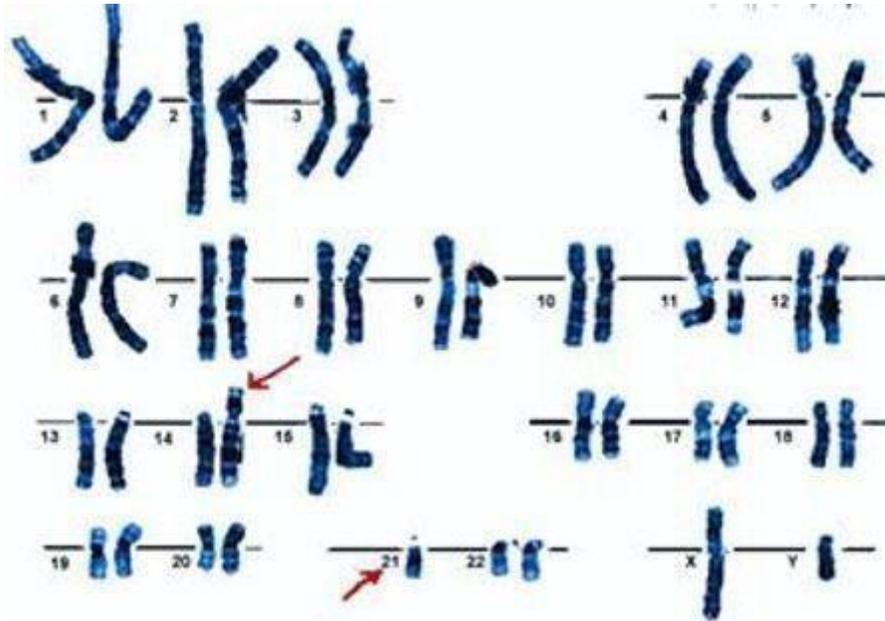
1.1.2.1.2

Translocación. El síndrome de Down por translocación hace referencia al reordenamiento del material cromosómico. Existen tres cromosomas 21, al igual que en la trisomía 21 o regular, pero uno de ellos está adherido a otro cromosoma, en lugar de estar separado. El cromosoma 21 adicional es el que provoca los problemas que constituyen el síndrome de Down. En el síndrome de Down por translocación, el cromosoma 21 adicional puede adherirse al cromosoma 14, o al 13, 15 o 22. En algunos casos, dos cromosomas 21 pueden adherirse uno a otro

Se produce del 1 al 4 %, el error se debe a una traslocación, en cuyo caso lo que se produce es una rotura de una parte del cromosoma 21, así como de otra más de un cromosoma diferente al 21, de tal manera, que la unión de estos dos fragmentos forma un cromosoma extra. (Urdiales Ramos, Galindo Suárez, Torres González, & Avilés, 2018).

Si el padre es portador de una translocación Robertsoniana el riesgo es de 3 a 5%; si la madre es la portadora el riesgo aumenta 10 a 15%. La situación es diferente cuando alguno de los padres es portador de una translocación 21:21, ya que el riesgo de recurrencia es de 100%. (Díaz-Cuéllar, Yokoyama-Rebollar, & Del Catillo-Ruiz, Genómica del síndrome de Down, 2016).

Figura 9: Translocación



Nota: Las formas frecuentes afectan a los cromosomas 13, 14 y 21.

(ASALSIDO, 2018)

1.1.2.1.3

1.1.2.1.4

mosaicismo. El síndrome de Down se debe a una trisomía completa

Hsa21o una trisomía parcial que incluye la región crítica 21q22.3. 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 traslocación no equilibrada; es decir, un cariotipo con 46 cromosomas, pero uno de ellos, usualmente el cromosoma 14, contiene material cromosómico extra del Hsa21.

(Díaz- Cuéllar, Yokoyama-Rebollar, & Del Castillo-Ruiz, Genómica del síndrome de Down., 2016)

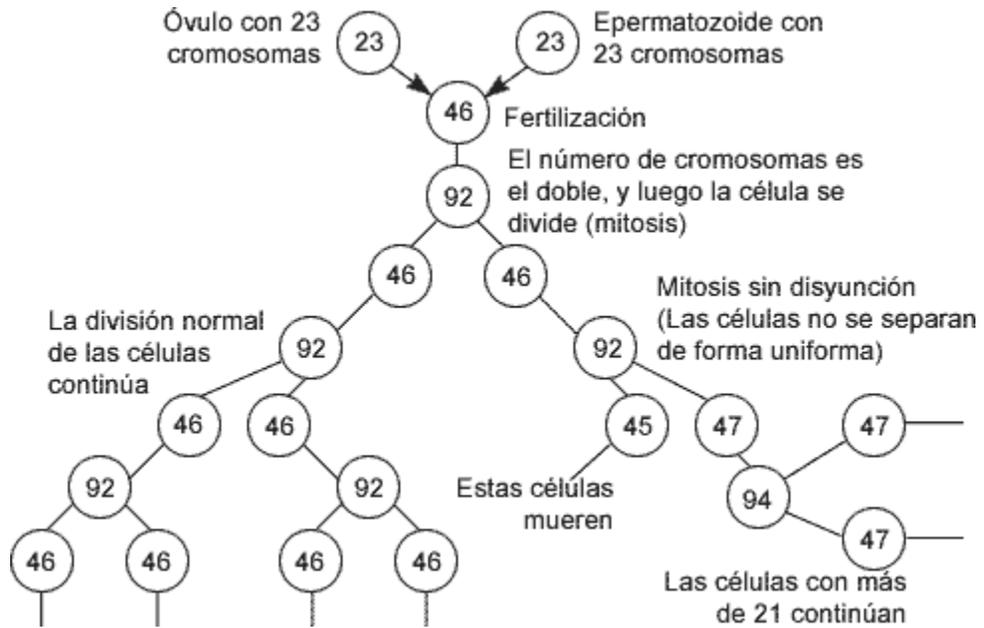
El tipo Trisomía-21, mosaicismo normal, en que hay una proporción variable de células trisómicas, mientras que son normales las restantes.

El mosaicismo es la presencia de dos o más líneas celulares con diferente constitución

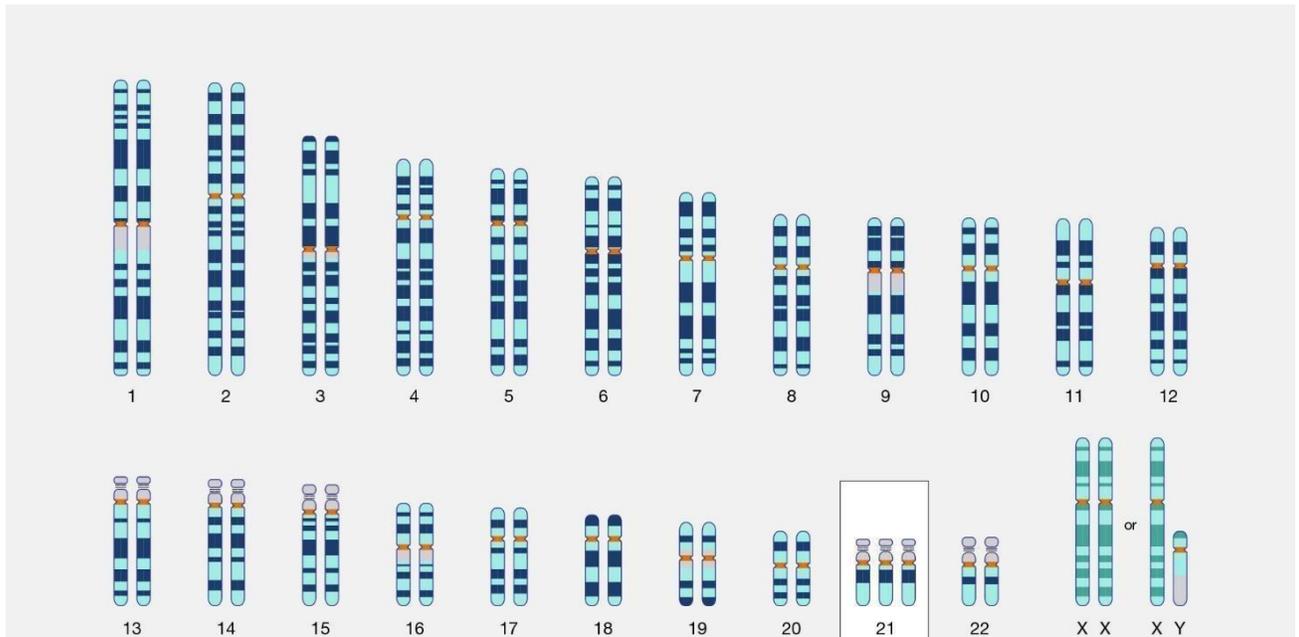
cromosómica en un mismo individuo, se ha establecido que los mosaicismos pueden originarse de dos formas: meióticos, la concepción fue trisómica, pero durante los ciclos de división celular posteriores se origina una línea celular que pierde la copia extra del cromosoma 21 y de forma mitótica, aquí la 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).

Se presenta entre 2 y 4% de los casos, el error a una trisomía 21 con mosaicismo, en el cual sólo una producción total de las células de organismo tiene un cromosoma 21 extra, mientras que la otra proporción de las células es normal. (Urdiales Ramos, Galindo Suárez, Torres González, & Avilés, 2018).

Figura 10: Mosaicismo



Nota: el 1% y 2% de las personas con síndrome de Down tienen una alteración cromosómica en mosaico. (Stanford Medicine, 2022)



Nota: Un cariotipo es el conjunto completo de los cromosomas de un individuo. El término se refiere a la imagen producida en el laboratorio de los cromosomas de una persona aislados de una celular individual y dispuestos en orden numérico. (NIH, 2023)

1.1.2.2 Manifestaciones clínicas

Los niños y niñas que presentan Síndrome de Down, presentan ciertas manifestaciones fenotípicas como: Braquicefalia, Microcefalia, Aplanamiento occipital, Fisuras palpebrales, Hipoplasia o Aplasia de senos frontales, Micrognatia, Pliegue epicántico, Retardo mental moderado, Estatura corta, Hipotonía. (Sanz Coarasa, Pérez Vera, & Barbería Leache, 2012)

Son decenas los signos que se pueden asociar al SD, pero hay que tener en cuenta que ninguno de ellos es diagnóstico por sí mismo, por lo que se pueden reunir varios de ellos sin que se confirme la trisomía por estudio genético, y, por el contrario, en ausencia de los más característicos, obtener la confirmación por laboratorio. Por ello es necesario insistir en que el diagnóstico de certeza siempre será genético, no clínico. (Fundación A.M.A., 2021).

Según la Fundación A.M.A. en la publicación realizada edición 2021, lo más habitual que nos encontraremos será:

- Discapacidad cognitiva.
- Hipotonía muscular con Hiporreflexia.
- Hiperlaxitud articular.
- Facies (apariencia) peculiar.
- Otros signos externos

Entre los signos evidentes de síndrome de Down a nivel craneal se identifican: braquicefalia y perfil facial y occipital planos; enfermedad periodontal. (Paico-Vílchez & Zumaeta-Luna, 2022)

Dentro del cuadro clínico del Síndrome de Down también se presentan características como: retraso mental con un coeficiente intelectual promedio de 35-70, desarrollo tardío de habilidades motoras y lenguaje, perfil facial plano, hipotonía, hiperlaxitud, fisuras palpebrales oblicuas hacia arriba, hipertelorismo, manchas de Brushfield, orejas displásicas, microdoncia, agenesia dental piel redundante en nuca, cuello corto,. (Diego- Peñaloza, Fuentes-Mancilla, García-Fierro, Pérez-Medina, & Sola-Parra, 2020).

Estas manifestaciones se pueden asociar a retraso psicomotor variable, malformaciones esqueléticas y cardiovasculares. Sumado a aquello, se muestran vulnerables ante: Leucemia, Hipotiroidismo, Epilepsia ya ciertas alteraciones visuales. (Boj, Catalá, García Ballesta, Mendoza, & Planells, 2011).

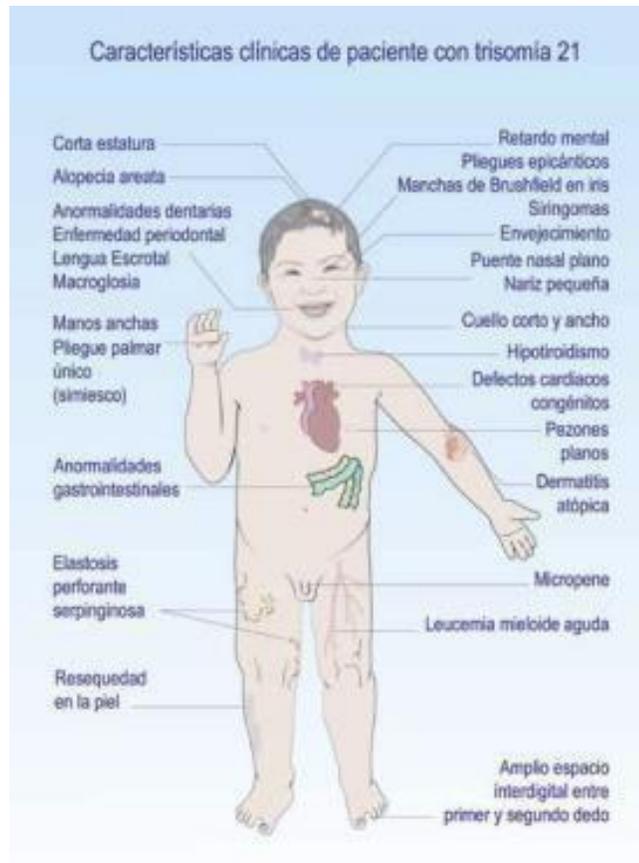
Morfológicamente presentan: baja estatura (inferior a la media), hay cierta tendencia a la obesidad ligera o moderada, presentan la cara aplanada, los ojos son pequeños y oblicuos, la nariz es pequeña y plana y la boca suele presentar paladar alto, protrusión e hipotonía lingual. La cabeza presenta braquicefalia, cabello fino, liso y poco implantado. Las orejas suelen ser pequeñas, irregulares y de baja implantación: los ojos son sesgados, la boca es pequeña y la lengua de tamaño normal. Las manos son pequeñas se caracterizan por los dedos cortos, hipotonía muscular, un solo pliegue palmar (pliegue palmar simiano), con clinodactilia y una distancia entre el primer y segundo dedo del pie (pie en sandalia), la piel aparece ligeramente amoratada y tiende a ser seca sobre todo cuando el niño o niña va creciendo. Las características físicas en estos niños y niñas no son iguales en todos, pero cabe mencionar que les da un aspecto similar. (Coelho, 2016).

El síndrome de Down también se manifiesta dermatológicamente por las alteraciones en el sistema inmunitario, muestran una reducción de las células NK CD16 CD56 en los niños, pero el número se restablece posteriormente en adultos; El timo en las personas con SD presenta, desde edades tempranas, alteraciones de su desarrollo, con reducción del grosor de la corteza y de la zona y de la zona córtico-medular, y depleción de los timocitos corticales; El envejecimiento se presenta de manera acelerada; hay prevalencia de dermatitis atópica; la incidencia de dermatitis seborreica es mayor en comparación con la población regular; al tener el pelo más delgado y fino, en ocasiones hipopigmentado, se presenta alopecia areata; también son propensos a infecciones cutáneas; además de presentar vitíligo, que es una afección cutánea común que afecta a 1 % de la población en general, Carter y Jegasothy, en su serie,

encontraron

una prevalencia levemente aumentada, de 1,9 % 17. El vitíligo puede asociarse con enfermedades autoinmunitarias, lo que explicaría su incidencia ligeramente superior en la población con síndrome de Down. (Restrepo, Correa, & Velásquez, 2013).

Figura 12 Características morfológicas



Nota: Manifestaciones morfológicas del síndrome de Down. (Restrepo, Correa, & Velásquez, 2013)

Otras manifestaciones clínicas que se presentan son: reflejo de moro disminuido, hipotonía muscular, fisuras palpebrales oblicuas, displasia de la pelvis, anomalía de pabellón articular. (Urdiales Ramos, Galindo Suárez, Torres González, & Avilés, 2018).

También existe un mayor efecto a determinados problemas de salud como las infecciones, trastornos cardíacos, del tracto digestivo, sensoriales... (Jiménez Nieto, 2022)

El SD se asocia frecuentemente con cardiopatías congénitas entre 40-60% y corresponde un aspecto importante en su evolución, que condiciona el pronóstico a largo plazo. La falta de reconocimiento de este defecto de forma temprana puede traer graves repercusiones. En las últimas décadas, se ha presentado un aumento considerable de la esperanza de vida y esta se debe principalmente al éxito del tratamiento precoz de las cardiopatías congénitas. Los diversos estudios indican que la prevalencia y el espectro de malformaciones cardíacas congénitas varían en las diferentes etnias y en períodos diferentes en el mismo país. En Hispanoamérica la cardiopatía congénita más frecuente es la comunicación interventricular, mientras en Europa y países anglosajones es el canal auriculoventricular (Cammarata-Scalisi, y otros, 2014)

La cardiopatía congénita más característica del SD es un defecto del canal atrio-ventricular común (CAV). Aproximadamente el 80% de todos los CAV completos ocurren en niños con SD. Es la alteración estructural resultante del defecto completo de los cojinetes endocárdicos, con un importante defecto de tabicación aurículo-ventricular que combina la comunicación intraauricular (CIA) y la comunicación interventricular (CIV) membranosa, quedando un gran defecto y una válvula aurículo-ventricular (AV) única y generalmente incompetente. Como consecuencia, se produce una sobrecarga importante de volumen a nivel de territorio vascular pulmonar debido al importante shunt izquierda-derecha a través del defecto cardíaco. A esto se le añade la insuficiencia de la válvula AV durante la sístole ventricular que conlleva una sobrecarga extra de volumen. Este importante shunt izquierda- derecha haría que no existiera cianosis en el paciente hasta etapas avanzadas de la enfermedad. Pero en los niños con SD se da una circunstancia que incumple esta norma; en ellos las

presiones elevadas pulmonares fetales tardan más en descender tras el nacimiento, incluso pueden mantenerse elevadas. (Núñez Gómez & López-Prats Lucea, 2012)

El hipotiroidismo, es común en los pacientes con SD, que en caso de no estar bien controlado puede interferir en la cognición y la funcionalidad. El examen físico, además de la exploración neurológica y la medición del peso y la talla y de la presión arterial, debería incluirla valoración de la agudeza visual y de la audición, dado que su corrección repercute en el buen funcionamiento del adulto con SD de forma global y su afectación puede simular un déficit cognitivo generando dudas sobre el diagnóstico. (Fundación A.M.A., 2021)

Las personas con SD pueden tener problemas con la alimentación desde el nacimiento; entre estos se encuentran: malformaciones congénitas: La presencia de estenosis o atresias digestivas es más frecuente (12%) en los recién nacidos con SD. También se presenta con mayor frecuencia la enfermedad de Hirschsprung o megacolon congénito en menos del 1% de los casos, que puede ponerse de manifiesto al nacimiento o en cualquier otro momento de la infancia en forma de estreñimiento pertinaz. Estas alteraciones requieren tratamiento quirúrgico. (Fundación A.M.A., 2021).

También se presentan trastornos en la función de la masticación. La erupción dental está frecuentemente retrasada, conduciendo a una adquisición tardía del hábito masticatorio. De forma general, las niñas y niños con SD presentan una hipoplasia del macizo facial que se asocia frecuentemente a una mal oclusión dental (mala coincidencia entre los dientes superiores y los inferiores). Si a lo anterior se suma la hipotonía lingual y, con frecuencia, la macroglosia relativa, se comprende la dificultad masticatoria. En ocasiones, estas situaciones justifican que tengan problemas para ingerir alimentos no triturados, o por el contrario, ingieran estos alimentos sin masticarlos correctamente. (Fundación A.M.A., 2021)

A todo lo anterior se suma un retraso variable en la adquisición del reflejo faríngeo de la deglución, que origina con frecuencia atragantamientos e, incluso, aspiración de alimentos o líquidos. Se agrega también el Reflujo Gastroesofágico (RGE) que es una manifestación común en la primera etapa de la vida por una inmadurez de la unión esófago gástrica, por vaciamiento gástrico lento, estómago horizontalizado, o puede estar mostrando alguna obstrucción luego del estómago, como el síndrome pilórico, estenosis duodenal, páncreas anular. También pueden presentar acalasia y trastornos motores del esófago, estreñimiento o Celiaquía. (Fundación A.M.A., 2021).

Dentro de lo primero nos encontramos con falta de espacio en la boca, paladar ojival y lengua hipotónica, cuya base ocluye parcialmente el istmo de las fauces y desplaza hacia atrás las amígdalas, lo cual facilita tanto la patología del sueño (SAOS) como los problemas de deglución, provocando atragantamientos frecuentes. La estenosis del conducto auditivo externo favorece la retención del cerumen, y la horizontalización de las trompas de Eustaquio y el paladar ojival dificultan el aclaramiento mucoso, favoreciendo las infecciones óticas, nasales, sinusales y de vías altas. (Fundación A.M.A., 2021)

En las vías respiratorias bajas es frecuente la bronquiolitis por Virus Respiratorio Sincitial (VRS) en niños pequeños como los cuadros de neumonía, que, por sus características inmunológicas, anatómicas y la hipotonía pueden ser de mayor gravedad. El asma, el ronquido y el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) son problemas frecuentes que pueden pasar desapercibidos y por consiguiente no tratados adecuadamente. (Fundación A.M.A., 2021)

Los pacientes con síndrome de Down se caracterizan por presentar Alzheimer a edades tempranas y el eventual inicio de demencia. Un gen candidato importante es el ya mencionado

APP, ya que su proteólisis genera amiloide β (A- β), el principal componente de las placas de amiloides en cerebros de pacientes con enfermedad de Alzheimer y cuyas mutaciones de tipo duplicaciones se han relacionado con inicio temprano de dicha enfermedad. (Díaz-Cuéllar, Yokoyama-Rebollar, & Del Castillo-Ruiz, Genomics of Down syndrome., 2016)

Las manifestaciones clínicas oftalmológicas por orden de frecuencia que se presentan suelen ser: Epicanto 20.59%, Ametropías 17.39%, Dacriostenosis 13.04%, Astigmatismo

Hipermetrópico compuesto 12.17%, Estrabismos 7.83%, Entropión superior 6.09%, Catarata

4.35%, Nistagmo 4.35%, Otras alteraciones palpebrales 3.48% y Conjuntivitis Alérgica 1.74%

(Ramos, 2011)

Generalmente los pacientes con síndrome de Down presentan hipotonía e hiperlaxitud que aumentan el riesgo de luxación de articulaciones, pie plano y escoliosis. Se define la hipotonía como la disminución del tono muscular en forma generalizada o focal, que generalmente se asocia a déficit en el desarrollo psicomotor. Esta entidad puede asociarse a disminución de los movimientos espontáneos. Al tomar a un bebé hipotónico, tiende a deslizarse entre las manos de quien lo sujeta ya que no existe una fuerza de resistencia que se oponga. Esta situación se observa con frecuencia cuando se alzan desde las axilas, ya que los brazos del bebé se elevarán sin oponer resistencia alguna. Puede haber un control disminuido o ausente de la cabeza, en donde esta puede caer hacia delante, atrás o hacia los lados. (Fundación A.M.A., 2021)

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).

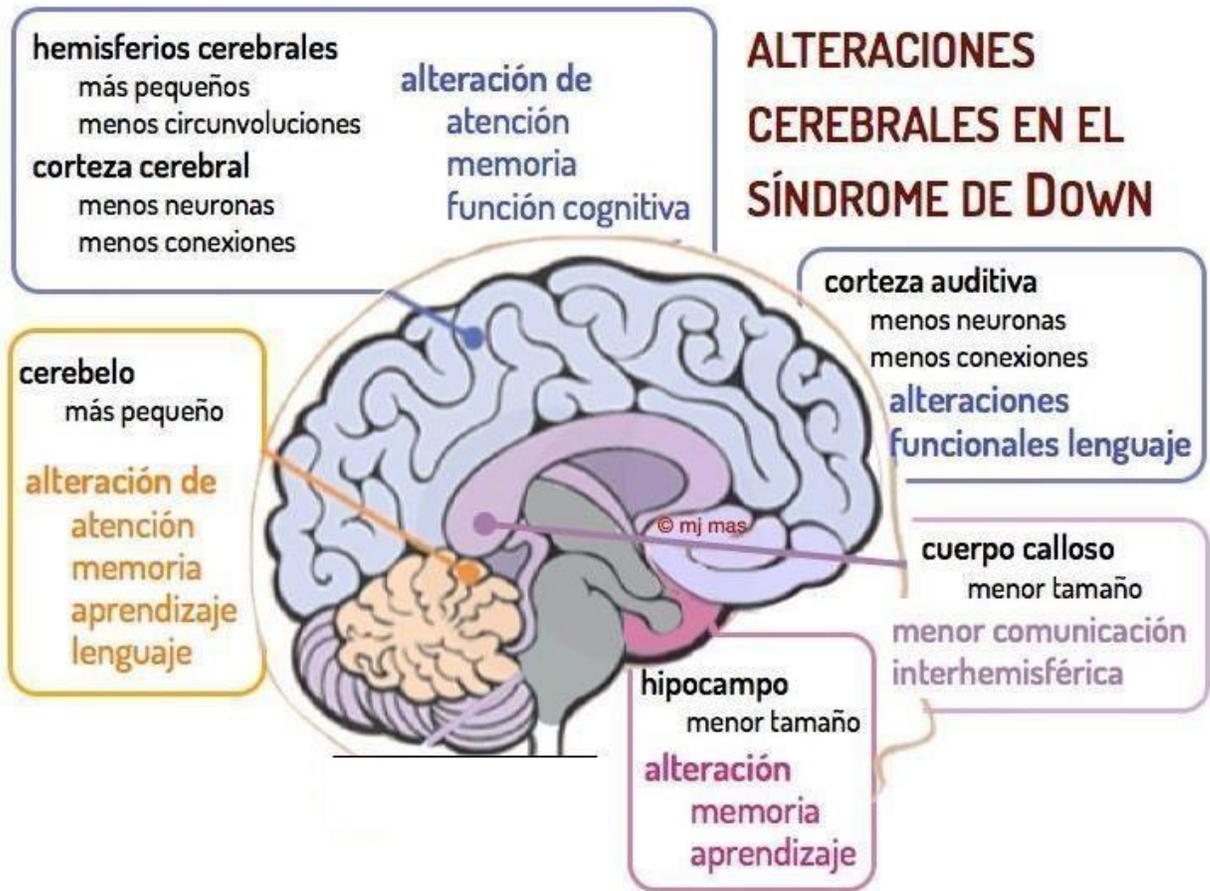
Después del nacimiento, pueden ocurrir dificultades para alimentarse debido al bajo tono muscular y la lengua protuberante. Sin embargo, con el avance de la edad, se produce un aumento de la ingesta alimentaria, lo que justifica el seguimiento de la dieta y la práctica de ejercicio físico. Las personas 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)

Los bebés con SD, siguen los mismos pasos del desarrollo motor que los demás, pero necesitarán más tiempo para el desarrollo de la fuerza y el control motor y a su vez más práctica para lograr esa habilidad. Cabe destacar que en la población con SD existe una mayor variabilidad a la hora de alcanzar un determinado hito del desarrollo. Esto queda expresado en la tabla que muestra la edad media en la que aparece cada uno de los hitos junto a sus correspondientes intervalos. (Fundación A.M.A., 2021)

A nivel cognitivo, el SD representa la causa más común de retraso mental, el cociente intelectual (CI), tienen un retraso en el desarrollo neuropsicológico, con predominio de deficiencias motoras en la primera infancia y déficits cognitivos 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. (Coelho, 2016)

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).

Figura 13: Alteraciones cerebrales en el síndrome de Down



Nota: Además de la herencia genética, la interacción con el entorno y las personas, es fundamental para que se produzca el neurodesarrollo. (Altafaj, Dierssen, & et al, 2001)

1.1.2.3 Etiología. Es conveniente destacar que, durante el embarazo, no hay nada que contribuya a que se produzca esta anomalía. En general, existe una multiplicidad de factores etiológicos que interactúan entre sí, dando lugar a la trisomía; no obstante, se desconoce con exactitud la manera en que se relacionan, por lo que se habla normalmente de posibles causas. (Fernández Morales, 2016).

Un estudio realizado en México construyó una base de datos con 8,250,375 nacimientos ocurridos en el periodo 2008-2011 a nivel nacional se diagnosticaron 3,076 casos con SD que representaron el 4.9%, con relación al total de nacimientos; de estos, el 96.6% fue en nacidos vivos y el 3.4% en muertes fetales. La mayoría de los casos (95%) se produce por una trisomía en el par cromosómico 21, debido a la no disyunción meiótica en el óvulo. En ocasiones se presenta una translocación Robertsoniana entre el cromosoma 21 y el 14 o 22 (4%) y rara vez los pacientes presentan un mosaicismo, con cariotipo normal y trisomía 21 (1%) (Diego-Peñaloza, Fuentes-Mancilla, García-Fierro, Pérez-Medina, & Sola-Parra, 2020)

Un factor etiológico probable, es la edad de la madre, así como factores externos o procesos infecciosos (agentes víricos como la hepatitis y la rubeola); la exposición a las radiaciones; algunos agentes químicos que pueden determinar mutaciones genéticas; o por deficiencias vitamínicas. El problema se presenta en la división celular, cuando los cromosomas deben distribuirse con acierto, se crea un error de distribución cromosómica. En el par 21, una de las dos células recibe un cromosoma extra, mientras que en los demás pares se distribuyen correctamente. Una distribución defectuosa puede producirse en cualquier momento, pero la importancia no va a ser la misma, depende del momento en que ocurra. Cuanto más temprana sea la aparición de la célula trisómica, mayores dificultades encierra. (Fernández Morales, 2016).

Alrededor del 95% de todos los pacientes con síndrome de Down tienen trisomía 21, resultado de la no disyunción meiótica del par de cromosoma 21. El error meiótico responsable de la trisomía generalmente ocurre durante la meiosis materna (alrededor del 90% de los casos), predominantemente en la primera división meiótica, aproximadamente el 10% de los casos

ocurren en la meiosis paterno, generalmente en la segunda división meiótica.

Aunque la base cromosómica del síndrome de Down está clara, la causa de la anomalía cromosómica del alto porcentaje de casos de trisomía 21 en la que el gameto anormal se origina durante la primera división es todavía poco conocida. La meiosis materna es la causa subyacente debido al aumento del riesgo por la edad, se ha sugerido que cuanto más viejo es el ovocito, mayor es la probabilidad de error durante la disyunción cromosómica. Los ovocitos viejos pueden ser menos hábiles para superar la susceptibilidad a la no disyunción establecida por la maquinaria de recombinación. Una característica llamativa de este modelo es que el evento etiológico que conduce al nacimiento de un niño con síndrome de Down hoy, puede haber ocurrido cuando la madre del niño era un feto, cuyos ovocitos primarios se encontraban en la profase de la primera división meiótica. A pesar de que se reconoce la importancia de la asociación entre patrones de recombinación y segregación cromosómica, en una comprensión profunda de la no disyunción de los cromosomas 21, se desconoce el efecto de la edad materna, cuyos ovocitos primarios se encontraban en la profase de la primera división meiótica. Aunque se acepta la importancia de la asociación entre patrones de recombinación y segregación cromosómica, una comprensión profunda de la no disyunción de los cromosomas 21 y el efecto de la edad materna sigue siendo desconocido. (Foss Paiva, Menezes Melo, & Paese Frank, 2018)

1.1.2.4 Factores de riesgo. Algunos padres tienen mayor riesgo de tener un bebé con síndrome de Down. La mayoría de las veces, el síndrome de Down no es hereditario.

El concepto etiológico descrito por Down en 1866 perduró por más de 50 años. En 1909, Shuttleworth, enfatizó que la edad materna durante el embarazo constituía un factor de riesgo, ya que los hijos de madres cercanas al climaterio frecuentemente padecían SD. Tal observación le permitió concluir que la etiología más probable se debía a una disminución de la capacidad

reproductiva. (Álvarez Gómez, 2011)

(Vashist & Neelkamal, 2012) realizaron un estudio para descubrir el efecto de la edad materna en la etiología de la trisomía 21 en Haryana, India. En el cual, los casos de Síndrome de Down estaban sujetos a un análisis morfológico y citogénico detallado. En este, más del ochenta por ciento de los niños con Síndrome de Down habían nacido de madres jóvenes menores a 35 años y menos del 20% de madres mayores a 35 años; la media de edad de la madre eran 29.5 años. Como resultado, este estudio muestra que no es favorable al efecto de la edad materna avanzada en la incidencia de niños con Síndrome de Down, concluyendo que el riesgo de casos de Síndrome de Down no solamente se debe a la edad avanzada de la madre y que puede haber otros factores que afecten la formación de un cigoto trisómico.

Siendo la edad de los progenitores de pacientes con diagnóstico de Sd. Down un factor importante. En el estudio realizado por (Eróstegui, y otros, 2022), en el que se estudiaron a 166 personas, padres de los pacientes atendidos con SD: la edad más frecuente de la madre como del padre al tiempo del parto fue entre 21 y 30 años (43,8%, y 41,8% respectivamente), seguida del grupo etario de 31 a 40 años (30,1% y 32,9%). La edad más frecuente de las madres de pacientes con Sd. Down, fue entre 31 a 40 años (48,1%), seguida del grupo etario de 21 a 30 años (23,1%) y 41 a 50 años (21,2 %); mientras que la edad de las madres de pacientes con otros síndromes fue de 21 a 30 años (54,5%) y de 31 a 40 años (36,2%). En el caso de los padres de pacientes con SD. de Down, la edad más frecuente es de 31 a 40 años (36%), mientras la de los otros pacientes es de 21 a 30 años (51%) y de 31 a 40 años (31,3%).

Así también, en un estudio realizado en Costa Rica en el año 2019 se evidenció una disminución significativa en la tasa de fecundidad de madres mayores de 35 años. Las mujeres más jóvenes tienen más probabilidades de tener bebés que las mujeres de más edad. Por lo tanto,

la mayoría de los bebés con síndrome de Down son hijos de mujeres menores de 35 años. (Benavides-Lara & Barboza-Argüello, 2019).

(Carrión Cabrera, 2020) en su estudio presenta que los sujetos estudiados, antes del embarazo el 35% de las mujeres consumía alcohol, y el 30,7% fumaba, el 11% tomaba pastillas como tranquilizantes o anticonvulsivantes, solo 37,2% no consumía ningún tipo de droga. El tabaquismo, alcoholismo o consumo de sustancias psicotrópicas, muy comunes en contextos socioeconómicos y culturales deprimidos, según Serrano, en 2017, se encuentran correlacionados con la no disyunción del par cromosómico 21. Las patologías asociadas más comunes fueron los trastornos hematológicos, el hipotiroidismo y la epilepsia. En cuanto a las anomalías congénitas, el Ductus arterioso persistente, las Cataratas, hernia umbilical y otras cardiopatías fueron las más frecuentes.

El nacimiento de un niño con SD puede estar asociado a factores ambientales que afectan los cromosomas en las mujeres jóvenes, tales como la radiación, los químicos y plaguicidas en plantaciones agroindustrias. También existe cierta predisposición genética con relación a este síndrome, así como factores inherentes a la embarazada. (Toapanta Quinatoa, 2022)

Uno de los factores de riesgo comprobado es, que los padres sean portadores de la translocación genética para el síndrome de Down. Tanto hombres como mujeres pueden transmitir la translocación genética para el síndrome de Down a sus hijos (Borrel, 2018).

1.1.2.5 epidemiología. De acuerdo a datos arrojados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la incidencia estimada del síndrome de Down a nivel mundial se sitúa entre 1 de cada 1.000 y 1 de cada 1.100 recién nacidos. Asimismo, es importante destacar que, las personas con síndrome de Down suelen tener diversos problemas de salud. Sin embargo, los médicos han

conseguido mejorar la calidad de vida de las personas con el síndrome. A principios del siglo XX, se esperaba que vivieran menos de 10 años. Ahora, cerca del 80% de los adultos que lo padecen superan la edad de los 50 años. (Azoulay, 2019).

América Latina ocupa el quinto lugar en el mundo con 8.000.000 personas con discapacidad intelectual como consecuencia del Síndrome de Down. En América Latina, países como Cuba y Ecuador presentan un alto índice de nacimientos con Síndrome de Down con una frecuencia de 1 de cada 550 nacidos vivos; encontrándose con mayor frecuencia en los recién nacidos de mujeres con edades entre 20 a 25 años (Toapanta Quinatoa, 2022).

En Guatemala la entidad encargada de establecer datos estadísticos sobre el Síndrome de Down, es el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), esta entidad asiste a la Clínica de Genética en el Departamento de Pediatría, llegando a establecer que “La incidencia, es de 1 niño con Síndrome de Down por cada 1,400 niños nacidos vivos (0.07%)” (Morales & Morales, 2010)

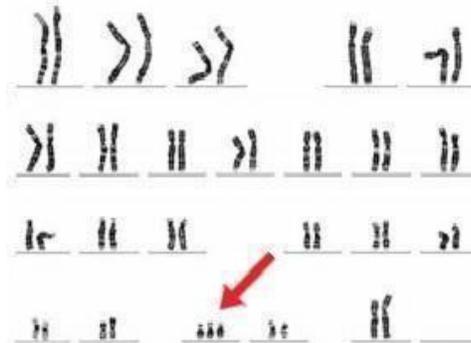
El dato más reciente conocido es el del periodista Toledo, S. en el 2019, quien publicó un artículo al respecto en el Diario de Centroamérica, en el cual expone que la prevalencia del síndrome de Down en Guatemala es de 1 por cada 600 nacimientos, se considera que viven alrededor de 30 mil personas con este diagnóstico. (Toledo, 2019).

1.1.3 Clasificación. Según la Clasificación Internacional de la Discapacidad de la Organización Mundial de la Salud (2001), identifica las características particulares del funcionamiento de cada persona. En cambio, este aspecto del desarrollo de un niño con síndrome de Down no se ha tenido muy en cuenta a lo largo del tiempo. Cada una va a dar lugar a características diferenciales e intelectuales que se clasifican en clases de síndromes de Down. Son

las siguientes:

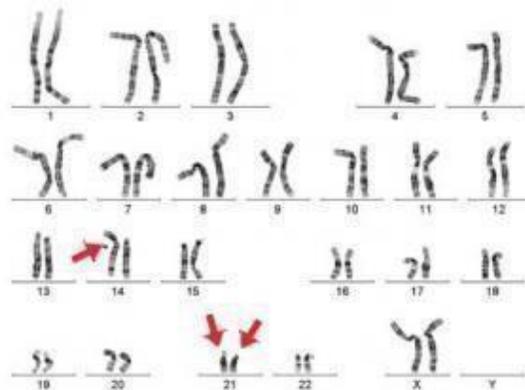
- Trisomía 21 o regular: en la que todas las células tienen 47 cromosomas, con un cromosoma de más en el grupo extra cromosomas (Muñoz, 2004).

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



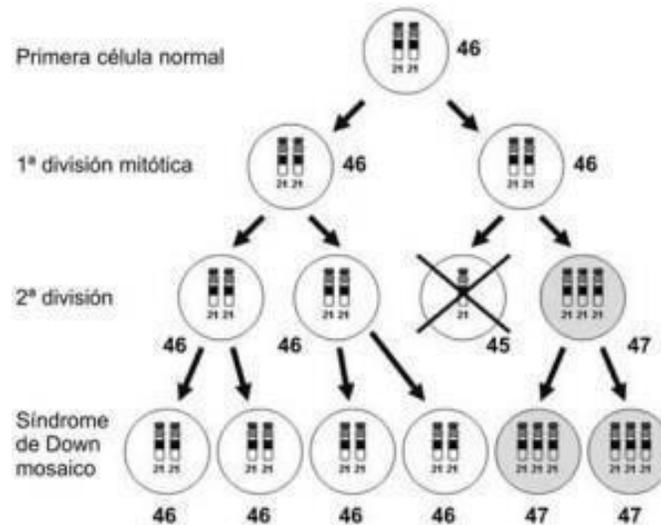
- Translocación: en que el cromosoma 21 aparece fundido con otro cromosoma. Esta es la que más frecuentemente aparece asociada al tipo de síndrome de Down hereditario. Se pueden dar varios subgrupos.

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



- Mosaicismo: en que hay una proporción variable de células trisómicas, mientras que son normales las restantes (Jiménez Nieto, 2022)

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



1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Tratamiento fisioterapéutico. Para favorecer el desarrollo motor de estos pacientes y mejorar su independencia se pueden aplicar diferentes intervenciones, dirigidas principalmente a ganar estabilidad articular y la ganancia de fuerza para mejorar el control postural y que el paciente pueda ejecutar movimientos más funcionales. Dentro de las intervenciones que se pueden utilizar para ello se encuentra el ejercicio terapéutico.

1.2.1.1 principios del ejercicio. El ejercicio físico tiene principios que deben respetarse si se desea evitar lesiones, ya que el cuerpo humano no ha madurado totalmente hasta los 20-22 años, y para desarrollarse necesita una considerable energía y descanso. De acuerdo a (Sánchez Mota, 2007) estos principios son:

- Individualidad: Adaptarse a las diferencias individuales.
- Adaptación: El efecto de entrenamiento se establece cuando el cuerpo se ha adaptado a la sobrecarga del mismo.
- Sobrecarga: Hay que sobrecargar al sujeto.
- Especificidad: Los efectos de entrenamiento son específicos al tipo de estímulo de entrenamiento que se utilice en las tareas.
- Variación: Hay que utilizar progresiones. Los efectos del ejercicio son específicos al tipo de estímulo que se utilice en las tareas.
- Calentamiento y vuelta a la calma: El calentamiento y la vuelta a la calma deben ser parte del entrenamiento. La adaptación se logra cuando el trabajo va seguido de descanso.
- Entrenamiento a largo plazo: No se debe acelerar el proceso de entrenamiento.
- Acción inversa: Los efectos de entrenamiento son irreversibles.

1.2.1.2 *procesos energéticos*. La actividad física se considera como estímulo que actúa sobre el individuo va a incidir directamente sobre los procesos de adaptación del organismo provocando diferentes efectos en función de los elementos cualitativos y cuantitativos que la constituyen. Estos factores son: tipo de actividad, intensidad, frecuencia y duración. Dichos factores van a estar a su vez determinados por los procesos energéticos. (Bipfouma Khuniengson, Milán Olivera, & Jiménez Pascual, 2017).

Los procesos energéticos se pueden definir como el conjunto de las distintas reacciones químicas que tienen lugar en el organismo para obtener ATP (energía) de las principales fuentes de energía, hidratos de carbono, grasas y proteínas. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2008)

1.2.2 Sistemas biológicos de energía. Existen tres sistemas básicos de energía en los miocitos de los mamíferos para la reposición de ATP:

- Sistema del fosfágeno.
- Glucólisis.
- Sistema oxidativo.

En la exposición de la bioenergética asociada con el ejercicio se suelen usar los términos metabolismo aeróbico y anaeróbico. Los procesos anaeróbicos no requieren la presencia de oxígeno, mientras que los mecanismos aeróbicos sí dependen del oxígeno. (Gregory Haff & Travis Triplett, 2017)

Los sistemas glucolíticos y del fosfágeno son mecanismos anaeróbicos presentes en el sarcoplasma de los miocitos. El ciclo de Krebs —el transporte de electrones— y el resto del sistema oxidativo son mecanismos aeróbicos presentes en las mitocondrias de los miocitos, y requieren oxígeno como aceptor terminal de electrones. (Gregory Haff & Travis Triplett, 2017)

De los tres principales macronutrientes —hidratos de carbono, proteínas y grasas— solo se metabolizan los hidratos de carbono para obtener energía sin la implicación directa de oxígeno. Por tanto, los hidratos de carbono son críticos durante el metabolismo anaeróbico.

Los tres sistemas de energía se muestran activos en todo momento; sin embargo, la magnitud de su contribución al trabajo general depende, en primer lugar, de la intensidad de la actividad y, en segundo lugar, de su duración. (Gregory Haff & Travis Triplett, 2017)

El cuerpo humano mantiene almacenados cerca de 80-100 g de ATP en todo momento, lo cual no es una reserva significativa de energía para el ejercicio. Además, tampoco las reservas de

ATP se agotan por completo, dada la necesidad de mantener las funciones celulares básicas. De hecho, las concentraciones de ATP llegan a disminuir un 50- 60% respecto a los niveles previos al ejercicio durante una prueba experimental de inducción de fatiga muscular. Por tanto, el sistema del fosfágeno recurre a la reacción de la creatincinasa para mantener la concentración de ATP. En condiciones normales, las concentraciones de CP en el músculo esquelético son de cuatro a seis veces mayores que las concentraciones de ATP. En consecuencia, el sistema del fosfágeno, mediante la reacción de CP y creatincinasa, actúa como una reserva de energía para reponer con rapidez ATP. Además, las fibras musculares tipo II (de contracción rápida) contienen mayores concentraciones de CP que las fibras tipo I (de contracción lenta) (95, 132); así, las personas con porcentajes superiores de fibras tipo II tal vez repongan el ATP más rápido por medio del sistema del fosfágeno durante un ejercicio explosivo anaeróbico. (Gregory Haff & Travis Triplett, 2017).

Otra reacción importante de una sola enzima que repone rápidamente el ATP es la reacción de la adenilato cinasa (también llamada miocinasa) Esta reacción es especialmente importante porque el AMP, un producto de la reacción de la adenilato cinasa (miocinasa), es un poderoso estimulante de la glucólisis. (Gregory Haff & Travis Triplett, 2017).

1.2.3 Bases. El sistema aeróbico se pone en marcha en la práctica de ejercicio de resistencia.

1.2.3.1 *fundamentos básicos del entrenamiento.* El entrenamiento deportivo se ha descrito con los siguientes fundamentos básicos, de acuerdo a (González Fernández, 2022):

Educación física: área o disciplina deportiva y física, que se basa en desarrollar y perfeccionar el cuerpo del individuo, puede ser terapéutica, recreativa, educativa, u otras.

- Deporte: Se caracteriza por unas series de normas o reglas que tienen que ser respetadas por los deportistas, estas son disciplinas competitivas practicadas por diversas personas.

- Preparación física: componente de un entrenamiento deportivo que hace desarrollar a un deportista sus cualidades físicas y motoras a su cuerpo.

1.2.3.1.1 *ejercicio excéntrico*. El ejercicio excéntrico es todo aquel tipo de ejercicio en el que se estira el músculo, pero se mantiene la contracción muscular; tiene múltiples beneficios: facilita la regeneración tisular, previene lesiones y mejora el rendimiento; aumenta la fuerza muscular, la resistencia y la velocidad articular; facilita el alargamiento muscular, aumenta la fuerza explosiva reactiva, mejora el control neuromuscular y la propiocepción. (LBDC, 2019). Los ejercicios excéntricos implican el alargamiento de la unidad musculo tendinosa mientras se le aplica una carga. Si bien el fortalecimiento de los músculos excéntricos se ha utilizado durante algún tiempo, hasta hace poco se sabía poco acerca de cómo los ejercicios excéntricos producen una disminución del dolor y la normalización del tendón. (Murtaugh & Ihm, 2013)

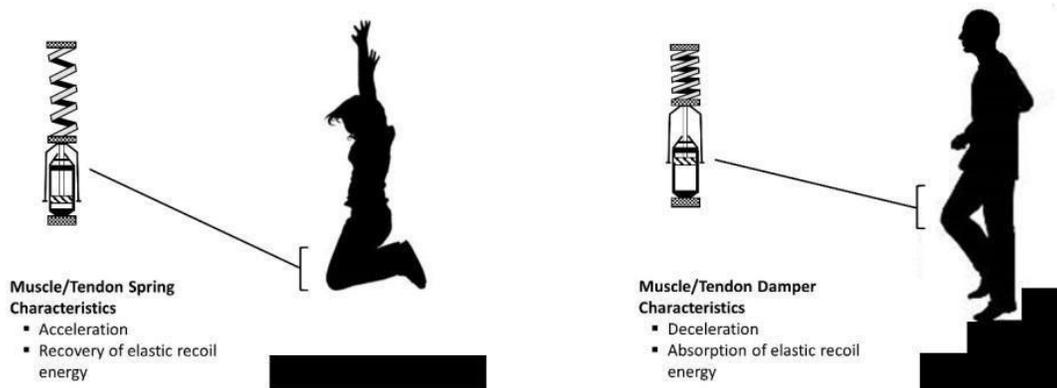
La causa por la que el tratamiento excéntrico es eficaz, es debido a la respuesta de los tendones al entrenamiento, ya que aumentan la actividad metabólica y el tamaño de los vasos sanguíneos, que como consecuencia produce un aumento de la síntesis de colágeno, provocando una hipertrofia y mejora de las propiedades mecánicas del tendón. (Ladrero, 2022).

1.2.3.1.2 *aplicación*. La mecánica de los músculos y tendones durante acciones musculares excéntricas refleja un amortiguador en serie con un resorte. El estiramiento rápido de músculos y tendones en la fase de carga de un salto vertical produce el recobro de energía elástica almacenada que se libera durante la fase de vuelo del movimiento (es decir, la extensión del

resorte). Por el contrario, el descenso de escaleras a la velocidad habitual normalmente da como

resultado la desaceleración del movimiento de la articulación durante la fase de descenso controlado del descenso-ascenso de la escalera con la absorción de la energía elástica de recobro perdida como calor (es decir, absorción a través del amortiguador). Estas características de músculos y tendones están influenciadas por la velocidad de movimiento, la magnitud de la fuerza y la rigidez del tejido. (Harris-Love, Gollie, & Keogh, 2022)

Figura 14: Mecánica excéntrica



Nota: Mecánica de los músculos y tendones durante acciones musculares excéntricas Figura adaptada de Lindstedt y cols. (Harris-Love, Gollie, & Keogh, 2022)

1.2.3.1.3 *indicaciones*. La revisión bibliográfica realizada por Monge y Sáenz en 2017, demuestra que el ejercicio excéntrico sistematizado con una buena orientación clínica y metodológica da resultados muy positivos, los cuales permiten tener un amplio panorama en las diferentes ramas de utilidad del ejercicio excéntrico, además de revelar beneficios en la prevención y tratamiento de:

- Patología cardiorrespiratoria (enfermedad coronaria, EPOC), debido al bajo requerimiento de oxígeno.
- Tendinosis, gracias a la estimulación del tenocito, el cual induce un proceso anabólico a nivel tendinoso.

- Mejora de la simetría muscular, posterior a una reconstrucción del Ligamento cruzado.
- Restauración de los niveles de activación y fuerza en pacientes postoperatorios de Ligamento cruzado anterior.
- Aumento del tono muscular posterior a procesos de inmovilización.
- Disminución y prevención de la sarcopenia en el Adulto mayor
- Mejora la calidad de vida en pacientes con Parkinson
- Mejora la movilidad funcional en pacientes con hemiparesia
- Prevención de lesiones de isquiotibiales

1.2.3.1.4 *contraindicaciones*. Está confirmado que el ejercicio excéntrico permite desarrollar mayor fuerza que el ejercicio concéntrico, por lo que, controlando la dosificación y la progresión, se puede utilizar y adaptar sin problemas a diferentes poblaciones sin provocar lesiones. Sin embargo las altas cargas de ejercicio excéntrico provocan: dolor muscular de acción retardada (DMAR), lesiones en la unión miotendinosa o en zonas de inserción distales, desbalances musculares, aumento de la interleuquina₆ y creatina quinasa en los procesos de daño tisular, irregularidad de las fibras musculares asociada a la capacidad mecánica y metabólica de producción de tensión, entre otras.(Baldi Monge & Sáenz Ulloa, El ejercicio excéntrico, 2017)

1.2.3.1.5 *principios de dosificación*. Existe una amplia variedad de protocolos y aplicaciones para los ejercicios excéntricos, que además, continúan cambiando con el tiempo.

En la siguiente tabla se desarrollan los diferentes programas, especificando su dosificación y el efecto provocado por las cargas del ejercicio excéntrico.

Tabla 4: Principios de dosificación

Año	Autor	Intervención	Período	Efecto
1998	Alfredson	Se realizan movimientos suaves, carga progresiva y no debe existir dolor en los movimientos excéntricos, su dosificación es de 3 series, 15 repeticiones	12 semanas	Mejora fuerza y protege el tendón
		Entrenamiento con cinta 3 veces a la semana	3 semanas	Mejora la movilidad funcional
1999	Smith,	Programa de ejercicios excéntricos de rodilla dosificados de la siguiente manera: 12 repeticiones al 50% de la carga, 8 repeticiones al 75% de la carga, 3 repeticiones al 100% de la carga	No consta	Protección de respuestas cardiovasculares
2000	Overend,	Programa de ejercicio excéntrico, 3 veces	8	Mínimo estrés cardiovascular en entrenamientos
		a la semana durante 30 min con un cicloergómetro	Progra ma ejercicio	semanas 8
2004	Steiner,	Programa de resistencia excéntrica, 3 veces a la semana durante 30 min. Con un cicloergómetro durante 8 semas.	excéntrico en declinación 25 grados, 3 series 15	semanas
		Programa ejercicio excéntrico en declinación 25 grados, 3 series 15 repeticiones, con 2 segundos en fase excéntrica hasta los 90 grados, 2 veces al día, incrementa la carga con 5kg.		12 semanas
2005	Visnes,			

musculares de carga alta

	Aum enta la fuerza muscular. repeticiones, con 2	12	Incremento de la fuerza. Incremento
--	--	----	---

2005		segundos en fase excéntrica hasta los 90 grados, 2 veces al día, incrementa la carga con 5kg.	semanas	de la fuerza.
2005	Symons,	Programa de Entrenamiento con bicicleta y ejercicios de rodilla con dinamómetro 3 veces por semana.	12 semanas	Mejora el rendimiento del trabajo concéntrico
2006	Vallejos,	Ejercicios concéntricos y excéntricos en máquina con peso, 3 Series / 10 repeticiones	5-7 días	Disminuye demanda cardiopulmonar
2007	Frohm,	Ejercicios concéntricos y excéntricos en máquina con peso, 3 Series / 10 repeticiones.	12 semanas	Incrementos similares en ambos grupos en cuanto a fuerza y funcionalidad
2009	Dibble,	Entrenamiento excéntrico de fuerza de cuádriceps y resistencia, 3v/semana	12 semanas	Mejora la calidad de vida en personas con Parkinson en estadio 1-3
2009	Müller	Plataforma de ejercicio excéntrico para piernas. 3v/semana, 30 min	12 semanas	Bajo costo metabólico en adulto mayor

Nota: Metodología y dosificación en la programación de ejercicio excéntrico. (Baldi Monge & Sáenz Ulloa, El ejercicio excéntrico, 2017)

CAPÍTULO II

Planteamiento del Problema

En fisioterapia el paciente se identifica como un caso holístico, es decir, un todo, por lo que tras un diagnóstico como el síndrome de Down, los padres de niños con necesidades especiales de atención sanitaria buscan opciones terapéuticas para atender las morbilidades asociadas y mejorar su bienestar, la fuerza muscular es una de ellas, para lo cual, la terapia física es la opción adecuada.

En este capítulo se identifica, contextualiza y delimita el tema base de esta investigación desde lo general a lo particular para orientar, justificar y formular el problema a abordar.

2.1 Planteamiento del problema

La Organización Mundial de la Salud estima una prevalencia mundial de 1 en cada 1mil 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).

Para el síndrome de Down se han descrito más de 80 características clínicas, incluidos problemas cardíacos congénitos. La evidencia científica sugiere que algunas de estas características pueden afectar a la práctica del ejercicio, como la hipotonía, hipermovilidad articular, hiperlaxitud ligamentaria, obesidad, sistema respiratorio y cardiovascular poco desarrollado, extremidades cortas en relación al torso, poco equilibrio y dificultades en la percepción. Asociadas a la hipotonía a la hipermovilidad se encuentran alteraciones en las curvaturas de la columna, caderas dislocadas, pies planos, cabeza adelantada e inestabilidad atlantoaxial. (González-Agüero, Villarroya, Vicente-Rodríguez, & Casajús, 2019)

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 híper flexibles, en los jóvenes es más lento el aumento de fuerza muscular, apareciendo esta típicamente a los 14 años. El tratamiento 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).

En cuanto al ejercicio terapéutico, aplicado con ejercicio excéntrico, este 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).

Desde la perspectiva del entrenamiento y la rehabilitación física, las contracciones musculares contra resistencia han sido muy útiles en el abordaje terapéutico, dada las adaptaciones neuromusculares posterior al ejercicio. Tanto en la vida cotidiana, como en la práctica del deporte, se destaca un trabajo conjunto de estas contracciones musculares. Sin embargo, existen características esenciales que catalogan a las contracciones excéntricas como las más demandantes, considerando algunas características como la variación de la longitud de las fibras musculares y el daño del tejido solicitado posterior al ejercicio. Desde la perspectiva fisiológica, los protocolos de ejercicios excéntricos han mostrado un gran daño mecánico selectivo de las fibras musculares de contracción rápida (tipo II) y, al mismo tiempo, disrupciones agudas del tejido periférico (Valencia, Toro, Nieto, & Guzmán-Venegas, 2020)

De este modo, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes con síndrome de Down de 10 a 15 años de edad?

2.2 Justificación

El síndrome de Down es una condición que se presenta a nivel mundial, acorde con esto, el propósito de esta investigación es ayudar al paciente con dicha condición, a mejorar su calidad de vida de manera que se pueda incorporar a la sociedad de manera adecuada.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se presenta un caso por cada mil recién nacidos vivos, de estos, el 95% de los casos se debe a una trisomía completa o regular; alrededor del 3% se debe a mosaicismos, una alteración en la que los pacientes tienen conjuntamente células normales y células con un Hsa21 extra; menos de 2% se origina por una traslocación no equilibrada; es decir, un cariotipo con 46 cromosomas, pero uno de ellos, usualmente el cromosoma 14, contiene material cromosómico extra del Hsa21 (Díaz-Cuéllar, Yokoyama-Rebollar, & Del Castillo-Ruiz, 2016)

Este tipo de paciente cuenta con alteraciones sistémicas, lo que en múltiples ocasiones impide a la persona incorporarse a la sociedad de manera adecuada; otra de las características que presentan los pacientes con esta condición, son las alteraciones motoras, sobre todo en el desarrollo de la primera infancia, los cuales dificultan la ejecución de las actividades de la vida diaria con normalidad. (Novell Alsina, Rueda Quittlet, Carulla, & Forgas, 2010)

La actividad física es importante para todo individuo: inhibe o retrasa la presentación clínica de problemas médicos; también mejora la capacidad funcional e incluso puede revertir algunas alteraciones físicas (prevención terciaria). En la población con síndrome de Down, hay ciertos aspectos, en los que puede llegar a haber controversia por los resultados de otras investigaciones, pueden tener un efecto positivo de la actividad física frente al aparato respiratorio; también mejora los niveles de fuerza; el control del sobrepeso; mejora el estado general de la salud física y psíquica (Guerra-Balic, 2019).

El ejercicio excéntrico 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 (Martínez de Haro, 2018)

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 lesiones de su vida diaria (Tapia, 2012).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general. Describir los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico en pacientes de 10 a 15 años con Síndrome de Down, para mejorar la fuerza muscular en una revisión bibliográfica.

2.3.2 Objetivos Particulares.

- Identificar la dosificación adecuada del ejercicio excéntrico en pacientes de 10 a 15 años con Síndrome de Down para mejorar la fuerza muscular en el desempeño en las actividades de la vida diaria.
- Describir los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico para mejorar la fuerza muscular en pacientes de 10 a 15 años con Síndrome de Down.
- Resumir los beneficios terapéuticos de la aplicación del ejercicio excéntrico para mejorar la fuerza muscular en pacientes con Síndrome de Down de 10 a 15 años.

Capítulo III

Marco metodológico

Cada investigación requiere establecer los criterios metodológicos con base en los cuales se realiza, en este capítulo, como su nombre lo indica, recopila dichos elementos que determinan la confianza y eficacia en el proceso de compilación de información. En este se refieren las características y metodología usadas en el desarrollo de la presente investigación, así como también las técnicas e instrumentos aplicados a las técnicas y la población estudiada.

3.1 Materiales

“Una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos, materiales y artefactos diversos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio. Le sirven al investigador para conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Los materiales hacen referencia a la forma en que se realizó la investigación, y tomando esta base se evalúa la calidad de los resultados obtenidos durante el proceso de investigación documental, esto permite su comprensión, así como el planteamiento de objetivos y resultados alcanzados.

Tabla 5: Base de datos 1

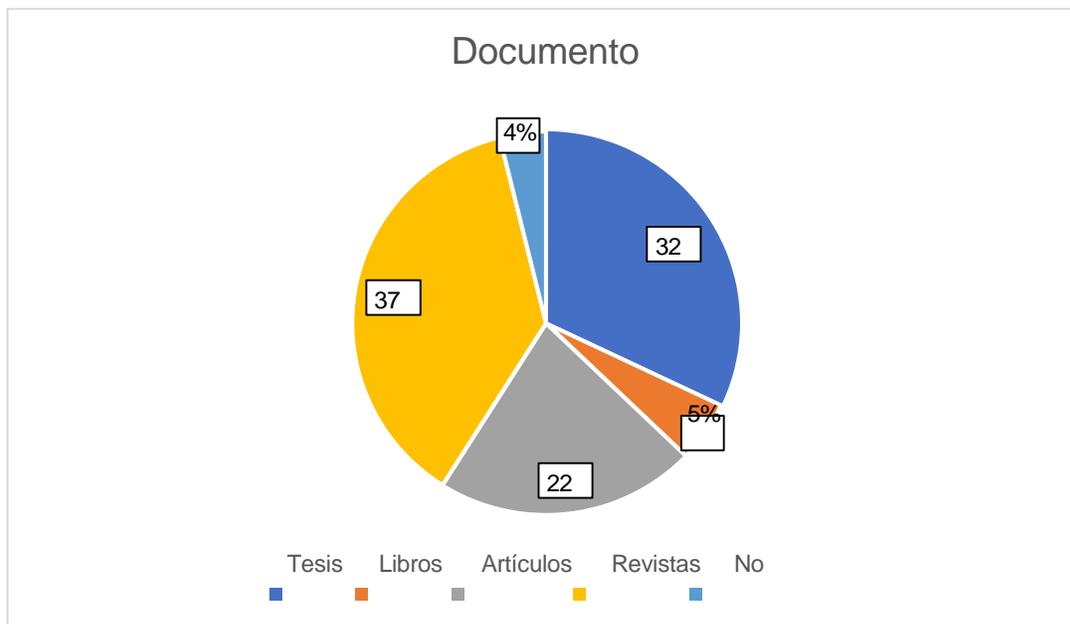
Base de datos	Definición	Palabras clave
EBSCO	Es una herramienta de investigación, recolección y análisis de diversos temas relacionados al área de la salud. (Fuentes, 2022).	Síndrome de Down
PubMed	Motor de búsqueda de libre acceso que permite consultar principal y mayoritariamente los contenidos de la base de datos MEDLINE, aunque también una variedad de revista científicas de similar calidad pero que no son parte de MEDLINE. (Biblioteca Nacional de Medicina, 2022)	Tejido muscular
Google Académico	Motor de búsqueda de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica. (Verstak, 2004)	Sistema muscular
Elsevier	Buscador líder en edición técnica en medicina y ciencias de la salud, cuenta con libros y revistas científicas (Discover, 2022)	Hipotonía
SciELO	Repositorio multidisciplinario para depositar, preservar y difundir datos de investigación de artículos enviados, aprobados para publicación o ya publicados en revistas de la Red SciELO o depositados en SciELO preprints. (Scielo Data, 2021)	Tejido óseo
PEDro	Base de datos de Fisioterapia basada en la evidencia, cuenta con	Ejercicio excéntrico

Nota: Se describe las bases de datos utilizadas para esta investigación (Elaboración propia)

Ya que se presentan las características del síndrome de Down, entre ellas, la principal que es la hipotonía y los efectos tanto positivos como negativos del tratamiento con ejercicio excéntrico orientado específicamente para pacientes de 10 a 15 años de edad.

Los estudios referidos en este trabajo, fueron obtenidos de buscadores académicos. Se consultaron un total de setenta y ocho documentos, de estos, 25 fueron trabajos de tesis, lo que representa un 32%; cuatro libros de anatomía y fisiología fueron consultados, representando el 5%; 17 fueron artículos científicos, esto es un 22%; se consultaron 29 artículos de revistas científicas, que hacen un 37% y tres artículos no indexados, el 4%.

Figura 15: Porcentaje de material utilizado



Nota: Porcentaje de materiales utilizados para realizar esta investigación (Elaboración propia).

3.2 Métodos

3.2.1 Enfoque de investigación. Esta investigación tiene un enfoque cualitativo.

Hernández en el año 2014, define que el enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos.

El proceso de investigación depende de las variables que se estudian con las cuales se forman ideas y conceptos generales, es un campo interdisciplinario, abarcando las humanidades, las ciencias sociales y físicas. Se encuentra bajo sensibilidad interpretativa y análisis de la experiencia humana.

El enfoque elegido para este trabajo es el enfoque cualitativo en el cual “sus datos son básicamente el producto de la interpretación del investigador y están determinados por la capacidad interpretativa del mismo.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.2.2. Tipo de estudio. Esta investigación presenta un estudio descriptivo ya que “este tipo de estudio busca caracterizar las variables de un fenómeno, está diseñado para distribuir las variables de un fenómeno, no considera hipótesis causales o de otro tipo.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

La investigación descriptiva pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, su objetivo no es indicar como se relacionan estas. Se aplica describiendo todas sus dimensiones describiendo el órgano y objeto a estudiar, siendo su función poder describir una enfermedad o evento en un lugar o en un determinado tiempo (Sampieri et al., 2014).

Este trabajo de investigación se considera de tipo descriptivo, ya que su objetivo es recoger información sobre los conceptos o las variables que se plantean acerca del ejercicio excéntrico para tratar la deficiencia en el tono muscular en pacientes con síndrome de Down. Se enfoca en describir las consecuencias a nivel muscular relacionadas al síndrome de Down que se desarrollan debido a dicha condición, también se describe los efectos que el ejercicio excéntrico produce en el paciente con síndrome de Down que sufre de las alteraciones propias de la condición que se estudia.

3.2.3. Método de estudio. Se utiliza el método análisis-síntesis el cual consiste, en la separación de las partes de un todo para estudiarlas de forma individual y la reunión racional de los elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad (Suárez-Montes, Sáenz-Gavilanes, & Mero-Vélez, 2016).

El método Análisis-Síntesis consiste en la fragmentación de las partes de un todo, para estudiarlas individualmente. Se realizó revisión bibliográfica con palabras clave en bases de datos como Scielo, Elsevier, EBSCO, PubMed, Dialnet, Mediagraphic y Google Académico relacionándolos y observando la experimentación de cada uno de ellos para determinar el uso correcto de la fisioterapia con sus conceptos, variables, población y resultados de los mismos.

Se pretende realizar un análisis de la información encontrada acerca de los beneficios del ejercicio excéntrico sobre la hipotonía en pacientes con síndrome de Down con el fin de explicar el metabolismo muscular normal, como también el metabolismo muscular con hipotonía para mantener la calidad de vida de los pacientes afectados y así poder hacer la síntesis buscando lo que haga mayor relevancia sobre ella misma.

Se cumple con dicho método puesto que se analiza la hipotonía en el síndrome de Down, los signos clínicos, los tipos de daños a nivel muscular que sufren las personas afectadas para luego identificar los efectos benéficos ante el tratamiento con ejercicio excéntrico.

3.2.4. Diseño de la investigación. El diseño de este trabajo es no experimental puesto que “las variables establecidas solamente se observan, no hay manipulación, ni control, ni aleatorización. Con un corte longitudinal debido a que los datos se obtienen con diferentes mediciones de la variable a través del tiempo.” (Monje Álvarez, 2011).

En este tipo de estudio se observan situaciones ya existentes. Se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador. En la investigación se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Corona, 2016).

Se realizó una investigación no experimental, la cual posee una variable independiente.

Se llevó a cabo con datos principalmente de la población de Latinoamérica. Todo esto a través de la revisión de investigaciones previas encontradas y aprobadas en bases de datos electrónicas, las cuales se mencionan en esta sección.

3.2.5. Criterios de selección. Los criterios de selección son los que delimitan a la población seleccionada, se toman en cuenta las cualidades de la investigación para su realización. Se clasifican en criterios de exclusión y criterios de inclusión (Arias-Gómez, Villasís-Keever, & Miranda Novales, 2016).

Baena en el 2017 define los criterios de selección como la delimitación de características de búsqueda con el fin de tomar en cuenta únicamente los criterios necesarios al realizar un trabajo.

Tabla 6: Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Pacientes femeninas postmenopáusicas	Pacientes pediátricos
Pacientes femeninas adultos mayores	Pacientes femeninas pediátricas
Osteopenia	Pacientes masculinos
Osteoporosis	Enfermedades reumáticas varias
Artículos en portugués, inglés y español	Artículos en idiomas que no sean Portugués, Inglés, Español
No menor a 10 años	Artículos mayores a 10 años
·En EBSCO, PubMed, PEDro, ELSEVIER, Google Académico, Scielo, Dialnet, Medigraphic	Otras bases de datos y buscadores

Nota: Se incluyen criterios para facilitar la búsqueda de artículos científicos.

(Elaboración Propia)

3.3 Variables

Se define como una “Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse, una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse... Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría. En este caso se les suele denominar constructos o construcciones hipotéticas”. (Hernández Sampieri, y otros, 2017).

Se entiende como variable de una investigación a las características y propiedades tanto cuantitativas como cualitativas del objeto de investigación que varían respecto a la observación de distintos objetos que influyen en el objeto que se investiga.

3.3.1. Variable independiente. “es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente).” (Hernández Sampieri, y otros, 2017).

Por lo tanto, la variable independiente para esta investigación es: el ejercicio excéntrico.

3.3.2 Variable dependiente. “Las variables dependientes varían en función de otras variables. La variable dependiente es el efecto medido. En esta se observa el efecto, por lo que a veces, tiende a cambiar con el paso del tiempo.” (Hernández Sampieri, y otros, 2017).

Por lo tanto, la variable dependiente para esta investigación es la fuerza muscular.

3.3.2. Operacionalización de variables. Bernal en 2010 menciona que

“operacionalizar una variable significa traducir la variable a indicadores, es decir, traducir los conceptos hipotéticos a unidades de medición”.

“Es la identificación de operaciones de investigación con ayuda de las cuales se puede decidir acerca de la presencia y la intensidad de aquellos hechos que permitirán la deducción e la presencia de los fenómenos conceptualmente caracterizados.” (Freidin, 2007).

La tabla a continuación muestra las variables y sus definiciones.

Tabla 7: Variables de la investigación

Tipo	Nombre	Definición Conceptual	Definición operacional	Fuente
Independiente	Ejercicio excéntrico	Consiste en el estiramiento de los músculos.	Precursor de cambios neuromusculares principalmente en una alteración en la permeabilidad de la membrana celular muscular.	(Arnal- Gómez, y otros, 2020)
Dependiente	Fuerza muscular	Capacidad física, representa el potencial neuromuscular para superar una resistencia externa o interna debido a la contracción.	La disminución de la masa muscular está asociada a condiciones genéticas o estilos de vida sedentarios. El incremento de la misma y la masa obtenida mediante la práctica de actividad física reduce alteraciones y mejora la calidad de vida.	(Carrera,2019)

Nota: se presentan la variable independiente y la dependiente de la presente investigación. (Elaboración Propia)

Capítulo IV

Resultados

En el presente estudio se evaluaron documentos y estudios que investigan la técnica de intervención fisioterapéutica del ejercicio excéntrico que se busca aplicar a pacientes con síndrome de Down en edad adolescente.

Es importante dar a conocer el contenido coincidente con los criterios de búsqueda seleccionados en el proceso de investigación. Cabe mencionar que se tomaron en cuenta los artículos más recientes y que cumplen con las características ya mencionadas en el capítulo previo, para confrontar los diferentes estudios y determinar las ventajas y desventajas que podría implicar el tratamiento estudiado en pacientes con síndrome de Down, así como para sacar conclusiones y mostrar la perspectiva del investigador.

4.1 Resultados

Objetivo 1: Identificar la dosificación adecuada del ejercicio excéntrico en pacientes de 10 a 15 años con Síndrome de Down para mejorar la fuerza muscular en el desempeño en las actividades de la vida diaria.

Tabla 8: Resultados objetivo 1

AUTOR/AÑO/ NOMBRE DEL ARTÍCULO	ESTRATEGIA	RESULTADOS	DOSIFICACIÓN
(Álvarez-Ponce & Guzmán-Muñoz, 2018) Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes	Ensayo experimental, midiendo el rango de extensión activa de rodilla en la pierna dominante y no dominante. Sometiendo al grupo experimental a ejercicio excéntrico.	Una intervención progresiva de ejercicios excéntricos para la musculatura genera cambios positivos en el rango de extensión activa de rodilla en pacientes juveniles, disminuyendo el acortamiento. Estos cambios se evidenciaron principalmente en la pierna de pateo, su efecto se mantuvo durante 3 semanas posteriores a la intervención. Por el potencial beneficio que tienen los ejercicios de tipo excéntrico sobre la longitud muscular y podría disminuir el riesgo de lesión y favorecer el rendimiento.	Programa de seis semanas de duración. Semana 1: peso muerto bipodal (3x10rep) Kick controlado (3x8 rep.) Semana 2: Peso muerto unipodal (3x8rep) Kick controlado (3x12 rep.) Semana 3: Peso muerto unipodal (3x12rep) Contra resistencia manual(3x8 rep.) Semana 4 Contra resistencia manual (3x12 rep.) Nórdico (3 x 6 rep.) Semana 5 Nórdico (3x8 rep.) Semana 6 Nórdico (3 x 10 rep.) Supino con balón suizo bipodal (3 x12 rep.)

<p>(Guevara Pérez, 2021) Reducción del riesgo de lesiones a través de los ejercicios excéntricos-propioceptivos y de CORE</p>	<p>Se evaluó a 16 jóvenes entre 14 y 16 años, en un programa de ejercicios compuestos por ejercicios propioceptivos, excéntricos y de CORE durante 15 semanas.</p>	<p>Existe una relación directa entre el aumento de la fuerza excéntrica. En un programa dividido en 3 etapas,</p>	<p>Programa dividido en 3 etapas, en sesiones de 30 minutos, 4 veces por semana, trabajando con ejercicio excéntrico el 46.5% del entrenamiento.</p>
<p>en el equipo de fútbol juvenil del CIPP</p>		<p>respetando los principios biológicos del ejercicio físico. Este programa tiene mayor impacto en sujetos con menor fuerza, estabilidad, propiocepción y equilibrio dinámico.</p>	
<p>(Kesrouani Lemos, y otros, 2022) Autonomic and cardiovascular responses on post-eccentric exercise recovery with blood flow restriction at different loads: Randomized controlled trial</p>	<p>Se compararon las respuestas autonómicas y cardiovasculares agudas tras diferentes cargas de ejercicio excéntrico en 60 pacientes.</p>	<p>El ejercicio excéntrico con diferente carga no fue suficiente para causar un desequilibrio autonómico y cardiovascular en la recuperación posterior al ejercicio en una sola sesión de 60 minutos.</p>	<p>Sesión única de 60 minutos de ejercicio excéntrico.</p>
<p>(Shahnawaz, y otros, 2021) Effects of TheraBand and Theratube Eccentric Exercises on Quadriceps Muscle Strength and Muscle Mass in Young Adults</p>	<p>Efectos de los ejercicios excéntricos de TheraBand y Theratube sobre la fuerza muscular y la masa muscular de los cuádriceps en 30 jóvenes</p>	<p>Los participantes mostraron una mejora significativa en el par máximo de la fuerza después de las semanas 2 y 4.</p>	<p>Sesiones 3 veces a la semana durante 4 semanas utilizando TheraBand y Theratube utilizando los colores: amarillo, rojo, verde, azul, negro, plateado y dorado.</p>

(Methenitis, y otros, 2022) Different eccentric based Power Training volumes improve glycemic, lipidemic profile and body profile and body composition of females in a dose-dependent manner. Associations with muscle fibers composition adaptations	Investigación sobre el efecto de diferentes volúmenes de entrenamiento rápido basado en excéntricos sobre la composición corporal y los perfiles lipidémicos-glucémicos en 29 mujeres jóvenes, así como explorar la relación entre el cambio en perfiles lipídicos y el cambio en la composición de las fibras musculares.	Se encontraron mejoras en los cambios en los perfiles glicémicos-lipídicos.	10 semanas en sesiones de cuatro velocidades rápidas excéntricas, realizando medias sentadillas.
--	--	---	--

Nota: Resultados obtenidos para la dosificación adecuada del ejercicio excéntrico (Elaboración propia).

Objetivo 2: Describir los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico para mejorar la fuerza muscular en pacientes de 10 a 15 años con Síndrome de Down.

Tabla 9: Resultados objetivo 2

AUTOR/AÑO/NOMBRE ARTÍCULO	IA	ESTRATEGIA	RESULTADO	EFFECTOS TERAPÉUTICOS
(Zou, 2014) Development of novel strategies to improve skeletal muscle repair and adaptation following eccentric exercise		Se realizó un estudio de laboratorio donde se aislaron células activadas por fluorescencia, después de someterlas a sesiones de ejercicio excéntrico.	El ejercicio excéntrico puede lesionar el músculo. La reparación del daño tisular es esencial para una remodelación, mantenimiento e inicio de adaptación después del ejercicio, en cuatro fases interrelacionadas: degeneración, inflamación, regeneración y remodelación; logrando que, tanto las células inflamatorias y las células madres musculares se comuniquen rutinariamente para influir de forma más efectiva en la regeneración.	Las estrategias utilizadas pueden no solo beneficiar a las personas sanas que buscan acelerar la recuperación y el rendimiento deportivo, sino también poblaciones que tienen una capacidad limitada para la regeneración del músculo esquelético.

<p>(Gualano, y otros, 2011) Efeitos terapêuticos do treinamento físico em pacientes com doenças reumatológicas pediátricas</p>	<p>Breve revisión bibliográfica de 47 artículos con el objetivo de discutir los beneficios potenciales del ejercicio físico en la Reumatología pediátrica, con énfasis en las perspectivas de este campo.</p>	<p>Los estudios demostraron el gran potencial terapéutico del ejercicio para pacientes juveniles. Sin embargo, el número de estudios controlados con muestras grandes sigue siendo limitado.</p>	<p>Los pacientes juveniles presentan menor frecuencia de dolor y rigidez articular y un mejor rendimiento en las actividades de la vida diaria comparados con sus pares físicamente inactivos.</p>
<p>(Valero, Huntsman, Liu, Zou, & Boppart, 2012) Eccentric Exercise Facilitates Mesenchymal Stem Cell Appearance in Skeletal Muscle</p>	<p>Estudio de laboratorio para determinar si el ejercicio excéntrico estimula la aparición de células madre no satélites en el músculo esquelético.</p>	<p>El estudio evidencia que las células madre se acumulan en el musculoesquelético de manera dependiente de la integrina y contribuyen significativamente a la expansión de las células satélite ya a la nueva síntesis de fibras después de un ejercicio excéntrico agudo.</p>	<p>El compromiso con la actividad física o la terapia de rehabilitación puede preservar la masa muscular y la función, disminuye la susceptibilidad a desarrollar enfermedades metabólicas.</p>
<p>(Siciliano, Schirinzi, Simoncini, & Ricci, 2019) Exercise therapy in muscle diseases: open issues and future perspectives</p>	<p>Revisión bibliográfica con 23 artículos científicos para comprobar que el entrenamiento físico puede incluirse como parte del programa de rehabilitación para pacientes con alguna enfermedad muscular.</p>	<p>El ejercicio terapéutico en enfermedades musculares parece de mayor importancia si se consideran las nuevas terapias emergentes en el campo de los trastornos neuromusculares para los que se debe perseguir la sinergia con el papel terapéutico del ejercicio.</p>	<p>El un programa de entrenamiento que duró 6 meses en grupos musculares de cuádriceps (extensión de la rodilla) y bíceps braquiales (flexión del codo), el peso levantado durante la extensión de la rodilla y la flexión del codo a partir del 40% y luego aumentó un 5% cada dos semanas, con un aumento significativo tanto en la fuerza muscular máxima como en la resistencia (número de repeticiones posibles al 60% de la fuerza máxima).</p>
<p>(Jungbluth, y otros, 2018) Congenital myopathies: disorders of excitation–contraction coupling and muscle contraction</p>	<p>Revisión bibliográfica de 82 artículos científicos sobre la complejidad de la excitación-contracción muscular en alteraciones musculares congénitas.</p>	<p>Las proteínas contráctiles e isoformas relacionadas se expresan de manera diferente en contracción lenta y contracción rápida en los músculos para cumplir diferentes demandas funcionales.</p>	<p>El ejercicio excéntrico aumenta la fuerza muscular.</p>

<p>(LaStayo, Marcus, Dibble, Frajacomo, & Lindstedt, 2014) Eccentric exercise in rehabilitation: safety, feasibility, and application</p>	<p>Revisión bibliográfica de 115 artículos científicos sobre la seguridad y viabilidad de las poblaciones rehabilitadas.</p>	<p>Es posible capturar los beneficios potenciales del ejercicio céntrico usando la masa corporal de un individuo durante las actividades funcionales (por ejemplo, caminar cuesta abajo) o cuando realiza patrones de movimiento sesgados excéntricamente (por ejemplo, Tai Chi). La carga excéntrica se deriva de la masa corporal del individuo, y las actividades o patrones de movimiento están diseñados para transferir progresivamente más de la masa corporal de un individuo en posición monopodal de una manera excéntrica. Con el descenso, los extensores de rodilla y cadera realizan un trabajo negativo con cada paso de descenso.</p>	<p>El ejercicio excéntrico puede revertir tendinopatías y recuperarse de cirugías tendinosas. Se ha demostrado que una progresión gradual del ejercicio excéntrico no doloroso es universalmente factible, ya que el esfuerzo relativo requerido para realizar aumentos en cantidades de trabajo negativo es baja.</p>

Nota: Efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico (Elaboración propia).

Objetivo 3: Resumir los beneficios terapéuticos de la aplicación del ejercicio excéntrico para mejorar la fuerza muscular en pacientes con Síndrome de Down de 10 a 15 años.

Tabla 10: Resultados objetivo 3

AUTOR, AÑO/TÍTULO	ESTRATEGIA	RESULTADO	BENEFICIOS TERAPÉUTICOS
<p>(Mayacela Valdez, 2014) Utilización de la contracción muscular excéntrica Como método de tratamiento en las lesiones de la Musculatura isquiotibial en las jugadoras de fútbol femenino de la PUCE</p>	<p>Revisión bibliográfica con 30 artículos científicos para responder si el ejercicio excéntrico es una opción viable para jóvenes...</p>	<p>El ejercicio excéntrico, en el área terapéutica se ha enfocado en tratar tendinopatías y afecciones crónicas. Las revisiones sistemáticas al respecto se han centrado en los mecanismos asociados con las adaptaciones de los tejidos a los estímulos por alargamiento muscular activos crónicos, el control espinal y supra espinal de las acciones musculares excéntricas; reemplazando la teoría que calificaba a los ejercicios excéntricos como peligrosos y sin utilidad clínica.</p>	<p>Este estudio permite identificar que el ejercicio excéntrico aumenta la fuerza-resistencia, mejora la velocidad de respuesta, aumenta la elasticidad de los tejidos, crea sarcómeros en serie (facilita el alargamiento muscular), aumento de síntesis del colágeno (permite un mejor funcionamiento del tendón), actúa sobre la reeducación propioceptiva (estabilidad), mejora la readaptación al esfuerzo, disminuye el riesgo de lesiones musculares y tendinosas, mejora el reclutamiento (capacidad de las fibras musculares de contraerse), aumenta la rigidez activa muscular mejorando la fuerza explosiva reactiva y mejora la respuesta de la contracción concéntrica.</p>
<p>(Rodríguez-Casares, Aguado, & Alegre, 2012) Beneficios terapéuticos de la aplicación del ejercicio excéntrico en mujeres jóvenes. Un estudio piloto.</p>	<p>Estudio para evaluar los efectos del ejercicio excéntrico de bajo volumen e intensidad, en 15 mujeres jóvenes y activas.</p>	<p>Los cambios producidos por la sesión de entrenamiento realizada tuvieron un efecto protector moderado sobre la musculatura flexora de la rodilla.</p>	<p>Se produjeron cambios significativos en el dolor muscular tardío, indicando que en nuestra sesión se produjo daño muscular, aunque reducido. Por lo tanto, los cambios producidos por la sesión de entrenamiento realizada tuvieron un efecto protector moderado sobre la musculatura flexora de la rodilla</p>
<p>(Drury, y otros, 2019) Eccentric Resistance Training in Youth: Perspectives for Long-Term Athletic Development</p>	<p>Revisión sistemática sin restricciones de fecha, sobre los efectos del ejercicio excéntrico en jóvenes de 11 a 13 años.</p>	<p>La implementación del ejercicio excéntrico debe considerarse como parte de un programa de entrenamiento de desarrollo atlético. Sin embargo, los períodos de recuperación y sus efectos en la tarea de desempeño y la prevención de lesiones requieren más investigación.</p>	<p>Los beneficios para individuos jóvenes, así como para niños y adolescentes son la producción de niveles más bajo de fuerza muscular que los adultos, incluso cuando se normalizan a la masa corporal, usualmente atribuidas a los cambios anatómicos y fisiológicos que se producen a lo largo del crecimiento y maduración.</p>

<p>(Pozo Rosado, 2010) El tipo de trabajo muscular y su influencia en la función</p>	<p>Revisión bibliográfica para analizar el trabajo muscular, como contracción.</p>	<p>La revisión muestra que hay pocos protocolos disponibles para la valoración de la fuerza muscular excéntrica. Sin embargo, valora la fuerza isométrica, encontrando que los músculos deben trabajarse en conjunto y no individual.</p>	<p>Como beneficios terapéuticos se encontraron: influencia directa en la postura, un aumento de la fuerza reactiva, eficiencia de salto, un mayor estado activado del músculo, flexibilidad y amplitud articular. Sin embargo, también se encontraron algunos inconvenientes, como lesiones derivadas por la tensión, fatiga y daños musculares causados por la contracción rápida, como desgarros o rupturas</p>
<p>(Rodrigues Melo, de Sousa Neto, Fernandes da Fonseca, Stone, & da Cunha Nascimento, 2022) Resistance training and Down Syndrome: A narrative review on considerations for exercise prescription and safety</p>	<p>Revisión bibliográfica sobre los efectos del entrenamiento de resistencia para individuos con síndrome de Down, enfocado en la modalidad de entrenamiento, aplicación y seguridad.</p>	<p>Los autores recomiendan el uso del ejercicio excéntrico, así como combinarlo con diferentes formas de ejercicio (aeróbico, equilibrio, pliométrica, e isométrico), considerando el volumen y la intensidad.</p>	<p>El entrenamiento de resistencia aumenta la fuerza muscular, y mejora la composición corporal, la capacidad funcional y el equilibrio, reducir el estado inflamatorio y el estrés oxidativo y mejorar el sistema inmunológico. Tales efectos pueden ser importantes para la promoción de la salud, el bienestar y la longevidad en las personas con síndrome de Down. Además, un cuerpo emergente de datos convincentes demuestra que diferentes protocolos se pueden inducir efectos en distintos tejidos, órganos y sistemas fisiológicos en individuos con síndrome de Down.</p>

<p>(Hyldahl & Hubal, 2013) Lengthening our Perspective: Morphological, Cellular and Molecular Responses to Eccentric Exercise</p>	<p>Revisión bibliográfica para actualizar la respuesta musculoesquelética a las acciones excéntricas.</p>	<p>La duración y los modos de entrenamiento excéntrico pueden conducir a mejoras en personas con condiciones o enfermedades preexistentes. Sin embargo, aún no está claro si un programa de entrenamiento basado en ejercicios excéntricos sería beneficioso o perjudicial para el músculo a largo plazo</p>	<p>Cuando las contracciones excéntricas y concéntricas se realizan crónicamente en aislamiento como parte de un programa estructurado de entrenamiento de fuerza, un cuerpo significativo de evidencia sugiere que las contracciones excéntricas promueven mayores ganancias en la masa muscular.</p>
<p>(Adaikina, Hofman, O'Grady, & Gusso, 2020) Exercise Training as Part of Musculoskeletal Management for Congenital Myopathy: Where Are We Now?</p>	<p>Revisión sobre los diversos tratamientos clínicos para el tratamiento de miopatías congénitas.</p>	<p>Un programa de rehabilitación del ejercicio bien diseñado es ampliamente reconocido por los profesionales de la salud como una manera de mejorar la salud general y el estado musculoesquelético en pacientes con desórdenes neuromusculares. Sin embargo, se requieren más estudios en el área para ayudar a desarrollar directrices específicas para las poblaciones de desórdenes neuromusculares y miopatías congénitas. El entrenamiento aeróbico tiene como objetivo mejorar la resistencia cardiorrespiratoria, 25,46 mientras que el entrenamiento de fuerza, para mejorar la fuerza muscular, la función y la resistencia.</p>	<p>Una dirección prometedora para la intervención terapéutica es la rehabilitación del ejercicio físico, dada su capacidad demostrada para promover la salud muscular y o sea de los pacientes con una variedad de condiciones neuromusculares.</p>

Nota: Beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico (Elaboración propia).

4.2 **Discusión**

En cuanto a la identificación de la dosificación adecuada del ejercicio excéntrico, existen varios programas de tratamiento, (Álvarez-Ponce & Guzmán-Muñoz, 2018) y (Shahnawaz, y otros, 2021) coinciden en un programa de 4 a 6 semanas, dividido en etapas, trabajando 3 o 4 veces por semana en sesiones de 60 minutos realizando de 8 a 10 repeticiones en cada ejercicio a velocidad media o baja; pero (Methenitis, y otros, 2022) propone 10 sesiones de cuatro velocidades rápidas. Estos pueden complementarse con las distintas variaciones de ejercicios dependiendo del segmento muscular a trabajar, como lo menciona (Shahnawaz, y otros, 2021) quien incluso utilizó bandas de resistencia en su estudio. Los estudios consultados dan un menú variado de protocolos de dosificación que pueden combinarse o trabajarse de forma independiente para obtener los resultados requeridos de acuerdo a cada paciente.

Los efectos terapéuticos que se obtienen con el ejercicio excéntrico de acuerdo a (Siciliano, Schirinzi, Simoncini, & Ricci, 2019) y (Jungbluth, y otros, 2018) son el aumento de la fuerza y la resistencia muscular; por otro lado, (Gualano, y otros, 2011) y (LaStayo, Marcus, Dibble, Frajacom, & Lindstedt, 2014) se enfocan en que el ejercicio excéntrico puede revertir tendinopatías, disminuir el dolor y la rigidez articular, es decir, el trabajo es hacia los tendones; en ambos casos, el ejercicio excéntrico mejora la musculatura y a su vez las inserciones musculares, es decir los tendones.

Por lo que se refiere a los beneficios, el ejercicio excéntrico también presenta, como lo mencionan (Mayacela Valdez, 2014), (Rodrigues Melo, de Sousa Neto, Fernandes da Fonseca, Stone, & da Cunha Nascimento, 2022) y (Hyldahl & Hubal, 2013) en los que se verifica que facilita el alargamiento muscular, permite un mejor funcionamiento del tendón, disminuye el

dolor, y aumenta la masa muscular provocando un efecto protector moderado sobre la musculatura trabajada y se obtienen beneficios en las personas con síndrome de Down como la mejora en la capacidad funcional, el equilibrio y la composición corporal. (Pozo Rosado, 2010) indica que este tipo de ejercicio tiene influencia directa en la postura, confirma el aumento de la fuerza reactiva y la mejora de la flexibilidad y amplitud articular. En otros estudios como el de (Adaikina, Hofman, O'Grady, & Gusso, 2020) señalan que el ejercicio excéntrico mejora la salud muscular, pero que aún se necesitan más estudios para ayudar a desarrollar directrices específicas en las poblaciones con desórdenes musculares. (Drury, y otros, 2019) indica que, incluso con un tono muscular regularizado, la producción de fuerza muscular es más bajo que en los adultos, esto atribuido a los cambios anatómicos y fisiológicos que se producen durante el crecimiento.

También (Pozo Rosado, 2010) encontró inconvenientes, como la facilidad de lesiones derivadas de la tensión, fatiga y daño musculares causados por la contracción rápida, como desgarros y rupturas. (Gualano, y otros, 2011) considera que aún no han sido respondidas cuestiones como el mejor tipo de entrenamiento o si el ejercicio afecta el curso natural de las alteraciones miotendinosas, ya que el número de estudios controlados con muestras grandes sigue siendo limitado.

4.3

CONCLUSIÓN

Esta investigación tiene como objetivo describir los efectos del ejercicio excéntrico como tratamiento para mejorar la fuerza muscular en pacientes de 10 a 15 años de edad con síndrome de Down, y así evidenciar que la aplicación de este método tiene efectos terapéuticos positivos en alteraciones del tono muscular. Dentro de los efectos encontrados en los estudios están los siguientes: mejora del control postural, mayor estabilidad, mejora de la fuerza y la resistencia muscular, y favorece el aumento de la masa muscular. Vinculado a lo anterior, los efectos se relacionan para restablecer y mejorar el movimiento y la debilidad muscular, además genera una mejora en otros sistemas corporales como el sistema vascular e inmune e influye positivamente en la función cardiorrespiratorio.

En respuesta a los objetivos específicos se encontró mediante la revisión, estos efectos: regeneración del sistema musculoesquelético, preservación de la masa muscular y su función, disminución a desarrollar enfermedades metabólicas, como diabetes, o enfermedades reumáticas; aumento de la resistencia, así como disminución de la rigidez articular y un mejor rendimiento en las actividades de la vida diaria. Además de la prevención de lesiones tendinosas.

Se encontraron protocolos de dosificación específica, en sesiones de 3 a 4 veces por semana durante programas de 4 a 6 semanas realizando ejercicios de fuerza y resistencia dedicando a casi la mitad del entrenamiento al ejercicio excéntrico en sesiones de 60 minutos.

4.4 PERSPECTIVAS

Se espera que esta investigación sea de interés para estudiantes de fisioterapia y fisioterapeutas, también que pueda ser utilizada como fuente de información para la aplicación de este método en pacientes pediátricos con síndrome de Down, para cumplir con objetivos establecidos sobre en la mejora del tono muscular de estos pacientes. Adicionalmente, se tiene la expectativa de que se le dé continuidad a esta investigación para ampliar la información para, a futuro plantear un protocolo de tratamiento específico y así obtener mayores beneficios en la funcionalidad de los pacientes con esta condición. Así mismo pueda publicarse este trabajo de investigación con el fin de que estudiantes y fisioterapeutas tengan la información de este método para ser aplicado, ya que se considera que tiene muchos beneficios porque promueve el ejercicio excéntrico como herramienta para mejorar el tono muscular. También se sugiere la realización de estudios experimentales donde se evidencie la efectividad del ejercicio excéntrico basado en la funcionalidad y normalización del tono muscular de las personas con síndrome de Down en las edades establecidas, no solamente porque aumenta y mejora el tono muscular sino también la fuerza, además ayuda a prevenir otras alteraciones físicas en el paciente. Al mismo tiempo se recomienda agregar el uso de evaluaciones periódicas para determinar la evolución en distintas áreas como por ejemplo en alteraciones posturales y algunas alteraciones en otros sistemas.

Bibliografía

Adaikina, A., Hofman, P. L., O'Grady, G. L., & Gusso, S. (2020). Exercise Training as Part of Musculoskeletal Management for Congenital Myopathy: Where Are We Now? *Pediatric Neurology, 104*, 13-18.

Altafaj, X., Dierssen, M., & et al. (2001). *Neurodevelopmental delay, motor abnormalities and cognitive deficits in transgenic mice overexpressing Dyrk1A (minibrain), a murine model of Down's syndrome*. Madrid: Hum. Molec. Genet.

Álvarez Gómez, R. M. (2011). *Caracterización de mutaciones y polimorfismos en el Gen CRELD1 en una muestra de pacientes mexicanos con síndrome de Down y defectos de septación cardíaca*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.

Álvarez-Ponce, D., & Guzmán-Muñoz, E. (2018). *Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes*. Chile: Universidad Finis Terrae.

Aquino Yagual, D. L., Pilay Pillasagua, J. J., & Piguave Reyes, J. M. (2022). Deficiencia de oligoelementos: fisiopatología, diagnóstico y efectos en gestantes y niños. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, Vol. 4 Núm 4*, 23-32.

Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 201-206.

Arnal-Gómez, A., Espí-López, G. V., Cano Heras, D., Muñoz-Gómez, E., Balbastre Tejedor, I., Ramírez Iñiguez-de la Torrez, V., & Vicente-Herrero, M. T. (2020). Revisión bibliográfica sobre la eficacia del ejercicio excéntrico como tratamiento para la tendinopatía del tendón de Aquiles. *Arch Prev Riesgos Labor vol.23 no.2*.

ASALSIDO. (2018). *Asociación del síndrome de Down*. Retrieved from Down Almería: <http://asalsido.org>

Azoulay, A. (2019). *Día mundial del síndrome de Down*. México: CNDH.

Baldi Monge, J., & Sáenz Ulloa, D. (2017). El ejercicio excéntrico. *Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos*, 1(2), Pág. 8–9.

Baldi Monge, J., & Sáenz Ulloa, D. (2017). El ejercicio excéntrico. *Revista Ciencia y Salud integrando conocimientos 1 (2)*, 8-9.

Benavides-Lara, A., & Barboza-Argüello, M. d. (2019). *Prevalencia al nacimiento de síndrome de Down según edad materna en Costa Rica, 1996-2016*. Cartago: Centro de Registro de Enfermedades Congénitas (CREC).

Bipfouma Khuniengson, F. M., Milán Olivera, S. A., & Jiménez Pascual, L. M. (2017). Batería de ejercicios físicos para prevenir las enfermedades cardiovasculares. *Revista cubana de medicina del deporte y la cultura física*, Volumen 12, número 1.

Boj, J., Catalá, M., García Ballesta, C., Mendoza, A., & Planells, P. (2011). *Odontopediatría. La evolución del niño al adulto joven*. Madrid: Ed. Ripano.

Cammarata-Scalisi, F., Araque, D., Cammarata-Scalisi, G., Cammarata-Scalisi, M. E., Lacruz- Rengel, M. A., Stock, F., . . . Di Lorenzo-Cammarata, G. (2014). Alteraciones cardíacas en el síndrome de Down. Unidad de Genética Médica, Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela. *Pediatr Panamá*; 43 (1), 18-22.

Carrión Cabrera, M. (2020). *Características clínico-epidemiológicas en niños con síndrome de Down atendidos en consulta externa de genética del Hospital Teófilo Dávila, Machala junio 2015-junio 2018*. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca.

Coelho, C. (2016). *A síndrome de Down*. Retrieved from [Psicología.pt: http://psicologia.pt](http://psicologia.pt)

De León Monterroso, A. D. (2018). *La importancia del trabajo social en la atención de niñas y niños en la Fundación Margarita Tejada para el síndrome de Down*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.

Díaz-Cuéllar, S., Yokoyama-Rebollar, E., & Del Castillo-Ruiz, V. (2016). Genómica del síndrome de Down. *Acta pediátrica de México*, 37(5), 289-296, vol.37 n.5 p. 289-296.

Díaz-Cuéllar, S., Yokoyama-Rebollar, E., & Del Castillo-Ruiz, V. (2016). Genomics of Down syndrome. *Acta Pediatr Mex*; 37(5), 289-296.

Díaz-Cuéllar, S., Yokoyama-Rebollar, E., & Del Catillo-Ruiz, V. (2016). Genómica del síndrome de Down. *Acta Pediatr. Mex.*, sep: 37(5): 289-296.

Diego-Peñaloza, F., Fuentes-Mancilla, E., García-Fierro, A., Pérez-Medina, J., & Sola-Parra, M. (2020). Factores biológicos, psicológicos y sociales que influyen en el síndrome de Down. *Revista de Medicina e Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México, Vol. 8 Núm. 1*, 55-59.

Down España. (2014, 07 09). *SíndromeDown.net*. Retrieved from Down España: <http://sindromedown.net>

Drury, B., Ratel, S., Clark, C. C., Fernandes, J., Moran, J., & Behm, D. G. (2019). Eccentric Resistance Training in Youth: Perspectives for Long-Term Athletic Development. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 4(4), 70.

Eróstegui, C., Del Callejo, Á., García-Sejas, M. I., Pacheco, S., Mendoza, M., & Olivares, A. (2022). Cromosomopatías y alteraciones congénitas en Cochabamba: un análisis epidemiológico a través del cariotipo. *Gac Med Bol;* 45(2), 104-110.

Fernández Morales, A. D. (2016). Aspectos generales sobre el síndrome de Down. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad, Volumen 2, Número 1*, 33-38.

Fernández Morales, A. D. (2016). Aspectos generales sobre el síndrome de Down. *Revista Internacional de Apoyo a la inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad. Vol. 2 Núm. 1.*, 33-38.

Foss Paiva, C., Menezes Melo, C., & Paese Frank, S. (2018). *Síndrome de Down: Etiología, características e impacto en la familia*. São Paulo: Faculdade São Paulo-FSP.

Fundación A.M.A. (2021). *Programa español de salud para personas con síndrome de Down*.

Madrid: Fundación A.M.A.

Fundación John Langdon Down. A.C. (2023). *Fundación John Langdon Down. A.C.*

Retrieved from Fundación John Langdon Down. A.C. web site: <http://fjldown.org>

Gardner, W. B., & Inzunza, O. (2009). *Anatomía Humana*. Interamericana: Nueva York.

González Fernández, J. A. (2022). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Caracas: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional.

González-Agüero, A., Villarroya, M., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. (2019). Masa muscular, fuerza isométrica y dinámica en las extremidades inferiores de niños y adolescentes con síndrome de Down. *Universitat Politècnica de Catalunya, BarcelonaTech*, vol. 17, núm 2(7).

Gregory Haff, G., & Travis Triplett, N. (2017). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. Badalona: Editorial Paidotribo.

Gualano, B., de Sa-Pinto, A. L., Perondi, M. B., Roschel, H., Elias Sallum, A. M., Tanaka Hayashi, A. P., . . . Silva, C. A. (2011). Efeitos terapêuticos do treinamento físico em pacientes com doenças reumatológicas pediátricas. *Rev Bras Reumatol*, 484-496.

Guerra Balic, M. (2019). *Síndrome de Down y respuesta al esfuerzo físico*. Barcelona: Escola de Medicina de l'Educació Física i l'Esport.

Guevara Pérez, E. D. (2021). *Reducción del riesgo de lesiones a través de los ejercicios excéntricos-propioceptivos y de CORE en el equipo de fútbol juvenil del CIPPC La Margarita*. Puebla: Universidad Autónoma de Puebla.

Harris-Love, M., Gollie, J. M., & Keogh, J. W. (2022). Eccentric Exercise: Adaptations and Applications for Health and Performance. *Revista de Educación Física 2, Volumen 1, Número 165*, Auckland.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación, sexta edición*. México D.F.: Mc Graw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

HHS. Gov, D. y. (2020, julio 1). *Defectos de nacimiento*. Retrieved from <http://cdc.gov>: <https://bit.ly/3K44l2X>

Hyldahl, R. D., & Hubal, M. J. (2013). Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Wiley Online Library*, <https://doi.org/10.1002/mus.24077>.

Jiménez Nieto, M. d. (2022). *Cómo trabajar las emociones con niños que padecen síndrome de Down*. Jaén: Universidad de Jaén.

Jungbluth, H., Treves, S., Zorzato, F., Sarkozy, A., Ochala, J., Sewry, C., . . . Muntoni, F. (2018).

Congenital myopathies: disorders of excitation–contraction coupling and muscle contraction. *Nature Reviews Neurology volume 14*, 151-167.

Kesrouani Lemos, L., Toledo Teixeira Filho, C. A., Santana dos Santos, F., Mendes Biral, T., de Souza Cavina, A. P., Pizzo Junior, E., . . . Marques Vanderlei, F. (2022). Autonomic

and cardiovascular responses on post-eccentric exercise recovery with blood flow restriction at different loads: Randomized controlled trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 53, 102148, <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2022.102148>.

Ladrero, U. (2022). *Tratamiento con ejercicio excéntrico para tendinopatías en el deporte*.

Villaviciosa de Odón: Universidad europea.

LaStayo, P., Marcus, R., Dibble, L., Frajacom, F., & Lindstedt, S. (2014). Eccentric exercise in rehabilitation: safety, feasibility, and application. *American Physiological Society*, 8750-7587/14.

LBDC. (2019, septiembre 27). *sport.es*. Retrieved from Ejercicios excéntricos: qué son, beneficios y ejercicios: <https://bit.ly/3WTkvyY>

López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2008). *Fisiología clínica del ejercicio*. Madrid: Panamericana.

Martínez de Haro, V. (2018). *Actividad física, salud y calidad de vida*. Madrid: Fundación Estudiantes, Universidad Autónoma de Madrid y autores.

Mayacela Valdez, C. L. (2014). *Utilización de la contracción muscular excéntrica como método de tratamiento en las lesiones de la musculatura isquiotibial en las jugadoras de fútbol femenino de la PUCE*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Methenitis, S., Tzortzis, N., Mpampoulis, T., Kontou, E., Kiourelli, K.-M., Evangelidou, E., . . . Terzis, F. (2022). Different eccentric-based power training volumes improve glycemic, lipidemic profile and body composition of females in a dose-dependent manner:

Associations with muscle fibers composition adaptations. *European Journal of Sport Science* Volume 23, - Issue 2, <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2027024>.

Mitjans-Hernández, D., Hernández-González, E. A., & Avila-Díaz, D. (2021). Estudio sobre la trisomía del par 21. *Segundo congreso virtual de ciencias básicas biomédicas en Granma, Manzanillo*. Granma: Cibamanz.

Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Neiva: Universidad Sur colombiana.

Morales, M. Y., & Morales, M. V. (2010). *La musicoterapia y sus beneficios en jóvenes con síndrome de Down del Instituto Neurológico de Guatemala*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.

Murtaugh, B., & Ihm, J. (2013). Eccentric Training for the Treatment of Tendinopathies. *Current Sports Medicine Reports* 12(3), 175-182.

NIH, N. G. (2023, febrero 9). *Genome Gov*. Retrieved from National Human Genome Research Institute: <http://genome.gov>

Novell Alsina, R., Rueda Quiltlet, P., Carulla, L. S., & Forgas, E. (2010). *Salud mental y alteraciones de la conducta en las personas con discapacidad intelectual. Guía práctica para técnicos y cuidadores*. Londres: FEAPS.

Núñez Gómez, F., & López-Prats Lucea, J. L. (2012). Cardiopatías congénitas en niños con síndrome de Down. *REV. ESP. PEDIATR*; 68(6), 415-420.

Oficina Regional para América Latina y el Caribe. (2019). *La actividad física en niños, niñas y adolescentes*. Panamá: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

Paico-Vílchez, E., & Zumaeta-Luna, L. (2022). Síndrome de Down en los ceramios Mochicas.

Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna Vol. 35 Núm. 3, 119-122.

Phillips, B. A., & Mastaglia, F. L. (2000). Exercise therapy in patients with myopathy. *Current Opinion in Neurology, 547-552.*

Pozo Rosado, P. (2010). El tipo de trabajo muscular y su influencia en la función. *efdeportes.com Revista digital, Buenos Aires.*

Ramos, M. I. (2011). *Manifestaciones oftalmológicas en síndrome de Down.* México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Restrepo, C., Correa, L. A., & Velásquez, M. M. (2013). Manifestaciones cutáneas en pacientes con síndrome de Down. *Rev Asoc Colomb Dermatol; 21:1, 57-68.*

Rodrigues Melo, G. L., de Sousa Neto, I. V., Fernandes da Fonseca, E., Stone, W., & da Cunha Nascimento, D. (2022). Resistance training and Down Syndrome: A narrative review on considerations for exercise prescription and safety. *Front. Physiol. Sec. Exercise Physiology Volume 13, https://doi.org/10.3389/fphys.2022.948439.*

Rodríguez-Casares, R., Aguado, X., & Alegre, L. M. (2012). Ejercicio excéntrico de baja intensidad y daño muscular en mujeres jóvenes. Un estudio piloto. *Cultura, Ciencia y Deporte, 25-34.*

Sáez Hurtado, J. (2023). *Paradigmia.* Retrieved from Paradigmia web site, Curso de Pediatría: <http://paradigmia.com>

Sánchez Mota, J. (2007). *Proyecto de escuela de fútbol.* Torrejón de Ardoz: A.D. Torrejón C.F.

Sanz Coarasa, A., Pérez Vera, A., & Barbería Leache, E. (2012). *Alteraciones dentarias de número y forma, en niños sin malformaciones ni síndromes*. Retrieved from scribd.com: <http://es.scribd.com>

Shahnawaz, A., Shayista I., j., Sohrab, A. K., Nishat, Q., Sumit, K., & Alghadir, A. H. (2021).

Effects of TheraBand and Theratube Eccentric Exercises on Quadriceps Muscle Strength and Muscle Mass in Young Adults. *Hindawi BioMed Research International Volume 2021, Article ID 5560144, 9 pages*, <https://doi.org/10.1155/2021/5560144>.

Siciliano, G., Schirinzi, E., Simoncini, C., & Ricci, G. (2019). Exercise therapy in muscle diseases: open issues and future perspectives. *Acta Myologica, 38(4)*, 233-238.

Stanford Medicine. (2022). *Stanford Medicine Children's Health*. Retrieved from Stanford Medicine Children's Health web site: <http://stanfordchildrens.org>

Suárez-Montes, N., Sáenz-Gavilanes, J. V., & Mero-Vélez, J. M. (2016). Elementos esenciales del diseño de la investigación. Sus características. *Revista Científica Dominio de las Ciencias Vol. 2 Núm. 3*, 72-85.

Toapanta Quinatoa, V. P. (2022). *Experiencia familiar en la crianza de niños con síndrome de Down*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Toledo, S. (2019, 03 22). Sobre el síndrome de Down. *Diario de Centroamérica*.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2011). *Principios de Anatomía y Fisiología 13a edición*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Urdiales Ramos, J., Galindo Suárez, F. J., Torres González, C., & Avilés, S. (2018). Síndrome de Down: caso clínico. *Odontología Actual, año 5, núm. 57*, 22-28.

Valencia, O., Toro, B., Nieto, R., & Guzmán-Venegas, R. (2020). Ejercicio excéntrico y velocidad de conducción de la fibra muscular: una revisión bibliográfica. *Laboratorio Integrativo de Biomecánica y Fisiología del Esfuerzo, Escuela de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de los Andes. Chile*. Arch Med Deporte 2021;38(5):337-342.

Valero, M. C., Huntsman, H. D., Liu, J., Zou, K., & Boppart, M. D. (2012). Eccentric Exercise Facilitates Mesenchymal Stem Cell Appearance in Skeletal Muscle. *PLOS ONE*, 7(1), e29760., <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029760>.

Vashist, M., & Neelkamal. (2012). Edad materna: un factor de controversia en la trisomía 21.

Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down, Vol. 17. Núm. 1, 8-12.

Vergara Estupiñán, E. J., Forero-Castro, R. M., & Moreno Granado, J. I. (2014). Estudio descriptivo-transversal del síndrome de Down en pacientes de Boyacá (Colombia). *Ciencia en Desarrollo vol. 5 No. 2*.

Zou, K. (2014). *Development of novel strategies to improve skeletal muscle repair and adaptation following eccentric exercise*. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign.