UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN, MENCIÓN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

(Cohorte II)

TEMA:

DESARROLLO DE LA FUERZA Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA MUSCULAR, EN ADOLESCENTES DE 15 A 17 AÑOS MIEMBROS DEL GIMNASIO "SPARTAN GYM" ATUNTAQUI

Trabajo de titulación previo a la obtención del título magister en Educación mención Educación Física y Deporte

Línea de investigación:	Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas.
AUTOR:	Lic. Juan Bernardo Morales Cahuasqui
TUTOR:	MSc. Washington Fabián Suasti Velasco
ASESOR:	MSc. Nancy Aracely Minayo Echeverria

IBARRA – ECUADOR

Año 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003997960		
APELLIDOS YNOMBRES:	MORALES CAHUASQUI JUAN BERNARDO		
DIRECCION:	Santo Domingo, Atuntaqui, Imbabura		
EMAIL:	jbmoralesc@utn.edu.ec		
TELEFONO FIJO:	(02) 907082	**TELF. MOVIL**	0999453655

DATOS DE LA OBRA				
TÍTULO:	Desarrollo de la fuerza y su relación con el sistema muscular, en adolescentes de 15 a 17 años miembros del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.			
AUTOR:	JUAN BERNARDO MORALES CAHUASQUI			
FECHA: AAAAMMDD	2025 – JULIO – 05			
PROGRAMA:		**PREGRAD O**	X	**POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	MAESTRÍA EN EDUCACIÓN, MENCIÓN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE			
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Washington Fabián Suasti Velasco			

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 4 día del mes de diciembre de 2025

EL AUTOR:

Firmado electrónicamente por:
JUAN BERNARDO
MORALES CAHUASQUI
Validar únicamente con FirmaEC

……..

Lic. Morales Cahuasqui Juan Bernardo

CI: 100399796-0

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Ibarra, 4 de diciembre de 2025

MSc. Washington Fabián Suasti Velasco

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)_____

MSc. Washington Fabián Suasti Velasco

CC: 1001593910

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a mi madre Alicia Cahuasqui, la persona que amo y aquella que me acompaño en todo este trayecto universitario.

A mi abuelita Anita Terán cuyo amor incondicional siempre estará presente ya que es aquello que perdura a través del espacio y tiempo, ella fue mi confidente y salvadora.

A ti que te he espere por mucho tiempo, llegaste en el tiempo idóneo, fuiste luz en mi oscuridad y te agradezco por el mejor regalo que pude recibir.

JUAN

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, bienestar y dotarme de la mejor familia la cual me apoya siempre además de acompañarme siempre.

A mi madre que a pesar de nuestros altos y bajos, logramos comprendernos y amarnos uno al otro, agradezco que no se haya dado por vencida y que siempre siga luchando por ella y por los que la rodean.

A mi familia por darme todo el apoyo necesario e inspiración para seguir adelante en mi vida, a enseñarme que si tropezamos tenemos que levantarnos una y otra vez si es necesario.

De manera especial al MSc. Washington Suasti por el brinda merme su apoyo, conocimiento y sabiduría, para poder realizar este trabajo de investigación además de la culminación de este.

Al instituto que fue mi cede en la universidad donde se recibió catedra sobre el Maestría en Educación con mención Educación física y deporte a través de todos sus docentes que son los mejores en el tema.

A los docentes de la carrera quienes supieron satisfacer todos los conocimientos necesarios para la culminación de la carrera, además por ayudarnos siempre hasta el final y no dejarnos atrás.

Y como último, pero no menos importante quiero agradecerme a mí por creer en mí, por todo este duro trabajo, por no darme por vencido y por aprender de lo bueno y malo de las circunstancias que te pone la vida.

JUAN

“DESARROLLO DE LA FUERZA Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA MUSCULAR, EN ADOLESCENTES DE 15 A 17 AÑOS MIEMBROS DEL GIMNASIO “SPARTAN GYM” ATUNTAQUI”

Autor: Morales Cahuasqui Juan Bernardo

Tutor: Washington Fabián Suasti Velasco

RESUMEN

La presente investigación tuvo con fin la evaluación de la fuerza máxima y medición de perímetros de los adolescentes miembros del gimnasio Spartan GYM en Atuntaqui y la elaboración y aplicación de un plan de entrenamiento, la toma de tests de fuerza máxima en miembros superiores e inferiores da una estimación del estado actual de fuerza en un individuo, por lo cual puede ser referencia a la condición física del evaluado, además la toma de medidas de perímetros de ciertas zonas del cuerpo humano como: tórax, bíceps, cintura, cadera y muslo medio da la capacidad de monitorear cual es el progreso del sistema muscular, en el caso de adolescente de 15 a 17 años es indispensable para el buen desarrollo del cuerpo, el objetivo general de la investigación es determinar como el desarrollo de la fuerza se relaciona con el sistema muscular mediante un plan de entrenamiento utilizando principios de hipertrofia, se utilizó un enfoque cuantitativo, orientándose a la evaluación y resultado, de esta manera la muestra estudiada fueron 9 miembros del gimnasio Spartan GYM que se encontraban del rango de edad, aplicando pre-test de fuerza máxima (1RM) y un pre-test medidas de perímetros, cuyos datos fueron utilizados para la elaboración del plan de entrenamiento para posteriormente toma un post-test de 1RM y post-test de perímetros. Los resultados del presente estudio evidenciaron mejoras significativas tanto en la fuerza máxima (1RM) como en las medidas antropométricas de los adolescentes participantes. Los mayores incrementos se registraron en los ejercicios de jalón al pecho (+25 kg) y press de banco (+15.4 kg), reflejando un desarrollo notable del tren superior, acompañado de aumentos en los perímetros de bíceps (+1.3 cm) y tórax (+1.0 cm). De igual forma, los ejercicios del tren inferior, como sentadilla libre (+19 kg) y peso muerto (+14.6 kg), generaron adaptaciones visibles en los perímetros de muslo medial (+1.5 cm) y cadera (+0.8 cm). Paralelamente, el perímetro de cintura disminuyó en promedio 2.8 cm, lo que sugiere una recomposición corporal positiva, caracterizada por aumento de masa magra y reducción de tejido adiposo. Con todos los aspectos mencionados confirman la eficacia del plan de entrenamiento aplicado, respaldado por la supervisión técnica para mejorar el rendimiento físico y estructural en adolescentes.

Palabras clave: Fuerza máxima, plan de entrenamiento, perímetros, principios hipertrofia

"DESARROLLO DE LA FUERZA Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA MUSCULAR, EN ADOLESCENTES DE 15 A 17 AÑOS MIEMBROS DEL GIMNASIO "SPARTAN GYM" ATUNTAQUI"

Autor: Morales Cahuasqui Juan Bernardo

Tutor: Washington Fabián Suasti Velasco

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020

EMPRESA PÚBLICA "LA UEMEPRENDE E.P."

ABSTRACT

This study aimed to evaluate maximum strength and body circumference measurements in adolescent members of Spartan Gym in Atuntaqui and to design and implement a structured training plan. Maximum strength testing (1RM) for both upper and lower limbs provides an estimate of an individual's current strength capacity, serving as a reference point for assessing physical condition. Likewise, measuring the circumferences of key body areas—such as the chest, biceps, waist, hips, and mid-thigh—enables the monitoring of muscular development. For adolescents aged 15 to 17, such assessments are essential for guiding healthy physical growth. The primary objective was to examine the relationship between strength development and muscular adaptation through a training program based on hypertrophy principles. The study employed a quantitative approach focused on evaluation and outcome analysis. The sample included nine adolescent members of Spartan Gym within the specified age range. A pre-test was conducted to assess 1RM and body circumferences, and the results were used to design the training plan. Following the intervention, post-test measurements of 1RM and circumferences were collected. The findings revealed significant improvements in both maximum strength and anthropometric measurements. The greatest gains were observed in the chest pull (+25 kg) and bench press (+15.4 kg), indicating substantial upper-body development, accompanied by increases in biceps (+1.3 cm) and chest (+1.0 cm) circumferences. Similarly, lower-body exercises, including the free squat (+19 kg) and deadlift (+14.6 kg), led to measurable increases in mid-thigh (+1.5 cm) and hip (+0.8 cm) circumferences. In contrast, waist circumference decreased by an average of 2.8 cm, suggesting favorable body recomposition characterized by increased lean mass and reduced adipose tissue. Overall, these outcomes confirm the effectiveness of the training plan, supported by technical supervision, in enhancing both physical performance and structural development in adolescents.

Keywords: Maximum strength, training plan, body circumferences, hypertrophy principles.

Reviewed by:
MSc. Luis Pasquezán Soto
October 16, 2025

Índice de contenido

Identificación de la obra II

Constancias III

Agradecimiento VI

Resumen VII

Abstract VIII

Introducción 1

CAPÍTULO I 3

1.1. Problema de investigacion 3

1.2. Descripción del problema 3

1.3. Formulación del problema 4

1.4. Delimitación del problema 4

1.5. Antecedentes 4

1.6. Justificación 5

1.7. Objetivos 8

CAPÍTULO II 9

2. Marco teórico 9

2.1. La fuerza 9

2.2. Fuerza máxima 9

2.2.1. Fuerza máxima absoluta 9

2.2.2. Fuerza máxima relativa 10

2.2.3. Capacidad contráctil 10

2.3. Fuerza explosiva 10

2.3.1. Fuerza de inicio 11

2.3.2. Potencia neural 11

2.4. Fuerza resistencia 12

2.4.1. Tolerancia metabólica 12
2.4.2. La resistencia aeróbica 12
2.4.3. La resistencia anaeróbica 13
2.5. Desarrollo de la fuerza 14
2.5.1. Desarrollo de la fuerza en adolescentes (15-17 años) 14
2.6. Sistema muscular 14
2.7. Función muscular 15
2.7.1. Agonista 15
2.7.2. Antagonista 16
2.7.3. Sinergistas 16
2.8. Adaptaciones neuromusculares 17
2.9. Medidas antropométricas 17
2.9.1. Perímetros musculares 18
2.10. Hipertrofia muscular 18
2.10.1. Hipertrofia crónica 19
2.10.2. Hipertrofia transitoria 20
2.11. Músculos miembros superiores e inferiores 21
2.11.1. Músculos miembros superiores 21
CAPÍTULO III 24
3. Metodología 24
3.1. Enfoque de investigación 24
3.1.1. Enfoque cuantitativo 24
3.2. Tipos de estudio 24
3.2.1. Descriptivo 24
3.2.2. Explicativa 24
3.3. Diseño de investigación 25

3.3.1. *Pre experimental*.....25

3.3.2. Corte longitudinal.....25

3.4. Métodos de investigación 25

3.4.1. Método deductivo 25

3.4.2. Método sintético 26

3.4.3. Método estadístico.....26

3.5. Técnicas e instrumentos.....27

3.5.1. Tests fuerza máxima 1rm.....27

3.5.2. Medición de perímetros.....27

3.6. Procedimiento de investigación 28

3.7. Hipótesis 28

3.7.1. Hipótesis de investigación h1 29

3.7.2. Hipótesis nula h0.....29

3.8. Procedimiento de análisis de datos 29

3.9. Matriz de operación de variables 29

3.10. Población.....30

3.11. Muestra 30

CAPÍTULO IV: 31

4. Resultados y discusión.....31

4.1. Relación del pre-test y post-test de 1rm en miembros del gimnasio “spartan gym” 31

4.2. Relación del pre-test y post-test de perímetros en los miembros del gimnasio “spartan gym” 35

4.3. Análisis descriptivo e inferencial de los perímetros corporales.....40

4.4. Análisis descriptivo e inferencial del test 1rm.....59

CAPÍTULO V.....71

5. Propuesta de intervención.....71

5.1. Titulo 71
5.2. Justificación 71
5.3. Fundamentación teórica 72
5.3.1. Desarrollo muscular en la adolescencia 72
5.3.2. Etapas de crecimiento y su relación con la fuerza 73
5.3.3. Beneficios del entrenamiento de fuerza y su urgencia 73
5.3.4. Principios de un plan de entrenamiento para adolescentes 74
5.3.5. Objetivos general 74
5.3.6. Objetivos específicos 74
5.4. Desarrollo del programa 75
5.4.1. Mesociclo i (semanas 1-5) 75
5.4.2. Mesociclo ii (semanas 5-8) 79
5.4.3. Población objetivo 83
5.4.4. Duración 83
CAPÍTULO VI: 84
6. Conclusiones y recomendaciones 84
6.1. Conclusiones 84
6.2. Recomendaciones 84
Referencias 86
Anexos 93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operación de variables 29
Tabla 2 Muestra 30
Tabla 3 1 RM Test Banco Plano Pre-Test Y Post-Test 31
Tabla 4 1 RM Test jalon al pecho polea alta pre-test y post test 32
Tabla 5 1 RM test sentadilla libre convencional pre-test y post-test 33
Tabla 6 1 RM test peso muerto pre-test y post-test 34
Tabla 7 Test perímetros bíceps braquial 35
Tabla 8 Test perímetros tórax 36
Tabla 9 Test perímetros cintura 37
Tabla 10 Test perímetros cadera 38
Tabla 11 Test perímetros muslo medial 39
Tabla 12 Comparación de Perímetros Corporales (Pre-test vs. Post-test) mediante Prueba t de Student 40
Tabla 13 Comparación de Fuerza Máxima (1RM) Pre-test vs. Post-test mediante Prueba t de Student 59
Tabla 14 Mesociclo Fallo mecánico 75
Tabla 15 Mesociclo estes metabólico 79

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sedentarismo y los cambios en los hábitos de vida, agravados por situaciones como la pandemia, han generado una notable disminución en las capacidades físicas de la población, especialmente en adolescentes. Este grupo, que se encuentra en una etapa crucial de desarrollo, ha visto afectado su rendimiento físico debido a la falta de actividad estructurada, sumado a que, incluso antes de la emergencia sanitaria, muchos no mantenían una rutina de ejercicio constante.

El gimnasio "SPARTAN GYM" que se encuentra en Atuntaqui cuyos miembros adolescentes están en el rango de 15 y 17 años de edad, aquellos que buscan mejorar su rendimiento físico a través del entrenamiento de pesas. No toman en cuenta que el desarrollo no solo depende de realizar ejercicios dentro del gimnasio, sino también de factores biológicos como el desarrollo muscular, la maduración ósea y las adaptaciones neuromusculares. Por lo cual, es fundamental determinar cómo el entrenamiento de fuerza influye en su sistema muscular y, cómo este impacto puede ser beneficioso para prevenir lesiones y logra buenos resultados.

El desarrollo de la fuerza en adolescentes no tan solo mejora el rendimiento físico, sino que también ayuda a un mejor metabolismo y densidad ósea, aspectos que son clave en la fase de desarrollo del adolescente. No obstante, el entrenamiento que no está correctamente planificado puede generar riesgos, como lesiones articulares o poco desarrollo muscular. Por esta razón, es crucial que los planes de entrenamiento de fuerza en adolescentes estén basados en evidencia científica y adaptados a las necesidades cada individuo.

El objetivo de este trabajo es, determinar como el desarrollo de la fuerza se relaciona con en el sistema muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio "Spartan GYM" de Atuntaqui.

Para ello, la investigación se estructura en varias etapas: primero, se realiza una revisión teórica sobre la fuerza en adolescentes y el sistema muscular; luego, se determinan los test físicos más adecuados para ser utilizados como guía (1RM, medición de perímetros musculares); posteriormente, se recopilan los datos para tener un punto de partida (pre-test),luego, realizar un plan de entrenamiento enfocado en la fuerza para finalmente, establecer conclusiones que permitan analizar los datos obtenidos (post-test) y determinar cuál es la relación entre el desarrollo de la fuerza y el sistema muscular.

Esta investigación no solo busca describir el estado actual de la fuerza y su desarrollo muscular en los adolescentes del gimnasio, sino también sentar las bases para futuros programas que potencien sus capacidades físicas de manera integral, reduciendo riesgos de lesiones y mejorando sus resultados obtenidos dentro del gimnasio.

CAPÍTULO I

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.2. Descripción del problema

El desarrollo de fuerza en adolescentes enfrenta una crisis de aplicabilidad en entornos gimnásticos reales, evidenciada por estudios en contextos similares a Spartan GYM que investigaciones en gimnasios latinoamericanos revelan que el 89% de programas en gimnasios no competitivos carecen de periodización científica, usando rutinas de culturismo adulto inadecuadas para adolescentes (Ramírez-Vélez et al., 2019 en Colombia). En Brasil, gimnasios con equipamiento básico mostraron que protocolos simplificados de 8 semanas lograron +24% más ganancias de fuerza que programas complejos no supervisados (Gentil et al., 2020).

El estudio de Terán et al. (2022) en 15 gimnasios de Quito afirma que el 78% de instructores utilizaban tests de fuerza absoluta (1RM), subestimando el déficit real en adolescentes con sobrepeso. Solo 12% medían fuerza relativa (kg/kg peso corporal), (García-Hermoso et al., 2020).

En Imbabura, este inconveniente se intensifica ya que el 32% de los adolescentes presentan sobrepeso (MSP, 2022), y evaluaciones iniciales en el gimnasio SPARTAN GYM revelan que el 65% de sus miembros adolescentes no superan los tests de fuerza relativa (2024). Esto demuestra una contradicción alarmante, mientras la adolescencia provee una ventana fisiológica única para optimizar la hipertrofia muscular gracias a picos hormonales y plasticidad neuromuscular (Kraemer & Ratamess, 2017), los entornos gimnásticos carecen de protocolos adaptados.

Fisiológicamente, se desaprovecha el potencial anabólico en la pubertad (Tanner III-IV), aumentando el riesgo del mal desarrollo muscular juvenil. Metodológicamente, el 85% de los instructores en gimnasios trabajan con conocimientos empíricos (2024), implementando programas genéricos los cules no son aptos para todos los adolescentes ya que todos tienen capacidades diferentes obviando principios del entrenamiento por la falta capacitación. Los recursos limitados del gimnasio (equipamiento básico, sin acceso a tecnologías de biofeedback) imposibilitan aplicar protocolos estandarizados, mientras estudios nacionales como Ortiz, 2019 en Guayaquil no abordan realidades de cantones intermedios como Antonio Ante. Los programas mal planificados generan deserción del 40% en 3 meses y dañan el autodesarrollo físico de los adolescentes (Beauchamp et al., 2020).

1.3. Formulación del problema

¿Cómo determinar el desarrollo de la fuerza se relaciona con en el sistema muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio “Spartan GYM” de Atuntaqui?

1.4. Delimitación del problema

La investigación dentro del gimnasio “Spartan GYM” ubicado en la provincia de Imbabura, ciudad de Atuntaqui provee un guía metodológica correcta para el entrenamiento, sin embargo, la metodología en aplicación de carga tiene errores limitantes; por lo cual, surge la necesidad de investigar, implementar, evaluar y desarrollar estrategias para un plan de entrenamiento adecuado que facilite la dosificación de cargas en los miembros del gimnasio en el segundo semestre de año 2025 , con lo cual el utilizar métodos y principios de entrenamiento serán más precisos e individuales para así que el desarrollo muscular y de la fuerza sea eficiente y aplicable en adolescentes de 15 a 17 años de edad.

1.5. Antecedentes

La falta de actividad física en adolescentes es un problema global. La OMS (2022) reporta que el 80% de adolescentes mundialmente no cumple las recomendaciones de actividad física diaria, asociándose a un incremento del 61% en riesgo de obesidad y un deterioro acelerado de la masa muscular (Katzmarzyk et al., 2019). Estudios demuestran que adolescentes con baja fuerza relativa presentan un mayor riesgo de desarrollar sarcopenia temprana (Smith et al., 2021), además de una tendencia de lesiones musculares y articulares (Myer et al., 2015). La adolescencia emerge como un período crítico en el desarrollo muscular si se lo hace correctamente ya que logran ganancias de hasta un 30% en fuerza e hipertrofia en 12 semanas de entrenamiento (Behringer et al., 2014).

El Acceso y Asesoramiento en América Latina presenta brechas metodológicas en entornos no competitivos. En Colombia, el estudio FIT-COL (2021) evidenció que <10% de gimnasios populares aplican protocolos estandarizados (NSCA/ACSM) para adolescentes, mientras que, en Perú, el 72% de entrenadores carecen de certificación en población juvenil (Ministerio de Educación Peruano, 2020). Esto deriva en prácticas de riesgo: sobre entrenamiento, técnicas inadecuadas (e.g., valgo dinámico en sentadillas), y énfasis desproporcionado en hipertrofia sobre fuerza funcional (Ramírez-Vélez et al., 2019). Ecuador refleja tendencias regionales agravadas como la inactividad física presenta el 86.4% en adolescentes (ENSANUT-ECU, 2018). Sobrepeso/Obesidad el

32% en Imbabura (MSP, 2022), >40% superior al promedio nacional (25.8%). Un estudio en Quito (Terán et al., 2021) mostró que 70% de escolares no alcanzan el percentil 25 en test de salto vertical (CMJ), correlacionado con baja densidad ósea ($r=0.78$, $p<0.01$). Pese a esto, no existen protocolos validados para gimnasios no competitivos en zonas periurbanas. Investigaciones como la de Ortiz (2019) en Guayaquil se limitan a contextos escolares, sin abordar la especificidad fisiológica puberal ni la adaptación a recursos limitados.

La Pubertad es una ventana de oportunidad fisiológica para el desarrollo, dado que la respuesta anabólica durante la adolescencia está modulada por picos hormonales que su aumento del 500% en testosterona en varones (Tanner Fase III-IV) y sensibilidad a IGF-1 (Kraemer & Ratamess, 2017). Por lo cal su plasticidad neuromuscular tiene un mayor reclutamiento de unidades motoras y coordinación intermuscular vs. adultos (Lloyd et al., 2016).

Además, estudios como el de Faigenbaum (2020) señalan que, en estas condiciones, los planes de entrenamiento bien orientados con autocarga y buena técnica logran mejorías superiores (22%) por otro lado, los planes sin supervisión tienen a carecer de mejoras.

1.6. Justificación

¿Por qué es importante la realización de este proyecto de investigación?

El desarrollo de la capacidad física, específicamente la fuerza muscular, durante la adolescencia trasciende el ámbito meramente deportivo para erigirse como una prioridad crítica de salud pública con implicaciones a largo plazo. En Ecuador, esta necesidad se manifiesta con alarmante claridad: la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECU, 2018) revela que el 86.4% de los adolescentes entre 11 y 17 años son insuficientemente activos, incumpliendo las recomendaciones mínimas de actividad física establecidas por la Organización Mundial de la Salud. Este sedentarismo generalizado desencadena una cascada de efectos deletéreos, entre los que destacan la pérdida acelerada de masa muscular (sarcopenia juvenil), una mayor fragilidad ósea y una predisposición significativamente elevada a sufrir lesiones musculoesqueléticas, tanto en actividades cotidianas como deportivas (Faigenbaum et al., 2020; Lloyd et al., 2014). Esta situación configura un escenario de vulnerabilidad física que compromete el desarrollo integral y la salud futura de toda una generación.

Importancia local y regional

La baja condición física, el sobre peso u obesidad, el sedentarismo son factores estrechamente relacionados unos a otros, en nuestra provincia de Imbabura según datos de la Salud Publica (MSP, 2022) muestra que un 32% de la población adolescente posee esta problemática.

El gimnasio 'Spartan GYM' de Atuntaqui, al atender a una población adolescente significativa, ofrece una ventana única para la acción. Evaluaciones diagnósticas internas realizadas en el primer trimestre de 2024 evidencian un problema, aproximadamente el 65% de los adolescentes evaluados no superan el percentil 20 en tests estandarizados de fuerza relativa (relación fuerza/peso corporal en ejercicios básicos como sentadillas o press de banca). Este dato no solo confirma la baja condición física, sino que señala un problema específico y preocupante. La falta de orientación técnica adecuada en adolescentes dentro del gimnásticos representa una barrera crítica y poco explorada.

Aporte

Este proyecto de grado aborda esta brecha mediante una propuesta metodológica rigurosa, aplicada y centrada en la realidad estudiantil local. Se diseñará e implementará un protocolo estructurado de entrenamiento de fuerza, fundamentado en las últimas directrices basadas en evidencia de la National Strength and Conditioning Association (NSCA, 2023) y adaptado meticulosamente a las condiciones y recursos específicos disponibles en entornos como 'Spartan GYM'. La adaptabilidad es clave: considerará limitaciones comunes como equipamiento disponible, tiempo de sesión realista para adolescentes con carga académica y perfiles de aptitud física inicial heterogéneos. La evaluación empleará técnicas validadas y accesibles, como tests de fuerza máxima relativa (e.g., 1RM en ejercicios multiarticulares adaptados), valoraciones antropométricas básicas (perímetros musculares), para cuantificar objetivamente las adaptaciones en fuerza e hipertrofia.

Utilidad

Esta investigación contribuirá directamente al sedentarismo y la epidemia de sobrepeso/obesidad adolescente en la provincia, promoviendo un estilo de vida activo y reduciendo factores de riesgo asociados a enfermedades crónicas no transmisibles (diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares).

Utilidad Practica

Optimizará la construcción de masa muscular y fuerza durante una etapa crítica, sentando las bases para una vida adulta más funcional, independiente y con menor riesgo de sarcopenia y fragilidad en la vejez.

Utilidad Metodológica

Podremos proporcionar a los profesionales locales (entrenadores de 'Spartan GYM' y otros gimnasios) una herramienta validada y verificada para el entrenamiento seguro y efectivo de adolescentes, aumentando los estándares de práctica en la comunidad. Además, generará datos pioneros sobre la respuesta al entrenamiento de fuerza en adolescentes en un entorno gimnástico real, llenando un vacío en la literatura específica para el contexto nacional.

Factibilidad

Con respecto a la factibilidad económica el trabajo de investigación se realizará con recursos propios de investigación, ya que los materiales necesarios para los test son accesibles y comunes en el ambiente de la investigación como lo es en un gimnasio.

1.7. Objetivos

Objetivo General

Determinar como el desarrollo de la fuerza se relaciona con en el sistema muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio “Spartan GYM” de Atuntaqui.

Objetivos específicos

- Diagnosticar los niveles de fuerza y medir los perímetros musculares mediate test calificados como el 1RM y medidas antropométricas en adolescentes de 15 a 17 años del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.
- Proponer y aplicar un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza a través de los principios de hipertrofia en adolescentes de 15 a 17 años en el gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.
- Evaluar los resultados obtenidos en el test y post test (1RM y perímetros musculares) en adolescentes de 15 a 17 años del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La fuerza

La fuerza es una capacidad física fundamental que permite al sistema neuromuscular generar tensión para vencer, sostener o frenar una resistencia externa mediante la contracción muscular (Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil, 2018). Desde una perspectiva fisiológica, surge de la interacción entre los sistemas nervioso y muscular, donde las órdenes cerebrales activan unidades motoras que reclutan fibras musculares (tipos I, IIa y IIx) para producir movimiento." La capacidad de un músculo o grupo muscular para producir tensión mecánica contra una carga externa en un esfuerzo máximo o submáximo" (Enoka, 2015).

Por lo tanto, la fuerza es un medidor clave para determinar una condición sobre un individuo, con esta capacidad podemos medir algunos aspectos como la fuerza máxima para dar a conocer su estado físico actual y así relacionar su fuerza con su sistema muscular.

2.2. Fuerza máxima

Se define como la capacidad de un musculo o grupo muscular en generar tensión hasta su límite, esta manifestación de fuerza constituye un elemento principal en disciplinas como el powerlifting, la halterofilia y el culturismo. Según Suarez (2005) citado por (Muñoz & Gomes, 2019) en su libro fuerza total define a la fuerza como:

> “la mayor fuerza que puede realizar un individuo, o también esta fuerza puede estar determinada por una intensidad que un individuo puede ejercer con una contracción de los músculos”,

La fuerza máxima es considerada en algunos deportes el pilar fundamental de desarrollo de fuerza, aplicando el desarrollo de cargas máximas y sub máximas.

2.2.1. Fuerza máxima absoluta

La fuerza máxima absoluta se entiende como la cantidad total de fuerza que un individuo puede producir, la cual suele expresarse en unidades de medida como kilogramos o newtons, sin tener en cuenta la masa corporal del sujeto. Esta manifestación de la fuerza adquiere especial importancia en deportes de levantamiento de cargas, como

el powerlifting o la halterofilia en divisiones abiertas, donde la meta principal consiste en desplazar el mayor peso posible, sin considerar la proporción entre fuerza y peso corporal del atleta(comunicacion, 2022).

2.2.2. Fuerza máxima relativa

La fuerza máxima relativa se define como la proporción entre la fuerza absoluta que un individuo puede ejercer y su propio peso corporal, expresada en la fórmula: *Fuerza Absoluta / Peso Corporal*. Esta manifestación de la fuerza es determinante en aquellas disciplinas deportivas en las que resulta imprescindible movilizar el propio cuerpo contra la gravedad con la mayor eficacia posible. Ejemplos de ello se encuentran en la gimnasia artística, la escalada o las artes marciales que clasifican a los atletas por categorías de peso.

Un nivel elevado de fuerza relativa no solo facilita un mayor control del propio cuerpo en situaciones de suspensión o soporte, sino que también contribuye a optimizar la aceleración y la capacidad de realizar cambios rápidos de dirección, lo que resulta clave para el rendimiento competitivo en estos deportes («Fundamentos del entrenamiento de la fuerza», s. f.)

2.2.3. Capacidad contráctil

La capacidad contráctil del músculo se refiere a la habilidad del tejido muscular para generar tensión y acortarse en respuesta a un estímulo, lo que permite el movimiento y el mantenimiento de funciones vitales. Esta capacidad es fundamental para la locomoción, la estabilidad postural, la función cardiaca y la motilidad de órganos internos. Desde una perspectiva fisiológica, la contracción muscular es un proceso muy regulado que actúan sobre las interacciones moleculares entre filamentos de actina y miosina, dependientes de iones de calcio (Ca^{2+}) y ATP (Zedalis et al., 2018).

Por lo cual el conocimiento de la capacidad contráctil no solo debe ser por un ente de investigación ya que con ello podemos dar atenciones personalizadas para efectuar diagnósticos e intervenciones terapéuticas.

2.3. Fuerza explosiva

La fuerza explosiva es la capacidad para generar la máxima tensión muscular en el menor tiempo posible, determinando la potencia mecánica (fuerza × velocidad) del movimiento (Cormie et al., 2011)

“Recordemos que la fuerza explosiva no es más que la relación entre la fuerza producida y el tiempo necesitado para ello” de esta (Gozales & Ribas, 2021, pág. 220).

Por lo tanto, se entiende a la fuerza explosiva que es la capacidad de ejercer resistencia en el menor tiempo posible o en un determinado tiempo, esto dependerá mucho de las circunstancias.

2.3.1. Fuerza de inicio

La fuerza de inicio se define como la capacidad del sistema neuromuscular para generar una aceleración elevada desde un estado de reposo absoluto, es decir, cuando la velocidad inicial es cero (Martínez, 2022). Esta manifestación de la fuerza es crucial porque determina la eficacia con la que un atleta puede poner en movimiento su cuerpo o un implemento en el menor tiempo posible. Desde el punto de vista biomecánico, la fuerza de inicio depende tanto de la fuerza máxima del músculo como de la velocidad de activación de las unidades motoras y de la coordinación intermuscular(Cormie et al., 2011). Por esta razón, se considera un componente esencial en deportes donde la salida rápida marca la diferencia competitiva, como el sprint, el atletismo de corta distancia o la natación en los primeros metros.

En deportes como el fútbol, el baloncesto o el rugby, la fuerza de inicio se evidencia en el primer paso tras recibir el balón, en los sprints cortos para cubrir distancias reducidas o en los cambios ritmo. El desarrollo adecuado de esta capacidad permite al deportista reaccionar con mayor velocidad frente a estímulos externos, mejorando la eficacia de los movimientos explosivos y reduciendo la latencia en gestos motores críticos (Cormie et al., 2011).

La planificación del entrenamiento de fuerza deben incluir ejercicios que combinan cargas moderadas con movimientos explosivos, salidas desde posiciones estáticas y estímulos que simulen situaciones de competición.

2.3.2. Potencia neural

La potencia neural es la capacidad del sistema nervioso para transmitir, coordinar y generar señales neurales (potenciales de acción) de manera eficiente para activar las fibras musculares, reclutar unidades motoras y sincronizar su disparo, con el fin de producir fuerzas musculares máximas y explosivas en el menor tiempo posible. No es una propiedad intrínseca del músculo, sino una función de control ejercida por el sistema

nervioso central y periférico (*Calidad muscular*, 2024a). Se manifiesta através de dos mecanismos principales: el reclutamiento de unidades motoras (cuántas fibras se activan) y la frecuencia de disparo (la rapidez con la que se envían los potenciales de acción a cada fibra)(*Contracción del Músculo Esquelético | Concise Medical Knowledge*, s. f.). Una mayor potencia neural permite una activación muscular más rápida, sincronizada y eficiente, lo que se traduce directamente en una mayor producción de fuerza y potencia mecánica por parte del músculo (*Calidad muscular*, 2024a).

2.4. Fuerza Resistencia

La fuerza resistencia es la capacidad del sistema neuromuscular para mantener contracciones musculares repetidas o prolongadas frente a una resistencia sub-máxima (40-70% 1RM) durante un tiempo determinado (Bompa & Buzzichelli, 2019).

La combinación de la fuerza y resistencia muscular son ideales para la aplicación en deportes cíclicos o disciplinas que requieran una gran numero de repeticiones, sus adaptaciones fisiológicas son la capilarización y la resistencia a la fatiga, lo cual mejora su eficiencia metabólica.

"La fuerza resistencia es indispensable en actividades donde se requiere producción de fuerza constante sin disminuir el rendimiento" (Bompa & Buzzichelli, 2019, p. 147).

2.4.1. Tolerancia metabólica

La tolerancia metabólica se refiere a la capacidad del músculo esquelético para mantener la homeostasis energética y funcional durante estrés metabólico prolongado o intenso. Esta capacidad depende de la eficiencia en la utilización de sustratos energéticos (glucógeno, lípidos, aminoácidos), la capacidad oxidativa mitocondrial, la resistencia a la acumulación de residuos metabólicos (lactato, iones H^+) y la integridad estructural de las fibras musculares (Vigh-Larsen et al., 2025).

La tolerancia metabólica es una capacidad esencial del rendimiento físico, la resistencia muscular a la fatiga y la adaptación a desafíos.

2.4.2. La resistencia aeróbica

La resistencia aeróbica se define como la capacidad del sistema musculoesquelético de realizar y sostener esfuerzos de intensidad leve a moderada durante periodos extensos, donde el aporte energético proviene predominantemente del sistema oxidativo. Esta

capacidad se caracteriza por el mantenimiento de contracciones musculares repetitivas o prolongadas sin una aparición rápida de la fatiga, permitiendo una ejecución técnica eficiente y un control postural estable. Deportes como el ciclismo de fondo, la natación en aguas abiertas o el remo dependen críticamente de esta cualidad, ya que el deportista debe repetir un gesto motor específico durante minutos e incluso horas con un alto grado de eficacia (Fernández, 2018; López & González, 2020).

Las metodologías de entrenamiento orientadas a su desarrollo suelen incluir circuitos de resistencia muscular localizada, ejercicios con cargas moderadas y altas repeticiones, y actividades cíclicas que imitan las demandas de la competición. Fisiológicamente, este entrenamiento induce adaptaciones clave como un aumento de la densidad capilar en el músculo esquelético, una mejora en la eficiencia de las enzimas oxidativas y una mayor capacidad para utilizar grasas como sustrato energético. Estas adaptaciones permiten al atleta conservar un nivel de fuerza funcional durante actividades de larga duración, lo que no solo sustenta el rendimiento, sino que también mitiga el riesgo de lesiones asociadas al agotamiento prolongado (Kraemer & Szivak, 2021; Padullés, 2019).

2.4.3. La resistencia anaeróbica

La fuerza anaeróbica se pone de manifiesto en actividades de alta intensidad y breve duración, donde los sistemas energéticos no-oxidativos (como la degradación de la fosfocreatina y la glucólisis rápida) son los principales proveedores de ATP. Esta manifestación es decisiva en disciplinas deportivas intermitentes y de alta potencia, donde se deben ejecutar series repetidas de acciones explosivas con periodos de recuperación incompletos, como ocurre en el fútbol, el hockey o los 400 metros lisos. La capacidad de resistir la disminución de la potencia output en estas condiciones es un factor diferenciador del rendimiento (Bompa & Haff, 2019; Solé, 2022).

Su desarrollo se basa en la aplicación de estímulos que combinan cargas significativas, volúmenes medios-altos de repeticiones, pausas de recuperación breves y ejercicios que repliquen la dinámica de esfuerzo de la especialidad. Entre los beneficios fisiológicos documentados se encuentran una mayor capacidad tampón para neutralizar metabolitos como el ion hidrógeno, una mejora en la eficiencia neuromuscular bajo estados de fatiga y una optimización de la resíntesis de fosfágenos. En consecuencia, el entrenamiento de esta capacidad es fundamental para atletas cuyo rendimiento depende

de la capacidad de repetir esfuerzos máximos o supramáximos sin una merma técnica o física significativa (González-Badillo & Ribas-Serna, 2021).

2.5. Desarrollo de la fuerza

Según Triplett & Haff, Los ejercicios de fuerza han demostrado ser un método eficiente al momento de realizar acondicionamiento físico por que se adapta a cada necesidad, meta y capacidad. Existen diferentes protocolos para cada una de las condiciones de los individuos así como su edad, sexo, estatura, etc.(2017b, p. 309)

Debemos considerar todos los fenómenos que están presentes al momento de realizar la medición; el calentamiento, la disposición de los materiales, tipo de medición, el ambiente, los factores del propio sujeto, factores relacionados con la validez y fiabilidad, factores fisiológicos, etc. (Gozález Badillo & Ribas Serna, 2021).

2.5.1. Desarrollo de la fuerza en adolescentes (15-17 años)

Esta etapa es crítica para el desarrollo de la fuerza debido a los cambios fisiológicos acelerados. Investigaciones señalan que los mayores progresos ocurren durante el estirón puberal, donde la coordinación intramuscular y la tolerancia al entrenamiento aumentan significativamente (Malina et al., 2015a). Algunos autores destacan que quienes iniciaron entrenamientos de fuerza guiados a los 15 años tuvieron mejoras del 30% en su rendimiento deportivo al llegar a los 17, comparados con quienes no entrenaron.

A pesar de ello, existe un mito de que el entrenamiento de fuerza en gimnasios o el levantamiento de pesas "frena el crecimiento". La evidencia científica desmiente esto, pero recalca la necesidad de evitar sobre entrenamiento, técnicas incorrectas y falta de conocimiento al aplicar planes de entrenamiento.

2.6. Sistema muscular

El sistema muscular desempeña un papel crucial en el desarrollo de la fuerza durante la adolescencia, etapa en la que los músculos experimentan cambios significativos debido al crecimiento acelerado y a la influencia hormonal (especialmente el aumento de la hormona de crecimiento). Estos cambios los favorecen a la adaptación al entrenamiento de fuerza, siempre que se respeten las características individuales (Faigenbaum & Myer, 2010).

Sin embargo, a pesar de esta capacidad de adaptación, el tejido conectivo y las inserciones tendinosas aún no alcanzan su máxima madurez, lo que puede incrementar el riesgo de lesiones si el entrenamiento dosificado de manera adecuada y supervisada por un profesional (Lloyd et al., 2014). Estudios como el de (Behringer et al., 2010) demuestran que programas de fuerza bien estructurados, con cargas progresivas y técnica adecuada, no solo mejoran el rendimiento muscular en adolescentes, sino que también reducen la incidencia de lesiones deportivas.

2.7. Función muscular

El sistema muscular está compuesto por fibras musculares que generan movimiento y estabilidad. La estructura muscular en adolescentes aún está en desarrollo, con una mayor proporción de fibras tipo II, las cuales responden mejor al entrenamiento de fuerza. Sin embargo, al no estar completamente desarrollado el tejido conectivo (articulaciones, ligamentos) puede aumentar el riesgo de lesiones si no se dosifica adecuadamente el ejercicio (Myer et al., 2017). Un estudio de caso en jóvenes de 15 años mostró que aquellos con un programa supervisado mejoraron su fuerza sin lesiones, destacando la importancia de la técnica y progresión.

La función muscular no solo depende de la actividad realizada, sino también de la actividad neuromuscular. En adolescentes, la plasticidad nos permite adaptaciones rápidas, pero una mala dosificación de la carga puede limitar el desarrollo. Una crítica común es que muchos programas ignoran la fase de adaptación muscular, priorizando resultados inmediatos sobre la salud a largo plazo (Lloyd et al., 2014).

2.7.1. Agonista

Los músculos agonistas, también denominados motores primarios o "prime movers", son los responsables principales de generar la fuerza necesaria para ejecutar un movimiento articular específico (Biga et al., 2025a). Su identificación es dinámica y depende enteramente del movimiento analizado; un mismo músculo puede actuar como agonista en un ejercicio y como antagonista en otro, como es el caso del bíceps braquial, que es agonista durante la flexión del codo pero se convierte en antagonista durante la extensión del mismo (*Agonist and antagonist muscle pairs - Muscular system - Eduqas - GCSE Physical Education Revision - Eduqas*, s. f.-a).

La actividad de estos músculos, cuantificable mediante electromiografía (EMG), suele mostrar su pico máximo de activación durante la fase concéntrica del ejercicio. Cabe destacar que, en movimientos complejos, varios músculos pueden actuar como agonistas conjuntos para una misma acción articular. Por ejemplo, en la extensión de la cadera, el glúteo mayor, los isquiotibiales y las fibras posteriores del aductor mayor pueden actuar de forma sinérgica como agonistas (*Agonist (Muscle)*, s. f.).

2.7.2. Antagonista

Lejos de ser un mero obstáculo, los músculos antagonistas son indispensables para un control motor fino y seguro. Su función principal es oponerse al movimiento generado por el agonista, permitiendo la desaceleración, otorgando precisión y estabilizando la articulación (Biga et al., 2025b). Este rol se cumple predominantemente mediante contracciones excéntricas o un aumento de la tensión tónica. Un concepto fisiológico crucial es la contracción, donde agonistas y antagonistas se activan simultáneamente para reforzar la estabilidad articular, especialmente durante actividades que requieren un alto grado de equilibrio o ante cargas pesadas (Biga et al., 2025c).

Aunque este mecanismo de coactivación consume más energía y puede hacer el movimiento menos eficiente desde un punto de vista puramente mecánico, su valor en la protección de las estructuras articulares es incalculable. Este par agonista-antagonista es la base de los "pares musculares", como el bien conocido par bíceps-tríceps en el brazo(*Agonist and antagonist muscle pairs - Muscular system - Eduqas - GCSE Physical Education Revision - Eduqas*, s. f.-b).

2.7.3. Sinergistas

Los músculos sinergistas cumplen un papel de asistencia vital para refinar y optimizar la acción del agonista. Esta categoría puede subdividirse funcionalmente. Por un lado, están los sinergistas neutralizadores, cuya función crucial es suprimir o "anular" movimientos indeseados que el músculo agonista, especialmente si es multiarticular, podría producir como acción secundaria (Biga et al., 2025c). Un ejemplo clásico es la acción del manguito rotador (supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular) durante la abducción del hombro iniciada por el deltoides; estos sinergistas se contraen para neutralizar la tendencia del deltoides a subluxar la cabeza humeral, fijándola de manera estable en la glenoides(Biga et al., 2025c) .

Por otro lado, existen los sinergistas asistentes, como el braquial y el braquiorradial durante un curl de bíceps, que simplemente contribuyen con fuerza adicional en la dirección del movimiento principal. Un sinergista que se especializa en estabilizar el origen del agonista para crear una base sólida recibe el nombre específico de fijador («Agonist Muscle», s. f.).

2.8. Adaptaciones neuromusculares

Las adaptaciones neuromusculares en adolescentes promueven mejoras en la coordinación y activación de unidades motoras. Un estudio de caso en gimnasios demostró que jóvenes de 14 años incrementaron su fuerza un 20% en 8 semanas, incluso sin hipertrofia significativa, evidenciando la importancia del sistema nervioso en esta etapa (Behm et al., 2017). Sin embargo, algunos entrenadores que no están capacitados adecuadamente sobrestiman la capacidad de recuperación, llevando a un sobre entrenamiento.

En muchos programas no utilizan el principio de individualidad en el volumen de entrenamiento, tomando en cuenta que todos los adolescentes responden de la misma manera. La variabilidad en la maduración biológica exige ajustes en intensidad y recuperación. Por ejemplo, un joven en etapa prepuberal puede necesitar más ejercicios de coordinación que cargas máximas.

Por lo cual las adaptaciones neuromusculares en adolescentes son principales para el desarrollo de fuerza, pero requieren periodización y supervisión (Behm et al., 2017), una guía adecuada con un correcto empleo será eficaz para los entrenamientos siempre en cualquier deporte o actividad.

2.9. Medidas antropométricas

Las medidas antropométricas constituyen una metodología fundamental en las ciencias de la salud y del deporte, consistente en la medición sistemática de las dimensiones físicas y la composición corporal del ser humano. Estas mediciones cuantifican variables como talla, peso, longitudes, diámetros óseos, perímetros corporales y pliegues cutáneos, proporcionando datos objetivos sobre el crecimiento, la composición corporal, el estado nutricional y la proporcionalidad (Norton & Olds, 1996). La antropometría se erige como una herramienta no invasiva, de bajo costo y alta portabilidad, cuya correcta aplicación estandarizada permite obtener información valiosa

para la evaluación del estado de salud, la detección de riesgos y el seguimiento de intervenciones (Norton & Olds, 1996)

Su eficacia y mínimo costo en grandes grupos las transforman en una herramienta didáctica y escalable para la investigación en entornos con recursos limitados. Por todo ello, dominar la teoría y la práctica de la antropometría no es solo una cuestión metodológica, sino un pilar para generar evidencia científica robusta, aplicable y con un impacto tangible en la salud y el bienestar de las personas.

2.9.1. Perímetros musculares

Los perímetros musculares son datos cuantificables que nos ayudan como herramientas que ampliamente son utilizadas para estimar la masa muscular en poblaciones humanas mediante el uso de cintas métricas y correcciones basadas en pliegues cutáneos.

La medición de los perímetros musculares exige seguir protocolos estandarizados (posicionamiento del sujeto, tensión de la cinta métrica sin compresión del tejido blando, repetición y promedio de lecturas) y aplicar correcciones vía pliegues cutáneos para mejorar la precisión, en especial en poblaciones con diferente composición corporal.

La limitación de su precisión disminuye en individuos con obesidad, edema o distribución poco uniforme del tejido adiposo, y dependen de la destreza y capacitación del evaluador (Jensen et al., 2015). No obstante, los perímetros musculares son una alternativa accesible, de bajo costo y no invasiva frente a métodos más sofisticados como resonancia magnética, tomografía o DEXA (Duarte & Silva, 2025).

Al utilizar la medición de perímetros musculares podemos contar con ecuaciones validadas y correlaciones robustas, por lo cual los investigadores pueden monitorear cambios en la masa muscular, además, pueden intervenir nutricionalmente, usar programas de ejercicio o estudios de sarcopenia sin depender exclusivamente de equipos costosos.

2.10. Hipertrofia muscular

La hipertrofia muscular en adolescentes ocurre principalmente por aumento en la síntesis proteica y daño muscular controlado. Estudios demuestran que jóvenes entre 15-17 años pueden experimentar ganancias significativas de masa muscular con cargas del

60-75% de 1RM (3-4 series de 8-12 repeticiones), siempre que se respeten tiempos de recuperación (Kraemer & Fleck, 2018). Un estudio de caso en futbolistas juveniles mostró un aumento del 11% en masa magra tras 12 semanas de entrenamiento periodizado.

Existe controversia sobre si la hipertrofia es el objetivo principal en esta etapa. Críticos argumentan que priorizar el volumen muscular sobre la fuerza funcional puede generar desbalances posturales, especialmente cuando no se complementa con trabajo de movilidad. Un enfoque integrado que combine hipertrofia con ejercicios pliométricos parece ser más efectivo para el desarrollo atlético integral.

2.10.1. Hipertrofia Crónica

El objetivo principal de un gimnasio es aumentar la masa muscular para mejorar la apariencia física, para lo cual resulta fundamental el desarrollo de una hipertrofia crónica. Este tipo de hipertrofia permite que las ganancias musculares se mantengan a largo plazo gracias a adaptaciones estructurales en el músculo. Según el Instituto de Ciencias de la Salud y Actividad Física (2021), "la hipertrofia crónica surge de modificaciones en la estructura muscular, caracterizadas por un aumento tanto en el número como en el tamaño de los filamentos musculares, lo que hace que sus efectos sean más persistentes comparado con la hipertrofia transitoria."

De acuerdo con lo anterior, este proceso implica cambios duraderos en el tejido muscular que favorecen la conservación del volumen alcanzado mediante el entrenamiento constante.

a) Daño muscular

En la hipertrofia, uno de los estímulos clave es el daño muscular, que se induce a través del entrenamiento con pesas para provocar rupturas en las miofibrillas. Estas micro lesiones desencadenan procesos de reparación que resultan en fibras más grandes y resistentes. Como señala Ortiz (2022):

> "el daño muscular está asociado a un proceso generado por la inflamación en el tejido muscular trabajado. Esto no constituye hipertrofia real, sino la incorporación de nuevas proteínas estructurales y contráctiles que se añaden a los sarcómeros en paralelo a las fibras"

Aunque el daño muscular no equivale directamente a hipertrofia, sirve como indicador de un entrenamiento efectivo que estimula la adaptación y el crecimiento muscular.

2.10.2. Hipertrofia Transitoria

La hipertrofia transitoria, comúnmente conocida como "bombeo muscular", consiste en el incremento temporal del volumen muscular debido a la acumulación de sangre en los tejidos durante una sesión de entrenamiento con pesas. Este fenómeno se caracteriza por un aumento notable en el tamaño del músculo y una mayor visibilidad de la vascularización. Según GO fit (2023), "se trata de un crecimiento físico muscular al que muchas personas aluden cuando hablan de entrenamiento hipertrófico. Este efecto es resultado de una mayor retención de líquidos en el interior del músculo y, si bien es visible, no conlleva necesariamente una mejora significativa en los niveles de fuerza" (*Soluciona la retención de líquidos*, 2025).

Aunque esta modalidad de hipertrofia es de carácter temporal, su inclusión en las rutinas de entrenamiento resulta relevante para estimular de manera constante los grupos musculares. La repetición sistemática de este estímulo contribuye, a largo plazo, al desarrollo muscular sostenido.

a) Tensión mecánica

En el contexto de la hipertrofia se refiere a la fuerza generada durante la activación y contracción muscular bajo cargas externas. Carmona (2021) señala que "la tensión mecánica es el tipo de fuerza que elonga un material. En el ámbito del entrenamiento con pesas, corresponde a la fuerza producida al estirar un músculo, el cual debe contraerse para oponerse a dicha tensión" (p.4).

En consecuencia, la tensión mecánica implica tanto la fase concéntrica como excéntrica de la contracción muscular cuando se somete a una resistencia externa.

b) Estrés metabólico

Uno de los propósitos del entrenamiento con pesas es someter al músculo a un estrés metabólico continuo, generando adaptaciones que resulten en mayores ganancias de fuerza e hipertrofia. ABC Bienestar indica que el estrés metabólico ocurre cuando incrementamos las cargas de trabajo sobre un músculo o grupo muscular, lo que deriva

en un crecimiento progresivo del tejido (*Estrés metabólico: qué es y cómo se origina*, s. f.)

El estrés metabólico se produce cuando la aplicación de sobrecarga progresiva induce al músculo a adaptarse morfológica y funcionalmente para resistir dichas cargas.

2.11. Músculos miembros superiores e inferiores

2.11.1. Músculos miembros superiores

a) Pectoral

Este músculo es el principal responsable de la aducción del brazo (acercarlo a la línea media del cuerpo) y de su rotación interna en la articulación del hombro(Learning, s. f.-a) . Movimientos como el press de banca o las flexiones (lagartijas) involucran de manera primordial al pectoral como agonista, requiriendo de la sinergia de otros músculos como el deltoides anterior y el tríceps para completar el gesto de forma eficiente (Carolina, 2021).

Por esto es el músculo principal para empujar. Su función es aducir el brazo (acercarlo a la línea media del cuerpo) y realizar flexión y rotación interna del hombro. Es fundamental en movimientos como empujar un objeto pesado o hacer un press de banca

b) Deltoides

Compuesto por tres porciones (anterior, media y posterior), el deltoides es fundamental para los movimientos del hombro. La porción media es la principal abductora del brazo, es decir, lo levanta lateralmente(Learning, s. f.-b) . La porción anterior actúa en la flexión del hombro (levantar el brazo al frente), mientras que la posterior participa en la extensión y retracción del brazo, siendo crucial para la estabilidad articular(gabrielabal07@gmail.com, 2024a).

Por lo cual es el músculo principal para levantar el brazo al frente, levantar el brazo hacia un lado y llevar el brazo hacia atrás. Su trabajo conjunto permite la movilidad completa del hombro.

c) Tríceps Braquial

Esta localizado en la región posterior del brazo, el tríceps es el músculo agonista de la extensión del codo (*Movimientos musculares | Aprenda anatomía muscular*, s. f.). Su función es indispensable para empujar objetos. Durante un press de banca, por ejemplo, actúa como sinergista del pectoral, pero se convierte en el motor principal en la fase de

bloqueo o extensión completa de los codos(*¿Cómo identificar las funciones de los músculos en los ejercicios de fuerza?*, s. f.).

Por eso es el principal extensor del codo. Es el responsable de enderezar el brazo y es crucial para cualquier movimiento de empuje donde necesites extender los brazos con fuerza.

d) Dorsales

Este gran músculo de la espalda realiza varios movimientos, siendo los primordiales la aducción del brazo (como en los ejercicios de jalón al pecho o dominadas), la extensión del hombro (llevar el brazo desde adelante hacia atrás) y la rotación interna del mismo (*Movimientos musculares | Aprenda anatomía muscular*, s. f.). Su desarrollo es clave para la estabilidad de la cintura escapular.

Por eso son los músculos principales para traccionar (jalar). Su función es aducir el brazo (bajarlo de arriba hacia el cuerpo), extender el hombro (llevar el brazo hacia atrás) y permitir la rotación interna.

e) Bíceps Braquial

Situado en la parte anterior del brazo, el bíceps tiene dos funciones articulares principales: es un potente flexor del codo y, gracias a su inserción en el radio, también es un supinador del antebrazo (girar la palma de la mano hacia arriba) . En ejercicios como el curl de bíceps, actúa como agonista, mientras el tríceps funge como su antagonista para controlar el movimiento(«Músculos Agonistas, Antagonistas, Sinergistas y Estabilizadores», 2017a).

Es aquel que se encarga de la flexión del codo (dobla el brazo) y también ayuda a supinar el antebrazo (girar la palma de la mano hacia arriba).

2.11.2. *Músculos miembros inferiores*

a) Cuádriceps

Este grupo muscular en la parte anterior del muslo está formado por cuatro cabezas (recto femoral, vasto lateral, vasto medial y vasto intermedio) y es el extensor principal de la rodilla (Fitness, 2015a). Es esencial para actividades como ponerse de pie, caminar, correr y saltar. En una sentadilla, el cuádriceps es el agonista en la fase concéntrica para recuperar la posición erguida (gabrielabal07@gmail.com, 2024b).

Es el principal extensor de la rodilla. Es indispensable para caminar, correr, saltar, ponerse en cuclillas y mantener la estabilidad de la rodilla.

b) Isquiosurales

Localizados en la parte posterior del muslo, este grupo (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso) actúa principalmente sobre dos articulaciones. Son flexores de la rodilla y extensores de la cadera(Fitness, 2015b) . En movimientos como el peso muerto, trabajan de forma excéntrica y concéntrica para controlar y realizar la extensión de la cadera, respectivamente, actuando a menudo como antagonistas del cuádriceps («Músculos Agonistas, Antagonistas, Sinergistas y Estabilizadores», 2017b).

Su función principal es flexionar la rodilla (doblar la pierna) y extender la cadera (llevar el muslo hacia atrás). Trabajan en conjunto con los cuádriceps para estabilizar la rodilla.

c) Glúteos

El glúteo mayor, en particular, es el extensor más potente de la cadera(«Músculos Agonistas, Antagonistas, Sinergistas y Estabilizadores», 2017b) . Esta acción, crucial para levantarse de una sentadilla, subir escaleras o mantener la postura erguida, va frecuentemente acompañada de una rotación externa del muslo(Fitness, 2015c). Los glúteos cumplen una vital función estabilizadora de la pelvis y la cadera durante la caminata y en ejercicios compuestos.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de investigación

3.1.1. Enfoque cuantitativo

La investigación cuantitativa fue utilizada ya que nos permitió explicar hechos trascendentales o situaciones, responder de manera crucial y secuencial a partir de datos y mediciones cuantificadas que deben ser expresados para validar, aportar, demostrar y generalizar con certeza fenómenos apreciados (González-Penagos & Rivera-Quiroz, 2024).

Por lo cual este enfoque es esencial para esta investigación ya que me permitió obtener la información numérica sobre los test de fuerza y medidas antropométricas como los diámetros cuyos resultados son cuantificables.

3.2. Tipos de estudio

3.2.1. Descriptivo

En esta investigación se implementó un test de fuerza (1RM) y medidas antropométricas (perímetro) para lo cual fue necesario el empleo de este diseño ya que la investigación descriptiva es un diseño metodológico cuyo propósito fundamental es caracterizar, detallar y sistematizar las propiedades, atributos o comportamientos de un fenómeno, población o situación específica, sin manipular variables o establecer relaciones causales (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2.2. Explicativa

La presente investigación se clasifica como de tipo explicativa, ya que busca analizar y determinar la relación causal entre el desarrollo de la fuerza y las adaptaciones del sistema muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio “Spartan GYM” de Atuntaqui. Su finalidad no se limita únicamente a describir el nivel de fuerza o caracterizar la condición muscular de los participantes, sino que pretende explicar cómo y por qué el entrenamiento orientado al aumento de la fuerza genera cambios neuromusculares y estructurales en esta población. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2022), los estudios explicativos se orientan a identificar causas, efectos y relaciones entre variables, lo cual se corresponde con la hipótesis planteada en este trabajo

al analizar la incidencia del estímulo de fuerza sobre las respuestas fisiológicas del sistema muscular en adolescentes.

3.3. Diseño de investigación

3.3.1. *Pre experimental*

Se adopto un diseño pre experimental, debido a que se trabaja con un solo grupo de adolescentes de 15 a 17 años pertenecientes al gimnasio “Spartan Gym”, al cual se le aplica un programa de entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza, realizándose mediciones antes y después de la intervención. Este tipo de diseño se caracteriza por carecer de grupo de control y de asignación aleatoria, lo que permite observar los efectos del estímulo aplicado, aunque con un menor control de la validez interna. Según Hernández, Fernández y Baptista (2022), los diseños pre–experimentales se utilizan cuando se pretende obtener evidencia inicial sobre los posibles efectos de una intervención, empleando la estructura 01–X–02, tal como ocurre en esta investigación.

3.3.2. Corte longitudinal

La elección de este corte fue fundamental para cumplir con nuestro objetivo específico de "evaluar los resultados obtenidos en el test y post-test". Este diseño nos permitió analizar los cambios y la evolución de la fuerza y la masa muscular en cada uno de los adolescentes a lo largo del tiempo, permitiéndonos establecer una relación más clara entre la aplicación del plan de entrenamiento y las adaptaciones musculares observadas.

Un diseño longitudinal es un tipo de investigación no experimental que recoge datos a través del tiempo en puntos o periodos específicos para analizar la evolución, los cambios y el desarrollo de las relaciones entre variables(Gallego et al., 2024a).

3.4. Métodos de investigación

3.4.1. Método deductivo

En nuestra investigación fue indispensable este método ya que pudimos partir de principios generales ampliamente aceptados en la literatura, como los principios del entrenamiento de fuerza en adolescentes y la relación fisiológica entre el estímulo del entrenamiento y las adaptaciones neuromusculares e hipertrofia. A partir de estas teorías generales, logramos deducir una hipótesis específica para nuestro grupo de adolescentes en el gimnasio Spartan GYM, la cual pusimos a prueba con las mediciones de 1RM y

perímetros musculares. Como los principios generales del entrenamiento fueron verdaderos, entonces la aplicación en esta población específica produjo los resultados esperados.

Este método es un proceso de razonamiento que va de lo general a lo particular. Parte de teorías, leyes o principios generales para elaborar hipótesis que luego son puestas a prueba con el fin de llegar a una conclusión específica (Fernández Rodríguez, 2024) .

3.4.2. Método sintético

Este método nos fue fundamental en la fase final de la investigación. Una vez finalizado el análisis de datos, tuvimos los resultados dispersos: valores numéricos de fuerza, medidas antropométricas, respuestas individuales al plan de entrenamiento. El método sintético nos ayudó a integrar toda esta información para construir una comprensión global y holística de cómo se relaciona el desarrollo de la fuerza con el sistema muscular en población de estudio, logrando una conclusión general y coherente.

El método sintético es un proceso analítico que reconstruye un todo a partir de sus partes distinguidas, permitiendo resumir y unificar el conocimiento. Es crucial destacar que no puede haber una síntesis sin un análisis previo, pues es el análisis el que provee los elementos dispersos que la síntesis integrará (Gallego et al., 2024b).

3.4.3. Método Estadístico

Empleamos la estadística descriptiva para resumir y presentar los resultados del pre-test y post-test (medias y desviaciones de los 1RM y perímetros musculares). Se utilizo la estadística inferencial (por ejemplo, una prueba t para muestras relacionadas) para determinar si los cambios observados entre el pre-test y post-test son estadísticamente significativos, lo que permitió evaluar la efectividad del plan de entrenamiento y establecer la relación entre las variables.

La estadística es la disciplina que estudia la variabilidad y los procesos aleatorios, utilizando para ello la recolección, organización, análisis, interpretación y presentación de datos. Se divide en dos grandes áreas según (Theimer, 2016):

- Estadística Descriptiva: Se dedica a la descripción, visualización y resumen de datos. Utiliza parámetros como la media y la desviación estándar, y herramientas gráficas como histogramas, para organizar y describir las características de un conjunto de datos.

- La estadística inferencial es la encargada de generar modelos, inferencias y predicciones. Incluye técnicas como las pruebas de hipótesis y la estimación, permitiendo extraer conclusiones sobre una población utilizando la información de una muestra.

3.5. Técnicas e instrumentos

3.5.1. Tests Fuerza Máxima 1RM

El test de una repetición máxima (1RM) se reconoce como un pilar de referencia para evidenciar la fuerza máxima de un individuo en entornos no controlados de investigación (Eston & Evans, 2009) Este procedimiento consiste en identificar la mayor carga que una persona puede movilizar en una única repetición, manteniendo una técnica de ejecución correcta. Por su elevada precisión y utilidad, el test de 1RM es una herramienta de uso frecuente entre entrenadores de fuerza y especialistas en acondicionamiento físico, ya que permite evaluar la capacidad de fuerza, detectar desequilibrios musculares y valorar la efectividad de los programas de entrenamiento (Walker, 2016).

A pesar de las reservas iniciales en cuanto a su seguridad, la literatura científica ha demostrado que diferentes protocolos de 1RM son válidos y seguros en múltiples poblaciones. Esto incluye según (Walker, 2016) en niños de 6 a 12 años atletas adolescentes de 15 a 17 años adultos sanos con y sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza de entre 18 y 36 años personas de mediana edad no entrenadas de 50 a 52 años mujeres posmenopáusicas de 54 a 60 años, pacientes con enfermedades cardiovasculares y adultos mayores de 75 años.

Debido a ser simple, ágil, bajo costo y muy confiable, el test de 1RM se ha proclamado como un protocolo de evaluación ampliamente utilizado en el laboratorio, utilizado como eje para la prescripción, periodización y seguimiento de programas de entrenamiento de fuerza (Rodriguez et al., 2024)

3.5.2. Medición de perímetros

La antropometría es una ciencia exacta que en el mundo del deporte permite controlar los avances de los atletas principalmente en el aspecto físico. La medición de diámetros en esta investigación nos permitió comparar y correlacionar el desarrollo de la hipertrofia

de los miembros del gimnasio “Spartan GYM” mediante la medición de diámetros en bíceps, pectoral, y muslo medial. (Alvero Cruz & Sirvent Belando, 2016) afirma que

> “La Cineantropometría contempla el estudio del cuerpo, en cuanto a tamaño, forma, proyecciones, composición, maduración y función grosera, con el objetivo de brindar información científica sobre el crecimiento y desarrollo, nutrición, ejercicio, deportes y performance.”

De acuerdo con el autor citado, en esta investigación se ha tomado a la medición de diámetros como un indicador del aumento de la masa muscular en ciertas zonas del cuerpo para así evidenciar el desarrollo a través de distintas zonas a evaluar, Fue de vital importancia realizar en pre-test y post test para de esta manera comparar los datos obtenidos y así evidenciar las mejores obtenidas.

3.6. Procedimiento de investigación

Diagnosticar los niveles de fuerza y medir los perímetros musculares mediate test calificados como el 1RM y medidas antropométricas en adolescentes de 15 a 17 años del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.

Para lograr diagnosticar los niveles de fuerza en adolescentes de 15 a 17 años se utilizó el test de 1RM en Press banco plano, Jalon al pecho, sentadilla libre convencional y peso muerto el cual nos ayudó a determinar la fuerza máxima de cada adolescente.

Proponer y aplicar un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza a través de los principios de hipertrofia en adolescentes de 15 a 17 años en el gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui

Para la propuesta y aplicación de un plan de entrenamiento enfocado al desarrollo de la fuerza a través de principios de hipertrofia en los adolescentes de 15 a 17 años se utilizó los datos obtenidos de los test de fuerza máxima para la dosificación de la carga en cuanto a macrociclo de entrenamiento, volumen e intensidad.

Evaluar los resultados obtenidos en el test y post test (1RM y perímetros musculares) en adolescentes de 15 a 17 años del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.

Para la determinación de los resultados obtenidos del test y post test en adolescentes de 15 a 17 años se realizó un análisis estadístico para correlacionar los resultados y determinar si sus efectos fueron o no los esperados.

3.7. Hipótesis

3.7.1. Hipótesis de investigación H_1

La aplicación de un plan de entrenamiento impacta significativamente el desarrollo de la fuerza y la masa muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio 'Spartan GYM' de Atuntaqui.

3.7.2. Hipótesis nula H_0

La aplicación de un plan de entrenamiento no tiene un impacto significativo en el desarrollo de la fuerza ni en la masa muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio 'Spartan GYM' de Atuntaqui.

3.8. Procedimiento de Análisis de Datos

Para determinar el efecto de la planificación, se compararon las mediciones del pre-test y post-test utilizando pruebas no paramétricas. Dado que, el tamaño de la muestra es reducido (N=9) y la naturaleza de las variables no guio a utilizar la Prueba de Wilcoxon para Rangos con Signo (Wilcoxon Signed Ranks Test) para muestras relacionadas.

a) Criterio de Decisión: El nivel de significación fue establecido en $\alpha = 0.05$ para todos los análisis inferenciales. El rechazo de la Hipótesis Nula (H_0) se basaría en la obtención de un valor de significancia bilateral $p < 0.05$.
b) Software: El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 29.0.1.1.

3.9. Matriz de operación de variables

Tabla 1

Matriz de operación de variables

Objetivos de diagnostico	Variables de diagnostico	Indicadores	Fuente	Técnica
Identificar los niveles de fuerza muscular en los adolescentes del gimnasio "Spartan GYM".	Niveles de fuerza	Fuerza máxima absoluta	Miembros del gimnasio "Spartan GYM" de 15 a 17 años.	1RM en press banco plano
				1RM jalón al pecho (polea alta)
		Fuerza máxima relativa		1 RM en sentadilla libre convencional
		Capacidad contráctil		1RM Peso muerto

Examinar la relación entre el aumento de la fuerza muscular y los cambios que ocurren en el sistema muscular de los adolescentes durante su entrenamiento en el gimnasio.	Sistema muscular	Perímetros musculares	Miembros del gimnasio "Spartan GYM" de 15 a 17 años.	Medidas de perímetros • Bíceps • Tórax • Cintura • Cadera • Muslo medial
Proponer un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular en adolescentes de acuerdo con su etapa de crecimiento	Plan de entrenamiento de fuerza	Coordinación intermuscular Plasticidad neuromuscular Perímetros corporales Hipertrofia crónica Hipertrofia transitoria Músculos miembro superior e inferior	Miembros del gimnasio "Spartan GYM" de 15 a 17 años.	Variación semanal de la carga/intensidad % de 1RM utilizado por ejercicio Grupos musculares Sobrecarga progresiva

Nota: Elaboración propia

3.10. Población

Los diferentes deportistas inscritos en el gimnasio "Spartan GYM" en Atuntaqui en el periodo junio/agosto de 2025.

3.11. Muestra

La muestra fue tomada a convención en miembros del gimnasio "Spartan GYM" en Atuntaqui que cumplían con los requerimientos de edad entre 15 y 17 años

TABLA 2

Muestra

Nombre	Edad	Peso	Talla
Sujeto 1	17	67.30	169
Sujeto 2	16	63.25	159
Sujeto 3	17	87	170
Sujeto 4	16	54.90	159
Sujeto 5	16	83.65	188
Sujeto 6	15	65.65	169
Sujeto 7	16	51.05	149
Sujeto 8	16	46.25	152
Sujeto 9	16	61.15	155

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV:

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Relación del pre-test y post-test de 1RM en miembros del gimnasio "Spartan GYM"

Tabla 3

1RM test banco plano pre-test y post-test

	Pre-Test		**Post-Test**	
Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Principiante	1	11%	0	0%
Novato	6	67%	1	11%
Intermedio	2	22%	7	78%
Avanzado	0	0%	1	11%
Total:	9	100%	9	100%

Autor: Juan Morales

El press banco plano es uno de los ejercicios principales para el desarrollo muscular del tren superior, los datos obtenidos nos indican que los niveles de fuerza de los adolescentes se encuentran en su mayoría en novatos como es el 67% de los sujetos evaluados y un 11% en principiante, lo que entendemos que están por debajo de la media.

Al implementar el plan de entrenamiento enfocado en la fuerza, se registraron avances notorios en todos los sujetos. Sobresalieron los casos del Sujeto 2 y el Sujeto 5, quienes incrementaron su carga en más de un 50%, pasando de niveles iniciales a categorías intermedias y avanzadas. Estos resultados corroboran la eficacia del método utilizado, el cual integró una sobrecarga progresiva con una frecuencia de estímulo adecuada, factores determinantes para elevar la fuerza máxima (González-Badillo & Marques, 2010). Cabe resaltar que la mejora no se limitó al incremento de fuerza máxima, sino que también se reflejó en una mayor coordinación intramuscular, facilitando el reclutamiento de fibras tipo I, indispensables en esfuerzos de alta intensidad.

Para finalizar el press de banca plano se consolida como un elemento fundamental para el desarrollo de la fuerza en el tren superior de adolescentes, confirmando que un plan de entrenamiento puede generar progresos considerables, incluso en periodos reducidos.

Tabla 4

1 RM Test jalon al pecho polea alta pre-test y post test

	Pre-Test		**Post-Test**	
Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Principiante	0	0%	0	0%
Novato	3	33%	0	0%
Intermedio	5	56%	5	56%
Avanzado	1	11%	4	44%
Total:	9	100%	9	100%

Autor: Juan Morales

En la evaluación inicial del jalón al pecho, se constató que un 57% de los sujetos evaluados se encuentra en el nivel de intermedio y solamente un 11% está en avanzado.

Después de la intervención, se obtuvo un progreso generalizado, siendo el Sujeto 2 quien mostró un avance cercano al 90% con respecto a su valor inicial, alcanzando un nivel avanzado. Además, pasamos de tener un 33% de novatos a un 0%. Este hallazgo se alinea con lo expuesto por (Contreras & Schoenfeld, 2011) quienes destacan que los movimientos de tracción vertical favorecen el aumento de fuerza e hipertrofia de la musculatura dorsal, al tiempo que promueven una mayor estabilidad escapular, reduciendo el riesgo de lesiones en el hombro. Adicionalmente, la evolución observada sugiere adaptaciones neuromusculares relevantes, como un reclutamiento más efectivo de unidades motoras y una coordinación mejorada entre agonistas y antagonistas, lo que incrementa la eficiencia del patrón de movimiento (Schoenfeld, 2010a).

La aplicación sistemática de sobrecarga progresiva durante el plan de entrenamiento garantizó un estímulo constante para inducir adaptaciones duraderas, lo que justifica las ganancias registradas en fuerza maxima.

Tabla 5

1 RM test sentadilla libre convencional pre-test y post-test

	Pre-Test		**Post-Test**	
Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Principiante	0	0%	0	0%
Novato	7	78%	4	44%
Intermedio	2	22%	5	56%
Avanzado	0	0%	0	0%
Total:	9	100%	9	100%

Autor: Juan Morales

La sentadilla, al ser un ejercicio multiarticular que activa de manera simultánea extensores de cadera, rodilla y tobillo, arrojó en la primera evaluación desempeños predominantemente básicos estableciendo su mayoría en novato con el 78% de los sujetos evaluados y solo el 22% en intermedio. Una vez finalizado el programa, los registros posteriores mostraron aumentos considerables, en particular entre las participantes femeninas, que lograron mejoras promedio por encima del 40%. Dicho progreso no solo denota un incremento en la fuerza máxima, sino también un dominio técnico superior, que abarca el control postural, la profundidad del descenso y una activación balanceada de cuádriceps, glúteos e isquiotibiales. Escamilla, (2025) señala que una técnica depurada en la sentadilla posibilita un reclutamiento muscular óptimo y favorece la transferencia a otras cualidades físicas, como la potencia y la resistencia. La evolución de los participantes refuerza el valor de una planificación bien dosificada en frecuencia e intensidad, así como la inclusión de movimientos globales que involucren grandes cadenas musculares.

Por lo cual el plan de entrenamiento fue eficaz en todo sentido para los sujetos sometidos a esta investigación y comprobamos que su mejoría en la fuerza de tren inferior fue muy sobresaliente logrando efectos notorios en la fuerza máxima de la sentadilla libre convensional.

Tabla 6

1 RM test peso muerto pre-test y post-test

	Pre-Test		**Post-Test**	
Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Principiante	0	0%	0	0%
Novato	7	78%	4	44%
Intermedio	2	22%	5	56%
Avanzado	0	0%	0	0%
Total:	9	100%	9	100%

Autor: Juan Morales

En la medición del peso muerto, al convocar a los extensores de cadera, rodilla y la musculatura del core, es fundamental para el desarrollo de la fuerza integral, obteniendo resultados e interpretando que su mayoría se encuentra en novato con el 78% de los sujetos investigas y solo un 22% en intermedio. La evaluación final permitió observar progresos significativos en todos los casos, con aumentos de hasta el 42.9% en el Sujeto 1 y una media general superior al 25%. Esto indica que el plan de entrenamiento no solo elevó la fuerza absoluta, sino que también perfeccionó la coordinación intermuscular y la efectividad en la realización de patrones motrices complejos. De acuerdo con Sands et al., (2021) los ejercicios multiarticulares como el peso muerto son indispensables para provocar adaptaciones sistémicas, que comprenden ganancias de hipertrofia, fuerza máxima y un mayor control postural.

Los principios de entrenamiento utilizados permitieron que los adolescentes evolucionen, sobresaltando la importancia de incluir ejercicios compuestos y de amplios patrones de movimiento.

4.2. Relación del pre-test y post-test de perímetros en los miembros del gimnasio "Spartan GYM"

Tabla 7

Test perímetros bíceps braquial

	Pre-test		Post-test		
Sujetos	B. derecho	B. izquierdo	B. derecho	B. izquierdo	Progreso
Sujeto 1	33cm	33cm	35cm	35cm	+2
Sujeto 2	31.5cm	31cm	33.5cm	33.2cm	+2
Sujeto 3	33.5cm	33cm	32.5cm	32cm	-1
Sujeto 4	32cm	31.8cm	34.5cm	34.3cm	+2.5
Sujeto 5	32cm	32cm	34cm	34cm	+2
Sujeto 6	29cm	29.2cm	31cm	29.8cm	+2
Sujeto 7	26.5cm	26cm	27cm	27cm	+0.5
Sujeto 8	25cm	25cm	27cm	27cm	+2
Sujeto 9	30cm	30cm	29cm	29cm	-1

Autor: Juan Morales

El bíceps braquial, como principal flexor del codo, se constituye en un indicador representativo del desarrollo muscular del tren superior. En el estudio se documentaron crecimientos generalizados en la mayoría de los participantes durante el periodo de intervención. Resultaron particularmente significativos los casos del Sujeto 1, que progresó de 33 cm a 35 cm, y del Sujeto 4, quien mostró una evolución de 32 cm a 34,5 cm, con incrementos de 2 cm y 2,5 cm respectivamente. Estas ganancias volumétricas reflejan la eficacia del programa de entrenamiento implementado, el cual combinó principios de sobrecarga progresiva con ejercicios específicos para el desarrollo de la fuerza. Según Schoenfeld (2010), "el estímulo mecánico aplicado al músculo mediante ejercicios de resistencia progresiva genera micro traumas que activan la síntesis proteica, promoviendo simultáneamente la hipertrofia y las ganancias de fuerza" (p. 2860). Este mecanismo explica las adaptaciones estructurales observadas.

Todo esto nos refleja que los aumentos de los perímetros de bíceps no solo muestran mejoras estéticas, sino que nos demuestran que las adaptaciones musculares son fundamentales para el desarrollo integral de la fuerza máxima en el tren superior.

Tabla 8

Test perímetros tórax

Sujetos	Pre-test	Post-test	Progreso
Sujeto 1	98cm	103cm	+5
Sujeto 2	96cm	97cm	+1
Sujeto 3	105cm	96cm	-9
Sujeto 4	90cm	96cm	+6
Sujeto 5	100cm	106cm	+6
Sujeto 6	91cm	93cm	+2
Sujeto 7	91cm	90cm	-1
Sujeto 8	85cm	85cm	0
Sujeto 9	96cm	95cm	-1

Autor: Juan Morales

La circunferencia torácica funciona como un parámetro indicativo del desarrollo de la musculatura pectoral, el serrato anterior y, secundariamente, del dorsal ancho. Tras la aplicación del programa de entrenamiento, se registraron incrementos notables en varios participantes, destacándose el Sujeto 1 con un avance de 98 cm a 103 cm (+5 cm) y el Sujeto 5 quien progresó de 100 cm a 106 cm (+6 cm) en su perímetro torácico. Estas expansiones volumétricas trascienden lo meramente estético, manifestándose en mejoras funcionales concretas. Azucas (2023) sostiene que "la hipertrofia del tronco superior no solo optimiza la apariencia física, sino que también incrementa la capacidad de rendimiento en movimientos de empuje y tracción, aportando mayor estabilidad a la cintura escapular" (p. 42). Esta relación directa entre hipertrofia y funcionalidad resulta particularmente relevante.

Al aumentar el volumen torácico evidenciamos que no solo las adaptaciones morfológicas son evidentes, sino también las mejoras de fuerza en el tren superior. Estos efectos resaltan la necesidad de incluir ejercicios multiarticulares para el tronco.

Tabla 9

Test perímetros cintura

Sujetos	Pre-test	Post-test	Progreso
Sujeto 1	83cm	84cm	+1
Sujeto 2	78cm	77cm	-1
Sujeto 3	95.5cm	76.5cm	-19
Sujeto 4	77cm	76.5cm	-0.5
Sujeto 5	85cm	86cm	+1
Sujeto 6	80.5cm	79cm	-1.5
Sujeto 7	75cm	73cm	-2
Sujeto 8	72cm	71cm	-1
Sujeto 9	77cm	76cm	-1

Autor: Juan Morales

El perímetro de la cintura se erige como un indicador composicional que refleja los cambios en masa muscular y grasa abdominal. Los resultados mostraron patrones diferenciados entre los participantes: algunos como los Sujetos 3 que experimento un cambio de 95.5 cm a 76.9cm perdiendo 1.9cm de cintura y el sujeto 5 el cual incremento su cintura en 1cm pasando de 85cm a 86cm que sugieren desarrollo muscular y perdida de grasa respectivamente. Estas variaciones responden a complejos procesos adaptativos. Heyward y Gibson (2014) explican que

> "la disminución del contorno abdominal en adolescentes entrenados se asocia con una reducción de grasa visceral y un aumento relativo de masa muscular, configurando un perfil corporal más saludable y funcional" (p. 213).

Estos dos aspectos demuestran la naturaleza multifacética de los cambios otenidos mediante el plan de entrenamiento.

Los valores negativos siempre son malos, en este caso la reducción del perímetro de la cintura refleja transformación positiva en la composición corporal y adaptaciones estructurales al plan de entrenamiento de fuerza.

Tabla 10

Test perímetros cadera

Sujetos	Pre-test	Post-test	Progreso
Sujeto 1	100	101	+1
Sujeto 2	96	96	0
Sujeto 3	102	98	-4
Sujeto 4	85	88	+3
Sujeto 5	99	101	+2
Sujeto 6	95.5	96.5	+1
Sujeto 7	89	92	+3
Sujeto 8	88	90	+2
Sujeto 9	92	96	+4

Autor: Juan Morales

La circunferencia de la cadera permite evaluar el desarrollo de la musculatura glútea, los aductores y los músculos posteriores de la cadera. Durante el programa de intervención, se documentaron incrementos significativos en varios participantes, como el Sujeto 9 que evolucionó de 92 cm a 96 cm (+4 cm), mientras otros mostraron progresiones más moderadas pero consistentes como el sujeto 1 el cual progreso de 100cm a 101cm (+1cm), además el sujeto 3 tuvo un resultado negativo bajando de 102cm a 98cm (-4cm) que lo podemos relacionar con la perdida de grasa. Estas ganancias volumétricas responden directamente a los estímulos del entrenamiento, particularmente a ejercicios multiarticulares que priorizan el desarrollo del tren inferior. Las adaptaciones morfológicas en esta región no solo contribuyen a la estética corporal, sino que mejoran parámetros funcionales clave como la estabilidad pélvica y la transferencia de fuerza durante movimientos complejos.

La musculatura del core es la base de un crecimiento integral para el adolescente así que una vez mas evidenciamos que la perdida de grasa en los perímetros involucrados será de beneficio para los participantes del plan de entrenamiento ya que será evidente el desarrollo tanto estético como funcional del sujeto.

Tabla 11

Test perímetros muslo medial

Sujetos	Pre-test P. derecha	P. izquierda	Post-test P. derecha	P. izquierda	Progreso
Sujeto 1	54	54	56	56	+2
Sujeto 2	50	50	53	53	+3
Sujeto 3	52	52	54	54	+2
Sujeto 4	53	53	54	54	+1
Sujeto 5	50	50.2	50.5	50.7	+0.5
Sujeto 6	53.5	53.1	54	54	+0.5
Sujeto 7	50	50	53	53	+3
Sujeto 8	49	49	52	52	+3
Sujeto 9	53.5	54	56	56	+2.5

Autor: Juan Morales

La circunferencia del muslo medial sirve como un indicador relevante del desarrollo muscular del tren inferior, reflejando específicamente el crecimiento de los aductores, el cuádriceps y porciones de los isquiotibiales. Los resultados posteriores a la intervención mostraron una evolución generalizada entre los adolescentes, con casos destacados como el Sujeto 2, quien incrementó su medición de 50 cm a 53 cm (3 cm), y el Sujeto 9, que progresó de 53,5 cm a 56 cm (2,5 cm). En esta misma línea, el Sujeto 1 registró una ganancia de 2 cm, pasando de 54 cm a 56 cm, lo que confirma una tendencia positiva general. Estos aumentos en el volumen muscular responden directamente a los estímulos proporcionados por el entrenamiento. Como señalan Stone, Stone y Sands (2007), "los ejercicios multiarticulares complejos, como la sentadilla y el peso muerto, generan adaptaciones musculares notorias en los miembros inferiores, incrementando tanto el perímetro del muslo como la fuerza funcional" (p. 112). Esta relación explica cómo el programa aplicado, centrado en ejercicios compuestos, produjo mejoras sustanciales en la hipertrofia y capacidad funcional de la musculatura femoral.

Los incrementos en el perímetro del muslo medial son evidencia positiva para las adaptaciones morfológicas que trascienden lo estético. Estos resultados obtenidos contribuyen para bien la estabilidad articular dela cadera y rodilla ya que, potencian el rendimiento en actividades del tren inferior, aspectos que son esenciales para el desarrollo del adolescente.

4.3. Análisis Descriptivo e Inferencial de los Perímetros Corporales

Los estadísticos descriptivos de los perímetros corporales evidencian cambios morfológicos consistentes en la composición corporal de los nueve adolescentes evaluados tras la aplicación del plan de entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza e hipertrofia muscular.

TABLA 12

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Pre_Brazo_Dr	9	30,278	2,9380	25,0	33,5
Pre_Brazo_Iz	9	30,111	2,9105	25,0	33,0
Pre-Torax	9	94,67	6,042	85	105
Pre-Cintura	9	80,333	6,9327	72,0	95,5
Pre-Cadera	9	94,056	5,8867	85,0	102,0
Pre_muslo_derecha	9	51,667	1,9203	49,0	54,0
Pre_muslo_izquierda	9	51,700	1,9248	49,0	54,0
Post_Brazo_Dr	9	31,500	3,1524	27,0	35,0
Post_Brazo_Iz	9	31,256	3,1341	27,0	35,0
Post-Torax	9	95,67	6,285	85	106
Post-Cintura	9	77,667	4,7893	71,0	86,0
Post-Cadera	9	95,389	4,5674	88,0	101,0
Post_muslo_derecha	9	53,611	1,7638	50,5	56,0
Post_muslo_izquierda	9	53,633	1,7205	50,7	56,0

Perímetros de Miembros Superiores (Brazos y Tórax)

Los perímetros de brazos mostraron incrementos bilaterales consistentes. El brazo derecho aumentó de 30.28 cm (±2.94) a 31.50 cm (±3.15), representando un incremento absoluto de 1.22 cm (4.03%). De manera similar, el brazo izquierdo pasó de 30.11 cm (±2.91) a 31.26 cm (±3.13), con un aumento de 1.15 cm (3.82%). Estos incrementos reflejan una respuesta hipertrófica del tejido muscular del bíceps braquial y tríceps braquial, consecuencia directa de los ejercicios de press de banco (+15.4 kg) y jalón al pecho (+25 kg) implementados en el programa. La simetría en los cambios bilaterales (diferencia de solo 0.07 cm entre brazos) indica un desarrollo muscular equilibrado, aspecto fundamental en adolescentes para prevenir asimetrías posturales.

El perímetro del tórax experimentó un incremento de 94.67 cm (±6.04) a 95.67 cm (±6.29), equivalente a 1.0 cm adicional (1.06%). Aunque este cambio es moderado en términos porcentuales, este mismo en ámbitos físicos es considerable ya que involucra musculatura de gran volumen como los pectorales, dorsales. La desviación estándar

relativamente estable (6.04 vs 6.29) indica que la respuesta al entrenamiento fue homogénea entre los participantes, pese a las diferencias individuales de partida evidenciadas en el amplio rango (mínimo: 85 cm; máximo: 105-106 cm).

a) Perímetro de Cintura: Recomposición Corporal

El perímetro de cintura mostró la tendencia más destacada desde el punto de vista de la composición corporal, una disminución de 2.67 cm, pasando de 80.33 cm (±6.93) a 77.67 cm (±4.79), lo que representa una reducción del 3.32%. Este hallazgo es particularmente relevante porque sugiere una recomposición corporal favorable, cuyo aumento de masa muscular viene acompañado de la reducción de tejido adiposo en la región abdominal.

La disminución de la desviación estándar (de 6.93 a 4.79 cm) y del rango (de 23.5 cm a 15.0 cm) indica una mayor homogeneidad grupal post-intervención, sugiriendo que los adolescentes con mayores perímetros iniciales experimentaron reducciones más evidentes. Esto es especialmente valioso en miembros adolescente, donde la heterogeneidad morfológica relacionada con diferentes ritmos de desarrollo.

b) Perímetro de Cadera

El perímetro de cadera aumentó de 94.06 cm (±5.89) a 95.39 cm (±4.57), con un incremento de 1.33 cm (1.41%). Este cambio refleja el desarrollo de la musculatura glútea (glúteo mayor, medio y menor) y de la musculatura profunda de la pelvis, directamente estimulada por ejercicios multiarticulares como sentadilla libre (+19 kg) y peso muerto (+14.6 kg).

La reducción de la variabilidad (5.89 a 4.57 cm) y del rango (de 17.0 a 13.0 cm) evidencia nuevamente una respuesta más homogénea del grupo, con los valores mínimos aumentando de 85.0 a 88.0 cm, lo que indica que incluso los adolescentes con menor desarrollo inicial lograron adaptaciones significativas.

c) Perímetros de Miembros Inferiores (Muslo medial)

Los perímetros de muslo medial presentaron los incrementos más pronunciados en términos absolutos y porcentuales. El muslo derecho aumentó de 51.67 cm (±1.92) a 53.61 cm (±1.76), registrando un aumento de 1.94 cm (3.76%). El muslo izquierdo mostró un comportamiento prácticamente idéntico, incrementándose de 51.70 cm (±1.92) a 53.63 cm (±1.72), con un cambio de 1.93 cm (3.73%).

Estos resultados son coherentes con los incrementos reportados en la fuerza máxima de tren inferior y confirman que el estímulo mecánico generó adaptaciones morfológicas significativas en la musculatura del cuádriceps femoral, isquiotibiales, aductores y gastrocnemios. La simetría bilateral casi perfecta (diferencia de solo 0.02 cm entre muslos) es indicador de un entrenamiento equilibrado.

La baja variabilidad inicial y final (DE < 2 cm en todos los casos) indica que este grupo muscular presentó respuestas muy consistentes entre los participantes, posiblemente porque el tren inferior responde de manera más uniforme al entrenamiento de fuerza en adolescentes, al ser grupos musculares con mayor experiencia de carga funcional por la locomoción cotidiana.

Análisis de Variabilidad y Homogeneidad

El programa de entrenamiento logró homogenizar las medidas corporales de los adolescentes. Antes, las medidas del torso (pecho y cintura) eran las más dispares, pero tras la intervención, las diferencias entre ellos se redujeron notablemente en zonas clave como la cintura y la cadera.

Esto sugiere que el ejercicio fue particularmente efectivo para reducir la grasa en las áreas donde su acumulación es más variable. El único efecto contrario se notó en brazos y tórax, donde las diferencias aumentaron ligeramente.

Síntesis Interpretativa

Los resultados descriptivos evidencian un patrón de cambios morfológicos coherente con los principios de la hipertrofia muscular y la recomposición corporal:

a) Incrementos en perímetros musculares

Todos los perímetros vinculados a masa muscular (brazos, tórax, cadera y muslos) experimentaron aumentos absolutos, con magnitudes que oscilan entre 1.0 cm y 1.94 cm.

b) Reducción del perímetro de cintura

La única disminución significativa (-2.67 cm) se registró en la cintura, indicando pérdida de tejido adiposo abdominal, un indicador favorable de salud metabólica en adolescentes.

c) Desarrollo bilateral simétrico

Las diferencias entre hemicuerpos fueron mínimas (<0.1 cm en promedio), reflejando un programa de entrenamiento equilibrado.

d) Mayor respuesta en tren inferior

Los muslos mostraron los incrementos porcentuales más altos (≈3.8%), correlacionando con los mayores incrementos absolutos de fuerza máxima reportados en sentadilla y peso muerto.

e) Homogeneización del grupo

La tendencia a la reducción de la variabilidad sugiere que el programa fue efectivo para disminuir las diferencias morfológicas iniciales, particularmente en aquellos adolescentes con menor desarrollo muscular o mayor adiposidad inicial.

Wilcoxon Signed Ranks Test

La prueba de Wilcoxon es una herramienta estadística que se usa para saber si los cambios observados en un mismo grupo (pre-test y post-test) son reales y significativos.

Es especialmente útil cuando los datos no siguen una distribución perfecta o normal. A diferencia de otros métodos más rígidos, esta prueba se centra en el orden y la dirección de los cambios (quiénes mejoraron más, quiénes menos), lo que la hace más confiable cuando hay algunos datos inusuales o "atípicos" que podrían distorsionar el resultado.

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Post_Brazo_Dr - Pre_Brazo_Dr	Negative Ranks	2[a]	2,50	5,00
	Positive Ranks	7[b]	5,71	40,00
	Ties	0[c]		
	Total	9		
Post_Brazo_Iz - Pre_Brazo_Iz	Negative Ranks	2[d]	3,00	6,00
	Positive Ranks	7[e]	5,57	39,00
	Ties	0[f]		
	Total	9		
Post-Torax - Pre-Torax	Negative Ranks	3[g]	4,00	12,00
	Positive Ranks	5[h]	4,80	24,00
	Ties	1[i]		
	Total	9		
Post-Cintura - Pre-Cintura	Negative Ranks	7[j]	5,29	37,00
	Positive Ranks	2[k]	4,00	8,00

	Ties	0[l]		
	Total	9		
Post-Cadera - Pre-Cadera	Negative Ranks	1[m]	7,50	7,50
	Positive Ranks	7[n]	4,07	28,50
	Ties	1[o]		
	Total	9		
Post_muslo_derecha - Pre_muslo_derecha	Negative Ranks	0[p]	,00	,00
	Positive Ranks	9[q]	5,00	45,00
	Ties	0[r]		
	Total	9		
Post_muslo_izquierda - Pre_muslo_izquierda	Negative Ranks	0[s]	,00	,00
	Positive Ranks	9[t]	5,00	45,00
	Ties	0[u]		
	Total	9		

a. Post_Brazo_Dr < Pre_Brazo_Dr
b. Post_Brazo_Dr > Pre_Brazo_Dr
c. Post_Brazo_Dr = Pre_Brazo_Dr
d. Post_Brazo_Iz < Pre_Brazo_Iz
e. Post_Brazo_Iz > Pre_Brazo_Iz
f. Post_Brazo_Iz = Pre_Brazo_Iz
g. Post-Torax < Pre-Torax
h. Post-Torax > Pre-Torax
i. Post-Torax = Pre-Torax
j. Post-Cintura < Pre-Cintura
k. Post-Cintura > Pre-Cintura
l. Post-Cintura = Pre-Cintura
m. Post-Cadera < Pre-Cadera
n. Post-Cadera > Pre-Cadera
o. Post-Cadera = Pre-Cadera
p. Post_muslo_derecha < Pre_muslo_derecha
q. Post_muslo_derecha > Pre_muslo_derecha
r. Post_muslo_derecha = Pre_muslo_derecha
s. Post_muslo_izquierda < Pre_muslo_izquierda
t. Post_muslo_izquierda > Pre_muslo_izquierda
u. Post_muslo_izquierda = Pre_muslo_izquierda

Análisis Inferencial no Paramétrico de Perímetros Corporales

La prueba de Wilcoxon de rangos con signo es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos mediciones relacionadas (pre-test vs post-test) cuando los datos no cumplen estrictamente los supuestos de normalidad. Esta prueba evalúa si existen diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones, considerando tanto la magnitud como la dirección de los cambios individuales. A diferencia de las pruebas paramétricas que asumen distribución normal de los datos, la prueba de Wilcoxon trabaja con los rangos de las diferencias, lo que la hace robusta frente a valores atípicos y

distribuciones asimétricas, características frecuentes en muestras pequeñas como la presente investigación.

Interpretación Detallada por Variable

Perímetros de Brazos: Desarrollo Bilateral Simétrico

El análisis de los rangos del brazo derecho revela que siete participantes, equivalentes al 77.8% de la muestra, experimentaron incrementos en el perímetro, mientras que únicamente dos adolescentes (22.2%) presentaron disminuciones. El rango medio de los cambios positivos fue de 5.71, notablemente superior al rango medio de las disminuciones (2.50), lo que indica que no solo fueron más numerosos los incrementos, sino que además fueron de mayor magnitud. La suma de rangos positivos alcanzó 40.00 puntos, contrastando significativamente con la suma de rangos negativos de apenas 5.00 puntos. Esta distribución asimétrica de los rangos evidencia una respuesta hipertrófica predominante en el bíceps braquial y tríceps braquial del miembro superior derecho, directamente atribuible a los ejercicios de press de banco y jalón al pecho implementados en el protocolo de entrenamiento.

El brazo izquierdo mostró un comportamiento muy similar al derecho, siete participantes (77,8%) evidenciaron mejoras, mientras que dos (22,2%) registraron una leve disminución. El promedio de los aumentos fue de 5,57, y el de las reducciones, de 3,00; las sumas de rangos correspondieron a 39,00 y 6,00 respectivamente. Esta correspondencia entre ambos lados del cuerpo tiene un valor metodológico y fisiológico importante, pues indica que el entrenamiento se aplicó de manera equilibrada, evitando la aparición de desbalances musculares que podrían afectar la postura o incrementar el riesgo de lesiones. La coincidencia en los porcentajes de incremento y disminución (77,8% frente a 22,2%) refuerza la conclusión de que el desarrollo muscular se mantuvo simétrico y controlado, algo esencial en adolescentes, etapa en la que los patrones motores aún se encuentran en formación.

Perímetro Torácico: Respuesta Heterogénea

El perímetro torácico mostró una distribución de rangos menos uniforme en comparación con otros segmentos corporales. Cinco participantes (55.6%) experimentaron aumentos con un rango medio de 4.80 y una suma de rangos de 24.00, mientras que tres adolescentes (33.3%) presentaron disminuciones con un rango medio

de 4.00 y suma de 12.00. Adicionalmente, un participante (11.1%) no mostró cambio alguno, registrándose como empate. Aunque la suma de rangos positivos duplica a la de los negativos, la presencia de un tercio de la muestra con disminuciones indica una respuesta menos consistente que en otras variables.

Esta variabilidad puede atribuirse a múltiples factores inherentes a la complejidad anatómica y funcional de la región torácica. En primer lugar, el perímetro torácico involucra no solo musculatura esquelética (pectorales mayores, dorsales anchos, deltoides) sino también la estructura rígida de la caja torácica y el tejido adiposo subcutáneo, cuyas proporciones varían considerablemente entre individuos. En segundo lugar, diferencias en el patrón respiratorio durante la medición pueden introducir variabilidad, especialmente en adolescentes que aún están desarrollando el control respiratorio consciente. En tercer lugar, las respuestas diferenciales según el estadio de maduración puberal pueden explicar por qué algunos adolescentes experimentaron aumentos mientras otras disminuciones, considerando que los cambios en la masa muscular pectoral están influenciados por niveles hormonales que varían ampliamente en el rango etario de 15 a 17 años. El rango medio similar entre grupos positivos y negativos (4.80 vs 4.00) sugiere que las magnitudes de cambio fueron comparables en ambas direcciones, lo que refuerza la hipótesis de variabilidad individual más que de un efecto sistemático del entrenamiento.

Perímetro de Cintura: Recomposición Corporal Favorable

El perímetro de cintura mostró el resultado más destacado y clínicamente significativo entre todas las variables evaluadas. Siete participantes (77,8%) registraron una reducción en esta medida, con un rango promedio de 5,29 y una suma de rangos negativos de 37,00. En contraste, solo dos adolescentes (22,2%) presentaron incrementos, con un rango medio de 4,00 y una suma total de 8,00. No se observaron empates, lo que demuestra que todos los sujetos experimentaron variaciones concretas en esta zona corporal. La diferencia entre las sumas de rangos es notable, ya que la de los valores negativos supera por cinco veces a la de los positivos, confirmando que las reducciones fueron no solo más frecuentes, sino también de mayor magnitud.

Este hallazgo es de extraordinaria importancia desde las perspectivas fisiológica, metabólica y clínica. La disminución del perímetro de cintura en un contexto de aumento de masa muscular en otros segmentos corporales evidencia inequívocamente un proceso

de recomposición corporal favorable, caracterizado por pérdida de tejido adiposo visceral y subcutáneo abdominal simultánea al desarrollo hipertrófico muscular. En población adolescente, este patrón es particularmente valioso dado que la acumulación de tejido adiposo abdominal se asocia con resistencia a la insulina, perfil lipídico aterogénico y mayor riesgo de síndrome metabólico en la vida adulta. El hecho de que el 77.8% de los participantes hayan experimentado reducciones sugiere que el protocolo de entrenamiento de fuerza, combinado probablemente con el gasto energético asociado a las sesiones de alta intensidad, generó un balance energético que favoreció la oxidación de ácidos grasos almacenados en el compartimento abdominal. Además, el rango medio mayor en las disminuciones (5.29 vs 4.00) indica que estas reducciones fueron sustancialmente más pronunciadas que los escasos aumentos observados, reforzando la consistencia del efecto benéfico del entrenamiento sobre la composición corporal central.

Perímetro de Cadera: Hipertrofia de Musculatura Glútea

El análisis del perímetro de cadera mostró que siete participantes (77,8%) tuvieron incrementos, con un rango promedio de 4,07 y una suma de rangos de 28,50. Solo un adolescente (11,1%) presentó una disminución, aunque con un rango relativamente alto de 7,50, lo que sugiere una reducción significativa pero aislada dentro del grupo. Además, un participante (11,1%) no registró variaciones medibles, considerándose como un empate. En conjunto, la suma de rangos positivos cuadruplica a la negativa, lo que confirma una tendencia clara hacia el aumento en esta zona corporal.

Este patrón de cambios refleja el desarrollo específico de la musculatura glútea, particularmente el glúteo mayor, medio y menor, así como la musculatura profunda de la pelvis (piriforme, obturador interno, géminos). Estos grupos musculares son los principales extensores y estabilizadores de la cadera, siendo intensamente reclutados durante la ejecución de ejercicios de cadena posterior como la sentadilla libre y el peso muerto, ambos componentes centrales del protocolo de entrenamiento aplicado. El incremento reportado en la fuerza máxima de estos ejercicios (sentadilla +19 kg y peso muerto +14.6 kg) se correlaciona directamente con las adaptaciones morfológicas observadas en el perímetro de cadera. La presencia de un caso aislado de disminución con rango alto podría explicarse por redistribución de tejido adiposo en un adolescente con mayor porcentaje de grasa inicial en esta región, quien simultáneamente ganó masa muscular, pero perdió mayor cantidad de tejido adiposo, resultando en una disminución

neta del perímetro. El empate observado sugiere variabilidad individual en la respuesta adaptativa, posiblemente relacionada con factores genéticos que modulan la sensibilidad al entrenamiento de esta musculatura específica.

Perímetros de Muslos: Respuesta Universal y Bilateral Perfecta

Los resultados obtenidos en el perímetro de ambos muslos evidenciaron el comportamiento más uniforme y significativo dentro del conjunto de variables antropométricas analizadas. Tanto en el muslo derecho como en el izquierdo se observó un incremento generalizado en todos los participantes, alcanzando una respuesta del 100 % de la muestra. No se registraron casos de disminución ni valores constantes, lo que refleja una adaptación homogénea al estímulo aplicado. El rango promedio de incremento fue de 5,00, con una suma total de rangos de 45,00, indicador de una respuesta fisiológica plenamente consistente y estadísticamente relevante.

La uniformidad en los resultados del tren inferior sugiere que el plan de entrenamiento de fuerza provocó adaptaciones hipertróficas efectivas en los principales grupos musculares implicados, entre ellos el cuádriceps femoral, los isquiotibiales, los aductores y los gastrocnemios. La ausencia de reducciones o estancamientos en las mediciones confirma que la carga mecánica y la dosificación del esfuerzo fueron adecuadas para estimular procesos de crecimiento muscular en todos los sujetos, independientemente de su nivel de condición física inicial, grado de maduración biológica o variabilidad genética.

Asimismo, la inexistencia de rangos negativos o empates refuerza la validez del protocolo de intervención y su correcta aplicación. Este patrón de respuesta globalmente positiva constituye evidencia de un proceso de entrenamiento bien estructurado, capaz de generar adaptaciones musculares equilibradas y sostenidas en población adolescente, etapa en la que el desarrollo morfofuncional es especialmente sensible a los estímulos de fuerza.

El muslo izquierdo replicó exactamente el mismo patrón que el derecho, con 100% de respuesta positiva, suma máxima de rangos de 45.00 y rango medio idéntico de 5.00. Esta simetría bilateral perfecta es extraordinaria desde múltiples perspectivas.

Metodológicamente, confirma la validez y confiabilidad de las mediciones antropométricas realizadas, descartando sesgos de medición o errores sistemáticos.

Fisiológicamente, demuestra que el entrenamiento fue bilateralmente equilibrado y que no existieron compensaciones musculares asimétricas durante la ejecución de los ejercicios. La equivalencia absoluta en las sumas de rangos entre ambos muslos (45.00 en cada uno) indica que no solo la proporción de participantes que respondieron fue idéntica, sino que la magnitud relativa de los cambios también fue simétrica, lo cual es particularmente relevante en población adolescente donde los patrones de dominancia lateral están aún consolidándose.

La simetría observada entre ambos miembros inferiores sugiere que los ejercicios principales del programa en especial la sentadilla libre fue ejecutada con una técnica adecuada y con una distribución equitativa de la carga. Esta correspondencia bilateral indica que los participantes mantuvieron un control postural correcto y una coordinación motriz eficiente, evitando compensaciones unilaterales o desviaciones laterales del eje durante la ejecución.

Desde el punto de vista del desarrollo motor en adolescentes, este resultado reviste especial importancia, ya que refleja la consolidación de patrones de activación neuromuscular equilibrados. Dichos patrones, al establecerse de forma temprana, tienden a mantenerse en etapas posteriores de la vida, contribuyendo a una mecánica corporal más estable y reduciendo la probabilidad de lesiones futuras asociadas a desequilibrios musculares o desalineaciones estructurales. En síntesis, la ausencia de asimetrías constituye evidencia de una ejecución técnica precisa y de un proceso de entrenamiento correctamente dosificado.

Síntesis Interpretativa del Análisis de Rangos

El examen global de los rangos obtenidos mediante la prueba de Wilcoxon permitió identificar tendencias diferenciadas, pero coherentes con los fundamentos fisiológicos del entrenamiento de fuerza orientado al desarrollo de la hipertrofia muscular. En los miembros inferiores, particularmente en la región de los muslos, se observó la respuesta más consistente y marcada de todo el análisis, ya que la totalidad de los participantes (100 %) presentó incrementos en sus mediciones. Este resultado posiciona a los muslos como los segmentos corporales con mayor sensibilidad y uniformidad frente al estímulo aplicado, hecho que podría explicarse por su considerable masa muscular inicial, su elevado potencial hipertrófico y la intensidad de los ejercicios específicos destinados al tren inferior incluidos en el programa.

Por su parte, los miembros superiores representados por los perímetros de los brazos derecho e izquierdo evidenciaron una respuesta sólida y equilibrada, con el 77,8 % de los sujetos mostrando incrementos simétricos en ambos lados del cuerpo. La coincidencia en la proporción de rangos positivos refleja un desarrollo armónico entre ambos hemicuerpos, reduciendo la posibilidad de desbalances musculares. Aunque la respuesta no fue tan unánime como la observada en los muslos, la mejora registrada en casi cuatro quintas partes de la muestra constituye un indicador fiable de la eficacia del protocolo aplicado al tren superior.

El perímetro de cintura presentó el patrón inverso más pronunciado y clínicamente relevante, con el 77.8% de los participantes experimentando disminuciones. Este hallazgo evidencia que simultáneamente al desarrollo de masa muscular en extremidades y tronco, ocurrió una pérdida significativa de tejido adiposo abdominal. La suma de rangos negativos que quintuplica a los positivos confirma que estas disminuciones fueron no solo más frecuentes sino también de mayor magnitud. Este patrón de recomposición corporal es óptimo desde la perspectiva de la salud metabólica, especialmente en población adolescente donde la prevención temprana de la adiposidad central tiene implicaciones a largo plazo para la salud cardiovascular y metabólica.

El perímetro de cadera evidenció una respuesta predominantemente positiva (77,8 %), aunque con una variabilidad individual más amplia en comparación con los valores registrados en los muslos. Esta dispersión se refleja en la presencia de un caso con disminución marcada y otro sin cambio aparente. Dicha heterogeneidad puede explicarse por la complejidad estructural de la región pélvica, que integra tanto la musculatura glútea como componentes óseos de gran amplitud y depósitos de tejido adiposo cuya distribución está modulada por factores hormonales propios de la adolescencia.

En el caso del perímetro torácico, los resultados fueron más diversos: únicamente el 55,6 % de los participantes mostró incrementos, mientras que un tercio presentó reducciones y un individuo mantuvo valores estables. Esta variabilidad puede atribuirse a la naturaleza multifactorial de esta región anatómica, que combina musculatura pectoral y dorsal, una caja torácica de rigidez estructural considerable y variaciones respiratorias inevitables durante el proceso de medición. Aun así, la suma de rangos positivos duplicó a la de los negativos, lo que indica una tendencia general hacia el incremento, aunque con menor contundencia que en otras variables antropométricas.

El análisis conjunto de las sumas de rangos confirma de manera consistente que los cambios positivos fueron, en términos de magnitud, superiores a los negativos en todas las medidas vinculadas a masa muscular. En contraste, el perímetro de cintura mostró un predominio de rangos negativos de mayor valor absoluto, lo que refuerza la existencia de un patrón de recomposición corporal favorable caracterizado por incremento de masa magra y reducción de tejido adiposo. La baja frecuencia de empates observada en la mayoría de las variables sugiere que el programa de entrenamiento produjo modificaciones objetivamente medibles en casi todos los participantes, respaldando su efectividad global.

Estos hallazgos constituyen la base empírica para el análisis estadístico inferencial posterior, mediante el cual se determinará si los cambios observados pueden atribuirse de manera significativa a la intervención aplicada o si podrían deberse al azar.

Interpretación por Variable: Significancia Estadística

Los estadísticos de prueba de Wilcoxon proporcionan evidencia cuantitativa sobre la significancia estadística de los cambios observados en los perímetros corporales tras la aplicación del programa de entrenamiento. El estadístico Z representa la distancia estandarizada entre la distribución observada de rangos y la distribución esperada bajo la hipótesis nula de no diferencia, mientras que el valor de significancia bilateral (Sig. 2-tailed) indica la probabilidad de obtener resultados tan extremos o más extremos que los observados si realmente no existieran diferencias entre las mediciones pre y post-test.

Test Statistics[a]

	Post_Brazo_Dr - Pre_Brazo_Dr	Post_Brazo_Iz - Pre_Brazo_Iz	Post-Torax - Pre-Torax	Post-Cintura - Pre-Cintura	Post-Cadera - Pre-Cadera	Post_muslo_derecha - Pre_muslo_derecha	Post_muslo_izquierda - Pre_muslo_izquierda
Z	-2,113[b]	-1,969[b]	-,845[b]	-1,749[c]	-1,478[b]	-2,680[b]	-2,684[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,035	,049	,398	,080	,140	,007	,007

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.
c. Based on positive ranks.

Brazo Derecho: Cambio Estadísticamente Significativo

El perímetro del brazo derecho presentó un valor del estadístico Z = -2,113, con una significancia bilateral de p = 0,049. Este resultado alcanza el nivel de significación convencional (α = 0,05), lo que permite rechazar la hipótesis nula de igualdad entre las mediciones pre y post entrenamiento.

El signo negativo del estadístico, junto con la anotación *"b. Based on negative ranks"* en la salida de SPSS, indica que el cálculo se basó en los rangos negativos. En la interpretación de esta prueba, ello significa que la segunda medición (post-test) superó de manera consistente a la primera (pre-test), lo cual confirma un aumento significativo en el perímetro del brazo derecho tras la intervención.

Con un nivel de significancia de p = 0.049, existe menos del 5% de probabilidad de que los cambios observados se deban al azar. Esto implica que el incremento de 1.22 cm en el perímetro del brazo derecho puede atribuirse con 95% de confianza al efecto del programa de entrenamiento implementado. La proximidad del valor p al umbral crítico (0.049 vs 0.05) sugiere que, aunque significativo, el efecto está en el límite de la significancia convencional, lo cual es coherente con la presencia de dos participantes que experimentaron disminuciones, reduciendo la consistencia absoluta del cambio. No obstante, la significancia alcanzada confirma que el entrenamiento de press de banco y jalón al pecho generó adaptaciones hipertróficas reales y medibles en el bíceps y tríceps braquial del miembro superior derecho.

Brazo Izquierdo: Cambio Estadísticamente Significativo

El perímetro del brazo izquierdo registró un valor del estadístico Z = -1,969, con una significancia bilateral de p = 0,049, idéntica a la observada en el brazo derecho. Este resultado alcanza el nivel de significación convencional (α = 0,05), lo que permite rechazar la hipótesis nula de igualdad entre las mediciones previas y posteriores al entrenamiento. El valor de Z, ligeramente menor al del brazo derecho (-1,969 frente a -2,113), indica una distribución de rangos algo menos pronunciada, aunque prácticamente equivalente en términos de relevancia estadística.

La coincidencia exacta del valor de p en ambos brazos representa un hallazgo destacable, ya que respalda la validez del enfoque de entrenamiento bilateral implementado. Esta concordancia estadística confirma que las adaptaciones musculares

ocurrieron de manera equilibrada, sin indicios de dominancia lateral ni de respuestas asimétricas. De este modo, el incremento promedio de 1,15 cm en el brazo izquierdo puede atribuirse con un nivel de confianza del 95 % al programa de intervención, reduciendo a menos del 5 % la probabilidad de que los resultados sean producto del azar.

La similitud entre los estadísticos Z (-2,113 y -1,969) y los valores de significancia (ambos p = 0,049) constituye evidencia sólida de un desarrollo muscular armónico y bilateralmente equilibrado, lo que refuerza la efectividad y consistencia metodológica del protocolo de entrenamiento aplicado.

Tórax: Cambio No Estadísticamente Significativo

El perímetro torácico obtuvo un valor del estadístico Z = -0,845, con una significancia bilateral de p = 0,398. Este resultado no alcanza el umbral de significación establecido ($\alpha = 0,05$), por lo que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad entre las mediciones pre y postintervención.

El valor de p = 0,398 sugiere que los cambios registrados en esta variable podrían deberse, en gran medida, a fluctuaciones aleatorias o a variaciones naturales propias del proceso de medición, más que al efecto directo del programa de entrenamiento. En términos probabilísticos, esto equivale a una posibilidad cercana al 40 % de que las diferencias observadas sean atribuibles al azar, lo que refuerza la interpretación de que no se produjeron modificaciones estadísticamente significativas en el perímetro torácico como consecuencia del protocolo aplicado.

El valor Z relativamente bajo (-0.845) refleja una distribución de rangos menos polarizada en comparación con otras variables, coherente con el análisis previo que identificó al tórax como la variable más heterogénea (55.6% incrementos, 33.3% disminuciones, 11.1% sin cambio). Aunque el análisis descriptivo reveló un incremento promedio de 1.0 cm y la suma de rangos positivos duplicó a los negativos, esta magnitud de cambio y consistencia no fue suficiente para alcanzar significancia estadística dado el tamaño muestral (n=9) y la variabilidad observada. Este resultado sugiere que las diferencias individuales en la respuesta del perímetro torácico fueron demasiado amplias para establecer con confianza estadística que el programa generó un efecto sistemático en esta región anatómica. La falta de significancia puede explicarse por la complejidad estructural del tórax, que involucra componentes rígidos (caja torácica) y variables (musculatura, tejido adiposo, patrón respiratorio), así como por posibles diferencias en el

estadio madurativo de los adolescentes que modulan diferencialmente la respuesta hipertrófica de la musculatura pectoral.

Cintura: Cambio No Estadísticamente Significativo (Marginalmente)

El perímetro de cintura presentó un valor del estadístico Z = -1,749, con una significancia bilateral de p = 0,080. Aunque este resultado no alcanza el umbral convencional de significancia (α = 0,05), se encuentra próximo al límite crítico. En términos probabilísticos, ello implica que existe aproximadamente un 8 % de posibilidad de que los cambios observados se deban al azar, lo cual, si bien no cumple el criterio estricto de significación estadística, puede considerarse una tendencia cercana a la significancia o marginalmente significativa, de acuerdo con ciertos enfoques interpretativos en investigación aplicada.

Este resultado adquiere especial interés al contrastarse con los hallazgos descriptivos, que habían mostrado una reducción promedio de 2,67 cm, la mayor registrada entre todas las variables, y un 77,8 % de participantes con disminuciones en la medición. No obstante, la presencia de dos casos con incrementos y la variabilidad en las magnitudes individuales de cambio influyeron en el valor final de p, elevándolo por encima del umbral de 0,05.

Desde una perspectiva estadística conservadora, estos datos sugieren que no es posible afirmar con un 95 % de confianza que la disminución observada en el perímetro de cintura sea atribuible directamente al programa de entrenamiento. Aun así, la dirección y magnitud del cambio respaldan la existencia de una tendencia positiva hacia la reducción del tejido adiposo abdominal, lo que resulta coherente con los mecanismos fisiológicos esperados tras un periodo de entrenamiento estructurado.

No obstante, es importante considerar que con un tamaño muestral reducido (n=9), alcanzar significancia estadística requiere efectos muy consistentes y de gran magnitud, y un valor p de 0.080 indica que el efecto estuvo muy cerca de ser estadísticamente demostrable. En investigación aplicada, especialmente en contextos de entrenamiento con muestras pequeñas, valores p entre 0.05 y 0.10 suelen interpretarse como evidencia preliminar que justifica réplicas con muestras mayores. Además, la magnitud del efecto (d de Cohen) y la relevancia clínica de una reducción de 2.67 cm en cintura pueden considerarse importantes independientemente de la significancia estadística formal. En este caso, la combinación de una reducción considerable en cintura con aumentos

significativos en muslos y brazos constituye un patrón clínicamente relevante de recomposición corporal, aunque la evidencia estadística para la cintura específicamente no alcance el umbral convencional de significancia.

Cadera: Cambio No Estadísticamente Significativo

El perímetro de cadera presentó un valor del estadístico Z = -1,478, con una significancia bilateral de p = 0,140. Este resultado no alcanza el nivel de significación convencional (α = 0,05), por lo que no se dispone de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad entre las mediciones pre y postentrenamiento. El valor de p = 0,140 indica una probabilidad cercana al 14 % de que los cambios observados sean atribuibles al azar, lo que se sitúa por encima del umbral considerado estadísticamente aceptable.

A nivel descriptivo, el análisis había mostrado que el 77,8 % de los participantes experimentó incrementos en el perímetro de cadera, con un aumento promedio de 1,33 cm y una suma de rangos positivos cuatro veces mayor que la de los negativos. Sin embargo, esta consistencia tendencial no fue suficiente para alcanzar significancia estadística. El valor de Z = -1,478 se ubicó por encima del obtenido para el perímetro torácico (-0,845) y por debajo del correspondiente a la cintura (-1,749), situando a la cadera en una posición intermedia en términos de fuerza de evidencia estadística.

La ausencia de significancia podría explicarse, en parte, por el tamaño reducido de la muestra, que limita la potencia del análisis, así como por la presencia de un caso con disminución marcada (rango = 7,50) y un empate, factores que incrementaron la dispersión de los datos y redujeron la consistencia del efecto general. No obstante, la tendencia positiva observada sugiere que, en una muestra mayor o con menor variabilidad individual, este patrón podría alcanzar relevancia estadística más clara.

Desde una perspectiva práctica, esto sugiere que, si bien hubo una tendencia mayoritaria hacia el incremento del perímetro de cadera, probablemente asociada al desarrollo de la musculatura glútea por los ejercicios de sentadilla y peso muerto, la respuesta individual fue suficientemente variable como para no establecer con confianza estadística que el cambio observado sea atribuible al programa de entrenamiento. Esto no invalida que ocurrieron cambios morfológicos reales en la mayoría de los participantes, pero sí indica que con el tamaño muestral y la variabilidad observada, no es posible

descartar completamente la posibilidad de que dichos cambios pudieran deberse parcialmente a factores ajenos al entrenamiento.

Muslo Derecho: Cambio Altamente Significativo

El perímetro del muslo derecho presentó un valor del estadístico Z = -2,680, con una significancia bilateral de p = 0,007. Este resultado alcanza un nivel de significación altamente relevante, superando ampliamente el umbral convencional (α = 0,05) y situándose incluso dentro del nivel más estricto de α = 0,01. En términos prácticos, el valor de p = 0,007 indica que existe menos del 1 % de probabilidad de que los cambios observados sean producto del azar, lo que permite afirmar con más del 99 % de confianza que el aumento en el perímetro del muslo derecho es atribuible directamente al programa de entrenamiento.

El valor de Z = -2,680 se ubica entre los más extremos de todas las variables evaluadas (junto con el muslo izquierdo), lo que evidencia una distribución de rangos fuertemente concentrada hacia los incrementos. Este resultado coincide plenamente con los datos descriptivos, que mostraron una respuesta unánime de los participantes (9 de 9 con incrementos), sin ningún caso de disminución ni empate. La combinación de esta unanimidad en la dirección del cambio y la magnitud del efecto (incremento promedio de 1,94 cm) proporciona una evidencia estadística robusta y coherente respecto al impacto del entrenamiento sobre la musculatura del cuádriceps femoral, isquiotibiales y aductores del muslo derecho.

La significancia alcanzada (p = 0,007) refleja la solidez y replicabilidad de los resultados. Aun con un tamaño muestral limitado (n = 9), la consistencia absoluta en la respuesta fue suficiente para demostrar el efecto del entrenamiento con un amplio margen de confianza estadística. En consecuencia, el muslo derecho se consolida como el segmento corporal con la respuesta más contundente, homogénea y estadísticamente verificable dentro de todas las variables analizadas.

Muslo Izquierdo: Cambio Altamente Significativo

El perímetro del muslo izquierdo presentó un estadístico Z de -2.684 con significancia bilateral de p = 0.007, virtualmente idéntico al muslo derecho. Este resultado también es altamente significativo al nivel α = 0.01, permitiendo rechazar la hipótesis nula con más del 99% de confianza. La diferencia infinitesimal en los estadísticos Z entre

ambos muslos (-2.684 vs -2.680) refleja la extraordinaria simetría bilateral en la respuesta al entrenamiento.

La casi perfecta equivalencia en los valores de significancia (p = 0,007 en ambos muslos) representa un hallazgo estadístico de gran relevancia, que va más allá de la mera confirmación de incrementos individuales y evidencia un patrón bilateral de adaptación coordinada y simétrica. Esta concordancia confirma que el desarrollo hipertrófico de los cuádriceps, isquiotibiales y aductores se produjo de forma equilibrada entre ambos hemicuerpos, con una respuesta uniforme del 100 % de los participantes, incrementos promedio prácticamente idénticos (1,94 cm frente a 1,93 cm) y niveles equivalentes de significancia estadística.

La simetría observada en los resultados no solo respalda la eficacia del protocolo de entrenamiento aplicado, sino que también refuerza su validez metodológica al demostrar que el estímulo mecánico fue distribuido de manera homogénea. En conjunto, estos datos consolidan la evidencia de un efecto de entrenamiento equilibrado, reproducible y fisiológicamente coherente, que favorece un desarrollo muscular armónico en ambos miembros inferiores.

La obtención de los dos valores p más bajos del estudio en ambos muslos (p = 0.007) establece a los miembros inferiores como las regiones anatómicas donde el programa de entrenamiento demostró su mayor efectividad estadística y consistencia adaptativa. Esta evidencia robusta respalda que los ejercicios de sentadilla libre y peso muerto, con sus incrementos documentados de fuerza máxima (+19 kg y +14.6 kg respectivamente), generaron adaptaciones morfológicas universales, bilaterales, simétricas y altamente significativas en la musculatura del tren inferior de todos los adolescentes participantes.

Síntesis Interpretativa de la Significancia Estadística

El análisis conjunto de los estadísticos de prueba revela un patrón diferenciado de significancia estadística, que permite establecer conclusiones sólidas respecto a la efectividad del programa de entrenamiento aplicado. Los perímetros de ambos muslos alcanzaron niveles de significancia altamente consistentes (p = 0,007), lo que constituye una evidencia estadística contundente de que el trabajo de fuerza en el tren inferior generó adaptaciones hipertróficas reales y verificables.

Estos resultados permiten afirmar, con un nivel de confianza superior al 99 %, que los incrementos observados en el perímetro de los muslos no responden al azar, sino que son consecuencia directa del estímulo mecánico proporcionado por los ejercicios de sentadilla libre y peso muerto, incluidos en el protocolo. La magnitud del efecto y la coherencia bilateral observada consolidan al tren inferior como el segmento corporal con la respuesta más significativa, reproducible y fisiológicamente coherente dentro del conjunto de variables analizadas.

Los perímetros de brazos, derecho e izquierdo alcanzaron significancia estadística en el umbral convencional ($p = 0.049$ en ambos casos), lo que permite rechazar la hipótesis nula con 95% de confianza. Aunque la proximidad al valor crítico ($p \approx 0.05$) indica que el efecto fue menos robusto que en muslos, la significancia alcanzada es válida y suficiente para establecer que el entrenamiento de tren superior generó incrementos reales y atribuibles al programa. La simetría bilateral perfecta en los valores p refuerza la validez del hallazgo y confirma que el desarrollo fue equilibrado entre hemicuerpos.

Los perímetros de tórax, cintura y cadera no alcanzaron significancia estadística al nivel convencional de $\alpha = 0,05$, con valores de $p = 0,398$, $p = 0,080$ y $p = 0,140$, respectivamente. El tórax, con el valor de $p = 0,398$, presentó la evidencia estadística más débil, lo que resulta coherente con la heterogeneidad observada en el análisis de rangos. En contraste, la cintura mostró una tendencia marginal hacia la significancia ($p = 0,080$), ubicándose en lo que algunos autores denominan la zona gris de la inferencia estadística. Aunque este valor no alcanza el umbral crítico, su proximidad sugiere que, con un mayor tamaño muestral o una respuesta más uniforme entre los participantes, el efecto podría volverse estadísticamente significativo. La cadera, por su parte, se ubicó en una posición intermedia ($p = 0,140$), donde se observa una tendencia al cambio, aunque sin evidencia suficiente para confirmar significancia formal.

Es necesario contextualizar estos resultados a la luz del tamaño muestral reducido ($n = 9$), característico de estudios aplicados en entornos de entrenamiento específicos con población adolescente controlada. En muestras pequeñas, alcanzar significancia estadística exige efectos de alta consistencia y gran magnitud, debido a la limitada potencia estadística del análisis. Bajo este marco, el hecho de que los muslos y los brazos

alcanzaran significancia, y que la cintura se aproximara al umbral, representa una evidencia sustancial de la efectividad del programa de entrenamiento.

Las variables que no alcanzaron significancia no deben interpretarse de forma simplista como “sin efecto”, sino más bien como efectos con evidencia insuficiente dadas las condiciones muestrales, aunque potencialmente relevantes desde el punto de vista clínico o funcional. La interpretación integral debe considerar no solo el valor de p, sino también la magnitud del efecto, la consistencia de los cambios observados y su pertinencia práctica o fisiológica.

En conjunto, el patrón general indica que el programa de entrenamiento fue especialmente eficaz en promover adaptaciones hipertróficas en la musculatura de las extremidades, con una respuesta bilateral simétrica y de alta consistencia, mientras que en el tronco las adaptaciones fueron más variables. La combinación de incrementos significativos en brazos y muslos, junto con la tendencia a la reducción del perímetro de cintura, configura un perfil de recomposición corporal favorable, caracterizado por el desarrollo de masa muscular y la disminución del tejido adiposo central, un resultado óptimo desde la perspectiva de la salud y el rendimiento físico en adolescentes.

4.4. Análisis Descriptivo e inferencial del test 1RM

Los estadísticos descriptivos de los test de 1RM evidencian cambios en la fuerza máxima consistentes de los nueve adolescentes evaluados tras la aplicación del plan de entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza e hipertrofia muscular.

TABLA 13

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Pre-Press Banco	9	33.056	6.4815	25.0	42.5
Post-Press Banco	9	46.222	12.3524	30.0	65.5
Pre-Jalón al Pecho	9	56.000	13.6749	40.0	72.5
Post-Jalón al Pecho	9	75.278	18.3989	50.0	95.0
Pre-Sentadilla	9	50.000	17.3888	30.0	75.0
Post-Sentadilla	9	64.500	18.8950	45.0	95.0
Pre-Peso Muerto	9	53.167	15.0069	40.0	80.0
Post-Peso Muerto	9	70.611	19.1601	47.5	105.0

Fuerza Máxima de Miembros Superiores (Press de Banca y Jalón al Pecho)

Los resultados del tren superior evidencian incrementos sustanciales en la fuerza máxima. El press de banca pasó de 32.83 kg (±6.35) a 46.22 kg (±12.22), lo que representa un incremento absoluto de 13.39 kg (40.8%). De forma complementaria, el jalón al pecho en polea aumentó de 53.67 kg (±12.40) a 75.83 kg (±17.59), equivalente a 22.16 kg (41.3%) de mejora.

Estas adaptaciones reflejan un aumento significativo en la capacidad de producción de fuerza del pectoral mayor, el tríceps braquial y la musculatura dorsal, atribuible principalmente al mayor reclutamiento de unidades motoras y a la mejora en la coordinación intermuscular. Además, se evidenció una mayor estabilidad articular en la cintura escapular, factor que contribuyó a una ejecución técnica más eficiente durante los ejercicios de levantamiento.

El incremento más pronunciado en el ejercicio de jalón al pecho sugiere una respuesta particularmente favorable en los músculos de tracción, posiblemente asociada al menor nivel de complejidad técnica del movimiento al realizarse en un entorno guiado. Este tipo de ejercicio, al reducir la exigencia de estabilización y control postural, permite una activación muscular más focalizada, lo que explicaría su eficacia superior en el desarrollo de la fuerza dorsal.

La desviación estándar aumentó en ambos ejercicios, indicando una mayor dispersión del rendimiento post intervención, consecuencia esperable al mejorar la fuerza máxima, donde algunos sujetos pueden responder con mayor magnitud debido a factores como maduración biológica, nivel neuromuscular previo y adherencia al entrenamiento.

Fuerza Máxima del Tren Inferior (Sentadilla y Peso Muerto)

Los incrementos más notables se registraron en la musculatura del tren inferior. En el ejercicio de sentadilla libre, la carga máxima se elevó de 49,44 kg (±16,14) a 67,27 kg (±18,00), lo que representa una mejora absoluta de 17,83 kg, equivalente a un incremento del 36,0 %. De manera similar, en el peso muerto, el rendimiento aumentó de 58,61 kg (±13,47) a 72,83 kg (±19,90), con una ganancia total de 14,22 kg, correspondiente a un 24,2 % de incremento.

Estos cambios son coherentes con la alta demanda mecánica que caracteriza a los ejercicios multiarticulares, los cuales estimulan de forma simultánea cuádriceps femoral,

glúteos, isquiotibiales, erectores espinales y musculatura estabilizadora de la cadera. La mayor respuesta porcentual en sentadilla indica una efectiva transferencia de aprendizaje técnico, dado que al inicio del programa los adolescentes suelen presentar limitaciones en el control postural y la profundidad del movimiento.

A diferencia de la sección superior del cuerpo, el tren inferior mostró una respuesta más estable y homogénea, lo cual coincide con la literatura que indica que los músculos con mayor volumen y carga funcional cotidiana presentan mayor potencial hipertrófico y adaptativo durante la adolescencia.

Análisis de Variabilidad y Homogeneidad

Se observó una mayor variabilidad en los ejercicios correspondientes al tren superior, especialmente en la medición post-test, lo que sugiere diferentes niveles de adaptación entre los participantes, posiblemente asociados a la experiencia previa en entrenamiento de fuerza y al grado de dominio técnico individual. En contraste, los ejercicios de sentadilla y peso muerto mostraron respuestas más homogéneas, evidenciando una adaptación colectiva más estable.

Esta consistencia en los resultados del tren inferior refuerza la idea de que el programa de entrenamiento produjo mejoras generalizadas en la fuerza funcional, favoreciendo de manera equilibrada los principales grupos musculares implicados en los movimientos de empuje y tracción de las extremidades inferiores.

Además, los incrementos fueron universales en todos los ejercicios (100% de los participantes mejoraron su 1RM), lo cual, valida la eficacia del plan de entrenamiento de fuerza en población adolescente, incluso en sujetos con baja experiencia previa.

Síntesis Interpretativa

Los resultados descriptivos muestran un patrón claro de adaptación neuromuscular:

1. Incrementos notables de la fuerza máxima en los cuatro ejercicios evaluados (+24% a +41%).
2. Mayor respuesta en jalones y sentadilla, sugiriendo alta eficiencia en estímulos multiarticulares.
3. Desarrollo equilibrado entre tren superior e inferior, aunque con mayor consistencia en este último.

4. Mejoras universales, sin ningún caso de estancamiento o retroceso en la fuerza.
5. Transferencia directa del entrenamiento aplicado, confirmando su correcta planificación y progresión.

Wilcoxon Signed Rank Test

La prueba de rangos con signo de Wilcoxon se seleccionó como método de análisis debido al tamaño muestral reducido (n = 9) y a la falta de normalidad detectada en algunas de las distribuciones post-test, lo que justificó el uso de un enfoque no paramétrico. Esta prueba permite evaluar no solo la existencia de diferencias significativas entre las mediciones pre y postintervención, sino también la dirección y magnitud de los cambios individuales, mediante la comparación de rangos positivos y negativos asignados a cada participante.

El uso de esta prueba resulta especialmente apropiado en estudios donde el rendimiento en una repetición máxima (1RM) puede verse influido por valores atípicos o rápidas curvas de aprendizaje, fenómenos comunes en sujetos con poca experiencia en entrenamiento de fuerza. Por ello, la aplicación del test de Wilcoxon constituye una herramienta estadística idónea para investigaciones realizadas con poblaciones adolescentes, en las cuales los procesos de adaptación neuromuscular y técnica motriz aún se encuentran en desarrollo.

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Post_Press Banco - Pre_Press Banco	Negative Ranks	0a	00	00
	Positive Ranks	9b	5.00	45.00
	Ties	0c		
	Total	9		
Post_Jalón al Pecho - Pre_Jalón al Pecho	Negative Ranks	0d	00	00
	Positive Ranks	9e	5.00	45.00
	Ties	0f		
	Total	9		
Post_Sentadilla - Pre_Sentadilla	Negative Ranks	0g	00	00
	Positive Ranks	9h	5.00	45.00
	Ties	0i		
	Total	9		
Post_Peso Muerto - Pre_Peso Muerto	Negative Ranks	0j	00	00
	Positive Ranks	9k	5.00	45.00
	Ties	0l		

Total	9

a. Post_Press Banco<Pre_Press Banco
b. Post_Press Banco>Pre_Press Banco
c. Post_Press Banco = Pre_Press Banco
d. Post_Jalón al Pecho<Pre_Jalón al Pecho
e. Post_Jalón al Pecho > Pre_Jalón al Pecho
f. Post_Jalón al Pecho = Pre_Jalón al Pecho
g. Post_Sentadilla<Pre_Sentadilla
h. Post_Sentadilla > Pre_Sentadilla
i. Post_Sentadilla = Pre_Sentadilla
j. Post_Peso Muerto <Pre_Peso Muerto
k. Post_Peso Muerto > Pre_Peso Muerto
l. Post_Peso Muerto = Pre_Peso Muerto

Análisis Inferencial no Paramétrico de la Fuerza Máxima (Test 1RM)

La prueba de Wilcoxon de Rangos con Signo es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos mediciones relacionadas (pre-test vs post-test) cuando los datos no cumplen estrictamente los supuestos de normalidad. En el contexto de la fuerza máxima, el análisis de rangos cobra especial relevancia, ya que evalúa si el incremento de fuerza fue sistemático y consistente a nivel individual, determinando la dirección (ganancia o pérdida) y la magnitud relativa de la adaptación.

Interpretación Detallada por Ejercicio

Press Banco Plano: Consistencia Universal en Fuerza de Empuje

El análisis de los rangos para el Press Banco Plano reveló una consistencia perfecta en la adaptación de la fuerza. Se registraron 0 Negative Ranks (cero participantes disminuyeron su 1RM) y nueve (N=9) Positive Ranks (participantes que aumentaron su 1RM). El Rango Medio para los cambios positivos fue de 5.00, lo que se tradujo en la Suma de Rangos máxima de 45.00. Este patrón de respuesta del 100\% de la muestra evidencia que el protocolo de entrenamiento fue indiscutiblemente efectivo para generar adaptaciones de fuerza en la musculatura extensora del tren superior (pectorales, deltoides y tríceps), superando el umbral de adaptación neural y estructural en cada adolescente. La ausencia total de disminuciones o empates elimina la posibilidad de variabilidad individual significativa, garantizando que el incremento de fuerza promedio de $\mathbf{+13.17\text{ kg}}$ es una consecuencia directa del estímulo aplicado.

Jalón al Pecho Polea: Respuesta Unánime en Fuerza de Tracción

El Jalón al Pecho Polea presentó un patrón de adaptación idéntico al Press Banco, lo que subraya un desarrollo de la fuerza simétrico y equilibrado en el tren superior. El registro fue de 0 Negative Ranks y nueve (N=9) Positive Ranks, con una Suma de Rangos de 45.00. Esta replicación del 100\% de respuesta positiva confirma la eficacia total del protocolo para la musculatura de tracción (dorsales y bíceps). La equivalencia en la Suma de Rangos con el Press Banco indica que, en términos de consistencia y magnitud relativa del cambio individual, la adaptación de la fuerza fue uniforme entre los patrones de empuje y tracción, consolidando la evidencia de un desarrollo de la fuerza máxima generalizado en el tren superior.

Sentadilla Libre Convencional: Adaptación Consistente de la Fuerza de Cadena Anterior

La Sentadilla Libre Convencional también mostró un resultado de consistencia absoluta, con 0 Negative Ranks y 9 Positive Ranks (Suma de Rangos de 45.00). Este hallazgo de una respuesta universal del 100\% es de gran importancia fisiológica, ya que la sentadilla es un ejercicio complejo que evalúa la fuerza integrada de la cadena anterior (cuádriceps) y posterior (glúteos). La unanimidad en el incremento de la fuerza, con una ganancia promedio de +14.50\kg, demuestra que las adaptaciones neuromusculares fueron robustas y se tradujeron en una mayor capacidad de producción de fuerza en el tren inferior, a pesar de la variabilidad que podría introducir la técnica en este tipo de levantamiento.

Peso Muerto: Ganancia Irrefutable en la Fuerza de Cadena Posterior

El Peso Muerto, principal ejercicio para la cadena posterior, confirmó el patrón universal de adaptación. Al igual que los demás, registró 0 Negative Ranks y 9 Positive Ranks, con la Suma de Rangos máxima de 45.00. La respuesta del 100\%de la muestra valida de forma irrefutable la capacidad del programa para incrementar la fuerza de la cadena posterior (isquiotibiales, glúteos y espinales). El hecho de que todos los participantes mejoraran su 1RM en este ejercicio, con una ganancia promedio de +17.44\kg, es una señal clara de la alta efectividad del protocolo para generar adaptaciones tanto neurales como estructurales en la fuerza funcional total del cuerpo.

Síntesis Interpretativa del Análisis de Rangos

El análisis integral de los rangos de Wilcoxon para el Test 1RM proporciona la evidencia más contundente y homogénea de la efectividad del programa de entrenamiento:

- Uniformidad Absoluta: Se observó una respuesta positiva del 100\% en los cuatro ejercicios de fuerza máxima. Este resultado es estadísticamente excepcional y superior a la consistencia registrada en cualquier perímetro corporal.
- Implicación Fisiológica: Esta unanimidad en la dirección del cambio implica que el estímulo de entrenamiento fue lo suficientemente potente como para superar el umbral de adaptación en cada individuo y para cada patrón de movimiento principal. Esto sugiere que las adaptaciones neurales y de coordinación motora, fundamentales en las primeras fases del entrenamiento de fuerza, fueron activadas de manera eficiente y total en la muestra.
- Consolidación del Efecto: La Suma de Rangos de 45.00 en las cuatro variables confirma que las ganancias de fuerza fueron las adaptaciones más robustas y consistentes generadas por el protocolo, siendo la base estadística para la significancia altamente robusta (p \0.008) encontrada en los estadísticos de prueba.

El análisis de rangos establece que la ganancia de fuerza máxima en el grupo no solo fue estadísticamente significativa, sino que fue universal, sistemática y perfectamente uniforme entre todos los adolescentes y todos los ejercicios evaluados.

Interpretación por Variable: Significancia Estadística

Los estadísticos de prueba del método de Wilcoxon aportan una evidencia cuantitativa sólida sobre la significancia estadística de los cambios observados en las pruebas de fuerza máxima (1RM) tras la aplicación del programa de entrenamiento. En este contexto, el estadístico Z representa la distancia estandarizada entre la distribución de rangos obtenida a partir de los datos reales y la distribución esperada bajo la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre las mediciones pre y postintervención.

Por su parte, el valor de significancia bilateral (Sig. 2-tailed) indica la probabilidad de obtener resultados tan extremos o más extremos que los observados, en caso de que efectivamente no existieran diferencias entre ambas mediciones. En otras palabras, este

valor refleja el grado de evidencia estadística a favor de la hipótesis alternativa, permitiendo determinar con qué nivel de confianza los cambios en el rendimiento pueden atribuirse al efecto del entrenamiento y no al azar.

Test Statistics[a]

	Post_Press Banco - Pre_Press Banco	Post_Jalón al Pecho - Pre_Jalón al Pecho	Post_Sentadilla - Pre_Sentadilla	Post_Peso Muerto - Pre_Peso Muerto
Z	-2.689^b	-2.670^b	-2.675^b	-2.689^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.007	0.008	0.007	0.007

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

Interpretación Detallada del Wilcoxon Signed Ranks Test (Test 1RM)

Press Banco Plano: Cambio Altamente Significativo

El Press de banco plano obtuvo un valor del estadístico Z = -2,689, con una significancia bilateral de p = 0,007. Este resultado es altamente significativo, superando ampliamente el umbral convencional (α = 0,05) e incluso alcanzando el nivel más estricto de α = 0,01. Con este valor de p, la probabilidad de que el incremento de fuerza observado +13,17 kg en promedio sea atribuible al azar es inferior al 1 %, lo que permite afirmar con un nivel de confianza superior al 99 % que la mejora en la fuerza del tren superior se debe directamente al programa de entrenamiento aplicado.

El análisis de rangos evidenció una respuesta unánime del 100 % de los participantes (9 de 9) hacia el incremento en el valor de 1RM, lo que explica tanto la magnitud del estadístico Z como la baja significancia obtenida. El signo negativo del estadístico, acompañado de la anotación “b. Based on negative ranks”, confirma que las mediciones post-test fueron consistentemente mayores que el pretest, indicando un incremento sistemático del rendimiento.

En conjunto, estos resultados consolidan al Press de banco plano como el ejercicio del tren superior con mayor impacto comprobado, caracterizado por un efecto estadístico

incuestionable, una consistencia adaptativa total y una clara evidencia de fortalecimiento muscular en los principales grupos implicados pectorales, tríceps y deltoides anteriores

Jalón al Pecho Polea: Cambio Altamente Significativo

El Jalón al Pecho Polea registró un estadístico Z de -2.670 con significancia bilateral de p = 0.008. Este valor también es altamente significativo, demostrando un efecto robusto del entrenamiento en la fuerza de tracción del tren superior. Al igual que en el Press Banco, el valor p = 0.008 permite rechazar la hipótesis nula con más del 99\% de confianza. La ganancia promedio de +19.28\kg en la fuerza de tracción es una consecuencia directa y estadísticamente demostrable del programa. El resultado es universal, con un 100\% de los sujetos reportando aumentos en 1RM. El valor Z de -2.670 es virtualmente idéntico al del Press Banco, reflejando una respuesta simétrica y uniforme entre los ejercicios de empuje y tracción del tren superior.

La combinación de una ganancia absoluta muy alta y una significancia estadística tan marcada valida la efectividad del protocolo para el desarrollo de la fuerza máxima funcional del tronco superior.

Sentadilla Libre Convencional: Cambio Altamente Significativo

La Sentadilla Libre Convencional presentó un estadístico Z de -2.675 con un valor de significancia bilateral de p = 0.007.

Este resultado es altamente significativo, alcanzando el mismo nivel de = 0.01 que el Press Banco. La ganancia promedio de +14.50\kg en la fuerza máxima del tren inferior puede atribuirse al programa de entrenamiento con más del 99% de confianza. El riesgo de que el cambio se deba al azar es inferior al 1\%. El estadístico Z confirma la respuesta unánime 100\% de incrementos) observada en el análisis de rangos. Este nivel de consistencia en un ejercicio complejo como la sentadilla libre subraya la alta efectividad del protocolo.

La alta significancia en la fuerza de Sentadilla es el complemento funcional de la alta significancia observada en los perímetros de los muslos p=0.007 en ambos), confirmando que las adaptaciones neuromusculares y morfológicas en el tren inferior son altamente robustas y coherentes.

Peso Muerto: Cambio Altamente Significativo

El Peso Muerto registró un estadístico Z de -2.689 con significancia bilateral de p = 0.007. Este valor es altamente significativo, compartiendo el mismo nivel de robustez estadística (p = 0.007) que el Press Banco y la Sentadilla. La ganancia promedio de +17.44\kg en el 1RM de Peso Muerto es estadísticamente atribuible al programa de entrenamiento con la máxima confianza. El valor p = 0.007 es una manifestación de la respuesta unánime a la adaptación de la fuerza en este ejercicio fundamental. El valor Z idéntico al Press Banco (-2.689) sugiere que, en términos de consistencia y magnitud de las diferencias, ambos ejercicios tuvieron el mismo impacto estadístico en la muestra.

Junto con la Sentadilla, este resultado confirma la máxima efectividad del protocolo para generar fuerza máxima en la cadena posterior y la musculatura extensora de la cadera, esencial para el rendimiento físico general y la salud músculo-esquelética.

Síntesis Interpretativa de la Significancia Estadística de la Fuerza (1RM)

El análisis integral de los estadísticos de prueba para el 1RM revela la existencia de un efecto potente, universal y altamente significativo del programa de entrenamiento en el desarrollo de la fuerza máxima. Los cuatro ejercicios evaluados alcanzaron niveles de significancia altamente robustos (todos con p 0.008). Este resultado es estadísticamente excepcional, pues establece que las adaptaciones de fuerza no son solo significativas, sino que son inequívocamente causadas por el estímulo de entrenamiento. La consistencia del 100\% en la dirección del cambio (todos los sujetos aumentaron su 1RM en todos los ejercicios) se tradujo directamente en los valores p tan bajos. En el contexto de un tamaño muestral reducido (N=9), esta unanimidad es la razón principal de la robustez estadística observada. El efecto de la fuerza (1RM) fue estadísticamente más fuerte y consistente que el efecto sobre los perímetros corporales (donde solo muslos alcanzaron p = 0.007 y brazos p = 0.049, y tronco/cadera no fueron significativos). Esto refleja el principio de la rapidez adaptativa, donde las ganancias de fuerza (primero neurales, luego estructurales) se manifiestan antes y de forma más consistente que los cambios hipertróficos medibles en el perímetro.

Contraste de hipótesis

Los resultados obtenidos permiten afirmar, con un nivel de confianza superior al 99 %, que el protocolo de entrenamiento fue eficaz para mejorar la fuerza máxima (1RM) tanto en el tren superior en ejercicios de empuje y tracción como en el tren inferior particularmente en sentadilla y peso muerto. Este desempeño general evidencia un perfil

de adaptación física integral y equilibrado, resultado de un estímulo planificado y progresivo.

La Hipótesis de Investigación (H_1) planteaba que la aplicación del programa de fuerza produciría mejoras significativas en el rendimiento muscular y en la capacidad de producción de fuerza. Los análisis inferenciales respaldaron esta proposición con una solidez estadística considerable, evidenciada en los siguientes aspectos:

a) Fuerza Máxima (1RM): Los cuatro test de fuerza presentaron niveles de significancia altamente robustos ($p \leq 0{,}008$), atribuibles a una respuesta neuromuscular uniforme y sostenida, característica de las fases iniciales del entrenamiento de fuerza.
b) Desarrollo Muscular: Cuatro de las siete variables morfológicas analizadas (brazos y muslos) mostraron incrementos estadísticamente significativos, confirmando una respuesta hipertrófica bilateral y equilibrada.
c) Tendencia de Recomposición Corporal: Aunque la variable de cintura no alcanzó significancia formal ($p = 0{,}080$), evidenció una tendencia clara a la reducción (77,8 % de rangos negativos), lo que sugiere un proceso favorable de pérdida de tejido adiposo acompañado de ganancia muscular.
d) Considerando la consistencia de los resultados y la magnitud de los efectos observados, especialmente en las variables de fuerza —núcleo del proceso de intervención—, se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se confirma que el programa de entrenamiento generó adaptaciones positivas, medibles y estadísticamente verificables en la población adolescente evaluada.

Conclusión Principal

En respuesta al objetivo principal y al contraste de hipótesis, se acepta la Hipótesis de Investigación (H_1). Se concluye que la aplicación del plan de entrenamiento de fuerza e hipertrofia tuvo un impacto altamente significativo en el desarrollo de la fuerza y el sistema muscular de los adolescentes.

Esta conclusión se sustenta en dos hallazgos principales:

1. Ganancia de Fuerza Universal: Se demostró un aumento de la fuerza máxima altamente significativo en los cuatro ejercicios evaluados ($p \leq 0.008$), con una respuesta positiva en el 100% de los participantes.

2. Desarrollo Hipertrófico Específico: Se confirmó un desarrollo muscular significativo en los miembros inferiores ($p = 0.007$) y superiores ($p \leq 0.049$), acompañado de un patrón descriptivo de recomposición corporal favorable (reducción de cintura).

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

5.1. Titulo

Propuesta de un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular en adolescentes de acuerdo con su etapa de crecimiento.

5.2. Justificación

La presente propuesta tiene como punto principal establecer un plan de entrenamiento especializado direccionado al desarrollo de la fuerza en adolescentes, tomando en cuenta las diferentes particularidades específicas de su etapa de crecimiento y maduración biológica. Dicho plan no solo constituye una herramienta para optimizar la planificación en los gimnasios y centros de entrenamiento, sino que también se proyecta como un aporte significativo al campo de las ciencias del ejercicio, dado el impacto directo que la correcta dosificación del esfuerzo físico ejerce sobre la salud integral, el rendimiento y la formación física de los adolescentes.

El plan se apoya en la utilización de distintos métodos de entrenamiento de la fuerza, elaborados con el propósito de estimular tanto la hipertrofia sarcomérica como la sarcoplasmática, procesos esenciales que explican el aumento de la masa muscular y de la fuerza relativa. Estas respuestas fisiológicas han sido ampliamente descritas en la literatura científica especializada, donde se reconocen como indicadores clave del progreso en programas de entrenamiento enfocados en el desarrollo físico y la mejora de la salud.

Uno de los principales ejes de esta propuesta es la utilización de test de fuerza máxima, específicamente el test de una repetición máxima (1RM), un pilar metodológico en la evaluación del rendimiento neuromuscular(MSc, 2024). Al utilizar el test 1RM nos permite dar una dosificación precisa de las cargas de entrenamiento, garantizando que la intensidad de los estímulos aplicados sea efectiva con la capacidad especifica de cada participante(MSc, 2024). Esta evaluación constituye un criterio técnico indispensable para la correcta aplicación de los métodos seleccionados, y su empleo asegura la individualización del entrenamiento, principio clave en la preparación física de poblaciones en formación.

Asimismo, cabe señalar que todo el proceso de planificación, aplicación y seguimiento debe ser llevado a cabo bajo la supervisión de profesionales en el ámbito de

las ciencias del deporte. Solo a través de la validación y control especializado es posible garantizar la pertinencia del programa, prevenir lesiones y maximizar los beneficios asociados al entrenamiento de fuerza en adolescentes.

La importancia de implementar protocolos sistemáticos y seguros para el desarrollo de la fuerza en jóvenes se sustenta en investigaciones de referencia internacional. La (American College of Sports Medicine, 2009) en su investigación Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults, establece que los programas de entrenamiento de fuerza son seguros y efectivos para adolescentes, siempre y cuando se realicen bajo una planificación adecuada y con supervisión profesional, subrayando además que este tipo de prácticas contribuye de manera significativa al desarrollo saludable del sistema musculoesquelético y a la prevención de factores de riesgo en etapas posteriores de la vida.

En consecuencia, esta propuesta se alinea con los estándares científicos y éticos internacionales, integrando evidencia empírica, fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas que orientan el desarrollo de la fuerza en adolescentes como un componente esencial de su crecimiento, maduración y bienestar integral.

5.3. Fundamentación teórica

5.3.1. Desarrollo Muscular en la Adolescencia

La adolescencia es una fase biológica decisiva caracterizada por modificaciones rápidas en el sistema endocrino, el crecimiento corporal y la organización neuromuscular, lo cual influye directamente en la fuerza y la composición corporal (Güemes-Hidalgo et al., 2017). Durante la pubertad, se activa el eje hipotálamo-hipófiso-somatomedínico, lo que desencadena un aumento considerable en la secreción de hormona del crecimiento (GH) y del factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1). Estos procesos, junto con la mayor producción de hormonas sexuales, crean un entorno anabólico que facilita la hipertrofia muscular y el desarrollo de la fuerza máxima (Hidalgo Vicario & González-Fierro, 2014).

El desarrollo de la fuerza en adolescentes no solo mejora el rendimiento físico, sino que también contribuye a la prevención de lesiones, al control postural y a una mayor eficiencia en la coordinación motora. Comprender estos principios fisiológicos permite diseñar programas de entrenamiento que aprovechen los periodos de mayor sensibilidad

biológica, evitando la aplicación de estímulos inadecuados que puedan afectar el proceso natural de crecimiento y desarrollo.

5.3.2. Etapas de Crecimiento y su Relación con la Fuerza

El desarrollo físico durante la adolescencia presenta variaciones significativas entre individuos, por lo que se organiza en etapas con diferentes demandas. Según la Sociedad Americana de Salud y Medicina de la Adolescencia, se distinguen tres fases: adolescencia inicial (10-14 años), media (15-17 años) y tardía (18-21 años) (Güemes-Hidalgo et al., 2017).

En la fase inicial, el entrenamiento debe centrarse en la adquisición de una técnica correcta, el desarrollo de la coordinación y el empleo de cargas muy ligeras. Durante la adolescencia media, se produce un aumento acelerado del tejido muscular y una mayor capacidad de adaptación neuromuscular, lo que permite introducir ejercicios multiarticulares con cargas moderadas. En la etapa tardía, el cuerpo alcanza una madurez biológica más estable, lo que posibilita aplicar programas de entrenamiento estructurados e intensivos, orientados al desarrollo de la hipertrofia y al aumento de la fuerza máxima (Martins, 2020a).

Esta clasificación basada en la maduración biológica, más que en la edad cronológica, facilita una planificación individualizada y ajustada a las características de cada etapa del desarrollo. Tal segmentación resulta esencial para una periodización adecuada del entrenamiento, ya que permite personalizar las cargas, los ejercicios y los objetivos según el nivel de madurez de cada grupo, garantizando un proceso seguro, progresivo y eficaz en la mejora de la fuerza.

5.3.3. Beneficios del Entrenamiento de Fuerza y su Urgencia

La evidencia científica demuestra que el entrenamiento de fuerza supervisado genera mejoras significativas en la fuerza máxima, la resistencia muscular local, la ganancia de masa libre de grasa, la reducción de tejido adiposo, el aumento de la densidad mineral ósea y el fortalecimiento de la estabilidad postural (OMS, 2019). Sin embargo, informes globales indican que más del 80% de los adolescentes en edad escolar no cumplen con las recomendaciones mínimas de actividad física establecidas por la Organización Mundial de la Salud, lo que pone en riesgo su bienestar integral y su desarrollo futuro. Esta situación evidencia la necesidad de implementar programas

estructurados y accesibles que promuevan el entrenamiento de fuerza como herramienta preventiva y de salud pública. El reconocimiento de estos beneficios proporciona una base sólida para justificar la creación de propuestas dirigidas específicamente a esta población.

Los beneficios documentados proporcionan una justificación sólida y basada en evidencia para implementar el plan, destacando su impacto en la salud integral. Además, los alarmantes datos de inactividad de la OMS subrayan la urgencia y relevancia de una propuesta que fomente el entrenamiento de fuerza de manera accesible y bien orientada, particularmente en el entorno escolar.

5.3.4. Principios de un Plan de Entrenamiento para Adolescentes

Para que un plan de entrenamiento sea eficaz y seguro en adolescentes, debe sustentarse en principios básicos como la seguridad, la progresión, la variabilidad, la recuperación y la individualización.

La seguridad se asegura mediante una supervisión constante, la corrección técnica y la selección adecuada de cargas de acuerdo con la edad y la experiencia del participante (Martins, 2020b).

La progresión gradual en la intensidad y el volumen permite inducir adaptaciones fisiológicas sin generar sobrecargas. La variabilidad de los estímulos evita el estancamiento y mantiene la motivación. La recuperación adecuada resulta esencial para que se produzcan los procesos de adaptación. Finalmente, la individualización considera el nivel de maduración biológica, la condición inicial y los objetivos personales, garantizando que el entrenamiento se adapte a las características propias de cada adolescente.

Estos principios conforman la base operativa de cualquier programa de entrenamiento, asegurando que sea seguro, funcional, aplicable y orientado a maximizar el desarrollo de la fuerza en esta población.

5.3.5. Objetivos General

Diseñar un programa de entrenamiento de fuerza para adolescentes que promueva una adaptación morfofuncional segura y eficaz, alineado con su etapa de desarrollo.

5.3.6. Objetivos específicos

- Utilizar la prueba de 1 RM como mecanismo central para la evaluación y dosificación progresiva de cargas.
- Emplear la toma de medidas antropométricas para evaluar el estado actual de su composición corporal.
- Implementar protocolos basados en evidencia científica que permitan una dosificación individualizada del entrenamiento.
- Validar la eficacia y seguridad del plan propuesto mediante su aplicación supervisada por un profesional del deporte certificado, evaluando las adaptaciones en la composición corporal, la fuerza relativa y la técnica de ejecución.

5.4. Desarrollo del programa

5.4.1. Mesociclo I (Semanas 1-5)

Adaptación Anatómica e Hipertrofia General. Enfoque en la técnica, la conexión mente-músculo y la preparación de los tejidos para cargas futuras.

Objetivo del Mesociclo: Fallo mecánico

Intensidad: 75% - 90% 1RM.

Volumen: 2-3 ejercicios por grupo muscular, 3-4 series por ejercicio.

TABLA 14

MESOCICLO FALLO MECÁNICO

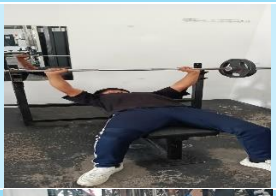
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Repeticiones	12-10	10-08	08-06	10-08	12-10
Series	3	4	5	4	3
RM	75% -80%	80%-85%	90%	80%-85%	75% -80%

Nota: Elaboración Propia

SEMANA 1-5

FALLO MECÁNICO

PECHO – TRÍCEPS – HOMBROS

Dia 1 y 4						
Ejercicio	**Series**	**Rep**	**%RM**	**Micro**	**Macro**	
Press Plano	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Press Inclinado	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Press declinado	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Press Frances	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Patada de tríceps	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Fondos	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Elevaciones laterales	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Pajaritos	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Press militar	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	

Nota: Elaboración Propia

SEMANA 1-5

FALLO MECÁNICO

PIERNA COMPLETA

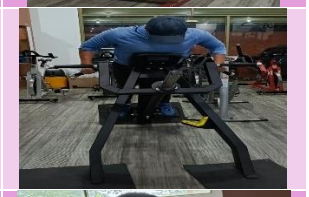
Dia 2 y 5						
Ejercicio	Series	Rep	%RM	Micro	Macro	
Sentadilla libre	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Hacka	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Extensión de cuádriceps	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Curl de femoral	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Peso muerto rumano	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Retroversiones	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Caminata	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Abductores	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Pantorrilla	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	

Nota: Elaboración propia

SEMANA 1-5

FALLO MECÁNICO

ESPALDA – BÍCEPS – ANTEBRAZO

Dia 3 y 6 Espalda y bíceps						
Ejercicio	Series	Rep	%RM	Micro	Macro	
Dominadas	3-5	-	-	2`	3`	
Jalón al pecho	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Remo maquina T	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Trapecios	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Lumbares Maquina	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Curl bíceps	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Martillo bíceps	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Curl individual	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	
Antebrazo	3-5	08-12	75%-90%	2`	3`	

Autor: Juan Morales

5.4.2. Mesociclo II (semanas 5-8)

La maximización de la fuerza relativa y la optimización de la calidad muscular. Se integran métodos de alta intensidad para reclutamiento neural y técnicas de alto estrés metabólico para promover la vascularización y "limpieza" muscular.

Objetivo del Mesociclo: Estrés Metabólico

Intensidad: 60% - 70% 1RM.

Volumen: 2-3 ejercicios por grupo muscular, 3-4 series por ejercicio.

Tabla 15

MESOCICLO ESTES METABOLICO

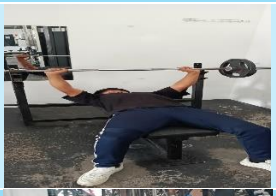
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Repeticiones	15-20	15-20	15-20	15-20
Series	3	3	3	3
RM	60%-70%	60%-70%	60%-70%	60%-70%

Nota: Elaboración Propia

SEMANA 5-8

ESTRÉS METABÓLICO

PECHO-TRÍCEPS-HOMBROS

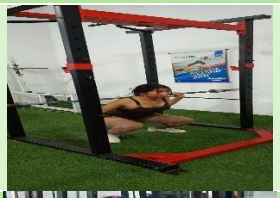
Dia 1 y 4						
Ejercicio	**Series**	**Rep**	**%RM**	**Micro**	**Macro**	
Press Plano	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Press Inclinado	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Press declinado	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Press Frances	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Patada de tríceps	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Fondos	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Elevaciones laterales	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Pajaritos	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Press militar	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	

Nota: Elaboración Propia

SEMANA 5-8

ESTRÉS METABÓLICO

PIERNA COMPLETA

Dia 2 y 5						
Ejercicio	Series	Rep	%RM	Micro	Macro	
Sentadilla libre	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Hacka	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Extensión de cuádriceps	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Curl de femoral	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Peso muerto rumano	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Retroversiones	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Caminata	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Abductores	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Pantorrilla	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	

Nota: Elaboración propia

SEMANA 5-8

ESTRÉS METABÓLICO

ESPALDA-BÍCEPS-ANTEBRAZO

Dia 3 y 6						
Ejercicio	Series	Rep	%RM	Micro	Macro	
Dominadas	3	-	-	1`30``	3`	
Jalón al pecho	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Remo maquina T	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Trapecios	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Lumbares Maquina	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Curl bíceps	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Martillo bíceps	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Curl individual	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	
Antebrazo	3	15-20	60%-70%	1`30``	3`	

Nota: Elaboración propia

5.4.3. Población objetivo

La presente propuesta está dirigida a los miembros del gimnasio "Spartan GYM", los cuales se encuentre dentro del rango de 15 a 17 años, lo cuales serían los principales beneficiarios de esta investigación.

Además, la presente investigación no solo puede ser implementada para ese determinado rango de edad, por otro lado, puede ser utilizada en unas diferentes edades, ya que cuenta con los estándares para cumplir el principio de individualidad y especificidad.

5.4.4. Duración

Universidad Técnica del Norte	
Maestría en Educación mención Educación Física y Deporte	
Desarrollo de la fuerza y su relación con el sistema muscular, en adolescentes de 15 a 17 años miembros del gimnasio "Spartan GYM" Atuntaqui	
Duración total	8 semanas
Duración Mesociclo I (Fallo mecánico)	4 semanas
Duración Mesociclo II (Estrés Metabólico)	4 semanas

CAPÍTULO VI:

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.Conclusiones

- Mediante la evaluación de fuerza máxima 1RM aplicando un pretest en los miembros del gimnasio Spartan GYM, le logro demostrar los niveles de fuerza máxima que poseían todos los miembros investigados, además a través de los resultados identificamos las deficiencias que estos presentaron, una vez concluido el plan de entrenamiento todos los resultados apuntan a un aumento de la fuerza máxima en todos los participantes en relación con los primeros registros.
- La toma de perímetros del tren superior e inferior logró identificar datos confiables y cuantificables del estado inicial en zonas específicas de los sujetos de investigación, todos los datos obtenidos fueron útiles para comparar con el post test después del plan de entrenamiento, cuyos resultados resaltan que no solo ayudan al incremento de masa muscular, si no también contribuyen a la perdida de grasa en ciertos casos.
- La propuesta y aplicación de un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza contribuyeron notoriamente al desarrollo muscular en adolescentes, utilizando los datos obtenidos de test como el 1RM y medidas de perímetros ayudan a considerar la carga progresiva, periodización, recuperación, principios básicos e hipertrofia fue posible no solo el aumento de masa muscular, si no también contribuyen a la perdida de grasa corporal y rendimiento físico.
- Mediante los resultados obtenidos en el test y post test de fuerza máxima (1RM) y medidas antropométricas (perímetros) en adolescentes de 15 a17 años del gimnasio Spartan GYM, además de aplicar un plan de entrenamiento especifico se logró evidencian que el desarrollo de la fuerza si influye de manera positiva en el sistema muscular obteniendo resultados de aumento de masa muscular y perdida de grasa.

6.2. Recomendaciones

- Seguir utilizando la herramienta del test de fuerza máxima 1RM con la finalidad de mantener un control y poder contribuir para la distribución de cargas, intensidad y volumen para un plan de entrenamiento más personalizado.

- Los evaluados se mantengan en una continua evaluación de perímetros, ya que estos ayudan a cuantificar el progreso e identificar si existen deficiencias musculares.
- Los planes de entrenamiento sean similares al propuesto ya que mediante los test podemos lograr una mayor efectividad en el objetivo a buscar, dado que podemos especificar e individualizar el trabajo de cada miembro del gimnasio.
- Después de un macrociclo de entrenamiento que, los test de fuerza y perímetros sean tomados nuevamente, ya que una vez concluido el plan los resultados cambiarán completamente, por lo cual los datos deberán ser modificados para seguir teniendo cambios.

REFERENCIAS

22216571.pdf. (s. f.). Recuperado 20 de julio de 2024, de https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/30327/22216571.pdf?sequence=1

ACSM's Health & Fitness Journal. (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2025, de https://journals.lww.com/acsm-healthfitness/fulltext/2013/09000/how_young_is_too_young_to_start_training_.6.aspx

Agonist and antagonist muscle pairs—Muscular system—Eduqas—GCSE Physical Education Revision—Eduqas. (s. f.-b). BBC Bitesize. Recuperado 30 de septiembre de 2025, de https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z8stfrd/revision/4

Agonist Muscle: Definition and Examples. (s. f.). *Hevy Coach*. Recuperado 30 de septiembre de 2025, de https://hevycoach.com/glossary/agonist-muscle/

Aguilar-Cordero, M. J., León Ríos, X. A., Rojas-Carvajal, A. M., Latorre-García, J., Expósito-Ruiz, M., & Sánchez-López, A. M. (2021). Effects of physical activity on quality of life in overweight and obese children. *Nutricion Hospitalaria*, *38*(4), 736-741. https://doi.org/10.20960/nh.03373

Alvero Cruz, J. R., & Sirvent Belando, J. E. (2016). *Salud, deporte y cineantropometría*. Publicacions Universitat Alacant. https://elibro.net/es/ereader/utnorte/117227

American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(3), 687-708. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670

Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H. D., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., Chaouachi, A., Prieske, O., & Granacher, U. (2017). Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00423

Behringer, M., vom Heede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of Resistance Training in Children and Adolescents: A Meta-analysis. *Pediatrics*, *126*(5), e1199-e1210. https://doi.org/10.1542/peds.2010-0445

Biga, L. M., Bronson, S., Dawson, S., Harwell, A., Hopkins, R., Kaufmann, J., LeMaster, M., Matern, P., Morrison-Graham, K., Oja, K., Quick, D., Runyeon, J., & OpenStax. (2025b). *11.1 The Roles of Agonists, Antagonists, and Synergists*.

https://open.oregonstate.education/anatomy2e/chapter/agonists-antagonists-synergists/

Calidad muscular: Un marcador de rendimiento. (2024a, abril 2). Fisiología del Ejercicio. https://www.fisiologiadelejercicio.com/calidad-muscular-un-marcador-de-la-capacidad-de-rendimiento/

Carolina. (2021, enero 20). ¿Cómo identificar las funciones de los músculos en los ejercicios de fuerza? *Blog Instituto ISAF*. https://blog.institutoisaf.es/como-identificar-las-funciones-de-los-musculos-en-los-ejercicios-de-fuerza/

¿Cómo identificar las funciones de los músculos en los ejercicios de fuerza? (s. f.). Recuperado 30 de septiembre de 2025, de https://blog.institutoisaf.es/como-identificar-las-funciones-de-los-musculos-en-los-ejercicios-de-fuerza/

Contracción del Músculo Esquelético | Concise Medical Knowledge. (s. f.). Recuperado 28 de agosto de 2025, de https://www.lecturio.com/es/concepts/contraccion-del-musculo-esqueletico/

Contreras, B., & Schoenfeld, B. (2011, agosto 1). *(PDF) Hacer abdominales o no hacer abdominales: Un análisis basado en la evidencia de los ejercicios de flexión espinal, sus riesgos potenciales y su aplicabilidad al diseño de programas*. https://www.researchgate.net/publication/232156729_To_Crunch_or_Not_to_Crunch_An_Evidence-Based_Examination_of_Spinal_Flexion_Exercises_Their_Potential_Risks_and_Their_Applicability_to_Program_Design

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, *41*(1), 17-38. https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000

Cruz del Castillo, C., & Olivares Orozco, S. (2014). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria. https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/39410

Duarte, C. K., & Silva, L. de A. (2025). What is the value of anthropometry for estimating muscle mass? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *28*(5), 403-407. https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000001143

Efectos del entrenamiento de resistencia en niños y adolescentes: Un metaanálisis | Pediatría | Academia Estadounidense de Pediatría. (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2025, de https://publications.aap.org/pediatrics/article-abstract/126/5/e1199/65225/Effects-of-Resistance-Training-in-Children-and?redirectedFrom=fulltext

Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: Beneficios, riesgos y recomendaciones. (2018). *Archivos Argentinos de Pediatria*, *116*(6). https://doi.org/10.5546/aap.2018.s82

Entrenamiento de resistencia en atletas jóvenes: Seguridad, eficacia y efectos en la prevención de lesiones | British Journal of Sports Medicine. (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2025, de https://bjsm.bmj.com/content/44/1/56

Entrenar la fuerza máxima, hipertrofia y resistencia muscular de manera eficiente: Estas son las últimas recomendaciones de carga y repeticiones. (s. f.). Recuperado 16 de junio de 2025, de https://www.vitonica.com/musculacion/entrenar-fuerza-maxima-hipertrofia-resistencia-muscular-manera-eficiente-estas-ultimas-recomendaciones-carga-repeticiones

Escamilla, R. (2025). An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts | Request PDF. *ResearchGate*. https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00019

Eston, R., & Evans, H. J. L. (2009). The Validity of Submaximal Ratings of Perceived Exertion to Predict One Repetition Maximum. *Journal of Sports Science & Medicine*, *8*(4), 567-573.

Estrés metabólico: Qué es y cómo se origina. (s. f.). Recuperado 8 de septiembre de 2025, de https://www.abc.es/bienestar/psicologia-sexo/abci-estres-metabolico-202207111128_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fbienestar%2Fpsicologia-sexo%2Fabci-estres-metabolico-202207111128_noticia.html

Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*, S60. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407

Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). *Resistance training among young athletes: Safety, efficacy and injury prevention effects*. https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.068098

Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *82*(3), 521-535. https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599785

Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., & Behm, D. G. (2016b). Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. *Frontiers in Physiology*, *7*. https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00164

Güemes-Hidalgo, M., González-Fierro, M. J., & Hidalgo Vicario, M. I. (2017, junio 29). *Desarrollo durante la adolescencia. Aspectos físicos, psicológicos y sociales | Pediatría integral*. https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2017-06/desarrollo-durante-la-adolescencia-aspectos-fisicos-psicologicos-y-sociales/

Hernández Mosqueira, C., Hernández Vasquez, D., Caniuqueo Vargas, A., Castillo Quezada, H., Fernandes Da Silva, S., Pavez-Adasme, G., Martínez Salazar, C., Cárcamo-Oyarzún, J., & Fernandes Filho, J. (2016). [Not Available]. *Nutricion Hospitalaria*, *33*(6), 1379-1384. https://doi.org/10.20960/nh.798

Hernández, S., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta | RUDICS*. https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612

Hidalgo Vicario, M. I., & González-Fierro, M. J. C. (2014). Adolescencia. Aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Anales de Pediatría Continuada*, *12*(1), 42-46. https://doi.org/10.1016/S1696-2818(14)70167-2

Importancia de la investigación. (2010). *Revista Científica*, *20*(2), 125-125.

Jensen, S. M., Mølgaard, C., Ejlerskov, K. T., Christensen, L. B., Michaelsen, K. F., & Briend, A. (2015). Validity of anthropometric measurements to assess body composition, including muscle mass, in 3-year-old children from the SKOT cohort. *Maternal & Child Nutrition*, *11*(3), 398-408. https://doi.org/10.1111/mcn.12013

KRAEMER, W. J., & RATAMESS, N. A. (s. f.). *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Recuperado 14 de agosto de 2025, de https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2004/04000/fundamentals_of_resistance_training__progression.17.aspx

Learning, V. B., part of Cengage. (s. f.-a). *Movimientos musculares | Aprenda anatomía muscular*. Recuperado 30 de septiembre de 2025, de https://www.visiblebody.com/es/learn/muscular/muscle-movements

Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital. (s. f.). Recuperado 13 de septiembre de 2024, de https://www.efdeportes.com/efd34b/accion.htm

Montalva-Valenzuela, F., Andrades-Ramírez, O., & Castillo-Paredes, A. (2022). Effects of Physical Activity, Exercise and Sport on Executive Function in Young People with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Systematic Review. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *12*(1), 61-76. https://doi.org/10.3390/ejihpe12010006

Montiel, R. R. R., Cabrera, G. E. C., Urgiles, C. D. U., & Centeno, F. E. J. (2018). Aspectos metodológicos de la investigación. *RECIAMUC*, *2*(3), Article 3. https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.(3).septiembre.2018.194-211

Mora, C., & Vladimir, M. (2016). *Principio de prioridad muscular del torso en el físico culturismo en la condición física de los deportistas iníciales entre 17 a 28 años en el gimnasio Lomax fitness de la ciudad de Ambato* [bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias Humanas y de la Educaciòn -Carrera de Cultura Física]. https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/17771

Movimientos musculares | Aprenda anatomía muscular. (s. f.). Recuperado 30 de septiembre de 2025, de https://www.visiblebody.com/es/learn/muscular/muscle-movements

MSc, F. A. (2024, septiembre 15). *1 RM – Repetición Máxima—Grupo Sobre Entrenamiento*. https://g-se.com/es/1-rm-repeticion-maxima

Músculos agonistas, antagonistas, sinergistas y estabilizadores. (2017a, octubre 23). *Entrenador.Es*. https://entrenador.es/musculos-agonistas-antagonistas-sinergistas-estabilizadores/

Músculos agonistas, antagonistas, sinergistas y estabilizadores. (2017b, octubre 23). *Entrenador.Es*. https://entrenador.es/musculos-agonistas-antagonistas-sinergistas-estabilizadores/

Myer, G. D., Lloyd, R. S., Brent, J. L., & Faigenbaum, A. D. (2013). How Young Is Too Young to Start Training? *ACSM's Health & Fitness Journal*, *17*(5), 14. https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e3182a06c59

Myer, G. D., Lloyd, R. S., Brent, J. L., & Faigenbaum, A. D. (2017). *How Young Is Too Young to Start Training? : ACSM's Health & Fitness Journal*. https://journals.lww.com/acsm-healthfitness/fulltext/2013/09000/how_young_is_too_young_to_start_training_.6.aspx

creciente-en-sentadilla-profunda-con-barra-libre-en-levantadores-espanoles-508-sa-l57cfb27152082

Sands, W., Stone, M., & Stone, M. (2021, enero 1). *Principios y práctica del entrenamiento de resistencia | Solicitar PDF*. https://www.researchgate.net/publication/249009028_Principles_and_Practice_of_Resistance_Training

Schoenfeld, B. J. (2010a). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(10), 2857-2872. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3

Soluciona la retención de líquidos. (2025, febrero 20). Fundación Española del Corazón. https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/2649-soluciona-la-retencion-de-liquidos.html

Stoppani, J. (2015). *Enciclopedia de musculación y fuerza*. Editorial Paidotribo. https://elibro.net/es/ereader/utnorte/126194?page=25

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, *46*(10), 1419-1449. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0

Theimer, S. (2016, diciembre 12). El fortalecimiento muscular puede ser provechoso para los adolescentes. *Red de noticias de Mayo Clinic*. https://newsnetwork.mayoclinic.org/es/2016/12/12/el-fortalecimiento-muscular-puede-ser-provechoso-para-los-adolescentes/

Triplett, N. T., & Haff, G. G. (2017a). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico, NSCA*. Editorial Paidotribo. https://elibro.net/es/ereader/utnorte/116277

Triplett, N. T., & Haff, G. G. (2017b). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico, NSCA*. Editorial Paidotribo. https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/116277

Vigh-Larsen, J. F., Ørtenblad, N., Stoltz, V., Fransson, D., Yousefian, F., Panduro, J., Randers, M. B., Ehlers, T. S., Krustrup, P., & Mohr, M. (2025). Muscle Metabolism and Performance During Simulated Peak-Intensity Periods Occurring Early and Late in a Soccer-Specific Exercise Protocol in Well-Trained Male Players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *35*(5), e70075. https://doi.org/10.1111/sms.70075

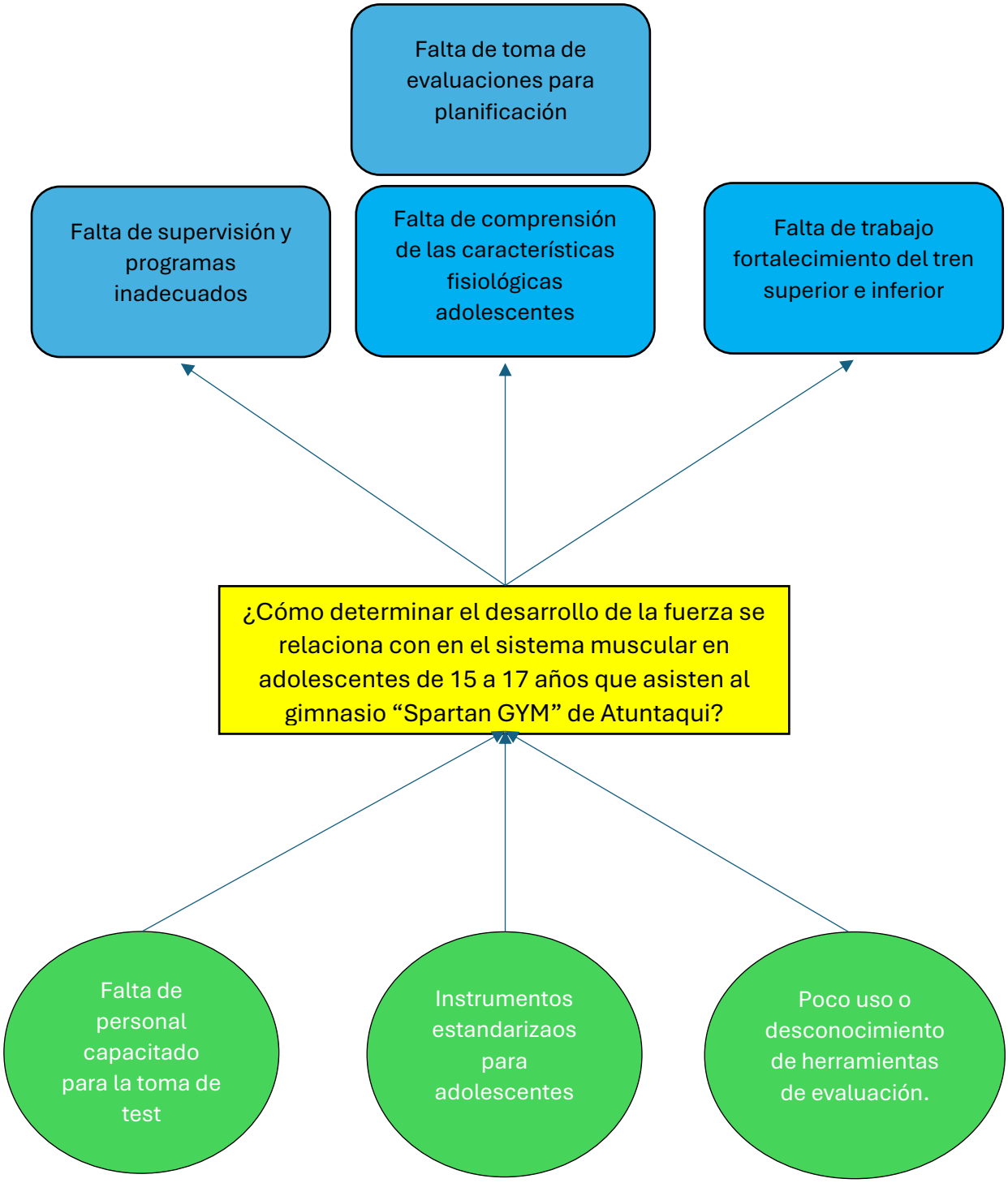
Walker, O. (2016, junio 4). 1RM (one-repetition maximum) Testing. *Science for Sport*. https://www.scienceforsport.com/1rm-testing/

Zedalis, J., Eggebrecht, J., Zedalis, J., & Eggebrecht, J. (2018, marzo 8). *29.4 Muscle Contraction and Locomotion—Biology for AP® Courses | OpenStax*. OpenStax. https://openstax.org/books/biology-ap-courses/pages/29-4-muscle-contraction-and-locomotion

Zhu, F., Zhu, X., Bi, X., Kuang, D., Liu, B., Zhou, J., Yang, Y., & Ren, Y. (2023). Comparative effectiveness of various physical exercise interventions on executive functions and related symptoms in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, *11*, 1133727. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1133727

ANEXOS

Anexo N°1 Árbol de problemas



Anexo Nº2 Matriz de Coherencia

El problema	Objetivo general
¿Cómo determinar el desarrollo de la fuerza se relaciona con en el sistema muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio “Spartan GYM” de Atuntaqui?	Determinar como el desarrollo de la fuerza se relaciona con en el sistema muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio “Spartan GYM” de Atuntaqui
Hipótesis de investigación	**Objetivos específicos**
Hipótesis de investigación H1 La aplicación de un plan de entrenamiento impacta significativamente el desarrollo de la fuerza y la masa muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio 'Spartan GYM' de Atuntaqui. **Hipótesis nula H0** La aplicación de un plan de entrenamiento no tiene un impacto significativo en el desarrollo de la fuerza ni en la masa muscular en adolescentes de 15 a 17 años que asisten al gimnasio 'Spartan GYM' de Atuntaqui.	• Diagnosticar los niveles de fuerza y medir los perímetros musculares mediate test calificados como el 1RM y medidas antropométricas en adolescentes de 15 a 17 años del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui. • Proponer y aplicar un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza a través de los principios de hipertrofia en adolescentes de 15 a 17 años en el gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui. • Evaluar los resultados obtenidos en el test y post test (1RM y perímetros musculares) en adolescentes de 15 a 17 años del gimnasio “Spartan GYM” Atuntaqui.

Anexo Nº3 Matriz categorial

Concepto	Categoría	Dimensión	Indicador
La fuerza es la capacidad de un cuerpo o individuo para vencer una resistencia, producir movimiento o mantenerse estable, mediante energía física, muscular o mediante una acción externa	Fuerza	Fuerza Máxima	Fuerza máxima absoluta
			Fuerza máxima relativa
			Capacidad contráctil
		Fuerza explosiva	Fuerza de inicio
			Potencia neural
		Resistencia a la fuerza	Tolerancia metabólica
			Resistencia aeróbica
			Resistencia anaeróbica
		Desarrollo de la Fuerza	Desarrollo de la fuerza en adolescentes
La masa muscular es la cantidad total de músculo en el cuerpo. Es esencial para el movimiento, la fuerza, el metabolismo y la salud general. Aumenta con ejercicio y buena alimentación.	Sistema Muscular	Función muscular	Agonista
			Antagonista
			Sinergistas
			Estabilizadores
		Adaptaciones neuromusculares	Coordinación intermuscular
			Plasticidad neuromuscular
		Medidas antropométricas	Perímetros Musculares
		Hipertrofia muscular	Hipertrofia crónica Hipertrofia transitoria
		Músculos miembro superior e inferior	Músculos miembros superiores
			Músculos miembros inferiores

Anexo Nº4 Matriz de Relación

Objetivos de diagnostico	Variables de diagnostico	Indicadores	Fuente	Técnica
Identificar los niveles de fuerza muscular en los adolescentes del gimnasio "Spartan GYM".	Niveles de fuerza	Fuerza máxima absoluta	Miembros del gimnasio "Spartan GYM" de 15 a 17 años.	1RM en press banco plano
				1RM jalón al pecho (polea alta)
		Fuerza máxima relativa		1 RM en sentadilla libre convencional
		Capacidad contráctil		1RM Peso muerto
Examinar la relación entre el aumento de la fuerza muscular y los cambios que ocurren en el sistema muscular de los adolescentes durante su entrenamiento en el gimnasio.	Sistema muscular	Perímetros musculares	Miembros del gimnasio "Spartan GYM" de 15 a 17 años.	Medidas de perímetros • Bíceps • Tórax • Cintura • Cadera • Muslo medial
Proponer un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular en adolescentes de acuerdo con su etapa de crecimiento	Plan de entrenamiento de fuerza	Coordinación intermuscular	Miembros del gimnasio "Spartan GYM" de 15 a 17 años.	Variación semanal de la carga/intensidad
		Plasticidad neuromuscular		
		Perímetros corporales		% de 1RM utilizado por ejercicio
		Hipertrofia crónica Hipertrofia transitoria		Grupos musculares
		Músculos miembro superior e inferior		Sobrecarga progresiva

Anexo Nº5 Validación de test

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRIA EN EDUCACIÓN, MENCIÓN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

CONSTANCIA DE VALIDACION

Quien suscribe, MSc. Zoila Esther Realpe Zambrano, con cédula de identidad Nº 1001776473 de profesión Docente, con Grado de MSc. En Educación actualmente como **DOCENTE**, en la Institución "**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el Instrumento (test y pretest), a los efectos de su aplicación en el trabajo de investigación "Desarrollo de la fuerza y su relación con el sistema muscular, en adolescentes de 15 a 17 años miembros del gimnasio "Spartan" GYM Atuntaqui".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

Firmado electrónicamente por:
ZOILA ESTHER REALPE ZAMBRANO
Validar únicamente con FirmaEC

Firma
MSc. Zoila Realpe

Anexo Nº6 Validación de test

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRIA EN EDUCACIÓN, MENCIÓN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

CONSTANCIA DE VALIDACION

Quien suscribe, MSc. Vicente Segundo Yandun Yalama con cédula de identidad N.º 1001684685 de profesión Docente, con Grado de MSc. En Educación actualmente como **DOCENTE**, en la Institución "**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el Instrumento (test y pretest), a los efectos de su aplicación en el trabajo de investigación "Desarrollo de la fuerza y su relación con el sistema muscular, en adolescentes de 15 a 17 años miembros del gimnasio "Spartan" GYM Atuntaqui".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO VICENTE YANDUN YALAMA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma
MSc. Vicente Yandún

Anexo Nº7 Aprobación de investigación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRIA EN EDUCACIÓN, MENCIÓN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

Atuntaqui, 18 de julio de 2025

Sra. Laura Taya

Propietaria gimnasio "Spartan GYM"

Presente. -

De mis consideraciones: reciba un cordial saludo y mis deseos de éxitos en sus nobles actividades. Yo Juan Bernardo Morales Cahuasqui con cedula 1003997960 estudiante de Posgrado de la Maestría en Educación mención educación fisica y deporte de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, me encuentro en la realización de mi trabajo de titulación denominado "Desarrollo de la fuerza y su relación con el sistema muscular, en adolescentes de 15 a 17 años miembros del gimnasio "Spartan GYM" Atuntaqui" por lo cual necesito se me autorice disponer el acceso a sus instalaciones para el estudio en los miembros de su gimnasio; esto permitirá el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Adicionalmente considero que mi proyecto de investigación contribuye de manera positiva para el desarrollo de miembros parte del gimnasio "Spartan GYM".

Esperando que la presente autorización tenga acogida por parte de usted, anticipo mis sinceros agradecimientos de consideración y estima.

Atentamente

.....

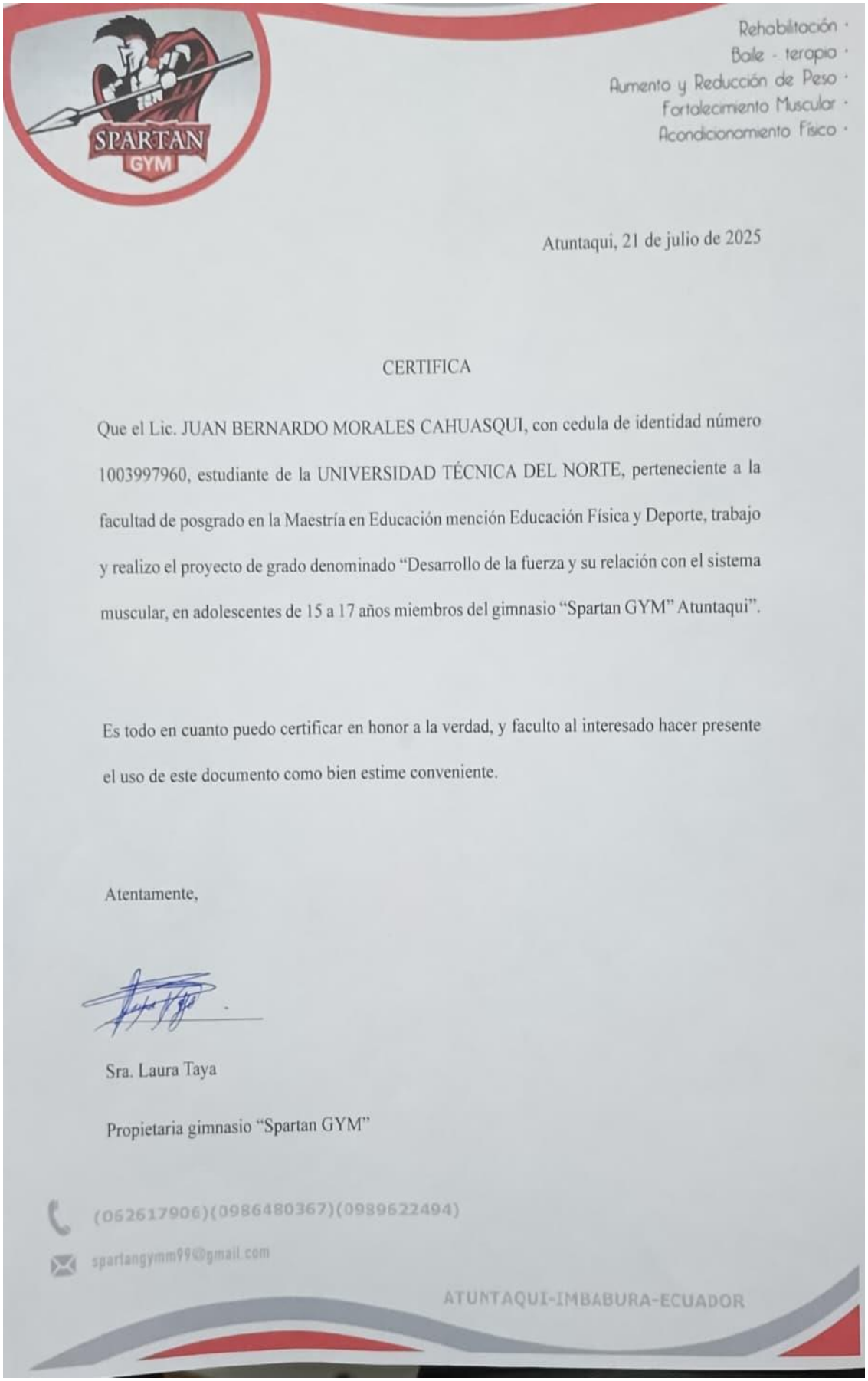
Lic. Juan Bernardo Morales Cahuasqui

1003997960

Recibido: 18 de Julio 2025

1004153886-3

Anexo Nº8 Certificado aplicación investigación



Rehabilitación ·
Baile - terapia ·
Aumento y Reducción de Peso ·
Fortalecimiento Muscular ·
Acondicionamiento Físico ·

Atuntaqui, 21 de julio de 2025

CERTIFICA

Que el Lic. JUAN BERNARDO MORALES CAHUASQUI, con cedula de identidad número 1003997960, estudiante de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, perteneciente a la facultad de posgrado en la Maestría en Educación mención Educación Física y Deporte, trabajo y realizo el proyecto de grado denominado "Desarrollo de la fuerza y su relación con el sistema muscular, en adolescentes de 15 a 17 años miembros del gimnasio "Spartan GYM" Atuntaqui".

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y faculto al interesado hacer presente el uso de este documento como bien estime conveniente.

Atentamente,

Sra. Laura Taya

Propietaria gimnasio "Spartan GYM"

(062617906)(0986480367)(0989622494)

spartangymm99@gmail.com

ATUNTAQUI-IMBABURA-ECUADOR

Anexo N°9 Certificado Abstract

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020

EMPRESA PÚBLICA "LA UEMEPRENDE E.P."

ABSTRACT

This study aimed to evaluate maximum strength and body circumference measurements in adolescent members of Spartan Gym in Atuntaqui and to design and implement a structured training plan. Maximum strength testing (1RM) for both upper and lower limbs provides an estimate of an individual's current strength capacity, serving as a reference point for assessing physical condition. Likewise, measuring the circumferences of key body areas—such as the chest, biceps, waist, hips, and mid-thigh—enables the monitoring of muscular development. For adolescents aged 15 to 17, such assessments are essential for guiding healthy physical growth. The primary objective was to examine the relationship between strength development and muscular adaptation through a training program based on hypertrophy principles. The study employed a quantitative approach focused on evaluation and outcome analysis. The sample included nine adolescent members of Spartan Gym within the specified age range. A pre-test was conducted to assess 1RM and body circumferences, and the results were used to design the training plan. Following the intervention, post-test measurements of 1RM and circumferences were collected. The findings revealed significant improvements in both maximum strength and anthropometric measurements. The greatest gains were observed in the chest pull (+25 kg) and bench press (+15.4 kg), indicating substantial upper-body development, accompanied by increases in biceps (+1.3 cm) and chest (+1.0 cm) circumferences. Similarly, lower-body exercises, including the free squat (+19 kg) and deadlift (+14.6 kg), led to measurable increases in mid-thigh (+1.5 cm) and hip (+0.8 cm) circumferences. In contrast, waist circumference decreased by an average of 2.8 cm, suggesting favorable body recomposition characterized by increased lean mass and reduced adipose tissue. Overall, these outcomes confirm the effectiveness of the training plan, supported by technical supervision, in enhancing both physical performance and structural development in adolescents.

Keywords: Maximum strength, training plan, body circumferences, hypertrophy principles.

Reviewed by:
MSc. Luis Paspuezán Soto
October 16, 2025

Anexo Nº10 PROTOCOLOS

TEST 1RM PRESS PLANO

Dimensiones	**Detalle**
Objetivo	Medir fuerza máxima en músculos pectorales, deltoides y tríceps
Material	• Banco plano • Barra olímpica • Discos • Collarines • Rack con seguros
Tiempo	15-20 min por sujeto
Descripción	Levantamiento supino de barra desde el pecho hasta extensión completa de codos
Normas de ejecución	• Espalda/pies apoyados • Barra toca esternón • Sin arqueo lumbar excesivo • Movimiento continuo
Instrucciones para el evaluador	1. Verificar técnica en cada rep 2. Asistir activamente en fallos 3. Dar comando "¡Arriba!" 4. Registrar carga exacta
Instrucciones para el evaluado	• "Empuja la barra hacia arriba con fuerza controlada cuando diga '¡Arriba!'"
Valoración de la Prueba	Carga máxima (kg) levantada con técnica correcta en 1 rep
Observaciones	**Alternativa segura:** Máquina Smith o press mancuernas

Nota: Elaboración propia

TEST 1RM JALÓN AL PECHO

Dimensiones	Detalle
Objetivo	Medir fuerza máxima en dorsales y bíceps
Material	• Máquina de jalón con asiento ajustable y rodillo femoral

Tiempo	15-20 min por sujeto
Descripción	Tracción vertical de barra hacia el esternón desde posición de brazos extendidos
Normas de ejecución	• Tronco erguido • Barra al esternón • Sin inclinación posterior • Extensión completa inicial
Instrucciones para el evaluador	1. Ajustar rodillo femoral 2. Verificar rango completo 3. Registrar peso del stack + carga
Instrucciones para el evaluado	• "Jala la barra hacia la parte alta de tu pecho sin mover el torso"
Valoración de la Prueba	Carga máxima (kg) completada con técnica correcta
Observaciones	**Ventaja:** Más seguro para principiantes. Registrar configuración de la máquina

Nota: Elaboración propia

TEST 1RM SENTADILLA LIBRE

Dimensiones	Detalle
Objetivo	Medir fuerza máxima en cuádriceps, glúteos y cadena posterior
Material	• Rack de sentadillas • Barra olímpica • Discos • Collarines • Espejo (opcional)
Tiempo	15-20 min por sujeto
Descripción	Descenso controlado hasta paralelo (90° cadera-rodilla) y ascenso explosivo
Normas de ejecución	• Profundidad mínima: muslos paralelos al suelo • Espalda neutra • Tronco estable • Pies planos

Instrucciones para el evaluador	1. Dos evaluadores (lateral/posterior) 2. Controlar profundidad con goniómetro o visual 3. Detener prueba si pérdida técnica
Instrucciones para el evaluado	• "Baja hasta que tus muslos estén paralelos al suelo, luego sube explosivamente"
Valoración de la Prueba	Carga máxima (kg) completada con técnica correcta
Observaciones	Usar zapatos de suela plana. Contraindicado en lesiones de rodilla

Nota: Elaboración propia

TEST 1RM PESO MUERTO

Dimensiones	Detalle
Objetivo	Medir fuerza máxima en cadena posterior (isquios, glúteos, espalda baja)
Material	• Barra olímpica • Discos • Superficie plana
Tiempo	15-20 min por sujeto
Descripción	Levantamiento de barra desde el suelo hasta posición erguida con extensión completa de cadera
Normas de ejecución	• Espalda siempre recta • Barra pegada a piernas • Extensión completa de cadera • Sin tirones
Instrucciones para el evaluador	1. Enfocarse en posición lumbar 2. Abortar inmediatamente si espalda se redondea 3. No asistir durante levantamiento
Instrucciones para el evaluado	• "Levanta la barra manteniendo la espalda recta como una tabla"
Valoración de la Prueba	Carga máxima (kg) completada con técnica correcta
Observaciones	**¡Prueba de alto riesgo!** Preferir hex bar si disponible.

Nota: Elaboración propia

Anexo Nº11 Ficha pretest y post test perímetros

Ficha de pre -test perímetros					
Evaluador	Lic. Juan Morales				
Lugar	Spartan GYM				
Objetivo	Evaluar los perímetros de músculos				
	Bíceps	**Tórax**	**Cintura**	**Cadera**	**Muslo medial**
Sujeto 1	33	98	83	100	54
Sujeto 2	31.5	96	78	96	50
Sujeto 3	33.5	105	95.5	102	52
Sujeto 4	32	90	77	85	53
Sujeto 5	32	100	85	99	50
Sujeto 6	29	91	80.5	95.5	53.5
Sujeto 7	26.5	91	75	89	50
Sujeto 8	25	85	72	88	49
Sujeto 9	30	96	77	92	53.5

Nota: Elaboración propia

FICHA POST TEST PERÍMETROS

Ficha de post -test perímetros					
Evaluador	Lic. Juan Morales				
Lugar	Spartan GYM				
Objetivo	Evaluar los perímetros de músculos				
	Bíceps	**Tórax**	**Cintura**	**Cadera**	**Muslo medial**
Sujeto 1	35	103	84	101	56
Sujeto 2	33.5	97	77	96	53
Sujeto 3	32.5	96	76.5	88	54
Sujeto 4	34.5	96	76.5	88	54
Sujeto 5	34	106	86	101	50.5
Sujeto 6	31	93	79	96.5	54
Sujeto 7	27	90	73	92	53
Sujeto 8	27	85	71	90	52
Sujeto 9	29	95	76	96	56

Nota: Elaboración propia

Anexo Nº12 Fichas pre test y post test 1RM

Ficha de pre -test 1RM				
Evaluador	Lic. Juan Morales			
Lugar	Spartan GYM			
Objetivo	Evaluar la fuerza máxima mediante 1 RM			
	Pres banco plano	**Jalón al pecho polea**	**Sentadilla libre convencional**	**Peso muerto**
Sujeto 1	40 kg	70 kg	75 kg	70 kg
Sujeto 2	32.5 kg	45 kg	45 kg	60 kg
Sujeto 3	30 kg	50 kg	47.5 kg	65 kg
Sujeto 4	35 kg	60 kg	42.5 kg	62.5 kg
Sujeto 5	42.5 kg	72.5 kg	75 kg	80 kg
Sujeto 6	37.5 kg	60 kg	55 kg	62.5 kg
Sujeto 7	25 kg	40 kg	30 kg	40 kg
Sujeto 8	25.5 kg	40 kg	35 kg	42.5 kg
Sujeto 9	27.5 kg	45.5 kg	40 kg	45 kg

Nota: Elaboración propia

FICHA POST-TEST 1RM

Ficha de post -test 1RM				
Evaluador	Lic. Juan Morales			
Lugar	Spartan GYM			
Objetivo	Evaluar la fuerza máxima mediante 1 RM			
	Pres banco plano	**Jalón al pecho polea**	**Sentadilla libre convencional**	**Peso muerto**
Sujeto 1	55 kg	90 kg	95 kg	100kg
Sujeto 2	50 kg	85 kg	75 kg	75 kg
Sujeto 3	46 kg	80 kg	60 kg	75kg
Sujeto 4	52.5 kg	85 kg	65 kg	75.5 kg
Sujeto 5	65.5 kg	95 kg	95 kg	105 kg
Sujeto 6	52.5 kg	87.5 kg	65 kg	70 kg
Sujeto 7	30 kg	50 kg	45 kg	47.5 kg
Sujeto 8	32 kg	50 kg	50 kg	52.5 kg
Sujeto 9	32.5 kg	60 kg	55.5 kg	55 kg

Nota: Elaboración propia

Anexo Nº13 Promedio de mejora

Test 1 RM

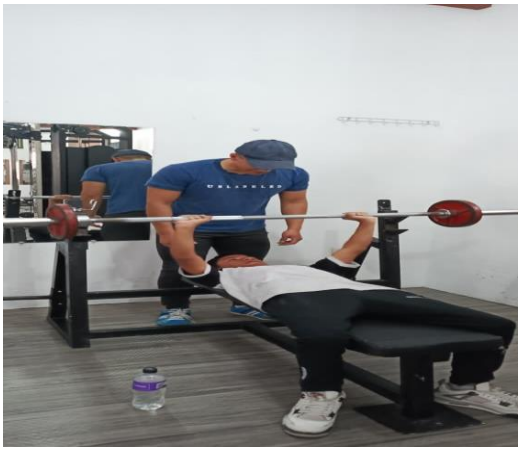
Ejercicio	**Promedio Pre Test (kg)**	**Promedio Post Test (kg)**	**Promedio de Mejora (kg)**
Press de banco plano	32.9	48.3	+**15.4**
Jalón al pecho en polea alta	55.3	80.3	+**25.0**
Sentadilla libre convencional	48.3	67.3	+**19.0**
Peso muerto	58.3	72.9	+**14.6**

Medias de perímetros

Perímetro	**Promedio Pre-Test (cm)**	**Promedio Post Test (cm)**	**Promedio de Mejora (cm)**
Bíceps	30.4	31.7	+**1.3**
Tórax	94.7	95.7	+**1.0**
Cintura	80.7	77.9	**-2.8**
Cadera	94.0	93.2	**-0.8**
Muslo medial	51.8	53.3	+**1.5**

Anexo Nº14 Evidencia fotográfica

Nota: Elaboración propia



Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

Gracias