



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**“CORRELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE MASA GRASA Y EL
RIESGO DE LESIÓN EN DEPORTISTAS DE LA SELECCIÓN DE
BALONMANO NIVEL INICIANTE DEL CENTRO DE ENTRENAMIENTO
REGIONAL METROPOLITANO (CER).”**

**ABRAHAM JOAQUÍN DÍAZ RETAMAL
EDUARDO FRANCISCO INOSTROZA TÉLLEZ**

FABIO ANDRÉS PLAZA MURÚA

DANIEL ANTONIO SOTO RAMOS

2017



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**“CORRELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE MASA GRASA Y EL
RIESGO DE LESIÓN EN DEPORTISTAS DE LA SELECCIÓN DE
BALONMANO NIVEL INICIANTE DEL CENTRO DE ENTRENAMIENTO
REGIONAL METROPOLITANO (CER).”**

Seminario de Licenciatura presentado en conformidad a los requisitos para optar al grado de Licenciado en Kinesiología.

Profesor Guía: Joaquín Salinas.

**ABRAHAM JOAQUÍN DÍAZ RETAMAL
EDUARDO FRANCISCO INOSTROZA TÉLLEZ
FABIO ANDRÉS PLAZA MURÚA
DANIEL ANTONIO SOTO RAMOS**

2017

AGRADECIMIENTOS

Agradecer por sobre todo a mi madre, que a través de su ejemplo y fortaleza, me brindó todas las herramientas para que yo pueda valerme por mi mismo, gracias a mi padre, por su ternura y preocupación, a todos mis compañeros, con los que estuve desde el primer día de clases, algunos siguen hasta hoy, a todos los profesores que he tenido y que me han ayudado y enseñado con tanta dedicación. Gracias a todas las personas que me ayudaron de alguna u otra manera.

Abraham Díaz Retamal

En todo este proceso universitario y presente estudio queremos agradecer, en primera instancia a nuestros padres y familiares, por darnos el apoyo tanto anímico como económico para estudiar en esta universidad, donde formamos lazos de amistad que hasta el día de hoy se fortalecen y nos da la posibilidad de terminar esta linda y esforzada carrera al realizar este estudio. Agradecer, de forma especial, a los profesores por darnos todo el conocimiento necesario para nuestra carrera y a la universidad por darnos un segundo hogar entregando una excelente educación y valores pasando momentos gratos en cada aula del establecimiento y por el llamado a seguir perfeccionándonos como profesionales de la salud.

Eduardo Inostroza Téllez

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres, por el sacrificio que implicó el darme la posibilidad de estudiar esta hermosa carrera. A mi Hijo, por las sonrisas y abrazos durante las largas noches de estudio. A mis profesores y maestros, que inculcaron en mí, lo importante que es el rol de ser kinesiólogo en la sociedad, y por último, pero no menos importante, agradecer a aquellos amigos y hermanos que compartieron al igual que yo ese profundo interés por querer contribuir al crecimiento y desarrollo de la Kinesiología actual.

Daniel Soto Ramos

Quiero dedicar ésta instancia para agradecer especialmente mi señora y a mi hijo, ya que durante este largo proceso académico, me estuvieron brindando su apoyo, tuvieron que soportar mis ausencias, lo que conllevó en muchas ocasiones no poder disfrutar en familia, pero siempre estuvieron brindando sus mensajes de aliento para lograr finalizar lo que fue esta bonita etapa de formación. Además agradecer a mis padres, por cuidar a mi hijo, en mis periodos de mayor demanda académica, brindando un apoyo y cuidado a quien en éste momento es mi pilar para seguir adelante. Por último, pero no menos importante agradecer a mis compañeros de universidad y a todo el cuerpo docente que fueron participes en mi formación y aportar tanto en conocimiento, crecimiento y desarrollo personal, durante el proceso de formación para obtener el grado de kinesiólogo.

Fabio Plaza Murúa

RESUMEN

En la actualidad, ha incrementado el número de practicantes a edades más tempranas en deportes competitivos. No obstante, aunque la práctica deportiva tiene efectos beneficiosos para la salud, el realizarlo en condiciones inadecuadas aumenta el riesgo de lesión. Sin embargo, existen múltiples factores que pueden incidir en el desarrollo de una lesión de origen musculoesquelético. Dentro de estos factores se encuentra la composición corporal. Es en éste punto, donde surge el interés del siguiente estudio por conocer los parámetros y valores resultantes del análisis de la composición corporal, específicamente si el porcentaje de grasa tiene relevancia o asociación directa con el riesgo de lesión en adolescentes que se inician en la práctica deportiva.

Objetivos: Determinar si hay relación entre el porcentaje de masa grasa corporal y el riesgo de lesión en deportistas jóvenes, de sexo masculino de la disciplina de Balonmano, nivel iniciantes del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano.

Diseño: Estudio cuantitativo, de tipo correlacional, de carácter no experimental-transversal.

Métodos: Se recolectaron datos referentes al porcentaje de masa grasa, masa magra y riesgo de lesión en 20 deportistas iniciantes de 11 a 15 años de la selección de Balonmano del CER metropolitano durante el año 2016, que cumplieran los criterios de inclusión. El porcentaje de Masa Grasa (%MG) se evaluó con el método bicompartimental y ecuación de SIRI, mientras que el Riesgo de Lesión (RL) se midió con la herramienta Functional Movement Screening FMS.

Resultados: Con relación al %MG ($\bar{x}=16,73\% \pm 4,5\%$), la Edad ($\bar{x}=13 \pm 1,1$) FMS ($\bar{x}=14,45 \pm 2,3$) y %MM ($\bar{x}=83,2\% \pm 4,5\%$). Para las variables %MG y RL, se evidenció estadísticamente una correlación negativa e independiente para cada una de las variables ($r=-0,186$; $\chi^2=0.266$) en deportistas de la selección de Balonmano nivel iniciante CER Metropolitano.

Conclusiones: Este estudio no encontró hallazgos significativos para la correlación entre las variables %MG y RL en los sujetos de la muestra. Dejando abierta la posibilidad a futuras investigaciones de prevención de lesiones en deportistas iniciantes.

Palabras Claves: Riesgo de lesión, composición corporal, porcentaje de masa grasa, deporte de alto rendimiento.

SUMMARY

At present, it has increased the number of practitioners and earlier ages in competitive sports. However, while sports practice has beneficial effects on health, performance in inadequate conditions increases the risk of injury. However, there are multiple factors that may influence the development of a lesion of musculoskeletal origin. Among these factors is the body composition. It is at this point, where the interest of the following study arises to know the parameters and values resulting from the analysis of the body composition, specifically if the percentage of fat has relevance or direct association with the risk of injury in adolescents who begin in practice Sporty

Objectives: To determine if there is a correlation between the percentage of body fat mass and the risk of injury in young athletes, male of the discipline of handball, category beginners of the Metropolitan Regional Training Center.

Design: Quantitative, correlational, non-experimental-transverse study.

Methods: Data were collected regarding the percentage of fat mass, lean mass and risk of injury in 20 athletes beginning 11 to 15 years of the selection of Handball of the metropolitan CER during the year 2016, that met the inclusion criteria. The percentage of Fat Mass (% MG) was evaluated using the bicompartimental method and SIRI equation, while the Risk of Injury (RL) was measured with the Functional Movement Screening tool FMS.

Results: In relation to the % MG ($\bar{x} = 16.73\% \pm 4.5\%$), the Age ($\bar{x} = 13 \pm 1.1$) FMS ($\bar{x} = 14.45 \pm 2.3$) and % MM ($\bar{x} = 83.2\% \pm 4.5\%$). For the variables % MG and RL, a negative and independent correlation for each of the variables ($r = -0,186$; $\chi^2 = 0.266$) was evidenced statistically in athletes of the selection of Handball beginner RTC Metropolitan level.

Conclusions: This study found no significant findings for the correlation between the % MG and RL variables in the subjects in the sample. Leaving open the possibility to future investigations of injury prevention in beginner athletes.

Key Words: Risk of injury, body composition, percentage of fat mass.

ABREVIATURAS

FMS: Functional Movement Screening

CER: Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano

TAC: tomografía axial computarizada

DEXA: Densitometría de rayos X con doble nivel de energía

RNM: Resonancia nuclear magnética

US: Ultrasonido

TOBEC: Conductancia eléctrica corporal total

BIA: Análisis de la impedancia bioeléctrica.

ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry

RL: Riesgo de Lesión

%MG: Porcentaje de Masa Grasa

%MM: Porcentaje de Masa Magra

MLG: Masa libre de Grasa

X²: Chi-Cuadrado

p: Correlación de Pearson

(o): Desviación estándar

r= Coeficiente de correlación de Pearson

INDICE

CONTENIDO	N° Pág.
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
SUMMARY	
ABREVIATURAS	
1. INTRODUCCIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1. Identificación de la investigación	17
2.2. Problema de investigación	17
2.3. Pregunta de investigación	19
2.4. Justificación de la investigación	20
3. ANTECEDENTES GENERALES	22
3.1. Objetivos del estudio.....	22
3.1.1. Objetivo general:.....	22
3.1.2. Objetivos específicos:	22
3.2. Alcances.....	22
3.3. Limitaciones.....	23
4. MARCO TEÓRICO.....	24
4.1. Condición Física	24
4.2. Composición Corporal	24
4.2.1. Composición corporal y rendimiento deportivo	25
4.2.2. Porcentaje de masa grasa	26
4.2.3. Porcentaje de masa magra.....	27
4.2.4. Índice de masa corporal	27
4.2.5. Métodos para la valoración de la composición corporal.....	28
4.3. Antropometría.....	29
4.3.1. Ecuaciones de estimación de grasa corporal.....	29

4.3.2	Modelo bicompartimental	30
4.4	Riesgo de Lesión.....	30
4.4.1	Riesgo de lesión asociado a la composición corporal	31
4.4.2	Instrumentos de medición	33
4.4.3	Functional Movement Screen™	34
4.4.4	Escala de puntuación del FMS.....	35
4.4.5	Validación de los instrumentos de medición	36
4.5	Lesiones musculoesqueleticas asociadas al Balonmano	37
4.5.1	Tipos de lesión	37
4.6	Deportistas jóvenes de Balonmano	38
4.6.1	Deportistas jóvenes de Balonmano y morbilidades asociadas a la composición corporal	38
4.6.2	Estado nutricional en escolares asociado a la edad de deportistas jóvenes de Balonmano	38
4.6.3	Deportista de Balonmano Nivel iniciante	39
4.6.4	Patrones de movimiento adecuados al Balonmano	39
5.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
5.1	Tipo de investigación	41
5.2	Población de la muestra	41
5.3	Estrategia de muestreo	42
5.4	Criterios de inclusión y exclusión.....	42
5.4.1	Criterios de inclusión:	42
5.4.2	Criterios de exclusión:	42
5.5	Hipótesis	43
5.6	VARIABLES DEL ESTUDIO.....	43
5.6.1	Variable dependiente:	43
5.6.2	Variable independiente:	43
5.6.3	Conceptualización y Operacionalización de las variables:	44
5.7	Materiales y métodos	45
5.7.1	Características generales del proceso.....	45
5.7.2	Instrumentos utilizados:	45

5.7.3	Protocolos y métodos de medición:	46
5.7.4	Protocolo de análisis estadístico:	48
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ESTUDIO.....	49
6.1	Tabulación de la información	49
6.2	Análisis e interpretación de los datos estadísticos	49
6.2.1	Edad	49
6.2.2	Riesgo de lesión	49
6.2.3	Masa grasa y masa magra	50
6.3	Categorización de los deportistas según FMS medido en porcentaje	52
6.4	Análisis de pruebas estadísticas de las variables estudiadas	53
6.5	Distribución normal de las variables.....	54
6.6	Contraste de Hipótesis y Correlación de las variables de estudio.....	56
7.	CONCLUSIÓN.....	58
8.	DISCUSIÓN	59
9.	BIBLIOGRAFÍA	65
10.	ANEXOS Y APÉNDICES.....	75

1. INTRODUCCIÓN

El estudio, diagnóstico y manejo de las lesiones deportivas, principalmente de origen musculoesquelético, han evolucionado dentro del campo multidisciplinar de la medicina deportiva, interesando a médicos, fisioterapeutas, científicos del deporte, entrenadores y a toda una cohorte de profesionales de la salud, educadores e investigadores que han orientado sus respectivas carreras hacia la prevención, tratamiento y rehabilitación de las lesiones deportivas, con el objetivo siempre de devolver al individuo al más alto nivel de actividad posible¹. La prevención ha tomado un carácter fundamental y un punto clave para disminuir las posibilidades de lesiones musculoesqueléticas, aunque siempre ha sido objeto de discusión, la realidad es que poco se ha avanzado en este campo.¹ Ayudar a encontrar métodos válidos para identificar a los deportistas con alto riesgo de lesión y así prevenir lesiones futuras, fue la motivación para el desarrollo de este estudio.

El estado físico y condición de salud de un deportista de alto rendimiento, pueden ser medidos a través de su composición corporal, ya sea con medición de pliegues cutáneos, diámetros y perímetros óseos, específicamente midiendo la masa corporal total, masa magra y masa grasa.² Se sabe que existen cambios en la composición corporal durante el tiempo de una lesión musculoesquelética, típicamente involucran un incremento en la masa grasa y una reducción de la masa magra desde el inicio.²

El estar con sobrepeso causa más estrés mecánico en ciertas actividades deportivas, e incrementa el riesgo de lesiones.² Es interesante que la grasa abdominal (medida por circunferencia abdominal) ha sido reportada como un mejor predictor de lesiones musculoesqueléticas que el índice de masa corporal (IMC)²; esta correlación incrementa con la edad.²

Si se toma en cuenta la situación actual de la población joven a nivel nacional, el estado nutricional en escolares según la Junta nacional de auxilio escolar y becas (JUNAEB), es preocupante y con índices de obesidad en aumento.³ Cerca de 200 mil niños son censados con detalle para medir su peso y talla en enseñanza básica en el sector público de educación. En esta población, el sobrepeso y la obesidad supera el 40% y muestra una tendencia creciente en los últimos 10 años a partir del 2012, aumentando también la intensidad a más de 60% los casos con obesidad.³ Es evidente considerar que los jóvenes que están en formación para el deporte de alto rendimiento, pertenecen a este grupo etario vulnerable en la población de nuestro país y están en riesgo de aumentar lesiones musculoesqueléticas por una composición corporal no adecuada.

Otras cifras de igual importancia fueron obtenidas por la encuesta nacional de salud del Minsal (ENS) el año 2010, se determinó que el 25,1% de la población sobre los 15 años, presenta obesidad y un 39,3% sobrepeso.⁴ Aún más preocupante, según el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) de Educación Física, año 2011 (Mineduc 2012), determinó que los estudiantes de octavo básico poseen un alto riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas en la edad adulta, con un promedio general de un 30%.⁴

Realizar un estudio de enfoque cuantitativo, haciendo una correlación entre las variables de composición corporal como el porcentaje de masa grasa (%MG) y el riesgo de lesión (RL), permite medir con exactitud cómo se comporta la grasa corporal como un indicador directo y un factor de riesgo², en el que el deportista de alto rendimiento pueda manifestar una lesión de carácter musculoesquelética.

En el presente estudio se espera encontrar que un alto porcentaje de grasa, dentro de la composición corporal del deportista pueda manifestarse como un indicador directo asociado a un mayor riesgo de lesión musculoesquelético.

La hipótesis propuesta anteriormente por los autores se basa en que altos niveles de concentración de tejido adiposo en la composición corporal del deportista va a aumentar la sobrecarga por estrés en articulaciones y musculatura corporal². Un estudio realizado en deportistas con lesión medular crónica LMC, indica de manera detallada que la inactividad física, la pérdida de masa muscular, la disminución del gasto energético basal, los trastornos metabólicos, entre otros factores, podrían justificar el aumento de masa grasa en el deportista⁵ y que el exceso de masa grasa no solo podría comprometer la salud del deportista sino que se relaciona con la resistencia a la insulina, hipertensión y estatus pro inflamatorio además de comprometer el rendimiento deportivo⁵

Si existiese una correlación directa entre el porcentaje de masa grasa de la composición corporal del deportista y el riesgo de lesión musculoesquelética, se obtendrían consecuencias favorables a la hora de idear un plan de prevención y entrenamiento para los deportistas que potencialmente presenten riesgo de lesión o que padezcan alguna lesión de carácter musculoesquelética. Se utilizarían ecuaciones de fácil manejo e interpretación, de bajo costo, que sean un gold estándar para medir el componente adiposo de la composición corporal como una herramienta validada a la hora de prevenir lesiones en deportistas jóvenes en etapas iniciales de formación sobre el alto rendimiento.⁵

El siguiente estudio se desarrolló a través de la exploración de la literatura científica específicamente en estudios relacionados a la composición corporal, antropometría, predicción de lesiones musculoesqueléticas, nutrición deportiva, lesiones musculoesqueléticas asociadas al deporte, utilizando protocolos de medición antropométrica validadas por ISAK, herramientas como el Funcional Movement Screen TM para objetivar cuantitativamente el riesgo de lesión en una población joven de deportistas de alto rendimiento. Además de consultar encuestas de salud y educación a nivel nacional de los últimos años, para luego analizar los datos obtenidos con test estadísticos atinentes a la correlación de variables dependientes e independientes, que permitieron llegar a los resultados expuestos a continuación.

Las circunstancias que debieron presentarse para la realización de éste estudio fueron la aprobación del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano como organismo que permitió llevar a cabo éste estudio con la selección de Balonmano masculina, principalmente deportistas de nivel iniciante pertenecientes a ésta disciplina, el entrenador encargado de la selección de Balonmano iniciante propiamente tal, que ayudó a facilitar a los deportistas dentro de sus horas de entrenamiento para la correcta medición y recopilación de datos a estudiar, lo cual se vio entorpecido, ya que los tiempos eran inferiores al tiempo requerido para medir a cada deportista por separado, y por último, reuniones administrativas con el Kinesiólogo encargado del CER metropolitano, certificado por ISAK para poder realizar las mediciones antropométricas.

Finalmente se espera obtener de éste estudio, un hallazgo significativo como evidencia de que la composición corporal, en especial el porcentaje de masa grasa, pudiera tener una directa relación con el riesgo de lesión en deportistas de alto rendimiento y que en conclusión, los deportistas que tengan un mayor valor en su composición corporal de tejido adiposo como %MG, estarían más propensos a manifestar algún tipo de lesión musculoesquelética², en comparación con otros deportistas que presenten un porcentaje menor de masa grasa, lo cual ayudaría a profesionales de la salud a tener mejores herramientas a la hora de prevenir lesiones.

Los autores, a través del proceso de investigación, los mecanismos de búsqueda de recursos necesarios para llevar a cabo el estudio y los procesos de organización personal que se requieren en función del tiempo y dedicación a la investigación, esperan obtener las habilidades pertinentes que se necesitan en el rol de un profesional de la salud, que puedan lograr un buen razonamiento clínico de las circunstancias que tiene la elaboración de un problema de investigación, asimismo la evolución de las características personales de cada uno que permitan la producción de futuras investigaciones que aporten a la literatura y evidencia científica, además de las habilidades blandas necesarias para trabajar en un equipo multidisciplinario y con la sociedad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación de la investigación

Correlación entre el porcentaje de masa grasa y el riesgo de lesión en deportistas de la selección de balonmano masculina nivel iniciantes del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano, Estadio Nacional, Santiago de Chile, año 2016; Mediante mediciones antropométricas y herramientas específicas.

2.2. Problema de investigación

En el mundo del deporte y en toda la práctica de la actividad física en general, son muy frecuentes las lesiones musculoesqueléticas que tienen mayor incidencia en la musculatura poli-articular, por condiciones de acumulación de fatiga, trabajo mal realizado o condiciones físicas desfavorables.⁶

Cabe destacar que dentro de las lesiones que pueden manifestarse en un deportista, las lesiones musculares tienen una incidencia que varía entre el 10-55% de todas las lesiones, la musculatura que se ve afectada es la musculatura poli-articular, principalmente la musculatura de MMII.⁶

Si bien es importante el diagnóstico y el tratamiento precoz, para poder intervenir y conseguir que el deportista vuelva lo antes posible a su actividad y al proceso de competición.⁶ Actualmente existe poca evidencia que relacione factores de riesgo en deportistas y herramientas validadas para detectar una lesión muscular inminente, o un potencial riesgo de lesión.⁷

Estudios que hablan sobre antropometría, explican que los componentes corporales como la masa grasa, masa muscular u otras variables antropométricas pueden definir el rendimiento físico, en deportistas ocasionales, amateurs y de élite.⁸

Actualmente la evaluación de la composición corporal es importante para los deportistas de alto rendimiento, la medición de la grasa abdominal es un buen predictor de lesiones musculoesqueléticas y se puede utilizar como una herramienta para monitorizar una lesión.²

Otra medida que se utiliza últimamente para prevenir la manifestación de una lesión musculoesquelética es la implementación de una herramienta como el Functional Movement Screen, que a través de la puntuación sobre patrones de movimientos puede predecir el riesgo de lesión en la actividad física al detectar anomalías en la movilidad funcional del deportista.⁹

El aumento en las tasas de sedentarismo y obesidad asociados a los estilos de vida no saludables, según las últimas encuestas de salud en Chile (Encuesta Nacional de Salud ENS del año 2010) el 90% de los chilenos son sedentarios, es decir, no realizan al menos 30 minutos de actividad física de intensidad moderada, 3 veces por semana, y que el 64% de la población mayor de 15 años tiene sobrepeso y obesidad, nos hace pensar que los deportistas jóvenes en etapas tempranas al alto rendimiento, son vulnerables a sufrir algún tipo de lesión musculoesquelética, como consecuencia de su composición corporal en una etapa inicial de su formación deportiva.³

Como Kinesiólogos debemos ser capaces de prevenir, entrenar y educar al deportista que se está iniciando en una disciplina de alto rendimiento sobre los factores de riesgo que incidan en futuras lesiones deportivas. Antes de tratar una lesión como tal, creemos que el momento más oportuno de abordar una lesión es en el momento previo de presentarse un evento nocivo y no después de sufrir dicha lesión. Para esto debemos poseer herramientas que nos permitan establecer un método válido para identificar a los deportistas con riesgo de lesión y poder conducirlos a programas que reduzcan las tasas de lesión y puedan mejorar el desempeño del atleta.⁷

Hay pruebas mínimas que apoyan el uso de hallazgos subjetivos u objetivos como un método de identificar a los atletas con mayor riesgo de lesión, si bien varios estudios identifican el historial de lesión como un factor de riesgo de lesión futura, las tasas de recurrencia reportadas entre un 12-63% indican que este factor carece de precisión.⁷ Esta falta de precisión afecta adversamente la selección de una población a intervención.⁷ Utilizar un examen de detección para identificar atletas en riesgo de lesión aseguraría que el entrenamiento preventivo sea aplicado a una población correcta.⁷

Hallar un método objetivo como la medición de la composición corporal, especialmente el componente de masa grasa del deportista y utilizarlo como una herramienta predictiva al riesgo de lesión es lo que nos lleva a la siguiente pregunta.

2.3. Pregunta de investigación

¿Existe alguna correlación entre el porcentaje de masa grasa de la composición corporal del deportista en su etapa previa al alto rendimiento, y el riesgo de manifestar una lesión musculoesquelética?

2.4. Justificación de la investigación

La promoción de la actividad física y la práctica deportiva para los niños es ampliamente recomendada para apoyar un estilo de vida saludable, pero su participación en el deporte corre el riesgo de sufrir lesiones. Hoy en día, es común ver la práctica deportiva a edades más tempranas. Los deportistas en fases iniciales, al no estar familiarizados en un ambiente deportivo, pueden desarrollar patrones de movimientos disfuncionales, además, al exigir al máximo su rendimiento durante sus programas de entrenamiento, puede desencadenar a largo plazo múltiples deterioros funcionales y aumentar el riesgo de lesión por sobreuso.¹³ Las lesiones, a su vez, pueden conducir a una reducción de la participación de la práctica y, por lo tanto, afectar negativamente la salud y la calidad de vida. Por lo tanto, la prevención de lesiones deportivas es de particular importancia en la juventud.

Si analizamos como tema país, según las últimas encuestas de salud en Chile (Encuesta Nacional de Salud ENS del año 2010) el 90% de los chilenos son sedentarios, es decir, no realizan al menos 30 minutos de actividad física de intensidad moderada, 3 veces por semana, y que el 64% de la población mayor de 15 años tiene sobrepeso y obesidad, nos hace pensar que los deportistas jóvenes en etapas tempranas al alto rendimiento, son vulnerables a sufrir algún tipo de lesión musculoesquelética, como consecuencia de su composición corporal en una etapa inicial de su formación deportiva.³

Estudios que hablan sobre antropometría, explican que los componentes corporales como la masa grasa, masa muscular u otras variables antropométricas pueden definir el rendimiento físico, en deportistas ocasionales, amateurs y de élite.⁸

Los factores que determinan una composición corporal adecuada, pueden ser extensos, desde el factor genético hasta la nutrición.¹⁰ Dentro de los elementos de dicha composición, el porcentaje de masa grasa es el componente más variable y podría estar implicado como un factor predisponente a presentar una lesión musculoesquelética, las cuales se podrían prevenir sobretodo en niños y adolescentes. Muchos atletas buscan optimizar estos valores para adaptarse a las exigencias físicas de su disciplina.¹²

Por todo lo anteriormente mencionado, es donde yace la inquietud de analizar los factores que componen la composición corporal, específicamente el porcentaje de masa grasa, para determinar si ésta tiene alguna relación en el desarrollo o predicción de lesiones. Si el hallazgo fuese positivo, se podrían desarrollar nuevas estrategias para la detección temprana de un riesgo de lesión asociados a la composición corporal, con herramientas que sean de fácil acceso, fácil manejo, bajo costo simplificando la tarea preventiva, limitando las consecuencias asociadas a las lesiones, creando un impacto positivo en el desarrollo de la actividad física y limitar las consecuencias asociadas con lesiones deportivas.

3. ANTECEDENTES GENERALES

3.1 Objetivos del estudio

3.1.1 Objetivo general:

Determinar si existe relación entre el porcentaje de masa grasa corporal y el riesgo de lesión en deportistas jóvenes, de sexo masculino de la disciplina de Balonmano, categoría iniciantes del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano (CER).

3.1.2 Objetivos específicos:

-Determinar la correlación entre el porcentaje de masa grasa y la edad de los deportistas iniciantes de Balonmano del CER metropolitano.

-Determinar la correlación entre el riesgo de lesión y la edad de los deportistas iniciantes de Balonmano del CER metropolitano.

3.2. Alcances

El siguiente estudio pretende correlacionar dos variables como el porcentaje de masa grasa y el riesgo de lesión en deportistas en una etapa de formación previa al alto rendimiento en la disciplina de Balonmano, deportistas jóvenes de sexo masculino de 11 hasta los 15 años de edad, pertenecientes al plan de entrenamiento del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano (CER)

Mostrar además, alternativas que permitan el desarrollo de nuevas estrategias y herramientas para prevenir lesiones musculoesqueléticas.

3.3. Limitaciones

Dentro de las limitaciones que presenta el estudio, se presentan variables desconocidas como la dieta alimentaria llevada por los deportistas, la cual juega un rol importante en el aporte de nutrientes, además de determinar el factor de composición corporal.

También encontramos que existe un limitado número de estrategias e instrumentos predictivos de medición a la hora de prevenir lesiones de manera cuantitativa y objetiva, lo que nos lleva a utilizar al FMS como un único instrumento predictor de riesgo de lesión y trabajar bajo los parámetros que este método indica, desconociendo a ciencia cierta si realmente existe un riesgo de lesión en el deportista.

Los resultados de la investigación pueden variar en otro grupo etario.

La muestra del estudio no es representativa para todos los deportistas de nivel iniciante de alguna disciplina de alto rendimiento. En la literatura hay escasez de evidencia de herramientas que permitan medir el riesgo de lesión. Podrían variar los resultados de la investigación según el tamaño y tipo de la muestra, al ser demasiado acotada.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Condición Física

En contraste con la actividad física, que está relacionada con los movimientos que realizan las personas, la condición física es un conjunto de atributos y características que las personas poseen para poder realizar una acción determinada.²⁰ “La capacidad para llevar a cabo tareas cotidianas con vigor y vigilancia, sin fatiga excesiva, y con suficiente energía para disfrutar de actividades de ocio y para hacer frente a emergencias imprevistas”.²⁰

Aunque la definición pueda ser conceptualmente sólida, las cosas tales como el vigor, el estado de alerta, la fatiga y el disfrute no se pueden medir fácilmente.²⁰ Por otra parte, una serie de componentes medibles contribuyen a la aptitud física tales como: a) resistencia cardiorrespiratoria, b) resistencia muscular, c) fuerza muscular, d) composición corporal y e) flexibilidad.²⁰

4.2 Composición Corporal

La composición corporal (CC) se define como la combinación de los componentes químicos y/o estructurales que comprenden la totalidad del organismo.²¹ Químicamente pueden discriminarse en agua, lípidos, proteínas, minerales; estructuralmente en términos de tejidos, masa, órganos o subsistemas de órganos.²¹

Actualmente se utilizan modelos fraccionados en compartimientos como por ejemplo el modelo Bicompartimental²², que consiste en masa grasa (MG) y masa libre de

grasa (MLG), otros más complejos como el modelo Pentacompartimental²³, que está basado en niveles atómicos o elementales, nivel molecular, nivel celular, y nivel tisular.²²

El estudio de la CC tiene un espectro de utilidades muy amplio, principalmente para la evaluación del estado nutricional en sujetos sanos como enfermos, para comprobar el impacto de una u otra metodología de entrenamiento, en individuos de población normal o en deportistas .²¹

Un completo análisis de la composición corporal permite establecer el peso ideal del deportista, alteraciones endocrinas, nutricionales, así como adaptaciones al entrenamiento, y si hay necesidad de intervenir sobre la composición corporal, cuando se detecta alguna oscilación de masa corporal en pro de un rendimiento deportivo óptimo.²⁴ Últimamente utilizado como un predictor de riesgo de lesión utilizando el porcentaje de masa grasa corporal (%MG).²

4.2.1 Composición corporal y rendimiento deportivo

La composición corporal puede alterar el rendimiento deportivo y ser también un elemento clave en la aparición de lesiones crónicas por falta de preparación física y malos hábitos alimenticios influenciados por la falta de tiempo y organización de las comidas.²⁵

Es por esto que muchos deportistas buscan optimizar su composición corporal y disminuir su %MG para adaptarse a las exigencias físicas de su deporte, ya que los resultados indican que los deportistas universitarios que compiten en el alto

rendimiento, que pueden lograr cambios en su composición corporal, pueden proporcionar beneficios para el desempeño físico y la prevención de lesiones.²⁶

4.2.2 Porcentaje de masa grasa

Valor porcentual de la variable de composición corporal de tejido adiposo o MG almacenado dentro del cuerpo humano.²⁷ El tejido adiposo es donde el organismo guarda su principal reserva energética, y se encuentra distribuido en distintos sitios del organismo.²⁷ Este valor porcentual puede ser obtenido en el modelo bicompartimental.²²

El tejido adiposo o masa grasa, además de ser la reserva lipídica del cuerpo humano, es un órgano endocrino que produce una variedad de hormonas y citoquinas que regulan el metabolismo e influyen en la composición corporal.²⁸ Sin embargo, a pesar de ser el componente más variable en la composición corporal, las altas concentraciones de masa grasa en un sujeto pueden traer consecuencias desfavorables para la salud, como el sobrepeso y obesidad.²⁹

Si bien algunos autores manejan los valores de referencia describen que la normalidad estaría entre el 18% y el 30% respecto al peso corporal aproximadamente, y valores bajo y sobre dicho rango representan delgadez y obesidad respectivamente.³⁰ A pesar de lo descrito anteriormente, en la actualidad, la literatura indica que no existe un consenso internacional sobre los porcentajes de masa grasa para determinar si un sujeto es obeso o no.³⁰

4.2.3 Porcentaje de masa magra

Valor porcentual de la variable de composición corporal de masa magra o MLG, está constituida por la masa muscular, masa ósea y masa visceral y se calcula restándole a la masa corporal en kilos la masa grasa en kilos.³¹ La masa muscular corresponde entre el 40 y 50% del peso total de la masa magra. También contiene una cierta cantidad de grasa esencial, alrededor de un 3% ubicada en cerebro y médula espinal, huesos y órganos internos.³¹

4.2.4 Índice de masa corporal

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos.³² Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m²). El IMC proporciona la medida más útil del sobrepeso y la obesidad en la población, pues es la misma para ambos sexos y para adultos de todas las edades.³² Sin embargo, hay que considerarla como un valor aproximado por puede no corresponderse con el mismo nivel de grosos en diferentes personas.³² Los valores de IMC según la OMS se presentan tabulados en el Anexo 1.

$$\text{IMC} = \frac{\text{Masa Corporal (Kg.)}}{\text{Estarura}^2 (\text{m}^2)}$$

Es importante destacar que el IMC puede llevar a errores en la evaluación del estado nutricional, pues se considera que existe exceso de peso cuando al cantidad de grasa del cuerpo es superior a lo deseable, sin embargo este índice se considera exclusivamente peso y talla, sin considerar la composición corporal de los individuos y por esto no se puede diferenciar entre MG y MLG.³³

4.2.5 Métodos para la valoración de la composición corporal

Existen métodos para la valoración de la composición corporal que van a permitir la obtención de resultados tanto aproximados como exactos.²⁴

4.2.5.1. Métodos directos:

Los métodos directos permiten un conocimiento exacto de la composición corporal de los individuos y se basa en la disección de cadáveres y en estudios realizados en animales.²⁴

4.2.5.2. Métodos indirectos:

Los métodos indirectos solo estiman los componentes corporales como la masa grasa sin determinarla con exactitud; dentro de los principales métodos están los que se basan en la dilución de sustancias en el organismo como marcadores radioactivos o no; métodos analíticos que se basan en el análisis de sustancias presentes en el organismo o excreción y por último doblemente indirecto donde se habla de métodos de densitometría y antropometría.²⁴

4.3 Antropometría

La antropometría es un método de medición para la composición corporal en el cual se miden pliegues cutáneos, circunferencias y diámetros óseos, frecuentemente es utilizada para evaluar la MG y MLG.³⁴ Además de ser un método de fácil acceso y bajo costo, la antropometría toma en cuenta la densidad corporal de una población determinada³⁴. Un ejemplo de medición es el método de Durnin & Rahaman³⁴ que utilizó el estudio para la medición de densidad corporal, técnica de medición a cuatro pliegues cutáneos: a) tricípital, b) subescapular, c) bicipital y e) cresta iliaca. (Apéndice 1).

Densidad para varones de 11 a 16 años (1967):

$$**D= 1.1533-0.0643 \log (\Sigma \text{cuatro pliegues cutáneos})**$$

4.3.1 Ecuaciones de estimación de grasa corporal

Una vez obtenidos los datos, se aplicaron las ecuaciones de regresión pertinentes para cada población.²² Para el cálculo del %MG y densidad corporal existen múltiples ecuaciones de regresión en la literatura²². De acuerdo a las características de la población (según edad y sexo), en esta investigación se utilizó la ecuación de SIRI²⁴, que estimó el %MG a partir de la densidad corporal de Durnin y Rahaman²⁴.

Ecuación de SIRI (1961):

$$**\%MG= [(4,57/D)- 4,5142] x 100**$$

4.3.2 Modelo bicompartimental

El modelo de dos componentes o bicompartimental es el más utilizado para el análisis de la composición corporal en seres humanos.⁶¹ Dicho modelo asume la división de los componentes del organismo en 2 compartimentos, uno la masa grasa total y otro la masa libre de grasa, esto es, considerando 2 los compartimentos a nivel molecular.⁶¹ Según este modelo, las características químicas y densidad de ambos compartimentos permanecen constantes, siendo la densidad para la masa grasa total de 0,9007g/ml a 36°C de temperatura.⁶¹ Según este modelo, la masa grasa total es anhidra, y su grado de hidratación en el adulto sano es del 13%.⁶¹ La masa libre de grasa presenta una densidad de 1,1000g/ml a la temperatura de 36°C y con un contenido de agua del 73%, en donde cabría destacar una concentración de potasio de 150 mEq/l.⁶

4.4 Riesgo de Lesión

El riesgo de lesión (RL) hace referencia a la probabilidad estimada que ocurre durante la práctica de un deporte o durante la actividad física.³⁵ Algunas ocurren accidentalmente, otras pueden ser el resultado de malas prácticas de entrenamiento o del uso inadecuado de entrenamiento.³⁵

La problemática que suponen las lesiones es notable en el proceso de entrenamiento-competición, ya que implica su modificación o su interrupción.³⁶ Cualquier incidencia nociva altera los planes de entrenamiento y es un factor importante en el control del entrenamiento.³⁶ La intervención más común dentro del ámbito deportivo se centra en la recuperación de las lesiones para regresar al nivel de rendimiento deportivo anterior, y éste es un proceso costoso desde el punto de vista económico y deportivo³⁶.

4.4.1 Riesgo de lesión asociado a la composición corporal

Investigaciones sugieren que el exceso de peso da como resultado una restricción de los patrones de movimiento, lo que a su vez, puede provocar en estos individuos un mayor riesgo de lesión musculoesquelética.⁵⁶ El sobrepeso y la obesidad se asocian significativamente con un menor movimiento funcional, en comparación a individuos con un peso normal.⁵⁷

Además de esto, el acumulo de tejido adiposo en los tejidos, más un exceso de peso en pacientes con sobrepeso y obesos puede provocar alteraciones estructurales, principalmente en MMII, lo que podría tener consecuencias patológicas.⁵⁸ Fuerza y/ o poder inadecuados, ya que dificulta que los individuos puedan realizar tareas que involucren la fuerza y el poder de los MMII, puesto que se ven en la necesidad de aplicar una fuerza mayor para acelerar su masa más grande contra la gravedad a una distancia dada, predisponiendo a un mayor riesgo de fatiga y/ o lesión musculoesquelética.⁵⁸

La investigación del exceso de adiposidad en la función musculoesquelética se ha centrado en gran medida en el impacto de la obesidad y sobrepeso en las características locomotoras del adulto, y en menor medida en el aumento de la masa grasa sobre la fuerza muscular y el equilibrio postural, donde se han registrado reducciones de fuerza principalmente de los extensores de la rodilla y restricciones en la extensión de tronco.⁵⁹ Fregly et al.⁶⁰ identificaron la circunferencia abdominal, la endomorfia y el peso corporal como los factores más importantes que influyen en el desempeño de los individuos en el equilibrio postural, Los autores propusieron que, en personas con sobrepeso, el tamaño corporal y la forma influyeron en la estabilidad postural estática al alterar la ubicación del centro de gravedad.⁶⁰

El riesgo de lesión (RL) hace referencia a la probabilidad estimada que ocurre durante la práctica de un deporte o durante la actividad física.³⁵ Algunas ocurren accidentalmente, otras pueden ser el resultado de malas prácticas de entrenamiento o del uso inadecuado de entrenamiento.³⁵

La problemática que suponen las lesiones es notable en el proceso de entrenamiento-competición, ya que implica su modificación o su interrupción.³⁶ Cualquier incidencia nociva altera los planes de entrenamiento y es un factor importante en el control del entrenamiento.³⁶ La intervención más común dentro del ámbito deportivo se centra en la recuperación de las lesiones para regresar al nivel de rendimiento deportivo anterior, y éste es un proceso costoso desde el punto de vista económico y deportivo³⁶.

Varios elementos de la composición corporal son factores de riesgo para sufrir lesiones deportivas, según la literatura: el peso que genera el aumento de la carga y el impacto que tiene sobre las articulaciones y el esqueleto axial; la masa del tejido graso, la densidad mineral ósea (a menor densidad mayor incidencia de fractura) y las diferentes medidas antropométricas.³¹ Con respecto a estas últimas, la relación con la incidencia de lesiones es variable dependiendo del deporte y del biotipo requerido para su práctica.³¹

Un estudio reveló que el IMC y el %MG se comportaron como factores promotores de aparición de lesiones deportivas, incrementando el riesgo en un 33% y el 16% respectivamente.³⁷

Otro estudio importante indicó que sujetos con diámetros de cintura más gruesos (mayor grasa corporal) eran más propensos a sufrir algún evento de tendinopatía rotuliana.³⁸ Esta impresión se siguió con un estudio caso-control, y lo que sugirió que una medida más grande de cintura puede ser un factor de riesgo significativo para la patología del tendón Patelar.²²⁻³¹⁻³⁸

Por último, resultados encontrados en la literatura indican un aumento significativo para el RL de lesiones musculoesqueléticas, incluyendo fracturas por estrés, entre deportistas con desórdenes en su composición corporal, que excedieron los límites de MG³⁹ y en consecuencia una vez lesionados, los deportistas aumentaban la utilización de atención médica.³⁹

4.4.2 Instrumentos de medición

En la literatura, la existencia de una herramienta de medición válida que fuese capaz de objetivar el riesgo de lesión asociado a una lesión musculoesquelética, era algo relativamente nuevo en el último tiempo, además de que existía poca evidencia que apoyara el uso de herramientas para la prevención de lesiones.⁴⁰

En el presente estudio se utilizó para medir el riesgo de lesión, una herramienta llamada Functional Movement ScreenTM (FMS)⁴¹, que censa objetivamente el riesgo de lesión de un deportista y a su vez intenta localizar puntos débiles en ciertos patrones de movimiento, en un sistema de pruebas asignadas en siete ejercicios, para posteriormente ser evaluados y corregidos con el objetivo de prevenir lesiones musculoesqueléticas.⁴¹

La meta del FMS™ es detectar un potencial riesgo de lesión, evaluando la presencia de un eslabón débil del cuerpo en un patrón de movimiento y mejorarlo a través del ejercicio terapéutico.⁴⁰ Cabe señalar que el evaluador debe repetir la prueba de cada individuo periódicamente una vez que comience su régimen de ejercicios terapéuticos.⁴⁰ De esta manera, el evaluador puede comprobar mejoras, asegurándose de que no están perdiendo los movimientos fundamentales que han alcanzado⁴².

Los programas deportivos a nivel internacional han establecido procedimientos de preparación previa con un componente esencial para identificar los atletas que están en un alto riesgo de ser lesionados. En este sentido, el FMS es un instrumento de evaluación destinado a objetivar el riesgo de lesión, a través de las deficiencias de la movilidad y la estabilidad de un atleta que podrían estar vinculados a la lesión⁴².

4.4.3 Functional Movement Screen™

Es un instrumento de medición utilizado para identificar el riesgo de lesión a través de limitaciones o asimetrías en patrones de movimientos funcionales, detectados en siete pruebas funcionales identificadas como movimientos claves para la calidad del movimiento funcional en individuos sin dolor o alguna lesión músculo esquelética conocida⁴². El FMS fue diseñado con el fin de desafiar el movimiento de las cadenas cinéticas junto con la estabilidad necesaria para el correcto desempeño de patrones de movimiento funcionales⁴².

Las pruebas funcionales realizadas en el FMS entregan información observable durante el desempeño de tareas básicas con componentes locomotores, manipuladores y estabilizadores⁴¹. Durante las pruebas, se somete al individuo a posiciones extremas en donde las debilidades y desequilibrios musculares se hacen evidentes, al no utilizar la estabilidad y movilidad apropiada⁴².

Cuando existen patrones de movimientos pobres o ineficientes, esto podría conducir a una pobre biomecánica y en definitiva incrementar potencialmente lesiones micro o macro traumáticas ⁴³.

4.4.4 Escala de puntuación del FMS

El puntaje consta de cuatro posibilidades; Cero (0) si en cualquier momento durante la prueba él/ella tiene dolor en cualquier parte del cuerpo; Uno (1) si la persona es incapaz de completar el patrón de movimiento o es incapaz de siquiera entrar a la posición para llevar a cabo el movimiento; Dos (2) se da si la persona es capaz de completar el movimiento, aunque debe compensar de alguna manera para realizarlo; Tres (3) si realiza el movimiento correctamente, sin ninguna compensación ⁴³. La mayoría de las pruebas son unilaterales el derecho e izquierdo, respectivamente, es importante que se anoten los dos lados. La puntuación más baja de las dos es la que se registra ⁴³.

Para interpretar la probabilidad de Riesgo de Lesión según FMS, existe un puntaje de corte que determina que el deportista está catalogado como dentro del rango “Riesgo de Lesión”. El valor resultante de las siete pruebas debe ser ≤ 14 para ser catalogado como deportista “en Riesgo de Lesión”. Un puntaje ≥ 14 deja al deportista fuera del rango “Riesgo de Lesión”. ⁴¹⁻⁴³

Las pruebas consisten en a) Sentadilla de arranque, b) Paso al obstáculo, c) Estocada en línea, d) Movilidad de hombros, e) Pierna recta estirada, f) Estabilidad de tronco y flexión de brazos, g) Estabilidad de tronco en rotación. ⁴¹⁻⁴²⁻⁴³ (Anexo 2). (Apéndice 2)

4.4.5 Validación de los instrumentos de medición

Aunque el FMS es popular, los datos sobre la reproducibilidad y la validez de sus mediciones son pocas.⁴⁴ Investigadores realizaron estudios para ver la confiabilidad del FMS comparando las puntuaciones del FMS por 2 expertos (FMS creadores) y 2 evaluadores principiantes (1 año de entrenamiento).⁴⁴ Los dos grupos de evaluadores tenían un alto nivel de acuerdo, con 14 de 17 puntos, demostrando una excelente fiabilidad para reducir el riesgo de lesiones músculo-esqueléticas relacionadas con el deporte.⁴⁵

Un estudio reciente realizado con jugadores de fútbol americano especifica que un valor de corte de 14 puntos o menos sugiere un riesgo elevado de lesión.⁴⁶ Este estudio es soportado por otro trabajo realizado por Chorba R.⁴⁷, con jugadoras de fútbol, voleibol y basquetbol de la NCAA Div II de EEUU, en donde se reporta que con un valor de 14 o menos se tiene cuatro veces más riesgo de sufrir lesiones.⁴⁷

Por último un estudio con 160 estudiantes deportistas de alto rendimiento, en el cual se obtuvieron puntuaciones de FMS sobre el desarrollo de lesiones durante una temporada de competición.⁴⁸ Se utilizó la recolección de datos de lesiones durante toda la temporada, incluyendo revisiones de registros médicos y entrevistas con los entrenadores, para asegurar que todas las lesiones que requieren atención médica fueran capturadas al final de la temporada.⁴⁸ Los resultados de los deportistas con un puntaje de FMS de 14 o menos, combinado con un historial anterior auto-reportado de lesión fueron 15 veces mayor el riesgo de lesión.⁴⁸ Se calculó una razón de verosimilitud positiva de 5,8, que mejoró la probabilidad de predecir la lesión del 33% pre-test al 74% post-test.⁴⁸ Este estudio se suma al creciente cuerpo de evidencia que demuestra una relación predictiva entre las puntuaciones compuestas del FMS y el historial de lesiones con el desarrollo de futuras lesiones⁴⁹.

4.5 Lesiones musculoesqueléticas asociadas al Balonmano

4.5.1 Tipos de lesión

Las lesiones se dividen por sobreuso y traumatismos. Las lesiones por sobreuso se definen como un síndrome de dolor del sistema musculoesquelético con un inicio insidioso y sin ningún tipo de trauma o enfermedad conocida que pueda tener síntomas anteriores.⁵¹ Existen 7 mecanismos básicos en la producción de las lesiones deportivas:

- a) Por contacto, b) Por impacto, c) Por sobreuso, d) Por sobrecarga dinámica, e) Por poca flexibilidad, f) Ante estructuras vulnerables y g) Por rápido crecimiento.⁵⁰

En tanto las lesiones traumáticas se caracterizan por un inicio agudo y abrupto:

- a) Lesión aguda: distracción esguince de ligamentos o cápsulas articulares, b) Lesión articular: aislado a lesiones condrales agudas y de menisco, c) Tensión: lesión aguda distracción de los músculos y tendones, d) Contusión: Equimosis en el tejido sin lesiones concomitantes clasificado en otra parte, e) Fractura: ruptura traumática de un hueso, f) Dislocación: parcial (subluxación) o (luxación) desplazamiento completo de las partes óseas de la articulación.⁵⁰

4.6 Deportistas jóvenes de Balonmano

4.6.1 Deportistas jóvenes de Balonmano y morbilidades asociadas a la composición corporal

La alta tasa de sedentarismo y obesidad reportada en Chile, ha propiciado la aparición de diversos programas deportivos para niños y adolescentes, que requieren evaluaciones fiables en torno a las características antropométricas por disciplina Deportiva. Chile es uno de los países con mayor prevalencia de sedentarismo en el mundo, alcanzando al 88,6% de la población adulta (MINSAL, 2011), mientras que ostenta un 44% de sobrepeso y obesidad escolar (Agencia de Calidad de la Educación, 2013). Cifras preocupantes y que sugieren acciones preventivas desde edades tempranas, siendo la adolescencia una etapa sensible y de gran influencia en las conductas de vida futura ⁵².

4.6.2 Estado nutricional en escolares asociado a la edad de deportistas jóvenes de Balonmano

La Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), realiza anualmente un censo de peso y talla en los niños que ingresan a enseñanza básica en el sector público de educación (alrededor de 200 mil niños).³ Es en esta población que el sobrepeso y obesidad supera el 40% y muestra una fuerte tendencia creciente en los últimos 10 años. No sólo ha aumentado la frecuencia del problema, sino también su intensidad al incrementarse en más del 60% los casos con obesidad sobre 3 desviaciones estándar.³ Dichas cifras son alarmantes considerando la edad de los deportistas que se encuentran en nivel iniciante en la formación del deporte de alto rendimiento.

4.6.3 Deportista de Balonmano Nivel iniciante

El deportista de balonmano debe poseer diversas habilidades técnicas (por ejemplo, de tiro y la zancada) y componentes de aptitud física (por ejemplo, la capacidad de salto, velocidad, resistencia) para alcanzar niveles más altos.⁵³

Es un deporte de equipo y juego colectivo que requiere una preparación física importante con el fin de completar los 60 minutos de juego competitivo para lograr un exitoso desempeño⁵³⁻⁵⁴. Los patrones de movimiento de este juego se caracterizan por las respuestas intermitentes y cambiantes continuamente a diferentes situaciones ofensivas y defensivas.⁵⁴ Factores antropométricos, fisiológicos y características morfológicas pueden influir en la eficacia de este tipo de respuestas, como se ha observado en otros deportes de pelota en equipo. Por lo tanto, los perfiles antropométricos pueden contribuir a la comprensión de la idoneidad de un jugador, sobre todo a las altas normas de juego.⁵³⁻⁵⁴.

Los informes anteriores y el desarrollo de la literatura en este estudio, han demostrado que la estructura y las características morfológicas son determinantes e importantes de rendimiento en muchos deportes y ciertas impresiones físicas tales como la composición corporal (grasa corporal, masa corporal, masa muscular) y el físico pueden influir significativamente en el rendimiento deportivo.⁵⁴

4.6.4 Patrones de movimiento adecuados al Balonmano

Atendiendo a la contribución segmentaria, las característica de las cadenas cinéticas secuenciales P-D (proximal-distal) en el lanzamiento de balonmano y las aceleraciones angulares producidas por el tronco, tienen como objeto producir un

cierto impulso angular y el consecuente retroceso de los segmentos contiguos, lo que se traduciría, junto a una ligera abducción horizontal del hombro, la rotación externa del hombro y flexión del codo, con el consiguiente estiramiento de la musculatura implicada.⁵⁴ A continuación se produciría de forma simultánea la rotación interna del hombro y la extensión del codo, junto a una cierta aducción transversal del hombro.⁵⁴ A consecuencia de ello, las fuerzas de reacción producirían en los segmentos más proximales (tronco) una reducción de su velocidad tangencial.⁵⁴

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a un estudio de diseño cuantitativo, de tipo Correlacional, de carácter no experimental- transversal, en la cual se realizó una intervención de dos trimestres de duración en el año 2016, en las instalaciones del Centro de Entrenamiento de Alto Rendimiento del Estadio Nacional. El propósito de este estudio es saber cómo comportan las variables antropométricas con otras variables conocidas previamente como el riesgo de lesión.

5.2 Población de la muestra

La población se conforma de jóvenes deportistas pertenecientes al plan de entrenamiento del centro de entrenamiento regional metropolitano (CER), específicamente de la rama de Balonmano masculino, nivel iniciante durante el año 2016, que cumplieron con los criterios de inclusión. Los cuales accedieron voluntariamente a participar en la toma de mediciones para este estudio. Sobre el tamaño de la muestra se evaluó un total de 20 jóvenes deportistas pertenecientes a la selección masculina de Balonmano nivel iniciante del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano CER, de un rango de edad entre 11 y 15 años, jóvenes activos dentro del plan de entrenamiento del año 2016 y que hayan cumplido los criterios de inclusión y exclusión.

5.3 Estrategia de muestreo

La estrategia de muestreo que se utilizó en la investigación en referencia es de tipo no probabilístico, ya que el procedimiento de selección fue en base a los criterios de inclusión del estudio, sujetos pertenecientes como miembros activos de una disciplina dentro de un centro de entrenamiento, a cargo de un entrenador tutor, esperando que los sujetos seleccionados fuesen casos representativos de la población determinada.

5.4 Criterios de inclusión y exclusión

5.4.1 Criterios de inclusión:

- a) Deportistas sanos (sin lesiones musculoesqueléticas) pertenecientes a la selección de Balonmano.
- b) Nivel iniciante.
- c) Sexo Masculino.
- d) 11 a 15 años de edad.
- e) Deportistas que sean miembros activos del plan de entrenamiento CER año 2016.

5.4.2 Criterios de exclusión:

- a) Sujetos con patologías musculoesqueléticas de carácter agudo diagnosticadas.
- b) Sujetos con presencia de patologías musculoesqueléticas con un tiempo superior a 3 semanas de dolor diagnosticadas, sin evolución favorable.
- c) Sujetos con Obesidad mórbida diagnosticada.
- d) Sujetos que no firmen el consentimiento informado. (Anexo 4).

5.5 Hipótesis

H0: El porcentaje de masa grasa almacenada en el cuerpo del deportista, es un indicador directamente asociado al riesgo de lesión según el puntaje del FMS

H1: Un alto porcentaje de masa grasa almacenada en el cuerpo del deportista, no tiene relación alguna con el riesgo de lesión según puntaje del FMS.

5.6 Variables del estudio

5.6.1 Variable dependiente:

-Riesgo de lesión

5.6.2 Variable independiente:

-Porcentaje de masa grasa de la composición corporal

-Edad

5.6.3 Conceptualización y Operacionalización de las variables:

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	OPERACIONALIZACIÓN
Riesgo de lesión	Probabilidad estimada de un evento nocivo que ocurre durante la práctica de un deporte o durante el ejercicio físico. Algunas ocurren accidentalmente, otras pueden ser el resultado de malas prácticas de entrenamiento o del uso inadecuado del equipo de entrenamiento. ¹⁵	Los datos fueron recolectados mediante la aplicación de la herramienta Functional Movement Screen TM, posteriormente tabulados en una base de datos Excel. Categorización del puntaje obtenido a través de la herramienta de medición Functional Movement Screen TM. El puntaje total resultante de las siete pruebas debe ser mejor o igual a 14, para entrar en la categoría perteneciente a riesgo de lesión.
Porcentaje masa grasa	Cifra interpretada porcentualmente que corresponde al tejido adiposo subcutáneo o visceral, de distribución irregular y que actúa como reservorio energético, aislante térmico y nervioso. ²⁷	Resultado de la medición de pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos, además de respectivas ecuaciones para el cálculo de la composición corporal, posteriormente tabulados en base de datos Excel.
Edad	Cifra correspondiente a la edad del deportista.	Dato obtenido a través de la presentación de cada deportista para la toma de mediciones

		ISAK.
--	--	-------

5.7 Materiales y métodos

5.7.1 Características generales del proceso

Para contactar a la población del estudio, se realizó una petición formal mediante una carta de consentimiento informado al representante encargado de los deportistas de la selección de balonmano y al Kinesiólogo del centro de entrenamiento regional. Las evaluaciones se realizaron directamente en el centro de entrenamiento de alto rendimiento del Estadio Nacional Julio Martínez Prádanos, Ñuñoa.

5.7.2 Instrumentos utilizados:

Para las mediciones antropométricas el profesional certificado ISAK 1 utilizó una balanza marca SECA 700, Calibre de pliegues marca ROSSCRAFT, Cinta métrica marca: ROSSCRAFT, Calibre de diámetros chicos marca: ROSSCRAFT.

Para medir el riesgo de lesión, se utilizó como herramienta el Functional Movement Screening (FMS), cuyos resultados permitieron obtener valores cuantitativos que pueden categorizar a los deportistas dentro de un riesgo de lesión o fuera de este. (Anexo 2 FMS).

Para determinar los porcentajes de masa grasa, los deportistas fueron evaluados antropométricamente. Esta evaluación, contempla una valoración de “25” medidas corporales en las cuales se incluyen peso, talla, perímetros musculares, diámetros

óseos y pliegues cutáneos. La medición se realizó de acuerdo al protocolo propuesto por la ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) y el protocolo descrito por Norton y Marfell-Jones (Anexo 3). De estas mediciones, se extrajeron 4 medidas de los pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y supra iliaco), los cuales se emplearán para estimar el porcentaje de grasa de cada sujeto. Con la suma de los 4 pliegues mencionados, se ocupan las ecuaciones para predecir la densidad. En este estudio se utilizará la ecuación propuesta por Durnin y Rahaman (1967), la cual es específica para niños y adolescentes. Con los valores de densidad de cada sujeto, se estima el porcentaje de grasa, utilizando la ecuación propuesta por Siri (1961).

5.7.3 Protocolos y métodos de medición:

De un universo de 40 sujetos, se analizaron 20 deportistas varones de 11 a 15 años de edad, pertenecientes a la selección de Balonmano nivel iniciante del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano CER durante el año 2016 y que cumplieron con los criterios de inclusión descritos anteriormente, a los cuales se les midieron sus medidas antropométricas por un profesional certificado ISAK nivel 1 calculando las cifras de porcentaje de Masa Grasa (%MG) (n=20) y porcentaje de Masa Magra (%MM) (n=20), utilizando el método de fraccionamiento bicompartimental y ecuación de SIRI respectivamente. Simultáneamente se midió el Riesgo de Lesión (RL) de cada deportista con la herramienta Functional Movement Screening FMS, obteniendo las cifras de un total de 10 deportistas dentro del rango perteneciente a Riesgo de Lesión (n=10) y un total de 10 deportistas fuera rango valorándolos como sin Riesgo de Lesión (n=10) como aparece en la Figura 1.

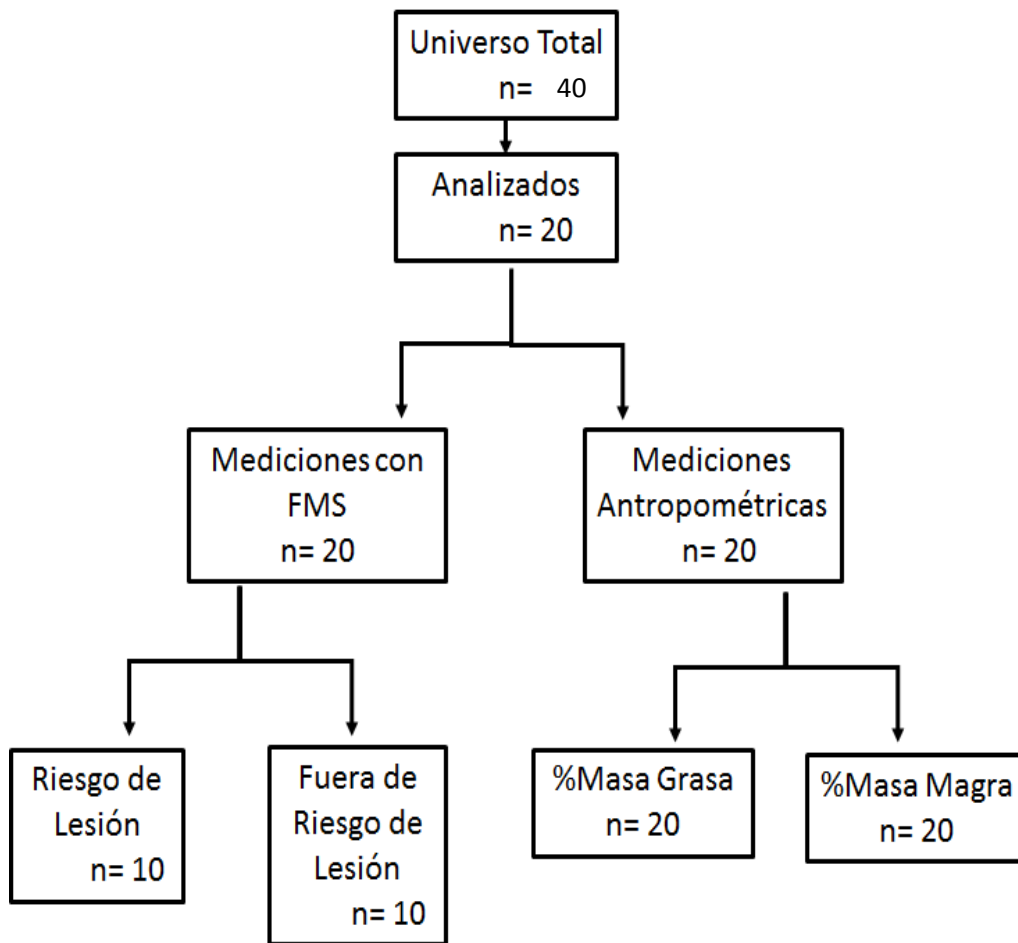


FIGURA 1. PROCESO REALIZADO EN EL ESTUDIO PARA LA TOMA DE MUESTRA.

5.7.4 Protocolo de análisis estadístico:

Se realizó la construcción de una base de datos en Microsoft Excel de las cifras obtenidas en las mediciones antropométricas de pliegues cutáneos y el puntaje obtenido con la herramienta de riesgo de lesión según FMS (RL). Luego de obtener una base de datos completa, se aplicó la ecuación de SIRI según el método bicompartimental para la obtención de la variable Porcentaje Masa Grasa (%MG). Se continuó con la correlación de las variables de %MG y RL y las edades pertenecientes a los deportistas de la disciplina de Balonmano iniciante del CER Metropolitano.

El contraste de hipótesis se realizó con la implementación de test estadísticos como Kolmogórov-Smirnov para observar la distribución paramétrica o no paramétrica, significancia y normalidad de las variables, Chi cuadrado para observar si el azar influirá en nuestros resultados además de la independencia entre las dos variables %MG y RL, por último se analizó la correlación de variables con el coeficiente Chi² de Pearson, lo que probabilísticamente permitió validar los resultados obtenidos.

Finalmente se hizo un análisis estadístico descriptivo con gráficos y tablas sobre los valores obtenidos, lo que permitió hacer un razonamiento en cuanto a las hipótesis establecidos previamente en el estudio.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ESTUDIO

6.1 Tabulación de la información

A continuación, la información obtenida de la medición de las variables fue seleccionada y tabulada en una tabla Microsoft Excel, se clasificó la muestra de un total de 20 sujetos ($n=20$) distribuyendo los datos en una categorización según edad, puntaje obtenido en el FMS, porcentaje de Masa Grasa obtenido con ecuación de SIRI y por último, porcentaje de Masa Magra restante, con los valores respectivos para la Media, Desviación estándar, Valor mínimo y Valor máximo (Tabla 1).

6.2 Análisis e interpretación de los datos estadísticos

6.2.1 Edad

Para la muestra constituida por 20 deportistas iniciantes de balonmano del CER metropolitano, se obtuvo la media de los resultados por categorías “Edad, FMS, %MG y %MM” (Tabla 1), donde se apreció que la media de edad de los deportistas de 11 a 15 años, fue de 13 años ($\bar{x}= 13,40$), con un límite superior e inferior de 15 y 11 respectivamente.

6.2.2 Riesgo de lesión

Para la variable Riesgo de Lesión de los deportistas de balonmano iniciante, la media resultó en 14 puntos ($\bar{x}= 14,45$) (valor dentro del rango de RL según FMS) con un puntaje superior límite de 18 pts. (FRL) y un puntaje inferior límite de 9 pts. (RL).

6.2.3 Masa grasa y masa magra

La media del %MG es igual a 16,73% ($\bar{x}=16,73$) con un límite superior de e inferior de 26,6% y 11,9% respectivamente y el %MM de 83,27% ($\bar{x}=83,27$) con límite superior e inferior de 88% y 73,3% respectivamente.

Para realizar un análisis de la información más profundo, se obtuvo la desviación estándar(o) de cada una de las variables por categorías (Tabla 1), en las cuales se apreció una variación con respecto a la media de 4,5 puntos para el %MG y %MM respectivamente ($\sigma= 4,52$ %MG $\sigma= 4,52$ % MM), un valor de 2 puntos de variación respecto a la media en el puntaje de FMS ($\sigma= 2,35$ FMS) y por último una variación de 1 año respecto a la media en la edad ($\sigma= 1,18$ Edad).

TABLA 1: ESTADÍSTICA DE LA MUESTRA SEGÚN VARIABLES

		Estadísticas			
		% M. Grasa	% M. Magra	FMS	Edad
N	Válido	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0
Media		16,727525	83,272475	14,45	13,40
Desviación estándar		4,5212777	4,5212777	2,350	1,188
Mínimo		11,9925	73,3525	9	11
Máximo		26,6475	88,0075	18	15
Percentiles	25	12,815877	81,194173	13,00	13,00
	50	15,421195	84,578805	14,50	13,00
	75	18,805827	87,184123	16,50	14,75

Tabla 1. Estadísticas de datos significativos sobre las variables %MG, %MM, FMS, Edad.

Dado el análisis de los datos resultó importante destacar en la estadística que la máxima porcentual de Masa Grasa (26,6% MG) coincidió con una tendencia creciente sobre el índice de riesgo de lesión (RL= 10 pts. para un puntaje $14 <$ pts. para RL), por otra parte una mínima en la estadística sobre %MG (11,9% MG) coincidió con la aparición de un puntaje de un deportista iniciante con una tendencia de fuera del riesgo de lesión (FRL= 15 pts para un puntaje >14 pts).

Sin embargo la tendencia común encontrada en el total de la muestra no reflejó esta relación al encontrar que 5 de 10 sujetos dentro del porcentaje perteneciente a Fuera de Riesgo de Lesión (FMS= >14 pts., color verde) (Gráfico 1) mostraron un %MG mayor a los 10 sujetos pertenecientes dentro del porcentaje de la muestra correspondiente a RL (color rojo). (Gráfico 1).

También es importante hacer mención a la edad de los deportistas, señalando que se encontró una tendencia al aumento sobre el índice de Riesgo de Lesión en sujetos de menor edad. En contraste con lo señalado anteriormente los sujetos de mayor edad tuvieron una tendencia a puntajes elevados en cuanto a las mediciones de Fuera de Riesgo de Lesión en el FMS. (Tabla 2)

TABLA 2: CATEGORIZACIÓN DE LAS VAIRABLES POR EDADES

EDAD	SUJETOS	FMS	%M.GRASA	%M.MAGRA
11 años	1	13	25,44	74,56
12 años	3	14	14,38	85,62
13 años	8	14	16,23	83,77
14 años	3	13	20,30	79,70
15 años	5	16	15,05	84,95
TOTAL	20	70	91,40	408,6
PROMEDIO	4	14	18,28	81,72

Tabla 2. Promedio de los resultados obtenidos: Puntaje FMS, %MG y %MM separados según Edad

6.3 Categorización de los deportistas según FMS medido en porcentaje

La variable Riesgo de Lesión luego de ser medida con la herramienta FMS, arrojó un resultado importante al señalar que la mitad de la muestra fue categorizada dentro del “rango perteneciente a Riesgo de Lesión” (menor o igual a 14 puntos) en el resultado de las pruebas realizadas, y lo que indica porcentualmente corresponde a un 50% de la muestra (n=10). Por otra parte se observó que el otro 50% de los deportistas de balonmano iniciante están fuera de “riesgo de Lesión” (n=10) como lo muestra el Gráfico 1.

GRÁFICO 1: PORCENTAJE DE RIESGO DE LESION SEGÚN LA MUESTRA

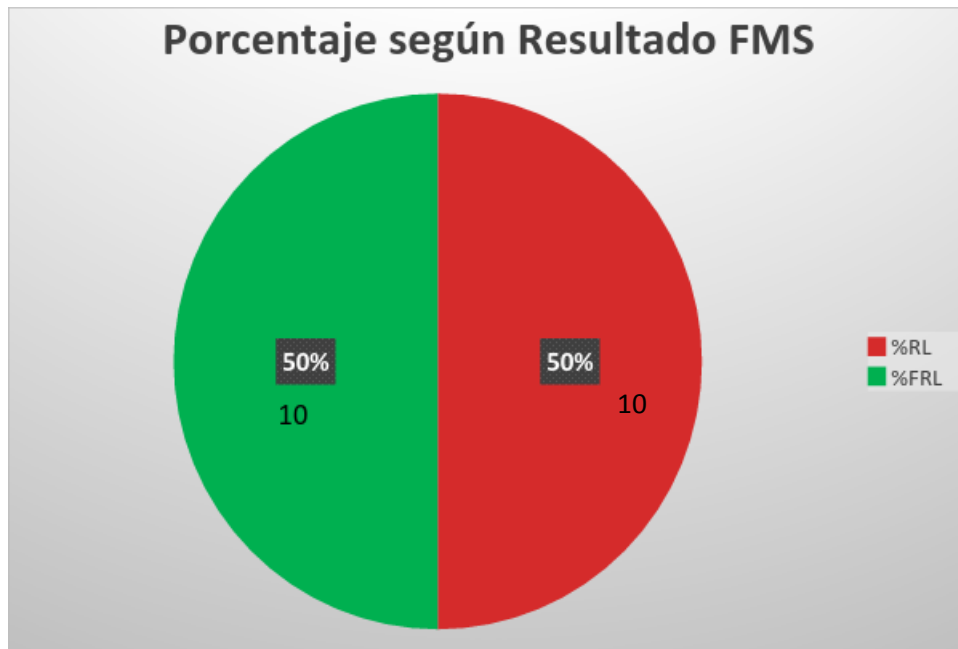


Gráfico 1. Resultados del FMS medidos en porcentaje, categorizando a los deportistas con riesgo de lesión (%RL) y fuera de riesgo de lesión (%FRL)

6.4 Análisis de pruebas estadísticas de las variables estudiadas

Al relacionar las variables de %MG y RL de la muestra, con la prueba Chi-cuadrado de Pearson (X^2), aplicada por los evaluadores en conjunto con un estadístico asesorado, para muestras pequeñas inferiores a 50 casillas, se encontró un valor de ($X^2=110,500$) el cual tiene asociada una probabilidad de significancia alta de 0,266 (Tabla 3) y por consiguiente se decidió aceptar la hipótesis de independencia entre ambas variables. En conclusión ambas variables FMS y %MG no están relacionadas entre sí, ya que hay una alta probabilidad de que los datos de una muestra aleatoria extraída de estas dos variables sean independientes (Tabla 3).

TABLA 3: PRUEBA ESTADÍSTICA CHI CUADRADO DE PEARSON

Prueba de Chi-cuadrado

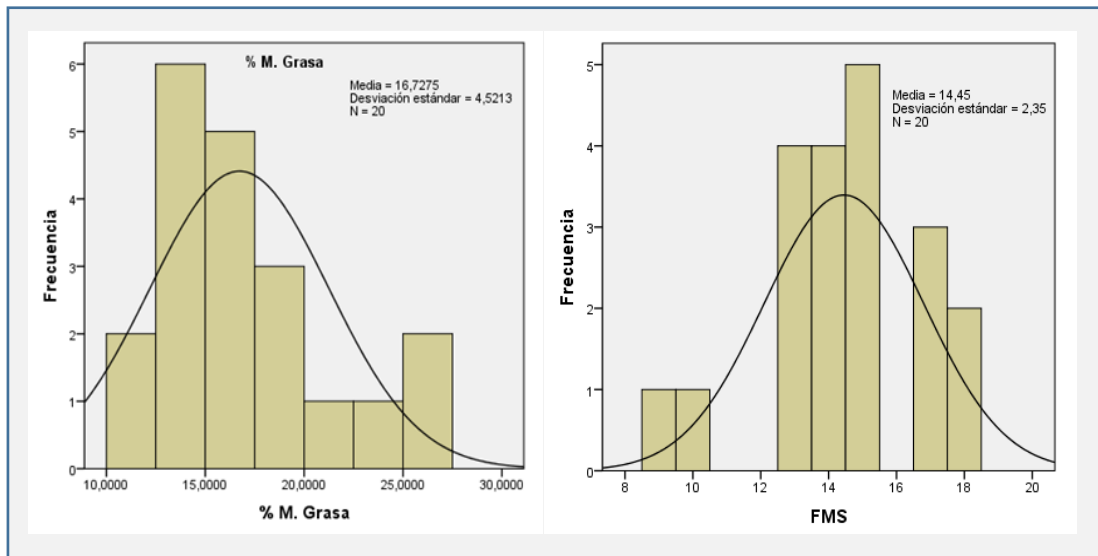
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	110,500 ^a	102	,286
Razón de verosimilitud	86,645	102	,997
Asociación lineal por lineal	,861	1	,416
N de casos válidos	20		

Tabla 3. 126 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 6. (El recuento mínimo esperado es de 0.05).

6.5 Distribución normal de las variables

Para contrastar la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí y corroborar la distribución normal de las variables de %MG, %MM, FMS y Edad, se utilizó la prueba de Kolmogórov- Smirnov (K-S), la cual arrojó un resultado en las variables graficadas mostrando una distribución normal en el histograma, simulando el caso de que las variables tuviesen una distribución desconocida. (Gráfico 2)

GRÁFICO 2: HISTOGRAMAS Y DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LAS VARIABLES

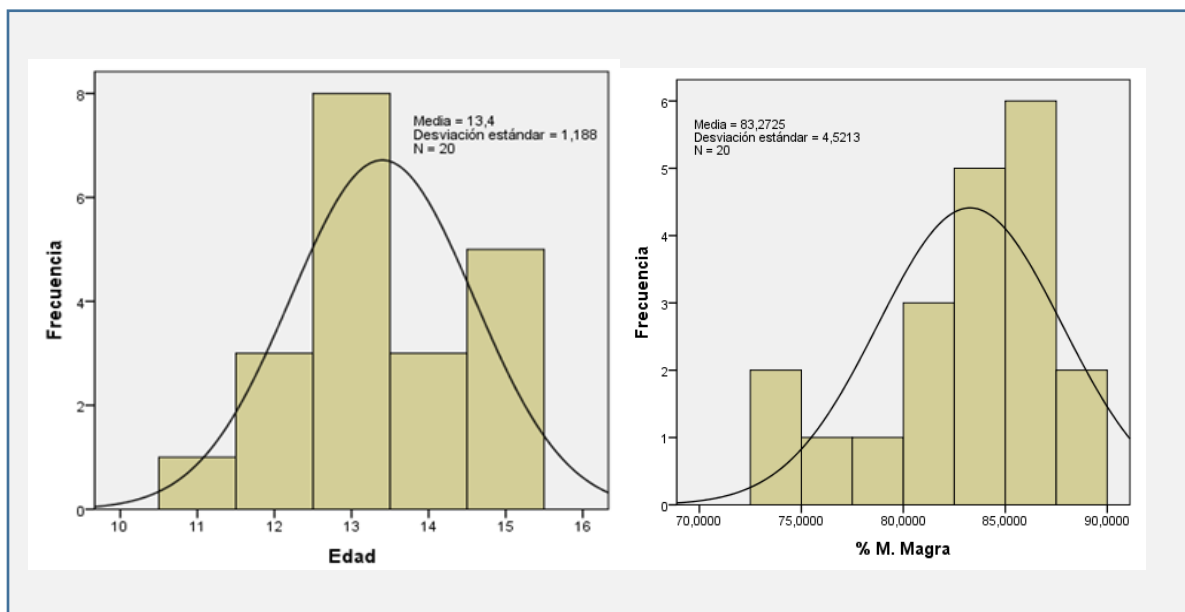


Media= 16,72

Media=14,45

Desviación estándar= 4,52

Desviación estándar= 2,35



Media= 83,27

Media=13,4

Desviación estándar= 4,52

Desviación estándar=1,18

Gráfico 2. Histograma y distribución de variables %MG, %MM, RL (FMS) y Edad. Se determinó la bondad de ajuste para la muestra con el test de Kolmogórov- Smirnov.

6.6 Contraste de Hipótesis y Correlación de las variables de estudio

Finalmente se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (p) para la cual se realizó la asociación lineal entre las dos variables de %MG y FMS (RL) para demostrar la correlación, al ser su valor de ($r = -0,186$) para ambas variables, se evidenció un rechazo a la hipótesis nula (H_0). (Tabla 4).

TABLA 4: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

		Correlaciones	
		% M. Grasa	FMS
% M. Grasa	Correlación de Pearson	1	-,186
	Sig. (bilateral)		,431
	N	20	20
FMS	Correlación de Pearson	,186	1
	Sig. (bilateral)	,431	
	N	20	20

Tabla 4. Coeficiente de correlación de Pearson: La prueba de Pearson (p) es una medida de la asociación lineal entre dos variables. Los valores del coeficiente de correlación van de ($r = -1$ a 1). El signo del coeficiente indica la dirección de la relación (en este caso relación negativa débil) y su valor absoluto indica la fuerza. Los valores mayores indican que la relación es más estrecha.

GRÁFICO 3: CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES PORCENTAJE MASA GRASA Y RIESGO DE LESIÓN

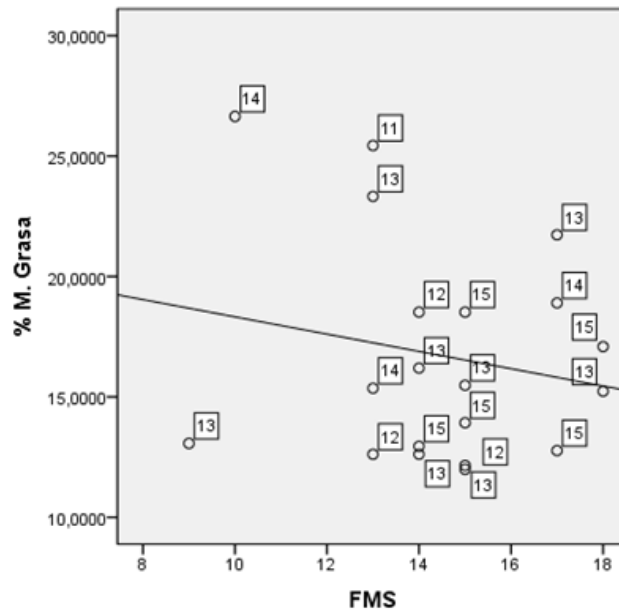


Gráfico 3. Diagrama de dispersión para la variable porcentaje Masa Grasa (%MG) y Riesgo de Lesión (FMS). Los valores del coeficiente van de $(r = -1$ a $1)$. El valor obtenido fue de $(r = -0,186)$ según valor estadístico para el Coeficiente de Pearson indicando la tendencia a una correlación negativa débil.

Igualmente se demostró mediante un diagrama de dispersión que la correlación fue negativa-débil $(-1 < r < 1)$. Por lo tanto no existe una relación lineal y se rechaza la hipótesis nula nuevamente, se acepta la hipótesis de independencia (H1) y por lo tanto, podemos concluir que las variables RL y %MG no están relacionadas entre sí. (Gráfico 3).

7. CONCLUSIÓN

En este estudio no se logra una correlación significativa entre las variables de alto porcentaje de masa grasa y riesgo de lesión en los deportistas de Balonmano nivel iniciante del Centro de Entrenamiento Regional Metropolitano CER, durante el periodo comprendido entre el primer y segundo semestre del año 2016 Santiago, Chile, ya que en esta etapa de madurez existen múltiples factores que podrían alterar la puntuación del FMS, como por ejemplo la edad de los sujetos y los distintos procesos fisiológicos y neuromusculares que son propios de la etapa de desarrollo inicial frente a la preparación deportiva. En cuanto a la muestra, ésta es muy acotada, por lo que pudo influir estadísticamente en los resultados obtenidos.

Sin embargo los sujetos de edades más tempranas (11 y 12 años), y con altos índices de porcentaje de grasa en la muestra, sí dieron una baja puntuación en el FMS (<14pts.) y por ende mayor riesgo de lesión. Dejando abierta la posibilidad a futuras investigaciones dando así nuevas evidencias en adolescentes y así aportar en la prevención de lesiones de los deportistas en proceso de formación.

8. DISCUSIÓN

Respecto a nuestro estudio, no existe relación entre las variables. Se obtuvo que nuestra hipótesis resultó rechazada, al no tener una relación significativa en el alto porcentaje de masa grasa almacenada en el cuerpo del deportista adolescente, medida con el modelo bicompartimental y ecuación de SIRI, junto con el riesgo de lesión, según la herramienta utilizada FMS. Sin perder la posibilidad de tener una herramienta confiable y con evidencia que pudiese ser un método predictor de lesiones en los deportistas con alto porcentaje de masa grasa.

La muestra evaluada fue de 20 deportistas adolescentes iniciantes entre 11 y 15 años en el cual el %MG, salvo en tres casos en particular obtuvieron un alto %MG y según su el IMC con un sobrepeso, Los demás resultados están dentro de los parámetros normales a su edad según la OMS y no sería un factor significativo en la relación con el FMS, ya que cinco de los valores más altos de %MG (excluyendo 3 casos con sobrepeso) están fuera del riesgo de lesión según la puntuación del FMS y además son sujetos con entrenamiento aeróbico constante y con un seguimiento nutricional para prevenir el sobrepeso. Lo que nos da a pensar que los bajos puntajes obtenidos en la herramienta FMS, pueden ser por distintos factores y características físicas, ya sea por deficiencia en sus patrones de movimiento, flexibilidad, fuerza, etc., sin descartar que el alto porcentaje de masa grasa podría aumentar las posibilidades de tener una menor puntuación en el FMS y por ende un mayor riesgo de lesión, ya que según nuestro estudio los niños con mayor %MG, y con sobrepeso según la OMS tuvieron una puntuación bajo los 14 puntos (>RL).

La posibilidad de que las mediciones puedan haber sido alteradas, ya sea por mala ejecución y precisión en la evaluación de la antropometría y el FMS es mínima, ya que fue realizada por un profesional certificado ISAK nivel 2 y en FMS nivel 2

siguiendo los protocolos establecidos según la norma, para que los resultados sean confiables. Sin embargo no se puede descartar que sería un factor de error a tener en cuenta en este estudio.

En consecuencia con lo mencionado anteriormente, la confiabilidad de la herramienta FMS, dependerá bastante del evaluador y de tener un conocimiento suficiente respecto al análisis del movimiento en estas siete pruebas, al comparar las puntuaciones del FMS entre evaluadores profesionales vs evaluadores con experiencia, se evidencian variaciones en los resultados obtenidos.⁴² Una observación interesante fue que los evaluadores con menos experiencia (el entrenador atlético y el fisioterapeuta) tuvieron una confiabilidad justa, mientras que los evaluadores con más de 2 años de experiencia tuvieron mala confiabilidad.⁴² En un estudio similar, los investigadores que evaluaron algunas de las tareas del FMS encontraron que la fiabilidad de la tendencia en línea era buena, mientras que era deficiente en otros estudios.⁴⁹ Con una variedad de experiencia y profesiones, sacar conclusiones de estos hallazgos es difícil, y los futuros investigadores deben determinar si la profesión o la experiencia influyen en la confiabilidad. No podemos determinar si estos resultados se deben a la ambigüedad de los criterios de calificación o a la necesidad de un mejor entrenamiento del evaluador.

Ésta discusión nos da como referencia la importancia de ser un profesional capacitado y con experiencia, ya que al ser movimientos fundamentales/básicos y que a la vista se ven simples de realizar, se debe tener un análisis riguroso y preciso de la ejecución de cada una de estas pruebas y así no tener alteraciones por más mínimo que sea la deficiencia del movimiento, comparándose bilateralmente al sujeto ya que la valoración es de 0 siendo el peor puntaje y 3 el mayor puntaje teniendo un margen de error muy sensible.³⁴

La dificultad potencial en la evaluación de estos movimientos en nuestro estudio puede deberse a la incertidumbre en los criterios de puntuación de una tarea compleja que involucra múltiples articulaciones y cualidades físicas complejas como el equilibrio, la coordinación y la estabilidad.¹⁴ Sin embargo, Al igual que Minick et al⁴⁴, creemos que el entrenamiento del evaluador es un componente importante.

El FMS es una herramienta nueva y controversial, sobre todo en los adolescentes, ya que no existe mucha evidencia respecto a la medición del riesgo de lesión en sujetos en edades tempranas.⁴⁴

De los diez resultados con riesgo de lesión según el FMS. Siete de ellos son menores de 13 años y tres están cercanos al límite de corte de riesgo de lesión con 15 pts. Lo que la teoría de que la edad podría ser un factor a tener en cuenta en un mal resultado, sería relevante en el estudio.

La madurez en esta etapa de la vida tiene efectos sustanciales en el rendimiento del FMS. La evaluación del FMS parece variar según las distintas etapas de maduración.¹⁹ Lo que se demostró en el presente estudio al comparar los resultados obtenidos de sujetos entre los 11 y 12 años con sujetos de 14 y 15 años.

Se fundamenta que existe una "ventana de oportunidad" prepuberal alrededor de los 11 años de edad, relacionada con mejoras en la eficiencia neuromuscular como resultado de mejorar la coordinación motora.⁵² Estas mejoras resultan de la madurez completa del sistema nervioso en los primeros tiempos. Se sabe que la eficiencia neuromuscular, la coordinación, la destreza y el aprendizaje de habilidades se desarrollan debido a estos efectos⁵². Por lo tanto, los sujetos de mayor edad en la muestra, podrían haberse visto beneficiados de los aumentos de fuerza causados por la madurez del sistema nervioso. Por el contrario, sujetos de menor edad se vieron

perjudicados en ese sentido por estar en una etapa de transición prepuberal en comparación con sus compañeros de equipo. Estos datos en particular ponen en tela de juicio la validez del uso de las pruebas FMS para los grupos de edad prepuberiana. Debiese considerarse el uso del FMS como una prueba desde las etapas de desarrollo final de la juventud en adelante, donde los sujetos pueden verse beneficiados de la madurez del sistema nervioso, que al parecer mejora su capacidad para realizar las pruebas funcionales.⁴⁷

En un análisis longitudinal de sujetos de ambos sexos de edades tempranas, con un estado de madurez contrastado, los sujetos de maduración temprana tenían mayor fuerza muscular que los sujetos de madurez tardía en todas las edades entre 11 y 17 años.⁴⁷

Para lograr una puntuación de 3 en la prueba de “Estabilidad de Tronco y Flexión de Brazo” las manos se colocan junto a la frente mientras el cuerpo está en posición prona antes de que el jugador realiza un “push-up”, levantando su torso entero para terminar con los brazos rectos, equilibrado sólo en sus manos y pies, una prueba en la cual gran cantidad de fuerza es requerida.⁴⁸ Los cambios hormonales y relacionados con el crecimiento desde la pubertad asociados con la etapa posterior a la pubertad, significan que los sujetos masculinos se benefician del aumento de la masa muscular y la fuerza. El aumento de la fuerza puede explicar por qué una proporción mucho mayor de sujetos posteriores a la pubertad, pueden completar las pruebas FMS por encima del umbral de ≥ 4 en comparación con los jugadores pre puberianos. La fuerza continúa aumentando en los hombres durante la adolescencia y la masa muscular máxima ocurre entre las edades de 18-25 años.⁴⁸

Otro factor que influye es la disposición de la muestra para participar en el estudio. Al querer realizar la prueba de manera rápida, sin dar su mayor esfuerzo, ya que las evaluaciones fueron realizadas durante las horas de su entrenamiento. En el cual perdían tiempo para realizar su actividad deportiva.

Se pensó que los temas de desarrollo cognitivo, psicológico y anímico, pudieran ser una variable a considerar, por lo que factores como no entender la prueba o bajos niveles de concentración pueden disminuir el puntaje del FMS.

Un factor importante pudo haber sido el seguimiento médico y antecedente de lesiones previas a la evaluación del deportista, puesto que podría haber afectado en los resultados finales por efectos mencionados anteriormente en el estudio.⁷

Finalmente se encontró una limitación en el modelo bicompartimental y en la ecuación de SIRI que podrían haber influido en los resultados del estudio¹⁹, modelo utilizado en el estudio por motivos de costo, tiempo y disponibilidad. La limitación se origina especialmente en la medición de sujetos pre adolescentes, ya que las proporciones o densidades de los componentes de la MLG y su promedio de densidad que difieren significativamente de los valores de referencia para los sujetos adultos.¹⁹

La utilización de modelos más específicos que aportarían mejores resultados en las ecuaciones de predicción, como lo es el modelo pentacompartimental, requieren un mayor costo/tiempo tanto de los evaluadores, como la disponibilidad de los sujetos evaluados.

Finalmente un factor importante a tener en cuenta en el estudio fue el tiempo y las disponibilidad tanto del profesional encargado de las mediciones como de los evaluados (deportistas), por motivos de autorización en el centro de alto rendimiento y torneos del seleccionado de balón mano. Lo que nos llevó a reducir el tamaño de la muestra adaptándonos al modelo bicompartimental y a reducir las variables del estudio.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Navas Olmos Jesus, La rehabilitación en el deporte: Concejo de investigaciones científicas. Arbor (Esp) 2000; 650 : 227-248. Disponible en: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewFile/967/974>
2. Medina Daniel, Lizarraga Antonia, Drobnic Franchek: Prevención de lesiones y nutrición en el fútbol. Sport Science Exchange (Barc) 2014; 27 (132): 1-5
Disponible en:
http://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/132_daniel_medina-antonia_lizarraga-franchek_drobnic-.pdf?sfvrsn=2
3. S. Atalah Eduardo, Epidemiología de la obesidad en Chile. Rev. Med. Clin. Condes 2012; 23 (2): 117-123. Disponible en: http://www.clc.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2012/2%20marzo/Dr_Atala-3.pdf
4. Diaz J, Espinoza Navarro O, Determinación del porcentaje de masa grasa, según mediciones de perímetros corporales, peso y talla: un estudio de validación. Int. J. Morphol 2012; 30 (4): 1604-1610. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v30n4/art54.pdf>
5. Ordonez, F. J.; Rosety, I.; Fornieles, G.; Rodriguez-pareja, A.; Rosety, M. A.; Alvero-Cuz, J. R. & Rosety-Rodriguez, M. Ecuación predictora de masa grasa corporal en deportistas con lesión medular crónica: estudio piloto. Int. J. Morphol., 2014; 32(1):261-266. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v32n1/art43.pdf>

6. Cardero Ángeles María, Lesiones musculares en el mundo del deporte. Rev. De ciencias del deporte 2008; 4 (1) 13-19 Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2942968.pdf>
7. Garrison Michael, Westrick Richard, Benenson Jonathan, Johnson R. Michael, Association Between The Functional Movement Screen And Injury Development In College Athletes. The IJSPT 2015; 10 (1) 21-28 Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4325284/pdf/ijspt-01-021.pdf>
8. Barraza Gómez, Fernando & Rodríguez Rodríguez, Fernando, Comparación De La Masa Muscular Y Masa Grasa De Estudiantes De Primer Año De Educación Física. Revista Motricidad Humana 2011; 12 (1): 34-39 Disponible en:
http://www.revistamotricidad.com/wp-content/uploads/2013/01/COMP_MASA_MUSCULAR.pdf
9. Rita S. Chorba, David J. Chorba, Lucinda E. Bouillon, Corey A. Overmyer, James A. Landis, Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes. NAJSPT 2010; 5 (2) 47-54 Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953387/>
10. Agel J, Dompier TP, Dick R, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate men's ice hockey injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. J Athl Train. 2007; 42:241-248.
11. Trexler, Eric T.; Smith-Ryan, Abbie E.; Mann, J. Bryan; Ivey, Pat A.; Hirsch, Katie R.; Mock, Meredith. Longitudinal Body Composition Changes in NCAA Division I College Football Players, Original Research. 2017; 31

(1) 1-8

12. Bahr R, Reeser J. Injuries among world-class professional beach volleyball players. The Federation International de Volleyball beach volleyball injury study. *Am J Sports Med.* 2003; 31:119-125
13. Gnacinski S, Cornell D, Meyer B, Arvinen-Barrow M, Earl-Boehm. Functional Movement Screen Factorial Validity and Measurement Invariance Across Sex Among Collegiate Student-Athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2016; 30 (12) 3388-3395
14. Swenson DM, Henke NM, Collins CL, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of United States high school sports-related fractures, 2008-09 to 2010-11. *Am J SportsMed.*2012; 40(9):2078-2084.
15. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, et al. The functional movement screen: a reliability study.*J Orthop Sports Phys Ther.* 2012; 42(6):530-540
16. Gnacinski S, Cornell D, Meyer B, Arvinen-Barrow M, Earl-Boehm. Functional Movement Screen Factorial Validity and Measurement Invariance Across Sex Among Collegiate Student-Athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2016; 30(12) 3388-3395
17. Bonazza N, Smuin D, Onks C. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine.* 2016; 29 (4) 3-10
18. Bere T, et al. Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. *British Journal of Sports Medicine.* 2015; 49 1151–1156

19. Ramón J, Composición corporal en niños y adolescentes, Archivos de Medicina del Deporte. 2009; 26 (131) 228-237
20. Carl J. Caspersen, Physical Activity, Exercise, And Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. Public Health Report 1985; 100 (2): 126-131 Disponible en: <http://pubmedcentralcanada.ca/pmcc/articles/PMC1424733/pdf/pubhealthrep0100-0016.pdf>
21. Wiliam Carvajal- Veitía, Protocolo de la composición corporal para el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo. Rev.Cub.Med.Dep & Cul. Fis. 2011; 5 (3) 2-22
22. Ramón J., Composicion corporal en niños y adolescentes. Medicina del deporte 2009; 26 (131) 228-237 Disponible en: http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/revision_composicion_228_131.pdf
23. Morrison JA, Guo SS, Specker B, Chumlea WC, Yanovski SZ, Yanovski JA . Assessing the body composition of 6 17 year old black and white girls in field studies. Am J Hum Biol 2001;13:249-54
24. Vallejo C.L, Desarrollo de la condición física y sus efectos sobre el rendimiento físico y la composición corporal de niños futbolistas. (Tesis Doctoral),Barcelona: Universidad autónoma de Barcelona; 2002.
25. Barraza G.F, Rodríguez R.F, Comparacion de la masa muscular y la masa grasa en estudiantes de primer año de educación física. Revista Motricidad Humana 2011; 12 (1) 34-39

26. Trexier, Eric T, Smith-Ryan, Abbie E, Mann J B, Longitudinal Body Composition Changes in NCAA Division I College Football Players. *Journal of Strength & Conditioning Research* 2017; 31 (1) 1-8
27. Yamileth Marcano, Jeaneth Torcat, Luisa Ayala, Funciones endocrinas del tejido adiposo. *Revisión. Rev. Venez. Endocrinol Metab* 2006; 4 (1): 15-21
28. Hironori Waki, Peter Tontonoz, Endocrine Functions of Adipose Tissue. *Annu Rev. Pathol.* 2007; 2: 31-56 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18039092>.
29. Díaz J, Espinoza-Navarro O, Determinación del Porcentaje de Masa Grasa, según Mediciones de Perímetros Corporales, Peso y Talla: Un estudio de Validación. *Int. J. Morphol.* 2012; 30(4): 1604-1610 Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022012000400054&lng=es
30. Katherine M. Flegal, Margaret D. Carrol, Brian K. Kit, Prevalence of Obesity and Trends in the Distribution of Body Mass Index Among US Adults. *JAMA.* 2012; 307(5): 491-497 Disponible en: <http://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/1104933>
31. Perez Miguelsanz M.J, Cabrera ParraW. Barela Moreiras G, Distribucion regional de la grasa corporal: Uso de técnicas de imagen como herramienta diagnostico nutricional. *Nutr.Hosp.* 2010; 25(2): 207-223 Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000200003&lng=es.

32. OMS. Organización Mundial de la Salud. [Online].; 2016 [cited 2016 Julio 22]. Disponible en:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
33. Oscar Rosas, Roy Chaña, Julia Gago, Evaluación antropométrica realizada a jugadoras del equipo juvenil de voley del Perú: Seis meses antes del mundial juvenil de vóley Perú. Revista Peruana de Epidemiología. 2013; 17 (2) 1-8
34. Rodríguez F, Perfil antropométrico de los jugadores profesionales de Voleibol Sudamericano. International Journal of Morphology. 2009; 27 (1): 53-57
Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022009000100010
35. UNISDR. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. [Online].; 2009 [cited 2016 Junio 15]. Disponible en:
http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
36. CASÁIS MARTÍNEZ L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2008; 157 30-40
37. Panza Cesar J, La Alimentación y la composición corporal como factores asociados a la aparición de lesiones musculotendinosas en jugadores de básquet de la ciudad de Córdoba, As. K. D. 2009; 14 (42): 16-22 Disponible en:
http://catalogosuba.sisbi.uba.ar/vufind/Record/oai::catalogo:CatalogoRevar_36623
38. Malliaras P, Cook JL, Kent PM. Anthropometric risk factors for patellar

tendon injury among volleyball players. *Br J Sports Med* 2007;41:259–63
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2658960/>

39. Krauss MR , Garvin NU, Boivin MR, Cowan DN. Excess Stress Fractures, Musculoskeletal Injuries, and Health Care Utilization Among Unfit and Overweight Female Army Trainees. *AM J. Sports Med.* 2016; Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546516675862>
40. Michael Garrison, Richard Westrick, Michael R. Johnson, Jonathan Benenson, Association Between The Functional movement Screen And Injury Development in College Athletes. 2015; 10 (1) 21-28
41. Burton L C, Hoogenboom B, Voight M. Functional Movement Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function Part 2. *The International Journal of Sports Physical Therapy.* 2014 August; 9(4).
42. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Bryant M. *Movement: Functional Movement Systems: Screening—Assessment—Corrective Strategies* Aptos , editor. CA: On Target Publications; 2010.
43. Schneiders AG DÅHESJ. FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN NORMATIVE VALUES IN A YOUNG, ACTIVE POPULATION. *The International Journal of Sports Physical Therapy.* 2011 June; 6(75).
44. Minick KI, Kiesel KB, Burton L, Taylor A, Plisky P, Butler RJ. Interrater reliability of the functional movement screen. *J Strength Cond Res.* 2010;24(2):479–486.
45. Amir Letafatkar, Malihe Hadadnezhad, Sadredin Shojaedin, Elham Mohamadi, Relationship between Functional Movement Screening Score and

History of Injury. 2014; 9 (1): 21-27

46. Cook EG, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight, M. Clinical Commentary. Functional movement screening: the use of Fundamental movements as an assessment of Function -Part 1. The International Journal of Sports Physical Therapy, 2014; 9(3): 396-409.
47. Rita S. Chorba, David J. Chorba, Lucinda E. Bouillon, Corey A. Overmyer, James A. Landis. Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes 2010; 5 (2); 47-54
Disponibile en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953387/pdf/najspt-05-047.pdf>
48. Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason functional Movement Screen?. N Am J Sports Phys Ther. 2007; 2(3): 147-158.
49. Chorba R, Chorba D, Bouillon L, Overmyer C, Landis J. Use a functional Movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. N Am J Sports Phys Ther. 2010; 5(2): 47-54.
50. Jacobo Núñez M, Marrero Riverón LO, Castro Soto del Valle A. Lesiones de partes blandas en atletas de alto rendimiento. Rev Cubana Ortop Traumatol 2004; 18(2).
51. Carr K. Musculoskeletal injuries in young athletes. Clin Fam Pract. 2003; 5: 385-415.

52. Godoy-Cumillaf A, Valdés-Badilla P, Salvador Soler , Carmona-López , Fernández J. Características Antropométricas de Adolescentes Pertenecientes a Distintas Escuelas Deportivas Formativas. *International Journal of Morphology*. 2015 September; 33(3)(1065-1070).
53. Pantelis T N, Ingebrigtsen J. Physical and Physiological Characteristics of Elite Male Handball Players from Teams with a Different Ranking. *Journal of Human Kinetics*. 2013 September; 38 (115–124).
54. Moncef , Said , Olfa , Dagbaji. Influence of Morphological Characteristics on Physical and Physiological Performances of Tunisian Elite Male Handball Players. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2012 June; 3(2)(74–80.).
55. Gutiérrez-Davila M, Ortega M, Párraga J, Campos J, Rojas F. Variabilidad de la secuencia temporal de la cadena cinética en el lanzamiento de balonmano. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2011 June; 11 (43)(455-471).
56. D.J. Cornell et al. Influence of body mass index on movement efficiency among firefighter recruits. *Integrative Health Care & Performance Unit*. 2015 ago. 679-687. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27286070>
57. Duncan MJ, Stanley M, Wright SL. The association between functional movement and overweight and obesity in British primary school children. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet] 2013;5(1). disponible en: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/2052-1847-5-11.pdf>

58. Hills AP, Henning EM, Byrne NM, Steele JR. The biomechanics of adiposity structural and functional limitations of obesity and implications for movement. *Obes Rev* 2002;3(1):35-43.
59. Wearing SC, Henning EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obes Rev* 2006;7(1):13-24.
60. Fregly AR, Oberman A, Graybiel A, Mitchell RE. Thousand aviator study: nonvestibular contributions to postural equilibrium functions. *Aero Med* 1968; 39: 33–37.
61. Emilio González Jiménez. Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinol Nutr.* [Internet] 2013;60:69-75. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-composicion-corporal-estudio-utilidad-clinica-S1575092212001532>

10.ANEXOS Y APÉNDICES

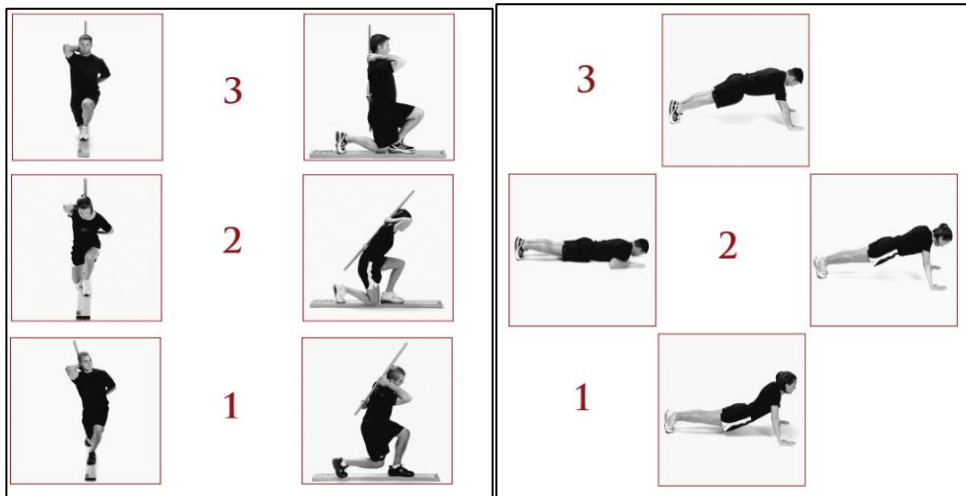
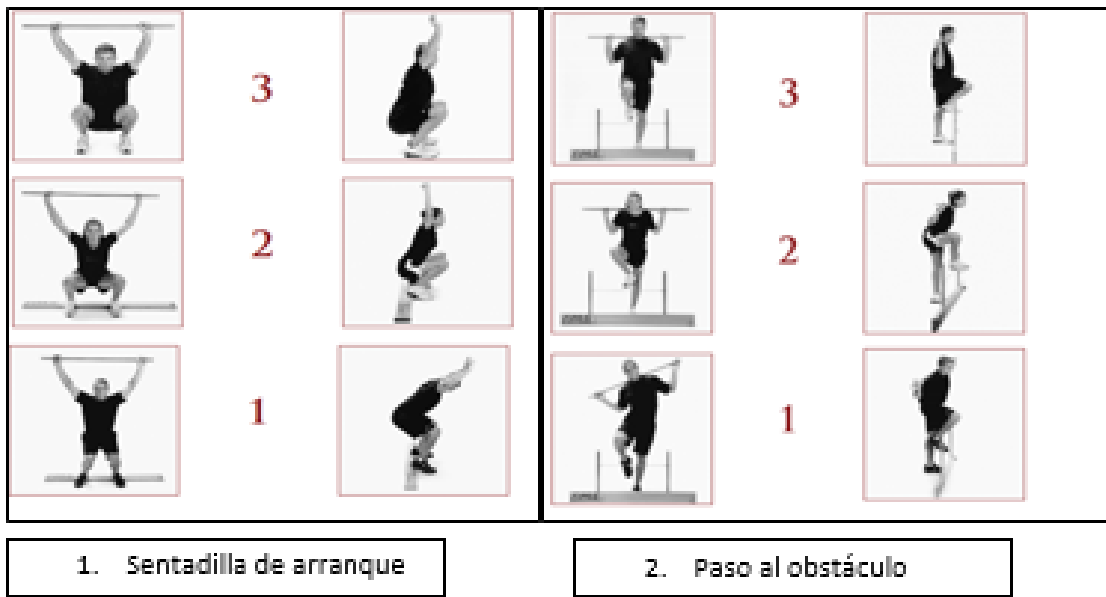
ANEXO 1: Clasificación del estado nutricional y riesgo de salud según OMS

Puntuación IMC	Clasificación	Riesgo para la Salud
<18,5	Bajo Peso	Mínimo*
18,5-24,9	Normal	Bajo
25,0-29,9	Sobrepeso	Moderado
>30,0	Obesidad:	
30,0-34,9	Grado 1	Elevado
35,0-39,9	Grado 2	Muy elevado
>40	Grado 3, extrema	Extremadamente elevado.

*Valores <17 pueden implicar riesgo para la salud

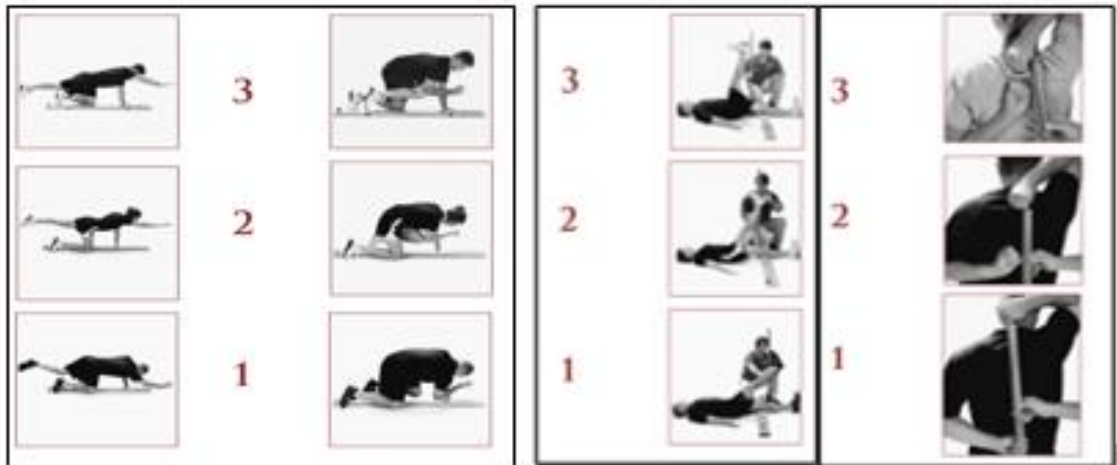
Tabla de datos perteneciente a valores del IMC según OMS.

ANEXO 2: Pruebas específicas del FMS



Estabilidad de tronco y flexión de brazos.

Estocada



5. Estabilidad de tronco en rotación, 6. Pierna recta estirada, 7. Movimiento de Hombros.

ANEXO 3: Protocolo de medición Composición corporal

Para la determinación de la CC, se aplica el método de Dheborra Kerr (Kerr, 1988), a partir de las mediciones antropométricas que incluyen la medición de peso, estatura de pie, perímetros corporales, diámetros óseos y pliegues cutáneos. Se le solicita a cada participante que asista a la medición antropométrica con ropa adecuada que no estorbe las mediciones; en el caso de los hombres asistir con pantalón corto, y mujeres con pantalón corto y peto. Por convención las mediciones se realizan en el hemicuerpo derecho (Norton K2004), y bajo el protocolo de marcaje y medición de la ISAK, siempre por el mismo evaluador, especialista ISAK nivel I, capacitado para realizar el perfil antropométrico restringido de los estudiantes. Para el cálculo del IMC, se realizan las mediciones de talla y peso y se aplican a la fórmula internacional de IMC ($IMC = \text{Peso} / \text{Talla}^2$).

- Estatura: Definida como la distancia entre el vértex y el plano de sustentación. Para su medición se utiliza un estadiómetro y debe hacerse con el sujeto de pie, sin zapatos y completamente estirado. La medición se expresa en centímetros.

- Peso: Es la medición antropométrica más común, y se refiere a la masa corporal del individuo. Para su medición se utiliza una balanza, y requiere que el sujeto se encuentre con la menor ropa posible, de pie en el centro de la balanza.

El resultado se expresa en kilogramos. Para la medición de los pliegues cutáneos, se utiliza un calibrador de forma de pinza (plicómetro) para estimar la grasa ubicada a nivel subcutáneo (Norton K, 2004). Los pliegues medidos para la investigación son: tricipital, subescapular, bicipital, supraespinoso, cresta iliaca, abdominal, muslo

anterior y pantorrilla medial. Con el sujeto a evaluar de pie, el evaluador identifica las zonas exactas de medición (marcas anatómicas) y las marca con un lápiz dermatológico. Luego de marcar los puntos, toma cada pliegue cutáneo firmemente entre el dedo pulgar e índice, cogiendo sólo piel y grasa subcutánea y separándolas del tejido muscular. Con la otra mano el evaluador mantiene el calibrador de forma perpendicular al pliegue, y luego se ejerce la presión sobre éste para hacer la medición; el calibrador ejerce una presión constante de 10 gramos por milímetro² en el punto de contacto de este con la piel. La lectura del resultado se hace en milímetros, inmediatamente después de dos segundos de haber ejercido la presión sobre el pliegue. Para la medición de los perímetros corporales se utiliza una cinta métrica de acero, flexible e inextensible. La medición se hace con el sujeto de pie, con la cinta tensa rodeando todo el segmento, pero sin comprimir. Se mide en la zona de mayor diámetro de circunferencia los perímetros de brazo relajado, brazo contraído, glúteo y pantorrilla, y en la zona de mínima circunferencia para la medición del perímetro de cintura. La lectura se hace en centímetros. Finalmente se realiza la medición de los diámetros óseos: en esta investigación se miden los diámetros humeral (codo) y femoral (rodilla). Son medidos con un instrumento llamado Vernier, y en este caso corresponden a la distancia medida entre los epicóndilos 42 medial y lateral del húmero y los cóndilos medial y lateral del fémur. Para la medición del diámetro humeral, el sujeto debe apoyar su mano derecha en la frente, con el codo en flexión de 90 grados. Para medir el diámetro femoral, el sujeto debe permanecer sentado, con flexión de 90 grados de rodilla. En ambos casos, el evaluador palpa las eminencias óseas, y sitúa en los calibre directamente sobre éstas, de modo que las ramas del calibre Vernier se orienten de arriba hacia abajo en un ángulo de 45 grados con respecto al plano horizontal, manteniendo la presión firme con los dedos índices cuando se lee el valor (Norton K, 2004). La lectura se hace en centímetros. Cada medición debe hacerse un mínimo de 2 veces, y realizarse una tercera vez en caso de que las 2 primeras mediciones tengan más de un 10% de diferencia entre sí. Los resultados de todas las mediciones son registrados por un anotador a medida que se van realizando, en una ficha antropométrica.

ANEXO 4: Consentimiento Informado para deportistas participantes del estudio

Yo, _____, he sido invitada(o) a participar en el estudio **“Correlación entre el porcentaje de masa grasa y el riesgo de lesión en deportistas de la selección de balonmano nivel iniciante del centro de entrenamiento regional Metropolitano (CER).”**

Entiendo que mi participación consistirá en proporcionar los datos correspondientes a los resultados de las mediciones antropométricas (Caliper) y los resultados de las pruebas funcionales (FMS). He leído (o se me ha leído) la información del documento de consentimiento. He tenido tiempo para hacer preguntas y se me ha contestado claramente. No tengo ninguna duda sobre mi participación.

Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho a terminar mi participación en cualquier momento”

Investigador

Participante o tutor

APENDICE 1: FICHA DE MEDICION ANTROPOMÉTRICA.

Nombre.....
 Sexo..... Fecha de Nacimiento.....
 Peso (Kg.)..... Estatura (cm.).....
 Fecha.....

Circunferencias Derechos	cm.	Pliegues Derechos	mm.	Diámetros Derechos	cm.
Bíceps contraído		Bíceps		Muñeca	
Bíceps reposo		Tríceps		Codo	
Antebrazo		Supra iliaco		Tobillo	
Muslo superior		Sub escapular		Rodilla	
Muslo medio		Pectoral			
Abdomen		Abdominal			
Glúteos		Tibial			
Pantorrilla		Femoral			
		Axilar			

APENDICE 2: TABLA Excel FMS

Nombre:		Edad:		Rut:	
Test		Resultado Parcial	Resultado Final	Observaciones	
Sentadilla con brazos estirados					
Estabilidad de tronco en flexión					
Paso de obstáculo	D				
	I		0		
Desplante en línea	D				
	I		0		
Movilidad de hombros	D				
	I		0		
Levantamiento de pierna	D				
	I		0		
Estabilidad con rotación	D				
	I		0		
TOTAL		0			

