



**Universidad
Andrés Bello**

Universidad Nacional Andrés Bello

Facultad de Educación y Ciencias Sociales

Carrera de Educación Física

Relación entre Fuerza, Aptitud Cardiorrespiratoria y Riesgo Cardio Metabólico en Preadolescentes

Chilenos de 7 a 13 años

**Seminario para optar al Título de Profesor de Educación Física para la Educación General Básica y
al Grado Académico de Licenciado en Educación**

Nombre alumnos(as):

Diego Bustos Soto

Daniel Andrés Ramos Naudón

Daniel Andrés Suazo Oyarzun

Bárbara Jesús Villegas Hernández

Profesor Guía: Roberto Acevedo Fernández

Santiago – Chile

Noviembre 2019

Agradecimientos

Debemos comenzar agradeciendo a la Universidad Andrés Bello y a los docentes de la carrera Educación Física por brindarnos todos los conocimientos que pudimos emplear en esta tesis y por el apoyo incondicional durante todo el periodo de aprendizaje. Agradecemos también el apoyo de nuestros padres por darnos la oportunidad de estudiar una carrera profesional y así poder convertirnos en personas aptas para el mundo laboral. No podemos dejar de lado el apoyo de nuestras familias durante todo este proceso, ya que su apoyo y cariño fueron el factor clave para poder finalizar de forma efectiva esta travesía. No hubiese sido posible realizar esta investigación sin la ayuda voluntaria de los alumnos del colegio Libertador San Martín y a sus profesores, que nos permitieron realizarles las pruebas en su establecimiento y con la mejor disposición del mundo. Finalmente, y no menos importante le agradecemos con énfasis al profesor Roberto Acevedo por su disposición, paciencia y cariño durante todo este proceso.

Dedicatoria

Cada persona que logre hacer uso correcto de esta investigación será parte del grupo al que se dedica este seminario de grado, por lo que nombrar a cada una de ellas se hace muy difícil, lo que sí es posible hacer es nombrar a las personas que hicieron esto posible. Nuestras familias serán las primeras a quienes le dedicaremos todos nuestros esfuerzos plasmados en este trabajo, ya que fueron quienes siempre estuvieron a nuestro lado, apoyándonos en todo momento y por darnos la oportunidad de tener una educación de calidad finalizando con gran éxito y satisfacción.

*“En la fuerza está la génesis de la motricidad, y por ello en su optimización
radican los movimientos” - Julio Tous Fajardo*

Índice

1. Introducción	9
2. Planteamiento del problema	10
2.1 Pregunta de Investigación.....	12
2.2 Justificación.....	12
2.3 Viabilidad.....	16
2.4 Objetivos	17
3. Hipótesis	17
4. Marco Teórico.....	18
4.1 Obesidad.....	18
4.1.2 Historia y factores de riesgo de la obesidad.....	18
4.1.3 Consecuencias.....	19
4.1.4 Medidas de prevención	21
4.1.5 Marcadores de salud	21
4.2 Riesgo Cardio metabólico.....	25
4.2.1 Factores de Riesgo	26
4.2.2 ¿Los obesos son los únicos que pueden tener riesgo cardio metabólico?	27
4.2.3 Individuos normopeso metabólicamente obesos:	27
4.3 Condición Física.....	28
4.3.1 Actividad Física	29
4.3.2 Capacidad Funcional.....	32
4.3.3 Cualidades Físicas.....	33
4.4 La Fuerza como cualidad física	34
4.4.1 Definición de Fuerza.....	34
4.4.2 Fuerza y tipos de acción muscular	35
4.4.3 Fuerza y sus manifestaciones	36
4.4.4 Evaluación de la fuerza en niños.....	38
4.4.5 Entrenamiento de la Fuerza en niños.....	40
4.4.6 Beneficios del entrenamiento de fuerza en niños	42
4.4.6.1 Mejoras de la fuerza muscular y de rendimiento en habilidades motrices.	42
4.4.6.2 Mejoras de la composición corporal y de la sensibilidad a la insulina	43
5. Metodología	43

5.1 Tipo y diseño de Investigación	43
5.2 Esquema de Investigación	44
5.3 Fuente de Datos	45
5.3.1 Fuentes primarias de información	45
5.3.2 Fuentes secundarias de información.....	45
5.4 Tratamiento Estadístico	45
5.5 Población y muestra	46
5.5.2 Muestra	46
5.5.3 Criterios de inclusión	47
5.5.4 Criterios de exclusión.....	47
5.6 Variables	48
5.7 Plan de Trabajo (Plan de acción y cronograma).....	49
5.8.1 Fuerza Prensión Manual.....	49
5.8.2 Squat Jump (SJ)	50
5.8.3 Test de marcha 6 minutos	51
5.8.4 Variables antropométricas.....	52
5.9 Esquema de Intervención.....	53
6. Resultados y Análisis	54
7. Discusión, Conclusiones y proyecciones.....	58
7.1 Discusión.....	58
7.2 Conclusión.....	63
7.3 Proyecciones.....	64
8. Anexos	65
9. Bibliografía	67

Resumen

Introducción: En los últimos años se ha podido investigar que la fuerza muscular como marcador de la salud ha sido un buen predictor de protección de padecer cierto nivel de riesgo cardio metabólico. Por esto, se investigó que factor es más predictivo en el estado de salud y su relación con la morbimortalidad, si la fuerza o la aptitud cardiorrespiratoria. Para evaluar los parámetros de obesidad y riesgo cardio metabólico se utilizaron las medidas de: Relación Cintura Estatura (RCE), para la evaluación de la fuerza del tren superior se evaluó fuerza de prensión manual (FPM), squat jump (SJ) para la fuerza del tren inferior y el test de 6 minutos (TM6) para medir la aptitud cardiorrespiratoria.

Objetivo: Establecer la relación entre variables de fuerza, aptitud cardiorrespiratoria y riesgo cardio metabólico en niños preadolescentes de 7 a 13 años.

Método: La muestra total fue de 199 alumnos (7 a 13 años), 110 hombres y 89 mujeres. FPM se tomó con un dinamómetro, SJ se realizó en una plataforma de salto, TM6 se realizó en un espacio de 30 metros, además de variables antropométricas. Para determinar la relación entre fuerza y aptitud cardiorrespiratoria, se usaron correlaciones bivariadas de Pearson para determinar la significancia entre las relaciones.

Resultados: Los niveles de fuerza presentaron una relación estadísticamente significativa con relación al riesgo cardio metabólico tanto en tren superior ($r = -0,153$) como para miembros inferiores con ($r = -0,248$), a diferencia de la aptitud cardiorrespiratoria que presentó ($r=-0,016$).

Conclusiones: El riesgo cardio metabólico está mejor relacionado con la fuerza que con la aptitud cardiorrespiratoria en niños preadolescentes.

Abstract

Introduction: In recent years it has been found investigating muscle strength as a marker of health has been a good predictor to protection from suffer a certain level of metabolic cardiovascular risk. For this reason, it was researched which factor is more predictive in healthy state and its relationship with morbidity and mortality, whether cardiorespiratory strength or fitness. To evaluate the parameters of obesity and metabolic cardiovascular risk, the following measures will be used: the Stature Paint Ratio (RCE), for the evaluation of the upper train strength we will perform manual clamping force (FPM), squat jump (SJ) to the lower train strength and the 6-minute test (TM6) to measure cardiorespiratory fitness.

Objective: To establish the relationship between variables of strength, cardiorespiratory fitness and metabolic cardiovascular risk in preadolescent children from 7 to 13 years.

Method: The total sample was 199 students (7 to 13 years old), 110 men and 89 women. FPM was performed with a dynamometer, SJ was performed on a jump platform, TM6 was performed in a space of 30 meters, in addition to anthropometric variables. To determine the relationship between strength and cardiorespiratory fitness, use Pearson's bivariate correlations to determine the importance between relationships.

Results: The levels of strength included in a statistically significant relationship in relation to the metabolic cardiovascular risk in both the upper train ($r = -0.153$) and the lower limbs with ($r = -0.248$), a difference in cardiorespiratory fitness that presented ($r = -0.016$).

Conclusions: Cardiometabolic risk is better related to strength than to cardiorespiratory fitness in preadolescent children.

1. Introducción

En la presente investigación se tomarán en cuenta varias problemáticas que influyen en la salud de la población chilena actual, donde se ha demostrado que los factores de riesgo han sido promovidos por estilos de vida marcados por la inactividad física y sedentarismo de las personas, pero gracias a la búsqueda exhaustiva en la literatura, hace más de 20 años la ciencia ha mostrado que estos factores de riesgo vienen arraigados desde la niñez o incluso desde la etapa fetal. En Chile hay cifras alarmantes de inactividad física, solo 3 de cada 10 niños menores de 5 años cumple con las recomendaciones internacionales de actividad física dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), mientras que en los adolescentes solamente 2 de cada 10 las cumplen. Estas cifras dan cuenta que desde la infancia se lleva una vida sedentaria, que les trae como consecuencias estar más propensos a sufrir de sobrepeso, tener obesidad u otra enfermedad crónica no transmisible (ECTN) en la pre-pubertad y en la adolescencia, situación que en Chile se ha hecho muy común, lo cual ha ido predominando en gran parte de todo este tiempo, manifestándose enfermedades que eran habituales en la edad adulta, están aconteciendo a temprana edad producto de diversos factores, como por ejemplo, la obesidad. Se demostró que el sufrir de obesidad tendrá mayor prevalencia a tener enfermedades de tipo cardíacas y metabólicas, por lo que realizar e incentivar tanto la actividad como el ejercicio físico, sería fundamental para la población en su estado de salud actual y también para edad más avanzada. La fuerza muscular como marcador de la salud ha sido un buen predictor de protección a ciertas enfermedades, ya que un buen resultado en etapas como en la pre-pubertad hasta en la adolescencia, determinarán un hallazgo positivo en cuanto a la adiposidad general. Por esto el objetivo de esta investigación es analizar que factor es más predictivo en el estado de salud y relación con la morbimortalidad, si la aptitud cardiorrespiratoria o la fuerza en niños

escolares entre los 7 y 13 años.

2. Planteamiento del problema

En Chile, solo 3 de cada 10 niños menores de 5 años cumple con las recomendaciones internacionales de actividad física (3 horas diarias de actividad física moderada a vigorosa), mientras que en los adolescentes solamente 2 de cada 10 las cumple (1 hora diaria de actividad física moderada a vigorosa) (Aguilar-Farias, y otros, 2018).

Los datos de la prevalencia de sobrepeso y obesidad incrementa con la edad (sobrepeso en niños 22,7%, adolescentes 42,7 %, obesidad en niños 13,6%, en adolescentes 14,5%). Teniendo prevalencia en mujeres, más que en hombres adolescentes siendo 32,4% y 37,2% respectivamente (Aguilar-Farias, y otros, 2016), cifras que se mantienen según el reporte de notas de 2018 (Aguilar-Farias, y otros, 2018).

Los niños con sobrepeso tienen una alta probabilidad de convertirse en adultos con sobrepeso, a menos que ellos adopten y mantengan unos patrones más saludables de comer y hacer ejercicio. (Organización Mundial de la Salud, 2019).

En contraste, los beneficios de la actividad física a nivel individual y poblacional han sido bien documentados, no solo en términos de salud, sino que también en términos de sostenibilidad (Aguilar-Farias, Infante-Grandon, Fuentealba, & Cortinez-O'Ryan, 2017).

Sin embargo, a los niños y jóvenes con obesidad o sobrepeso siempre se les ha animado a que participasen en actividades de tipo aeróbico, pero el exceso de peso corporal dificulta el rendimiento en actividades físicas de soporte del peso, como correr, y aumenta el riesgo de lesiones músculo-esqueléticas por sobreuso (Peña, Heredia, Lloret, Martín, & Silva-Grigoletto, 2016).

La obesidad, es una epidemia mundial que afecta a la mitad de los escolares chilenos (JUNAEB,

2013), también se asocia a un incremento del riesgo cardio metabólico (Burrows, y otros, 2011). La asociación mencionada no es nueva, hace 15 años que uno de los estudios de cohorte más importantes del mundo (Bogalusa Heart Study) mostró que casi el 60% de los niños con sobrepeso presentaban, al menos, un factor de riesgo cardio metabólico (aumento de la presión arterial, hiperlipidemia, aumento de insulina) (Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 1999). Por tanto, algunas opiniones de expertos consideran que aquellos esfuerzos y campañas por promocionar la actividad física entre los niños y jóvenes más obesos y menos motrizmente competentes no deberían comenzar por entrenamientos prolongados de tipo aeróbico o participaciones en competiciones deportivas, sino por entrenamiento centrado en ejercicios de fuerza, caracterizados por una dinámica intermitente, por su mejora sobre el rendimiento motor, mejora sobre marcadores de salud cardiovascular y metabólica, y los beneficios sobre la reducción de lesiones (Peña, Heredia, Lloret, Martín, & Silva-Grigoletto, 2016). Por lo citado anteriormente, hay cierta controversia al respecto ya que se ha argumentado la razón del por qué no entrenar, ni mucho menos evaluar la fuerza en edades tempranas (pre pubertad), indicando que el peak hormonal comienza entre los doce y trece años de edad, por lo que antes no habría beneficios, como ganancias de masa muscular y/o de fuerza, por el contrario, que genera efectos perjudiciales sobre el desarrollo óseo y pleno crecimiento corporal, entre otros. El rol de la musculatura fuerte como marcador de salud en niños y jóvenes es bien conocido (Benson, Torode, & Singh, 2006) (García-Artero, y otros, 2007). Algunos estudios longitudinales han revelado que la disminución de la fuerza muscular desde la infancia hasta la adolescencia está negativamente asociada con cambios en la adiposidad general (Janz, Dawson, & Mahoney, 2002) y que los niveles de fuerza muscular durante la adolescencia parecen seguir hasta la edad adulta (Kemper, Vente, Mechelen, & Twisk, 2001). Tomados en conjunto, estos hallazgos resaltan la

importancia de evaluar la fuerza muscular desde edades tempranas (Ruiz, y otros, 2009). Pero se han desarrollado varias pruebas para evaluar estas dimensiones, sin embargo, la información proporcionada por cada prueba es específica sobre una parte del cuerpo y un tipo de fuerza. Por ejemplo, la prueba de flexiones evalúa la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo y el salto vertical (VJ) prueba que evalúa la fuerza muscular explosiva de la parte inferior del cuerpo. Queda por dilucidar si las pruebas de campo que evalúan la fuerza muscular de la parte superior del cuerpo están asociadas con la evaluación de la fuerza muscular de la parte inferior del cuerpo en la juventud, así como también se hace necesario revelar la asociación que existe entre los niveles de fuerza general, tanto de miembros superiores como inferiores, la obesidad y riesgo cardio metabólico.

2.1 Pregunta de Investigación

¿Existe una relación entre fuerza muscular, obesidad y riesgo cardio metabólico en niños de 7 a 13 años?

2.2 Justificación

Durante los años 70 y 80 existió una evidente suspicacia y cautela en recomendar el entrenamiento de fuerza para los distintos grupos de edades de la niñez y adolescencia. Parte de ello pudo deberse a que en algunos estudios preliminares no se encontraron mejoras de la fuerza en niños prepúberes que participaron en programas de entrenamiento de la fuerza (Vrijens, 1978) (Docherty, Wenger, Collis, & Quinney, 1987) lo que llevó a una opinión generalizada de que este tipo de entrenamiento era ineficaz para esta población, incluso por la Academia Americana de Pediatría en sus primeras

recomendaciones publicadas al respecto (American Academy of Pediatrics., 1983). En la actualidad, y a partir del primer posicionamiento publicado por la National Strength and Conditioning Association (NSCA) en 1985 respecto del entrenamiento de la fuerza en la prepubertad (National Strength and Conditioning Association, 1985), y sus posteriores actualizaciones (Faigenbaum A. D., y otros, 2009), se puede afirmar que existe un gran consenso internacional entre asociaciones vinculadas a la salud y el entrenamiento, en apoyar la participación supervisada de los niños y jóvenes en entrenamientos de fuerza por estar reconocida su seguridad y eficacia para la mejora del rendimiento, pero por sobre todo, de la salud. En la misma línea, el último posicionamiento internacional publicado (Lloyd R. , y otros, 2014) refuerza y afianza la recomendación y promoción de programas de acondicionamiento neuromuscular durante la niñez y adolescencia, siempre y cuando estén apropiadamente supervisados y diseñados por adultos cualificados para entrenar a este tipo de poblaciones. Complementando lo anterior, una pérdida de fuerza durante la infancia y la adolescencia, independientemente de los aumentos esperados en el tamaño del músculo relacionados con el crecimiento y desarrollo, parece ser consecuencia de estilos de vida modernos, los cuales se caracterizan por una tendencia al comportamiento sedentario. De hecho, la baja fuerza muscular a cualquier edad predispone a las personas a limitaciones funcionales, bajo rendimiento físico, lesiones relacionadas con la actividad y resultados adversos para la salud. Dado que se necesita una cierta cantidad de fuerza muscular para saltar, patear, jugar y correr de manera competente, los niños y jóvenes con niveles inadecuados de fuerza muscular son menos propensos a participar en la actividad física diaria y tienen más probabilidades de tener factores de riesgo de enfermedad y deficiencias de salud metabólica (Peña, Heredia, Lloret, Martín, & Silva-Grigoletto, 2016). Por lo tanto, se puede concluir de lo anterior que la evaluación de la fuerza en edades tempranas es

obligatoria debido al rol que cumple en las habilidades motrices básicas, y no solo tomar en cuenta resultados de test motrices.

Una de las formas de evaluar la fuerza, es a través de saltos verticales, los que son un indicador muy válido en esta población (Acero, y otros, 2011) para evaluar la capacidad de aplicar fuerza en una unidad de tiempo (tasa de desarrollo de la fuerza) con las extremidades inferiores y, por lo tanto, está relacionado directamente con la capacidad neuromuscular y capacidad funcional de una persona. Cualquier cambio positivo en la capacidad de salto vertical estará reflejando una mejora del rendimiento neuromuscular en los miembros inferiores. Es por esto por lo que la medición del rendimiento en salto vertical se recomienda habitualmente, por sobre otras pruebas de salto como el salto largo a pies juntos para la valoración del potencial neuromuscular, fuerza en miembros inferiores y funcionalidad en sujetos deportistas, no deportistas, ancianos, adultos y niños. Pero sobre todo porque el entrenamiento de salto vertical ha reportado mejoras en la densidad mineral ósea (Sarah, Brooke.Wavell, & Jonathan, 2018), lo que aporta debido a que otorga información para desarrollar estrategias y progresiones metodológicas adecuadas para lograr mejoras en el rendimiento y monitorear el comportamiento de esta cualidad en un año o temporada escolar. Con respecto a la evaluación de la fuerza muscular en miembros superiores, se ha propuesto que la prueba de fuerza de agarre de la mano, entre otras pruebas, debe ser parte de las baterías de pruebas de campo para la evaluación de la aptitud física (Bianco, y otros, 2015), aunque no se puede usar la fuerza de agarre para evaluar la fuerza muscular general, esta, se ha asociado con numerosas afecciones médicas en varios grupos de edad (Steffl, Chrudimsky, & Tufano, 2017). Específicamente, una fuerza de agarre débil se ha asociado con un mayor perfil de riesgo metabólico en niños (Cohen, y otros, 2014), se ha relacionado con diabetes y otros factores de riesgo cardio metabólico en adultos mayores (Peterson, y otros, 2016), y se ha relacionado con

otros parámetros de aptitud física (Matsudo, Matsudo, Rezende, & Raso, 2015). Con respecto a la evaluación de la obesidad y riesgo cardio metabólico, el índice de masa corporal (IMC) ha sido ampliamente utilizado como una medida para evaluar los parámetros de obesidad y riesgo cardio metabólico, tanto en niños como en adultos, sin embargo, en niños, las medidas del IMC tienen que ser expresado como puntuaciones Z o percentiles en relación con la edad y el género. Los valores de IMC están fuertemente relacionados con el crecimiento y la maduración puberal, por otra parte, no siempre se relaciona con la obesidad central y algo muy importante, no diferencia la masa muscular de la masa ósea y la grasa.

Debido a las limitaciones mencionadas sobre el IMC, la relación cintura/estatura se ha propuesto como un índice antropométrico fácilmente medible para la detección temprana de la obesidad y para evaluar las asociaciones entre variables de factores de riesgo cardio metabólico con la obesidad central o intraabdominal (Campagnolo, Hoffman, & Vitolo, 2011). En otros estudios, la circunferencia de la cintura (CC) fue el predictor más significativo de las variables que detectan riesgo cardiovascular, tanto para niños y niñas, mientras que el IMC tenía el más bajo valor predictivo de los factores de riesgo para la detección de enfermedades cardiovasculares (Johnson, y otros, 2010), además muestra cambios constantes que precisan de conocer puntos de corte específicos para la edad y género expresados en percentiles. En investigaciones actuales la CC es un factor fundamental a la hora de predecir el riesgo cardiovascular y la hiperglucemia asociado a la obesidad infantil. (Olivares, Fierro, Ponce, & Rodríguez, 2018)

La relación cintura/estatura incorpora la medición de la circunferencia abdominal y la corrige por la estatura, y tiene una mayor certeza para predecir factores de riesgo cardiovascular relacionados con la distribución de la grasa corporal, siendo una ventaja al IMC tanto en adultos como en niños. Estudios en adultos y niños apoyan la practicidad de este índice antropométrico, ya que los niños

de peso normal con obesidad tienen aumentadas las variables de factores de riesgo cardiovascular en comparación con aquellos sin obesidad (Rodea-Montero, Evia-Viscarra, & Apolinar-Jiménez, 2014).

Tanto la circunferencia de cintura como la relación cintura/cadera han sido utilizadas para determinar obesidad, sin embargo, la relación cintura/estatura es un índice con mayor fortaleza para detectar el tejido adiposo visceral, que ha recibido recientemente la atención como un marcador de "riesgo temprano para la salud" (Ashwell & Gibson, 2016). Por lo tanto, estas mediciones serán utilizadas en esta investigación, debido a que tienen mayor grado de validez y confiabilidad que la clásica medición de IMC para detectar obesidad y riesgo cardiometabólico.

2.3 Viabilidad

El tema de investigación principal cuenta con acceso a información primaria en libros, revistas y artículos, aunque la evidencia sobre el tema no es tan clara aún. La muestra del estudio se realizó con escolares del Colegio Libertador San Martín de la comuna de Conchalí, Santiago, con el debido consentimiento informado de los apoderados, dando cuenta que los instrumentos de evaluación aplicados no alterarán ni causará ningún daño en los niños ya que ninguna prueba es invasiva. Esta investigación se realizará en un plazo de aproximadamente 4 meses, durante el año 2019, por la ejecución de todos los procesos de investigación, tiempo necesario para llevarla a cabo. Además, todos los procedimientos aplicados no requieren valor monetario al contar con todos los recursos (plataforma de salto, dinamómetro, balanza, estadiómetro portátil y cinta antropométrica). Por los argumentos anteriores, la investigación es viable de realizar en el tiempo dado.

2.4 Objetivos

Objetivo General

Establecer la relación entre variables de fuerza, aptitud cardiorrespiratoria y riesgo cardio metabólico en niños preadolescentes de 7 a 13 años

Objetivos Específicos:

- Medir la fuerza muscular a través de las pruebas campo de squat jump para miembros inferiores y fuerza de agarre para miembros superiores.
- Establecer la relación entre el índice cintura-estatura y la fuerza miembros superiores e inferiores.
- Establecer la relación entre el índice cintura-estatura y la aptitud cardiorrespiratoria.

3. Hipótesis

H: La fuerza tiene mayor relación con el riesgo cardio metabólico que con la aptitud cardiorrespiratoria en niños preadolescentes de 7 a 13 años del Colegio Libertador San Martín de Conchalí

H0: No hay diferencias significativas entre la fuerza y la aptitud cardiorrespiratoria para determinar el riesgo cardio metabólico en niños preadolescentes de 7 a 13 años del Colegio Libertador San Martín de Conchalí.

4. Marco Teórico

4.1 Obesidad

En un principio se abordaron varios conceptos centrales como ejes de esta investigación que se debe definir para un buen entendimiento del presente texto y uno de esos es la obesidad, la cual se define como una cualidad de obeso (RAE, 2018): “como dicho de una persona: excesivamente gorda” (RAE, 2018). Otra definición que recibe esta palabra es: “una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud” (OMS, 2018).

4.1.2 Historia y factores de riesgo de la obesidad

Desde tiempos inmemorables y una búsqueda exhaustiva en la literatura asociada a la acumulación de ácidos grasos, “la obesidad” como tal en la prehistoria casi no se presentaba ya que se asociaba al humano como un cazador-recolector, que fue evolucionando con el tiempo y según Mario Foz (2004):

Por un proceso adaptativo del gen humano como método de supervivencia es como empezamos a ahorrar reservas energéticas para largos periodos de escasez de alimentos. Al Cabo de un tiempo en la sociedad egipcia se tenía la idea de que la obesidad en ese entonces se asociaba a el ahorro de energías, poder. (Fundación Medicina y Humanidades Médicas, 2004).

Más adelante en la cultura cristiana esta se asoció a la glotonería y Según Mario Foz (2004), “Tanto San Agustín en el siglo V, como Gregorio I en el siglo VII, incorporaron la glotonería como uno de los siete pecados capitales”. (Fundación Medicina y Humanidades Médicas, 2004).

Se puede decir que en esta época debido al aumento de recursos por el comercio se aumentó el consumo de alimentos innecesarios, en el que con el tiempo terminó en un problema social debido a la Revolución Industrial, hasta el siglo XXI. En esta sociedad moderna varias instituciones se han unido en la lucha para combatir esta enfermedad, la Organización Mundial de la Salud en el año 2018, declaró la obesidad como pandemia mundial y aproximadamente por año causa la muerte alrededor de 2,8 millones de personas (OMS, 2017). Es inminente tomar atención a estas cifras, ya que es una condición que trae muchos problemas físicos y mentales asociados a los factores de riesgo y enfermedades no transmisibles como problemas cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, trastornos del aparato locomotor y algunos cánceres. También, recalcan que la obesidad infantil se asocia a una mayor obesidad en la fase de edad adulta, muerte prematura y discapacidades en la adultez debido a diferentes factores en conjunto, estos son rasgos futuros, pero también en las edades juveniles se sufre de dificultades respiratorias, mayor riesgo de hipertensión y fractura, resistencia a la insulina e indicios de problemas cardiovasculares junto a problemas psicológicos (OMS, 2018).

4.1.3 Consecuencias

Todas estas consecuencias pueden ser producidas por factores internos o externos dentro de la vida de una persona como: factores económicos, sedentarismo, ambiente obesogénico, factores sociales, hábitos alimentarios, microbiota, alteraciones endocrinas, factores genéticos, sistema circadiano (Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, 2017).

Otras instituciones encargadas de la obesidad como la U.S. Department of Health and Human Services (2001), Mario Foz (2005), dice que:

No sólo debe implicar a los profesionales sanitarios, sino también a los gobiernos, a los servicios de salud pública, a la industria alimentaria, a la restauración colectiva, a los educadores, a los técnicos en urbanismo y espacios públicos para facilitar el deporte y la actividad física, y al público en general (Fundación Medicina y Humanidades Médicas, 2004).

Esta lucha contra la actual pandemia ha sido a grandes rasgos, ya que las cifras entregadas por la última actualización en la página oficial de la Organización Mundial de la Salud (2018), son alarmantes:

- Desde 1975, la obesidad se ha casi triplicado en todo el mundo.
- En 2016, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos.
- En 2016, el 39% de las personas adultas de 18 o más años tenían sobrepeso y el 13% eran obesas.
- La mayoría de la población mundial vive en países donde el sobrepeso, y la obesidad se cobran más vidas de personas que la insuficiencia ponderal (desnutrición).
- En 2016, 41 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso o eran obesos.
- En 2016 Había más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad. (OMS, 2018)

Estos datos son de mucha importancia, pero ¿qué sucede realmente con esta población juvenil? datos entregados por la OMS (2018), dice que:

En 2016, según las estimaciones unos 41 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso o eran obesos. Si bien el sobrepeso y la obesidad se consideraban antes un problema propio de los países de ingresos altos, actualmente ambos trastornos aumentan en los países de ingresos bajos y medianos, en particular en los entornos urbanos. En África, el número de

menores de 5 años con sobrepeso ha aumentado cerca de un 50% desde el año 2000 (OMS, 2018).

4.1.4 Medidas de prevención

Dados estos importantes datos de la transformación asociada a un cambio continuo en la alimentación de grandes grupos de gente y últimamente en nuestra población juvenil se ha llegado a la conclusión de que esta enfermedad se puede evitar, según la página oficial de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (2019), dice que se evita ordenando los hábitos del sueño, buena asesoría nutricional, evitar el sedentarismo y el estrés excesivo diario (SEEDO, 2019).

Otro punto de vista es, limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares, aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos y realizar una actividad física periódica (60 minutos diarios para los jóvenes y 150 minutos semanales para los adultos) (OMS, 2018).

4.1.5 Marcadores de salud

No se deben dejar de lado los marcadores de salud existentes hoy en día para diagnosticar enfermedades o anticiparlas.

Los biomarcadores son parámetros biológicos que proveen información sobre el estado normal o patológico de un individuo o una población, y son utilizados para la comprensión de diferentes enfermedades en variados aspectos como: el tratamiento, prevención, diagnóstico y progresión de la enfermedad, respuestas a la terapia, evaluación experimental toxicológica de medicamentos o pesticidas, medición de riesgo ambiental y epidemiológico, además de evaluación de la intervención terapéutica, entre otros (Arango V, 2012).

Estos parámetros son impuestos por organizaciones como por ejemplo el Índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (CC), relación cintura estatura (RCE) y relación cintura cadera (RCC). En este último se centra esta investigación.

A continuación, se muestran dos tablas de marcadores de salud propuestos por la OMS:

Tabla 1

Clasificación del IMC.

Clasificación del IMC	
Insuficiencia ponderal	< 18.5
Intervalo normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	≥ 25.0
Preobesidad	25.0 - 29.9
Obesidad	≥ 30.0
Obesidad de clase I	30.0 - 34.9
Obesidad de clase II	35.0 - 39.9
Obesidad de clase III	≥ 40.0

Fuente: Valores de referencia del IMC de la OMS (OMS, 2019).

Tabla 2

Clasificación del IMC

IMC	Clasificación
<18,5	Peso insuficiente
18,5-24,9	Normopeso
25-26,9	Sobrepeso grado I
27-29,9	Sobrepeso grado II (preobesidad)
30-34,9	Obesidad de tipo I
35-39,9	Obesidad de tipo II
40-49,9	Obesidad de tipo III (mórbida)
>50	Obesidad de tipo IV (extrema)

Fuente: Clasificación del IMC del SEEDO (SEEDO, 2019).

Este es un importante marcador de salud y predictor de factores de riesgos que habla de la relación de peso expresado en kilogramos dividido por la estatura al cuadrado expresado en metros, pero

no siempre el más eficiente al momento de diagnosticar riesgo cardio metabólico. El IMC no proporciona información acerca de la cantidad de grasa corporal. Esto es un aspecto de relevancia, ya que se ha establecido que el lugar de depósito y la cantidad de grasa en el cuerpo representa un riesgo diferente, correspondiendo al tejido adiposo abdominal y más específicamente al tejido adiposo perivisceral (mesenterio, omentos) el que se asocia con mayor riesgo de enfermedades analizadas en párrafos anteriores (González, 2010).

En la página oficial de American Heart Association (2018), afirmaron que el tamaño de la cintura es un mejor indicador de infarto que el IMC y según la investigadora dice que: “Las medidas de la distribución de grasa corporal, incluso la circunferencia de la cintura, la proporción de cintura-cadera y proporción cintura-estatura, pueden ser más adecuadas como indicadores del riesgo de enfermedad cardiovascular” (American Heart Association News, 2018). En la siguiente tabla se muestran los valores de referencia para perímetro de cintura en centímetros oficiales propuestos por el Ministerio de Salud (MINSAL):

Tabla 3

Valores de referencia para perímetro de cintura.

EDAD (años)	HOMBRES					MUJERES				
	Pc10	Pc25	Pc50	Pc75	Pc90	Pc10	Pc25	Pc50	Pc75	Pc90
8	53,5	56,1	59,3	64,1	71,2	53,2	55,2	58,9	63,9	70,5
9	55,3	58,0	61,3	66,6	74,6	54,8	56,9	60,8	66,3	73,6
10	57,0	59,8	63,3	69,2	78,0	56,3	58,6	62,8	68,7	76,6
11	58,7	61,7	65,4	71,7	81,4	57,9	60,3	64,8	71,1	79,7
12	60,5	63,5	67,4	74,3	84,8	59,5	62,0	66,7	73,5	82,7
13	62,2	65,4	69,5	76,8	88,2	61,0	63,7	68,7	75,9	85,8
14	63,9	67,2	71,5	79,4	91,6	62,6	65,4	70,6	78,3	88,1
15	65,6	69,1	73,5	81,9	95,0	64,2	67,1	72,6	80,7	91,9
16	67,4	70,9	75,6	84,5	98,4	65,7	68,8	74,6	83,1	94,9
17	69,1	72,8	77,6	87,0	101,8	67,3	70,5	76,5	85,5	98,0
18	70,8	74,6	79,6	89,6	105,2	68,9	72,2	78,5	87,9	101,0

Fuente: Fernandez J, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of african-american, european american and mexican american children and adolescents. J Pediatr 2004;145:439-44.

Fuente: (MINSAL, 2013)

En la Encuesta Nacional de Salud realizada en Chile en los años 2016- 2017 mostró que el porcentaje de sobrepeso y obesidad en hombres es de 43,3% y 28,6%, y en las mujeres 36,4% y 33,7% respectivamente, aumentando con la edad hasta alrededor de los 50 y 64 años (MINSAL, 2017).

El promedio de la circunferencia de cintura (CC) para la población chilena es de 90.7 cm para los hombres y de 86.2 cm para las mujeres (González, 2010).

Cuando se habla de relación cintura estatura en la actualidad, existen estudios que relacionan estrechamente la RCE con el porcentaje de grasa corporal y su distribución, incluso es posible calcular el porcentaje de grasa corporal total a través de la RCE. Además, la RCE es más sensible que el IMC y no varía con la edad, el género ni la maduración puberal. Por estos motivos, y debido a su sencillez de medida, en los últimos años se han desarrollado numerosos estudios validando la RCE como indicador de riesgo de sufrir síndrome metabólico (SM) (Nutrición Hospitalaria, 2015).

Por último, la relación cintura cadera (RCE), es una medida antropométrica específica para medir los niveles de grasa intraabdominal. Matemáticamente es una relación para dividir el perímetro de la cintura entre el de la cadera. Corroborando la idea de párrafos anteriores,

Existen dos tipos de obesidad según el patrón de distribución de grasa corporal: androide y ginecoide; al primer tipo se le llama obesidad intrabdominal o visceral y al segundo extrabdominal o subcutáneo y para cuantificarla se ha visto que una medida antropométrica como el índice cintura/cadera se correlaciona bien con la cantidad de grasa visceral lo que convierte a este cociente en una medición factible desde el punto de vista práctico. Esta medida es complementaria al Índice de Masa Corporal (IMC), ya que el IMC no distingue si el sobrepeso se debe a hipertrofia muscular

fisiológica (sana) como es el caso de los deportistas o a un aumento de la grasa corporal patológica (insana) (Centro de Medicina Deportiva, 2019).

Teniendo una idea clara de estos cuatro conceptos de indicadores de salud propuestos por varias instituciones es como se acercan a identificar o crear una idea asociada a la salud desde edades tempranas, por esto se debe empezar a tomar en cuenta todos los recursos tecnológicos y científicos para evitar y diagnosticar a la población juvenil lo antes posible, se debe poner énfasis en los riesgos asociados a la obesidad especialmente y toda la deficiencia funcional que produce en los niños desde etapas infantiles hasta la fase juvenil, todo está en el prevenir y de formular ideas nuevas con el mismo fin. Educar a la población está en manos de todos y la mejor manera es promoviendo ideas innovadoras que diagnostique de forma prematura problemas físicos asociados a la obesidad o funcionalidad motriz.

4.2 Riesgo Cardio metabólico

En los últimos años, el concepto de riesgo cardio metabólico ha tomado mayor fuerza dentro de los especialistas del área. Siendo este concepto definido por Hormone Health Network como: “Las probabilidades de una persona de tener daño al corazón o los vasos sanguíneos cuando tiene uno o más factores de riesgo” (Hormone health network, 2011).

Además, según la American Heart Association este término hace referencia “al riesgo general de desarrollar enfermedad cardiovascular y diabetes mellitus tipo 2 (DM2) asociado a otros factores de riesgo tradicionales y emergentes, como obesidad abdominal y resistencia a la insulina” (Nadal, 2007).

4.2.1 Factores de Riesgo

Dentro de estos factores de riesgo se pueden encontrar enfermedades tales como obesidad, resistencia a la insulina, presión arterial alta, lipoproteínas de baja densidad (LDL) aumentadas, lipoproteínas de alta densidad (HDL) disminuidas y un exceso de grasa en sangre.

Cabe destacar que, ya de por sí, cada uno de estos factores es peligroso, pero cuando estos se combinan, aumenta exponencialmente el riesgo de padecer enfermedades cardíacas y derrame cerebral.

En un estudio realizado el año 2015 sobre los predictores del riesgo cardio metabólico, muestra que:

El perímetro abdominal constituye el principal predictor de obesidad, un estado que favorece la resistencia a la insulina y la aterosclerosis. El tejido adiposo visceral es más resistente a la insulina que el tejido subcutáneo, lo que provoca una hiperinsulinemia compensadora que, a largo plazo, produce disfunción de las células β del páncreas, la aparición de diabetes mellitus y un aumento del riesgo cardiovascular. (Soca, 2015).

Raúl Cedeño Morales en un artículo concluyó que:

Existe estrecha correlación entre los individuos con cintura abdominal alterada y los criterios establecidos para el diagnóstico de síndrome metabólico, y por otro lado que, el perímetro de cintura constituye un parámetro de medida imprescindible en la valoración del paciente obeso, independientemente del IMC, puesto que se ha demostrado una asociación positiva entre obesidad abdominal y riesgo cardio metabólico (Morales, y otros, 2015).

4.2.2 ¿Los obesos son los únicos que pueden tener riesgo cardio metabólico?

Como ya se conoce no todos los individuos delgados son saludables metabólicamente, y por el contrario no todos los individuos obesos presentan síndrome metabólico y factores de riesgo vascular.

Hace dos décadas aproximadamente se dio a conocer que existen individuos con peso normal para la talla pero que presentan características similares a los individuos obesos, tales como hiperinsulinemia, insulinoresistencia, predisposición a diabetes tipo 2, hipertrigliceridemia y enfermedad coronaria prematura. Estos individuos fueron denominados normopeso metabólicamente obesos (NPMO). Posteriormente se describió la presencia de individuos obesos, pero con características metabólicas normales; estos individuos fueron denominados obesos metabólicamente sanos.

4.2.3 Individuos normopeso metabólicamente obesos:

Se trata de individuos con características idénticas a las de uno con obesidad, en general jóvenes y con peso adecuado para la talla. Por este motivo las anomalías metabólicas suelen pasar desapercibidas y el tratamiento se ve retrasado, con el consiguiente aumento del riesgo para enfermedad vascular y diabetes tipo 2. Como bien señala Josep Franch Nadal, “Los individuos NPMO alcanzan una prevalencia entre el 5 y el 18% en la población general y deberían ser diagnosticados precozmente para disminuir la incidencia de dichas condiciones” (Nadal, 2007).

En cuanto al aspecto fisiopatológico, se comprobó que la distribución de la grasa corporal, y especialmente el cúmulo de tejido adiposo visceral, es el factor que guarda más relación con las alteraciones metabólicas del SM (diabetogénicas, aterogénicas, protrombóticas y proinflamatorias).

Esto quiere decir que tener un exceso de grasa intraabdominal lleva consigo un mayor riesgo cardiovascular metabólico, pero en investigaciones se ha demostrado que para algunos individuos obesos esta grasa intraabdominal no tiene un mayor riesgo.

Recientemente en el estudio epidemiológico de Bruneck y Bonora, se analizó la relación entre la resistencia a la insulina y los 4 factores del SM, concluyendo que hay un subgrupo de obesos con una respuesta metabólica totalmente normal y se los ha denominado «obesos metabólicamente sanos», en los que las pérdidas de peso pueden ser incluso contraproducentes. Suelen ser sujetos con antecedentes familiares de obesidad no complicada, que inician su obesidad a edades precoces, con insulinemias normales y una distribución homogénea del exceso de la grasa. Todo lo anterior es importante para esta investigación porque un sujeto normopeso no necesariamente está sano, o viceversa, por lo que la evaluación objetiva es fundamental, sobre todo a edades tempranas.

4.3 Condición Física

La Condición Física (CF) es la capacidad que tiene una persona para realizar actividad física y/o ejercicio físico, y está relacionada de manera muy cercana con el estado de salud y calidad de vida de cada persona, desde edades de infante-juvenil hasta su fin natural. Distintas son las funciones que conllevan a tener y/o mantener una buena condición física, como lo es la función musculoesquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrino-metabólica y psico-neurológica (Ruiz, y otros, 2011).

Cada vez es más la evidencia científica que nos da resultados sobre el pobre nivel de aptitudes físicas en personas adultas y también en personas con edades primarias, donde el grado de prevalecer o poder sufrir de sobre peso y obesidad es muy alto, lo que nos hace tener un incremento

de varios factores como un bajo nivel motor e incluso enfermedades fisiológicas cada vez más próximas a los primeros años de vida (Guillamón & García Cantó, 2017). El bajo nivel de CF debido a hábitos sedentarios disminuye ciertas habilidades corporales que son esenciales para el desarrollo personal en el día a día, las cuales con el avance de las tecnologías se han fortalecidos y nos han convertido cada vez más en seres “inmóviles” desde la infancia.

La CF relacionada con la salud se describe como el estado de una persona que puede realizar las actividades de la vida diaria sin complicaciones y con vigor, involucrando capacidades necesarias para dicha función como lo es la capacidad aeróbica, musculoesquelética, motora y de composición corporal (Ruiz, y otros, 2011).

Un estudio realizado por Ruiz y col. (2011) demuestran que hay una variedad enorme de pruebas para poder evaluar la CF de manera objetiva en sus distintas capacidades antes mencionadas. Test de laboratorio y de campo, los cuales los primeros son de manera muy controlada y con instrumentos poco accesibles para cuando se trata de evaluar a estudiantes de etapa escolar y no así los test de campo, los cuales son una buena alternativa debido a su rápida ejecución, bajo costo, bajo tiempo de realización y nulo aparataje sofisticado.

4.3.1 Actividad Física

De acuerdo con Sánchez López (2008), la CF también está determinada por el nivel diario de Actividad Física (AF), ya que un bajo nivel en el día a día de las personas es un indicador predictivo para la presencia de obesidad u otros acontecimientos que provocan daños en nuestra salud, por esto es esencial para la prevención y protección de enfermedades cardiovasculares el aumentar nuestros niveles de AF diaria, ya que así podremos prevenir múltiples enfermedades no transmisibles (ENT) que se producen durante la infancia y/o en la adolescencia.

A continuación, se deja un registro de datos y cifras publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) a comienzos del año 2018, la cual muestra datos alarmantes relacionados con la inactividad física (Salud, 2018):

- La inactividad física es uno de los principales factores de riesgo de mortalidad a nivel mundial.
- La inactividad física es uno de los principales factores de riesgo de padecer enfermedades no transmisibles (ENT), como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes.
- La actividad física tiene importantes beneficios para la salud y contribuye a prevenir las ENT.
- A nivel mundial, uno de cada cuatro adultos no tiene un nivel suficiente de actividad física.
- Más del 80% de la población adolescente del mundo no tiene un nivel suficiente de actividad física.
- El 56% de los Estados Miembros de la OMS ha puesto en marcha políticas para reducir la inactividad física.
- Los Estados Miembros de la OMS han acordado reducir la inactividad física en un 10% para 2025.

Pero ¿Qué es la Actividad Física?, un estudio realizado por José Javier Varo Cenarruzabeitia definen la AF como “cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que tiene como resultado un gasto energético que se añade al metabolismo basal” y la OMS describe la AF de manera muy similar mencionando que es “cualquier movimiento corporal

producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía”. Dicha organización en 2018 publicó las recomendaciones necesarias para la realización de AF según grupo etario (de 5 a 17 años, 18 a 64 años y de 65 o más años). Nosotros dejaremos las recomendaciones de la OMS para el primer grupo etario ya que nuestra investigación va asociada a ellos (Salud, 2018):

- Practicar al menos 60 minutos diarios de actividad física moderada o intensa.
- Duraciones superiores a los 60 minutos de actividad física procuran aún mayores beneficios para la salud.
- Ello debe incluir actividades que fortalezcan los músculos y huesos, por lo menos tres veces a la semana.

Como bien se mencionó anteriormente, existen distintas capacidades que provocan tener una mejor CF (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad), las cuales se pueden fortalecer y desarrollar de mejor manera mediante un plan de entrenamiento adecuado. De manera muy general Martín 1977 describe el entrenamiento como “un proceso que genera cambios de estados (físico, motor, cognitivo y afectivo)” (Weineck J. , 2005), pero Letzelter, 1982, dice que el entrenamiento son “todas aquellas medidas concretas que conducen al mantenimiento o incremento de la capacidad de rendimiento”, sin embargo, de forma más específica Hollmann y col., 1990, definen entrenamiento como “la repetición sistemática de contracciones musculares concretas y por encima del umbral con manifestaciones de adaptación tanto morfológica como funcional con el fin de aumentar el rendimiento” (A. Hürter-Becker, 2006), se puede interpretar entonces de manera general el concepto de entrenamiento según estas tres definiciones como una estructuración de sesiones que nos ayuden a mejorar día a día la capacidad física para obtener un mejor rendimiento.

4.3.2 Capacidad Funcional

Se debe mencionar también que para que una persona tenga un nivel adecuado de CF, su capacidad funcional debe ser eficiente. Capacidad mencionada por “Saliba, Orlando, Wenger, Hays y Rubenstein (2000), como “la aptitud para ejecutar eficientemente las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria” (Vargas, 2001). Se entiende por actividades básicas a comportamientos de las personas que las permitan obtener un autocuidado personal para vivir de manera independiente y autónoma. Si esta capacidad es deficiente y afectada desde edades primarias por distintos factores como deficiencia muscular, sarcopenia, un alto grado de sobre peso, etc., esta capacidad irá perdiendo su eficiencia para poder ejecutar acciones básicas de la vida diaria como, por ejemplo: asearse, vestirse, alimentarse, trasladarse, etc., destacando que esto también podría provocar hábitos sedentarios y así el inicio de trastornos metabólicos.

El test de marcha de seis minutos (TM6) es una herramienta cada vez más utilizada en la práctica clínica que evalúa la capacidad para realizar ejercicio físico de un sujeto (capacidad funcional), midiendo la distancia máxima que puede caminar durante 6 minutos (Gatica, y otros, 2012). Se considera una prueba sub-máxima, debido a que provoca un estrés fisiológico en los sistemas cardiorrespiratorio y muscular en condiciones de demanda aeróbica, por tanto, es un buen indicador de la capacidad para realizar ejercicio (Zenteno, Puppo, González, & Kogan, 2007). Esta última definición y prueba descrita son la más apropiada para esta investigación, debido a que las evaluaciones realizadas están asociadas con la capacidad de realizar cosas de la vida cotidianas en niños como jugar o realizar actividad física, que con rendimiento en algún deporte específico.

4.3.3 Cualidades Físicas

Las cualidades físicas descritas por Daniel Muñoz (2009), como “predisposiciones fisiológicas innatas en el individuo, que permiten el movimiento y son factibles de medida y mejora a través del entrenamiento” son fundamentales en el desarrollo personal de cada individuo, tanto para sujetos de edades primarias como también en adultos mayores. Estas cualidades son la resistencia, velocidad, flexibilidad y fuerza. (Muñoz, 2009)

La resistencia como cualidad física:

“Porta (1988), define la Resistencia como ‘la capacidad de realizar un trabajo, eficientemente, durante el máximo tiempo posible’ (Muñoz, 2009).

La velocidad como cualidad física:

“Torres, J. (1996), define la Velocidad como ‘la capacidad que nos permite realizar un movimiento en el menor tiempo posible, a un ritmo máximo de ejecución y durante un periodo breve que no produzca fatiga’” (Muñoz, 2009).

La Flexibilidad como cualidad física:

Según Hahn (Citado por Padial, 2001), la flexibilidad es “la capacidad de aprovechar las posibilidades de movimiento de las articulaciones, lo más óptimamente posible”. Es la capacidad que con base en la movilidad articular y elasticidad muscular, permite el máximo recorrido de las articulaciones en posiciones diversas, permitiendo realizar al individuo acciones que requieren agilidad y destreza. Otros autores la denominan “Amplitud de Movimiento”. (Muñoz, 2009).

4.4 La Fuerza como cualidad física

Es posible que el tema del entrenamiento de fuerza en edades tempranas sea uno de los temas sobre los que existe una mayor desinformación, especialmente en población ajena al mundo del deporte y el entrenamiento, desinformación que se provoca principalmente porque se asocia al entrenamiento de fuerza solamente al entrenamiento con pesas, olvidando la amplia gama de métodos para entrenar esta cualidad en los niños. De igual manera, los riesgos que implica trabajar con un cuerpo en proceso de desarrollo, las dudas sobre las posibilidades adaptativas en estas edades, y la falta de conocimiento científico en este campo han dado como resultado recomendaciones excesivamente prudentes por parte de los expertos.

Sin embargo, hoy en día hay un extenso cuerpo de evidencia científica, que se detallará más adelante, que especifica la respuesta fisiológica al entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes, así como también los beneficios que tiene para la salud, lo que nos permite explicar algunas realidades con una visión más amplia.

4.4.1 Definición de Fuerza

Para hablar de la valoración y entrenamiento de fuerza en niños y los posibles beneficios, hay que primero definir esta cualidad física, pero intentarlo es algo muy complejo, ya que al igual que otras cualidades, la fuerza ha sido explicada de distintas maneras y por distintos autores a través de los años.

La mecánica define la fuerza como toda acción de un cuerpo material sobre otro capaz de provocar cambios en el estado de reposo o movimiento (Landáu & Lifshitz, 1991).

Así, el ser humano puede moverse, oponerse a la carga externa y adaptarse al medio ambiente,

debido a la capacidad de generar fuerza desde su masa muscular. Por lo tanto, desde un punto de vista fisiológico, la fuerza muscular constituye una capacidad neuromotora esencial, que puede manifestarse de distintas maneras, dependiendo de las condiciones individuales y los objetivos en que se realice cada ejercicio (Naclerio, 2010). De hecho, pueden distinguirse infinitos valores de fuerza muscular, según el tipo de acción realizada (dinámica o isométrica), la velocidad, el peso movilizado o las características mecánicas de cada ejercicio (Knuttgen & Kraemer, 1987).

4.4.2 Fuerza y tipos de acción muscular

Un factor determinante en la producción de fuerza es la posibilidad que tiene la musculatura esquelética de contraerse. Dicha contracción se genera en virtud de la coordinación de las moléculas proteicas contráctiles de actina y miosina dentro de la unidad funcional de una fibra muscular (sarcómero). Sin embargo, la relación existente entre la tensión muscular generada y la resistencia a vencer, van a determinar diferentes formas de contracción o producción de fuerza. Estos tipos de contracción diferenciados van a dar como resultado los siguientes tipos de fuerzas:

Fuerza estática o isométrica: es aquella que tiene lugar cuando no existe un cambio en el ángulo articular y se produce cuando la fuerza producida por el músculo se equilibra con la resistencia impuesta sobre este mismo, sin producirse ningún movimiento (Siff & Verhoshansky, 1999). Es decir, se produce una tensión estática en la que no existe trabajo físico, ya que el producto de la fuerza por la distancia recorrida es cero.

Fuerza dinámica: es aquella que se produce como resultado de una contracción isotónica o anisométrica, en la cual, se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles y un cambio de longitud en la estructura muscular (Weineck J. , 1988), que puede ser en acortamiento, dando como resultado la llamada fuerza dinámico concéntrica, en la cual, la fuerza muscular interna supera la resistencia a vencer; o tensión en alargamiento de las fibras musculares, que supondría la llamada fuerza dinámico excéntrica donde la fuerza externa a vencer es superior a la tensión interna generada.

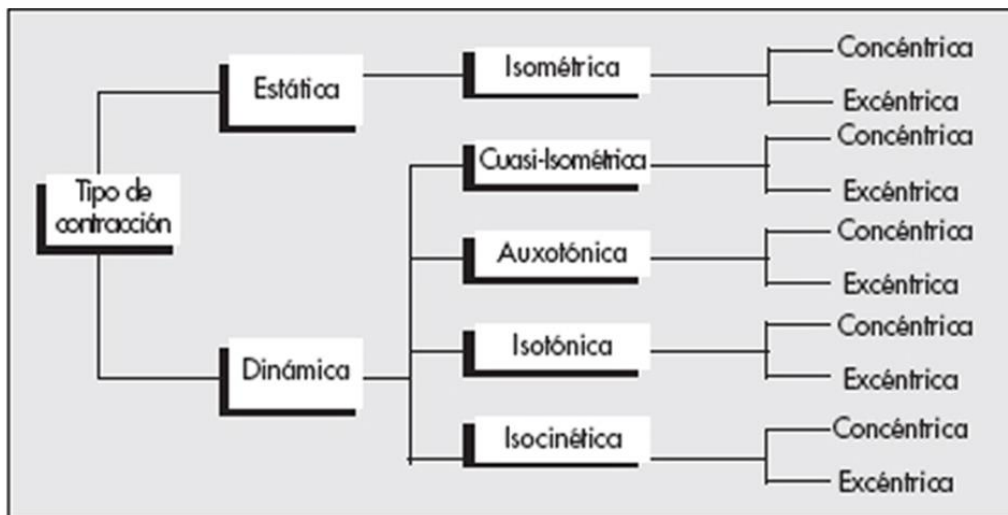


Figura 1: Tipos de contracción muscular (Siff & Verkhoshansky, 2000)

4.4.3 Fuerza y sus manifestaciones

La clasificación de la fuerza en función de la relación entre la resistencia a vencer y la tensión muscular generada determina ciertas formas de contracción muscular. La movilización de esas

resistencias (que también puede ser el propio peso corporal) dará lugar a una serie de parámetros de relación entre carga y velocidad de ejecución de movimientos que produce el surgimiento de nuevas formas de clasificar la fuerza muscular. Así, Tony Nett en los años 60, clasificaba la fuerza en fuerza absoluta, fuerza máxima, fuerza velocidad y fuerza resistencia, pero había controversias con respecto a esta clasificación, además de no quedar muy claro. Pero ya en los años 90, Carlo Vittori creó un concepto más claro, el de “manifestaciones de la fuerza”, lo que indica que las cualidades de la fuerza se diferencian de acuerdo con su manifestación externa. Dentro de esta clasificación se encuentran las manifestaciones activas, donde el efecto es producido por un ciclo simple de trabajo muscular.

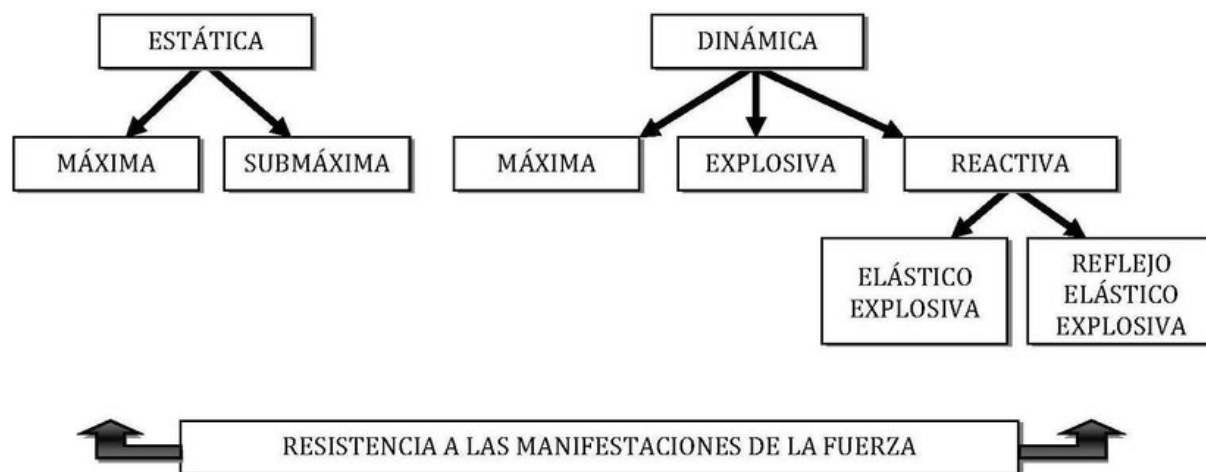


Figura 2: Manifestaciones de la Fuerza (Adaptado de Vittori, 1990).

Dentro de estas manifestaciones se encuentran la manifestación máxima dinámica, aparece al mover sin limitación de tiempo la mayor carga posible) y la manifestación explosiva, aparece en una contracción lo más rápido y potente posible. Por otro lado, se encuentran las manifestaciones reactivas, donde el efecto es producido, a diferencia de la otra clasificación, por un ciclo doble de trabajo muscular. En estas manifestaciones se encuentran las manifestaciones elástico-explosivas (contracción

excéntrica y concéntrica menos rápida) y las manifestaciones reflejo-elástico-explosiva (contracción excéntrica y concéntrica más rápida) (Vittori, 1990).

4.4.4 Evaluación de la fuerza en niños

El músculo esquelético juega un papel importante en el metabolismo y la salud en general a lo largo del ciclo de vida. La evidencia actual indica que los factores prenatales como la dieta materna durante el embarazo y defectos genéticos y factores postnatales tales como actividad física, hormonas, proteínas en la dieta, obesidad y, sobre todo, estilos de vida influyen en la adquisición de masa muscular y la fuerza en edades tempranas. Como consecuencia, la baja masa muscular y la fuerza contribuyen a varios resultados adversos para la salud durante estos primeros años de vida.

La literatura también informa consistentemente que la baja masa muscular y la fuerza están asociadas con parámetros óseos reducidos durante el crecimiento, lo que aumenta el riesgo de osteoporosis en la vejez. Además, las ganancias de masa muscular están asociadas con un mejor desarrollo neurológico en los primeros años de vida. Dadas estas implicaciones negativas de la baja masa muscular y la fuerza en la salud, resulta casi obligatorio monitorear y controlar el desarrollo de la masa muscular y la fuerza desde la infancia hasta la adolescencia. Para esto, se han desarrollado cuantiosas pruebas para evaluar la fuerza en niños, como la prueba de flexo-extensiones de brazos, prueba de abdominales en un minuto o salto largo a pies juntos, sin embargo, la información proporcionada por cada prueba es específica sobre una parte del cuerpo y un tipo de fuerza por ejemplo, la prueba de flexiones evalúa la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo y el salto vertical (VJ) prueba que evalúa la fuerza muscular explosiva de la parte inferior del cuerpo.

Las pruebas de laboratorio, como plataforma de fuerza o métodos basados en análisis de video,

son herramientas válidas y altamente precisas para medir la fuerza muscular explosiva de la parte inferior del cuerpo, pero estas pruebas tienen varias limitaciones, como la necesidad de sofisticado de instrumentos costosos, capacitación técnica con los instrumentos, y su uso es limitado en estudios basados en la población, especialmente en el entorno escolar, entorno en el cual se centra esta investigación.

Una de las formas de evaluar la fuerza, es a través de una batería de saltos verticales, los que fueron validados para este rango etario hace algunos años (Acero, y otros, 2011). Dentro de esta batería de test, se encuentra el “Squat Jump”, el cual evalúa la fuerza explosiva y capacidad de reclutamiento de unidades motoras, al inhibir componentes elásticos (Bosco & Komi, 1979).

La razón de evaluar test de salto vertical y no salto largo a pies juntos, es debido a que esta última, requiere altos niveles de técnica, coordinación motora y además se ve influenciada por factores antropométricos, como la altura y el peso, e influenciada también por el ángulo de la cadera al momento del despegue (Castro-Piñero, y otros, 2010).

Si se considera la capacidad funcional de los miembros superiores, uno de los aspectos más importantes involucrados en el desarrollo de la motricidad manual debido a su relación con el desempeño ocupacional, es la fuerza de agarre que determina la eficiencia en el uso de herramientas y elementos de utilización cotidiana (Escalona, Naranjo, Lagos, & Solís, 2009).

La fuerza de agarre de la mano (HGS por sus siglas en inglés) se utiliza como un medio para predecir la salud a lo largo de la vida de un individuo (Cooper, y otros, 2011) (Ortega, Silventoinen, Tynelius, & Rasmussen, 2012). Es una de las pruebas de campo más utilizadas para medir la fuerza isométrica máxima de la fuerza de agarre de ambas manos (Saint-Maurice, Istvan, Laurson, & Kaj, 2015). También, esta prueba es un indicador importante que ayuda a identificar el nivel de

desarrollo y el grado de discapacidad para realizar acciones de la vida cotidiana, término que recientemente se le conoce como “capacidad funcional”, además se asocia con una serie de causas que provocan la muerte cardiovascular (Ortega, Silventoinen, Tynelius, & Rasmussen, 2012) (Leong, y otros, 2015).

De igual manera, los bajos niveles de fuerza también se asocian con altas tasas de mortalidad para las personas que desarrollan diferentes tipos de enfermedades significativas. En general, la dinamometría manual tiene ventajas tales como su valor predictivo, simplicidad y facilidad del procedimiento de medición, portabilidad y bajo costo (Leong, y otros, 2015). Debido a estas características es que es una herramienta que atrae a los profesionales de la salud para evaluar la fuerza isométrica en niños, adolescentes y adultos tanto en entornos clínicos como epidemiológicos.

Su uso e implementación pueden administrarse fácilmente a un gran número de sujetos simultáneamente, además, las normas propuestas sirven para comparar parámetros individuales con los de una población específica y determinar si un sujeto cae en la categoría apropiada (Saint-Maurice, Istvan, Laurson, & Kaj, 2015) (Mathiowetz, Wiemer, & Federman, 1986) (Hager-Ross & Rosblad, 2002).

Por lo tanto, se utilizarán estas pruebas debido a su grado de viabilidad, objetividad y confiabilidad en esta población, además de su bajo costo y fácil uso.

4.4.5 Entrenamiento de la Fuerza en niños

La actividad y el ejercicio físicos regular no solo es esencial para el crecimiento y desarrollo normales, sino que también un estilo de vida físicamente activo durante los primeros años

de vida puede ayudar a reducir el riesgo de desarrollar algunas enfermedades crónicas más adelante en la vida (Rowland, 2007).

Por definición, el término entrenamiento de resistencia, término que proviene del inglés “Resistance Training” se refiere a un método especial de acondicionamiento, que implica el uso progresivo de una amplia gama de cargas resistivas y una variedad de modalidades de entrenamientos diseñadas para mejorar la salud, el estado físico y el desempeño en diversos deportes. (Faigenbaum A. D., y otros, 1996).

Como se mencionó en apartados anteriores, aunque el término entrenamiento de resistencia, entrenamiento de fuerza y entrenamiento con pesas a veces se usan como sinónimos, pero esto no es así, ya que el término entrenamiento de resistencia abarca una gama más amplia de modalidades de entrenamiento (con autocarga, bandas elásticas, pliometría, entre otros) y una variedad más amplia de objetivos de entrenamiento. Esto último es importante, ya que el objetivo de este apartado es relacionar el entrenamiento de fuerza con la salud en niños, no rendimiento físico. Si bien, el entrenamiento de fuerza en niños debe ser abordado desde una perspectiva de desarrollo de todas las cualidades físicas y motoras, sin caer en la especialización temprana, esta investigación se ha centrado en la fuerza debido a que la masa muscular esquelética tiene un rol importante en la locomoción y el mantenimiento de la postura, y como es el tejido sensible a la insulina más abundante, juega un papel crucial en el metabolismo sistémico de la glucosa (Kim, Hong, & Kim, 2016).

Pero por otro lado ha sido la cualidad más controvertida y en la que la investigación científica más ha tardado en aportar propuestas de trabajo. El conocimiento que hoy se tiene sobre la respuesta fisiológica a diferentes cargas de entrenamiento de fuerza en niños permite abordar este trabajo con una visión más amplia y realista.

Ya desde los años 70 y 80 existe, aunque cada vez menos, la recomendación de no realizar ejercicios de fuerza en edades tempranas, lo que pudo deberse a que las primeras investigaciones no encontraron hallazgos significativos sobre la mejora de la fuerza. Aunque estos estudios tenían metodologías poco fiables, esto condujo a la opinión generalizada de que este tipo de entrenamiento era ineficaz para esta población, incluso por la Academia Americana de Pediatría en sus primeras recomendaciones publicadas al respecto.

4.4.6 Beneficios del entrenamiento de fuerza en niños

4.4.6.1 Mejoras de la fuerza muscular y de rendimiento en habilidades motrices.

La literatura científica respecto a este aspecto es clara, el entrenamiento de fuerza correctamente prescrito y supervisado tiene la capacidad de poder generar mejoras de rendimiento en habilidades motoras (saltar, correr, lanzar) en edades infantiles y juveniles, lo que puede tener transferencia para mejorar otras capacidades de tipo deportivo (Behringer, Heede, Matthews, & Mester, 2011). Sobre esto mismo, existe un cuerpo de evidencia que afirma que el entrenamiento de la fuerza a estas edades puede conducir a incrementos del rendimiento motor a través de aumentos de fuerza, velocidad, potencia y otras características relacionadas (Lloyd R. , y otros, 2015). Sobre este punto destaca especialmente el metaanálisis de Behringer y colaboradores (Behringer, Heede, Matthews, & Mester, 2011) el cual analiza el efecto del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes sobre el rendimiento motor de determinadas habilidades motrices (entrenamientos de fuerza tradicionales y/o pliométricos). Dicho metaanálisis muestra que el entrenamiento de fuerza correctamente estructurado es efectivo para mejorar el rendimiento de la carrera, el salto y los lanzamientos. Y ya que el rendimiento motor de tales habilidades constituye un componente

esencial en diferentes deportes, es razonable suponer que haya una transferencia positiva específica hacia el rendimiento de muchas modalidades deportivas. Dicho lo anterior, las baterías de test empleados hoy en día para niños y adolescentes, no debiesen considerar solo evaluación de habilidades motrices, sino que también una evaluación de fuerza general del cuerpo, para un resultado más global y consistente con lo que se requiere.

4.4.6.2 Mejoras de la composición corporal y de la sensibilidad a la insulina

En Chile, los niños y adolescentes actuales no son tan activos como deberían, y la tasa de reducción de su actividad física habitual comienza en la preadolescencia temprana (Faigenbaum, Lloyd, & Myer, 2013). Ante una sociedad infantil y juvenil cada vez más sedentaria y con unos índices de obesidad crecientes cualquier intervención de ejercicio que muestre mejorar o prevenir el desarrollo de la obesidad y las patologías asociadas debiera ser incorporada. Es por ello que actualmente exista un cuerpo de conocimiento creciente que muestra mejoras significativas en niños y adolescentes obesos, o en riesgo de serlo, sobre la mejora de su composición corporal (Yu, y otros, 2005) (Schranz, Tomkinson, & Olds, 2013) (S. Sothorn, y otros, 2000) (disminución de grasa corporal; aumento de masa muscular) y/o la sensibilidad a la insulina tras la participación progresiva en programas de entrenamiento de fuerza.

Entender estos beneficios es importante, principalmente porque dan razones para tomar decisiones con respecto al entrenamiento a la hora de tener los datos que arrojan las evaluaciones.

5. Metodología

5.1 Tipo y diseño de Investigación

El diseño de la actual investigación es cuantitativa con un alcance descriptivo y diseño no experimental, esto porque se observan situaciones ya existentes en donde las variables

independientes ocurren y no es posible manipularlas, como lo es en el caso de la preadolescencia para esta investigación.

Además, el estudio es de corte transversal, ya que se recolectarán los datos en una sola instancia, obteniendo los resultados para las pruebas aplicadas con la misma muestra (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Con lo cual se establece que las variables no son susceptibles de manipulación y los participantes o la muestra son seleccionados en base al enfoque de la investigación y no seleccionados aleatoriamente, es decir, por conveniencia.

5.2 Esquema de Investigación

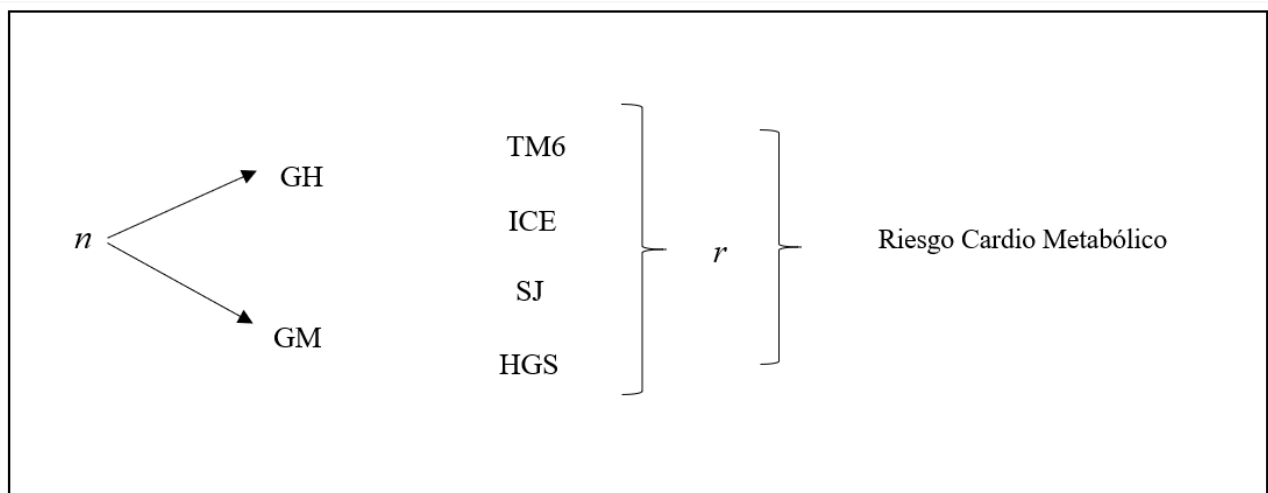


Figura 3: Esquema de investigación. n : muestra de estudio; GH: Grupo de hombres; GM: Grupo de mujeres; TM6: Test de Marcha de 6 minutos; ICE: Índice Cintura-estatura; HGS: Fuerza de agarre; SJ: Squat Jump; r : correlación de Pearson

5.3 Fuente de Datos

5.3.1 Fuentes primarias de información

Las fuentes primarias de información son aquellas que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, nomografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano (Buonacore, 1980).

Una fuente primaria no es, por defecto, más precisa o fiable que una fuente secundaria, proveen un testimonio o evidencia directa sobre el tema de investigación, además son escritas durante el tiempo que se está estudiando o por la persona directamente envuelta en el evento y por último, ofrecen un punto de vista desde adentro del evento en particular o periodo de tiempo que se está estudiando (Buonacore, 1980).

En esta investigación, las fuentes primarias utilizadas fueron tesis, libros y artículos de revistas indexadas.

5.3.2 Fuentes secundarias de información

Son aquellas fuentes que contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados. Interpretan y analizan fuentes primarias. Las fuentes secundarias son textos basados en fuentes primarias, e implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación (Buonacore, 1980). Las fuentes secundarias de información utilizadas en esta investigación fueron blogs y páginas webs.

5.4 Tratamiento Estadístico

El software utilizado para tabular y analizar los datos fue “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS, v. 22.0 for Windows; SPSS Inc.) tanto para estadística descriptiva como para estadística

inferencial.

Se utilizó estadística descriptiva para calcular la media aritmética y la desviación estándar. Para determinar la relación entre las variables antropométricas, de fuerza y aptitud cardiorrespiratoria, se usaron correlaciones bivariadas de Pearson para determinar la significancia entre las relaciones (Cohen J., 1988). Se utilizará un nivel de significancia de $p < 0,05$.

5.5 Población y muestra

5.5.1 Población

Unidad de análisis: Alumnos de Colegio Libertador San Martín de Conchalí.

Población: Alumnos de Colegio Libertador San Martín de Conchalí, cursando desde tercero a sexto básico, edad entre 7 y 13 años.

5.5.2 Muestra

La muestra de esta investigación es de tipo no probabilístico, nominados de forma no aleatoria y por conveniencia.

Los apoderados de los estudiantes evaluados fueron comunicados a través de un consentimiento informado en el cual se dieron a conocer los objetivos de la investigación. Asimismo, dicho consentimiento fue firmado para que su pupilo pudiera participar en la investigación

El cálculo de la muestra fue realizado con la siguiente fórmula (Cohen J. , 1988):

$$\text{Tamaño de la muestra: } \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde N = tamaño de la Población; e = margen de error (porcentaje expresado con decimales); z = puntuación z

Se ocupó un intervalo de confianza de 99% y margen de error del 1% y una población de 201 alumnos. El resultado de la muestra es de 199 alumnos ($n = 199$), de los cuales 110 son hombres y 89 mujeres, cuyas edades se sitúan entre 7 y 13 años. Estos datos se presentan en la tabla 1.

5.5.3 Criterios de inclusión

- Alumnos que cursen desde 3° básico a 6° básico en el Colegio Libertador San Martín de la comuna de Conchalí, Región Metropolitana.
- Que cuenten con el consentimiento firmado por los apoderados y el asentimiento del alumno.

5.5.4 Criterios de exclusión

- Haber realizado actividad física vigorosa en las últimas 24 horas.
- Inasistencia el día de la toma de pruebas.
- Problemas médicos en los últimos 6 meses, antecedentes de lesiones en miembros superiores e inferiores.
- Lesiones las cuales no permitan recibir cargas compresivas de alto impacto.

- Individuos con ingesta de medicamentos que puedan disminuir o aumentar el rendimiento en las pruebas.
- Dolor en el pecho, disnea intolerable, sensación de fatiga, palidez y ganas de vomito.
- Frecuencia cardiaca en reposo mayor a 120 pulsaciones por minuto.

5.6 Variables

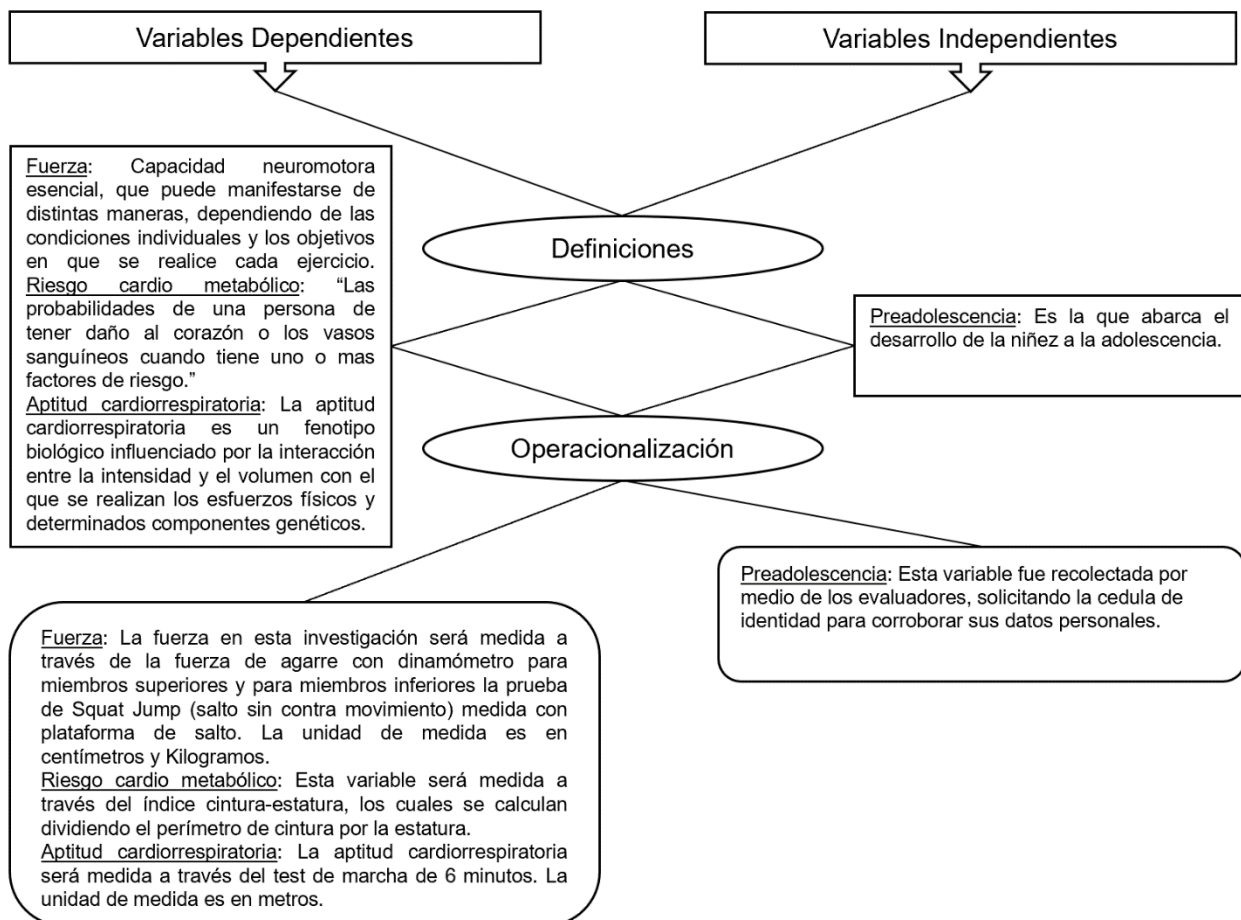


Figura 4: Definición y operacionalización de las variables dependientes e independientes de la investigación (creación propia)

5.7 Plan de Trabajo (Plan de acción y cronograma)

Carta Gantt: Proceso de investigación y formulación de Tesis																									
Grupo: Tesis		Curso: Seminario de Grado																				Año: 2019			
Meses-Semanas		Julio					Agosto					Septiembre				Octubre					Noviembre				
Nº	Actividades	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	
1	Contacto 1 via mail coordinador.																								
2	Reunion e inscripcion grupos.																								
3	Contacto 2 y explicacion via mail.																								
4	Reuniones profesor guía.																								
5	Planteamiento del problema.																								
6	Recolección de datos SJ, CMJ Y Dinamometro.																								
7	Marco teórico.																								
8	Entrega N°1																								
9	Recolección de datos TM6.																								
10	Marco metodológico.																								
11	Entrega N°2																								
12	Resultados y discusión																								
13	Conclusión																								
14	Entrega final Tesis Pregrado																								

Figura 5: Carta Gantt, con los procesos de la investigación

5.8 Instrumentos empleados (Protocolos de evaluación)

5.8.1 Fuerza Prensión Manual

Para la evaluación de la Fuerza prensil de mano (FPM) se utilizó un dinamómetro marca Dynatron. Para la evaluación de esta prueba, se siguió la recomendación de la Asociación Americana de Terapeutas de Mano (Moreira, Álvarez, Gogoy, & Cambraia, 2003), donde los sujetos adoptaron una posición erguida con el codo flexionado a 90° y la muñeca neutra sosteniendo el dinamómetro. Se les solicitó a los sujetos realizar un esfuerzo de presión hasta alcanzar la máxima posible durante un tiempo de 6 segundos. Esto se realizó con ambas manos (primero con una y luego con la otra) y seguidamente se registró el valor en kilogramos tanto para la FPM derecha (FPMD) como para la FPM izquierda (FPMI) en una hoja con una planilla. Esta prueba ha sido incorporada para distintos grupos etarios, en donde su validez y fiabilidad han

podido responder a la valoración de la condición muscular del tren superior en niños y adolescentes (Pacheco-Herrera, Ramírez-Vélez, & Correa-Bautista, 2016), (Ruiz, y otros, 2014).

5.8.2 Squat Jump (SJ)

La prueba se realizó en una plataforma Axon Jump S, la cual ha presentado validez y confiabilidad para la población general (Pueo, Jimenez-Olmedo, Lipinska, Busko, & Penichet-Tomas, 2018), no así para deportistas. Por lo tanto, es viable de ocupar en esta población. La prueba de SJ es una prueba donde el sujeto desde una posición de semi sentadilla (rodilla flexionada a 90°), con el tronco recto y las manos en la cintura debe realizar un salto vertical, no produciendo un contra movimiento ni utilizar la ayuda de los brazos, y en la fase aérea se debe generar una triple extensión de cadera, rodilla y tobillo. El sujeto debe caer en la planta de los pies y con las piernas extendidas (Villa & García-López, 2008). El sujeto debe realizar tres saltos con un descansado completo entre sí con una densidad de 1:30, gerando un descanso adecuado para el siguiente intento (Sánchez, Gómez, Quiceno, & Alzate, 2016).

Los resultados se obtuvieron mediante el programa Axon Jump Versión 4.02 y se registraron en un notebook HP Pavilion Intel Core i7.

Esta prueba ha sido incorporada para distintos grupos etarios, en donde su validez y fiabilidad han podido responder a la valoración de la condición muscular del tren inferior en niños y adolescentes (Ruiz, y otros, 2006), (Acero R. M., Olmo, Doldán, Cepeda, & Guisado, 2001).

5.8.3 Test de marcha 6 minutos

El TM6 (Test de marcha de 6 minutos), es una prueba de ejercicio submáximo muy sencillo, en donde el o los sujetos a evaluar deben recorrer la mayor distancia posible durante un tiempo de 6 minutos. El desempeño de esta prueba está estrechamente relacionado con las actividades de la vida diaria y también podemos verificar la funcionalidad del daño pulmonar en sujetos con enfermedades respiratorias crónicas.

Esta prueba ha sido incorporada para distintos grupos etarios, en donde su validez y confiabilidad han podido dar resultados en diversas entidades nosológicas (Gochicoa-Rangel, y otros, 2015).

El lugar de esta prueba debe ser en un corredor de poco tráfico, plano y recto de 30 metros, el cual debe estar claramente marcado al inicio, en 30 metros y cada 3 metros.

El sujeto debe realizar una caminata lo más rápido que pueda para lograr la mayor cantidad de vueltas posibles y así registrar la distancia recorrida durante 6 minutos. No está permitido correr ni hablar, a menos que el sujeto tenga síntomas anormales como dolor precordial, disnea intolerable, calambres musculares, marcha tambaleante, los cuales son indicadores para suspender de inmediato la prueba. Sí está permitido que el sujeto se puede detener para descansar si lo desea y así poder retomar la marcha (Minsalud, 2016).

Pre y post prueba se registró la frecuencia cardiaca la cual fue medida a través de la aplicación “Cardiio” validada con alto grado de exactitud (Poh & Yukkee C. Poh, 2017), medidos con smartphone iPhone 7.

5.8.4 Variables antropométricas

La determinación del peso de los sujetos se llevó a cabo mediante una balanza electrónica de fabricación alemana (marca Seca®, modelo 861*) auto calibrable con una precisión de hasta cien gramos. Para medir la estatura de los sujetos se utilizó un estadiómetro de la marca Cescorf. Para determinar la estatura, el sujeto debía situarse en posición antropométrica con la cabeza orientada según el plano de Frankfort. El dorso del tronco y la pelvis del sujeto debían de permanecer en continuo contacto con la rama vertical del antropómetro. Una vez colocado en esta posición, se procedía a aplicar la rama horizontal del antropómetro sobre el vértex o punto más alto del cráneo. Además, fue evaluado el perímetro de la cintura, para lo que se utilizó una cinta métrica flexible e inextensible marca Cescorf, cuya precisión era de 1 mm. La circunferencia de cintura se tomó entre la última costilla y la cresta ilíaca, con el sujeto de pie y con respiración normal.

Estas variables fueron medidas según el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & Ridder, 2011). El Índice Cintura-Estatura se calcula dividiendo el perímetro de cintura por la estatura, ambas mediciones en metros.

Todas estas variables fueron registradas en una planilla de papel para posteriormente ser pasadas a una planilla formato Excel (Ver planilla en Anexo 1).

5.9 Esquema de recolección de datos

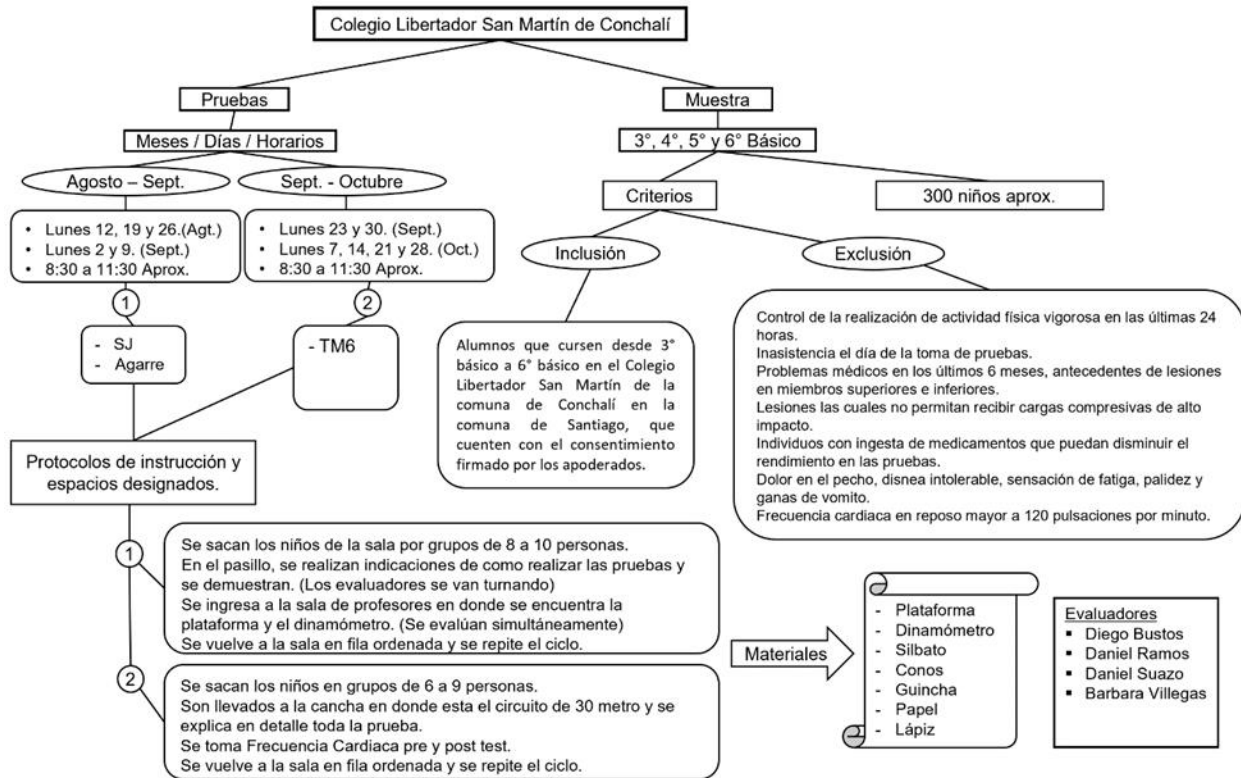


Figura 6: Esquema de recolección de datos. (creación propia)

6. Resultados y Análisis

A continuación, se presentan los resultados de las variables descriptivas por sexo y por rango de edad, así como los resultados de la correlación entre las variables de estudio.

Tabla 1. Comparación de variables según Sexo y Edad (Media \pm Desviación Típica)

Variables	7-8 años		9-10 años		11-13 años	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
n	6	4	42	25	62	60
Estatura (centímetros)	1,37 \pm 0,05	1,43 \pm 0,07	1,36 \pm 0,07	1,37 \pm 0,08	1,47 \pm 0,11	1,47 \pm 0,49
Peso (Kilos)	35,96 \pm 5,99	41,57 \pm 11,58	36,89 \pm 10,09	39,37 \pm 15,11	45,07 \pm 13,6	45,32 \pm 11,69
RCE	0,41 \pm 0,04	0,46 \pm 0,08	0,45 \pm 0,07	0,44 \pm 0,07	0,43 \pm 0,06	0,78 \pm 0,08
SJ (Centímetros)	13,01 \pm 2,81	11,87 \pm 2,01	12,1 \pm 3,8	11,67 \pm 3,18	16,05 \pm 5,83	15,28 \pm 4,71
Fuerza Prensil (Kilos)	10,98 \pm 2,71	20,23 \pm 6,91	12,91 \pm 3,86	13,62 \pm 3,92	17,05 \pm 4,43	16,53 \pm 3,91
TM6 (metros)	612,5 \pm 26,97	605 \pm 10,61	622,2 \pm 35,28	616,3 \pm 39,84	642,02 \pm 57,98	606,35 \pm 43,22

n = Número de sujetos; RCE = Relación Cintura-Estatura; SJ = Squat Jump; TM6 = Test de Marcha 6 Minutos

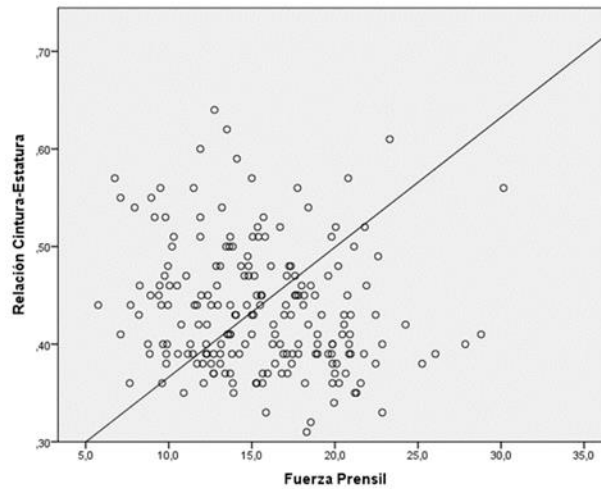
De los 201 estudiantes seleccionados, se eliminaron de la muestra 2 al no cumplir con los criterios de inclusión.

En la Tabla 1 se presentan los resultados por sexo y rango de edad.

En las variables antropométricas, en el rango de 7 a 8 años, las niñas presentaron mayor estatura y peso que los hombres, así como también mayor relación cintura estatura.

De igual manera, en las variables físicas presentaron mayor fuerza prensil que los niños, en cambio, estos últimos presentaron mayores metros recorridos en el test de marcha de 6 minutos y mayor capacidad de salto que las niñas.

Figura 1: Relación entre RCE y Fuerza Prensil



Dentro de las variables antropométricas, en el rango de 9 a 10 años las niñas presentaron mayor estatura y peso que los niños, pero presentaron menor relación cintura estatura. En las variables físicas, al igual que en el rango de edad anterior, los niños presentaron mayor capacidad de salto y metros recorridos que las niñas, sin embargo, presentaron menor fuerza prensil.

Por último, en el rango de 11 a 13 años, los resultados fueron similares en las variables de peso y talla, no así con la relación cintura estatura, donde las niñas presentaron 0,78 cm frente a 0,43 cm de los niños.

En las variables físicas, los niños presentaron mejores resultados que las niñas en las tres pruebas (Squat Jump, TM6 y Fuerza prensil).

Figura 2: Relación entre RCE y Squat Jump

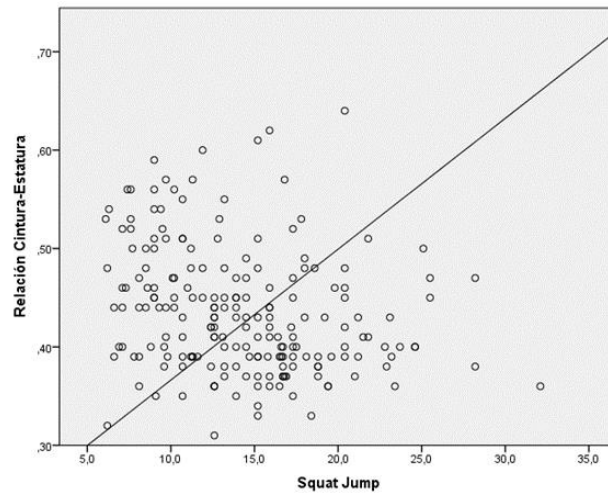


Tabla 2. Matriz de Correlaciones entre las variables

Variables	RCE		Fuerza Prensil		SJ		TM6	
	Correlación de Pearson	Sig. (Bilateral)	Correlación de Pearson	Sig. (Bilateral)	Correlación de Pearson	Sig. (Bilateral)	Correlación de Pearson	Sig. (Bilateral)
RCE	1	-						
Fuerza Prensil	-0,153*	0,031	1	-				
SJ	-0,248**	0,000	0,361*	0,000	1	-		
TM6	-0,016	0,825	0,049	0,492	0,176*	0,013	1	-

RCE = Relación Cintura Estatura; SJ = Squat Jump; TM6 = Test de marcha 6 minutos

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

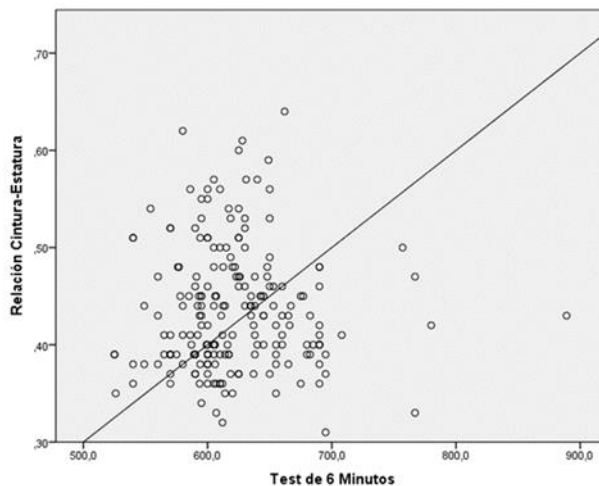
** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 2, se presenta el análisis de correlación entre las variables del estudio.

Los resultados de la relación entre las variables de Relación Cintura-Estatura (RCE) y Fuerza Prensil (FP) arrojó un valor negativo significativo de -0,153, presentando una fuerza de correlación negativa muy débil según los rangos que se muestran en la tabla 3.

Por otro lado, los resultados entre las variables de Relación Cintura-Estatura (RCE) y Squat Jump (SJ) al igual que en la anterior es de forma negativa, siendo el coeficiente de correlación de $-0,248$ (Tabla 2), considerándose estadísticamente significativo con una fuerza de correlación negativa débil debido a los rangos que se mencionan en la tabla 3.

Figura 3: Relación entre RCE y Test de 6 minutos



La relación entre las variables de Relación Cintura-Estatura (RCE) y Test de marcha 6 minutos (TM6) también es de forma negativa, ya que el coeficiente de correlación es de $-0,016$, por lo tanto, se correlacionan en un sentido inverso (Figura 3). Es estadísticamente significativa ($r = -0,016$), pero con una fuerza de correlación negativa muy débil según los rangos de la tabla 3.

Tabla 3: Valor de r y su fuerza de Correlación

Valor de r	Nivel de fuerza
-1,00	Correlación negativa perfecta
-0,90	Correlación negativa muy fuerte
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,50	Correlación negativa media
-0,25	Correlación negativa débil
-0,10	Correlación negativa muy débil
0,00	No existe correlación alguna entre las variables
+0,10	Correlación positiva muy débil
+0,25	Correlación positiva débil
+0,50	Correlación positiva media
+0,75	Correlación positiva considerable
+0,90	Correlación positiva muy fuerte
+1,00	Correlación positiva perfecta

r= coeficiente de Correlación de Pearson (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

7. Discusión, Conclusiones y proyecciones

7.1 Discusión

El objetivo principal de esta investigación fue establecer la relación entre variables de fuerza, aptitud cardiorrespiratoria y riesgo cardio metabólico en niños preadolescentes de 7 a 13 años.

Dentro de los hallazgos más importantes, se encontró que los niveles de fuerza están significativamente mejor relacionados con el riesgo cardio metabólico que la aptitud

cardiorrespiratoria, tanto para miembros superiores ($r = -0,153$) como para miembros inferiores ($r = -0,248$), en contraste con la relación que demostró la aptitud cardiorrespiratoria con el riesgo cardio metabólico ($r = -0,016$). Por lo tanto, se aprueba la Hipótesis de trabajo y se cumple con el objetivo general.

Si bien en Chile no existe una amplia evidencia respecto a fuerza prensil en preadolescentes que nos puedan dar un parámetro respecto a los valores normales según edad, si se pueden ver algunos de Sudamérica. Como por ejemplo un estudio que se llevó a cabo en el Centro de Estudios en la Actividad Física (CEMA) en Colombia con niños y preadolescentes dio como resultado un promedio de 15,3 kg en la fuerza prensil, siendo muy similar al resultado de este estudio que dio como promedio 15,47 kg. Si se realiza una diferencia por sexo, se puede ver una diferencia casi mínima, en el estudio del CEMA, en el cual las mujeres promediaron 15,2 kg. y los hombres sobrepasaron por poco este valor con un promedio de 15,4 kg. (Herrera, Vélez, & Baustista, 2016)

Por el contrario, en otro estudio publicado por la Revista Chilena de Pediatría de fuerza prensil en preadolescentes de la Región Metropolitana, tuvo valores un tanto más diferentes que los de este estudio, ya que, al diferenciarlos por rango de edad, los preadolescentes evaluados tienen un promedio inferior al nuestro en algunos rangos de edad. Como, por ejemplo, en el rango de edad de 7-8 años tuvo un promedio de 10.81 kg. (Pérez & Bernier, 2007) siendo muy inferior al promedio de nuestra investigación para ese rango de edad (13,01 kg.). Pero no así en el rango de edad de 11- 13 años en donde el promedio para esta

investigación fue de 16,91 kg. y en la investigación de la Revista Chilena de Pediatría arrojó un promedio de 20,12 kg. (Pérez & Bernier, 2007) siendo muy superior al valor antes dicho.

Además, en otro estudio realizado en la región del Maule, Chile, se evaluó fuerza de agarre de mano, pero a diferencia de otros estudios, este diferencio los valores que daban clasificando a los niños evaluados por edad cronológica y biológica. Tomando en cuenta los valores de edad biológica los estos son muy similares a los arrojados en este estudio. Pero por el contrario tomando en cuenta la edad cronológica los valores aumentaron un 5% lo cual es muy significativo, lo que demuestra es que la maduración biológica tiene un impacto significativo en las medidas de fuerza muscular durante la pubertad (Campos, y otros, 2018).

En otro estudio realizado en Madrid, España en el cual realizaron dinamometría en niños para asociarlo al tamaño y composición corporal, al ver los resultados de hombres y mujeres se ve una diferencia mínima de 0,86 kg. en hombres siendo superiores los valores de los españoles. Pero por el contrario para los valores de las mujeres se ve una diferencia mayor de 2,37 kg. (Serrano, y otros, 2009), demostrando que las niñas evaluadas en esta investigación presentan mayor fuerza que las niñas españolas. Esto se puede deber a la diferencia en la variable peso, ya que las mujeres evaluadas en este caso presentaron 5,68 kg. en promedio más que las españolas.

De manera relevante los puntajes promedio de la evaluación de la fuerza del tren inferior con el salto vertical SJ entre hombres y mujeres, no se obtuvieron grandes diferencias debido a que en la etapa prepuberal el incremento de la fuerza es de manera paralela en ambos sexos

y según un estudio realizado por Beunen y colaboradores (2003) en donde investigaron las características genética de la fuerza y la potencia en niños y adolescentes entre 10 y 18 años, indicaron que biológicamente y de forma paralela los niños y niñas aumenta su fuerza hasta los 12-13 años, pero después de esta edad los niños incrementan sus niveles de fuerza de manera más potencial en comparación con las niñas, siendo de manera muy significativa a los 18 años de edad, esto debido a factores internos en la diferenciación de la secreción de hormonas. Tanto así que el Dr. Carlos Pablos Avella, profesor de la Universidad de Valencia, perteneciente al departamento de Educación física y Deporte, menciona en un estudio realizado sobre los métodos de entrenamiento de la fuerza en niños entre los 7 y 12 años, que la evolución de la fuerza depende de distintos factores propio del sujeto y de factores de coordinación intramuscular e intermuscular, el primero se debe a la mejora del mayor reclutamiento de fibras y su acción conjunta y coordinada, mientras que lo segundo se debe a la mejora de la técnica (Abella, 2005). Esto indica también el motivo por cual los resultados que se generaron en los rangos de edad de 8 y 13 años, si bien es una diferencia significativa, pero es débil, debido a que como mencionamos anteriormente los niños y niñas aumentan de manera paralela sus niveles de fuerza hasta llegar a la pubertad, en donde comienza el periodo de diferenciación de secreción hormonal, lo cual hará que el desarrollo de la fuerza sea de manera distinta entre cada sexo.

La presente investigación, como se mencionó anteriormente, ha sido de las pocas donde se ha evaluado la asociación entre la fuerza y la aptitud cardiorrespiratoria, con el riesgo metabólico en niños menores de 13 años (pre adolescentes), ya que la mayoría de los estudios que existen, se refieren a adolescentes (Artero, y otros, 2011) (Steene-Johannessen,

Anderssen, Kolle, & Andersen, 2009). Los resultados muestran que tanto la fuerza, medida a través del salto sin contra movimiento y la fuerza prensil, como la aptitud cardiorrespiratoria se asocian de forma inversa con el riesgo cardio metabólico, variable evaluada a través de la relación cintura-estatura. Esto permite especular que la composición corporal es un determinante crítico de la salud metabólica, como se ha demostrado en otros estudios realizados en adolescentes (Gutin, y otros, 2005). Los resultados mostraron que en el total de la muestra evaluada, se observó una tendencia hacia un menor riesgo cardio metabólico y menor obesidad en niños con mejor fuerza y aptitud cardiorrespiratoria, lo que coincide con los resultados de otros autores en adolescentes y adultos que lo atribuyen a cambios en el metabolismo muscular y a la disminución de masa grasa visceral lo que confiere protección (Artero, y otros, 2011) (Fjørtoft, Vorland, Sigmundsson, & Vereijken, 2011) (Bravo, 2013).

Los resultados de esta investigación muestran que la fuerza presentó una asociación más fuerte con el score de riesgo cardio metabólico que la aptitud cardiorrespiratoria, al igual que estudios previos en niños y adolescentes que mostraron asociación independiente de la fuerza con la sensibilidad a la insulina (Benson, Torode, & Fiatarone, 2006), y el riesgo de enfermedades metabólicas (Janz, Dawson, & Mahoney, 2002), lo cual difiere con los resultados del estudio de Steene-Johannessen (Steene-Johannessen, Anderssen, Kolle, & Andersen, 2009), en el cual se concluyó que la aptitud cardiorrespiratoria presentaba una asociación más fuerte con el riesgo metabólico. Existen algunas diferencias metodológicas que podrían explicar estas discrepancias, como, por ejemplo, la prueba que utilizamos para evaluar la RCR corresponde a un test sub maximal y, por ende, podría no tener la

sensibilidad necesaria para percibir pequeñas diferencias en la capacidad cardiorrespiratoria en comparación con una prueba que mida VO₂ Máximo. La relevancia que tiene esta investigación es que es importante el entrenamiento de la fuerza y su constante evaluación en la edad preadolescente y no solamente los aspectos motrices, ya que la fuerza es fundamental para el desempeño en estas actividades. Además, es común que se recomiende a los niños con sobrepeso participar de actividades de carácter aeróbico, sin embargo, debido al carácter lesivo del sobrepeso por el impacto que este tiene sobre las articulaciones en proceso de formación, la fuerza sería una mejor opción por sobre estas actividades aeróbicas.

Sin embargo, dentro de las limitaciones de este estudio, se encuentra la falta de evaluación de la edad biológica a través del estadio de Tanner, para haber visto diferencias con mayor exactitud; la falta de un índice de fuerza y no haber ocupado dos pruebas de fuerza; por último, haber realizado un estudio prospectivo por sobre uno de corte transversal, para haber comprobado si el aumento de la fuerza disminuye el riesgo cardio metabólico.

7.2 Conclusión

En resumen, el riesgo cardio metabólico tiene una asociación más fuerte con la fuerza, tanto de miembros superiores como inferiores, que con la aptitud cardiorrespiratoria en la edad preadolescente.

Si bien este estudio tiene varias limitaciones, proporciona directrices para seguir investigando en esta área, ya que como se mencionó en algún momento, el ser débil y tener

baja masa muscular no solo tiene implicancias en la salud en general, sino también en términos de sostenibilidad y sustentabilidad a nivel país.

7.3 Proyecciones

La fuerza a lo largo de la vida ha demostrado ser un factor primordial de salud, funcionalidad y rendimiento. Debido a esto, la ciencia ha ido abordando esta cualidad física cada vez con mayor importancia.

Esta investigación aporta al conocimiento principalmente para las personas que trabajan con niños y proporciona directrices para enfocar las clases y talleres en los colegios, ya que darle importancia solo al aspecto motriz sería un enfoque erróneo.

Un punto interesante que se podría indagar en las siguientes investigaciones, es comprobar por medio de las clases de educación física o psicomotricidad, deban o no incluir una batería de ejercicios que promuevan el desarrollo de la fuerza, para disminuir los factores de mortalidad y morbilidad de una manera mucho más atractiva que la aptitud cardiorrespiratoria, pero siempre dejando en claro sus propósitos, si debe o no incluir carga en niños, debería ser orientada a la educación motriz sobre todo en etapas de crecimiento y preparatorias o no se debería. También se podría aplicar estas variables a diferentes poblaciones, deportistas, sedentarios, activa y clases sociales, con el fin de ampliar la visión de nuestro estudio y tener una base de datos para la comparación en beneficio a los factores de riesgo que se puedan desarrollar en un futuro próximo.

9. Bibliografía

- A. Hürter-Becker, H. S. (2006). *FISIOLOGÍA Y TEORÍA DEL ENTRENAMIENTO*. Badalona: Paidotribo. Obtenido de file:///C:/Users/ramos/OneDrive/Escritorio/Libros/65669197-HuterBecker-Fisiologia-y-Teoria-Del-Entrenamiento.pdf
- Acero, R. M., Olmo, M. F., Doldán, J. V., Cepeda, X. L., & Guisado, F. A. (2001). fiabilidad de las pruebas de fuerza en salto vertical y velocidad de carrera en escolares de 6 a 8 años. *Rendimiento y entrenamiento*, 40-45.
- Acero, R. M., Olmo, M. F.-d., Sánchez, J. A., Otero, X. L., Aguado, X., & Rodríguez, F. A. (2011). Reliability of Squat and Countermovement Jump Tests in Children 6 to 8 Years of Age. *Pediatric Exercise Science*, 23, 151-160 .
- Aguilar-Farias, N., Cortinez-O’Ryan, A., Sadarangani, K. P., Oetinger, A. V., Leppe, J., Valladares, M., . . . Cristi-Montero, C. (2016). Results From Chile’s 2016 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *Journal of Physical Activity and Health*, 13 (Suppl 2), S117 -S123.
- Aguilar-Farias, N., Infante-Grandon, G., Fuentealba, P. M., & Cortinez-O’Ryan, A. (2017). Inactividad física en Chile: debemos responder al llamado global . *Revista medica de Chile*, 145: 1631-1636.
- Aguilar-Farias, N., Miranda-Marquez, S., Sadarangani, K. P., Martino-Fuentealba, P., Cristi-Montero, C., Carcamo-Oyarzun, J., . . . Oeti, A. V. (2018). Results from Chile’s 2018 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(Suppl 2), S331-S332 .
- American Academy of Pediatrics. (1983). Weight training and weight lifting: information for the pediatrician. *The Physician and Sportsmedicine*, 11:(3)157-61.
- American Heart Association News. (28 de Febrero de 2018). *American Heart Association News*. Obtenido de <https://newsarchive.heart.org/el-tamano-de-la-cintura-es-un-mejor-indicador-de-infarto-que-el-imc-especialmente-en-mujeres/>
- Arango V, S. S. (29 de Enero de 2012). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Fac. Nac. Salud Pública*, 30(1), 76. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v30n1/v30n1a09.pdf>
- Ashwell, M., & Gibson, S. (2016). Waist-to-height ratio as an indicator of ‘early health risk’: simpler and more predictive than using a ‘matrix’ based on BMI and waist circumference. *British Medical Journal*, 6(3): e010159.
- Behringer, M., Heede, A. v., Matthews, M., & Mester, J. (2011). Effects of Strength Training on Motor Performance Skills in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*, 23, 186-206.

- Benson, A., Torode, M., & Singh, M. (2006). Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1: 222–231.
- Bianco, A., Jemni, M., Thomas, E., Patti, A., Paoli, A., Roque, J. R., . . . Tabacchi, G. (2015). A systematic review to determine reliability and usefulness of the field-based test batteries for the assessment of physical fitness in adolescents—The ASSO Project. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 28: 445–478.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1979). Mechanical Characteristics and Fiber Composition of Human Leg Extensor Muscles. *European Journal of Physiology*, 41, 275–284.
- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111: 135–140.
- Bravo, M. A. (03 de Marzo de 2013). *Repositorio Académico de la Universidad de Chile*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116341>
- Buonacore, D. (1980). *Diccionario de Bibliotecología*. Buenos Aires: Marymar.
- Burrows, R. A., Leiva, L. B., Weisstaub, G., Lera, L. M., Albala, C. B., Blanco, E., & Gahagan, S. (2011). High HOMA-IR, adjusted for puberty, relates to the metabolic syndrome in overweight and obese Chilean youths. *Diabetes pediátrica*, 12: 212–8.
- Campagnolo, P. D., Hoffman, D. J., & Vitolo, M. R. (2011). Waist-to-height ratio as a screening tool for children with risk factors for cardiovascular disease. *Annals of Human Biology*, 38(3): 265–270.
- Castro-Piñero, J., Ortega, F., Artero, E., Girela-Rejón, M., Mora, J., Sjöström, M., & Ruiz, J. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *Journal of Strength and Conditioning*, 24(7):1810–7.
- Centro de Medicina Deportiva. (4 de Septiembre de 2019). *El índice cintura cadera. Revisión*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2019, de <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DREVISION+INDICE+CINTURA+CADERA+DEL+CMD.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352869811902&ssbinary=true>
- Cohen, D. D., Gómez-Arbeláez, D., Camacho, P. A., Pinzon, S., Hormiga, C., Trejos-Suarez, J., . . . Lopez-Jaramillo, P. (2014). Low Muscle Strength Is Associated with Metabolic Risk Factors in Colombian Children: The ACFIES Study. *PLoS One*, 9(4): e93150.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Nueva York: Lawrence Erlbaum Associates, publishers.
- Cooper, R., Kuh, D., Cooper, C., Gale, C. R., Matthews, D. A., & Hardy, R. (2011). Objective measures of physical capability and subsequent health: A systematic review. *Age and Ageing*, 40, 14–23.
- DERLY YOHANA ACEVEDO SUAREZ, F. M. (30 de Enero de 2007). *Viref*. Obtenido de Viref: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/169-valoracion.pdf>

- Docherty, D., Wenger, H., Collis, M., & Quinney, H. (1987). The effects of variable speed resistance training on strength development in prepubertal boys. *Journal of Human Movement Studies*, 13:377-82.
- Escalona, P., Naranjo, J., Lagos, V., & Solís, F. (2009). Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad. *Revista Chilena de Pediatría*, 80 (5): 435-443.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Lyle J Micheli, L., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning*, 23:(5)S1-S20.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (1996). Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 60–79.
- Freedman, D. S., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 103:1175-82.
- Fundación Medicina y Humanidades Médicas. (2004). *OBESIDAD: UN RETO SANITARIO DE NUESTRA CIVILIZACIÓN* (Vol. 6). Barcelona, España: Fundación Medicina y Humanidades Médicas. Obtenido de http://www.iatros.es/wp-content/uploads/humanitas/materiales/Monografia_Humanitas_6.pdf#page=11
- Fundación Medicina y Humanidades Médicas. (2004). *OBESIDAD: UN RETO SANITARIO DE NUESTRA CIVILIZACIÓN* (Vol. 6). Barcelona, España: Fundación Medicina y Humanidades Médicas. Obtenido de http://www.iatros.es/wp-content/uploads/humanitas/materiales/Monografia_Humanitas_6.pdf#page=11
- Fundación Medicina y Humanidades Médicas. (2004). *OBESIDAD: UN RETO SANITARIO DE NUESTRA CIVILIZACIÓN* (Vol. 6). Barcelona, España: Fundación Medicina y Humanidades Médicas. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de http://www.iatros.es/wp-content/uploads/humanitas/materiales/Monografia_Humanitas_6.pdf#page=11
- García-Artero, E., Ortega, F. B., Ruiza, J. R., Mesa, J. L., Delgado, M., González-Gross, M., . . . Castillo, M. J. (2007). Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Revista Española de Cardiología*, 60: 581–588.
- Gatica, D., Puppo, H., Villarroel, G., Martin, I. S., Lagos, R., Montecino, J. J., . . . Zenteno, D. (2012). Valores de referencia del test de marcha de seis minutos en niños sanos. *Revista Médica de Chile*, 140: 1014-1021.
- Gochicoa-Rangel, L., Mora-Romero, U., Guerrero-Zúñiga, S., Silva-Cerón, M., Cid-Juárez, S., Velázquez-Uncal, M., . . . Torre-Bouscoulet, L. (2015). Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Medigraphic*, 127-136.
- González, M. I. (12 de Marzo de 2010). Circunferencia de cintura: una medición importante y útil del riesgo cardiometabólico. *Revista Chilena de cardiología*, 29, 85-87. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-85602010000100008

- Guillamón, A. R., & García Cantó, E. (2017). RELACIÓN ENTRE ESTATUS DE PESO Y FUERZA MUSCULAR EN ESCOLARES DE PRIMARIA. *E-balonmano*, 252. Obtenido de file:///C:/Users/ramos/OneDrive/Escritorio/relacion%20estatus%20peso%20y%20FM.pdf
- Hager-Ross, C., & Rosblad, B. (2002). Norms for grip strength in children aged 4–16 years. *Acta Paediatrica*, 91:617–625.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Santa Fe: Mc Graw Hil. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hormone health network. (Marzo de 2011). *Hormone health network*. Obtenido de Hormone health network: <https://www.hormone.org/pacientes-y-cuidadores/riesgo-cardiometabolico>
- Janz, K., Dawson, J., & Mahoney, L. (2002). Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: The Muscatine Study. *International Journal of Sports Medicine*, 23: S15–S21.
- Johnson, S. T., Kuk, J. L., Mackenzie, K. A., Huang, T. T., Rosychuk, R. J., & Ball, G. D. (2010). Metabolic risk varies according to waist circumference measurement site in overweight boys and girls. *Journal of Pediatric Exercise*, 156(2):247-52.
- José Javier Varo Cenarruzabeitia, J. A.-G. (27 de 7 de 2003). Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. Pamplona, Pamplona, España.
- JUNAEB. (2013). *Informe Mapa Nutricional 2013*. Santiago.
- Kemper, H., Vente, W. D., Mechelen, W. V., & Twisk, J. (2001). Adolescent motor skill and performance: Is physical activity in adolescence related to adult physical fitness? *American Journal of Human Biology*, 13: 180–189,.
- Kim, K., Hong, S., & Kim, E. Y. (2016). Reference Values of Skeletal Muscle Mass for Korean Children and Adolescents Using Data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2011. *PLoS ONE*, 11(4): e0153383.
- Kirsch, L. M. (1993). *Entrenamiento isométrico. Ejercicio para desarrollar la fuerza muscular*. Barcelona: Paidotribo.
- Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *Journal of Strength and Conditioning*, 1: 1-10.
- Kuznetsov, V. V. (1989). *Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel*. Buenos Aires: Stadium.
- Landáu, L. D., & Lifshitz, E. (1991). *Mecánica*. Barcelona: Reverté.
- Leong, D. P., Teo, K. K., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Jr, A. A., Orlandini, A., . . . Ahmed, S. H. (2015). Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*, 386:266–273.

- Lloyd, R., Faigenbaum, A., Myer, G., Stone, M., Oliver, J., Jeffreys, I., . . . Pierce, K. (2015). United Kingdom Strength and Conditioning Association Position Statement: Youth Resistance Training. *Journal of United Kingdom Strength and Conditioning Association*, 26: 26-35.
- Lloyd, R., Faigenbaum, A., Stone, M., Oliver, J., Jeffreys, I., Moody, J., . . . Myer, G. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7):498-505.
- Mathiowetz, V., Wiemer, D. M., & Federman, S. M. (1986). Grip and pinch: Norms for 6- to 19-year-olds. *American Journal of Occupational Therapy*, 40:705–711.
- Matsudo, V. K., Matsudo, S. M., Rezende, L. F., & Raso, V. (2015). Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. *Revista Brasileira de Cineantropometria y Desempenho Humano*, vol.17, n.1, pp.1-10.
- MINSAL. (Noviembre de 2013). *Ministerio de Salud*. Obtenido de <https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/2014CONTROLSALUDADOLESCENTE.pdf>
- MINSAL. (11 de 2017). Encuesta Nacional de Salud. Santiago, Región Metropolitana, Chile. Recuperado el 13 de 12 de 2019, de https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
- Minsalud. (01 de Agosto de 2016). Obtenido de Minsalud: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/manual-medicion-caminata-6-mins.pdf>
- Morales, R. C., González, M. C., Rodríguez, M. B., Sosa, L. M., Hernández, C. M., & Arias, J. C. (2015). Indicadores antropométricos para determinar la obesidad, y sus relaciones con el riesgo cardiometabólico. *Finlay*, 11.
- Muñoz, D. (01 de Abril de 2009). Capacidades físicas básicas. evolución, factores y desarrollo. Sesiones prácticas. *EFdeportes*. Recuperado el 13 de 12 de 2019, de Academia: <https://www.efdeportes.com/efd131/capacidades-fisicas-basicas-evolucion-factores-y-desarrollo.htm>
- Naclerio, F. (2010). *Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Nadal, J. F. (2007). Obesidad intraabdominal y riesgo cardiometabólico. *Elsevier*, 14. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-obesidad-intraabdominal-riesgo-cardiometabolico-13118063>
- National Strength and Conditioning Association. (1985). Position paper on prepubescent strength training. *J7:27-31*.
- Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria. (23 de Noviembre de 2017). Causas y tratamiento de la obesidad. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 88. doi:10.12873/374rodrigo
- Nutrición Hospitalaria. (2015). Ratio cintura-estatura y riesgo de síndrome metabólico en adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 1589-1596. doi:10.3305/nh.2015.31.4.8535

- Olivares, L. A., Fierro, L. G., Ponce, B. P., & Rodríguez, B. O. (11 de Junio de 2018). Circunferencia de cintura en cuatro sitios y su relación con indicadores de obesidad en escolares de 6 a 11 años. *Medicina y Ciencias de la Salud*. doi:<http://dx.doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1057>
- OMS. (Octubre de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de <https://www.who.int/features/factfiles/obesity/es/>
- OMS. (16 de Febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- OMS. (16 de Febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- OMS. (16 de Febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- OMS. (16 de Febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- OMS. (30 de Agosto de 2019). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>
- Ortega, F. B., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death. Cohort study of one million participants. *British Medical Journal*, 20(345):e7279 .
- Pacheco-Herrera, J. D., Ramírez-Vélez, R., & Correa-Bautista, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutrición Hospitalaria*, 556-564.
- Peña, G., Heredia, J., Lloret, C., Martín, M., & Silva-Grigoletto, M. D. (2016). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 41-49.
- Peterson, M. D., Peterson, M. D., Peterson, M. D., McGrath, R., Zhang, P., Markides, K. S., . . . Wong, R. (2016). Muscle weakness is associated with diabetes in older Mexicans: the Mexican health and aging study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17: 933–938.
- Poh, M.-Z., & Yukkee C. Poh. (2017). Validation of a Standalone Smartphone Application for Measuring Heart Rate Using Imaging Photoplethysmography. *TELEMEDICINE and e-HEALTH*, 23 (8), 678-683.
- Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Lipinska, P., Busko, K., & Penichet-Tomas, A. (2018). Concurrent validity and reliability of proprietary and open-source jump mat system for the assessment of vertical jumps in sport science. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Vol. 20, No. 3.
- RAE. (2018). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=QmJciim>
- RAE. (2018). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=QmKjiD7>

- Rodea-Montero, E. R., Evia-Viscarra, M. L., & Apolinar-Jiménez, E. (2014). Waist-to-Height Ratio Is a Better Anthropometric Index than Waist Circumference and BMI in Predicting Metabolic Syndrome among Obese Mexican Adolescents. *International Journal of Endocrinology*, 2014: 195407.
- Rojas, F. G., Ríos, L. J., Ríos, C. V., Contreras, J. F., Paredes, F. D., & Campos, M. J. (01 de Agosto de 2015). Fuerza prensil de mano y su asociación con la edad, género y dominancia de extremidad superior en adultos mayores autovalentes insertos en la comunidad. Santiago, Santiago, Chile.
- Rowland, T. (2007). Promoting physical activity for children's health. *Sports Medicine*, 37: 929–936.
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., . . . Castillo, M. J. (2014). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British journal of Sports Medicine*, 518-524.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Gutierrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood. *Journal of Public Health*, 269-277.
- Ruiz, J. R., Romero, V. E., Piñero, J. C., Artero, E. G., Ortega, F. B., García, M. C., . . . Castillo, M. J. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 1211. doi:10.3305/nh.2011.26.6.5270
- Ruiz, J., Castro-Pinero, J., Artero, E., Ortega, F., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo., M. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43: 909–923.
- S. Sothorn, M., Loftin, M. J., Udall, J. N., M. Suskind, R., Ewing, T. L., Tang, S. C., & Blecker, U. (2000). Safety, feasibility and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese. *The American Journal of the Medical Sciences*, 319(6):370–5.
- Saint-Maurice, P. F., Istvan, K., Laurson, K., & Kaj, M. (2015). Establishing Normative Reference Values for Handgrip Among Hungarian Youth. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 86: sup1, S29–S36.
- Salud, O. M. (23 de Febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Sánchez, W. G., Gómez, D. A., Quiceno, B. H., & Alzate, S. J. (2016). Análisis comparativo intrasujeto en salto vertical 2d: squat jump y counter-movement jump. *VIREF*, 1-17.
- Sánchez-López, V. M.-V. (2008). Relación entre actividad física y condición física en niños y adolescentes. *Revista Española de Cardiología*, 108-111.
- Schranz, N., Tomkinson, G., & Olds, T. (2013). What is the Effect of Resistance Training on the Strength, Body Composition and Psychosocial Status of Overweight and Obese Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 43(9):893–907.
- SEEDO. (26 de Agosto de 2019). *Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad*. Obtenido de <https://www.seedo.es/index.php/obesidad-encuentra-tu-solucion-causas-vs-solucion>
- SEEDO. (29 de Agosto de 2019). *Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad*. Obtenido de <https://www.seedo.es/index.php/pacientes/calculo-imc>

- Siff, M. C., & Verhoshansky, Y. (1999). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Soca, P. E. (2015). Predictores de riesgo cardiometabólico. *Finlay*, 1.
- Steffl, M., Chrudimsky, J., & Tufano, J. J. (2017). Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity. *PLoS ONE*, 12(5): e0177006.
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & Ridder, H. d. (2011). *International standards for anthropometric assessment*. Wellington, New Zealand: International Society for Advancement of Kinanthropometry.
- Vargas, P. C. (2001). ACTIVIDAD FÍSICA Y CAPACIDAD FUNCIONAL EN EL ADULTO MAYOR: EL TAEKWONDO COMO ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO. *Educación*, 125-135.
- Villa, J., & García-López, J. (2008). Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales. *Rendimiento Deportivo*, 1-14.
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 3 (4): 2-8.
- Vrijens, J. (1978). Muscle strength development in the pre- and post-pubescent age. *Medicine Sports Science*, 11:152-8.
- Weineck, J. (1988). *Entrenamiento óptimo*. Barcelona: Hispano Europea.
- Weineck, J. (2005). *ENTRENAMIENTO TOTAL*. Barcelona: Paidotribo. Obtenido de <https://books.google.cl/books?hl=en&lr=&id=blGKlpVmNrcC&oi=fnd&pg=PA11&dq=entrenamiento&ots=PhlxMnCCQ2I&sig=zpruaUS4oUKVv0qhJdPR1UHfJxs#v=onepage&q=entrenamiento&f=false>
- Yu, C. C., Sung, R. Y., So, R. C., Lui, K.-C., Lau, W., Lam, P. K., & Lau, E. M. (2005). Effects of strength training on body composition and bone mineral content in children who are obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3): 667-72.
- Zenteno, D., Puppo, H., González, R., & Kogan, R. (2007). Test de marcha de 6 minutos en pediatría. *Neumología Pediátrica*, 2 (2): 109-14.