



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN HUMANA



**DIFERENCIAS ENTRE LOS COMPONENTES DE GRASA Y
MÚSCULO, EN CONTRASTE CON LA FUERZA MUSCULAR Y
LOS NIVELES DE GLUCOSA, EN ESTUDIANTES
DIAGNOSTICADOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD EN LA
LOCALIDAD DE PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. GLENDA CRYSTEL ZÁRATE ESCOBAR

Bach. OMAR MANUEL YAPO HUILLCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN NUTRICIÓN HUMANA

PUNO - PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

DIFERENCIAS ENTRE LOS COMPONENTES DE GRASA Y MÚSCULO, EN CONTRASTE CON LA FUERZA MUSCULAR Y LOS NIVE

AUTOR

Omar Manuel Yapo Huilca Glenda Cryste I Zarate Escoba

RECuento DE PALABRAS

31700 Words

RECuento DE CARACTERES

175165 Characters

RECuento DE PÁGINAS

145 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

18.4MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 20, 2024 11:17 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 20, 2024 11:18 AM GMT-5

● 19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


Dr. Tania L. Barja Quispe
NUTRICIONISTA
CNP: 5300


M.Sc. Silvia Elizabeth Alejo Huar
SUS COORDINADORA DE INVESTIGACION
E.P.A.L. UNA

Resumen



DEDICATORIA

A Dios, quien ha guiado cada paso de mi camino, brindándome sabiduría, inspiración, fortaleza y salud. Gracias por permitirme alcanzar mis objetivos y realizar el anhelo más profundo de mi vida: convertirme en nutricionista. Me has mostrado día a día que, con humildad y paciencia, todo es posible.

A mis queridos padres, Wilberth Iván Zárate Mamani y Liduvina Escobar Poma, por darme la vida y enseñarme valores como el respeto, la tolerancia, la comprensión y la perseverancia. Agradezco profundamente sus sabios consejos y su apoyo, tanto económico como moral, que han sido fundamentales para mi formación como persona y profesional. Papá y mamá, gracias por darme la oportunidad de forjar un futuro a través de esta carrera.

A mis adorados hermanos, G. Maribel, J. Jhosmar, Elvis, y a mi ángel de la guarda, Glenny G. (†), por inspirarme de diferentes maneras, pero siempre con un mismo objetivo. Su apoyo incondicional me ha dado fuerzas en los momentos más difíciles, y la alegría de mi pequeña Illary ha iluminado mis días. Los recuerdos de las dificultades que hemos superado juntos me motivan a seguir adelante.

A mi querida familia Zárate Escobar, abuelos, abuelas, tías y tíos, por su apoyo emocional y económico. Gracias por sus consejos y por enseñarme que la familia siempre es lo más importante.

A mi fiel compañero de tesis, Omar Manuel Yapó Huillca, una persona especial que me ha acompañado en este camino, compartiendo pensamientos y sentimientos que nos han unido en esta meta común. Este logro es nuestro.

A mis queridos amigos, que me acompañaron a lo largo de la vida universitaria: Yaneth, Andrea, Karen, Inés, Milagros, Diamileth, Juan, Brayan, Elmer y Yuvi. Gracias por su amistad, por compartir conmigo tantas experiencias y alegrías, y por acompañarme en los momentos más significativos de mi vida.

Dedico esta tesis a todos ellos, con mi más profundo agradecimiento.

Crystel Zárate



DEDICATORIA

A Dios, fuente de fortaleza y entendimiento, quien me ha guiado a lo largo de este camino y me ha permitido culminar un logro más en mi vida. Cada paso que he dado, cada meta, reto o propósito, ha sido bajo su dirección, y por eso, hoy puedo celebrar este éxito con gratitud y humildad.

A la memoria de mi padre, Teodoro Yapo Villca (†), quien fue mi guía y ejemplo. Gracias a su enseñanza, he llegado a ser la persona que soy hoy. Él me inculcó valores éticos y me enseñó a conducirme con sabiduría, convirtiéndome en un profesional de bien con principios inquebrantables. Su legado vive en cada uno de mis logros.

A mi querida madre, Julia Huillca Pinto, por darme la vida y por ser la roca en la que me he apoyado en cada momento. Gracias por inculcarme el respeto, la tolerancia, la comprensión y la perseverancia. Tus sabios consejos han sido mi brújula en los momentos de incertidumbre, guiándome hacia un camino de éxito y realización personal.

A mis adorados hermanos, Fabiola y Julio Alberto, por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado. Gracias por creer en mí y por respaldar cada una de las decisiones que me han llevado hasta este momento. Su presencia y aliento han sido fundamentales en este viaje.

A Crystal, en gratitud por una amistad inquebrantable, por su amor constante y por los interminables días de estudio que compartimos. Tu compañía ha sido una luz en este proceso, y este logro también es parte de ti.

Dedico esta tesis a todos ellos, con un agradecimiento sincero y profundo.

Manuel Yapo



AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradecemos a **Dios** por la vida y por permitirnos llevar a cabo esta nueva experiencia, dándonos la fuerza y el valor para poder culminar y lograr nuestras metas.*

*A nuestra **Alma Mater**, la Universidad Nacional del Altiplano, en particular a la **Facultad de Ciencias de la Salud** y a la **Escuela Profesional de Nutrición Humana**, por permitirnos ser parte de su distinguida familia. Agradecemos a todo el cuerpo docente por compartir sus conocimientos, experiencias y apoyo, que han sido fundamentales en la formación de nuestra identidad como nutricionistas. Su constante impulso a ser los mejores y a no dejarnos vencer por las dificultades ha sido invaluable.*

*Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestra estimada asesora, la **Doctora Tania Laura Barra Quispe**, por su amistad, confianza y acompañamiento durante todo este proceso. Su orientación, dedicación, paciencia y motivación han sido esenciales para la realización de nuestro trabajo de investigación. Muchísimas gracias por su incondicional apoyo.*

*Agradecemos también a los miembros del jurado calificador: el **Mg. Rodolfo Adrián Núñez Postigo**, la **Lic. Gladys Teresa Camacho de Barriga** y el **M.Sc. Juber Chávez Domínguez**, por su comprensión, paciencia y valiosas contribuciones que han enriquecido y facilitado la culminación de este proyecto de investigación.*

*Reconocemos con gratitud la valiosa contribución y acompañamiento del **D.Sc. Rubén Cesar Flores Ccosi**, asimismo se agradece a **Evelin Paola Aguilar Quispe** que con su apoyo se pudo realizar las mediciones antropométricas correspondientes a los estudiantes de la ciudad de Puno.*

Nuestro más profundo agradecimiento a las cuatro instituciones educativas de la ciudad de Puno, a sus directores, profesores y padres de familia, por abrimos sus puertas. A los estudiantes, les agradecemos su colaboración y confianza durante la ejecución de nuestro trabajo de campo.

Finalmente, con inmenso cariño, agradecemos a todas nuestras amistades por su apoyo incondicional y por estar siempre a nuestro lado. Su compañía y aliento han sido un pilar fundamental en este recorrido.

Glenda Crystel Zárate Escobar
Omar Manuel Yapo Huillca



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.3.1 Hipótesis General	22
1.3.2 Hipótesis Específicas.....	22
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.4.1 Objetivo general	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES.....	25
2.1.1 A nivel internacional	25



2.1.2	A nivel nacional	36
2.1.3	A nivel local	38
2.2	MARCO TEÓRICO	39
2.2.1	Componentes de la composición corporal	39
2.2.2	Métodos de análisis de la composición corporal.....	40
2.2.3	Componente adiposo.....	41
2.2.4	Componente muscular	42
2.2.5	Valoración nutricional para adolescentes.....	43
2.2.5.1	Índice de masa corporal para la edad (IMC/edad).....	43
2.2.5.2	Antropometría	44
2.2.5.3	Evaluación antropométrica.....	45
2.2.5.4	Medidas antropométricas	46
2.2.6	Métodos ecuacionales	58
2.2.6.1	Para determinar el porcentaje de grasa corporal	58
2.2.6.2	Para determinar el porcentaje de masa muscular	60
2.2.7	Fuerza.....	61
2.2.7.1	Fuerza muscular	61
2.2.7.2	Fuerza muscular periférica.....	62
2.2.7.3	Dinamometría.....	63
2.2.7.4	Fuerza de agarre	64
2.2.8	Glucosa.....	65
2.2.8.1	Nivel de glucosa.....	66
2.2.8.2	Detección basada en el riesgo de diabetes tipo 2 o prediabetes en niños y adolescentes que no presentan síntomas.....	68
2.2.8.3	Glucemia al azar	69



2.2.8.4	Métodos de medición de la glucosa	70
2.2.9	Problemas asociados de un alto porcentaje de tejido adiposo en la masa muscular en el adolescente	72
2.2.9.1	Impacto del tejido adiposo en la masa muscular y la salud en adolescentes.....	72
2.2.9.2	Sarcopenia en adolescentes con sobrepeso u obesidad	73
2.2.9.3	Alteración en la fuerza muscular.....	73
2.2.9.4	Consecuencias Metabólicas y Funcionales de un Alto Porcentaje de Tejido Adiposo	74
2.2.9.5	Prevención y Manejo del Exceso de Tejido Adiposo	74
2.2.10	Problemas asociados a causa de un alto porcentaje de tejido adiposo en la fuerza muscular	75
2.2.10.1	Efectos del exceso de grasa corporal en la composición corporal y la fuerza	76
2.2.10.2	Relación entre tejido adiposo y fuerza muscular en adolescentes con sobrepeso	77
2.2.11	Problemas asociados a causa de un alto porcentaje de tejido adiposo en los niveles de glucosa.....	77
2.2.11.1	Tejido adiposo y su función metabólica.....	78
2.2.11.2	Impacto de la acumulación de grasa y cambios metabólicos en los niveles de glucosa	78
2.2.11.3	Rol de las Adipocinas en el Metabolismo de la Glucosa	79
2.2.11.4	Intervenciones Nutricionales para la Reducción del Tejido Adiposo y la Mejora de los Niveles de Glucosa	79
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	80



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	82
3.2	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	82
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	82
3.3.1	Población	82
3.3.2	Muestra.....	83
3.4	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	84
3.4.1	Criterios de inclusión	84
3.4.2	Criterios de exclusión	84
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	85
3.6	MÉTODOS, TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	86
3.6.1	Plan de recolección de datos	86
3.6.2	PARA DETERMINAR EL % DE MASA GRASA Y % DE MASA MUSCULAR.....	87
3.6.3	Para determinar la fuerza muscular	93
3.6.4	Para identificar los niveles de glucosa	95
3.7	DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	98
3.8	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	98

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	COMPONENTE ADIPOSO Y MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD	99
4.2	FUERZA MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y	



	OBESIDAD.....	101
4.3	NIVELES DE GLUCOSA EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD.....	103
4.4	COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO Y COMPOSICIÓN MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD	104
4.5	COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO Y FUERZA MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD.....	106
4.6	COMPOSICIÓN MUSCULAR Y FUERZA MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD.....	108
4.7	COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO Y NIVELES DE GLUCOSA EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD.....	110
4.8	COMPOSICIÓN MUSCULAR Y NIVEL DE GLUCOSA EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD.....	112
V.	CONCLUSIONES.....	116
VI.	RECOMENDACIONES.....	118
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
	ANEXOS.....	132

ÁREA: Nutrición Pública.

LÍNEA: Promoción de la salud de las personas.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de setiembre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de la valoración nutricional de adolescentes según índice de masa corporal para la edad (IMC/Edad).	44
Tabla 2 Parámetro antropométrico para determinar %GCT.	60
Tabla 3 Parámetro antropométrico para determinar %MMT.	61
Tabla 4 Estado físico de la prueba de dinamometría.	65
Tabla 5 Valores referenciales de glucemia en sangre.	67
Tabla 6 Valores de referencia.	68
Tabla 7 Distribución de la muestra.	83
Tabla 8 Operacionalización de variables.	85
Tabla 9 Contenido adiposo en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	99
Tabla 10 Contenido muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	100
Tabla 11 Fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	101
Tabla 12 Niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	103
Tabla 13 Relación entre la composición de tejido adiposo y la composición muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.....	104
Tabla 14 Relación entre la composición de tejido adiposo y la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	106
Tabla 15 Relación entre la composición muscular y la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	108



Tabla 16	Relación entre la composición de tejido adiposo y los niveles de glucosa, en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	110
Tabla 17	Relación entre la composición muscular y el nivel de glucosa sanguínea en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.	112



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Composición corporal.....	40
Figura 2 Tejido muscular.	43
Figura 3 Marcas o referencias anatómicas para los perímetros.	50
Figura 4 Técnica de Medición de Pliegues.	52
Figura 5 Medición de Pliegues.....	53
Figura 6 Ubicación de los puntos de referencia para la medición de los pliegues cutáneos (vista anterior).....	55
Figura 7 Ubicación de los puntos de referencia para la medición de los pliegues cutáneos (vista posterior).	57



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Consentimiento informado.	132
ANEXO 2: Asentimiento informado.	135
ANEXO 3: Ficha de recolección de datos.	137
ANEXO 4: Ficha de Estadios de Tanner.	138
ANEXO 5: Evidencias fotográficas de la evaluación cineantropométrica.	139
ANEXO 6: Evidencias fotográficas de la fuerza muscular.	140
ANEXO 7: Evidencias fotográficas de la toma de glucosa.	141



ACRÓNIMOS

GC:	Grasa Corporal
IES:	Institución Educativa Secundaria
ISAK:	International Society for the Advancement of Kinanthropometry
MM:	Masa Muscular
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
UNICEF:	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
OMS:	Organización Mundial de la Salud
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINSA:	Ministerio de Salud
IGT:	Intolerancia a la Glucosa
OGTT:	Prueba de la Tolerancia Oral a la Glucosa
CGM:	Monitor Continuo de la Glucosa
IOTF:	International Obesity Task Force
IMC:	Índice de Masa Corporal
GCT:	Grasa Corporal Total
DXA:	Absorciometría de rayos X de energía Dual
MMT:	Masa Muscular Total
ADA:	American Diabetes Association
ISPAD:	Sociedad Internacional de Diabetes Pediátrica y del Adolescente
ALAD:	Asociación Latinoamericana de Diabetes
ASHT:	American Society of Hand Therapists
SPSS:	Statistical Package for the Social Science
RI:	Resistencia a la Insulina



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar la relación entre el componente adiposo, componente muscular, niveles de glucosa y fuerza muscular, en un grupo de escolares con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno. El tipo de estudio fue correlacional, de diseño no experimental de corte transversal. Los datos se recogieron en una ficha de recolección de datos mediante la evaluación fisiológica. La población estuvo conformada por 130 estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad de la I.E.S. “Carlos Rubina Burgos”, la I.E.S. Comercial N°45 “Emilio Romero Padilla”, la I.E.S. Gran Unidad Escolar “San Juan Bosco” y el Colegio Militar “Inca Manco Cápac”, con una muestra de 87 estudiantes de los cuatro colegios a quienes se les evaluó utilizando el método antropométrico siguiendo el protocolo ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry). Se determinó la composición corporal; porcentaje de grasa corporal (%GC), porcentaje de masa muscular (%MM), fuerza de agarre manual según dinamometría y niveles de glucosa al azar (mg/dL). Se encontró que el 94.3% de los estudiantes presenta un exceso de Grasa Corporal, con respecto a la Masa Muscular el 44.8% presenta masa muscular disminuido, el 70.1% presenta una fuerza de agarre manual normal, y el 98.9% presenta un nivel de glucosa adecuado. La población estudiantil estudiada presenta en mayor porcentaje un exceso de grasa corporal, indicativo de la reducción de la cantidad de masa muscular. En cuanto a la relación de la composición de masa muscular con la fuerza de agarre muscular presenta una menor tendencia de presencia de sarcopenia y dinapenia, la relación con los niveles de glucosa y la masa muscular tiene una relación negativa de la masa muscular y las alteraciones del nivel de glucosa.

Palabras clave: Adolescentes, Cineantropometría, Fuerza muscular Masa grasa, Masa muscular, Nivel de glucosa, Obesidad, Sobrepeso.



ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate the relationship between the adipose component, muscle component, glucose levels and muscle strength in a group of overweight and obese schoolchildren in the city of Puno. The type of study was correlational, non-experimental cross-sectional design. The data were collected in a data collection form by means of physiological evaluation. The population consisted of 130 students diagnosed as overweight and obese from I.E.S. “Carlos Rubina Burgos”, I.E.S. Comercial N°45 “Emilio Romero Padilla”, I.E.S. Gran Unidad Escolar “San Juan Bosco” and Colegio Militar “Inca Manco Cápac”, with a sample of 87 students from the four schools who were evaluated using the anthropometric method following the ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) protocol. Body composition was determined; body fat percentage (%BF), muscle mass percentage (%MM), manual grip strength according to dynamometry and random glucose levels (mg/dL). It was found that 94.3% of the students present an excess of Body Fat, with respect to Muscle Mass 44.8% present decreased muscle mass, 70.1% present normal manual grip strength, and 98.9% present an adequate glucose level. The student population studied presents a higher percentage of excess body fat, indicative of the reduction in the amount of muscle mass. As for the relationship of muscle mass composition with muscle grip strength presents a lower tendency of presence of sarcopenia and dinapenia, the relationship with glucose levels and muscle mass has a negative relationship of muscle mass and glucose level alterations.

Keywords: Adolescents, Kineanthropometry, Muscle strength, Fat mass, Muscle mass, Glucose level, Obesity, Overweight.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI, el sobrepeso y la obesidad se han convertido en un desafío crucial para la salud pública. Este problema ha mostrado un crecimiento constante, especialmente en países de ingresos bajos y medios, con mayor prevalencia en zonas urbanas(1), donde constituyen factores de riesgo significativos para el desarrollo de enfermedades crónicas.(2) Este fenómeno afecta a personas de todas las edades, pero el aumento alarmante en la población joven es particularmente preocupante. A pesar de la magnitud del problema, existe una notable falta de investigaciones que exploren la relación entre la composición corporal, la fuerza muscular y los niveles de glucosa en este grupo etario.

El presente estudio tiene como objetivo general evaluar la relación entre el componente adiposo, el componente muscular, la fuerza muscular y los niveles de glucosa en estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad en la ciudad de Puno. Los resultados proporcionarán una base sólida para el diseño de intervenciones más efectivas que promuevan estilos de vida saludables entre los jóvenes de la región, abordando tanto la salud física como la nutrición de manera simultánea.

La investigación se estructura en cinco capítulos:

- Capítulo uno: incluye la introducción, el planteamiento del problema, la hipótesis, la justificación y los objetivos del estudio.
- Capítulo dos: abarca los antecedentes de la investigación, así como el marco teórico y conceptual.
- Capítulo tres: detalla la metodología aplicada, las técnicas de recolección de datos y el tratamiento de la información.



- Capítulo cuatro: presenta los resultados obtenidos, junto con la discusión y el análisis de los mismos.
- Capítulo cinco: contiene las conclusiones y las recomendaciones derivadas del estudio.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el sobrepeso y la obesidad representan problemas graves de salud pública en todo el mundo, afectando a diversos grupos, incluidos los jóvenes estudiantes. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el sobrepeso y la obesidad han alcanzado proporciones epidémicas, afectando a personas de diversas edades y contextos socioeconómicos, con una prevalencia creciente en niños y adolescentes. Estimaciones recientes de entidades como el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Banco Mundial señalan que el 33,6% de la población entre 5 y 19 años presenta sobrepeso y obesidad (3).

En el Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que, en 2023, el 61,3% de la población padece de sobrepeso y obesidad, por región natural, se reporta que, en la Costa el 65,5% de la población padece estas condiciones, en la Selva el 54,7%, y en la Sierra el 53,7%. La región de Puno también enfrenta este problema, con una prevalencia de sobrepeso que afecta entre el (34 - 35,6%) de las personas de 15 años o más, mientras que la obesidad alcanza entre el (20 - 29,1%) (4). Esta situación es particularmente alarmante en la población adolescente, acostumbrada a consumir alimentos ricos en grasas y azúcares refinados, lo que contribuye al aumento de peso (5). Estas afecciones no solo ocasionan una mayor acumulación de grasa corporal, sino que también provocan desequilibrios en otros aspectos de la salud, como la masa muscular, la fuerza física y los niveles de glucosa en la sangre (6). Estos elementos son cruciales



para la aparición de enfermedades crónicas, tales como la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares.

La composición corporal, especialmente la proporción entre grasa y músculo, es fundamental para el metabolismo del cuerpo, dado que estos componentes influyen de manera directa en su peso y estado nutricional. Un exceso de grasa, sobre todo la visceral, está asociado con la resistencia a la insulina, lo que incrementa los niveles de glucosa en la sangre y eleva el riesgo de desarrollar trastornos metabólicos. Por otro lado, conservar una adecuada masa muscular es crucial no solo para la movilidad y la fuerza, sino también para la regulación de la glucosa, dado que los músculos son uno de los principales tejidos responsables de su absorción.

Durante esta etapa, estos parámetros evolucionan rápidamente y son fundamentales para el desarrollo físico y emocional.

Existen estudios que sugieren que, en estudiantes con sobrepeso y obesidad, la fuerza muscular puede ser menor en comparación con los que tienen un peso normal, lo que podría señalar una disminución en la capacidad funcional y un deterioro en su salud general. Además, los niveles de glucosa en este grupo podrían verse alterados debido a una reducción en la sensibilidad a la insulina, que está estrechamente vinculada a la composición corporal.

Por tanto, conocer la relación entre la masa muscular, la fuerza física, el porcentaje de grasa corporal y los niveles de glucosa permitirá diseñar e implementar intervenciones tempranas en nutrición y actividad física, orientadas a promover una composición corporal saludable.

En consecuencia, la investigación formula la siguiente interrogante: ¿Cuál es la relación entre el porcentaje de grasa, la masa muscular, la glucemia al azar y la fuerza de



agarre manual en un grupo de estudiantes de 3° a 5° de secundaria con sobrepeso y obesidad en la ciudad de Puno?

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de las diferencias entre los componentes de grasa y músculo, en relación con la fuerza muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes de Puno diagnosticados con sobrepeso y obesidad es altamente relevante por varias razones.

Entre los años 2014 y 2022, la tasa de prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes de 15 a 17 años en Perú, de acuerdo con la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES), experimentó un incremento del 88% (7). Esta tendencia es preocupante, ya que incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas que comprometen la salud general de estos jóvenes. Comprender cómo se distribuyen la grasa y el músculo en esta población puede proporcionar información valiosa sobre su estado de salud y los riesgos asociados. La relación entre la composición corporal y la fuerza muscular es fundamental, ya que una disminución en la masa muscular podría reducir la capacidad funcional y afectar negativamente su calidad de vida en la adultez.

Los niveles de glucosa en sangre son un indicador fundamental de la salud metabólica. En los últimos años, los trastornos relacionados con el metabolismo de la glucosa se han consolidado como una de las principales causas de disfunción metabólica, predisponiendo a la población al desarrollo de enfermedades crónicas. La resistencia a la insulina, a menudo relacionada con la obesidad, puede llevar a complicaciones serias, como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. Al investigar cómo la grasa y el músculo influyen en estos niveles de glucosa, se pueden identificar patrones que faciliten el diseño de estrategias de intervención más efectivas.

Al subrayar la relevancia del equilibrio entre la masa muscular y la grasa corporal,



se puede incentivar a los estudiantes a adoptar hábitos que no solo optimicen su composición corporal, sino que también fortalezcan su salud en general.

Dado que existe una carencia significativa de investigaciones de este tipo en la región, y considerando la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad entre los estudiantes, se propone realizar esta investigación en instituciones educativas de la ciudad de Puno. Los resultados obtenidos proporcionarán información valiosa que podrá ser utilizada por las autoridades del Ministerio de Salud (MINSA) y del Ministerio de Educación (MINEDU), con el fin de diseñar programas de salud pública y educación física que promuevan estilos de vida más saludables en adolescentes. Esto, a su vez, contribuirá a la prevención de enfermedades crónicas en la edad adulta.

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis General

El componente adiposo se relaciona con el componente muscular, la fuerza muscular y niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

1.3.2 Hipótesis Específicas

- La composición del tejido adiposo se relaciona con la composición muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- La composición del tejido adiposo se relaciona con la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- La composición muscular se relaciona con la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.



- La composición del tejido adiposo se relaciona con los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- La composición muscular se relaciona con los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la relación entre el componente adiposo, el componente muscular, la fuerza muscular y los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el contenido adiposo y muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- Determinar la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- Identificar los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- Relacionar la composición de tejido adiposo y la composición muscular, en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- Relacionar la composición de tejido adiposo y la fuerza muscular, en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- Relacionar la composición muscular y la fuerza muscular, en estudiantes



con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

- Relacionar la composición de tejido adiposo y los niveles de glucosa, en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.
- Relacionar la composición muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 A nivel internacional

Schafmeyer L. et al. (2024), en su estudio titulado *“Interacción entre el desarrollo de la grasa y el músculo en niños y adolescentes”*, investigaron la relación entre la masa grasa y la masa muscular en niños y adolescentes, utilizando datos de la National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) de los Estados Unidos. El objetivo fue evaluar cómo interactúan estas dos variables, ajustando por factores como el peso, la edad, la altura, el sexo, la etnicidad y la actividad física. Se analizaron 849 escáneres corporales completos (DXA) de niños y adolescentes, de entre 8 y 20 años, provenientes de la base de datos de NHANES entre 1999 y 2004. Para este estudio, se utilizó la masa magra apendicular (appLBM) como indicador de la masa muscular. Se realizó análisis de evaluación bivariada y regresión múltiple para investigar la relación entre la masa grasa y la masa muscular. Los resultados mostraron que la masa grasa se correlaciona positivamente con la masa magra apendicular ($r = 0.336$, $p < 0.001$). Sin embargo, al ajustar por factores como el peso, esta relación se volvió negativa (coeficiente = -0.517 , $p < 0.001$), lo que indica una posible interacción compleja entre el tejido graso y el muscular. Los autores concluyeron que existe una asociación negativa entre la masa grasa y la masa muscular esquelética cuando se consideran factores de confusión. Este hallazgo sugiere la posible existencia de interacciones bioquímicas entre las células grasas y musculares, lo que requiere investigaciones adicionales para comprender mejor este fenómeno (8).



Manzano S. et al. (2023), en su estudio titulado “*Relación entre el IMC, el cociente músculo/grasa y el cociente fuerza de presión de la mano/IMC y la forma física en niños y adolescentes españoles*”, investigan la relación entre el índice de masa corporal (IMC), la proporción músculo-grasa (MFR) y la fuerza de presión relativa al IMC con diversos parámetros de aptitud física en niños y adolescentes activos de España. El objetivo del estudio fue evaluar si estos indicadores se correlacionan con la aptitud física y si pueden ser útiles como marcadores de salud en esta población. Este estudio transversal incluyó a 2,256 niños y adolescentes, de entre 5 y 18 años, que participaban en actividades deportivas extracurriculares. Se midieron el IMC, la MFR y la fuerza de presión manual ajustada al IMC (HS-BMI) como indicadores clave. Los resultados mostraron que los niños con mayor IMC (sobrepeso y obesidad) presentaban una mayor fuerza de presión absoluta en comparación con sus pares de peso normal, mientras que aquellos con peso normal obtenían mejores resultados en la aptitud cardiorrespiratoria. Además, tanto la MFR como la relación entre la fuerza de presión y el IMC se correlacionaron positivamente con la aptitud cardiorrespiratoria y el rendimiento en el salto vertical, lo que sugiere que estos indicadores pueden proporcionar información valiosa sobre la condición física. Los autores concluyen que el IMC, la MFR y la fuerza de presión relativa al IMC son indicadores útiles para monitorear la salud y la aptitud física en niños y adolescentes. Estos resultados subrayan la importancia de utilizar una combinación de mediciones antropométricas y de aptitud física para una evaluación más precisa del estado (9).

Alaniz A. et al. (2023), en su estudio sistemático titulado “*Diferencias en la fuerza muscular absoluta y la potencia de niños y adolescentes con sobrepeso*”



u obesidad: una revisión sistemática”, México. Evaluaron la fuerza y la potencia muscular absoluta en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad en comparación con aquellos con peso normal. El estudio incluyó un total de 11 investigaciones, que abarcaron a 13,451 participantes de entre 6 y 18 años. Los resultados mostraron que los niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad presentaron una mayor fuerza muscular absoluta en las extremidades superiores, medida mediante dinamómetros de mano. Sin embargo, su rendimiento fue significativamente inferior en pruebas que involucraban el soporte de su propio peso corporal, como flexiones de brazos, dominadas y saltos verticales. Estos hallazgos sugieren que, aunque la masa muscular puede ser mayor en individuos con sobrepeso u obesidad, su funcionalidad y eficiencia muscular están comprometidas, especialmente en ejercicios que requieren soportar el peso corporal. Este descubrimiento subraya la importancia de enfoques de evaluación que consideren tanto la fuerza absoluta como la funcionalidad muscular en la gestión clínica de estos pacientes (10).

Zenbura M. et al. (2023), realizaron una investigación titulada “*Masa muscular esquelética, fuerza muscular y rendimiento físico en niños y adolescentes con obesidad*”, Polonia. El estudio incluyó a 95 niños y adolescentes con obesidad, diagnosticados según los criterios establecidos por la International Obesity Task Force (IOTF), con una edad promedio de 12,7 años (± 3). La composición corporal se evaluó mediante impedancia bioeléctrica (BIA) con un dispositivo Tanita BC480MA y absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) utilizando un equipo Hologic. La masa grasa (FM) y la masa de músculo esquelético apendicular (SMMa) se expresaron en kilogramos (kg) y porcentaje (%). Además, se calculó la relación músculo-grasa (MFR) dividiendo la SMMa



por la FM. La fuerza de agarre manual se midió con un dinamómetro. Los resultados mostraron que la prevalencia de sarcopenia osciló entre el 6,32% y el 97,89%, dependiendo de los criterios aplicados para su definición. Los niños diagnosticados con sarcopenia, definida como la coexistencia de un bajo porcentaje de masa de músculo esquelético (SMM%) medido por DXA (\leq percentil 9) según McCarthy et al., y una débil fuerza de prensión (\leq percentil 10), mostraron una clara relación entre la reducción de masa muscular y la fuerza de agarre con los índices de sarcopenia. El estudio concluye que la disminución de la masa muscular y de la fuerza de agarre está significativamente asociada con la sarcopenia en esta población (11).

Chylińska F. et al. (2022), en su estudio titulado “*Incidencia de trastornos hiperglucémicos en niños y adolescentes con obesidad*”, Polonia. Investigaron la prevalencia de trastornos hiperglucémicos en 143 niños y adolescentes con obesidad, con edades comprendidas entre los 9 y 18 años. Los resultados mostraron que el 18.8% de los participantes presentaban algún trastorno hiperglucémico, siendo la intolerancia a la glucosa (IGT) el más común, presente en el 16.1% de los casos. Además, se identificaron discrepancias significativas entre los resultados del test de tolerancia oral a la glucosa (OGTT) y la medición de HbA1c, con una concordancia diagnóstica de solo el 70%. Estos hallazgos subrayan la complejidad del diagnóstico de prediabetes y diabetes en jóvenes con obesidad, y sugieren la posible utilidad del monitoreo continuo de glucosa (CGM) como herramienta complementaria para mejorar la precisión diagnóstica en esta población (12).

Niño G. et al. (2022), en su investigación titulada “*Fuerza prensil y composición corporal en estudiantes colombianos. Estudio piloto*”, Colombia.



Realizaron un estudio transversal analítico con una muestra de 43 escolares. Las principales variables dependientes incluyeron la masa musculoesquelética, el agua corporal total, las proteínas y el porcentaje de grasa corporal, mientras que la variable independiente correspondió a la fuerza prensil, medida en Newtons. Para analizar la relación entre las variables, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. La composición corporal se evaluó mediante bioimpedancia eléctrica, y la fuerza prensil se midió con el test de dinamometría manual utilizando un dinamómetro digital Takei. Los resultados mostraron que el promedio de fuerza prensil fue de 13.8 ± 3.2 Newtons. Se encontró una relación significativa entre la fuerza prensil y la masa musculoesquelética ($r = 0.73$). En conclusión, el estudio evidencia una clara correlación entre la fuerza prensil y la masa musculoesquelética en los estudiantes evaluados (13).

Triana H. et al. (2022), en su estudio titulado *“Menores valores de fuerza de prensión manual se asocian a incremento de los niveles de adiposidad y exceso de peso: un estudio transversal”*, investigaron la relación entre la fuerza de prensión manual (FPM) y los niveles de adiposidad en escolares de Bogotá, Colombia. El objetivo fue determinar si los valores más bajos de FPM están relacionadas con un fenotipo caracterizado por un exceso de adiposidad en niños y adolescentes. El estudio, que incluyó a 430 escolares de entre 9 y 17,9 años, encontró correlaciones inversas significativas entre la FPM ajustada al peso corporal y parámetros de adiposidad como el índice cintura/estatura, el índice de masa corporal (IMC) y los pliegues cutáneos ($r = -0,40$ a $-0,61$, $p < 0,001$). Los escolares con los mayores niveles de fuerza (tertil más alto) presentaron menores niveles de adiposidad en comparación con aquellos en el tertil más bajo de fuerza. La fuerza muscular se asoció inversamente con los niveles de adiposidad, lo que



sugiere que el desarrollo de la fuerza en edades tempranas podría contrarrestar los efectos negativos del exceso de grasa. El estudio concluye que la evaluación de la FPM podría ser una herramienta útil en la prevención del riesgo cardiovascular y metabólico en niños y adolescentes con exceso de peso (14).

Hasan J. et al. (2022), en su estudio titulado “*¿Está relacionada la masa corporal magra con la imagen corporal autopercebida entre los jóvenes de los Emiratos Árabes Unidos?*”, se exploró la relación entre el índice de masa libre de grasa (FFM-I) y la imagen corporal percibida entre estudiantes universitarios en los Emiratos Árabes Unidos. Con una muestra de 402 participantes, el 81% presentaba una masa muscular adecuada (AMM), mientras que el 19% tenía una masa muscular baja (LMM). El estudio reveló que la insatisfacción con la imagen corporal y la preocupación por la forma física eran más prevalentes entre aquellos con masa muscular baja, especialmente en mujeres. Además, los individuos con LMM mostraron una mayor discrepancia entre su índice de masa corporal (IMC) percibido y el real, lo que sugiere una percepción distorsionada de su propio cuerpo. Estos hallazgos subrayan la importancia de las intervenciones orientadas a mejorar la masa muscular y la percepción de la imagen corporal entre los jóvenes para prevenir problemas de salud mental y física asociados (15).

Chen F. et al. (2022), en su estudio titulado “*Relación entre el porcentaje de masa grasa y el metabolismo de la glucosa en niños y adolescentes*”, China. Evaluaron la relación entre el porcentaje de masa grasa (FMP) y el metabolismo de la glucosa en esta población. Mediante un metaanálisis de 20 estudios que incluyeron a 18,576 individuos, los resultados revelaron que el FMP está significativamente asociado con la glucosa plasmática en ayunas (FPG) ($r = 0.08$), la insulina plasmática en ayunas (INS) ($r = 0.48$) y el índice de resistencia a la



insulina (HOMA-IR) ($r = 0.44$). Estos hallazgos sugieren que un mayor porcentaje de masa grasa está relacionado con un metabolismo de la glucosa deteriorado, lo que puede incrementar el riesgo de desarrollar resistencia a la insulina y, con el tiempo, diabetes tipo 2 en niños y adolescentes. Este estudio aporta una comprensión valiosa sobre el impacto de la composición corporal en el riesgo metabólico de la población infantil y juvenil, destacando la importancia de implementar intervenciones tempranas para prevenir la obesidad y sus consecuencias metabólicas (16).

Fariás C. et al. (2021), en su estudio titulado *“Fuerza absoluta y relativa de prensión manual y riesgo cardiometabólico en escolares chilenos: Análisis por sexo”*, investigaron la relación entre la fuerza de prensión manual, tanto en términos absolutos como relativos, y los marcadores de riesgo cardiometabólico en escolares de 6 y 11 años en Chile. El objetivo del estudio fue comparar y correlacionar estas medidas de fuerza con indicadores antropométricos, tales como el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (CC) y el índice cintura-estatura (ICE) en escolares de 6 a 11 años. En una muestra de 139 niños, el estudio mostró que los varones presentaron mayores niveles de fuerza absoluta y relativa en comparación con las niñas. Además, se encontró una mayor correlación entre la fuerza de prensión relativa y los marcadores de riesgo cardiometabólico en ambos sexos, observándose una relación más fuerte en las niñas. Los hallazgos indican que la fuerza de prensión manual relativa tiene una asociación más sólida con el riesgo cardiometabólico en comparación con la fuerza absoluta. El estudio concluye que la fuerza de prensión manual relativa puede ser un mejor indicador de riesgo cardiometabólico en escolares que la fuerza absoluta, destacando la necesidad de utilizar esta medida en la evaluación



de la salud física de los niños, particularmente en niñas, debido a la fuerte correlación observada. Los autores subrayan la importancia de promover programas de actividad física en escuelas para mejorar la fuerza muscular y reducir los riesgos cardiometabólicos desde edades tempranas (17).

López A. et al. (2019), en su estudio titulado “*Correlación entre fuerza muscular y estado de nutrición en escolares mexicanos*”, México. Emplearon un diseño descriptivo con una muestra significativa de 447 niños. Se aplicaron dos pruebas estandarizadas y se utilizaron las tablas de FANTA III para evaluar la masa corporal. Los resultados mostraron que el 47.9% de los participantes mostraba un estado nutricional dentro de los parámetros normales, el 39.9% tenía sobrepeso y el 21.3% presentaba obesidad. En cuanto a las pruebas de fuerza, los niños con un estado nutricional normal lograron un 4.5% en la prueba de flexión de brazos y un 12.4% en abdominales. En comparación, los niños con sobrepeso obtuvieron un 2.8% en flexión de brazos y un 10.5% en abdominales, mientras que los niños con obesidad alcanzaron solo un 1.4% en flexión de brazos y un 6.6% en abdominales. El estudio concluyó que los niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad presentan un menor rendimiento muscular, lo que destaca la relación negativa entre el exceso de peso y el desempeño físico en esta población (18).

Saikia D. et al. (2018), en su estudio titulado “*Índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal en la evaluación de la obesidad: Un estudio analítico entre los adolescentes de Dibrugarh, Assam*”, investigaron la tasa de prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes de 10 a 14 años en Dibrugarh, Assam, India. El estudio se centró en evaluar la asociación entre el índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de grasa corporal (BF%) en esta



población. Se realizó un estudio transversal con una muestra de 1,200 adolescentes durante un período de 1 año. El estado de peso de los participantes se evaluó utilizando las referencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2007 para el IMC, mientras que el porcentaje de grasa corporal se midió mediante análisis de impedancia bioeléctrica (BIA). Se aplicaron métodos estadísticos para analizar la correlación entre el IMC y el BF%, y se utilizó el estadístico Kappa para evaluar la concordancia entre ambas medidas. Los resultados revelaron que el 20.9% de los participantes tenían sobrepeso según el IMC y el 10.2% eran obesos. Según el porcentaje de grasa corporal, el 16.4% estaban clasificados como con sobrepeso y el 10.9% como obesos. Se encontró una correlación positiva significativa entre el IMC y el BF% ($r = 0.70$, $P < 0.001$), lo que indica una relación sólida entre ambas medidas, aunque con algunas diferencias en la clasificación individual. Los autores concluyeron que, si bien el IMC es útil para determinar el estado de peso en adolescentes, la adición de mediciones del porcentaje de grasa corporal mediante BIA proporciona una evaluación más precisa del estado nutricional (19).

Matsudo V. et al. (2015), en su estudio titulado *“La fuerza de presión de la mano como predictor de la forma física en niños y adolescentes”*, investigaron la relación entre la fuerza de presión manual y la aptitud física en niños y adolescentes de Brasil en diferentes etapas de maduración sexual. El objetivo del estudio fue determinar si la fuerza de presión manual, evaluada mediante un dinamómetro, está asociada con otros parámetros de aptitud física, independientemente del sexo, la edad y el estado de maduración. En una muestra de 233 niños y adolescentes de entre 10 y 17 años, se observó que la fuerza de presión manual variaba significativamente según el estado de maduración



sexual, mientras que otros parámetros de aptitud física, como el salto vertical, la velocidad y la agilidad, dependían del género. Los resultados mostraron una correlación significativa entre la fuerza de presión manual y diversas variables de aptitud física, como el salto vertical ($R^2=0.20$) y la velocidad en metros por segundo ($R^2=0.47$). Estas asociaciones se mantuvieron incluso después de controlar por factores como el gasto energético y la maduración sexual. Los autores concluyeron que la fuerza de presión manual es un predictor independiente y preciso de la aptitud física en niños y adolescentes, lo que subraya su utilidad en la evaluación multidimensional de la salud física en entornos escolares y clínicos. Proponen que la fuerza de presión manual debería incluirse como una herramienta clave en la evaluación de la condición física en poblaciones juveniles (20).

Bibiloni M. et al. (2013), en su estudio titulado “*Definición de la Grasa Corporal en Adolescentes: Una propuesta de clasificación AFAD-A*”, investigaron las diferencias en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes de las Islas Baleares, España, utilizando las referencias de la International Obesity Task Force (IOTF) y los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2007. El propósito del estudio fue realizar una comparación de estas referencias y proponer una nueva clasificación que incluyera indicadores adicionales, como el índice de masa grasa (FMI) y la relación cintura-altura (WHtR), para evaluar de manera más precisa la adiposidad y la distribución de grasa en adolescentes. El estudio, realizado en 1,231 adolescentes de las Islas Baleares, reveló que la prevalencia de obesidad fue mayor al usar los estándares de la OMS (15.4%) en comparación con los de la IOTF (6.1%). Sin embargo, al combinar el índice de masa corporal (IMC) con el FMI y el WHtR, se pudo



identificar un porcentaje significativo de adolescentes con peso normal, pero con exceso de grasa (2.1%), así como adolescentes con sobrepeso, pero sin exceso de grasa (6.7%). Además, el 20.2% de los adolescentes con sobrepeso y el 78.7% de los obesos presentaban también obesidad abdominal. Los resultados mostraron que el uso del IMC por sí solo puede conducir a una clasificación errónea de la adiposidad en adolescentes, especialmente en casos de sobrepeso. La nueva clasificación AFAD-A, propuesta por los autores, permite una mejor identificación de adolescentes con exceso de grasa y aquellos en riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares relacionadas con la obesidad. Esta clasificación podría ser útil tanto en entornos clínicos como en salud pública, mejorando la detección y manejo del sobrepeso y la obesidad en adolescentes (21).

Srikanthan P. et al. (2011), en su estudio titulado “*La masa muscular relativa está inversamente asociada con la resistencia a la insulina y la prediabetes: Hallazgos de la tercera encuesta nacional de salud y nutrición*”, Los Ángeles, California. Investigaron la relación entre la masa muscular relativa (medida como el índice de masa muscular esquelética) y la resistencia a la insulina, así como el riesgo de prediabetes, en una muestra representativa a nivel nacional. Los resultados mostraron que un aumento del 10% en la masa muscular relativa se asoció con una reducción del 11% en la resistencia a la insulina (medida por HOMA-IR) y una disminución del 12% en la prevalencia de prediabetes. Estas asociaciones fueron más pronunciadas en individuos no diabéticos, lo que sugiere que un mayor desarrollo muscular podría ser una estrategia eficaz para mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir el riesgo de diabetes, incluso en personas sin sarcopenia. Este estudio subraya la importancia de la masa muscular como un factor protector frente a las alteraciones del metabolismo de la glucosa, destacando



la necesidad de intervenciones que promuevan el aumento de la masa muscular para prevenir enfermedades metabólicas (22).

2.1.2 A nivel nacional

Pajuelo J. et al. (2006), en su estudio titulado *“Resistencia a la insulina en adolescentes con sobrepeso y obesidad”*, llevado a cabo en Lima, Perú. Tuvo como propósito evaluar la presencia de resistencia a la insulina (RI) en adolescentes con exceso de peso. La investigación incluyó una muestra de 100 adolescentes, de los cuales el 77% eran mujeres, con edades que oscilan entre los 10 y 18 años. El diagnóstico de sobrepeso y obesidad se realizó siguiendo los criterios de Must, empleando los percentiles 85 y 95 para sobrepeso y valores superiores al percentil 95 para obesidad. Se realizaron mediciones de los niveles de glucosa e insulina en sangre, y la resistencia a la insulina (RI) se evaluó mediante el índice HOMA. Los resultados indicaron que el 14% de los adolescentes presentaron RI, siendo más prevalente entre aquellos con obesidad (16.2%) en comparación con los que tenían sobrepeso (12.3%). No se detectaron diferencias significativas en los niveles de glucosa entre ambos grupos, con una glicemia promedio de 86.5 mg/dL, lo cual se encuentra dentro del rango normal. Aunque la mayoría de los adolescentes no mostró RI, la presencia de esta condición en un porcentaje relevante de los participantes sugiere un mayor riesgo cardiovascular, destacando la importancia de implementar estrategias preventivas desde edades tempranas para mitigar estos factores de riesgo (23).

Tucno J. (2014), en su estudio titulado *“Relación entre actividad física, índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal en niños de 8 a 11 años de una institución educativa del distrito de Comas-Lima 2014”*, Lima. El objetivo



de la investigación fue analizar la relación entre la actividad física, el índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de grasa corporal (PGC) en niños de 8 a 11 años. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo, transversal y de asociación cruzada. La población total incluyó a 200 niños de ambos sexos, de los cuales se seleccionó una muestra de 128 mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple. Las mediciones antropométricas incluyeron peso, talla y pliegues cutáneos, mientras que la actividad física fue evaluada mediante el cuestionario del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Los resultados revelaron que el 15.2% de los escolares con sobrepeso presentaban un porcentaje de grasa corporal normal, mientras que el 84.8% restante mostró un exceso de grasa corporal. Además, el 100% de los escolares diagnosticados con obesidad presentaron un exceso de grasa corporal. El estudio concluyó que existe una relación significativa entre el nivel de actividad física, el IMC y el porcentaje de grasa corporal en los escolares evaluados, lo que resalta la importancia de promover la actividad física como estrategia para mejorar la composición corporal en esta población (24).

Escalante A. et al. (2021), realizaron una investigación titulada “*Índice de masa corporal y bioimpedancia eléctrica como predictores de obesidad en escolares*”, Lima. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental, correlacional y de corte transversal. La población del estudio estuvo compuesta por 368 estudiantes de ambos sexos. Para el análisis de datos, se utilizó el software SPSS versión 25, aplicando el coeficiente de correlación de Spearman para evaluar la relación entre el índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de grasa corporal. Los resultados revelaron que el estado nutricional predominante fue el normal, con un 57.9% de los participantes, seguido del sobrepeso con un



32.6% y la obesidad con un 7.9%. Los estudiantes diagnosticados según bioimpedancia eléctrica, presentaron 35.1% de grasa corporal adecuado, un 19.8% grasa corporal regular, y el 45.1% presento grasa corporal en exceso. El estudio concluyó que los datos más significativos y relevantes se observaron en los estudiantes con obesidad, subrayando la importancia de utilizar tanto el IMC como la bioimpedancia eléctrica como herramientas predictivas en la evaluación de la composición corporal en escolares (25).

2.1.3 A nivel local

Ramos Y. (2014), en su estudio titulado “*Composición corporal, proporcionalidad corporal y biotipo en estudiantes de 12 a 18 años de la zona rural del Collao Ilave – 2014*”, Puno. Realizaron un análisis con una muestra de 366 estudiantes (170 mujeres y 196 varones). Se empleó el método antropométrico ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) para evaluar el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa corporal, el porcentaje de masa muscular, la proporcionalidad corporal y el biotipo. (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia). Los resultados revelaron que el 47% de los estudiantes presentaba un IMC normal, mientras que el 30% estaba por debajo del peso adecuado. Además, el 19% de los estudiantes presentaba sobrepeso y el 4% padecía obesidad. En cuanto a la composición corporal, el 76% de los escolares mostró un bajo porcentaje de grasa corporal, el 93% tenía una masa muscular reducida y el 58% presentaba una contextura ósea de tamaño mediano, lo que sugiere una tendencia hacia un desarrollo musculoesquelético insuficiente y una baja acumulación de grasa corporal (26).



2.2 MARCO TEÓRICO

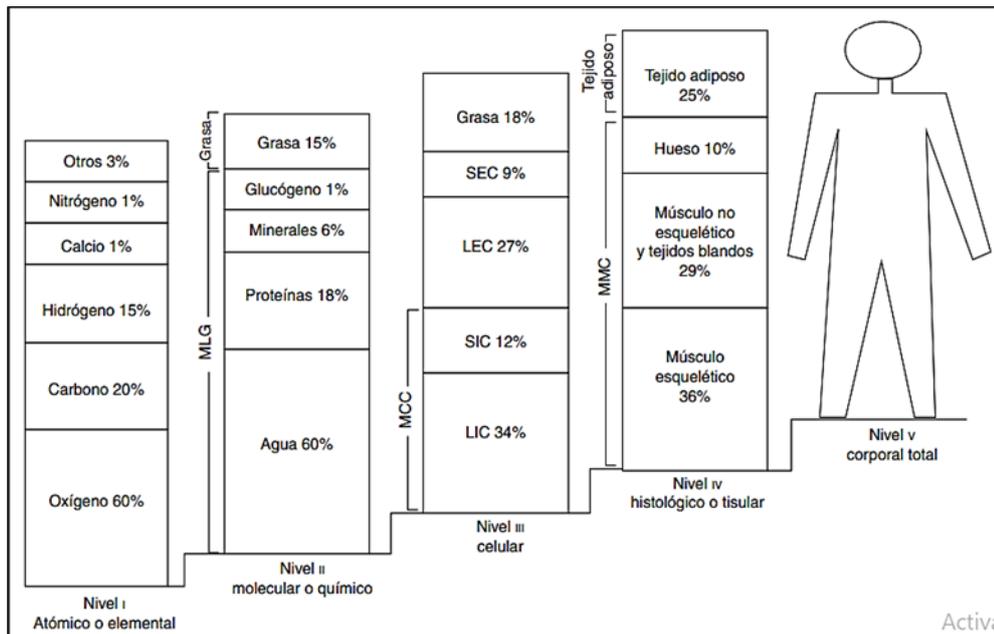
La composición corporal se define como un conjunto de teorías y modelos provenientes de las ciencias físicas, matemáticas y estadísticas, junto con diversas fórmulas y métodos analíticos utilizados para entender la composición del cuerpo humano (27).

2.2.1 Componentes de la composición corporal

La composición de un organismo es el resultado de la acumulación neta de nutrientes y otros sustratos adquiridos del entorno y conservados por el cuerpo durante su vida. Estos componentes son vitales para la supervivencia del organismo. Desde los elementos hasta los tejidos y órganos, estos constituyen las bases que proporcionan masa, forma y funcionalidad a todos los seres vivos. Las técnicas de análisis de la composición corporal permiten a los científicos investigar cómo estos componentes fundamentales operan y se modifican con la edad y el estado metabólico (28).

La composición corporal desempeña una función crucial en la identificación y abordaje de problemas nutricionales, como la obesidad, evidenciado por un excedente de tejido adiposo en el organismo. Debido a que la constitución del ser humano está influenciada por su dieta, su cuerpo se compone de materiales análogos a los que se encuentran en los alimentos que consumen, siendo un reflejo de sus hábitos alimentarios (29). Matiegka, considerado como el padre de la composición corporal, considera que la composición corporal está basada en el modelo de cuatro componentes fundamentales las cuales son “la masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa residual” (30).

Figura 1
Composición corporal.



Fuente: Wang ZM et al. The five-level model: a new approach to organizing body-composition.

2.2.2 Métodos de análisis de la composición corporal

Actualmente, los métodos para evaluar la composición corporal se dividen en tres categorías: directo, indirecto y doblemente indirecto.

- **Métodos directos:**

Implican la medición directa de los componentes corporales, generalmente a través de procedimientos invasivos y de laboratorio. Un ejemplo es la disección cadavérica, que proporciona datos precisos, pero no es aplicable en sujetos vivos (31).

- **Métodos indirectos:**

Los métodos indirectos para evaluar la composición corporal no implican la manipulación directa de los tejidos analizados, lo que facilita la realización de un análisis in vivo de la composición corporal. Estos métodos son validados mediante técnicas directas o densitometría y facilitan la medición o estimación de



los diferentes tejidos corporales (32).

- **Métodos doblemente indirectos:**

Estos métodos se basan en ecuaciones derivadas de otros métodos indirectos. Se llaman así porque las proporciones de masa que proporcionan resultan de ecuaciones que utilizan datos originales, los cuales han sido corregidos o ajustados mediante ecuaciones previas.

Ciertamente, estos métodos destacan por su mayor aplicabilidad práctica y menor costo financiero, facilitando así su utilización en investigaciones y estudios epidemiológicos. Estos métodos se realizan mediante la antropometría e impedancia bioeléctrica (31) (33).

2.2.3 Componente adiposo

El tejido adiposo se posiciona como uno de los reguladores inmunoendocrinos más relevantes para el mantenimiento de la homeostasis corporal. Su habilidad para ejercer influencia, tanto a nivel local como sistémico, en otros órganos mediante sus redes de citocinas y adipocinas, es fundamental. Las alteraciones en este tejido, que actúa como un órgano central en la inflamación asociada a la obesidad, están directamente relacionadas con daños en epitelios, vasos sanguíneos, la piel y órganos como el hígado y el corazón (34) (35).

El tejido adiposo representa una forma especializada de tejido conectivo, compuesto predominantemente por adipocitos, células que contienen una alta concentración de lípidos. Este tejido constituye aproximadamente entre el 20 y el 25 por ciento del peso corporal en individuos saludables, desempeñando una función primordial en el almacenamiento de energía en forma de lípidos. La denominación del tejido adiposo varía según su ubicación; se le llama tejido

adiposo parietal cuando se localiza debajo de la piel, y tejido adiposo visceral cuando se encuentra rodeando los órganos internos (35).

Estos componentes adiposos son esenciales para el estudio de la obesidad y sus efectos en la salud, ya que un desequilibrio en su función y distribución puede llevar a diversas patologías metabólicas y cardiovasculares.

Diversas investigaciones han destacado la conexión entre la calidad de vida de una población y su desarrollo físico o crecimiento corporal. Tanner (1979), por ejemplo, afirmó que los indicadores antropométricos, como la estatura y el peso corporal en niños y adolescentes, podían reflejar el estado de la sociedad (36).

2.2.4 Componente muscular

El tejido muscular es el principal responsable de la movilidad del organismo y de todos sus componentes. Las células musculares, con una destacada capacidad para convertir la energía química en energía mecánica, utilizan esta habilidad para cumplir su función principal: la contracción.

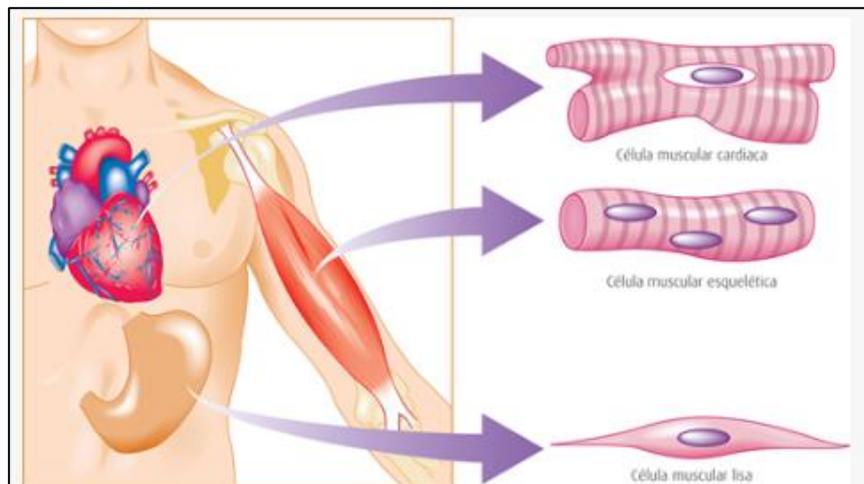
En el cuerpo humano se distinguen tres tipos de tejido muscular, cada uno con características estructurales y funcionales específicas: el tejido muscular liso, el tejido muscular estriado esquelético y el tejido muscular estriado cardíaco, como se ilustra en la figura 2 (37).

Los músculos presentan una organización anatómica que incluye una cubierta de tejido conectivo externa con funciones de sostén, y una serie de estructuras internas. En primer lugar, encontramos el epimisio, que envuelve el músculo. Por último, cada fibra muscular individual está envuelta por una vaina

de tejido conectivo (38).

Figura 2

Tejido muscular.



Fuente: Juilo Sepulveda Saavedra: Texto Atlas de Histología. Biología celular y tisular.

2.2.5 Valoración nutricional para adolescentes

La evaluación antropométrica nutricional en adolescentes comprende una serie de procedimientos técnicos imprescindibles que deben ser ejecutados meticulosamente en el marco de la atención integral de salud por parte de los profesionales del sector. Esta evaluación resulta esencial para determinar con precisión el estado nutricional de esta población específica. Su objetivo principal radica en proporcionar datos que permitan identificar de manera temprana la magnitud y las características de los problemas nutricionales en los individuos, lo cual guía las acciones necesarias para corregir las deficiencias detectadas.

2.2.5.1 Índice de masa corporal para la edad (IMC/edad)

El índice de masa corporal (IMC) ajustado por edad es una medida que integra el peso, la estatura y la edad del niño, siendo útil para la clasificación de condiciones como el sobrepeso y la obesidad (39).

Tabla 1

Clasificación de la valoración nutricional de adolescentes según índice de masa corporal para la edad (IMC/Edad).

CLASIFICACIÓN	IMC Z-score	DESCRIPCIÓN
Delgadez severa	Menos de -3 DE	Muy por debajo del peso adecuado para la talla y la edad
Delgadez moderada	Entre -3 y -2 DE	Por debajo del peso adecuado para la talla y la edad
Peso normal	Entre -2 y +1 DE	Peso adecuado para la talla y la edad
Sobrepeso	Entre +1 y +2 DE	Mayor peso del adecuado para la talla y la edad
Obesidad	Más de +2 DE	Peso muy elevado para la talla y la edad

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.2.5.2 Antropometría

La antropometría es una disciplina científica que se centra en el estudio de las medidas y dimensiones del cuerpo humano. Mediante el uso de técnicas sistematizadas, permite cuantificar diferentes aspectos del cuerpo de manera precisa y objetiva. La antropometría es una herramienta esencial en la antropología biológica, ya que proporciona datos fundamentales para entender la variabilidad física entre los seres humanos, así como para evaluar el crecimiento, la nutrición, y la composición corporal.

En la actualidad, la evaluación de la distribución de la grasa corporal son ampliamente empleados en investigaciones sobre poblaciones infantiles y adolescentes, ya que facilitan la identificación de relaciones entre los indicadores antropométricos de sobrepeso y las



enfermedades asociadas (40).

Un ejemplo de esto es un estudio realizado en la población infantil europea, que incluyó a 8 países, entre ellos España, y contó con la participación de aproximadamente 20,000 niños de entre 2 y 11 años. El estudio empleó mediciones antropométricas para establecer valores de referencia en la población infantil europea (41). De manera similar, el estudio CASPIAN IV, que incluyó a 15.000 estudiantes de entre 6 y 18 años, se propuso analizar la composición corporal utilizando métodos antropométricos (42).

2.2.5.3 Evaluación antropométrica

El Ministerio de Salud define la evaluación nutricional antropométrica como "La estimación de la salud nutricional mediante la medición, entre otras características antropométricas, del peso, estatura y circunferencia abdominal" (43).

La evaluación antropométrica implica un enfoque estructurado y metodológico para medir las características físicas del cuerpo humano, tales como el peso, la altura, y los perímetros corporales. Estas mediciones se emplean para determinar la composición corporal y el estado nutricional, proporcionando una comprensión detallada de la distribución de la masa muscular, la grasa y el tejido óseo. Este proceso es esencial en ámbitos como la medicina, la nutrición y el deporte, ya que ofrece información crítica para el diagnóstico, la planificación de tratamientos y la monitorización del progreso en programas de salud y acondicionamiento físico.



La evaluación antropométrica consiste en la utilización de puntos de referencia corporal meticulosamente definidos, el posicionamiento preciso de los sujetos para la realización de dichas mediciones y la utilización de instrumentos adecuados. Las marcas de referencia se establecen utilizando un lápiz dermatográfico (44).

Un aspecto fundamental en el ámbito de la antropometría es la selección adecuada de las mediciones. Esta elección está estrechamente vinculada con el propósito del estudio y las cuestiones específicas que se desean abordar. Por ende, resulta imprescindible realizar un análisis lógico y exhaustivo previo a la aplicación de la antropometría, comenzando con una comprensión clara del conocimiento que se busca adquirir. Este enfoque debe conducir a la identificación de las mediciones necesarias para obtener resultados precisos y satisfactorios (44).

2.2.5.4 **Medidas antropométricas**

PESO: el peso corporal es una de las mediciones antropométricas más utilizadas y refleja la masa total del cuerpo, que abarca tanto la masa magra como la masa grasa. La masa magra se compone de diversos elementos, incluyendo masa muscular, órganos internos, tejido óseo, sangre, linfa y los lípidos intracelulares. Para la medición de este parámetro, se empleará una balanza debidamente validada, con una precisión de 100 gramos. Esta medida se reportará en kilogramos (44).

LONGITUDES: las longitudes corporales son medidas antropométricas cruciales que se utilizan para evaluar la estatura y la estructura ósea de un individuo. Estas mediciones proporcionan



información importante sobre el crecimiento, la nutrición y la salud general.

- **Talla o Estatura:** la estatura es un indicador clave del crecimiento y el desarrollo, y se utiliza para calcular el índice de masa corporal (IMC) y otras proporciones corporales. Es fundamental en estudios de crecimiento infantil, estado nutricional y diseño ergonómico. La estatura se define como la distancia desde el vértex hasta el plano de sustentación. También denominada talla en bipedestación o simplemente talla, se compone de cuatro segmentos principales: las piernas, la pelvis, la columna vertebral y el cráneo. Para medirla, se utiliza un tallímetro calibrado en centímetros, con una precisión de 1 mm.
- **Longitud Húmero:** esta medida es crucial para evaluar la longitud del brazo, útil en estudios de desarrollo físico y diseño de dispositivos ortopédicos. La medición se realiza entre la distancia de dos puntos anatómicos específicos, conocidos como acromial y radial, que previamente se han marcado. Para esta medición, el sujeto debe estar en posición erguida con las palmas de las manos ligeramente separadas de los muslos. Una de las ramas del calibre se coloca en la marca acromial, mientras que la otra se sitúa en la marca radial (44).
- **Longitud Muslo:** constituye una medición integral para evaluar la proporción de masa muscular y ósea en esta región anatómica. Esta medición se realiza determinando la distancia entre la marca



trocantérea y la marca tibial lateral. Para obtener esta medida, el sujeto debe permanecer de pie sobre una plataforma, con su lado derecho orientado hacia el antropometrista. Un extremo del calibre se posiciona en la marca trocantérea, mientras que el otro se coloca en la marca tibial lateral, permitiendo así una evaluación precisa de la longitud del muslo (44).

- **Longitud Pierna:** es un indicador fundamental para evaluar el desarrollo de las extremidades inferiores y se emplea ampliamente en estudios relacionados con el crecimiento óseo y los análisis biomecánicos. Esta medición se realiza desde el suelo (o desde el borde de una plataforma si el sujeto está de pie sobre ella) hasta la marca tibial lateral. Para obtener esta medida, se solicita al sujeto que se coloque de pie sobre la plataforma. La base fija del calibre se coloca en el borde de la plataforma, mientras que el brazo móvil se ajusta a la altura de la marca tibial lateral. Es fundamental mantener el calibre en posición vertical a lo largo del proceso de medición. Al finalizar, se registra la distancia desde la marca tibial lateral hasta el borde superior de la plataforma (44).

Perímetros: la medición de los perímetros corporales implica el uso de una cinta métrica y brinda información relevante sobre el desarrollo de la masa muscular. Además, es útil para establecer puntos de referencia (45).

Los perímetros corporales proporcionan información valiosa sobre la composición corporal y el estado nutricional de un individuo. Mediante



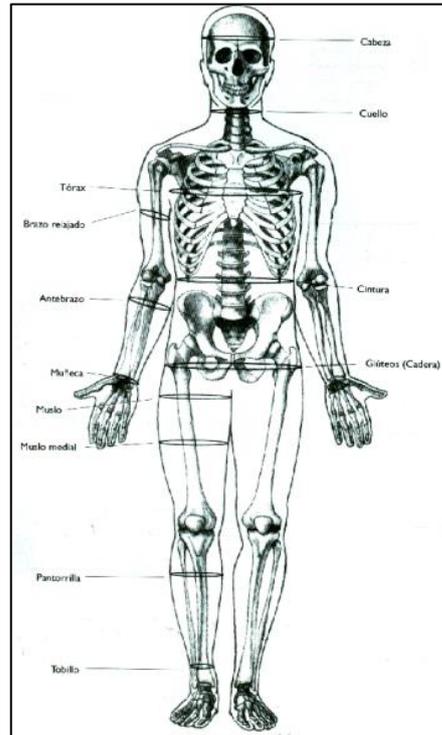
estas medidas, se pueden identificar áreas con acumulación de grasa y masa muscular, permitiendo una evaluación integral de la salud y el estado físico. Además, estas medidas son cruciales para el seguimiento del progreso en programas de acondicionamiento físico y tratamientos nutricionales, así como para la identificación de riesgos de salud asociados con la obesidad y la distribución de grasa.

- **Perímetro Brazo Relajado:** evalúa la circunferencia del brazo, proporcionando información sobre la masa muscular y la grasa subcutánea. Es un indicador importante del estado nutricional y de la masa magra, se mide en la parte media del brazo entre el acromion (hombro) y el olécranon (codo), con el brazo en posición relajada, colgando al lado del cuerpo.
- **Perímetro Muslo:** evalúa la circunferencia del muslo, reflejando la masa muscular y la grasa subcutánea en esta área. Es útil en la evaluación de la fuerza y el estado físico de los miembros inferiores. Para medir el perímetro del muslo, se posiciona al sujeto de pie con los pies ligeramente separados y el peso distribuido uniformemente entre ambos. La medición se realiza a 1 o 2 cm por debajo del pliegue glúteo del muslo. Se coloca la cinta métrica alrededor de la parte inferior del muslo y se desliza hacia arriba hasta alcanzar el nivel adecuado para obtener la medida correcta (44).
- **Perímetro Pantorrilla:** es un indicador esencial para evaluar tanto la masa muscular como la grasa subcutánea en la región inferior de la pierna. La medición del perímetro de la pantorrilla se realiza en el lado lateral de esta. Para efectuar la medición, el sujeto debe situarse de espaldas al evaluador, adoptando una posición elevada y asegurándose

de que el peso esté distribuido equitativamente entre ambos pies. La medición se realiza específicamente en la cara lateral de la pantorrilla.

Figura 3

Marcas o referencias anatómicas para los perímetros.



Fuente: Estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas (2006)

Pliegues Cutáneos: también denominados pliegues adiposos, son una medida utilizada para estimar la cantidad de grasa subcutánea en el organismo. Esta técnica se realiza mediante el uso de un calibrador de pliegues cutáneos, que se aplica en diferentes áreas del cuerpo. Este método es comúnmente empleado en la evaluación de la composición corporal, abarcando tanto la cantidad de grasa como la masa magra. Este método se fundamenta en la premisa de que el mayor parte tejido adiposo se ubica en la capa subcutánea. Sin embargo, dado que la distribución del tejido adiposo subcutáneo no es uniforme y varía entre diferentes regiones del cuerpo, es necesario tomar medidas de pliegues cutáneos en varias



áreas corporales (46). Haffner y colaboradores (1987) informaron que en hombres y mujeres mexicanos, el cociente subescapular/tríceps (CST) mostró una correlación con la diabetes tipo II, así como con los niveles de triglicéridos y HDL (44).

Las mediciones de los pliegues cutáneos se expresan en milímetros y se realizan en puntos específicos del cuerpo, tales como el tríceps, el abdomen, el muslo y la región suprailíaca. A partir de estos datos, se calcula el porcentaje de grasa corporal utilizando fórmulas que consideran la suma de los pliegues cutáneos y otros factores como la edad y el sexo.

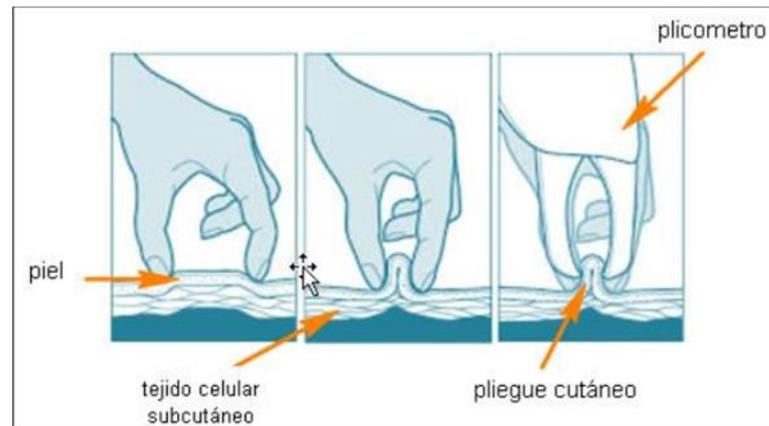
En la década de 1990, el grosor de la grasa subcutánea se evaluaba mediante la medición de los pliegues cutáneos, fundamentándose en estudios previos que evidenciaron una correlación moderada a fuerte entre estas mediciones y la cantidad total de grasa corporal. Desde entonces, esta técnica se ha establecido como un indicador clínico confiable del total de grasa corporal, debido a su facilidad de realización y bajo costo, lo que la hace ideal para estudios epidemiológicos a gran escala y evaluaciones del estado nutricional.

Técnica: Para medir el pliegue cutáneo, se utilizan los dedos índice y pulgar de la mano izquierda para sujetar una doble capa de piel junto con el tejido adiposo subyacente en la región indicada, aplicando una ligera tracción hacia afuera para formar el pliegue correctamente y asegurarse de que ambos lados queden paralelos. Al mismo tiempo, se sostiene el compás con la mano derecha, colocándolo en posición perpendicular al pliegue con una apertura de aproximadamente 8 cm. El compás se aplica

a 1 cm del punto donde se tomó el pliegue, manteniéndolo perpendicular a la dirección del pliegue y en su base, y se conserva esta posición hasta finalizar la medición.

Figura 4

Técnica de Medición de Pliegues.

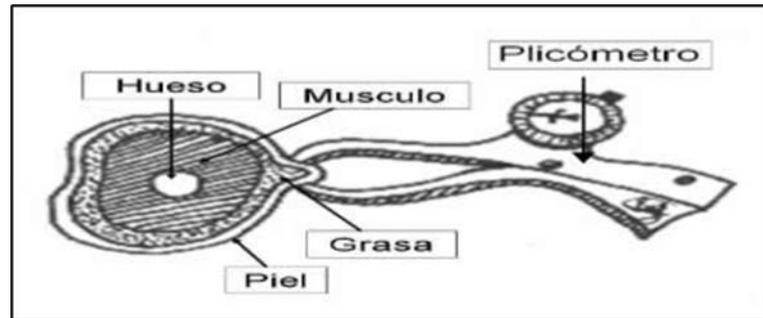


Fuente: Esparza F. (1993)-Manual de cineantropometría monografías de FEMEDE-Pamplona.

La cantidad de tejido adiposo capturado será adecuada para formar un pliegue con lados paralelos. Es fundamental evitar incluir músculo en el pliegue, lo cual se puede verificar solicitando al sujeto que contraiga los músculos de la zona cuando el pliegue ha sido tomado. Una vez realizada esta comprobación, se liberará el pliegue y se repetirá la medición válida con la musculatura en estado de relajación.

Figura 5

Medición de Pliegues.



Fuente: Esparza F. (1993)-Manual de cineantropometría monografías de FEMEDE-Pamplona.

La lectura del plicómetro debe tomarse después de un promedio de 4 segundos. Se recomiendan tres mediciones, calculando la media de los resultados; si la variación entre las mediciones supera el 10%, se deben realizar mediciones adicionales. Al concluir la medición, es importante retirar suavemente el plicómetro, abriendo sus astas sin soltar el pliegue con la mano izquierda, con el fin de evitar causar molestias al sujeto.

- **Pliegues cutáneos (vista anterior)**
 - **Pliegue Muslo Frontal:** evalúa la grasa subcutánea localizada en la parte superior del muslo. Para llevar a cabo esta medición, el evaluador debe posicionarse frente al costado derecho del sujeto, alineado con la altura lateral del muslo. El sujeto debe flexionar la rodilla formando un ángulo de 90 grados y apoyar el pie derecho sobre una caja o en posición sentada. El sitio de medición debe marcarse de forma paralela al eje longitudinal del fémur, ubicándose en el punto medio entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula, con la pierna en flexión. La medición puede llevarse a cabo con la

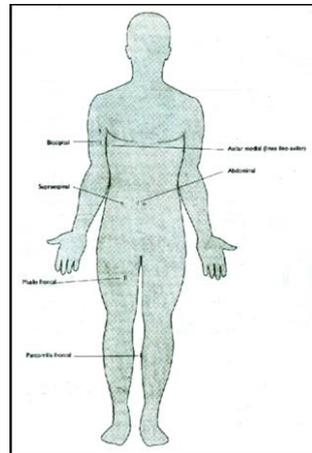


rodilla flexionada o con la pierna derecha apoyada en una plataforma. Si resulta difícil separar el pliegue cutáneo, se puede pedir al sujeto que extienda ligeramente la rodilla, desplazando el pie hacia adelante para reducir la tensión en la piel. Si las dificultades persisten, el sujeto puede levantar el muslo desde la parte posterior con sus manos para liberar la tensión. Como último recurso, en casos de pliegues muy adheridos, un asistente (ubicado entre las piernas del evaluado) puede colaborar tomando el pliegue con ambas manos. Debe existir una distancia aproximada de 6 cm entre los dedos de la mano derecha, que sujeta el pliegue en la posición correcta, y la mano izquierda, que toma un pliegue distal. El calibrador se coloca entre ambas manos del asistente, a 1 cm del pulgar y del índice de la mano derecha del mismo (43).

- ***Pliegue Pantorrilla Medial:*** con el sujeto en posición sentada o con el pie apoyado sobre una caja (manteniendo la rodilla a un ángulo de 90 grados) y la pantorrilla en estado de relajación, se procede a medir el pliegue cutáneo en la porción medial de la pantorrilla, realizando un pliegue vertical a la altura de su perímetro máximo. Este punto de referencia se define durante la medición de los perímetros y debe marcarse en la cara medial de la pantorrilla. Es crucial realizar una verificación frontal para asegurarse de que el punto más medial ha sido identificado correctamente (43).

Figura 6

Ubicación de los puntos de referencia para la medición de los pliegues cutáneos (vista anterior).



Fuente: Estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas (2006)

- **Pliegues cutáneos (vista posterior)**

- **Pliegue Subescapular:** mide la grasa subcutánea en la parte superior de la espalda. Se mide en el ángulo inferior interno de la escápula, en el punto más bajo del ángulo inferior. Se marca a 2 cm en una línea lateral y oblicua siguiendo el clivaje de la piel. La referencia anatómica utiliza un ángulo de 45 grados en la misma dirección del borde interno del omóplato, hacia la columna vertebral. La medición se realiza justo debajo y lateralmente al ángulo externo del hombro. El individuo debe estar de pie, erguido, con los brazos colgando a los lados. Para medir, se palpa el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo, mientras el índice se desplaza hacia abajo, rotando ligeramente el pulgar en sentido horario para tomar el pliegue y realizar la medición a 1 cm de distancia (43).
- **Pliegue Tricipital o Triceps:** complementa la medición del

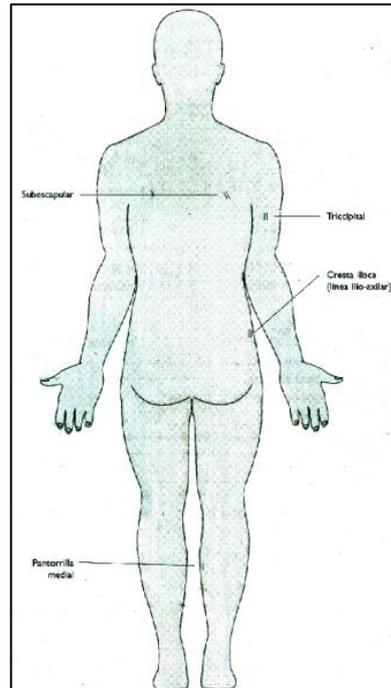


pliegue tricipital para una evaluación completa del brazo. Se utiliza el pulgar y el dedo índice de la mano izquierda para tomar el pliegue en la marca posterior, situada sobre la línea media acromial-radial. Este pliegue debe ser vertical y paralelo al eje longitudinal del brazo. La medición se realiza en la superficie posterior del brazo, específicamente sobre el músculo tríceps, visto de lado. La marca debe ser visible desde un ángulo lateral, indicando el punto más posterior del tríceps, mientras se mantiene la posición anatómica en la línea media acromial-radial. Durante la medición, el brazo debe estar relajado, con el hombro ligeramente rotado externamente y el codo extendido junto al cuerpo. Esto asegura que la medición sea precisa y consistente, permitiendo una evaluación confiable del grosor del pliegue cutáneo en esta área (43).

- ***Pliegue Pantorrilla Medial:*** con el sujeto en una posición sentada o con el pie apoyado sobre una plataforma (rodilla flexionada a 90 grados) y la pantorrilla en estado de relajación, se realiza la medición de un pliegue cutáneo vertical en la cara medial de la pantorrilla, a la altura de su circunferencia máxima. Es esencial marcar este punto en la cara medial de la pantorrilla para garantizar una evaluación precisa (43).

Figura 7

Ubicación de los puntos de referencia para la medición de los pliegues cutáneos (vista posterior).



Fuente: Estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas (2006)

Las mediciones de los pliegues cutáneos se utilizan para calcular el porcentaje de grasa corporal mediante fórmulas que consideran la suma de estos pliegues junto con factores como la edad y el sexo. Cabe destacar que estas fórmulas proporcionan estimaciones y presentan ciertas limitaciones, ya que no contemplan la distribución interna de la grasa. No obstante, las mediciones de los pliegues cutáneos pueden ser útiles para monitorear los cambios en la composición corporal a lo largo del tiempo, especialmente en ámbitos como el fitness, el deporte y la salud. Sin embargo, la interpretación precisa de los resultados y su valor diagnóstico deben ser realizados por profesionales capacitados en el área de la composición corporal y la fisiología (43).



2.2.6 Métodos ecuacionales

En el marco de nuestra investigación, se utilizó un compendio especializado de fórmulas y tablas orientadas a la intervención nutricional, empleando específicamente aquellas diseñadas para adolescentes con el objetivo de determinar el porcentaje de grasa corporal y la cantidad de masa muscular. Este manual constituye una recopilación exhaustiva de fórmulas y tablas dentro del ámbito técnico-científico de la nutrición, con el objetivo primordial de facilitar su consulta y aplicación tanto en el contexto educativo y de investigación, como en la práctica profesional. Su contenido ofrece una base sólida y confiable para el análisis y la interpretación de los datos recolectados, garantizando así la precisión y validez de los resultados obtenidos.

2.2.6.1 Para determinar el porcentaje de grasa corporal

La acumulación excesiva de grasa corporal representa un riesgo significativo para la salud, al igual que una cantidad insuficiente de la misma. Es fundamental considerar que el almacenamiento de grasa corporal difiere entre hombres y mujeres, lo que conlleva a la necesidad de establecer rangos de evaluación y clasificación del porcentaje de grasa corporal específicos para cada sexo. En términos generales, las mujeres tienden a acumular más tejido adiposo en las extremidades, mientras que los hombres lo hacen predominantemente en el torso (47).

- **Formula de SLAUGHTER LOHMAN Y COLABORADORES, 1988:** calcula el porcentaje de grasa corporal a partir de la medición de dos pliegues cutáneos, siendo un método ideal para niños de entre 8 y 18 años. La escala de



Tanner se utiliza para clasificar el nivel de maduración sexual en adolescentes, lo cual es importante para ajustar las evaluaciones de grasa corporal.

(Porcentaje de grasa corporal total (%GCT) mediante la sumatoria de pliegues del tríceps y subescapular y de acuerdo con la escala de Tanner):

– **Muchachos:**

- **Tanner 1 y 2:**

$$\% \text{ GCT} = (1.21 \times \sum \text{pliegues}_{mm}) - (0.008 \times \sum \text{pliegues}_{mm^2}) - 1.7$$

- **Tanner 3:**

$$\% \text{ GCT} = (1.21 \times \sum \text{pliegues}_{mm}) - (0.008 \times \sum \text{pliegues}_{mm^2}) - 3.4$$

- **Tanner 4 y 5:**

$$\% \text{ GCT} = (1.21 \times \sum \text{pliegues}_{mm}) - (0.008 \times \sum \text{pliegues}_{mm^2}) - 5.5$$

- **Muchachas(todas):**

$$\% \text{ GCT} = (1.33 \times \sum \text{pliegues}_{mm}) - (0.013 \times \sum \text{pliegues}_{mm^2}) - 2.5$$

Tabla 2

Parámetro antropométrico para determinar %GCT.

Sexo	% de grasa corporal			
	-(bajo)	0(Normal)	+(Alto)	++(Muy Alto)
Femenino	<16,3%	16,3-34,0%	34,1-36,7%	>36,8
Masculino	<11,1%	11,1-26,4%	26,5-30,0%	>30,1

Fuente: *H.D. McCarthy y Col., en international journal of obesity*

2.2.6.2 Para determinar el porcentaje de masa muscular

El músculo esquelético constituye el tipo de músculo que es visible, palpable y cuantificable. Aproximadamente, representa el 40% del peso corporal total y es el componente más importante de la Masa Libre de Grasa (MLG), contribuyendo hasta en un 50% de esta. La evaluación de este componente físico permite reflejar el estado nutricional de las reservas proteicas y la condición física general del individuo (35).

La fórmula de Poortmans fue validada mediante absorciometría dual de rayos X (DXA), mostrando una alta precisión ($R^2 = 0.97$) para la predicción de la masa muscular total del cuerpo. Este enfoque es especialmente útil para estudios en adolescentes y puede ser aplicado en contextos de investigación y en la práctica profesional para obtener estimaciones confiables de la masa muscular esquelética total (48).

Esta fórmula fue desarrollada y validada en una muestra de 59 individuos, incluyendo tanto hombres como mujeres, con edades entre 7 y 24 años (49).

- **Formula de POORTMANS, 2005:** calcula el porcentaje de masa muscular a partir de la medición de la altura y las circunferencias de ciertas partes del cuerpo, como el brazo superior, el muslo y la pantorrilla,

ajustadas por el grosor del tejido adiposo subcutáneo. Además, considera variables como el sexo y la edad para realizar sus predicciones.

(Masa muscular total (MMT) mediante talla y perímetros):

$$\begin{aligned} MMT_{kg} = & Talla_m \times (0.0064 \times \text{perímetro de brazo}_{cm^2}) \\ & + (0.0032 \times \text{perímetro del muslo}_{cm^2}) \\ & + (0.0015 \times \text{perímetro de la pantorrilla}_{cm^2}) \\ & + (2.56 \times \text{género}) + (0.136 \times \text{Edad}_{años}) \end{aligned}$$

Valores de género:

- Muchachos: 1
- Muchachas: 0

Tabla 3

Parámetro antropométrico para determinar %MMT.

Sexo	% de masa muscular			
	-(bajo)	0(Normal)	+(Alto)	++(Muy Alto)
Femenino	<24,3%	24,3-30,3%	30,4-35,3%	>35,4
Masculino	<33,3%	33,3-39,3%	39,4-44,0%	>44,1

Fuente: H.D. McCarthy y Col., en international journal of obesity

2.2.7 Fuerza

La habilidad del ser humano para vencer o actuar en oposición a una resistencia externa se manifiesta a través de respuestas motoras, nerviosas y metabólicas del organismo, con un énfasis particular en la función del músculo (50).

2.2.7.1 Fuerza muscular

La fuerza muscular se describe como la capacidad de un músculo



o grupo de músculos para producir tensión y aplicar fuerza contra una resistencia al llevar a cabo una actividad física. Esta habilidad es esencial no solo para la ejecución de tareas cotidianas y el mantenimiento de la postura y estabilidad corporal, sino también para optimizar el rendimiento en actividades deportivas y ejercicios físicos. Asimismo, la fuerza muscular constituye una característica física indispensable para el mantenimiento de una salud óptima y una calidad de vida adecuada (51).

Cabe destacar, que la fuerza de agarre se ha propuesto como una herramienta útil para identificar trastornos neuromusculares, como la atrofia muscular espinal (52) (53) y la distrofia muscular, lo que resalta su importancia clínica (54).

2.2.7.2 **Fuerza muscular periférica**

Para medir con precisión la fuerza muscular periférica, también conocida como fuerza de agarre, se puede utilizar un dinamómetro digital o analógico, lo que proporciona un valor exacto y objetivo. Este parámetro es muy útil en la evaluación y rehabilitación de diversas condiciones clínicas, ya que permite medir la función musculoesquelética del miembro superior y la fuerza general. Proporciona datos relevantes para el ámbito de la salud, pudiendo predecir si una persona presenta debilidad, discapacidad o si no está apta para retomar sus actividades cotidianas, además de ofrecer una estimación del riesgo de mortalidad (55).

Además, la fuerza muscular es particular para cada grupo de músculos, dependiendo del tipo de contracción que se realice (sea estática o dinámica), la velocidad de dicha contracción (ya sea lenta o rápida), y el

ángulo de la articulación que se esté evaluando (en el caso de contracción estática) (56).

En la actualidad, la fuerza muscular se considera un indicador fundamental de la salud y el bienestar tanto en adultos como en jóvenes. Esta se encuentra inversamente relacionada con los índices de mortalidad y está positivamente asociada con el mantenimiento de la autonomía personal (57).

2.2.7.3 **Dinamometría**

La dinamometría es la técnica utilizada para medir la fuerza muscular mediante el uso de dispositivos llamados dinamómetros. Los dinamómetros pueden ser de diferentes tipos, incluidos los manuales y digitales, y son esenciales para evaluar la fuerza en contextos clínicos, deportivos y de investigación (56).

- **Dinamómetro manual**

Es un instrumento que permite cuantificar la fuerza y potencia de diversos grupos musculares, incluida la fuerza de agarre de la mano, ofreciendo medidas objetivas del rendimiento físico de la persona evaluada. Este método es fácil de aplicar, rápido, no invasivo y de bajo costo.

Para obtener mediciones precisas, es fundamental que el individuo mantenga una postura correcta: sentado, con el hombro en aducción, el codo flexionado a 90 grados, y la muñeca en una posición neutra. La presión debe mantenerse durante un periodo de 3 a 6 segundos, realizándose tres mediciones por mano con un intervalo de



aproximadamente un minuto entre cada repetición, con el fin de prevenir la fatiga muscular.

El resultado de la dinamometría puede estar influenciado por diversos factores, tales como las características antropométricas del individuo, su sexo, edad, postura y el índice de masa corporal (IMC) (58).

En este proyecto se utilizará el dinamómetro **Camry** para las evaluaciones.

A diferencia de otros métodos, en este enfoque, la articulación se mueve. Es considerado el método más adecuado para una evaluación objetiva de la fuerza muscular, midiendo parámetros como el momento de fuerza, el trabajo y la potencia muscular (59).

- **Puntos de corte:** esto es esencial para evaluar la fuerza muscular en adolescentes, estos puntos se pueden modificar de acuerdo a la edad, sexo y otros factores. La evaluación de la fuerza muscular, es importante para determinar si los adolescentes tienen un nivel de fuerza adecuado para su desarrollo y salud (60).

2.2.7.4 **Fuerza de agarre**

Los agarres de precisión, comúnmente denominados pinzas, son utilizados cuando se requiere una elevada exactitud. Este tipo de agarre implica predominantemente las articulaciones metacarpofalángicas, con un contacto directo entre el pulgar y los otros dedos (61).

- **Posiciones de agarre:** el dinamómetro dispone de cinco posiciones de agarre distintas para evaluar la fuerza isométrica de manera precisa. Esta técnica es adecuada para su empleo, ya que permite

que el propio individuo, sin influencias externas, ejerza control sobre su fuerza en el acto de la medición (60).

El agarre manual comprende cuatro fases:

- Extensión de la mano.
 - Flexión de los dedos para sujetar el objeto.
 - Aplicación de la fuerza de agarre, ajustada según el peso y la fragilidad del objeto.
 - Liberación, donde la mano se abre para soltar el objeto.
- **La prensión:** se refiere al conjunto de movimientos que realiza la mano para sujetar un objeto. Esta función involucra a todo el miembro superior, combinando delicadeza y precisión con fuerza y resistencia. Todos los elementos anatómicos del miembro superior trabajan en conjunto para asegurar la máxima eficacia y potencia en la prensión (61).

Tabla 4

Estado físico de la prueba de dinamometría.

Fuerza Muscular			
Sexo	Débil	Normal	Fuerte
Femenino	<17.2 Kg	17,2-29,0Kg	>29,0 Kg
Masculino	<32,6 Kg	32,6-52.4 Kg	>52,4 Kg

Fuente: *Appendix physical status according to the test result given by dynamometer CAMRY, model EH101 expressed in kilograms.*

2.2.8 Glucosa

La glucemia, entendida como la concentración de glucosa en la sangre,



representa la cantidad de azúcar presente en el torrente sanguíneo en un momento determinado. La glucosa actúa como una fuente primordial de energía para las células del organismo. El cuerpo humano regula meticulosamente los niveles de glucosa sanguínea para mantenerlos dentro de parámetros saludables, dado que tanto las hiperglucemias como las hipoglucemias pueden resultar nocivas para la salud (62).

El principal transportador de glucosa, conocido como GLUT, está presente en diversos tejidos y se manifiesta en múltiples isoformas. Las isoformas GLUT1 y GLUT3 juegan un rol crucial en el transporte basal de glucosa, localizándose en células neuronales, astrocitos, así como en tejidos adiposos y musculares. Por otro lado, el GLUT2 se encuentra predominantemente en enterocitos, células renales, hepáticas y pancreáticas. El GLUT4, caracterizado por su alta afinidad por la glucosa, se expresa en el músculo esquelético, el tejido cardíaco y el tejido adiposo, todos ellos sensibles a la insulina. En estos tejidos, la acción de la insulina incrementa el transporte de glucosa hacia el interior celular a través de GLUT4 (63). Para la cuantificación de la glucosa, se utiliza un glucómetro, un dispositivo electrónico portátil diseñado específicamente para medir la concentración de azúcar en la sangre (64).

2.2.8.1 Nivel de glucosa

El nivel de glucosa en sangre se refiere a la concentración de glucosa presente en el torrente sanguíneo. Los valores anormales de la glucosa se denominan de la siguiente manera:

- **Hiperglucemia:**

La hiperglucemia crónica se manifiesta cuando de manera

constante los niveles sanguíneos de glucosa exceden los rangos normales. Es típica de los diabéticos, cuyo organismo no puede regular adecuadamente los niveles de glucosa (65).

- **Hipoglucemia:**

Se caracteriza por la presencia de niveles reducidos de glucosa en el torrente sanguíneo, lo cual genera síntomas tales como vértigo, letargo, confusión y, en situaciones severas, pérdida de la consciencia. La hipoglucemia suele estar frecuentemente vinculada con la administración de insulina y otros fármacos destinados al tratamiento de la diabetes (65).

Tabla 5

Valores referenciales de glucemia en sangre.

GLUCEMIA EN SANGRE	
Hipoglucemia	40 - 69 mg/dl
Normal	70 - 105 mg/dl
Riesgo	106 - 120 mg/dl
Hiper glucemia	> 120 mg/dl

Fuente: American Diabetes Association (ADA)

El manejo óptimo de los niveles de glucosa en sangre, es crucial para la prevención de complicaciones y el mantenimiento de una salud óptima. Las herramientas de monitoreo y las estrategias de gestión son fundamentales para asistir a las personas con diabetes y otras condiciones relacionadas con la glucosa, permitiéndoles llevar una vida saludable y activa, especialmente en la población adolescente (66).

2.2.8.2 Detección basada en el riesgo de diabetes tipo 2 o prediabetes en niños y adolescentes que no presentan síntomas

Es fundamental realizar la detección en jóvenes con sobrepeso u obesidad que presenten uno o más factores de riesgo adicionales, teniendo en cuenta la fortaleza de su relación con la diabetes. Esta evaluación debe comenzar a partir del inicio de la pubertad o a los 10 años, lo que ocurra primero. Si los resultados son normales, se recomienda repetir las pruebas al menos cada 3 años, o con mayor frecuencia si el IMC aumenta o los factores de riesgo se agravan. Aunque se han documentado casos de diabetes tipo 2 en menores de 10 años, esta posibilidad puede considerarse cuando hay múltiples factores de riesgo presentes (67).

Tabla 6

Valores de referencia.

CRITERIOS PARA EL TAMIZAJE (Prediabetes y Diabetes)		
Hemoglobina A1C (HbA1c)	5,4 - 6,4%	≥6,5%
Glucemia en ayunas	100 - 125 mg/dl	≥126 mg/dL
Glucemia dos horas después de sobrecarga 75 gr de glucosa (PTOG)	140 - 199 mg/dl	≥200 mg/dL
Glucemia al azar	-	≥200 mg/dL

Fuente: American Diabetes Association (ADA).

El uso de escalas y puntajes de riesgo, basados en datos obtenidos de manera rutinaria en la práctica diaria y validados para la población en la que se aplicarán, representa una estrategia costo-efectiva para llevar a cabo la tamización en poblaciones seleccionadas. Esto permite estratificar



a los individuos y someter a pruebas sanguíneas únicamente a aquellos identificados con alto riesgo. Sin embargo, estas escalas presentan una alta tasa de falsos positivos, mientras que en jóvenes su sensibilidad es baja. La validación de estas herramientas es fundamental, lo que ha limitado su aplicación generalizada. Las pruebas diagnósticas adecuadas para realizar tamizaciones incluyen la glucosa plasmática al azar y en ayunas. La prueba de tolerancia oral a la glucosa y la hemoglobina A1c, ajustada según los parámetros del Programa Nacional de Estandarización de Glicohemoglobina (NGSP) de Estados Unidos, pueden utilizarse como pruebas confirmatorias o diagnósticas, pero no para tamizaje (68).

2.2.8.3 **Glucemia al azar**

Las ventajas de la prueba de glucemia al azar residen en su facilidad de realización, ya que no requiere ayuno previo, lo que la hace más conveniente. Además, suele formar parte del panel metabólico básico, que se solicita comúnmente para otros fines, lo que permite su obtención de manera simple y accesible (69).

La glucosa al azar es la medida de la concentración de glucosa en sangre tomada en cualquier momento del día, sin necesidad de ayuno. Este indicador es especialmente relevante en adolescentes con sobrepeso y obesidad, ya que dichas condiciones aumentan el riesgo de sufrir alteraciones metabólicas, como la prediabetes y la diabetes tipo 2. Diversos estudios han mostrado que, en adolescentes con exceso de peso, los niveles de glucosa al azar pueden elevarse considerablemente, en algunos casos superando los 200 mg/dL, lo que sugiere una mayor



probabilidad de desarrollar diabetes (70).

2.2.8.4 Métodos de medición de la glucosa

- **Medidores de Glucosa en Sangre (Glucómetros):** estos dispositivos portátiles son utilizados por pacientes en casa para medir sus concentraciones de glucosa en el torrente sanguíneo de manera rápida y conveniente.

- ***Procedimiento:***

Limpieza: Lave sus manos con agua y jabón y séquelas bien.

Preparación del Glucómetro: Inserte una tira reactiva en el glucómetro.

Punción: Use una lanceta para pinchar el lado de la punta de un dedo.

Obtención de Muestra: Disponga una gota de sangre sobre la tira reactiva.

Lectura: Espere unos segundos para que el glucómetro muestre la concentración de glucosa, en el torrente sanguíneo en la pantalla.

- **Monitoreo Continuo de Glucosa (MCG):** este método implica el uso de un dispositivo que mide los niveles de glucosa en tiempo real a lo largo del día y la noche.

- ***Componentes del MCG:***

Sensor: Un pequeño sensor es insertado subcutáneamente, usualmente en la región abdominal o en la parte superior del brazo., para



medir la glucosa en el líquido intersticial.

Transmisor: Envía los datos del sensor a un dispositivo receptor.

Receptor: Puede ser un dispositivo específico o una aplicación en un teléfono inteligente que muestra los niveles de glucosa.

– ***Procedimiento:***

Inserción del Sensor: Coloque el sensor debajo de la piel siguiendo las instrucciones del fabricante.

Conexión del Transmisor: Conecte el transmisor al sensor.

Monitoreo: El dispositivo ofrece mediciones continuas y tiene la capacidad de generar alertas cuando los niveles de glucosa se encuentran fuera del rango óptimo, ya sea por exceso o por defecto.

• **Pruebas de laboratorio**

La medición de la glucosa en la sangre se realiza comúnmente a través de análisis de sangre en:

- *Glucosa en Ayunas:* Medición realizada después de un período de ayuno de al menos 8 horas.
- *Glucosa Posprandial:* Medición realizada después de una comida, generalmente 2 horas después de comer.
- *Prueba de Tolerancia a la Glucosa:* Consiste en la ingestión de una solución concentrada de glucosa, seguida de la medición periódica de los niveles de glucosa en sangre a intervalos determinados, con el objetivo de evaluar la capacidad del organismo para gestionar y



regular la glucosa.

- *Hemoglobina A1c (HbA1c)*: Proporciona una medida promedio de los niveles de glucosa en sangre durante los 2 a 3 meses anteriores (71).

2.2.9 Problemas asociados de un alto porcentaje de tejido adiposo en la masa muscular en el adolescente

2.2.9.1 Impacto del tejido adiposo en la masa muscular y la salud en adolescentes

El exceso de tejido adiposo en la adolescencia puede afectar negativamente tanto la función muscular como la salud metabólica. Un alto porcentaje de grasa corporal se asocia con una disminución de la masa muscular magra, lo que puede llevar a problemas funcionales y un mayor riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas (72).

El tejido adiposo visceral está directamente asociado con la resistencia a la insulina, que puede influir negativamente en la captación de glucosa por parte del músculo. Esto impacta en el desarrollo muscular y en la fuerza física en adolescentes con sobrepeso u obesidad.

El aumento del tejido adiposo en adolescentes no solo afecta el metabolismo energético, sino que también tiene implicaciones directas sobre la masa muscular. Estudios recientes han demostrado que un exceso de grasa puede provocar resistencia a la insulina, lo que interfiere con la capacidad del organismo para utilizar de manera eficiente la glucosa y los ácidos grasos como fuentes de energía, afectando el crecimiento y la



síntesis muscular. Además, se ha observado que la acumulación de grasa puede infiltrarse en las fibras musculares, un fenómeno conocido como "infiltración grasa intramuscular," que está asociado a una disminución de la fuerza muscular y a una mayor fatiga (72).

Esta relación es particularmente preocupante en adolescentes, ya que la masa muscular juega un papel crucial en la prevención de enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2. Un alto porcentaje de tejido adiposo, combinado con la disminución de la masa muscular, crea un entorno desfavorable para el metabolismo energético y aumenta el riesgo de padecer enfermedades crónicas en etapas posteriores de la vida (73).

2.2.9.2 Sarcopenia en adolescentes con sobrepeso u obesidad

Aunque la sarcopenia se asocia más comúnmente con la población anciana, investigaciones recientes indican que adolescentes con altos porcentajes de grasa corporal también pueden experimentar sarcopenia temprana. La coexistencia de un alto porcentaje de grasa y baja masa muscular (sarcopenia) puede tener serias implicaciones para la salud (74).

2.2.9.3 Alteración en la fuerza muscular

Adolescentes con un alto porcentaje de grasa corporal también suelen presentar una reducción en la fuerza muscular, particularmente en la fuerza de agarre y la resistencia muscular, lo que está asociado con un mayor riesgo de problemas metabólicos y enfermedades crónicas (75).



2.2.9.4 **Consecuencias Metabólicas y Funcionales de un Alto**

Porcentaje de Tejido Adiposo

Un alto porcentaje de tejido adiposo en adolescentes está estrechamente relacionado con la aparición de desórdenes metabólicos. El síndrome metabólico, caracterizado por la combinación de hipertensión, dislipidemia, hiperinsulinemia y obesidad abdominal, es una consecuencia directa de la acumulación excesiva de grasa corporal. Además, la alteración en los niveles de glucosa en sangre es uno de los primeros signos de deterioro metabólico en adolescentes con sobrepeso, lo que puede desencadenar en diabetes tipo 2.

Desde una perspectiva funcional, el aumento del tejido adiposo en adolescentes también impacta negativamente en la capacidad física. Se ha demostrado que los adolescentes con un alto porcentaje de grasa corporal tienen una menor fuerza muscular y una disminución en su rendimiento físico, lo que afecta su capacidad para realizar actividades cotidianas y deportivas. Este deterioro funcional no solo limita su actividad física actual, sino que también aumenta el riesgo de desarrollar problemas músculo-esqueléticos en la adultez.

2.2.9.5 **Prevención y Manejo del Exceso de Tejido Adiposo**

Para prevenir y manejar los problemas asociados a un alto porcentaje de tejido adiposo en adolescentes, es fundamental implementar intervenciones multidisciplinarias que incluyan tanto la nutrición como la actividad física. Los programas de intervención que combinan una alimentación equilibrada y la promoción de actividad física regular han



demostrado ser efectivos para mejorar la composición corporal en adolescentes.

Desde la perspectiva nutricional, una dieta rica en nutrientes, con un adecuado equilibrio entre macronutrientes y micronutrientes, es esencial para promover el desarrollo muscular y prevenir el exceso de grasa corporal. Asimismo, el ejercicio físico, especialmente el entrenamiento de resistencia, ha demostrado ser eficaz para aumentar la masa muscular y reducir la grasa corporal en adolescentes.

En conclusión, el exceso de tejido adiposo en la adolescencia no solo afecta el desarrollo físico y metabólico, sino que también impacta negativamente en la salud mental y social de los adolescentes. Un alto porcentaje de grasa corporal en esta etapa crítica del crecimiento puede desencadenar una serie de complicaciones que persisten en la adultez. Por tanto, es crucial implementar estrategias preventivas y de intervención temprana que permitan equilibrar la composición corporal y mejorar el bienestar general de los adolescentes.

2.2.10 Problemas asociados a causa de un alto porcentaje de tejido adiposo en la fuerza muscular

La relación entre un alto porcentaje de tejido adiposo y la disminución de la fuerza muscular ha sido estudiada ampliamente. Aunque el músculo esquelético es fundamental para el movimiento y la fuerza física, la acumulación excesiva de tejido adiposo puede comprometer su funcionamiento. Estudios sugieren que el exceso de tejido adiposo no solo incrementa la carga que deben soportar los músculos, sino que también provoca cambios en la eficiencia metabólica del



músculo, generando resistencia a la insulina y favoreciendo un estado inflamatorio crónico (76).

Este estado de inflamación crónica, mediado por el tejido adiposo, conduce a una menor calidad muscular, afectando la capacidad para generar fuerza. Además, la infiltración de grasa en el músculo, fenómeno conocido como "miosteatosiis", se ha relacionado con una disminución de la contractilidad muscular, lo que implica una pérdida de eficiencia mecánica y una reducción en la fuerza muscular, a pesar de que la masa muscular puede no estar significativamente reducida.

2.2.10.1 Efectos del exceso de grasa corporal en la composición corporal y la fuerza

El aumento de grasa corporal afecta la composición corporal global, creando un desbalance entre el tejido adiposo y la masa muscular. En individuos con obesidad, este desbalance no solo afecta la estética corporal, sino también la funcionalidad física. Investigaciones han mostrado que adolescentes y adultos jóvenes con sobrepeso y obesidad presentan una disminución significativa de la fuerza muscular relativa, lo que puede dificultar el rendimiento físico y aumentar el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas y cardiovasculares a largo plazo (77).

En estos casos, la fuerza muscular se ve comprometida no solo por la sobrecarga de peso que deben soportar los músculos, sino también por alteraciones en la composición de los tejidos, como la acumulación de grasa intramuscular. Estas alteraciones comprometen la capacidad del



músculo para responder de manera eficiente a las demandas físicas, limitando su rendimiento.

2.2.10.2 Relación entre tejido adiposo y fuerza muscular en adolescentes con sobrepeso

Los adolescentes que presentan un alto porcentaje de tejido adiposo suelen manifestar una disminución en su rendimiento físico, en particular en pruebas de fuerza muscular, como la fuerza de presión manual o ejercicios de resistencia muscular. Estudios recientes han demostrado que los adolescentes con sobrepeso u obesidad tienen menor capacidad para generar fuerza relativa en comparación con sus pares normopeso. Esta relación inversa entre el exceso de grasa corporal y la fuerza muscular es atribuida, en parte, a la carga mecánica adicional que el músculo debe soportar y al deterioro en la calidad del tejido muscular (78).

Además, los cambios hormonales que acompañan la obesidad, como los niveles alterados de leptina e insulina, también pueden influir en la capacidad del cuerpo para mantener un equilibrio adecuado entre la masa grasa y la masa muscular. A largo plazo, estos adolescentes pueden estar en riesgo de desarrollar sarcopenia, una condición caracterizada por la pérdida de masa y fuerza muscular, que suele estar relacionada con el envejecimiento, pero que también puede estar presente en personas con obesidad desde etapas tempranas de la vida.

2.2.11 Problemas asociados a causa de un alto porcentaje de tejido adiposo en los niveles de glucosa

La obesidad se ha convertido en un problema de salud pública mundial,



especialmente en adolescentes. Este fenómeno está vinculado a diversas complicaciones metabólicas, entre ellas la resistencia a la insulina y los niveles elevados de glucosa (79).

2.2.11.1 Tejido adiposo y su función metabólica

El tejido adiposo tiene funciones más allá del almacenamiento de energía, ya que actúa como un órgano endocrino. La acumulación excesiva de grasa, especialmente la grasa visceral, genera la secreción de adipocinas proinflamatorias como el TNF- α , la resistina y la interleucina-6, las cuales promueven la resistencia a la insulina (80).

El aumento del porcentaje de tejido adiposo, sobre todo el tejido adiposo visceral, está estrechamente vinculado con la resistencia a la insulina, un factor crucial en el desarrollo de niveles elevados de glucosa en sangre. La resistencia a la insulina disminuye la capacidad de las células para captar glucosa de la sangre, lo que incrementa los niveles de glucosa circulante (81).

2.2.11.2 Impacto de la acumulación de grasa y cambios metabólicos en los niveles de glucosa

Durante la adolescencia, ocurren importantes cambios hormonales y metabólicos que pueden exacerbar los efectos negativos del exceso de tejido adiposo sobre el metabolismo de la glucosa. En esta etapa de crecimiento, el riesgo de desarrollar resistencia a la insulina es mayor en aquellos con un alto porcentaje de grasa corporal (82).

Se ha observado que los adolescentes con un porcentaje elevado de



grasa corporal tienen mayor prevalencia de alteraciones en los niveles de glucosa en ayunas y una mayor incidencia de prediabetes. La obesidad abdominal, en particular, está relacionada con un riesgo incrementado de hiperglucemia (83).

2.2.11.3 Rol de las Adipocinas en el Metabolismo de la Glucosa

Las adipocinas son proteínas secretadas por el tejido adiposo que regulan el metabolismo de la glucosa y la sensibilidad a la insulina. Un desequilibrio en la producción de adipocinas, como la disminución de la adiponectina (protector contra la resistencia a la insulina) y el aumento de la resistina y la leptina, se ha vinculado con la disfunción metabólica y los altos niveles de glucosa en adolescentes con un alto porcentaje de tejido adiposo (84).

2.2.11.4 Intervenciones Nutricionales para la Reducción del Tejido Adiposo y la Mejora de los Niveles de Glucosa

La intervención nutricional en adolescentes con sobrepeso y obesidad se enfoca en reducir el porcentaje de grasa corporal y mejorar los niveles de glucosa. Dietas bajas en carbohidratos refinados, altas en fibra y ricas en nutrientes han demostrado ser eficaces en la mejora del control glucémico y en la reducción de la adiposidad, disminuyendo el riesgo de desarrollar resistencia a la insulina y diabetes tipo 2 (85).

En conclusión, se ha demostrado que un alto porcentaje de tejido adiposo, especialmente en forma de grasa visceral, tiene un impacto directo en el metabolismo de la glucosa en adolescentes. La inflamación crónica de bajo grado, la disfunción de las adipocinas y la resistencia a la



insulina son los principales mecanismos que explican la relación entre el exceso de grasa y los niveles elevados de glucosa. Por lo tanto, es fundamental promover intervenciones nutricionales y de actividad física en esta población para prevenir el desarrollo de complicaciones metabólicas a largo plazo.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Adolescencia: Este período del desarrollo humano generalmente se extiende desde los 10 hasta los 19 años. Constituye una etapa crucial en el desarrollo psicológico del individuo, ya que en ella se moldea la personalidad y se consolida la conciencia del yo, la cual comienza a formarse en la primera infancia (86).

Antropometría: La antropometría puede ser conceptualizada como la disciplina encargada de la medición y la práctica de aplicar métodos que se centran en la geometría física, las características volumétricas y las capacidades de resistencia del organismo humano. Su denominación proviene de la conjunción de las palabras "anthropos," que significa "humano," y "métricos," que se refiere a la medición (87).

Componente muscular: Se compone de tres tipos principales de músculos: el miocardio, que constituye el tejido muscular del corazón; los músculos lisos, presentes en los órganos internos y caracterizados por su naturaleza no estriada e involuntaria; y los músculos esqueléticos, que son estriados y voluntarios, y se encuentran adheridos a los huesos a través de tendones (88).

Composición corporal: Es un término que alude a la manera en que distribuimos nuestro peso corporal entre diversos elementos constituyentes, incluyendo grasa, tejido muscular, masa ósea y contenido de agua (88).



Fuerza muscular: Es la capacidad de los músculos humanos para contraerse y superar una determinada resistencia (87).

Masa grasa Adiposo: Es una acumulación anormal de tejido adiposo en ciertas áreas del cuerpo (89).

Nivel de glucosa: Son los niveles de azúcar que el cuerpo procesa para mantenerse y vivir (65).

Obesidad: Es una enfermedad crónica caracterizada por un exceso de grasa corporal, que provoca un aumento significativo del peso. Es importante destacar que no todo aumento de peso corporal se clasifica como obesidad; esta condición se diagnostica específicamente cuando el incremento ponderal es consecuencia de un exceso en la masa grasa (89).

Sobrepeso: Es una condición pre mórbida de la obesidad que se distingue por un incremento del peso corporal, asociado a una acumulación excesiva de tejido adiposo. Este fenómeno resulta de un desequilibrio entre la ingesta calórica y el gasto energético, donde la cantidad de calorías consumidas a través de la dieta supera la cantidad de calorías utilizadas por el organismo (87).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se enmarcó dentro de un enfoque cuantitativo, caracterizado por la naturaleza numérica de los datos, los métodos de recolección y análisis, así como los resultados obtenidos (90). Adicionalmente, adoptó un diseño relacional, cuyo propósito radica en comprender la relación o grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto determinado (90). Además, se caracterizó por ser de tipo analítico, prospectivo y transversal, ya que, combina estos enfoques metodológicos para proporcionar una comprensión profunda de las relaciones entre las variables en un momento específico (90).

3.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

La investigación fue llevada a cabo en cuatro instituciones de nivel secundario: la I.E.S. “Carlos Rubina Burgos”, la I.E.S. Comercial N°45 “Emilio Romero Padilla”, la I.E.S. Gran Unidad Escolar “San Juan Bosco”, que son de carácter estatal, y el Colegio Militar “Inca Manco Cápac”, de carácter privado. Las cuatro instituciones llevaron a cabo una evaluación antropométrica de sus estudiantes de tercer, cuarto y quinto año para monitorear su estado físico. Estas instituciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Puno, a una altitud de 3827 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de -15.8422 y una longitud de -70.0199.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población del presente estudio se constituyó por 130 estudiantes de las

cuatro instituciones que han sido diagnosticados con sobrepeso y obesidad. De estos, 64 estudiantes pertenecen a la I.E.S. “Carlos Rubina Burgos”, 23 estudiantes a la I.E.S. Comercial N°45 “Emilio Romero Padilla”, 11 estudiantes a la I.E.S. Gran Unidad Escolar “San Juan Bosco” y 32 estudiantes al Colegio Militar “Inca Manco Cápac”, según el padrón de monitoreo de estudiantes evaluados.

3.3.2 Muestra

Para calcular el tamaño de la muestra, se empleó una ecuación matemática para un marco muestral conocido, que se muestra a continuación.

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}$$

- **Donde:**

Marco muestral	N	=	130
Alfa (Máximo error tipo I)	(α)	=	0.100
Nivel de Confianza	(1- $\alpha/2$)	=	0.950
Z de (1- $\alpha/2$)	Z (1- $\alpha/2$)	=	1.645
Prevalencia de la enfermedad	(p)	=	0.500
Complemento de	p (q)	=	0.500
Precisión	(d)	=	0.050
Tamaño de la muestra	(n)	=	87

Por lo tanto, la muestra estuvo compuesta por:

Tabla 7

Distribución de la muestra.

GRADO	COLEGIO	ESTUDIANTES	
		SOBREPESO	OBESIDAD
3ro, 4to y 5to	I.E.S. “Carlos Rubina Burgos”	33	9
5to	I.E.S. Comercial N°45 “Emilio Romero Padilla”	13	7
4to y 5to	I.E.S. Gran Unidad Escolar	5	1



GRADO	COLEGIO	ESTUDIANTES	
		SOBREPESO	OBESIDAD
	“San Juan Bosco”		
3ro, 4to y 5to	Colegio Militar “Inca Manco Cápac”	15	4
	TOTAL	87	

Fuente: elaborado por tesisistas.

Se seleccionaron a 87 estudiantes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta facilidad de acceso y la disponibilidad de los individuos para participar en el estudio.

3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

3.4.1 Criterios de inclusión

- Estudiantes de 3°, 4° y 5° año de educación secundaria.
- Estudiantes que presenten sobrepeso u obesidad.
- Estudiantes de ambos sexos.
- Estudiantes con interés y capacidad para participar en la investigación.
- Estudiantes que cuenten el consentimiento informado firmado por sus padres o apoderados (ANEXO N°01).
- Estudiantes que firmen el asentimiento informado (ANEXO N°02).

3.4.2 Criterios de exclusión

- Estudiantes que presenten alguna enfermedad crónica que les impida participar en el estudio.
- Estudiantes en estado de embarazo.
- Estudiantes con datos incompletos.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 8

Operacionalización de variables.

Variable(s)	Indicador	Valor final		Tipo de variable
Variable de supervisión	% de masa	Varones	Mujeres	Ordinal
Componente adiposo	grasa	- Grasa regular: 26,5% a 30.0%	- Grasa regular: 34,1% a 36,7%	
		- Grasa en exceso > a 30,1%	- Grasa en exceso > a 36,8%	
Variables asociadas	% de masa	Varones	Mujeres	Ordinal
Componente muscular	muscular	- Disminuido: <33.3%	- Disminuido: <24.3%	
		- Normal: 33.3% a 39.3%	- Normal: 24.3% a 30.3%	
		- Excedido: >39.4%	- Excedido >30.4%	
Fuerza muscular	Contracción muscular	Varones	Mujeres	Ordinal
		- Débil: <32.6 kg	- Débil: < 17.2 kg	
		- Normal: 32.6 kg - 52.4 kg	- Normal: 17.2 kg - 29.0 kg	
		- Fuerte: > 52.4 kg	- Fuerte: > 29 kg	
Niveles de glucosa	Glucemia al Azar	- Adecuado: < 200 mg/dL - Inadecuado \geq 200 mg/dL		Ordinal



3.6 MÉTODOS, TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1 Plan de recolección de datos

Para garantizar la ejecución efectiva de las actividades planificadas y la recopilación precisa de datos, se implementaron las siguientes medidas en cada una de las fases correspondientes:

a) Coordinación:

- **Primero:** Se realizó los trámites administrativos a secretaria de las respectivas instituciones educativas: I.E.S. Comercial N°45 “Emilio Romero Padilla”, I.E.S. Carlos Rubina Burgos, I.E.S. GUE San Juan Bosco, Colegio Militar “Inca Manco Cápac”. El objetivo de estas gestiones fue obtener las autorizaciones correspondientes, con la finalidad de que nos proporcionaran las facilidades necesarias para recabar los datos requeridos.
- **Segundo:** Se coordinó con los directores de las instituciones con la finalidad de solicitar el apoyo necesario y para poner en conocimiento los objetivos del proyecto de investigación, establecer las fechas y los horarios adecuados para la ejecución.
- **Tercero:** Una vez obtenida la aprobación de los directores de las instituciones, se estableció coordinación con los docentes de educación física, así mismo, se solicitó información del estado nutricional según IMC que posee cada institución. y realizar el desarrollo de una reunión con los padres de familia para obtener el consentimiento informado y asentimiento



informado.

- **Cuarto:** Teniendo la información del estado nutricional de cada estudiante, se procedió a identificar a los estudiantes con sobrepeso y obesidad. Posterior a ello se procedió a entregar los consentimientos y asentimientos informados a los estudiantes.

b) **Ejecución:**

En la ejecución se tuvieron tres ETAPAS de ejecución: evaluación cineantropométrica (Etapa 1), evaluación de fuerza muscular y evaluación de Tanner (Etapa 2) y la prueba de glucosa (Etapa 3).

- **Antes de las actividades**

- **Quinto:** Se organizó cada etapa correspondiente, fijando las fechas y horas para llevar a cabo las actividades programadas en cada etapa con la participación de los estudiantes con sobrepeso y obesidad, según el plan elaborado por los investigadores.
- **Sexto:** El día de la ejecución del estudio, se solicitó el consentimiento informado para que sea revisado y aprobado, como requisito indispensable para su participación en el estudio.

3.6.2 **Para determinar el % de masa grasa y % de masa muscular**

- **Método:** Antropométrico.
- **Técnicas:** Observación y antropometría.

Para realizar la evaluación antropométrica, se utilizaron las técnicas de observación y medición antropométrica, registrándose meticulosamente las



mediciones de peso (kg), estatura (cm), pliegue tricípital (mm), pliegue subescapular (mm), pliegue del muslo frontal (mm), pliegue de la pierna (mm), perímetro del brazo (cm), perímetro del muslo (cm) y perímetro de la pantorrilla (cm). Estas mediciones fueron obtenidas mediante el uso de instrumentos mecánicos precisos. A partir de los datos recopilados, se calcularon los indicadores antropométricos corregidos.

- **Instrumentos:** Se utilizaron instrumentos mecánicos.
 - Plicómetro de plástico AVANUTRI (milímetros) para obtener los pliegues tricípital, subescapular, muslo frontal y pierna.
 - Cinta antropométrica metálica HOLWAY (centímetro) para obtener los perímetros de brazo, muslo y pantorrilla.
 - Tallímetro de madera de 0 a 200 cm y con una precisión de 1 mm.
 - Balanza de pie para obtener el peso corporal.
 - Para la obtención de los datos se usó una ficha de recolección de datos (ANEXO 3).

- **Procedimiento:** En primera instancia se contó con la autorización del director de cada institución y del docente de educación física, luego se llevó a cabo la Etapa 1 en los siguientes momentos.
 - **Primero:** Se aseguró las condiciones indispensables del local en horarios de educación física de cada grado.
 - **Segundo:** Se realizó la presentación oportuna hacia los estudiantes, brindando las indicaciones correspondientes de cómo se realizarán



las ETAPAS de estudio, solicitando a los participantes toda su colaboración.

- **Tercero:** Se explicó el propósito y el procedimiento de la medición antropométrica y se atendió las dudas y objeciones.
- **Cuarto:** Para la realización de las mediciones antropométricas, se contó con la colaboración de un equipo técnico especializado, con el fin de garantizar la obtención de datos más precisos. Asimismo, se solicitó a los estudiantes que redujeran al mínimo la cantidad de prendas de vestir.
- **Quinto:** Las medidas antropométricas se realizaron en un promedio de 20 minutos por estudiante, haciendo uso del tallímetro, balanza, cinta y plicómetro y aplicando la técnica de cine antropométrica según la normativa ISAK(39)(91).
- **Sexto:** La balanza y el tallímetro fueron colocados sobre una superficie lisa y nivelada. El tallímetro se posicionó de manera que estuviera apoyado sobre una base plana, formando un ángulo recto con el suelo.
- **Séptimo:** Se solicitó a todos los participantes que se despojaron del exceso de ropa, recomendándose que vistieran shorts y camisetas. Asimismo, se les indicó retirar cualquier accesorio u objeto en la cabeza que pudiera interferir con las mediciones.

– **Peso**

- Se procedió a calibrar la balanza, asegurándose de que marque



cero.

- Se solicitó al estudiante que se descalce.
- Se instruyó al estudiante a colocarse de pie en el centro de la balanza, manteniendo una postura erguida pero relajada, con la mirada al frente, los brazos relajados a los costados del cuerpo y las palmas descansando sobre los muslos, con los talones ligeramente separados.

– **Talla**

- Se aseguró que el tope móvil se deslice sin fricción.
- Se solicitó al estudiante que retire su calzado.
- Se instruyó al estudiante a posicionarse ubicado en el centro de la base del tallímetro, de espaldas al tablero y manteniendo una postura recta, con la mirada al frente, los brazos relajados a los lados, las palmas descansando sobre los muslos, los talones juntos y las puntas de los pies ligeramente separadas. Fue imperativo verificar que los talones, pantorrillas, glúteos, hombros y la parte superior de la cabeza estén en contacto con el tallímetro.
- Se instruyó al estudiante a realizar una inspiración profunda y mantener la respiración, mientras se coloca la cabeza en el plano de Frankfort para la medición correspondiente.

– **Pliegue tricipital**

- Se solicitó al estudiante que permaneciera de pie con el brazo



derecho relajado y colgando al lado del cuerpo, manteniendo el antebrazo en posición semipronada.

- Se hizo una marca dérmica en el punto medio del brazo, en la parte posterior, ubicada entre el acromion en su punto más superior y extremo, y la cabeza del radio en su punto lateral y externo, de forma vertical y paralela al eje longitudinal del brazo.
- Esta medición se llevó a cabo en la parte media del tríceps, resultando en una marca visible en la parte posterior del brazo, la cual indica que se ha señalado la región más posterior del tríceps.
- El compás se colocó a 1 cm por debajo del pliegue formado en la línea media de la cara posterior del brazo, a la altura del punto medio previamente marcado.

– **Pliegue subescapular**

- Se solicitó al estudiante que adopte una postura relajada de pie, con los brazos colgando naturalmente a lo largo del cuerpo.
- El pulgar se utilizó para localizar el ángulo inferior de la escápula y determinar el punto más sobresaliente en la parte inferior. El punto de referencia se sitúa en el ángulo interno inferior de la escápula, en un ángulo de 45 grados con respecto a la horizontal, siguiendo la dirección del borde interno del omóplato, tomando el pliegue cutáneo de manera oblicua.
- La medición se llevó a cabo justo por debajo y lateralmente al ángulo externo del hombro.



– **Pliegue muslo frontal**

- Se solicitó al estudiante que tomara asiento, asegurando una flexión adecuada de la rodilla y una completa relajación del muslo.
- La medición se realizó en el punto medio de la línea imaginaria que une el pliegue inguinal con el borde proximal de la rótula, en la parte anterior del muslo. La orientación de la medición es longitudinal, siguiendo el eje mayor del fémur.

– **Pliegue pantorrilla medial**

- Al estudiante se le solicitó adoptar una postura sentada, asegurando la formación de un ángulo de 90 grados, y mantener una relajación completa de la pantorrilla.
- La medición se realizó 1 cm distal a los dedos, en el pliegue vertical generado en la cara medial de la pantorrilla.

– **Perímetro brazo relajado**

- Se solicitó al estudiante que adoptara una postura relajada, de pie, con los brazos colgando a ambos lados del cuerpo. El brazo derecho del sujeto estaba en ligera abducción.
- La medición se realizó a nivel del punto medio entre los puntos acromial y radial.

– **Perímetro muslo medial**

- Se solicitó al estudiante que se coloque de pie, con los brazos cruzados sobre el tórax, los pies ligeramente separados y el peso



corporal distribuido de manera uniforme entre ambos pies, manteniendo los muslos relajados.

- La medición se efectuó en la circunferencia del muslo, a la altura del punto medio entre el trocánter y la tibia.

– **Perímetro pierna**

- Se solicitó al estudiante que permanezca de pie con los brazos cruzados sobre el pecho, con los pies ligeramente separados y el peso corporal distribuido equitativamente entre ambos pies, manteniendo las piernas relajadas.
- La medición se realizó en el contorno máximo de la pierna.

- **Octavo:** Se registró cada medida en la ficha antropométrica.
(ANEXO 3)

3.6.3 Para determinar la fuerza muscular

- **Método:** Dinamometría.
- **Técnicas:** Observación.
- **Instrumento mecánico:** Dinamómetro Camry (capacidad: 198.4 Ibs. División: 0.2 Ibs. Pantalla LCD 2.05 X 0.91 pulgadas/2.047x0.906 in. Tamaño: 7.677x4.921x1.181 in (largo x ancho x alto. Unidad Ib/Kg)
- **Procedimiento:**
 - **Primero:** Se aseguró las condiciones indispensables del local en horarios de educación física de cada grado.



- **Segundo:** Se explicó el propósito y el procedimiento correspondiente para la segunda etapa, solicitando a los participantes toda su colaboración y atendiendo sus dudas y objeciones.
- **Tercero:** La evaluación se realizó en un promedio de 10 minutos por estudiante. Existen diferentes protocolos para medir la dinamometría de mano, pero con el fin de estandarizar este procedimiento, se utilizó la técnica de medición recomendada por la American Society of Hand Therapists (ASHT) (92).
 - Se encendió y verificó la funcionalidad del dinamómetro marca Camry. Seguidamente se configuro la edad y el sexo del estudiante.
 - Se instruyó al estudiante a colocarse de pie y sujetar el dinamómetro con el brazo extendido a lo largo del cuerpo, manteniéndolo paralelo al tronco sin que toque ninguna parte del mismo.
 - Se le indicó que sostuviera el aparato con la mano derecha y ejerciera la máxima fuerza posible durante un periodo de 5 segundos. Posteriormente, se le solicitó repetir el procedimiento con la mano izquierda.
 - Así mismo se registró la mano dominante del sujeto.
 - **Cuarto:** Se registró la lectura de la fuerza de agarre manual obtenido en kilogramos. (ANEXO 3)
 - **Quinto:** Seguidamente se le pidió al estudiante marcar el Estadios de Tanner de manera personal.

En vista de que la unidad de estudio es una población adolescente, fue



conveniente evaluar el desarrollo puberal mediante la escala **TANNER**, información que se utilizó para identificar la edad biológica. Los siguientes son los procedimientos:

- **Método:** Se utilizó el método de evaluación del desarrollo puberal basado en los estadios de Tanner, tanto para varones como para mujeres.
- **Técnica:** Entrevista estructurada.
- **Instrumento de evaluación:** Figuras ilustrativas del desarrollo puberal (ANEXO 4).
- **Procedimiento:**
 - **Primero:** Cada estudiante señaló, de acuerdo con las ilustraciones proporcionadas, el estadio de desarrollo puberal en el que se encontraba.
 - **Segundo:** La evaluación tuvo una duración aproximada de 2 a 5 minutos.

Tratamiento de la información: Para la evaluación del desarrollo puberal, se emplearon las tablas elaboradas por Tanner, las cuales dividen el desarrollo mamario, el vello púbico y el desarrollo genital en cinco grados. Estas tablas, de uso universal, permitieron la evaluación detallada de cada participante. Los datos fueron recogidos y analizados para determinar tanto el estado de desarrollo genital como la edad biológica de los escolares.

3.6.4 Para identificar los niveles de glucosa

- **Método:** Glucometría capilar (glucemia al azar).



- **Técnica:** Observación directa.
- **Instrumento mecánico:** El Glucómetro Accu-Chek presenta dimensiones de 97.8 x 46.8 x 19.1 mm y un peso de 50 gramos. Este dispositivo destaca por su capacidad de proporcionar resultados en tan solo 5 segundos. Además, cuenta con una memoria capaz de almacenar hasta 500 resultados de pruebas. También es compatible con tiras reactivas alternas y utiliza mg/dL como unidad de medida.
- **Procedimiento:** En primera instancia se contó con la autorización del director, y se solicitó el ambiente de tópicos de cada institución, seguidamente se llevó a cabo la Etapa 3 en los siguientes momentos. La toma de muestra se realizó al azar, con la debida autorización del padre y/o tutor.

Fue necesario que cada escolar permaneciera en reposo y tranquilo durante la prueba debido a que la actividad pueda interferir con los resultados.

- **Primero:** Se explicó el propósito y el procedimiento correspondiente para la tercera etapa, solicitando a los participantes toda su colaboración y atendiendo sus dudas y objeciones.
- **Segundo:** La evaluación se realizó en un promedio de 5 minutos por estudiante
- **Tercero:** Se pidió a cada estudiante que permaneciera en reposo y tranquilo durante la prueba debido a que la actividad pueda interferir con los resultados.
- Se encendió el glucómetro.
- Haciendo el uso de los guantes, se sacó la tira reactiva del envase.
- Se realizó una desinfección exhaustiva del área de punción



utilizando un algodón esterilizado.

- Se ejecutó una punción percutánea en la región lateral de la yema de los dedos. Posteriormente, se ejerció una presión suave desde la base del dedo hacia la punta para extraer una pequeña cantidad de sangre capilar, la cual se depositó sobre la zona reactiva de la tira.
- Se aplicó presión con un algodón esterilizado en el sitio de la punción para detener el sangrado.
- **Cuarto:** Se registró la lectura de la glucemia basal en miligramos por decilitro (mg/dL). (ANEXO 3)

Finalmente, se procedió a entregar su refrigerio para cada estudiante en forma de agradecimiento.

- **Plan de contingencia ante situaciones adversas**
 - Los estudiantes que no asistieron en la Etapa 1 o 2 fueron citados nuevamente para la Etapa 3.
 - En caso de presentarse cualquier circunstancia natural, se reprogramó la aplicación del instrumento para una nueva fecha.
 - Los participantes tuvieron la libertad de expresar su desacuerdo con cualquier procedimiento y pudieron retirarse del estudio si así lo consideraban.
 - Si algún participante o sus padres decidieron retirarse del proyecto a mitad del proceso, fueron reemplazados por otros estudiantes que no formaban parte de la muestra inicial pero que desearon



participar. Se programó una nueva fecha para realizar las mediciones correspondientes.

3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

No se solicitaron los nombres de los alumnos que participaron en el estudio; cada participante fue registrado utilizando su número de DNI. Después de tomar las medidas antropométricas siguiendo el protocolo ISAK, los datos recopilados en la ficha antropométrica se procesaron en tablas utilizando el programa Microsoft Excel. De igual manera, se procesaron los datos obtenidos de las pruebas de dinamometría y glicemia capilar. Posteriormente, a los datos se les asignaron códigos y se organizaron en la hoja de datos para su análisis en el programa estadístico SPSS versión 26.

Es importante destacar que esta información no fue accesible para terceras personas, garantizando así la confidencialidad de los datos durante todo el estudio. Al concluir la sustentación de la tesis, se procedió a eliminar toda la información relacionada con los participantes.

3.8 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Los datos se tabularon utilizando Microsoft Office Excel 2016 e IBM SPSS 26. En un primer momento, se evaluó la distribución normal de los datos de cada variable mediante la prueba de Shapiro-Wilk, proporcionando un valor p superior a 0.05, lo que indica que la distribución de los datos no es normal. Se eligió el estadístico analítico coeficiente de correlación Rho de Spearman para la comprobación de la hipótesis, con el objetivo de determinar la asociación entre el componente adiposo, el componente muscular, la fuerza muscular y los niveles de glucosa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPONENTE ADIPOSO Y MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 9

Contenido adiposo en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO	Promedio %GC	N°	%
Grasa regular	F 33.7% (*E:9.7%) M 31.8% (E:11.8%)	5	5.7
Grasa en exceso	F 43.4% (E:19.4%) M 43.0% (E:23%)	82	94.3
Total		87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas. (*E: Excedido)

Los resultados de la tabla muestran el porcentaje de contenido adiposo de los estudiantes de la ciudad de Puno. De los 87 estudiantes con sobrepeso y obesidad (100%), 5 (5.7%) presentan una cantidad de grasa corporal regular, mientras que 82 (94.3%) presentan un exceso de grasa corporal.

Estos datos son consistentes con los hallazgos de Bibiloni M. et al., quienes reportaron que, según el IOTF (International Obesity Task Force), el 95.1% de los individuos tienen exceso de grasa corporal, según los estándares de la OMS (Organización Mundial de la Salud), el 85.2% también presenta exceso de grasa corporal (21). De manera similar, Rodrigues G. et al. Quienes encontraron que el 94% de los varones y el 84% de las mujeres con sobrepeso y obesidad presentaban alta adiposidad en su composición corporal (93). Además, Saikia D. et al., en su estudio "Índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal en la evaluación de la obesidad: un estudio analítico entre adolescentes de Dibrugarh, Assam", evidenciaron que el 84.8% de los

adolescentes presentaban exceso de grasa corporal, mientras que el 15.2% tenía una grasa corporal adecuada (19). Por otro lado, las elevadas concentraciones de grasa corporal (GC) en adolescentes de 14 a 16 años pueden derivar en el desarrollo futuro de diversas comorbilidades. En este estudio, se observó que tanto en mujeres como en varones con una acumulación regular de GC, el exceso de grasa corporal fue del 11.8% y 9.7%, respectivamente, superando los parámetros adecuados. Además, del total de estudiantes con exceso de GC, las mujeres presentaron un 23% y los varones un 19.4% por encima de los valores recomendados. Estos resultados confirman que los adolescentes con sobrepeso y obesidad presentan un porcentaje de grasa corporal significativamente superior en comparación con sus homólogos de peso normal. La consistencia de estos hallazgos con la literatura existente subraya la prevalencia del exceso de grasa corporal en esta población y refuerza la necesidad de intervenciones efectivas para abordar este problema de salud pública (21)(26).

Tabla 10

Contenido muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN MUSCULAR	Promedio %CM	N°	%
Masa muscular disminuido	F:23.9% M: 32.6%	39	44.8
Normal	F: 27.1% M: 33.9%	46	52.9
Masa muscular excedido	F:31.9%	2	2.3
Total		87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesistas.

Los resultados de la tabla muestran el porcentaje de contenido muscular de los estudiantes de la ciudad de Puno. De los 87 estudiantes con sobrepeso y obesidad (100%), 39 (44.8%) presentan una masa muscular disminuida, 46 (52.9%) tienen una masa muscular normal, y solo 2 (2.3%) presentan una masa muscular excesiva.

Estos resultados difieren notablemente de los observados por Hasan H. y su equipo, en su investigación sobre la relación entre la masa corporal magra y la autoimagen en jóvenes de los Emiratos Árabes Unidos. En su estudio, el 98.5% de los participantes tenía una masa muscular adecuada, mientras que solo un 1.5% exhibía disminución (15).

La diferencia entre ambos estudios podría atribuirse a varias discrepancias contextuales y metodológicas. Un aspecto clave es la técnica utilizada para evaluar la masa muscular; nuestro estudio empleó cineantropometría, mientras que Heyder y su equipo usaron bioimpedancia eléctrica. Este estudio resalta la relevancia de considerar la masa muscular, incluso en poblaciones con sobrepeso y obesidad. Una parte considerable de estos estudiantes mostró una disminución en su masa muscular, lo que indica la necesidad inmediata de establecer intervenciones nutricionales y programas de actividad física dirigidos a mejorar este aspecto en este grupo.

4.2 FUERZA MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 11

Fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

FUERZA DE AGARRE MUSCULAR	N°	%
Fuerza de agarre débil	15	17.2
Fuerza de agarre normal	61	70.1
Fuerza de agarre fuerte	11	12.6
Total	87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

En la tabla se muestra la fuerza muscular de los estudiantes con sobrepeso y obesidad. Se observa que el 17.2% de los estudiantes presenta una fuerza de agarre débil, el 70.1% una fuerza de agarre normal y el 12.6% una fuerza de agarre fuerte.

La fuerza muscular es un indicador clave de salud y funcionalidad en escolares,



ya que niveles más altos están relacionados con un menor riesgo de enfermedades cardiometabólicas en la infancia.

Aunque investigaciones como la de Alaniz A. et al., demuestran que adolescentes con sobrepeso y obesidad tienen mayor fuerza en los miembros superiores, otros estudios, como el de Farias V. et al., indican que un aumento excesivo de grasa puede afectar el rendimiento de la fuerza, llevando a un mayor porcentaje de debilidad en la fuerza de agarre. De manera similar, Lopez A. et al. hallaron que mayor adiposidad se relaciona con una disminución de la fuerza muscular en adolescentes (10)(17)(18). De manera similar, Palacio A. et al. hallaron que mayor adiposidad se relaciona con una disminución de la fuerza muscular en adolescentes (6).

Estas variaciones pueden deberse a distintos factores, como las características de las poblaciones estudiadas, las pruebas empleadas y las edades de los participantes. No obstante, hay un consenso general que considera la fuerza de agarre manual como un predictor fiable y fácil de medir de la condición física en niños y adolescentes. Este hallazgo fue apoyado por Matsudo V. et al., quienes relacionaron la composición corporal con la fuerza de prensión en un amplio grupo de jóvenes (20).

Por lo tanto, a pesar de algunas inconsistencias en los resultados de los estudios, la evidencia apunta que la fuerza muscular, particularmente la de agarre, es un indicador significativo de la salud en escolares. Es esencial promover programas que incentiven la actividad física y el desarrollo de la fuerza muscular desde la infancia para prevenir enfermedades crónicas a futuro.

4.3 NIVELES DE GLUCOSA EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 12

Niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

NIVELES DE GLUCOSA	N°	%
Adecuado	86	98.9
Inadecuado	1	1.1
Total	87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Los resultados que se muestran en la tabla N° 04 evidencian los niveles de glucosa al azar de los estudiantes con sobrepeso y obesidad. Se observa que el 98.9% de los estudiantes tienen un nivel de glucosa adecuado y el 1.1% un nivel de glucosa inadecuado.

Nuestros resultados son consistentes con los hallazgos de Chylinska F. et al., quienes también encontraron que la mayoría de los niños y adolescentes con obesidad tienen niveles de glucosa normal (12). De manera similar, Aldhoon et al., indicaron que, a pesar de las alteraciones en otros parámetros metabólicos, los niveles de glucosa en sangre de adolescentes con sobrepeso y obesidad generalmente se mantienen dentro de los rangos normales (94).

Sin embargo, estos resultados difieren de los de Sharma M. et al., que reportaron una mayor prevalencia de alteraciones en la prueba de tolerancia oral a la glucosa en adolescentes con sobrepeso y obesidad en el norte de la India. Esta discrepancia podría ser el resultado de diferencias en las características de las poblaciones investigadas y en los métodos utilizados (95).

Cali et al., proponen que los adolescentes obesos con tolerancia normal a la glucosa podrían tener una función adecuada de las células beta del páncreas, lo que les

permite contrarrestar la resistencia a la insulina y mantener niveles de glucosa normales. Sin embargo, esta estabilidad podría ser inestable y deteriorarse con el tiempo a medida que la resistencia a la insulina aumenta (2).

4.4 COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO Y COMPOSICIÓN MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 13

Relación entre la composición de tejido adiposo y la composición muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO	COMPOSICIÓN MUSCULAR						Total	
	Masa muscular disminuido		Normal		Masa muscular excedido			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Grasa regular	4	4.6	1	1.1	0	0.0	5	5.7
Grasa en exceso	35	40.2	45	51.7	2	2.3	82	94.3
Total	39	44.8	46	52.9	2	2.3	87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesistas.

Rho de Spearman	
Coefficiente de correlación	0.175
Sig. (bilateral)	0.106
N	87

En la tabla se presentan los resultados de la relación entre la composición del tejido adiposo y la composición muscular de los estudiantes con sobrepeso y obesidad. Se aprecia que, del 94.3% de los escolares que presentan una acumulación excesiva de grasa corporal, el 40.2% tiene una composición muscular disminuida y el 51.7% una musculatura normal. Del 5.7% de los escolares que presentan una cantidad regular de grasa, el 4.6% tiene una composición muscular disminuida y el 1.1% una musculatura normal. La relación inversa entre el tejido adiposo y la masa muscular indica que un mayor contenido de grasa corporal está asociado con una menor masa muscular.



Al realizar el tratamiento estadístico, se evidencia que el valor p es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0), la cual indica que no existe relación entre la composición de tejido adiposo y la composición de masa muscular.

Los resultados de nuestro estudio, al igual que los de Wyszynska et al., no hallaron una relación estadísticamente significativa entre el porcentaje de grasa corporal y la masa muscular (96). Sin embargo, investigaciones como la de Chafmeyer et al. han reportado una correlación positiva entre la masa grasa y la masa corporal magra (8). Esta aparente contradicción puede explicarse por diversos factores.

Primero, las diferencias metodológicas entre los estudios, como el tamaño de la muestra y los métodos utilizados para evaluar la composición corporal, pueden afectar los resultados. Además, factores confusos como el nivel socioeconómico y los hábitos de vida podrían ocultar las conexiones entre el tejido adiposo y la masa muscular.

Es relevante señalar que, según Salton N. et al., no siempre hay una correlación directa entre la grasa y la masa muscular, es común que los niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad presenten una mayor adiposidad junto a una masa muscular relativamente baja (97).

Esta situación, a menudo vinculada a un estilo de vida sedentario y a una nutrición deficiente, puede incrementar el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas en la adultez (24).

En resumen, la relación entre la grasa corporal y la masa muscular en niños y adolescentes es compleja y puede fluctuar según diversos factores. Aunque algunos estudios sugieren una asociación positiva entre ambas, otros no encuentran una relación

significativa. Se necesita realizar más investigaciones para comprender mejor esta conexión y desarrollar estrategias efectivas que fomenten un desarrollo saludable en la infancia.

4.5 COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO Y FUERZA MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 14

Relación entre la composición de tejido adiposo y la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN N DE TEJIDO ADIPOSO	FUERZA DE AGARRE MUSCULAR						Total	
	Fuerza de agarre débil		Fuerza de agarre normal		Fuerza de agarre fuerte		N°	%
	N°	%	N°	%	N°	%		
Grasa regular	1	1.1	4	4.6	0	0.0	5	5.7
Grasa en exceso	14	16.1	57	65.5	11	12.6	82	94.3
Total	15	17.2	61	70.1	11	12.6	87	100.0
Grasa en exceso y Composición muscular disminuido	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
	6	17.1	23	65.7	6	17.1	35	100

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Rho de Spearman	
Coefficiente de correlación	0.068
Sig. (bilateral)	0.529
N	87

En la tabla se muestra la relación entre la composición del tejido adiposo y la fuerza muscular de los estudiantes con sobrepeso y obesidad. Se puede apreciar que, del 94.3% de los escolares que presentan una acumulación excesiva de grasa corporal, el 16.1% tiene una fuerza de agarre muscular débil, el 12.6% una fuerza de agarre muscular fuerte y el 65.5% una fuerza de agarre normal. Del 5.7% de los escolares que presentan una cantidad regular de grasa corporal, el 1.1% tiene una fuerza de agarre muscular débil y el 4.6% una fuerza de agarre normal. Además, de los 35 escolares con acumulación



excesiva de grasa corporal y una composición muscular reducida, el 65.7% posee una fuerza de agarre manual normal, el 17.1% una fuerza de agarre débil y el 17.1% una fuerza de agarre fuerte.

Al realizar el tratamiento estadístico, se evidencia que el valor p es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0), la cual indica que no existe relación entre la composición de tejido adiposo y la fuerza de agarre muscular.

Nuestros hallazgos son diferentes a los de Triana H. et al., quienes identificaron una relación positiva entre la fuerza muscular y la adiposidad (14). Otros estudios han reportado resultados contradictorios. Por ejemplo, Manzano S. et al. encontraron una mayor fuerza de presión manual en individuos con sobrepeso y obesidad, mientras que Fernández G. et al. no hallaron diferencias significativas entre ambos (9) (98).

Esta aparente discrepancia puede deberse a varios factores. En primer lugar, el tamaño de las muestras y las características de los participantes pueden variar entre las investigaciones. Además, la relación entre la grasa corporal y la fuerza muscular es compleja y puede estar influenciada por múltiples aspectos, como la masa muscular total, el estado nutricional, la actividad física y factores genéticos.

Algunos estudios como el de Tomlinson DJ. et al., sugiere que una mayor adiposidad podría favorecer el desarrollo de la fuerza muscular, actuando como una forma de sobrecarga y sobre estímulo (99). Kim K. et al. y Castro M., encontraron que los niños en riesgo de obesidad tenían una mejor fuerza de agarre, lo que indica que la composición de grasa corporal podría estar más relacionada con la capacidad muscular que el índice de masa corporal (100) (101).

No obstante, es importante señalar que una fuerza de agarre débil ha sido relacionada con un mayor riesgo metabólico en niños (52). Esto sugiere que, aunque la adiposidad puede influir en la fuerza muscular, no asegura una buena salud metabólica.

4.6 COMPOSICIÓN MUSCULAR Y FUERZA MUSCULAR EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 15

Relación entre la composición muscular y la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN MUSCULAR	FUERZA DE AGARRE MUSCULAR						Total	
	Fuerza de agarre débil		Fuerza de agarre normal		Fuerza de agarre fuerte		N°	%
	N°	%	N°	%	N°	%		
Masa muscular disminuido	7	8.0	26	29.9	6	6.9	39	44.8
Normal	7	8.0	34	39.1	5	5.7	46	52.9
Masa muscular excedido	1	1.1	1	1.1	0	0.0	2	2.3
Total	15	17.2	61	70.1	11	12.6	87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Rho de Spearman	
Coefficiente de correlación	-0.520
Sig. (bilateral)	0.632
N	87

En la tabla se muestra la relación entre la composición muscular y la fuerza de agarre muscular de los estudiantes con sobrepeso y obesidad. Se observa que el 44.8% de los escolares presentan una reducción de la masa muscular, de los cuales el 8.0% poseen una debilidad en la fuerza de prensión muscular, el 29.9% tienen una fuerza de agarre muscular normal y el 6.9% exhiben una fuerza de agarre muscular superior. Del 52.9% de los escolares que presentan masa muscular normal, el 8.0% tiene fuerza débil, el 39.1% presenta fuerza muscular normal y el 5.7% una fuerza de agarre muscular superior. Finalmente, el 2.3% de los escolares presenta una masa muscular excesiva; de estos, el



1.1% presenta una fuerza de agarre muscular débil y el otro 1.1% una fuerza de agarre muscular normal.

Al realizar el tratamiento estadístico, se evidencia que el valor p es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0), la cual indica que no existe relación entre la composición de masa muscular y la fuerza de agarre muscular.

Nuestros resultados difieren con los hallazgos de Niño G. et al., quienes identificaron una relación positiva y estadísticamente significativa entre la fuerza de prensión y la composición corporal (13). De manera similar, Zembura M. et al., indicaron que, la disminución de la fuerza muscular, es consistente con la relación inversa observada entre la grasa corporal y la fuerza muscular (11).

Aunque investigaciones como la de Steffl M. et al., quienes encontraron una prevalencia del 8% de pérdida de masa muscular y fuerza, sugiriendo la presencia de indicios de sarcopenia en los adolescentes (53). Otros estudios, como el de Dodds R. et al., indican una prevalencia menor de sarcopenia, Estos estudios emplearon diversas definiciones para evaluar la obesidad sarcopénica, incluyendo la fuerza de agarre manual débil y la baja concentración de masa muscular según McCarthy H. et al. (11) (54).

Esta aparente discrepancia puede deberse a la heterogeneidad del grupo estudiado, donde factores como el nivel de actividad física, la dieta, y la variabilidad genética no fueron controlados de manera estricta. Además, la fuerza de agarre muscular en la obesidad se asocia con limitaciones funcionales en el rendimiento muscular y una mayor probabilidad de desarrollar discapacidad funcional.

La masa muscular mostró una correlación positiva con la fuerza muscular medida a través de la fuerza de agarre manual. Un bajo rendimiento en la fuerza de presión

manual, evidenciado por una relación negativa entre los marcadores antropométricos y la fuerza muscular, podría estar asociado a una baja actividad física. Según Sharma M. et al., esta disminución en la actividad física, correlacionada con una reducción en la fuerza y la potencia muscular, podría no estar necesariamente vinculada a una pérdida de masa muscular, sino a una condición conocida como dinapenia pediátrica (95).

4.7 COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO Y NIVELES DE GLUCOSA EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 16

Relación entre la composición de tejido adiposo y los niveles de glucosa, en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN DE TEJIDO ADIPOSO	NIVELES DE GLUCOSA				Total	
	Adecuado		Inadecuado		N°	%
	N°	%	N°	%		
Grasa regular	5	5.7	0	0.0	5	5.7
Grasa en exceso	81	93.1	1	1.1	82	94.3
Total	86	98.9	1	1.1	87	100.0
Grasa en exceso y Composición muscular disminuido	35	100	0	0	35	100

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Rho de Spearman	
Coefficiente de correlación	0.027
Sig. (bilateral)	0.807
N	87

En la tabla se muestran los resultados de la relación entre la composición del tejido adiposo y los niveles de glucosa de los estudiantes con sobrepeso y obesidad. El 94.3% de los escolares presentan una acumulación excesiva de grasa corporal, de los cuales el 93.1% tienen niveles de glucosa adecuados y el 1.1% niveles de glucosa inadecuados. Finalmente, el 5.7% de los escolares presentan una acumulación regular de grasa



corporal, y todos ellos poseen niveles de glucosa dentro de los parámetros adecuados. Además, de los 35 escolares con acumulación excesiva de grasa corporal y una composición muscular reducida, el 100% presenta niveles de glucosa dentro de los rangos normales.

Al realizar el tratamiento estadístico, se evidencia que el valor p es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0), la cual indica que no existe relación entre la composición de tejido adiposo y los niveles de glucosa en sangre.

El tejido adiposo y los niveles de glucosa resalta el riesgo de alteraciones metabólicas en adolescentes obesos.

Aunque investigaciones como la de Chen F. et al. demuestran una relación positiva entre el porcentaje de masa grasa y los niveles de glucosa plasmática, otros estudios, como el de Qibin Q. et al., indican que un aumento excesivo de grasa corporal induce la alteración en los niveles de glucosa (16)(102). Así mismo, Pajuelo J. et al., no observaron diferencias significativas en los niveles de glucosa con una glicemia promedio 86.5mg/dL, lo cual se encuentra entre los rangos normales (23)

Estas variaciones pueden deberse a que, la acumulación excesiva de grasa corporal en los adolescentes, no es un indicador significativo para el desarrollado alteraciones metabólicas severas, como la resistencia a la insulina o la disfunción de las células beta pancreáticas, que suelen preceder a niveles elevados de glucosa en sangre. Es posible que estos jóvenes, a pesar de su sobrepeso u obesidad, mantengan mecanismos compensatorios que preserven la homeostasis de la glucosa. Además, la variabilidad individual en la distribución de la grasa corporal, el estado físico y la genética podrían influir en cómo se manifiestan los efectos metabólicos de la adiposidad.

Estos resultados sugieren que la acumulación excesiva de grasa corporal no siempre se correlaciona directamente con perfiles metabólicos desfavorables, como la intolerancia a la glucosa, la diabetes mellitus tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares (103).

4.8 COMPOSICIÓN MUSCULAR Y NIVEL DE GLUCOSA EN ESTUDIANTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Tabla 17

Relación entre la composición muscular y el nivel de glucosa sanguínea en estudiantes con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Puno.

COMPOSICIÓN MUSCULAR	NIVELES DE GLUCOSA				Total	
	Adecuado		Inadecuado		N°	%
	N°	%	N°	%		
Masa muscular disminuido	39	44.8	0	0.0	39	44.8
Normal	45	51.7	1	1.1	46	52.9
Masa muscular excedido	2	2.3	0	0.0	2	2.3
Total	86	98.9	1	1.1	87	100.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Rho de Spearman	
Coefficiente de correlación	0.091
Sig. (bilateral)	0.402
N	87

Los resultados obtenidos, que se muestran en la tabla N° 09 sobre la relación entre la composición muscular y los niveles de glucosa de los estudiantes con sobrepeso y obesidad, indican lo siguiente: el 44.8% de los escolares con masa muscular disminuida muestran niveles de glucosa óptimos; del 52.9% de los estudiantes con masa muscular normal, el 51.7% tienen niveles de glucosa adecuados y el 1.1% inadecuados; finalmente, el 2.3% de los estudiantes presenta una masa muscular excesiva con niveles de glucosa adecuados.



Al realizar el tratamiento estadístico, se evidencia que el valor p es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0), la cual indica que no existe relación entre la composición muscular y los niveles de glucosa en sangre.

El músculo esquelético es ampliamente reconocido como un componente crucial de la composición corporal y un depósito metabólico esencial para la eliminación de glucosa (104). Además, juega un papel fundamental en la regulación de los niveles de glucosa en sangre y en la modulación de la resistencia a la insulina (73).

Nuestros resultados son consistentes con los hallazgos de Montes L. et al., quienes encontraron que una mejor composición corporal, caracterizada por una mayor masa muscular y menor cantidad de grasa corporal, se asociaba con niveles de glucosa más favorables (105).

Srikanthan P. et al., propone que el aumento de la masa muscular por encima del promedio se asocia con una mayor protección contra la resistencia a la insulina, mientras que la reducción de la masa muscular se vincula con un deterioro en la sensibilidad a la insulina (22). Este hallazgo subraya la importancia del músculo esquelético en el metabolismo de la glucosa, evidenciándose una relación inversa entre la masa muscular y las alteraciones en los niveles de glucosa (106)(107).

En la población infantil con sobrepeso y obesidad, la composición corporal se ha relacionado con presión arterial elevada y dislipidemia, pero no necesariamente con resistencia a la insulina (RI). Esto sugiere que el impacto de la masa libre de grasa (FFM) sobre la RI puede variar entre niños con diferentes estados ponderales, lo que indica la necesidad de profundizar en los mecanismos subyacentes (16).

Esta falta de relación significativa puede deberse a varios factores. Primero, la



muestra analizada puede no haber sido lo suficientemente grande o representativa para detectar una asociación estadísticamente significativa. Además, es posible que otros factores, como la dieta, la actividad física y la genética, que no fueron controlados en este estudio, puedan haber influido en los niveles de glucosa de los estudiantes, enmascarando cualquier posible relación entre la composición muscular y la glucosa. También se debe considerar que la variabilidad en el estado metabólico de los estudiantes, incluso dentro de la misma categoría de peso, podría haber contribuido a estos resultados.

Es importante destacar que la obesidad infantil incrementa el riesgo de anomalías en el metabolismo de la glucosa, donde la masa corporal libre juega un papel crucial en este proceso. Las medidas antropométricas, como el índice de masa corporal (IMC), son ampliamente utilizadas para evaluar la adiposidad debido a su viabilidad y bajo costo, aunque presentan limitaciones al no distinguir entre masa corporal libre y masa grasa (108). Un estudio de Di Bonito P. et al., identificó valores más bajos de masa corporal magra en niños y adolescentes con tolerancia a la glucosa alterada, señalando que, en condiciones postprandiales, los jóvenes con obesidad tienden a liberar insulina en exceso para mantener los niveles de glucosa dentro del rango normal. Investigaciones recientes han seguido explorando la relación entre la obesidad pediátrica y sus consecuencias cardiometabólicas (109).

La relación entre el porcentaje de grasa corporal y la masa muscular y fuerza muscular sugiere que los estudiantes con sobrepeso y obesidad no solo tienen un exceso de grasa sino también una deficiencia en masa muscular, lo cual puede predisponerlos a problemas metabólicos y de movilidad. La relación entre grasa corporal y niveles de glucosa indica un mayor riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2.

Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar programas de intervención



temprana que se centren en la reducción de la grasa corporal y el aumento de la masa muscular a través de la actividad física y nutrición adecuada. Además, es fundamental el monitoreo constante de los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad, como medida preventiva para evitar la aparición de diabetes y otras enfermedades metabólicas.

Sin embargo, una de las limitaciones de este estudio es el tamaño de la muestra, además, la metodología utilizada para medir la composición corporal mediante cineantropometría, aunque útil, puede presentar limitaciones en cuanto a precisión en comparación con métodos más avanzados, como la bioimpedancia o la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA).

Futuros estudios deberían considerar un tamaño de muestra más amplio y el uso de técnicas de medición más precisas. Adicionalmente, sería beneficioso explorar la efectividad de diferentes tipos de intervenciones físicas y nutricionales en la mejora de la composición corporal y en la reducción de los niveles de glucosa en esta población.

En conclusión, este estudio evidencia la necesidad urgente de abordar el sobrepeso y la obesidad en los adolescentes de Puno mediante intervenciones integradas que promuevan tanto la reducción de la grasa corporal como el incremento de la masa muscular. Estos esfuerzos son esenciales para mejorar la salud metabólica y prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas en esta población vulnerable.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Al evaluar el contenido adiposo y muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad, se encontró que el 94.3% presenta exceso de grasa corporal, mientras que el 5.7% tiene un nivel de grasa corporal regular. En cuanto a la masa muscular, el 44.8% muestra una disminución, el 52.9% tiene una masa muscular normal y el 2.3% presenta un exceso de masa muscular.

SEGUNDA: Al analizar la fuerza muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad, se halló que el 17.1% presenta una fuerza de agarre manual débil, el 70.1% tiene una fuerza de agarre manual normal, y el 12.6% muestra una fuerza de agarre manual fuerte.

TERCERA: Al determinar los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad, se observó que el 98.9% presenta niveles de glucosa adecuados, mientras que el 1.1% tiene niveles de glucosa inadecuados.

CUARTA: No se encontró una correlación significativa entre la composición de tejido adiposo y la masa muscular en estudiantes con sobrepeso y obesidad ($p = 0.175 > 0.05$), lo que sugiere que no existe relación entre estas variables.

QUINTA: Tampoco se halló una correlación significativa entre la composición de tejido adiposo y la fuerza muscular en esta población ($p = 0.068 > 0.05$), lo que indica que no hay relación entre el porcentaje de grasa corporal y la fuerza de agarre manual.

SEXTA: No se encontró una relación significativa entre la composición de masa muscular y la fuerza de agarre manual en estudiantes con sobrepeso y obesidad ($p = 0.520 > 0.05$), a pesar de que otros estudios previos han



reportado una correlación positiva entre estas variables.

SÉTIMA: En relación con la composición de tejido adiposo y los niveles de glucosa, no se evidenció una correlación significativa ($p = 0.068 > 0.05$), lo que sugiere que no existe relación entre estos factores en los estudiantes con sobrepeso y obesidad.

OCTAVA: Aunque el músculo esquelético es un componente crucial en el metabolismo de la glucosa y está relacionado con la regulación de la insulina, en este estudio no se encontró una relación significativa ($p = 0.091 > 0.05$), entre la composición muscular y los niveles de glucosa en estudiantes con sobrepeso y obesidad.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO: Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes con sobrepeso y obesidad enfrentan un riesgo nutricional considerable. No obstante, la validez de esta conclusión se ve limitada por el tamaño reducido de la muestra, lo que hace recomendable la realización de estudios con una muestra más amplia, previa capacitación para el manejo adecuado de los instrumentos de la antropometría, para fortalecer la evidencia y obtener resultados más sólidos.

SEGUNDO: Se recomienda realizar estudios adicionales en adolescentes con un estado nutricional normal para establecer comparaciones claras en cuanto a composición corporal, niveles de glucosa y fuerza muscular, utilizando metodologías más diversas y avanzadas. Estas investigaciones deben centrarse en obtener resultados más precisos. La carencia de estudios previos en nuestra región subraya la importancia de ampliar la base de datos existente, con el fin de desarrollar políticas y programas de salud más efectivos, basados en evidencia científica y ajustados a las necesidades locales.

TERCERA: Se recomienda implementar programas escolares que promuevan el desarrollo de la fuerza muscular y la reducción del exceso de grasa mediante actividades físicas regulares y orientación nutricional adecuada, involucrando a padres y a la comunidad educativa. Estos programas deben capacitar a profesionales en la detección temprana de obesidad, sobrepeso y deficiencias musculares, además de aplicar estrategias preventivas para enfermedades metabólicas. Es esencial realizar un seguimiento continuo



de indicadores de salud, como la composición corporal y los niveles de glucosa, para evaluar y ajustar las estrategias a largo plazo, fortaleciendo la respuesta en escuelas y centros de salud.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Sobrepeso y Obesidad. 2022.
2. Cali AMG, Caprio S. Obesity in children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93(11 SUPPL. 1):31–6.
3. Organización Mundial de la Salud (OPS). Prevención de la obesidad [Internet]. OPS. 2018. p. <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/obesity/>. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-obesidad>
4. Informática IN de E e. Enfermedades no Transmisibles y Transmisibles. 2023; Available from: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5800474/5146110-informe-tecnico-situacion-del-sobrepeso-y-obesidad-en-marco-observatorio-2023.pdf>
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). La obesidad entre los niños y los adolescentes se ha multiplicado por 10 en los cuatro últimos decenios [Internet]. World Health Organization; 2022. Available from: <https://www.who.int/es/news/item/11-10-2017-tenfold-increase-in-childhood-and-adolescent-obesity-in-four-decades-new-study-by-imperial-college-london-and-who>
6. Palacios A, Durán M, Obregón O. Factores de riesgo para el desarrollo de Diabetes tipo 2 y Síndrome Metabólico. *Rev Venez Endocrinol y Metab* [Internet]. 2012;10(1):34–40. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642007000200002
7. MINISTRO MDSDP. VIGILANCIA DE LA SITUACIÓN DEL SOBREPESO, OBESIDAD Y SUS DETERMINANTES EN EL MARCO DEL OBSERVATORIO DE NUTRICIÓN Y ESTUDIO DEL SOBREPESO Y OBESIDAD. *Inf TÉCNICO 2023* [Internet]. 2023; Available from: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5800474/5146110-informe-tecnico-situacion-del-sobrepeso-y-obesidad-en-marco-observatorio-2023.pdf>
8. Schafmeyer L, Linden T, Wunram HL, Semmelweis A, Schoenau E, Duran I. Interaction between fat-and muscle development in children and adolescents. *Anthropol Anzeiger.* 2023;80(3):1–8.
9. Manzano-Carrasco S, Garcia-Unanue J, Haapala EA, Felipe JL, Gallardo L,



- Lopez-Fernandez J. Relationships of BMI, muscle-to-fat ratio, and handgrip strength-to-BMI ratio to physical fitness in Spanish children and adolescents. *Eur J Pediatr* [Internet]. 2023;182(5):2345–57. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00431-023-04887-4>
10. Alaniz-Arcos JL, Ortiz-Cornejo ME, Larios-Tinoco JO, Klünder-Klünder M, Vidal-Mitzi K, Gutiérrez-Camacho C. Differences in the absolute muscle strength and power of children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review. *BMC Pediatr*. 2023;23(1):1–13.
 11. Zembura M, Czepczor-Bernat K, Dolibog P, Dolibog PT, Matusik P. Skeletal muscle mass, muscle strength, and physical performance in children and adolescents with obesity. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14(October):1–10.
 12. Chylińska-Frątczak A, Michalak A, Baranowska-Jaźwiecka A, Mianowska B, Szadkowska A. Incidence of hyperglycaemic disorders in children and adolescents with obesity. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2022;28(4):274–80.
 13. Niño-Cruz GI, Herrera-Anaya E, Gamboa-Delgado EM. Fuerza prensil y composición corporal en escolares colombianos. Estudio piloto. *Salud UIS* [Internet]. 2022;55(1). Available from: [file:///C:/Users/nu/Downloads/ART+13+\(7\) \(1\).pdf](file:///C:/Users/nu/Downloads/ART+13+(7) (1).pdf)
 14. Triana-Reina HR, Ortiz-Pacheco LE, Ramírez-Vélez R. Lower grip strength values are associated with increased levels of adiposity and excess weight: a cross-sectional study. *Nutr Hosp*. 2022;39(4):752–9.
 15. Hasan HA, Radwan H, Al Majid F, Al Hilo F, Mohammed R, Al Shaikh S, et al. Is Lean Body Mass Linked to Self-Perceived Body Image among Youth in the United Arab Emirates? *Acta Biomed*. 2022;93(3).
 16. Wu L, Chen F, Liu J, Hou D, Li T, Chen Y, et al. The Relationship Between Fat-Free Mass and Glucose Metabolism in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Pediatr*. 2022;10(April):1–7.
 17. Farías Valenzuela C, Farías-Valenzuela C, Ferrero-Hernández ;, Alvarez-Arangua ;, Marchan-Gutiérrez ;, Adasme-Sandoval ;, et al. Fuerza absoluta y relativa de prensión manual y riesgo cardiometabólico en escolares chilenos: análisis por sexo. *J Sport Heal Res*. 2021;2021(Supl 1):87–98.
 18. López-Alonzo SJ, Rivera-Sosa JM, Hernández-Gutiérrez PZ, Gastelum-Cuadras G, Guedea-Delgado JC, Nájera-Longoria RJ. Relación entre fuerza muscular y estado de nutrición en escolares mexicanos. *Rev Mex Pediatría* [Internet].



- 2019;86(5):185–9. Available from:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462014000200009
19. Saikia D, Ahmed SJ, Saikia H, Sarma R. Body mass index and body fat percentage in assessing obesity: An analytical study among the adolescents of Dibrugarh, Assam. *Indian J Public Health*. 2018;62(4):277–81.
 20. Matsudo VKR, Matsudo SM, de Rezende LFM, Raso V. Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*. 2014;17(1):1–10.
 21. Bibiloni M del M, Pons A, Tur JA. Defining Body Fatness in Adolescents: A Proposal of the Afad-A Classification. *PLoS One*. 2013;8(2):5–7.
 22. Srikanthan P, Karlamangla AS. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(9):2898–903.
 23. Pajuelo J, Pando R, Leyva M, Hernández K, Infantes R. Resistencia a la insulina en adolescentes con sobrepeso y obesidad. *An la Fac Med*. 2013;67(1):23.
 24. Tucno-Matos JW, Cairo-Arellano Y. Relación entre actividad física , índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal en niños de 8 a 11 años de edad de una institución educativa del distrito de Comas- Lima 2014. UNMSM, ENutrición [Internet]. 2015;78. Available from:
<https://pdfs.semanticscholar.org/d341/7bec99c8c8aa9e7fa3f5e2e5cc1148ddfd07.pdf>
 25. Escalante A, Zuloaga N. Índice De Masa Corporal Y Bioimpedancia Eléctrica Como Predictores De Obesidad En Estudiantes Adultos Jovenes. *Univ Femenina del Sagrado Corazón* Escalante A, Zuloaga N Índice Masa Corpor Y Bioimpedancia Eléctrica Como Predict Obes En Estud Adultos Jovenes Univ Femenina del Sagrado Corazón Publ online 20214-75 [https://repositorio.unife.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.11955/861/E_SCALANTE_Y_ZULOAGA_2021 .pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unife.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.11955/861/E_SCALANTE_Y_ZULOAGA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [Internet]. 2021;4–75. Available from:
https://repositorio.unife.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.11955/861/E_SCALANTE_Y_ZULOAGA_2021 .pdf?sequence=1&isAllowed=y
 26. Ramos-Surco YM. Composicion Corporal, Proporcionalidad Corporal Y Biotipo En Escolares De 12 a 18 Años De La Zona Rural Del El Collao Ilave - 2014. 2016;2006–11. Available from:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3441/Ramos_Surco_Yenn



- y_Maritza.pdf?sequence=1&isAllowed=y
27. Porbén SS. Composición corporal. Acta Medica Cordoba [Internet]. 2003;11(1). Available from: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=22946>
 28. Heymsfield SB, Wang ZM, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: Advances in models and methods. Annu Rev Nutr [Internet]. 1997;17:527–58. Available from: <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.527>
 29. Susano A, Rodriguez R, Luis J, Díaz C. Actividad física, hábitos alimentarios e índice de masa corporal en adolescentes de 4º y 5º del nivel secundaria, en instituciones educativas de gestión pública y privada de Lima Este, 2019. Univ Peru Unión [Internet]. 2019;6–97. Available from: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2981>
 30. Ramos Y. Composición Corporal, Proporcionalidad Corporal Y Biotipo En Escolares De 12 a 18 Años De La Zona Rural Del El Collao Ilave - 2014. [tesis de pregrado de la Universidad Nacional del Altiplano]; 2016.
 31. Moreira OC, Alonso-Aubin DA, De Oliveira CEP, Candia-Luján R, De Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: Una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas [Internet]. Vol. 32, Archivos de Medicina del Deporte. 2015. p. 387–94. Available from: https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf
 32. Miguelsanz JP, Parra WC, Moreiras GV, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. Nutr Hosp [Internet]. 2010;25(2):207–23. Available from: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4406.pdf>
 33. Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. J Nutr Heal Aging [Internet]. 2011;15(5):368–75. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21528163>.
 34. Vega-Robledo GB, Rico-Rosillo MG. Adipose tissue: Immune function and alterations caused by obesity. Rev Alerg Mex [Internet]. 2019;66(3):340–53. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486761439010>
 35. Azcona AC. Manual de Nutricion y Dietetica. Univ Complut Madrid [Internet]. 2018;1–39. Available from: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-2-composicion-corporal55.pdf>



36. Alonso D, Salazar A, Gerardo L, Betancourt M. Tejido Adiposo en Escolares entre 7 y 18 años de edad. 2011;(2):85–96.
37. Duarte AJ. Historia de la histología. 2015;83:77–81. Available from: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1506§ionid=98182664>
38. Orrego M A. activación inmune del tejido adiposo pardo y sus efectos sobre la obesidad. Rev Colomb Endocrinol Diabetes Metab [Internet]. 2017;4(4):12–8. Available from: <https://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/download/147/270?inline=1>
39. Ministerio de Salud (MINSA). Guia tecnica para la valoracion nutricional antropometrica de la persona adolescente. [Internet]. 2019. p. 11–3. Available from: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/04/964892/rm_283-2015-minsa.pdf
40. Aristizabal JC, Barona J, Hoyos M, Ruiz M, Marín C. Association between anthropometric indices and cardiometabolic risk factors in pre-school children. BMC Pediatr [Internet]. 2015;15(1):1–8. Available from: <https://rdcu.be/dNwJt>
41. Nagy P, Kovacs E, Moreno LA, Veidebaum T, Tornaritis M, Kourides Y, et al. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. Int J Obes [Internet]. 2014;38:S15–25. Available from: <https://rdcu.be/dNwJX>
42. Kelishadi R, Qorbani M, Motlagh ME, Heshmat R, Ardalan G, Bahreynian M. Association of eating frequency with anthropometric indices and blood pressure in children and adolescents: The CASPIAN-IV Study. J Pediatr (Rio J) [Internet]. 2016;92(2):156–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.05.009>
43. Ramírez-Ramírez F. Fisiología cardiaca. Rev médica MD [Internet]. 2009;1(3):13–6. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2009/md093d.pdf>
44. Norton K, Olds T. Antropometrica [Spanish version of Anthropometrica]. Univ New South Wales Press [Internet]. 1995;(October 1995):7–273. Available from: https://www.researchgate.net/publication/283664365_Antropometrica_Spanish_version_of_Anthropometrica_Norton_K_and_T_Olds_1995
45. Quiceno J. Formula Jackson-Pollock 4 para calcular grasa corporal [Internet]. Nutriactiva. 2020. p. 1–3. Available from: <https://old.rjournals.com/past-issue/3-dimensional-food-printing-how-this-pioneering-technology-will-change-the-way-we-eat/>



46. Perez M, Cabrera W, Valera G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr Hosp*. 2010;25(2):1–10.
47. Ross WD, Kerr DA, . Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva. *Apunt Educ Física y Deport* [Internet]. 1993;18:175–87. Available from: <http://www.fecna.com/wp-content/uploads/2011/08/Fraccionamiento-de-Masa-Corporal-Un-Nuevo-Método-Ross-Kerr.pdf>
48. Ohta M, Midorikawa T, Hikiyama Y, Sakamoto S, Kawakami Y, Fukunaga T, et al. Body mass-to-waist ratio strongly correlates with skeletal muscle volume in children. *PLoS One*. 2017;12(5):1–13.
49. Baglietto N, Albaladejo-Saura M, Esparza-Ros F, Vaquero-Cristóbal R. Agreement and differences between the equations for estimating muscle and bone mass using the anthropometric method in recreational strength trainees. *PeerJ* [Internet]. 2024;12(6). Available from: <https://doi.org/10.7717/peerj.17506>
50. Rumberger E. FISIOLÓGIA2. FISIOLÓGIA DE LA CÉLULA NERVIOSA. 22(1). Available from: <https://www.amazon.com/-/es/Hüter-Becker/dp/8480196637>
51. Abellan Alemán J, Sainz de Baranda Andújar P, Ortin Ortin EJ. Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular [Internet]. SEHLELHA (Sociedad Española de hipertensión). 2010. 17–35 y 47–56 p. Available from: <http://reccap.org/documentos/dGuía+Pre...pdf>
52. Cohen DD, Gómez-Arbeláez D, Camacho PA, Pinzon S, Hormiga C, Trejos-Suarez J, et al. Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: The ACFIES study. *PLoS One*. 2014;9(4):1–10.
53. Talar K, Hernández-belmonte A, Vetrovsky T, Steffl M, Kałamacka E, Courel-ibáñez J. Benefits of resistance training in early and late stages of frailty and sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *J Clin Med*. 2021;10(8).
54. Steffl M, Chrudimsky J, Tufano JJ. Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity. *PLoS One*. 2017;12(5):1–9.
55. Romero-Dapueto C, Mahn J, Cavada G, Daza R, Ulloa V, Antúnez M. Estandarización de la fuerza de prensión manual en adultos chilenos sanos mayores de 20 años. *Rev Med Chil* [Internet]. 2019;147(6):741–50. Available from:



- http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872019000600741&lng=es&nrm=iso%3E. ISSN 0034-9887.
56. Amo Setien F.
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1255/AmoSetienF.pdf>
. Neurol Clin [Internet]. 2013;31(4):1009–29. Available from:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1255/AmoSetienF.pdf>
57. Padilla Moledo C. Condicion Fisica, Salud Positiva Psicosocial de riesgo y Alteraciones Psicomaticas en Niños de 6 a 17 años. Univ Cadiz [Internet]. 2010;142–52. Available from: <http://hdl.handle.net/10498/15843>
58. Vilca A. Fuerza muscular periférica y su relación con la calidad de vida en estudiantes de una escuela de posgrado de Lima - Perú, 2022 [Internet]. Trabajo académico para optar el título de especialista en Fisioterapia Cardiorespiratoria; 2020. 1–50 p. Available from:
<https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/8091>
59. Amo F. Analisis de la Fuerza Muscular de Presión en Adolescentes. [Tesis de grado Master Universitario de la Universidad de Cantabria]; 2012.
60. Romero C, Manhñ J, Cavada G, Daza R, Ulloa V, Antúñez M. Estandarización de la fuerza de presión manual en adultos chilenos sanos mayores de 20 años. Rev Med Chil. 2019;147(6):1–6.
61. Belén Y, Ramos E. EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE AGARRE UTILIZANDO EL DINAMÓMETRO JAMAR A PROFESIONALES DE FISIOTERAPIA DURANTE LA JORNADA LABORAL DEL SERVICIO PÚBLICO EN LA PROVINCIA DE IMBABURA DURANTE EL PERIODO 2015-2016. Univ Tec del Norte [Internet]. 2016;1–99. Available from:
https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6198/1/06_TEF_183_TRABAJO_DE_GRADO.pdf
62. Augusto CHC. Evaluación antropométrica del estado nutricional empleando la circunferencia del brazo en estudiantes Universitarios. Nutr Clin y Diet Hosp [Internet]. 2011;31(3):22–7. Available from:
<https://revista.nutricion.org/PDF/Evaluacion-antropometrica.pdf>
63. Alvero J, Correas L, Ronconi M, Fernandez R, Porta J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andaluza Med del Deport [Internet]. 2011;4(4):167–74. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668006.pdf>



64. Flores Hernández C, Carrillo Soto JG. Determinación de niveles de glucosa antes del tratamiento dental, comparando dos métodos no invasivos y un invasivo en pacientes de las clínicas de posgrado de la UDLSB. *Nov Sci* [Internet]. 2014;1(1):65. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203315665004.pdf>
65. Gómez-Zorita S, Urdampilleta A. GLUT4: Effects of physical activity and nutrition on glucose uptake mechanisms and their application in type 2 diabetes [Internet]. Vol. 28, *Avances en Diabetología*. 2012. p. 19–26. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-avances-diabetologia-326-pdf-S1134323012000397>
66. American Diabetes Association (ADA). Standards of Medical Care in Diabetes — 2022. 2022;45(January):2021–2. Available from: https://care.diabetesjournals.org/content/45/Supplement_1/S1
67. ADA. Estándares de atención en Diabetes Guía 2023 para atención primaria. *Asoc Am Diabetes* [Internet]. 2023;1–33. Available from: https://semst.org/wp-content/uploads/2023/04/guia-diabetes2023_.pdf
68. Diabetes AL de. Guías ALAD sobre el Diagnóstico, Control y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2 con Medicina Basada en Evidencia Edición 2019. *Encycl Cancer* [Internet]. 2019;118–118. Available from: https://revistaalad.com/guias/5600AX191_guias_alad_2019.pdf
69. Asociación Latinoamericana de Diabetes. *Revista de la ALAD*. 2014;(ISSN 2248-6518). Available from: https://revistaalad.com/guias/5600AX191_guias_alad_2019.pdf
70. Guzman C. Glucosa y perfil lipídico en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad en una comunidad rural del estado de Tabasco, México. *Univ Nac Autónoma México*. 2016;125–8.
71. Diabetes AE de. Improving Care and Promoting Health in Populations: Standards of Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care* [Internet]. 2023;46(sup):S10–8. Available from: <https://doi.org/10.2337/dc23-S001>
72. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int J Obes*. 2008;32(1):1–11.
73. DeFronzo RA, Tripathy D. Skeletal muscle insulin resistance is the primary defect in type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2009;32 Suppl 2.
74. Prado CMM, Heymsfield SB. Lean tissue imaging: A new era for nutritional



- assessment and intervention. *J Parenter Enter Nutr.* 2014;38(8):940–53.
75. Kim DH, Lim H, Chang S, Kim JN, Roh YK, Choi MK. Association between body fat and bone mineral density in normal-weight middle-aged Koreans. *Korean J Fam Med.* 2019;40(2):100–5.
76. Vargas-Pacheco A, Correa-López LE. Exercise As a Protagonist in Muscle Plasticity and in the Muscle As an Endocrine Organ: Implications in Chronic Diseases. *Rev la Fac Med Humana .* 2021;22(1):181–92.
77. O'Brien TD, Reeves ND, Baltzopoulos V, Jones DA, Maganaris CN. Strong relationships exist between muscle volume, joint power and whole-body external mechanical power in adults and children. *Exp Physiol.* 2009;94(6):731–8.
78. Bahamonde D, Binimellis M FA. Effectiveness of different strength trainings on adipose tissue in children and adolescents from 6 to 17 year old with overweight and/or obesity: a systematic review. 2024;19(5):1–23.
79. Organization world health. Nutrition , overweight and obesity. *World Heal Organ.* 2000;1–135.
80. Matsuzawa Y. Establishment of a concept of visceral fat syndrome and discovery of adiponectin. *Proc Japan Acad Ser B Phys Biol Sci.* 2010;86(2):131–41.
81. Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature.* 2016;444(7121):840–6.
82. Sagñay-Novillo AF, Vermudez-Pirela VJ, Patricia-Elizabeth VI. Ectopic fat accumulation and insulin secretion: the role of endoplasmic reticulum stress. *MQRInvestigar.* 2024;8(1):1343–59.
83. Barba-Evia J. Mexico and the challenge of chronic non-communicable diseases. The laboratory also plays an important role. *Lat Am J Clin Pathol Lab Med [Internet].* 2018;65(1):4–17. Available from: www.medigraphic.com/patologiaclinica
84. Damián E, González G, Guadalupe J, Ruiz G, Banda CM, Marmolejo LG. Efectos metabólicos de las adipocinas en la diabetes Resumen Introducción Fenómenos metabólicos en la diabetes. 2018;1:1–15.
85. Ludwig DS, Ebbeling CB. The carbohydrate-insulin model of obesity: Beyond “calories in, calories out.” *JAMA Intern Med.* 2018;178(8):1098–103.
86. Herrera C. El plicómetro. *Hiramnoriega.* 2021. p. 1–3.
87. Lopez M, De la Vega E, Ramirez E, Chacara A, Velarde J, Báez G. Antropometría para el diseño de puestos de trabajo. *ITSON. Vol. 1, Ergored. Obregon-Mexico;*



2019. 1–54 p.
88. Martínez EG. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación [Internet]. Vol. 26, Salud Uninorte. 2010. p. 98–116. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v26n1/v26n1a11.pdf>
 89. Sandoval R, Vargas B, Flores L, Gurrola C. Glucotransportadores (GLUT): Aspectos clínicos, moleculares y genéticos. *Gac Med Mex.* 2016;152(4):547–57.
 90. Sampieri R, Collado C, Lucio P. Metodología de la investigación [Internet]. Edición McGraw-Hill. Mexico; 2018. Available from: http://www.academia.edu/download/38758233/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf
 91. Esparza-Ros F, Vaquero-Cristobal R, Marfell-Jones M. Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica. ISAK. [Internet]. Sociedad Internacional Para El Avance De La Cineantropometría. 2019. 17–103 p. Available from: <https://pdfcoffee.com/protocolo-antropometria-2011-isak-5-pdf-free.html>
 92. Núñez SE et al. Dinamometría en niños de 12 y 13 años: Valores de referencia y asociación con su tejido adiposo. 2019;(June):1–9. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/334067342%0D>
 93. Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarri A. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. 2004;54–8.
 94. Aldhoon-Hainerová I, Zamrazilová H, Dušátková L, Sedláčková B, Hlavatý P, Hill M, et al. Glucose homeostasis and insulin resistance: Prevalence, gender differences and predictors in adolescents. *Diabetol Metab Syndr.* 2014;6(1):1–9.
 95. Sharma M, Gupta U, Padam A, Bhardwaj P, Grover N. Glucose tolerance in overweight and obese north Indian adolescents. *Indian J Pediatr.* 2011;78(11):1407–9.
 96. Wszyńska J, Leszczak J, Podgórska-Bednarsz J, Czenczek-Lewandowska E, Rachwał M, Dereń K, et al. Body fat and muscle mass in association with foot structure in adolescents: A cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(3).
 97. Salton N, Kern S, Interator H, Lopez A, Moran-Lev H, Lebenthal Y, et al. Muscle-to-Fat Ratio for Predicting Metabolic Syndrome Components in Children with Overweight and Obesity. *Child Obes.* 2022;18(2):132–42.
 98. Fernández-García JC, Castillo-Rodríguez A, Onetti-Onetti W. Influence of



- overweight and obesity on strength in childhood. *Nutr Hosp.* 2019;36(5):1055–60.
99. Tomlinson DJ, Erskine RM, Morse CI, Winwood K, Onambélé-Pearson G. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology.* 2016;17(3):467–83.
 100. Kim K, Hong S, Kim EY. Reference values of skeletal muscle mass for Korean children and adolescents using data from the Korean national health and nutrition examination survey 2009-2011. *PLoS One.* 2016;11(4):1–10.
 101. Castro M. ESTADO NUTRICIONAL Y CAPACIDAD MUSCULAR. Univ San Martín Porres [Internet]. 2016; Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
 102. Xiang L, Wu H, Pan A, Patel B, Xiang G, Qi L, et al. FTO genotype and weight loss in diet and lifestyle interventions: A systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2016;103(4):1162–70.
 103. Kuk JL, Katzmarzyk PT, Nichaman MZ, Church TS, Blair SN, Ross R. Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men. *Obesity.* 2006;14(2):336–41.
 104. Smith AG, Muscat GEO. Skeletal muscle and nuclear hormone receptors: Implications for cardiovascular and metabolic disease. *Int J Biochem Cell Biol.* 2005;37(10 SPEC. ISS.):2047–63.
 105. Montes, Lady, Huayllacayan B, Rivera V. Actividad física y la relación con el estado nutricional de los alumnos del nivel secundario del distrito de Ate - Lima [Internet]. [Tesis pregrado de la Universidad Nacional de Educación]; 2021. Available from: [https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/7146/TESIS%09-%09MONTES CHUJUTALLILADY KAREN - HUAYLLACAYAN SALAZAR BETSAIDA – RIVERA LAPA VIVIANA - FAN %28REGULARIZACIÓN%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/7146/TESIS%09-%09MONTES%20CHUJUTALLILADY%20KAREN%20-%20HUAYLLACAYAN%20SALAZAR%20BETSAIDA%20-%20RIVERA%20LAPA%20VIVIANA%20-%20FAN%20REGULARIZACIÓN%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 106. Thomas EL, Frost G, Taylor-Robinson SD, Bell JD. Excess body fat in obese and normal-weight subjects. *Nutr Res Rev.* 2012;25(1):150–61.
 107. Camporez JPG, Petersen MC, Abudukadier A, Moreira G V., Jurczak MJ, Friedman G, et al. Anti-myostatin antibody increases muscle mass and strength and improves insulin sensitivity in old mice. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2016;113(8):2212–7.
 108. Yajnik CS, Yudkin J. Clinical picture The Y-Y paradox. *Lancet.* 2004;363:163.



109. Di Bonito P, Valerio G, Licenziati MR, Campana G, del Giudice EM, Di Sessa A, et al. Uric acid, impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance in youth with overweight and obesity. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021;31(2):675–80.



ANEXOS

ANEXO 1: Consentimiento informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. DATOS GENERALES

Institución	: Universidad Nacional del Altiplano
Título del estudio	: Diferencias entre los componentes de grasa y músculo, en contraste con la fuerza muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad en la localidad de Puno.
Investigadores	: DRA. TANIA LAURA BARRA QUISPE : BACH. GLENDA CRYSTEL ZÁRATE ESCOBAR : BACH. OMAR MANUEL YAPO HUILLCA

Estimado padre / madre o tutor(a): Se le invita a su hijo(a) muy cordialmente a ser parte del estudio de investigación denominado DIFERENCIAS ENTRE LOS COMPONENTES DE GRASA Y MÚSCULO, EN CONTRASTE CON LA FUERZA MUSCULAR Y LOS NIVELES DE GLUCOSA, EN ESTUDIANTES DIAGNOSTICADOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD EN LA LOCALIDAD DE PUNO. Cuyos detalles de ejecución a continuación le informamos:

2. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

2.1. Propósito del estudio:

Consiste en determinar el contenido adiposo y muscular en un grupo de estudiante con sobrepeso y obesidad, determinar la fuerza muscular, identificar los niveles de glucosa, de la muestra de población seleccionada. Complementariamente evaluar la relación entre el componente adiposo, el componente muscular, la fuerza muscular y los niveles de glucosa.

2.2. Duración del estudio:

La duración total del proyecto es de 05 meses. Se llevarán a cabo intervenciones directas en la ejecución (03 meses en promedio), el equipo de investigación realizara la toma de datos en las instalaciones de su centro de estudios.

2.3. Numero esperado de participantes:

87 estudiantes.

2.4. Procedimientos del estudio:

Si usted da su consentimiento para la participación de su hijo(a), se le solicitará lo siguiente:

- Se aplicará un cuestionario de autoevaluación subjetiva para determinar la edad biológica.
- Se realizarán mediciones antropométricas para lo cual deberá disponer de 10 minutos y acercarse preparado con la menor cantidad de ropa para facilitar las mediciones.
- Se realizará mediciones de fuerza muscular a través de la dinamometría, el tiempo promedio de aplicación es de 05 minutos.
- Se realizará la toma de glucosa capilar, el tiempo de duración es de 5 minutos (esta prueba es para determinar si su hijo(a) pueda desarrollar a futuro diabetes mellitus).

❖ **La glucemia capilar es aquella que se mide mediante la práctica de un pequeño pinchazo en un dedo para extraer una gota de sangre**



que luego se coloca en una tira reactiva y se analiza mediante un glucómetro.

2.5. Riesgos y molestias:

- Los procedimientos detallados descritos en este documento no son invasivos.

2.6. Costos, incentivos y beneficios:

- El incentivo no monetario que recibirá su hijo(a) consistirá en un refrigerio.
- Su hijo(a) y usted, recibirán un informe personal, detallado y completo sobre su composición corporal (% de masa muscular y % de grasa corporal), datos de la fuerza muscular y su nivel de glucosa.
- Esta información se otorgará a la culminación del estudio, aproximadamente 30 días después de su participación. Esta información será de manera personal y muy confidencial.

2.7. Circunstancias y/o razones por las cuales se puede dar por terminada la participación del participante en el estudio.

Su hijo(a) como participante tiene absoluta libertad para dejar de participar en el proyecto en cualquier etapa de su ejecución. Su declaración de que ya no desea formar parte del proyecto de investigación no requiere de justificación alguna por parte de su hijo(a).

3. DERECHOS DEL PARTICIPANTE.

3.1. Confidencialidad:

- La confidencialidad es uno de los aspectos que más preocupa a los investigadores y está protegida desde el inicio de la investigación, de acuerdo al siguiente procedimiento:
- La identificación personal de su hijo(a) será reemplazada por códigos, de tal forma que los datos que se obtengan del estudio serán guardados con códigos y no con nombres.
- La información se mantendrá mientras dure el estudio, al finalizar con la sustentación de la tesis, se procederá a eliminar cualquier información de los participantes.
- Si los resultados de esta investigación son publicados, no se mostrará ninguna información que permita su identificación, ni de las personas que participan en este estudio.

3.2. Pago por participación, viáticos:

Todos los análisis y mediciones, serán gratuitos, lo que significa que no tendrás que pagar por ningún motivo.

3.3. Participación voluntaria y retiro:

La participación de su hijo(a) en el estudio es voluntaria. Su hijo(a) es libre de negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin penalización ni pérdida de los beneficios y derechos existentes.

4. RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO Preguntas/Contactos:

La formulación e implementación de este proyecto está a cargo de 02 investigadores egresados de la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la UNA-Puno.

Para obtener más información sobre la investigación y sus derechos como sujeto de investigación o en caso de daño relacionado con la investigación, puede comunicarse con los investigadores:

INVESTIGADORES:

- Dra. Tania Barra Quispe. Teléfono 969705201
- Bach. Glenda Crystel Zárate Escobar. Teléfono 963692861
- Bach. Omar Manuel Yapó Huillca. Teléfono 935422553

5. HOJA DE FIRMAS

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Acepto que mi hijo(a) voluntariamente decida participar en este estudio, comprendo qué cosas le van a pasar si participa en el proyecto, también entiendo que puede decidir no participar y que puede retirarse del estudio en cualquier momento.



Nombre del padre / madre y/o tutor del participante: _____	Firma:	Fecha:
DNI:		



ANEXO 2: Asentimiento informado.

ASENTIMIENTO INFORMADO

6. DATOS GENERALES

Institución	: Universidad Nacional del Altiplano
Título del estudio	: Diferencias entre los componentes de grasa y músculo, en contraste con la fuerza muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad en la localidad de Puno.
Investigadores	: DRA. TANIA LAURA BARRA QUISPE : BACH. GLENDA CRYSTEL ZÁRATE ESCOBAR : BACH. OMAR MANUEL YAPO HUILLCA

Estimado estudiante: Se le invita muy cordialmente a ser parte del estudio de investigación denominado DIFERENCIAS ENTRE LOS COMPONENTES DE GRASA Y MÚSCULO, EN CONTRASTE CON LA FUERZA MUSCULAR Y LOS NIVELES DE GLUCOSA, EN ESTUDIANTES DIAGNOSTICADOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD EN LA LOCALIDAD DE PUNO. Cuyos detalles de ejecución a continuación le informamos:

7. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

7.1. Propósito del estudio:

Consiste en determinar el contenido adiposo y muscular en un grupo de estudiante con sobrepeso y obesidad, determinar la fuerza muscular, identificar los niveles de glucosa, de la muestra de población seleccionada. Complementariamente evaluar la relación entre el componente adiposo, el componente muscular, la fuerza muscular y los niveles de glucosa.

7.2. Duración del estudio:

La duración total del proyecto es de 05 meses. Se llevarán a cabo intervenciones directas en la ejecución (03 meses en promedio), el equipo de investigación realizara la toma de datos en las instalaciones de su centro de estudios.

7.3. Numero esperado de participantes:

87 estudiantes.

7.4. Procedimientos del estudio:

Si usted acepta participar, se le solicitará lo siguiente:

- Se aplicará un cuestionario de autoevaluación subjetiva para determinar la edad biológica.
- Se realizarán mediciones antropométricas para lo cual deberá disponer de 10 minutos y acercarse preparado con la menor cantidad de ropa para facilitar las mediciones.
- Se realizará mediciones de fuerza muscular a través de la dinamometría, el tiempo promedio de aplicación es de 05 minutos.
- Se realizará la toma de glucosa capilar, el tiempo de duración es de 5 minutos (esta prueba es para determinar si su hijo(a) pueda desarrollar a futuro diabetes mellitus).

❖ **La glucemia capilar es aquella que se mide mediante la práctica de un pequeño pinchazo en un dedo para extraer una gota de sangre que luego se coloca en una tira reactiva y se analiza mediante un glucómetro.**

7.5. Riesgos y molestias:

- Los procedimientos detallados descritos en este documento no son invasivos.

7.6. Costos, incentivos y beneficios:



- El incentivo no monetario que usted recibirá consiste en un refrigerio.
- Usted recibirá un informe personal, detallado y completo sobre su composición corporal (% de masa muscular y % de grasa corporal), datos de la fuerza muscular y su nivel de glucosa.
- Esta información se otorgará a la culminación del estudio, aproximadamente 30 días después de su participación. Esta información será de manera personal y muy confidencial.

7.7. Circunstancias y/o razones por las cuales se puede dar por terminada la participación del participante en el estudio.

Como participante tiene absoluta libertad para dejar de participar en el proyecto en cualquier etapa de su ejecución. Su declaración de que ya no desea formar parte del proyecto de investigación no requiere de justificación alguna por parte suya.

8. DERECHOS DEL PARTICIPANTE.

8.1. Confidencialidad:

- La confidencialidad es uno de los aspectos que más preocupa a los investigadores y está protegida desde el inicio de la investigación, de acuerdo al siguiente procedimiento:
- Su identificación personal será reemplazada por códigos, de tal forma que los datos que se obtengan del estudio serán guardados con códigos y no con nombres.
- La información se mantendrá mientras dure el estudio, al finalizar con la sustentación de la tesis, se procederá a eliminar cualquier información de los participantes.
- Si los resultados de esta investigación son publicados, no se mostrará ninguna información que permita su identificación, ni de las personas que participan en este estudio.

8.2. Pago por participación, viáticos:

Todos los análisis y mediciones, serán gratuitos, lo que significa que no tendrás que pagar por ningún motivo.

8.3. Participación voluntaria y retiro:

Su participación en el estudio es voluntaria. Usted es libre de negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin penalización ni pérdida de los beneficios y derechos existentes.

9. RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO Preguntas/Contactos:

La formulación e implementación de este proyecto está a cargo de 02 investigadores egresados de la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la UNA-Puno.

Para obtener más información sobre la investigación y sus derechos como sujeto de investigación o en caso de daño relacionado con la investigación, puede comunicarse con los investigadores:

INVESTIGADORES:

- Dra. Tania Barra Quispe. Teléfono 969705201
- Bach. Glenda Crystel Zárate Escobar. Teléfono 963692861
- Bach. Omar Manuel Yapó Huillca. Teléfono 935422553

10. HOJA DE FIRMAS

ASENTIMIENTO INFORMADO

Acepto participar voluntariamente en este estudio, comprendo qué cosas me van a pasar si participo en el proyecto, también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

<p>Nombre del participante:</p> <p>_____</p>	<p>Firma:</p>	<p>Fecha:</p>
<p>DNI:</p>		



ANEXO 3: Ficha de recolección de datos.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

COMPONENTE DE GRASA Y MÚSCULO, FUERZA MUSCULAR Y NIVELES DE GLUCOSA, EN ESTUDIANTES DE LA LOCALIDAD DE PUNO.

CÓDIGO:

- Fecha de evaluación: ____/____/____
- Nombre completo: _____
- Fecha de nacimiento: ____/____/____
- Edad: _____
- Sexo: F () M ()

a) MEDIDAS CINEANTROPOMÉTRICAS:

- PESO (kg)	<input type="text"/>
- TALLA (cm)	<input type="text"/>

PLIEGUES CUTÁNEOS	mm	PERÍMETROS	cm
- Pliegue Tríceps (PT)	<input type="text"/>	- Perímetro Brazo	<input type="text"/>
- Pliegue Subescapular (PSE)	<input type="text"/>	- Perímetro Muslo	<input type="text"/>
- Pliegue Muslo Frontal (PM)	<input type="text"/>	- Perímetro Pantorrilla	<input type="text"/>
- Pliegue Pierna (PP)	<input type="text"/>		<input type="text"/>

b) FUERZA MUSCULAR (kg):

- Mano dominante: _____

- Derecha	<input type="text"/>
- Izquierda	<input type="text"/>

c) NIVEL DE GLUCOSA (mg/dL):

- Glicemia: _____

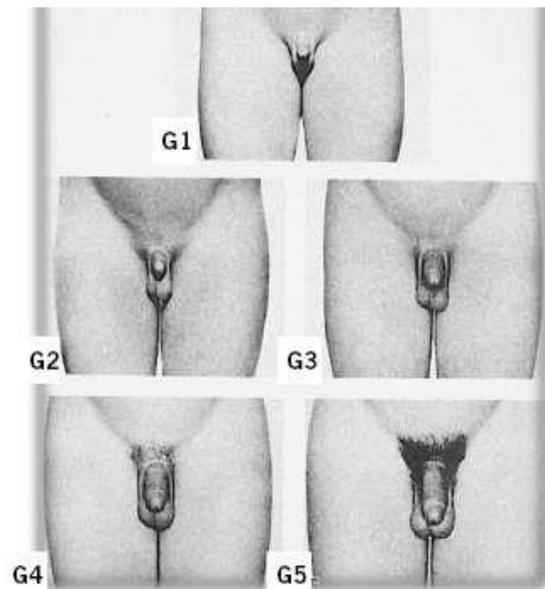
ANEXO 4: Ficha de Estadios de Tanner.

ESTADIOS DE TANNER

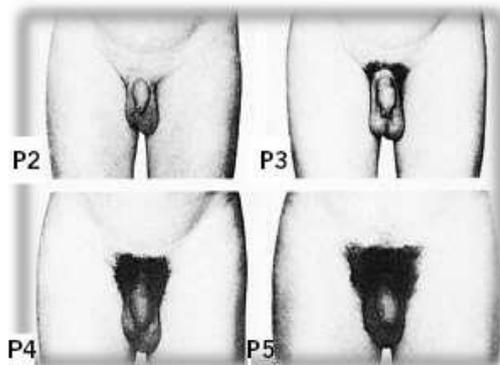
- Marque con un aspa (X) en la imagen que más corresponda a su desarrollo sexual:

MASCULINO

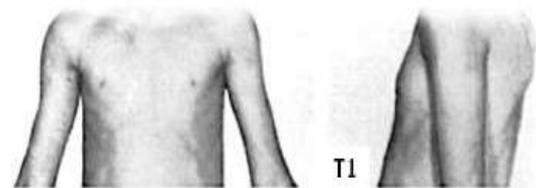
FEMENINO



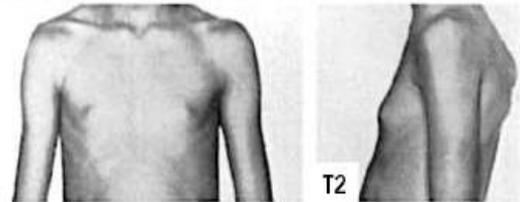
Desarrollo genital (G1 a G5)



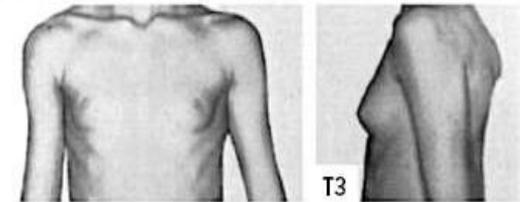
Vello pubiano (P1-P5)



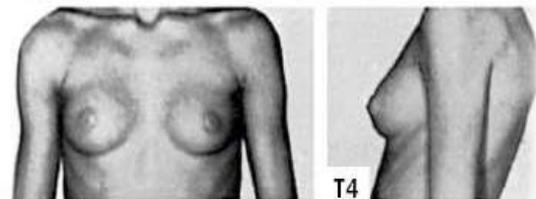
T1



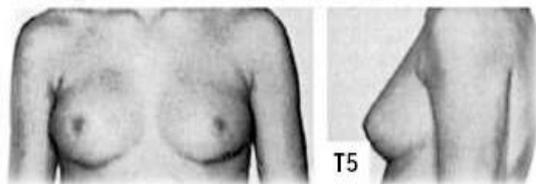
T2



T3



T4



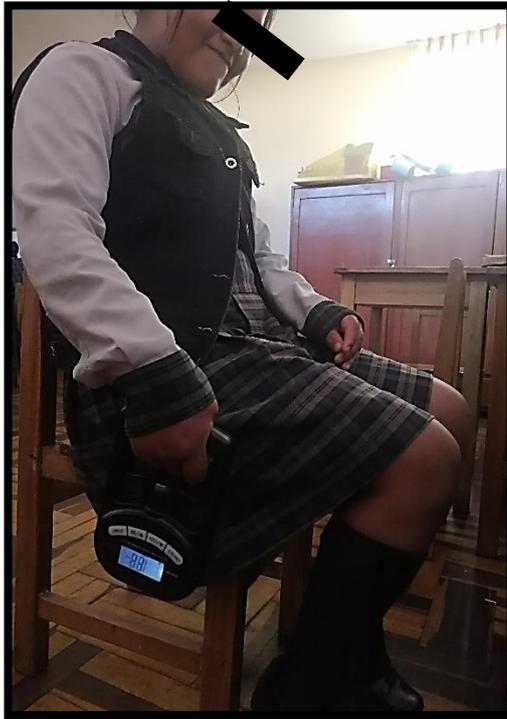
T5

Desarrollo mamario (T1 a T5)

ANEXO 5: Evidencias fotográficas de la evaluación cineantropométrica.



ANEXO 6: Evidencias fotográficas de la fuerza muscular.



ANEXO 7: Evidencias fotográficas de la toma de glucosa.





DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo GLENDIA CRYSTEL ZARATE ESCOBAR,
identificado con DNI 74528025 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
NUTRICIÓN HUMANA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Diferencias entre los componentes de grasa y músculo en contraste con la fuerza muscular y los niveles de glucosa en estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad en la localidad de Puno "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 20 de SEPTIEMBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo GLENDIA CRYSTEL ZARATE ESCOBAR
identificado con DNI 74528025 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

NOTRICIÓN HUMANA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Diferencias entre los componentes de grasa y músculo, en contraste con la fuerza muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad en la localidad de Puno.”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 20 de SETIEMBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Omar Manuel Yazo Huilla
identificado con DNI 75820312 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Nutrición Humana

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Diferencias entre los componentes de grasa y músculo, en contraste con la fuerza muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes diagnosticados con Sobrepeso y obesidad en la localidad de Puno."

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 20 de Setiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Omar Manuel Yapo Nuilca identificado con DNI 75220312 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

NUTRICIÓN HUMANA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Diferencias entre los componentes de grasa y músculo, en contraste con la fuerza muscular y los niveles de glucosa, en estudiantes diagnosticados con sobrepeso y obesidad en la localidad de Puno."

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 20 de Setiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella