

**Impacto de un Programa de Musculación Terapéutica en Problemas Posturales
de Usuarios del Gimnasio de la Facultad de Educación Física: Estudio de caso**

Favian Camilo Pardo García
Cristian Camilo Verdugo Márquez

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad Educación Física
Maestría en Ciencias del Deporte y la Actividad Física
Bogotá
2026

**Impacto de un Programa de Musculación Terapéutica en Problemas Posturales
de Usuarios del Gimnasio de la Facultad de Educación Física: Estudio de caso**

Favian Camilo Pardo García
Cristian Camilo Verdugo Márquez

Asesor Luis Alberto Cardozo

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad Educación Física
Maestría en Ciencias del Deporte y la Actividad Física

2026

Agradecimientos

Expresamos nuestra más profunda gratitud a Dios, por permitirnos culminar con éxito este proceso de aprendizaje y crecimiento personal.

Agradecemos de corazón a nuestras familias y amigos, especialmente Daniel y Víctor, por su constante motivación y por impulsarnos siempre a ser mejorar.

Al profesor Diego Rada, gracias por su invaluable apoyo, correcciones precisas y dedicación que guiaron nuestro trabajo con excelencia.

A la Universidad Pedagógica Nacional, nuestra alma mater, que sigue nutriendo nuestro conocimiento y abriendo puertas para nuestro crecimiento profesional.

A nuestro tutor, inmensas gracias por su apoyo inquebrantable, por dirigirnos con sabiduría y por mostrarnos nuestras fortalezas cuando estábamos a punto de desistir.

Finalmente, a nuestras parejas, la fortaleza y el apoyo constante que nos dieron, creyendo en cada una de nuestras capacidades y acompañándonos en cada paso.

Nota aclaratoria: El presente documento contó con la asistencia técnica de los modelos de lenguaje Gemini (Google), Claude (Anthropic) y Perplexity AI. Su uso se circunscribió exclusivamente a la optimización de la sintaxis, la organización estructural de los párrafos, la verificación de coherencia gramatical y el análisis de fuentes de datos bibliográficos. Los autores garantizan que la interpretación de los hallazgos, la recolección de los datos de campo, el análisis biostadístico y las conclusiones académicas son de su total autoría y responsabilidad intelectual.

A todos, ¡mil gracias! Su presencia hizo posible este logro.

Dedicatoria

Favian

A mi madre, María Aliz García Ortiz, por estar siempre conmigo y brindarme su apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A mi padre, Hugo, que desde el cielo fuiste un ejemplo maravilloso y guía eterna para mí.

A mi hermana Xiomara y mi hermano Hauer, por motivarme a buscar la mejora constante e impulsarme hacia la excelencia.

Y a mi novia, Laura, la alegría y amor de mi vida, por iluminar mis días con tu amor y presencia.

Con todo mi cariño, este trabajo es para ustedes.

Camilo

A mi familia, Carlos, Adriana e Isabel por estar siempre presentes y por el constante respaldo en este camino académico.

A Danny, mi compañera de vida, por ser mi fuente de energía y darme la serenidad necesaria para no rendirme. Gracias por tu presencia constante en las jornadas más difíciles y por la paciencia que me permitió llegar a la meta.

A mi compañero de tesis y hermano de vida: recorrimos este camino juntos, debatiendo y celebrando, pero siempre enfocados en el mismo sueño. Gracias por una amistad que trasciende este trabajo.

Por último, dedico este logro a los estudiantes del Gimnasio Valmaría. Sin su disposición y su valioso tiempo, este estudio de caso no habría sido posible. Su entrega es el corazón de esta tesis.

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto de un programa de musculación terapéutica de 8 semanas sobre las alteraciones posturales (hipercifosis torácica, hiperlordosis lumbar y cabeza adelantada) en usuarios del gimnasio de una facultad de educación física sede Valmaria.

Métodos: Se implementó un estudio de caso con enfoque cuantitativo sin grupo control. La muestra final consistió en 9 participantes seleccionados por conveniencia. Las variables angulares y de composición corporal se evaluaron mediante fotogrametría digital (aplicación APECS) y el protocolo cineantropométrico ISAK (nivel 1 o restricted level). La intervención incluyó ejercicios de fuerza con sobrecarga progresiva y fortalecimiento del Core. El análisis de datos empleó estadística no paramétrica (prueba de Wilcoxon) y análisis inferencial bayesiano.

Resultados: Se observó una mejora estadísticamente significativa en la alineación de las axilas ($p = .049$; tamaño del efecto $r = 0.857$) y una tendencia marginal de mejora en la alineación de los hombros ($p = .056$; $r = 0.821$). Las variaciones en la alineación cervical y pélvica no mostraron cambios significativos. No se registraron efectos adversos.

Conclusiones: El programa de musculación terapéutica de ocho semanas demostró ser eficaz para mejorar la alineación del tren superior, específicamente en hombros y axilas, al priorizar la estabilidad funcional y la adaptación neuromuscular sobre la hipertrofia. Sin embargo, este periodo resultó ser insuficiente para revertir las compensaciones crónicas y los engramas motores fuertemente arraigados en los segmentos cervical y lumbopélvico. A partir de estos hallazgos, el estudio concluye que es fundamental diseñar intervenciones más prolongadas y transformar los enfoques de los gimnasios universitarios para que trasciendan la estética, enfocándose en la salud integral, la autonomía funcional y el movimiento libre de dolor.

Palabras clave: musculación terapéutica, alteraciones posturales, sobrecarga progresiva, fotogrametría digital, corrección postural

Abstract

Impact of a Therapeutic Muscle-Building Program on the Improvement of Postural Problems in Users of the Physical Education Faculty Gym: A Case Study

Objective: To evaluate the effect of an 8-week therapeutic muscle-building program on postural alterations — specifically thoracic hyperkyphosis, lumbar hyperlordosis, and forward head posture — in users of the gym at a Physical Education Faculty (Valmaría campus, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia).

Methods: A case study design with a quantitative, pre-experimental (pre-test / post-test) approach was implemented without a control group. The final sample consisted of 9 participants selected by convenience sampling. Angular and body composition variables were assessed using digital photogrammetry (APECS application) and the ISAK cineanthropometric protocol (restricted level). The intervention included progressive overload resistance exercises and Core strengthening over 8 weeks. Data analysis employed non-parametric statistics (Wilcoxon signed-rank test) and Bayesian inferential analysis.

Results: A statistically significant improvement was observed in axillary alignment ($p = .049$; effect size $r = 0.857$) and a marginal positive trend in shoulder alignment ($p = .056$; $r = 0.821$). Variations in cervical and pelvic alignment did not reach statistical significance. No adverse effects were recorded.

Conclusions: The 8-week therapeutic muscle-building program proved effective in improving upper body alignment — specifically in the shoulder and axillary segments — by prioritizing functional stability and neuromuscular adaptation over hypertrophy. However, this period was insufficient to reverse chronic compensations and deeply

embedded motor engrams in the cervical and lumbopelvic segments. These findings underscore the need for longer interventions and a paradigm shift in university gym programming toward comprehensive health, functional autonomy, and pain-free movement.

Keywords: therapeutic muscle-building, postural alterations, progressive overload, digital photogrammetry, postural correction

Tabla de contenido

Resumen	6
Abstract.....	8
1. Antecedentes.....	15
2. Planteamiento Del Problema	18
3. Hipótesis	20
3.1. Hipótesis alternativa	20
3.2. Hipótesis nula	20
4. Objetivo general	21
4.2. Objetivos específicos.....	21
5. Justificación	22
6. Marco Teórico.....	28
6.1. Curvaturas fisiológicas de la columna vertebral.....	29
6.1.1. Lordosis cervical.	29
6.1.2. Cifosis torácica.....	29
6.1.3. Lordosis lumbar.....	29
6.1.4. Curva sacrococcígea.....	29
6.2. Alteraciones posturales y conceptos asociados	30
6.3. Cabeza adelantada	31
6.4. Hombros Adelantados	31

6.5.	La Fuerza Muscular como base de la intervención	31
6.6.	Ejercicio excéntrico	31
6.7.	Fuerza-Resistencia Muscular.....	32
6.7.1.1.	Fuerza-resistencia dinámica	32
6.7.1.2.	Fuerza-resistencia estática.....	32
6.8.	Ejercicio isométrico.....	32
6.9.	Musculación terapéutica	32
7.	Metodología.....	35
7.1.	Tipo de investigación.....	35
7.2.	Diseño de investigación.....	36
7.3.	Alcance de la investigación	37
8.	Tipo de muestreo	37
9.	Caracterización de la población.....	38
9.1.	Población y Muestra	38
9.2.	Criterios de inclusión y exclusión	39
10.	Instrumentos	40
10.1.	Cuestionario PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire)	40
10.2.	Aplicación APECS (Assessment and Postural Correction System)	40
10.3.	El protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK)	44

10.4.	Elementos del gimnasio.....	45
10.5.	La Escala de Percepción del Esfuerzo (RPE, por sus siglas en inglés)....	46
10.6.	1RM indirecto (O'Connor).....	47
11.	Procedimiento.....	49
11.1.	Primera Fase Mediciones y Evaluación.....	50
11.2.	Segunda fase	53
11.3.	Última Fase: Evaluación Final y Análisis	57
12.	Cronograma	58
13.	Análisis de datos.....	61
14.	Resultados.....	63
15.	Discusión	82
16.	Conclusión.....	86
17.	Referencias	88

Listado de figuras

Figura 1 Aplicación APECS	41
Figura 2 Escala de percepción del esfuerzo.....	47
Figura 3 Toma de medidas con la aplicación.....	50
Figura 4 Medidas ISAK.....	52
Figura 5 Prueba de esfuerzo 1RM- Press plano	54
Figura 6 Face pull	56

Lista de Tablas

Tabla 1 Programa de entrenamiento Fase 1	58
Tabla 2 Programa de entrenamiento Fase 2	59
Tabla 3 Variables antropométricas pre-intervención	63
Tabla 4 Variables antropométricas post intervención	64
Tabla 5 Comparación de variables antropométricas pre y pos-intervención.....	65
Tabla 6 Porcentaje de cambio para cada persona	69
Tabla 7 Variables pre descriptivas de ángulos	70
Tabla 8 Variables post descriptivas de ángulos.....	73
Tabla 9 Comparativa variables pre y post intervención de ángulos	75
Tabla 10 Pruebas pareadas bayesianas de composición corporal.....	79
Tabla 11 Muestra pareada bayesiana de los ángulos	80

1. Antecedentes

La salud postural constituye un pilar fundamental para el bienestar integral del individuo, pero frecuentemente se ve comprometida por la adquisición de hábitos perjudiciales que superan en incidencia a las deficiencias estructurales congénitas (Aguirre, 2020). La interacción entre las capacidades corporales y los patrones de movimiento cotidianos desempeña un papel determinante. No obstante, como señalan Weiss et al. (2016), la relación entre la postura, la manifestación de síntomas y la progresión de alteraciones no sigue una trayectoria lineal, reflejando la influencia simultánea del control neuromuscular y las cargas funcionales diarias. En esta línea, Domínguez et al. (2018) destacan que la ausencia de dolor no garantiza una alineación adecuada, al igual que posturas consideradas inapropiadas no siempre desencadenan sintomatología inmediata, aunque las alteraciones mínimas mantenidas de forma prolongada generan patrones compensatorios.

Estos patrones se ven exacerbados por los estilos de vida contemporáneos. Morales et al. (2022) evidencian que el uso excesivo de dispositivos móviles constituye un riesgo relevante, imponiendo tensiones adicionales sobre las estructuras corporales. Para abordar esta problemática en diferentes etapas de la vida, la literatura reporta diversas modalidades de intervención, las cuales difieren en sus enfoques, objetivos y metodologías. Entre estas, destacan la educación postural centrada en la modificación de hábitos y ergonomía, el entrenamiento del Core enfocado en la estabilización lumbo-pélvica, la Reeducción Postural Global o RPG basada en estiramientos estáticos y control respiratorio y la musculación terapéutica orientada al equilibrio de tensiones mediante ejercicios de fuerza con sobrecarga progresiva.

En el ámbito preventivo y de modificación de hábitos, la educación postural ha mostrado eficacia desde edades tempranas. Amado (2020) señala que los programas de educación postural en escolares permiten interiorizar principios de higiene postural, donde la participación de los docentes es fundamental para prevenir alteraciones estructurales a largo plazo.

En poblaciones de jóvenes y adultos, las intervenciones han requerido protocolos físicos estructurados, variando en su dosificación. Desde el enfoque de estabilización, Astorga et al. (2024) evaluaron un programa de entrenamiento de Core en mujeres universitarias con dolor lumbar. La intervención, dosificada en dos sesiones semanales durante cuatro semanas, incluyó ejercicios específicos de estabilización que lograron reducciones significativas en la cifosis, la lordosis y la percepción del dolor. Por otro lado, desde el enfoque de estiramiento y control neuromuscular, Santos et al. (2017) evaluaron una sesión clínica de RPG en adultos jóvenes, aplicando la postura de "rana al suelo" combinada con pruebas de flexión craneocervical, encontrando mejoras inmediatas en el alineamiento de la cabeza y la columna cervical.

Asimismo, intervenciones más prolongadas han abordado directamente el fortalecimiento estructural en jóvenes con alteraciones específicas. Moon et al. (2021) compararon los efectos de ejercicios correctivos, ejercicios de resistencia y terapia física en pacientes con hipercifosis torácica. Su protocolo consistió en sesiones de entrenamiento realizadas dos veces por semana durante tres meses o 12 semanas, demostrando que el fortalecimiento específico aumenta el área transversal de la musculatura cervical profunda y mejora el ángulo de Cobb. En concordancia, Tarasi et al. (2019) aplicaron un programa multimodal de fortalecimiento espinal y entrenamiento postural durante 12 semanas en hombres jóvenes con hipercifosis torácica funcional, confirmando que la prescripción

estructurada de ejercicios de fuerza focalizados es altamente efectiva para corregir el alineamiento espinal.

A pesar de la robustez de estas evidencias y de los beneficios demostrados por modalidades como el Core y la RPG, existe una carencia significativa de investigaciones enfocadas específicamente en la musculación terapéutica. Aunque estudios como los de Moon et al. (2021) y Tarasi et al. (2019) incorporan el fortalecimiento, persisten vacíos en la literatura respecto a la aplicación de programas de fuerza con sobrecarga progresiva (utilizando pesas, máquinas o bandas elásticas) diseñados e implementados en entornos reales de acondicionamiento físico. En particular, no se registran estudios metodológicamente rigurosos que evalúen el impacto de la musculación terapéutica en usuarios de gimnasios universitarios con alteraciones posturales previas, lo que constituye un área de oportunidad crítica para optimizar la prescripción del ejercicio en este sector demográfico.

2. Planteamiento Del Problema

El American College of Rheumatology, (2023) estima que el 80% de la población mundial padecerá dolor de espalda, vinculándose al sedentarismo y alteraciones posturales que comprometen la calidad de vida. Según Philippi et al. (2024), la deformidad espinal alcanza el 68% en adultos "sanos", pasando a menudo desapercibida. Ante esta problemática, Global Wellness Institute (GWI) / Statista (2024) reporta un aumento en la asistencia global a gimnasios (4,03%) en 2022. Aunque no representa un incremento significativo frente al 4,01% registrado en 2019, esto sugiere una mayor conciencia sobre la salud física dirigida por profesionales, lo que representa una oportunidad clave para implementar programas correctivos.

En Colombia, la lumbalgia es la segunda enfermedad profesional, reduciendo la calidad de vida en un 8% (Arroyo, 2023). FASECOLDA confirma que las patologías musculoesqueléticas representaron el 51,9% de las enfermedades laborales (2015-2017). Esta evidencia confirma que las alteraciones posturales son un reto crítico de salud pública de etiología multifactorial incluyendo ergonomía y estilo de vida que limitan el rango de movimiento y derivan en problemas crónicos si no son intervenidos oportunamente Lima Araujo et al. (2025).

Frente a tratamientos convencionales como los de McGill (2009), la musculación terapéutica emerge como una alternativa no invasiva de alta eficacia. La evidencia sostiene que es una intervención segura; de hecho, la aplicación de altas intensidades no incrementa el riesgo de lesión si se dosifica bajo el principio de sobrecarga progresiva Signal, (2014); Kristensen & Franklyn-Miller, (2011). Mediante la mecano-transducción, el entrenamiento de fuerza promueve adaptaciones estructurales efectivas y perdurables en tejido conectivo y

músculo Maestroni et al. (2020) lo que hace indispensable la intervención de profesionales con conocimientos profundos en la optimización de las variables de carga.

No obstante, en el contexto universitario no se cuenta con estudios que evidencien el impacto real de un programa de musculación terapéutica orientado específicamente a la corrección postural en adultos jóvenes o usuarios de gimnasios académicos. Esta ausencia de información representa un vacío importante en el conocimiento aplicado sobre cómo deben diseñarse programas correctivos dentro de estos espacios para mejorar la salud de la comunidad universitaria.

Si bien los datos epidemiológicos muestran la magnitud del problema a nivel poblacional, el presente estudio adopta un diseño de estudio de caso para explorar en profundidad los efectos de la intervención en un contexto naturalístico (el gimnasio de la facultad de educación física), permitiendo ajustes individualizados que un diseño experimental grupal no capturaría.

En este sentido, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de un programa de musculación terapéutica de 8 semanas sobre los ángulos de cifosis torácica, lordosis lumbar y alineación de cabeza (cabeza adelantada) en usuarios del gimnasio de la Universidad Pedagógica Nacional (sede Valmaría) que presentan alteraciones posturales?

3. Hipótesis

3.1.Hipótesis alternativa

La implementación del programa de musculación terapéutica producirá una mejora significativa en la alineación postural y una reducción de las alteraciones posturales en los usuarios del gimnasio de la Facultad de Educación Física, al comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención.

3.2.Hipótesis nula

La implementación de un programa de musculación terapéutica NO produce cambios significativos en las alteraciones posturales de los usuarios del gimnasio de la Facultad de Educación Física, al comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención.

4. Objetivo general

Evaluar las alteraciones posturales más comunes en los usuarios del gimnasio de la facultad de educación física, mediante un programa de musculación terapéutica adaptado a sus necesidades individuales.

4.2.Objetivos específicos

- Identificar cuáles son las alteraciones posturales más comunes en los usuarios mediante herramientas de evaluación corporal.
- Diseñar e implementar un programa de musculación terapéutica adaptado a las necesidades específicas detectadas en los usuarios.
- Evaluar la efectividad del programa de musculación terapéutica en los usuarios.

5. Justificación

En la actualidad un gran número de la población asiste a centros de acondicionamiento físico, salas fitness o gimnasios en busca de mejorar su salud, estética o condición física. Sin embargo, se evidencia que cuando los usuarios presentan alguna alteración o trastornos posturales como la cifosis, lordosis, escoliosis, cabeza adelantada o síndrome de espalda plana, los instructores optan por omitir algunos ejercicios para no incrementar el problema en la columna o zona afectada Solberg (2008), pero no se toman acciones para abordar estas alteraciones, dejando de lado el gran potencial que tienen algunos programas de ejercicio.

Por lo anterior, este estudio ofrece un programa de musculación terapéutica, teniendo en cuenta que los trabajos de fuerza son efectivos y primordiales para mejorar las alteraciones, desbalances y correcta postura por medio de sobrecargas externas como lo son el uso de pesos, barras, maquina, bandas elásticas, Esta aproximación se respalda según revisiones sistemáticas que demuestran que los programas de ejercicio activo, específicamente aquellos que buscan incrementar la fuerza de los músculos extensores de la espalda y la flexibilidad espinal, logran disminuir el ángulo de la cifosis y mejorar la postura. Bansal et al. (2014). Diferentes estudios previos como Li & Chow (2018), una investigación preliminar analizó el impacto de las cargas asimétricas en la escoliosis, una deformidad tridimensional de la columna que afecta al 2%-4% de los adolescentes, principalmente en su forma idiopática. Esta condición puede derivar en problemas crónicos, como dolor lumbar y complicaciones asociadas.

El estudio sugiere que el uso controlado de cargas asimétricas específicamente, variaciones equivalentes al 4.1% de la masa corporal induce cambios posturales a corto plazo en pacientes con escoliosis. Para ello, se aplicó carga asimétrica en el hombro

ipsilateral, combinada con ejercicios como, las flexiones de codo en superficies inestables (Bosu o step) y press militar unilateral con mancuerna; la carga asimétrica demostró ser efectiva al promover estabilidad articular, activación muscular diferenciada y corrección de desequilibrios.

En una investigación de Takahira et al. (2023) hace referencia sobre un programa de ejercicios en el que hace tres variables de método de actividad física, el primero es un grupo que ejecuta ejercicio de condición física, el segundo es de aprendizaje de la correcta postura y por último un grupo mixto en el que combinan los dos métodos de forma mixta para así centrarse en la mejora de las postura en jóvenes y adultos ya que sufren de dolores de cuello y espalda, este programa muestra los beneficios de los dos enfoques (ejercicio de condición física y enseñanza de la correcta postura) ya que la efectividad de este, no se había visto; se utilizaron ejercicios (fuerza) como sentadilla en contra de la pared y estiramientos en contra de la pared, además el uso de la toalla enrollada en forma de cilindro puesta en una silla en contacto y presionando la zona lumbar, ya que el objetivo era que la pelvis no se inclinara hacia atrás, esto ocurre en la postura al sentarse. Conviene subrayar que los resultados indican una mejora de los alineamientos posturales, no obstante, con el tiempo las mejoras volvían a su punto de inicio, volviéndose un reto los progresos a largo plazo. Por el contrario, el programa mediante ejercicios de fuerza genera mejoras posturales que suelen ser temporales si no se combinan con fortalecimiento muscular y conciencia corporal. Este ajuste no se limita a las habilidades deportivas, sino que puede fomentar la adherencia, adaptación y mejora de alteraciones posturales, se debe agregar que Suchomel et al. (2018), expone la importancia de la fuerza como “la capacidad de un músculo para generar fuerza contra una resistencia externa. Para optimizar el rendimiento, es esencial entender cómo se puede mejorar la fuerza y los cambios fisiológicos

relacionados”. Estos postulados reflejan la apuesta del programa por desarrollar una corrección postural y una condición física sostenible en el tiempo, para la vida cotidiana.

El presente proyecto de investigación no sólo busca corregir alteraciones posturales, sino también fortalecer los músculos que sostienen la columna vertebral, promoviendo una mejora integral en la salud física. Se debe agregar que los principios científicos respaldan la importancia del entrenamiento de fuerza, y como estos ejercicios se adaptarán a las necesidades individuales para maximizar los beneficios y minimizar el riesgo de lesiones para así mantener una buena postura.

A continuación, se presentan los beneficios del entrenamiento de la fuerza expuestos por McGill (2016) se debe agregar que la correcta ejecución de ejercicio físico es fundamental para optimizar diversos aspectos funcionales del cuerpo. En particular se destaca la importancia de la estabilidad y el soporte de la zona Core, el cual facilita una alineación adecuada de los segmentos corporales y cómo esta contribuye a la disminución de la tensión muscular - esquelética localizada.

Estos factores a su vez potencian su capacidad funcional necesaria para realizar actividades físicas de cualquier índole, mientras que también reduce el dolor en la zona lumbar es asociada con alivio de la presión sobre la columna vertebral, así también el fortalecimiento de los músculos erectores de la columna vertebral, A nivel biomecánico, la literatura confirma que la fuerza y resistencia de los músculos extensores de la espalda son factores críticos para mantener la alineación postural normal (McGill et al., 2003).

Abordar estas alteraciones posturales es importante, dado que el aumento de la curvatura sagital compromete la función física, eleva el riesgo de caídas y disminuye drásticamente la calidad de vida, dando como resultado la mejora el equilibrio y la

coordinación general. ya que son aspectos esenciales para la prevención de lesiones y el mantenimiento de la salud musculoesquelética.

La práctica regular del ejercicio de fuerza proporciona beneficios multisistémicos que mejoran de manera integral la salud y la condición física, con efectos positivos que se manifiestan tanto en la actividad física cotidiana como en el rendimiento deportivo (Singh et al., 2019; Westcott, 2012). Específicamente, el entrenamiento enfocado en el Core genera un impacto significativo en la región lumbopélvica al reclutar la musculatura antigravitatoria como glúteos, abdominales y erectores de la columna, elementos esenciales para la estabilidad espinal.

Esto concuerda con lo expuesto por Slater et al. (2019), quienes sostienen que no existe una única 'postura sentada ideal'. Según estos autores, los efectos nocivos de los hábitos sedentarios no derivan exclusivamente de la forma de sentarse, sino de la falta de variabilidad en el movimiento. Por otra parte, la revisión de Perić et al. (2025) introduce una distinción fundamental para el diseño de programas de musculación terapéutica indicando que el programa de ejercicio correctivo local (LCEP), se enfoca en corregir cada deformidad de forma aislada; mientras tanto el programa de ejercicio correctivo integral (CCEP) diseñado para que la mayoría de los músculos y articulaciones de la cabeza, cuello, tronco y extremidades superiores se activen simultáneamente en cada movimiento.

La implementación de un protocolo de evaluación diagnóstica, pre y post-intervención resulta interesante en el programa de corrección postural. Este proporciona datos cuantitativos que permiten monitorizar y evaluar la eficacia de la musculación terapéutica, facilitando ajustes durante tiempo real basados en la respuesta biológicas del individuo (Yihun & Delgado, 2025). Dichas mediciones garantizan que las cargas de trabajo converjan con las necesidades estructurales y funcionales de cada sujeto,

identificando áreas de mejora de una manera óptima. Para asegurar la precisión de estos resultados, Naderi et al. (2019) apoya su estudio se apoya en métodos de evaluación de alta fiabilidad utilizados en la investigación científica contemporánea, como el análisis fotográfico digital para la medición de ángulos posturales y el uso de la regla flexicurve para determinar los índices de curvatura espinal de manera no invasiva.

Entre las pruebas que se pueden realizar se incluyen la medición del ángulo de cifosis torácica, la evaluación del ángulo de inclinación del hombro y el análisis de la postura de la cabeza hacia adelante, utilizando herramientas como análisis fotográfico. Asimismo, la utilización de escalas de valoración de la imagen corporal, como la escala de Autoestima Corporal (BES), permite observar cambios en la percepción del cuerpo, aspecto que puede ser afectado por alteraciones posturales (Hosseini & Alizadeh, 2022). Medir estos aspectos no solo proporciona una base científica para la intervención, sino que también motiva a los participantes al visualizar su progreso, lo que puede incrementar la adherencia a los programas de ejercicio correctivo (Bayattork et al., 2020).

Este programa busca ir más allá del simple fortalecimiento muscular; es el bienestar postural de la persona, centrándose en ejercicios diseñados para lograr la alineación corporal óptima y, lo que es crucial, para reestructurar la musculatura de la espalda que ha sido alterada. Se adopta una perspectiva interdisciplinaria que combina, la terapia física con los principios de las ciencias de la actividad física.

El diseño es una mezcla cuidadosa de técnicas probadas de rehabilitación y corrección postural, las cuales se enriquecen con ejercicios de fortalecimiento y conciencia corporal, especialmente significativo que este conocimiento se aplique en el gimnasio de la Facultad de Educación Física, un ambiente donde estudiantes, docentes y funcionarios están constantemente "en movimiento", a veces existe una paradoja sutil que, a pesar de

estar inmersos en la actividad física, se puede perder la conciencia de la postura y que a menudo, se subestima cómo las pequeñas desviaciones pueden impactar negativamente la calidad de vida.

El programa trasciende la optimización de los componentes estéticos de la salud física, orientándose al desarrollo de una consciencia propioceptiva profunda en el sujeto, haciendo que cada participante entienda, la importancia de mantener una buena postura, lograr un equilibrio biomecánico duradero y saber qué ejercicios son adecuados para su cuerpo. El enfoque se basa en la premisa de que la educación postural y el fortalecimiento de la espalda son esenciales para prevenir molestias y promover un bienestar duradero.

En este sentido, la presente investigación se justifica por la necesidad de profundizar en el conocimiento existente dentro de la Facultad de Educación Física, donde la investigación sobre esta temática es escasa. Dada la formación de futuros expertos en ciencias del deporte y la actividad física, resulta importante investigar por qué los usuarios del gimnasio de la facultad no parecen priorizar el autocuidado, la corrección y la prevención de alteraciones posturales. Esta investigación ofrece la oportunidad de proponer estrategias para fomentar estas prácticas esenciales las cuales transformarán al gimnasio como un espacio de salud integral reduciendo la brecha entre la rehabilitación clínica y entrenamiento convencional, permitiendo generar una apropiación de los conocimientos y fomentando en los usuarios bienestar postural. Adicionalmente, se busca aportar evidencia sobre la efectividad de la musculación terapéutica como una herramienta para abordar los problemas posturales en esta población específica, contribuyendo así al diseño de programas de intervención personalizados.

Finalmente, y atendiendo a la complejidad del fenómeno observado, la metodología se fundamenta en un diseño de estudio de caso, enfoque que permite un análisis exhaustivo

y detallado de procesos contemporáneos dentro de su contexto real Yin, (2018). Se opta por un estudio de caso dado el carácter exploratorio de la intervención y la necesidad de ajustar la prescripción del ejercicio a las características posturales individuales de cada usuario, lo que dificulta la estandarización propia de los diseños grupales. Esta elección metodológica garantiza que la intervención respete el principio de individualidad biológica y biomecánica, permitiendo una comprensión profunda de la respuesta del sujeto ante los protocolos de musculación terapéutica propuestos.

6. Marco Teórico

Para comprender las alteraciones posturales, es importante remitirse primero a la biomecánica funcional del raquis. Como establece Kapandji (2012), la columna vertebral es una estructura mecánica compleja que debe conciliar dos funciones contradictorias: la rigidez necesaria para soportar las cargas axiales y la flexibilidad requerida para la movilidad del tronco.

En el plano sagital, de la columna vertebral(raquis) no es una columna recta, sino que presenta una serie de curvaturas fisiológicas alternas (lordosis y cifosis) que aumentan su resistencia a la compresión, es por eso que una columna con tres curvas móviles es diez veces más resistente que una columna rectilínea. Por tanto, la rectificación o la exacerbación de estas curvas (hipercifosis/hiperlordosis) no es solo un problema estético, sino una falla en la competencia mecánica de la estructura para soportar cargas. Carini et al. (2017)

La postura no es un estado estático, sino una respuesta dinámica a la fuerza de gravedad mediada por el Sistema Tónico Postural (STP). Este sistema funciona con un ajuste continuo, integrando información de múltiples sensores interoceptivos y

propioceptivos para manejar el tono muscular. Los componentes clave de este sistema incluyen la visión, el sistema vestibular, la piel y los propioceptores situados en los músculos y tendones.

La estabilidad de estas curvas comienza a consolidarse entre los 5 y 6 años, tras la maduración propioceptiva del pie, alcanzando su desarrollo completo alrededor de los 11 años. (Carini et al., 2017) Estas curvas son:

6.1. Curvaturas fisiológicas de la columna vertebral

La columna vertebral presenta curvaturas fisiológicas en el plano sagital que contribuyen al equilibrio postural, la distribución de cargas y la protección de las estructuras neurales. Estas curvaturas actúan de forma interdependiente y su alteración puede modificar la mecánica corporal y la estabilidad global del sistema musculoesquelético.

6.1.1. *Lordosis cervical.*

Concavidad posterior formada por siete vértebras, crucial para el soporte de la cabeza y la orientación de los órganos de los sentidos.

6.1.2. *Cifosis torácica.*

Convexidad posterior formada por doce vértebras, que proporciona resistencia y protección.

6.1.3. *Lordosis lumbar.*

Concavidad posterior formada por cinco vértebras, considerada la curva más importante para la absorción de impactos y el soporte de la masa corporal superior.

6.1.4. *Curva sacrococcígea.*

Estructura fija de concavidad anterior que cierra la pelvis y sirve de base a la columna.

En el plano frontal, la columna debe mantenerse rectilínea; cualquier desviación lateral se clasifica como escoliosis, una deformidad tridimensional que puede afectar significativamente la mecánica respiratoria y la estabilidad articular. La relación entre estas curvas no es lineal: una exageración patológica de la cifosis, como la hipercifosis, suele acompañarse de una compensación en la lordosis cervical para conservar la línea de visión horizontal, lo que evidencia la interconectividad del sistema biocinético (Carini et al., 2017).

6.2.Alteraciones posturales y conceptos asociados

Para Garoflid et al. (2000) Las alteraciones posturales pueden afectar la función muscular y articular, generando cambios en la longitud y en la capacidad de activación de los músculos. En este proceso, algunos grupos musculares tienden a acortarse e hiperactivarse, mientras que otros, especialmente los estabilizadores, pueden disminuir su nivel de activación. Por ello, la prevención resulta fundamental desde edades tempranas mediante hábitos posturales saludables, fortalecimiento del core, mejora de la flexibilidad y educación en ergonomía y cuidado corporal. Asimismo, la implementación de programas de corrección postural puede favorecer la adopción de estas prácticas y contribuir al mantenimiento de la salud general.

Carini et al., (2017) El sistema nervioso central procesa las señales posturales y genera respuestas motoras destinadas a contrarrestar las modificaciones pasivas de la posición. Este control se expresa mediante ajustes finos en el torque del tobillo y en la longitud de los flexores plantares, permitiendo conservar el equilibrio con un consumo energético mínimo y con un nivel básico de estrés estructural. Cuando este sistema se ve afectado por estímulos inadecuados y constantes, el cuerpo puede adoptar posturas de defensa que, con el tiempo, se consolidan como alteraciones posturales fijas.

6.3. Cabeza adelantada

El ángulo cervical se define como la intersección de una línea horizontal que pasa por el proceso espinoso de la vértebra C7 y una línea que se dirige hacia el trago de la oreja, (Ruivo et al., 2014).

6.4. Hombros Adelantados

El ángulo del hombro se determina a partir de la intersección entre la línea que une el punto medio del húmero con el proceso espinoso de C7 y una línea horizontal que pasa por el punto medio del húmero. Se considera un rango de referencia entre 60° y 50°; valores inferiores indican un mayor desplazamiento anterior del acromion en relación con la séptima vértebra cervical (C7) (Ruivo et al., 2014).

6.5. La Fuerza Muscular como base de la intervención

Para contrarrestar estas alteraciones posturales y devolver el equilibrio al sistema musculoesquelético, el desarrollo de la fuerza se presenta como un pilar ineludible. Según Morales y Guzmán (2003): “La fuerza es un elemento común de la vida diaria pues cada actividad humana, desde el movimiento más simple requiere de su utilización. Por ello tanto en el deporte como en el trabajo cotidiano existe un cierto tipo de producción de fuerza”. Es a partir de esta capacidad fundamental que se derivan las diferentes metodologías de ejercicio terapéutico para la corrección postural

6.6. Ejercicio excéntrico

El ejercicio excéntrico se define como aquella acción muscular en la que el músculo, estando activo, se alarga bajo tensión. A diferencia de la contracción concéntrica, en la que el músculo se acorta para vencer una resistencia, en la acción excéntrica el músculo cede de manera controlada ante la fuerza externa, actuando como un freno.

6.7.Fuerza-Resistencia Muscular

Para Siff y Verkhoshansky (2000), la fuerza-resistencia es la capacidad del sistema neuromuscular para sostener manifestaciones de fuerza de forma prolongada, resistiendo la aparición de la fatiga. Lejos de ser una cualidad única, la presentan como un concepto dual que abarca dos manifestaciones principales:

6.7.1.1.Fuerza-resistencia dinámica

Capacidad de ejecutar contracciones musculares repetidas (como en el remo, el ciclismo o una serie extensa de sentadillas) manteniendo un nivel de fuerza eficaz a pesar del cansancio.

6.7.1.2.Fuerza-resistencia estática

Capacidad de mantener una contracción isométrica (sin movimiento) durante un tiempo determinado, esencial para sostener posturas en deportes como la lucha, la gimnasia o para la propia estabilización postural durante cualquier ejercicio.

6.8.Ejercicio isométrico

El ejercicio estático o isométrico es aquella modalidad de contracción muscular en la que el músculo genera tensión sin movimiento articular, es decir, la fuerza ejercida iguala a la resistencia externa, manteniendo la longitud muscular constante (Vargas, 2015).

6.9.Musculación terapéutica

La musculación terapéutica se enmarca en el concepto más amplio de ejercicio terapéutico, entendido como la prescripción sistemática de actividad física orientada a corregir el deterioro funcional, mejorar la capacidad musculoesquelética y restaurar el equilibrio estructural del organismo (Taylor et al., 2007). Su especificidad radica en el uso deliberado de cargas mecánicas controladas —pesas, barras, máquinas o bandas— no con el fin primario de la hipertrofia, sino como herramienta de reeducación neuromuscular y

corrección de los desequilibrios de las cadenas musculares (Busquet, 2004). En este sentido, la musculación terapéutica trasciende el entrenamiento convencional al fundamentarse en la prescripción de ejercicios específicos con fines correctivos y adaptativos, diseñados para fortalecer la musculatura postural y antigraavitatoria especialmente el Core y los erectores espinales, mejorando la estabilidad articular y restableciendo una alineación corporal funcional (Kendall et al., 2005).

Desde la perspectiva de Vargas Molina (2015), la musculación trasciende el objetivo de la hipertrofia para consolidarse como una herramienta de estabilidad funcional; en este contexto, el control preciso de las variables del entrenamiento intensidad, volumen y selección de ejercicios es lo que garantiza un estímulo verdaderamente correctivo y previene el riesgo lesivo. Este planteamiento se articula con el modelo de estabilidad espinal de tres subsistemas pasivo, activo y neural propuesto por Panjabi (1992), que establece que la integridad funcional de la columna depende de la coordinación entre las estructuras ligamentosas, la musculatura estabilizadora y el control neuromuscular central. Así también, se integran los principios de McGill (2015), quien enfatiza la generación de estabilidad espinal como mecanismo de protección para las estructuras pasivas, asegurando que el incremento de la fuerza se traduzca en una mejora real y sostenible de la salud postural.

La eficacia de esta modalidad depende, adicionalmente, de la calidad del movimiento ejecutado antes que del volumen de carga aplicado (Cook & Burton, 2006). En términos de dosificación, la musculación terapéutica privilegia cargas submáximas entre el 50% y el 80% de 1RM combinadas con patrones de movimiento funcionales y control estricto de la fatiga neuromuscular, con el objetivo de evitar compensaciones posturales que perpetúen el desequilibrio (Schoenfeld, 2010). A través del mecanismo de mecanotransducción, el

entrenamiento de fuerza promueve adaptaciones estructurales efectivas y perdurables en el tejido conectivo y muscular, lo que hace indispensable la participación de profesionales con conocimientos profundos en la optimización de las variables de carga (Maestroni et al., 2020).

7. Metodología

7.1. Tipo de investigación

La metodología empleada en esta investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, el cual se considera una condición indispensable para la valoración objetiva y sistemática de los datos (Heinemann, 2003). Si bien todo análisis cuantitativo puede complementarse con una fase interpretativa de carácter cualitativo, el objetivo principal de este tipo de investigación es organizar, clasificar y presentar los datos de manera estructurada, sin que ello implique necesariamente la prueba de hipótesis o la construcción de teorías (Gratton y Jones, 2004).

Este tipo de estudio se caracteriza por la presentación de resultados mediante cuadros de frecuencias y estadísticos descriptivos, apoyados en herramientas informáticas para su análisis. No obstante, los datos cuantitativos, por sí solos, adquieren mayor significado cuando se integran en un proceso interpretativo que otorgue sentido a los hallazgos (Blasco, 2023).

Desde esta perspectiva, el enfoque cuantitativo resulta pertinente para el presente estudio, ya que permite una recolección estructurada y objetiva de información sobre el impacto de un programa de musculación terapéutica en las alteraciones posturales de los participantes del gimnasio Valmaria de la Universidad Pedagógica Nacional. Este enfoque facilita una evaluación precisa del comportamiento de las variables, contribuyendo a generar evidencia empírica que respalde la toma de decisiones en el ámbito de las ciencias del deporte y la actividad física.

7.2.Diseño de investigación

El diseño de esta investigación se define como un estudio de caso con mediciones longitudinales (pre-test y post-test), adoptando un enfoque que prioriza la profundidad analítica sobre la comparación extensiva entre grupos.

Inicialmente, esta investigación fue concebida como un diseño cuasiexperimental con grupo control. Sin embargo, la dinámica propia del entorno natural del gimnasio Valmaria de la Universidad Pedagógica Nacional y la deserción progresiva de participantes que redujo la muestra de 20 inscritos iniciales a 9 sujetos que completaron el programa impidieron la conformación y mantenimiento de un grupo control. Ante esta situación, se replanteó el diseño metodológico y se optó por el estudio de caso, lo que responde a una decisión fundamentada en las condiciones reales del contexto y no a una limitación conceptual del estudio.

El estudio de caso, según Silverman (2020), permite una exploración exhaustiva de fenómenos sociales o educativos en sus contextos reales, facilitando la comprensión de procesos que las mediciones comparativas rígidas podrían omitir. Esta transición metodológica resulta especialmente pertinente en las ciencias del deporte cuando se busca analizar el impacto de intervenciones de musculación terapéutica en sujetos específicos, ya que la individualidad biológica y técnica prevalece sobre la homogeneización grupal (Silverman, 2020). Cabe señalar que se descartó la denominación de estudio exploratorio por cuanto existe bibliografía previa consolidada sobre el fenómeno estudiado, lo que sitúa la investigación en un nivel descriptivo-analítico.

7.3. Alcance de la investigación

El presente trabajo posee un alcance descriptivo con un diseño longitudinal. Según Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios descriptivos tienen como finalidad especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades o procesos sometidos a análisis; es decir, recolectan datos sobre diversas variables sin el objetivo de establecer relaciones causales directas.

El diseño longitudinal implica la recolección de datos en diferentes momentos —en este caso, una medición inicial (pre-test) y una medición final (post-test)— con el fin de analizar la evolución y los cambios del fenómeno estudiado a lo largo del tiempo (Hernández Sampieri et al., 2014). Este alcance se justifica en función de los objetivos de la investigación, orientados a identificar posibles patrones de cambio postural tras la implementación del programa de musculación terapéutica, aportando información pertinente para la toma de decisiones en el ámbito de las ciencias del deporte y la actividad física (Arias, 2012).

8. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo empleado en el presente trabajo es por conveniencia, el cual forma parte de los métodos no probabilísticos. Según Hernández Sampieri et al. (2014), este consiste en seleccionar a los individuos disponibles para participar que cumplen con los criterios establecidos por el investigador.

Este tipo de muestreo se seleccionó debido a las características del contexto, dado que en el gimnasio Valmaria no es posible aplicar técnicas de selección aleatoria por limitaciones logísticas y de acceso. Si bien el muestreo por conveniencia no permite generalizar los resultados a poblaciones más amplias, sí ofrece información valiosa y

permite comprender la realidad particular del grupo estudiado, lo cual resulta coherente con el diseño de estudio de caso adoptado.

9. Caracterización de la población

La población objetivo del presente programa está conformada por hombres y mujeres usuarios del gimnasio Valmaria de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes presentan composición corporal variada. Para la selección de los participantes, se realizó una identificación de alteraciones posturales específicamente escoliosis, lordosis y cifosis, tomando como criterio de inclusión la presencia de estas condiciones con mayor incidencia entre los usuarios evaluados.

9.1. Población y Muestra

La población de la presente investigación está conformada por los usuarios del gimnasio Valmaria de la Universidad Pedagógica Nacional ($N = 271$), integrada por estudiantes, docentes y funcionarios de la institución.

Para la selección de los participantes se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, fundamentado en criterios de accesibilidad, disponibilidad y presencia de alteraciones posturales diagnosticadas. La consolidación de la muestra se desarrolló en tres fases: en la primera, se registró el interés de 20 personas; en la segunda, 14 sujetos cumplieron los criterios de inclusión y completaron la evaluación inicial (pre-test); en la tercera, tras la implementación del programa, la muestra final quedó constituida por 9 participantes que completaron la totalidad de las etapas del estudio. La reducción de la muestra se atribuye a la deserción voluntaria de los participantes durante el proceso, lo que también motivó el replanteamiento del diseño metodológico descrito en el apartado 7.2.

9.2.Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión para este estudio son usuarios activos del gimnasio Valmaria (ingresar 3 veces a la semana), tener 18 años o más, participar de forma voluntaria mediante la firma del consentimiento informado y contar con la capacidad cognitiva suficiente para comprender las instrucciones del estudio y responder adecuadamente los instrumentos aplicados. Por otra parte, se excluirán aquellas personas que no firmen el consentimiento informado, asistan de manera esporádica al gimnasio, con una frecuencia inferior a dos veces por semana o presenten alguna alteración postural crónica.

10. Instrumentos

Para la recolección de datos en este estudio se utilizarán los siguientes instrumentos y herramientas:

10.1. *Cuestionario PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire)*

Este cuestionario es una herramienta de tamizaje diseñada para identificar posibles riesgos en la participación de actividades físicas. Consiste en siete preguntas cerradas que ayudan a determinar si una persona debe consultar con un médico antes de incrementar su nivel de actividad física. Su uso es ampliamente reconocido en entornos deportivos, gimnasios y estudios científicos relacionados con ejercicio y salud. El PAR-Q ha demostrado ser válido y confiable en estudios previos, y ha sido recomendado por instituciones como el Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP) (Craig et al., 2015)

10.2. *Aplicación APECS (Assessment and Postural Correction System)*

Es un software desarrollado para evaluar la postura mediante técnicas de fotogrametría no invasiva y para corregir las asimetrías posturales mediante diversos ejercicios. Está disponible para su descarga en Google Play Store (Figuras 2 y 3) y permite realizar evaluaciones rápidas y precisas de la postura a través del análisis de fotografías tomadas en diferentes planos (anterior, posterior y laterales). La herramienta ha sido validada en estudios previos de Çankaya y Taki (2024), quienes demostraron su fiabilidad y validez, además de su facilidad de uso y bajo costo en comparación con otros dispositivos de evaluación postural tradicionales. Es útil tanto para investigadores como para profesionales clínicos que buscan una evaluación objetiva y rápida de la postura del paciente.

Con el propósito de establecer los parámetros correspondientes de distancia y altura para la toma fotográfica, se llevó a cabo una prueba piloto con dos participantes de 28 y 30 años, mediante la cual se realizó la estandarización del procedimiento de medición, siguiendo los criterios descritos por Çankaya y Taki (2024).

Figura 1

Aplicación APECS



Nota. Esta imagen hace referencia a el análisis que se utiliza por la aplicación, respectivamente lo que se utilizo es postura completa. Tomado de la Aplicación.

La aplicación utiliza algoritmos de fotogrametría y reconocimiento de puntos anatómicos estandarizados para detectar marcadores virtuales, medir ángulos corporales y realizar un análisis preciso de la postura; para ello, requiere fotografías tomadas con una cámara ubicada a una distancia y altura controladas, garantizando nivelación y exactitud. A partir de estas imágenes, APECS evalúa la simetría corporal, identifica desviaciones posturales y calcula hasta 24 variables en los planos coronal y sagital, lo que permite clasificar clínicamente las alteraciones según su severidad: normales o variaciones anatómicas (menos de 10°), leves (10° a 20°), moderadas (20° a 40°) y severas (más de 40°). Además, incluye pruebas específicas para analizar el adelantamiento de la cabeza mediante el ángulo craneovertebral (CVA), definido por la intersección entre una línea horizontal y la línea que conecta C7 con el trago de la oreja; valores superiores a 53° se consideran normales, entre 50° y menos de 53° indican una alteración leve o moderada, y ángulos por debajo de 45° (o cercanos a <40°) representan un adelantamiento severo de la cabeza.

Es importante señalar que, si bien la aplicación APECS clasifica las alteraciones posturales mediante categorías ordinales de severidad y no reporta directamente el valor angular continuo de la curvatura espinal (ángulo de Cobb), esta decisión metodológica responde a las condiciones del contexto de intervención: un gimnasio universitario sin acceso a equipos radiológicos o goniométricos de alta precisión. En consecuencia, los cambios detectados pre-post intervención deben interpretarse como variaciones en la clasificación clínica de la desviación, y no como reducciones específicas en grados de

curvatura. Esta limitación constituye una oportunidad para futuros estudios que combinen fotogrametría digital con la regla flexicurve (Naderi et al., 2019) o con radiografías estandarizadas, permitiendo cuantificar con mayor precisión los cambios en el ángulo de Cobb de cifosis torácica y lordosis lumbar.

Junto con la aplicación APECS se utilizará un dispositivo Motorola Moto G54 5G, un smartphone de gama media que destaca por su conectividad 5G y su procesador MediaTek Dimensity 7020. Ofrece configuraciones de 8 GB o 12 GB de RAM, una cámara frontal de 16 MP y un versátil sistema de cámaras traseras de 50 MP (con OIS) + 8 MP (gran angular/macro/retrato). Su batería de 5,000 mAh asegura una buena autonomía, sus dimensiones son 161.56 x 73.82 x 8.89 mm y su peso es de 192 gramos.

Además, el manual AMA proporciona pautas detalladas para evaluar el rango de movimiento de la columna vertebral (flexión, extensión, inclinación lateral y rotación). Esta valoración se basa en la comparación de los grados de movimiento detectados con los valores normales establecidos para cada segmento de la columna (cervical, dorsal y lumbar). La alteración o discapacidad se clasifica según el grado de limitación del movimiento en tres niveles:

Leve: Pérdida de hasta el 25% del rango normal. Ocasiona molestias leves y poca repercusión en la vida diaria (1-10% de discapacidad asignada).

Moderada: Pérdida entre el 26% y el 50% del rango normal. Limita algunas actividades diarias y laborales (11-25% de discapacidad asignada).

Severa: Pérdida superior al 50% del rango normal. Implica una limitación funcional significativa que afecta la mayoría de las actividades diarias y laborales (26-60% de discapacidad asignada).

10.3. El protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK)

La evaluación antropométrica aplicada en este estudio es ampliamente reconocida como un método seguro y confiable gracias a su preciso estándar internacional. Este protocolo exige la participación de un profesional acreditado (nivel 1 del protocolo de medición o perfil restringido) y enfatiza la identificación rigurosa de las referencias anatómicas y las técnicas de medición para minimizar el error técnico, garantizando así la replicación en diversas poblaciones y entornos (Silva & Vieira, 2020). La morfofuncionalidad del individuo es determinante para su postura; un aumento de la masa grasa o una distribución asimétrica del músculo desplazan el centro de gravedad, forzando compensaciones posturales. En este contexto, la evidencia científica, apoyada en la utilización de mediciones ISAK, sugiere una conexión estrecha entre la composición corporal y la estabilidad del individuo. En este sentido, el estudio de Delfa-de-la-Morena et al. (2018) basado en dicho protocolo demuestra que tanto la distribución de la masa grasa como los perímetros corporales impactan significativamente en el control postural a través de mecanismos propioceptivos.

Para cumplir con estas exigencias, se utilizó un conjunto de herramientas especializadas que incluyó: un plicómetro Avanutri (referencia SKU 218-BK) para medir el grosor del pliegue cutáneo y calcular el porcentaje de grasa corporal; un paquímetro óseo Avanutri blanco de 16 cm para evaluar los diámetros óseos pequeños; una cinta métrica para registrar los perímetros de las extremidades; y un cajón antropométrico (40 cm x 50 cm x 30 cm) estandarizado. Asimismo, se empleó un tallímetro SECA, instrumento de medición de altura diseñado para entornos clínicos que se caracteriza por su precisión milimétrica.

Adicionalmente, el análisis de la masa corporal se llevó a cabo utilizando una balanza (referencia GMD-BD-1522, color gris). A partir de las diferentes tomas de datos y parámetros obtenidos con estos instrumentos en dos momentos distintos (antes y después del programa), se pudo observar una mejora significativa en la composición corporal de los participantes. El uso de este protocolo ISAK proporcionó una medición objetiva, arrojando resultados confiables y consistentes, lo que destaca la importancia de la tecnología y la correcta instrumentación en la evaluación de la salud y el estado físico.

10.4. Elementos del gimnasio

Para el desarrollo del entrenamiento se utilizará material especializado seleccionado con base en la evidencia científica disponible. Warneke et al. (2024) señalan que los profesionales de la salud y el ejercicio deberían priorizar programas de fortalecimiento dirigidos a los músculos debilitados como estrategia principal para la corrección postural, dado que el fortalecimiento crónico demostró un tamaño del efecto grande ($d = -0.83$, $p = 0.01$) en comparación con el estiramiento, cuyo impacto no fue estadísticamente significativo ($d = -0.19$, $p = 0.16$). En coherencia con este planteamiento, se emplearán los siguientes elementos:

Para el trabajo de fuerza con carga libre se utilizarán discos marca FORMA de diseño dodecagonal en pesos de 2.5 kg, 5 kg, 12.5 kg y 22.5 kg, así como discos circulares de la misma marca de 5 kg, 10 kg, 15 kg y 20 kg. Además, se incluirán mancuernas de marca genérica en pesos de 2.5 kg, 5 kg, 7.5 kg y 10 kg, y mancuernas marca FORMA de 10 kg, 12.5 kg, 15 kg, 20 kg, 22.5 kg, 25 kg, 27.5 kg, 30 kg, 40 kg y 50 kg, así como pesas rusas de 5 kg y 10 kg de marca genérica.

Para el entrenamiento en máquinas se dispondrá de una máquina multifuerza de 6 estaciones marca FORMA y una máquina selectorizada de doble polea marca MOVIFIT, que permitirán el trabajo de músculos estabilizadores de la columna y la cintura escapular en diferentes planos de movimiento. Se incluirá también un banco lumbar marca FORMA para el fortalecimiento específico de la musculatura extensora del tronco.

Para el trabajo con resistencia, que permite trabajar los ángulos articulares débiles con resistencia variable y progresiva se emplearán ligas de resistencia elásticas tubulares marca ONERFIT y bandas elásticas Therabands marca Sportfitness. Finalmente, se utilizarán elementos complementarios como base inestable (tipo lenteja) marca Sportfitness, balones medicinales marca Sportfitness de 4 kg, 8 kg y 10 kg, y colchonetas para suelo de marca genérica para el trabajo de estabilización y control motor.

10.5. La Escala de Percepción del Esfuerzo (RPE, por sus siglas en inglés)

Desarrollada por Gunnar Borg en 1973, es una herramienta ampliamente utilizada para cuantificar la intensidad del esfuerzo físico percibido por los individuos durante la actividad física (Figura 6). Esta escala permite a los sujetos asignar un valor numérico a su sensación subjetiva de esfuerzo, facilitando la monitorización y ajuste de la intensidad del ejercicio. La validez y confiabilidad de la RPE han sido objeto de estudio, confirmando su utilidad como instrumento de evaluación en diversas investigaciones (Halperin & Emanuel, 2020). Su simplicidad y facilidad de aplicación la convierten en una herramienta práctica para la recopilación de datos subjetivos en este estudio.

Figura 2

Escala de percepción del esfuerzo



Nota. Escala de percepción del esfuerzo tomada de Google. (2025).

10.6. 1RM indirecto (O'Connor)

Este es un método de estimación indirecta de la repetición máxima (1RM), que utiliza una fórmula específica para calcular la carga máxima aproximada que una persona puede levantar una sola vez. Su aplicación es especialmente útil en personas principiantes o no entrenadas, ya que evita que se expongan a cargas máximas sin una técnica adecuada, lo cual podría resultar riesgoso. La fórmula propuesta por O'Connor es:

$$1RM = (0,025 \times (\text{peso levantado en kg} \times \text{número de repeticiones al fallo})) + \text{peso levantado (kg)}.$$

Este cálculo resulta fundamental en la planificación de programas de entrenamiento, ya que permite establecer porcentajes de carga e intensidad adecuados para los objetivos del usuario. Aunque se trata de una estimación, proporciona una herramienta válida para el monitoreo y control de las cargas. Para mejorar la precisión del resultado, se recomienda que el número de repeticiones al fallo se encuentre entre 2 y 10. (Suárez, 2013).

11. Procedimiento

La convocatoria para el estudio se iniciará en el gimnasio Valmaría de la facultad de educación física, mediante divulgación directa de voz a voz y distribución de flyers informativos dirigidos a los usuarios regulares. A los interesados se les explicarán los objetivos y parámetros del programa, y en coherencia con los aspectos éticos que rigen la investigación —los cuales se adhieren estrictamente a la Declaración de Helsinki y a la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia—, se hará firmar un consentimiento informado de manera voluntaria, solo después de que hayan sido plenamente informados sobre los procedimientos. Esto garantiza no solo el cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad, sino también el respeto irrestricto a la autonomía y protección de los participantes. Como parte de ese respaldo ético, se aplicarán los cuestionarios PAR-Q para verificar que cada voluntario se encuentre en condiciones adecuadas para participar sin riesgos prevenibles.

Una vez seleccionada la población, se llevará a cabo una evaluación inicial completa cuyos datos se registran primero en un formato físico y luego se digitalizarán. Este proceso incluye la medición de la estatura con un tallímetro, Además, un cineantropometrista certificado realizará una valoración con los parámetros ISAK al inicio y al final de la investigación. Para la detección de alteraciones posturales, con especial atención a la espalda, se utilizará la aplicación APECS en un dispositivo Motorola Moto G54 5G. Por último, para el control de asistencia a las sesiones, se generará un código QR individual para cada participante.

En resumen, el proyecto se divide en tres fases principales: la selección y análisis de los participantes, la implementación del programa de musculación terapéutica y el análisis de los datos obtenidos al finalizar el estudio.

11.1. Primera Fase Mediciones y Evaluación

La primera fase de este estudio se centrará en establecer una línea base de la condición física de cada participante. Para lograrlo, se realizan mediciones específicas de la postura y del rango de movimiento. En la valoración postural, emplearemos la aplicación APECS en un dispositivo Motorola Moto G54 5G, el cual se colocará en un trípode a 1.20 metros de altura y a 3 metros de distancia (Figura 3).

Figura 3

Toma de medidas con la aplicación



Desde esta posición, tomaremos fotografías usando las opciones de Análisis Completo y Análisis de Tronco de la aplicación. Es importante destacar que la aplicación procesa estas imágenes y nos proporcionará un resultado inmediato indicando si existe alguna alteración postural o una inclinación marcada. Este método garantiza una evaluación digital y precisa de la alineación corporal de los participantes.

Por otro lado, se tomará la base de datos utilizada para documentar estas evaluaciones.

La medición del masa corporal y la talla se llevará a cabo siguiendo los protocolos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK), en este sentido se implementará el perfil restringido, que consiste en medir la masa corporal, la talla, talla sentado, Envergadura de brazos, pliege (PL) Tríceps, PL Subescapular, PL bíceps, cresta ilíaca, PL supraespinal, PL abdominal, PL abdominal, PL muslo, PL pierna, perímetro (PR) brazo relajado, PR brazo flexionado y contraído, PR cintura, PR caderas, PR muslo medio, PR pierna, Diámetro (D) húmero, D biestiloideo, D Fémur, PR brazo recogido, PR muslo recogido, PR pierna Recogido ver (Figura 4).

Figura 4

Medidas ISAK



La masa corporal se tomará con una balanza calibrada, con el participante descalzo y con ropa ligera, registrándose en kilogramos con una precisión de 0.1 kg. La talla se medirá con un tallímetro, asegurando que el sujeto esté en posición erguida y con la cabeza en una posición neutral. La medida se registrará en centímetros con una precisión de 0.1 cm.

Todos los datos recabados se registran en una hoja de cálculo de Excel. La información incluirá: nombre, sexo, edad, masa corporal, talla, IMC, índice cintura-cadera, porcentaje de grasa corporal, masa muscular y masa grasa, siendo estos últimos obtenidos mediante una valoración cineantropométrica ISAK. Finalmente, para cuantificar la intensidad del esfuerzo percibido, se utilizará la Escala Visual de Percepción del Esfuerzo

(RPE), que se colocará en diferentes puntos del gimnasio para que los participantes puedan monitorear su carga de trabajo de manera individual, facilitando así los ajustes necesarios en el programa de musculación terapéutica.

11.2. Segunda fase

A partir de las valoraciones iniciales, se seleccionarán aquellos participantes que cumplan con los requisitos establecidos para formar parte del programa. Este combinará un plan de musculación con un enfoque terapéutico, El método estructurado es de 8 semanas.

Se realizará una prueba de esfuerzo, en este caso un RM (Repetición Máxima - Indirecto), con el fin de aplicar una fórmula y no correr riesgos de lesión y especificar el volumen e intensidad de trabajo en los ejercicios, ya sea con programación con máquinas o de peso libre. Este tipo de prueba es fundamental para establecer un punto de partida en el diseño de programa de musculación terapéutica (Figura 5). Permite formular predicciones que ajustan las cargas y la progresión del entrenamiento de fuerza, lo que a su vez aumenta la seguridad. Es un método menos agresivo, adaptable a personas no entrenadas o principiantes y, finalmente, ofrece precisión en la prescripción del ejercicio, evitando sobrecargas innecesarias Thompson (2019).

Figura 5

Prueba de esfuerzo 1RM- Press plano



El método que se implementará durante la intervención es el entrenamiento de fuerza-resistencia, que consiste en alternar ejercicios con cargas bajas o medias (<50% del 1RM) y muchas repeticiones, con poco descanso entre ejercicios, combinando ejercicios de fuerza y resistencia. Este método es ideal para una etapa de adaptación al ejercicio, ya que mejora la resistencia muscular y la capacidad cardiovascular. Por ello, se iniciará con un proceso de familiarización de cada uno de los elementos del gimnasio, abarcando movimientos de core, máquinas y pesos libres. De esta manera, se adaptan los ejercicios nuevos y se retoma el conocimiento anterior de los participantes, facilitando una transición segura y efectiva al programa de entrenamiento. Se deben realizar ejercicios de 15 a 20 repeticiones, con descansos de 30 a 60 segundos entre series, utilizando máquinas, peso libre y bandas. Este enfoque permite desarrollar tanto la fuerza como la resistencia, beneficiando la salud general.

Se agregará trabajo isométrico en la zona core (abdominales, transverso, oblicuos, cuadrado lumbar, musculatura glútea, erectores de la columna, entre otros). Este trabajo se basa en mantener una contracción muscular estática contra una resistencia inmovil durante varios segundos, lo cual es útil para fortalecer zonas específicas y mejorar la fuerza estática (plancha abdominal en decúbito prono y supino, con variaciones en superficies inestables).

Después de las tres semanas en la etapa de adaptación, se agregará un método de fuerza-resistencia, aumentando la intensidad del entrenamiento entre el 60 al 80% de 1RM. En este punto, cambiarán tanto la cantidad de series y repeticiones como la carga.

Se utilizarán ejercicios multiarticulares y simples, así como cargas asimétricas, todo enfocado en potenciar la resistencia muscular y mejorar las alteraciones posturales.

Para lograrlo, se implementarán dos métodos clave: el isohold y el excéntrico. Ambos se combinarán con ejercicios de autocarga, carga externa y resistencia con bandas. Estos métodos son altamente efectivos para mejorar la fuerza y estabilidad de la espalda, contribuyendo significativamente a la prevención de lesiones y a una mejor funcionalidad en las actividades diarias.

El método isohold implica una contracción muscular normal (concéntrica y excéntrica), donde el músculo se acorta y se alarga, respectivamente. Sin embargo, en el isohold, el músculo permanece en una longitud constante (5 a 10 segundos) pero la tensión interna aumenta significativamente. Esto se logra al mantener una postura o posición específica por un periodo determinado, resistiendo la fuerza que intenta moverse de esa posición (Suchomel et al., 2018).

El método excéntrico se enfoca en la fase excéntrica del movimiento, es decir, la fase de alargamiento del músculo. En estas contracciones, el esfuerzo es controlado frente a

la gravedad, y esta fase se conoce como la fase negativa del ejercicio (McGill, 2009). El entrenamiento excéntrico es esencial para mejorar la fuerza funcional y la estabilidad, especialmente en poblaciones con trastornos musculoesqueléticos (Figura 6).

Figura 6

Face pull



De acuerdo con Gentil (2016), un entrenamiento efectivo para el aumento de fuerza y masa muscular debe centrarse en ejercicios multiarticulares, ya que promueven una mejor activación muscular. No obstante, el autor también señala que los ejercicios de articulación

simple (unilateral) pueden cumplir una función complementaria, especialmente en músculos específicos como los extensores lumbares, contribuyendo así a corregir desequilibrios musculares y mejorar la postura. Bajo este enfoque, el programa no solo busca el fortalecimiento general, sino también una intervención terapéutica dirigida a las zonas con mayor alteración y disfunción postural.

11.3. Última Fase: Evaluación Final y Análisis

Una vez que el programa haya concluido, se aplicarán nuevamente las mismas valoraciones y mediciones iniciales. Se podrán analizar los avances logrados en los participantes. Este análisis permitirá identificar las mejoras más significativas.

Además, al comparar los resultados iniciales y finales, se podrá determinar si el programa tuvo un impacto notable o si los cambios fueron mínimos. Basándose en estos hallazgos, se podrá considerar la necesidad de extender la duración del programa o de realizar investigaciones más prolongadas para obtener resultados más consistentes a largo plazo.

12. Cronograma

La duración de ocho semanas del programa se determinó atendiendo a las restricciones logísticas del calendario académico del gimnasio Valmaria y a la disponibilidad de los participantes. Si bien Moon et al. (2021) y Tarasi et al. (2019) demostraron cambios significativos en el ángulo de Cobb y el área transversal muscular cervical con protocolos de 12 semanas, el presente estudio adoptó un marco temporal más acotado con el propósito de explorar si se evidencian adaptaciones tempranas de tipo neuromuscular en la cintura escapular durante la primera fase de la intervención. Este diseño asume que las adaptaciones neurales que preceden cronológicamente a los cambios estructurales de tejido pueden comenzar a manifestarse entre las semanas 4 y 8 (Suchomel et al., 2018), aunque la consolidación de los cambios en segmentos como el cervical y el lumbopélvico requeriría periodos extendidos de al menos 12 a 16 semanas.

La fase de implementación, de 8 semanas, comenzará con una prueba de Repetición Máxima (RM) indirecto para determinar la carga de trabajo. Las primeras tres semanas se enfocarán en la adaptación con un entrenamiento de fuerza-resistencia, utilizando cargas bajas $\leq 50\%$ del 1RM y un alto número de repeticiones (15-20), complementado con ejercicios isométricos para fortalecer la zona del core. Se utilizará la Escala Visual de Percepción del Esfuerzo (RPE) para monitorear la intensidad del trabajo (ver tabla 1).

Tabla 1

Programa de entrenamiento

#	Ejercicio	Carga	Repeticiones	Series	Descanso
BLOQUE A — FUERZA RESISTENCIA					
1	Press plano	50%	15 – 20	4 – 5	40 seg – 1 min

2	Jalón dorsal	50%	15 – 20	4 – 5	40 seg – 1 min
3	Remo polea	50%	15 – 20	4 – 5	40 seg – 1 min
4	Press militar	50%	15 – 20	4 – 5	40 seg – 1 min
5	Pull over polea	50%	15 – 20	4 – 5	40 seg – 1 min
6	Remo barra	50%	15 – 20	4 – 5	40 seg – 1 min

BLOQUE B — CORE Y ESTABILIDAD

7	Bird dog	—	30 reps	5	40 seg
8	Curl up	—	30 reps	5	40 seg
9	Side bridge	—	20 reps	5	40 seg
10	Plancha	—	40 seg	5	40 seg

Nota. Se presenta los componentes del entrenamiento correspondientes a la fase 1, caracterizada por el trabajo de fuerza resistencia con una carga del 50% del 1RM.

A partir de la sexta semana, la intensidad del entrenamiento aumentará al 60-80% del 1RM. Se incorporarán los métodos isohold y excéntrico, combinados con ejercicios de autocarga, carga externa y bandas de resistencia, para potenciar la fuerza y la estabilidad. Los ejercicios multiarticulares y de articulación simple serán clave para mejorar la postura y corregir desequilibrios musculares, en línea con las recomendaciones de Gentil (2016) sobre un entrenamiento efectivo (Ver tabla 2).

Tabla 2

Programa de entrenamiento — Fase 2

#	Ejercicio	Método	Carga	Reps / Tiempo	Series	Descanso
BLOQUE A — CORE Y ESTABILIDAD · BISERIADO						

1	Bird dog — disco 5 lbs	Biserie	5 lbs	30 reps	5	40 seg
2	Curl up — con disco	Biserie	Disco	30 reps	5	40 seg
3	Side bridge	—	—	20 reps	5	40 seg
BLOQUE B — FUERZA RESISTENCIA · TRISERIE						
4	Jalón dorsal	Triserie	60 – 80%	12 – 15	4	50 seg – 1 min 15 seg
5	Remo polea	Triserie	60 – 80%	12 – 15	4	50 seg – 1 min 15 seg
6	Rotación abdominal en polea	Triserie	60 – 80%	12 – 15	4	50 seg – 1 min 15 seg
BLOQUE C — FUERZA RESISTENCIA · BISERIADO						
7	Press militar	Biserie	60 – 80%	12 – 15	4	50 seg – 1 min 15 seg
8	Pull over polea	Biserie	60 – 80%	12 – 15	4	50 seg – 1 min 15 seg
BLOQUE D — FUERZA RESISTENCIA · BISERIADO						
9	Elevación lateral de deltoides	Biserie	60 – 80%	12 – 15	4	50 seg – 1 min 15 seg
10	Plancha clásica	Biserie	—	40 seg – 1 min	4	50 seg – 1 min 15 seg
SWING COMPUESTO						

11	Swing pesa rusa a	—	—	15 – 20	4 – 5	50 seg
	dos manos					

Nota. Se presenta los componentes del entrenamiento correspondientes a la fase 2, caracterizada por el trabajo de fuerza con una carga del 60 al 80% del 1RM.

Finalmente, en la última fase, se replicarán las mediciones y valoraciones iniciales. Al comparar los datos pre y post-intervención, se podrán evaluar los avances logrados y determinar si el programa tuvo un impacto significativo. Este análisis final permitirá identificar las mejoras más notables y considerar la necesidad de extender el programa o realizar investigaciones más profundas para obtener resultados más consistentes a largo plazo.

13. Análisis de datos

El procesamiento y análisis estadístico de los datos se llevó a cabo utilizando el software estadístico Jamovi versión 2.7.24.0. Inicialmente, se evaluó el supuesto de normalidad para cada variable continua mediante la prueba de Shapiro-Wilk, seleccionada por su alta eficacia analítica en muestras de tamaño reducido a moderado. El criterio de decisión estableció que, para aquellas variables cuya distribución no difirió significativamente de la normalidad ($p > .05$) a lo que toma bajo una distribución no paramétrica, protegiendo los resultados frente a posibles sesgos derivados del tamaño muestral, valores atípicos o ligeras desviaciones de la normalidad.

En consecuencia, para todas las variables analizadas, las medidas de tendencia central y dispersión se reportan exclusivamente mediante la mediana y el rango intercuartílico (RIC). En el bloque correspondiente a las variables de antropometría y composición corporal, se llevó a cabo un análisis descriptivo para caracterizar de manera rigurosa los valores obtenidos antes y después de la intervención (pre/post). Para evaluar la

significancia estadística de los cambios observados en este dominio morfofisiológico a lo largo del tiempo, y en estricta coherencia con el enfoque no paramétrico establecido, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas, asegurando así un contraste de hipótesis conservador y fiable.

Siguiendo un esquema metodológico idéntico, se analizó la variable biomecánica de ángulos. Se calcularon los estadísticos descriptivos (mediana y RIC) correspondientes a los registros pre y post intervención para perfilar el comportamiento de las métricas de movimiento. Posteriormente, se implementó nuevamente la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas, con el propósito de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en los ángulos evaluados entre los dos momentos de medición. Para complementar el enfoque frecuentista y proporcionar una evaluación de la evidencia más exhaustiva, se integró una prueba T de muestras pareadas bayesiana a ambos bloques de variables (composición corporal y ángulos). El uso de esta prueba permite calcular el Factor de Bayes (BF_{10}), cuantificando de manera directa y probabilística la fuerza de la evidencia empírica a favor de la hipótesis alternativa (existencia de verdaderos cambios sistemáticos entre las mediciones pre y post). De este modo, la inclusión de la inferencia bayesiana enriquece la interpretación de los hallazgos, aportando un nivel superior de certidumbre a las conclusiones.

14. Resultados

En la *tabla 3* los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk, la muestra presentó un comportamiento distribucional mixto, mientras que la talla, la masa corporal, el IMC y la masa ósea mostraron distribución normal, el ICC, la masa adiposa, la masa muscular y la masa residual se alejaron significativamente de este supuesto, lo que orienta la interpretación de estas últimas hacia estadísticos no paramétricos.

En general, la dispersión de las variables fue moderada y consistente con poblaciones físicamente activas, a excepción de la masa residual, cuya desviación estándar superó considerablemente su rango intercuartílico, sugiriendo la presencia de valores atípicos que inflaron la varianza sin afectar el centro de la distribución. El perfil composicional de la muestra refleja un predominio de masa muscular sobre masa adiposa, con un IMC dentro del rango de normalidad.

Tabla 3

Variables antropométricas pre-intervención

	Shapiro-Wilk				Cuartiles	
	Mediana	DE	RIC	p	Q1	Q3
Talla cm	170.400	7.816	120.000	.306	161.600	173.600
Masa corporal kg	67.100	7.051	50.000	.517	64.400	69.400
Imc kg/m2	23.500	1.717	20.000	.895	22.300	24.300
Icc	0.790	0.123	0.0200	<.001	0.780	0.800
%Masa adiposa	22.190	4.551	52.700	.048	20.490	25.760

kerr

%Muscular lee	47.670	3.672	36.700	.033	44.860	48.530
%Masa ósea	14.810	1.472	18.500	.484	14.520	16.370
%Masa residual	14.380	5.258	14.100	<.001	13.450	14.860

Nota. Tabla elaboración propia. (2026).

En la medición pos-intervención, el comportamiento distribucional de la muestra mostró una mejora notable respecto al momento inicial: la gran mayoría de las variables, incluidas aquellas que previamente incumplían el supuesto de normalidad como el ICC, la masa adiposa y la masa muscular, convergieron hacia una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk ($p > .05$) (ver tabla 4). La única excepción fue la masa residual, que mantuvo una desviación significativa de la normalidad ($p = .005$), reafirmando el patrón de variabilidad atípica ya identificado en la línea base. La dispersión general de las variables fue moderada y homogénea, lo que sugiere una mayor consistencia interindividual en la respuesta a la intervención. El perfil composicional pos-intervención conserva las características morfológicas generales de la muestra, con un IMC en rango de normalidad y un predominio sostenido de la masa muscular sobre la adiposa.

Tabla 4

Variables antropométricas post intervención

	ShapiroWilk				Cuartiles	
	Mediana	DE	RIC	p	Q1	Q3
Masa corporal kg	66.700	68.008	41.000	.628	64.600	68.700
post						
Talla cm post	170.800	78.905	123.000	.288	161.200	173.500
Imc kg/m2 post	23.500	18.742	15.000	.897	22.400	23.900

Icc post	0.780	0.0463	0.0600	.653	0.760	0.820
%Masa adiposa kerr	23.490	41.395	25.500	.069	22.910	25.460
post						
%Muscular lee post	47.530	37.264	40.400	.064	45.140	49.180
%Masa ósea post	14.780	17.797	18.400	.278	14.550	16.390
%Masa residual	13.360	49.028	39.800	.005	11.330	15.310
post						

El contraste pre y pos-intervención de las variables posturales (ver Tabla 5), realizado mediante la prueba de Wilcoxon debido a la naturaleza no paramétrica de los datos, reveló cambios significativos en la alineación de las axilas ($p = .049$) y una tendencia marginal hacia la mejora en la alineación de los hombros ($p = .056$) y la inclinación de la caja torácica ($p = .065$). Aunque gran parte de las variables de inclinación en los planos posterior y lateral mantuvieron estabilidad estadística ($p > .05$), los tamaños del efecto identificados en la zona del tronco y axilas sugieren una fase inicial de ajuste postural. El hecho de que algunos intervalos de confianza al 95% incluyan el cero indica que, si bien hay mejoras localizadas, el efecto sistémico global sobre la postura aún se encuentra en proceso de consolidación.

Tabla 5

Comparación de variables antropométricas pre y pos-intervención

Intervalo de
Confianza al 95%

Variables pre- pos	Estadístico	p	Diferencia de medias	Inferior	Superior	Tamaño del Efecto	% de cambio
Alineación corporal	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	-60%
Inclinación de cabeza	28.5	.509	1.00	-1.00	2.50	0.26	-42%
Alineación de los hombros	25.5	.056	1.50	1.76	2.00	0.82	-80%
Alineación de las axilas	26.0	.049	1.50	1.68	6.50	0.85	-90%
Inclinación de la caja tóraxica	25.0	.065	1.00	-1.85	2.00	0.78	-70%
Punto más profundo en el tronco	25.0	.065	1.00	-1.85	2.00	0.78	-70%
Inclinación de la pelvis	10.0	.098	1.90	1.00	2.00	1.00	-64%
Alineación corporal posterior	2.50	.424	-1.00	-1.00	-1.00	-0.50	100%
Inclinación de la cabeza posterior	12.0	.438	-1.35	-3.50	1.00	-0.33	80%

Alineación de los hombros posterior	6.00	.388	-1.00	-2.00	3.00	-0.42	43%
Alineación de las Axilas posterior	6.00	.388	-1.00	-2.00	3.00	-0.42	43%
Punto más profundo en el tronco posterior	6.50	.219	-1.00	-1.50	0.50	-0.53	167%
Inclinación de la Pelvis posterior	6.50	.890	-5.02	-2.00	2.00	-0.13	14%
Lado derecho alienación corporal	22.0	.608	0.27	-1.00	2.00	0.222	-20%
Desplazamiento de cabeza lado derecho	17.5	.592	-1.00	-4.00	2.50	-0.22	2%
Ángulo de hombros	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0%
Inclinación de la pelvis lado derecho	11.5	.213	-4.00	-12.00	2.50	-0.48	28%

Alineación							
corporal lado izquierdo	14.0	.608	-0.79	-2.00	1.00	-0.22	29%
Desplazamiento							
de cabeza lado izquierdo	9.00	.233	-4.50	-9.00	4.50	-0.50	9%
Ángulos de							
hombro lado izquierdo	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0%
Inclinación de							
la pelvis lado izquierdo	22.5	1.00	-4.98	-6.00	6.00	0.00	0%
<i>Nota.</i> El tamaño del efecto viene dado por correlación biserial de rangos							

En la Tabla 6 se detallan las variaciones individuales en la composición corporal de los nueve sujetos evaluados, abarcando el Índice de Masa Corporal (IMC), el porcentaje de masa adiposa y el porcentaje de masa muscular, tanto en la fase previa como posterior a la intervención. Al observar los datos caso por caso, se evidencia que las respuestas al programa fueron heterogéneas. Mientras que el IMC se mantuvo relativamente estable en la mayoría de los usuarios, la distribución de los tejidos presentó fluctuaciones específicas; por ejemplo, el Sujeto 6 logró el mayor incremento en masa muscular (3,3%), y el Sujeto 8 experimentó la mayor reducción de masa adiposa (-5,2%). Este desglose permite apreciar las adaptaciones particulares de cada individuo frente al programa físico aplicado.

Tabla 6*Porcentaje de cambio para cada persona*

Sujeto	IMC	IMC post	% de cambio	%Masa post	%Masa post	% de cambio	% MC Lee	% MC Lee post	% de cambio
1	25,5	25,7	0,8%	25,76	25,46	-1,2%	44,86	44,79	-0,2%
2	24,3	23,8	-2,1%	22,29	23,49	5,4%	48,88	47,53	-2,8%
3	21,3	20,7	-2,8%	19,68	20,25	2,9%	48,44	49,18	1,5%
4	23,2	23,5	1,3%	20,49	21,08	2,9%	49,68	49,18	-1,0%
5	23,9	23,9	0,0%	20,25	23,9	18,0%	45,83	45,14	-1,5%
6	23,5	22,8	-3,0%	22,19	23,12	4,2%	48,53	50,11	3,3%
7	21,8	21,7	-0,5%	32,92	34,13	3,7%	37,75	37,81	0,2%
8	26,6	26,7	0,4%	28,84	27,33	-5,2%	44,57	45,4	1,9%
9	22,3	22,4	0,4%	20,98	22,91	9,2%	47,67	47,7	0,1%

Nota. El cuadro presenta la comparación de los cambios en las variables

antropométricas y sus respectivos porcentajes de variación: índice de masa corporal (IMC) medido en kg/m² en las evaluaciones pre y post; porcentaje de cambio del IMC; porcentaje de masa adiposa según Kerr en momentos pre y post junto con su porcentaje de cambio; y porcentaje de masa muscular según Lee en las mediciones pre y post (2025).

El análisis descriptivo *tabla 7* de las variables angulares, los datos evidencian patrones de distribución heterogéneos. Diversas variables relacionadas con alineamientos segmentarios presentan una dispersión mínima ($RIC = 0,00$) y desviaciones significativas de la normalidad ($p < ,05$), lo que indica una alta concentración de respuestas en valores mínimos. Por el contrario, variables como el desplazamiento de la cabeza y la inclinación pélvica muestran mayor dispersión, con rangos intercuartílicos que reflejan una variabilidad más amplia entre los participantes. Asimismo, algunas variables carecen de varianza, al presentar un valor constante en toda la muestra. Los resultados de la prueba de Shapiro-

Wilk confirman que la mayoría de las variables no cumplen el supuesto de normalidad, lo que justifica la adopción de enfoques no paramétricos para garantizar la robustez y validez de los análisis inferenciales.

Tabla 7

Variables pre descriptivas de ángulos

	Shapiro-Wilk				Cuartiles	
	Mediana	DE	RIC	p	Q1	Q3
Alineación corporal	0	1.014	1.000	<.001	0.00	1.00
Inclinación de cabeza	1	1.225	1.000	.083	1.00	2.00
Alineación de los hombros	1	0.928	2.000	.012	0.00	2.00
Alineación de las axilas	2	3.420	2.000	<.001	0.00	2.00
Inclinación de la caja tóraxica	1	0.928	2.000	.012	0.00	2.00
Punto más profundo en el tronco	1	0.928	2.000	.012	0.00	2.00

Inclinación de la pelvis	1.00	1.061	0.500	.011	1.00	1.50
Alineación corporal posterior	0	0.441	0.000	<.001	0.00	0.00
Inclinación de la cabeza posterior	1	1.453	1.000	.011	0.00	1.00
Alineación de los hombros posterior	1	0.972	1.000	.006	0.00	1.00
Alineación de las Axilas posterior	1	0.972	1.000	.006	0.00	1.00
Punto más profundo en el tronco posterior	0	0.707	0.000	<.001	0.00	0.00
Inclinación de la Pelvis posterior	1	0.667	1.000	.028	0.00	1.00
Lado derecho alienación corporal	2	1.481	1.000	.095	2.00	3.00
Desplazamiento de cabeza lado derecho	30	8.307	10.000	.504	27.00	37.00

Ángulo de hombros	45	0.000	0.000	NaN	45.00	45.00
Inclinación de la pelvis lado derecho	15	6.200	7.000	.922	12.00	19.00
Alineación corporal lado izquierdo	2	0.882	1.000	.338	1.00	2.00
Desplazamiento de cabeza lado izquierdo	33	6.667	11.000	.367	26.00	37.00
Ángulos de hombro lado izquierdo	45	0.000	0.000	NaN	45.00	45.00
Inclinación de la pelvis lado izquierdo	19	6.009	5.000	.865	17.00	22.00

El análisis descriptivo de la *tabla 8* evaluación postural revela un comportamiento estadístico marcadamente diferenciado según el plano anatómico de observación. Las variables correspondientes a las vistas anterior y posterior evidencian, casi en su totalidad, un incumplimiento del supuesto de normalidad, caracterizándose por una fuerte tendencia central hacia el cero y una dispersión mínima. Esto denota una alta homogeneidad de la muestra y una notable estabilización geométrica en el plano frontal. En contraste, las mediciones registradas en los perfiles laterales derecho e izquierdo (plano sagital),

particularmente el desplazamiento anterior de la cabeza y la inclinación de la pelvis tienden a ajustarse a una distribución normal, exhibiendo magnitudes angulares sustancialmente mayores y una acentuada variabilidad interindividual. Cabe destacar como observación técnica que la angulación lateral de los hombros se mantuvo como una constante invariante en todos los sujetos evaluados.

En síntesis, la estructura de los datos indica que las compensaciones y la dispersión postural de los individuos se concentran predominantemente en el plano sagital, haciendo de la mediana y el rango intercuartílico los estimadores más robustos para representar la asimetría global del modelo.

Tabla 8

Variables post descriptivas de ángulos

				Shapiro- Wilk	Cuartiles	
	Mediana	DE	RIC	p	Q1	Q2
Alineación corporal	0	0.441	0.00	<.001	0.00	0.00
Inclinación de cabeza	0	1.202	2.00	<.001	0.00	2.00
Alineación de los hombros	0	0.441	0.00	<.001	0.00	0.00
Alineación de las axilas	0	0.441	0.00	<.001	0.00	0.00
Inclinación de la caja tóraxica	0	0.500	1.00	<.001	0.00	1.00
Punto más profundo en el tronco	0	0.500	1.00	<.001	0.00	1.00

Inclinación de la pelvis	1	0.972	1.00	.006	0.00	1.00
Alineación corporal posterior	0	0.527	1.00	<.001	0.00	1.00
Inclinación de la cabeza posterior	1	1.803	2.00	.057	1.00	3.00
Alineación de los hombros posterior	1	0.782	1.00	.055	1.00	2.00
Alineación de las Axilas posterior	1	0.782	1.00	.055	1.00	2.00
Punto más profundo en el tronco posterior	1	0.782	1.00	.055	0.00	1.00
Inclinación de la Pelvis posterior	1	0.782	1.00	.055	0.00	1.00
Lado derecho alienación corporal	3	1.302	2.00	.257	1.00	3.00
Desplazamiento de cabeza lado derecho	31	6.320	11.00	.017	29.00	40.00
Ángulo de hombros	45	0.000	0.00	NaN	45.00	45.00
Inclinación de la pelvis lado derecho	19	3.371	4.00	.919	17.00	21.00
Alineación corporal lado izquierdo	2	1.581	1.00	.181	1.00	2.00

Desplazamiento de cabeza lado izquierdo	37	6.856	6.00	.395	31.00	37.00
Ángulos de hombro lado izquierdo	45	0.000	0.00	NaN	45.00	45.00
Inclinación de la pelvis lado izquierdo	20	6.547	6.00	.385	19.00	25.00

Al contrastar las mediciones de la Tabla 9, se observa que el perfil postural general presenta una marcada resistencia a la modificación en la mayoría de los segmentos anatómicos, lo cual es consistente con la variabilidad y asimetría propia de la muestra. No obstante, los cambios descriptivos evidencian algunos ajustes biomecánicos relevantes, el más notable corresponde a la alineación de las axilas, que mostró la respuesta adaptativa más clara tras la intervención; asimismo, se identificó una tendencia a la reorganización estructural en el tronco superior, particularmente en la alineación de los hombros, la inclinación de la caja torácica y el punto más profundo del tronco. En contraste, el resto de las zonas evaluadas incluida la pelvis, la cabeza y las alineaciones laterales y posteriores reflejaron variaciones mínimas o nulas, lo que confirma la resistencia intrínseca del sistema postural a cambios transversales en estos segmentos.

Tabla 9

Comparativa variables pre y post intervención de ángulos

**Intervalo de
Confianza al 95%**

Variables pre- post	Estadístico	p	Diferencia de medias	Inferior	Superior	Tamaño del Efecto
Alineación corporal	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Inclinación de cabeza	28.5	.509	1.00	-1.00	2.50	0.26
Alineación de los hombros	25.5	.056	1.50	1.76e	2.00	0.82
Alineación de las axilas	26.0	.049	1.50	1.68	6.500	0.85
Inclinación de la caja tóraxica	25.0	.065	1.00	-1.85	2.00	0.78
Punto más profundo en el tronco	25.0	.065	1.00	-1.85	2.00	0.78
Inclinación de la pelvis	10.0	.098	1.90	1.00	2.00	1.00
Alineación corporal posterior	2.50	.424	-1.00	-1.00	-1.00	-0.50
Inclinación de la cabeza posterior	12.0	.438	-1.35	-3.50	1.00	-0.33

Alineación de los hombros posterior	6.00	.388	-1.00	-2.00	3.00	-0.42
Alineación de las Axilas posterior	6.00	.388	-1.00	-2.00	3.00	-0.42
Punto más profundo en el tronco posterior	6.50	.219	-1.00	-1.50	0.50	-0.53
Inclinación de la Pelvis posterior	6.50	.890	-5.02	-2.00	2.00	-0.13
Lado derecho alienación corporal	22.0	.608	0.27	-1.00	2.00	0.22
Desplazamiento de cabeza lado derecho	17.5	.592	-1.00	-4.00	2.50	-0.22
Ángulo de hombros	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Inclinación de la pelvis lado derecho	11.5	.213	-4.00	-12.0	2.50	-0.48
Alineación	14.0	.608	-0.79	-2.00	1.00	-0.22

corporal lado						
izquierdo						
Desplazamiento	9.00	.233	-4.50	-9.00	4.50	-0.50
de cabeza lado						
izquierdo						
Ángulos de	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
hombro lado						
izquierdo						

Nota. El tamaño del efecto vine dado por correlación biseriada de rangos

El análisis inferencial bayesiano *Tabla 10* para muestras pareadas proporciona una evaluación probabilística sobre la magnitud del cambio en la composición corporal tras la intervención. La evaluación de los Factores de Bayes (BF_{10}) revela que la evidencia empírica respalda mayoritariamente la hipótesis nula para las variables morfológicas primarias.

En contraste, el porcentaje de masa adiposa y la masa residual presentaron factores de Bayes ligeramente superiores a la unidad ($BF_{10} = 1.190$ y 1.551 , respectivamente). Si bien esto indica un desplazamiento direccional hacia la hipótesis alternativa, la magnitud de la prueba probabilística se clasifica estrictamente como anecdótica o débil. En síntesis, el modelo confirma con un alto grado de precisión (error porcentual $< 0.03\%$) que el estímulo de entrenamiento no indujo alteraciones concluyentes ni estadísticamente fuertes en la arquitectura antropométrica global de los sujetos evaluados.

Tabla 10*Pruebas pareadas Bayesianas de composición corporal*

Variables pre y post	BF₁₀	error %
Masa corporal kg	0.487	0.00991
Talla cm	0.386	0.00632
Icc	0.396	0.00672
%Masa adiposa kerr	1.190	0.02490
%Muscular lee	0.329	0.00413
%Masa ósea	0.483	0.00979
%Masa residual	1.551	1.11e-5

El análisis inferencial bayesiano de la *tabla 11* las mediciones posturales evalúan probabilísticamente la magnitud del cambio pre y post-intervención. Los resultados demuestran que la mayoría de los segmentos anatómicos en los planos posterior y perfiles laterales reportan Factores de Bayes (BF₁₀) inferiores a 1, fluctuando entre 0.322 y 0.799. Esto constituye evidencia probabilística a favor de la hipótesis nula, sugiriendo una notable estabilidad transversal y resistencia a la modificación estructural en dichos segmentos. Resulta de particular interés técnico la variable nula (reportada como NaN) observada en los ángulos de los hombros desde ambas vistas laterales, lo que constata una invariabilidad absoluta de este parámetro específico tras el estímulo.

En contraste, la región anterior exhibe una dinámica adaptativa diferenciada; parámetros del tren superior como la alineación de los hombros, la inclinación de la caja torácica y el punto más profundo del tronco (ambos con BF₁₀ = 2.042) presentan factores

que superan la unidad. Aunque la fuerza de esta evidencia se categoriza estadísticamente como anecdótica o débil, indica una clara tendencia direccional hacia la modificación.

En conjunto, el modelo sugiere que las readaptaciones biomecánicas derivadas del programa de musculación terapéutica no configuran una alteración sistémica global, sino que se manifiestan a través de reajustes focales y localizados en la cadena anterior del tronco específicamente en el adelantamiento de la cabeza y los hombros redondeados, preservando la inercia estructural en los demás planos evaluados.

Tabla 11

Muestra pareada Bayesiana de los ángulos

Variables pre y post	BF₁₀	error %
Alineación corporal	0,42	0,01
Inclinación de cabeza	0,41	0,01
Alineación de los hombros	2,38	1,29E-05
Alineación de las axilas	0,92	0,02
Inclinación de la caja tóraxica	2,04	3,2E-06
Punto más profundo en el tronco	2,04	3,22E-06
Inclinación de la pelvis	1,58	1,35E-05
Alineación corporal posterior	0,48	0,00973
Inclinación de la cabeza posterior	0,49	0,00995
Alineación de los hombros posterior	0,40	0.00670

Alineación de las Axilas	0,40	0.00670
posterior		
Punto más profundo en el tronco	0,73	0.01662
posterior		
Inclinación de la Pelvis posterior	0,33	0.00427
Lado derecho alienación	0,43	0.00784
corporal		
Desplazamiento de cabeza lado	0,38	0.00597
derecho		
Ángulo de hombros	NaN ^a	
Inclinación de la pelvis lado	0,80	0.01808
derecho		
Alineación corporal lado	0,42	0.00754
izquierdo		
Desplazamiento de cabeza lado	0,56	0.01215
izquierdo		
Ángulos de hombro lado	NaN ^b	
izquierdo		
Inclinación de la pelvis lado	0,32	0.00383
izquierdo		

15. Discusión

Los hallazgos del presente estudio muestran que la adaptación postural inducida por el programa de musculación terapéutica se distribuyó de forma diferenciada según el segmento anatómico evaluado. La mejora significativa en la alineación de las axilas ($p = .049$, $r = 0.857$) y la tendencia marginal en los hombros ($p = .056$, $r = 0.821$) son coherentes con lo reportado por Ruivo et al. (2014), quienes identificaron que el fortalecimiento de la musculatura posterior de la cintura escapular es el mecanismo primario para contrarrestar el reposicionamiento anterior de la cabeza humeral, signo cardinal del síndrome cruzado superior. Desde el plano neurobiológico, esta respuesta puede explicarse a través de dos mecanismos: la adaptación neural de rango largo descrita por Enoka & Duchateau (2008), mediante la cual la contracción excéntrica genera tensión pasiva en el tejido conectivo incrementando la rigidez (stiffness) longitudinal sin hipertrofia evidente; y la integración motora central propuesta por Suchomel et al. (2018), en la que los métodos isohold resincronizaron las unidades motoras de umbral alto y redujeron la contracción antagonista. Estos datos contrastan con los resultados de Moon et al. (2021) y Tarasi et al. (2019), quienes trabajando con protocolos de 12 semanas reportaron cambios adicionales en el ángulo de Cobb y el área transversal de la musculatura cervical profunda, lo que sugiere que la ampliación temporal del programa podría producir efectos más generalizados en segmentos de mayor inercia estructural.

La ausencia de cambios significativos en los segmentos cervical y lumbopélvico no debe interpretarse como un fracaso de la intervención, sino como evidencia de la jerarquía temporal de las adaptaciones posturales. Tal como establece Kapandji (2012), estas estructuras operan bajo el control del Sistema Tónico Postural (STP), cuyos engramas motores se consolidan durante años de exposición a patrones posturales viciosos y ofrecen

una resistencia intrínseca a la modificación en periodos cortos (Carini et al., 2017). La estabilización de la pelvis y la reducción de la hiperlordosis, en particular, exigen un aumento sustancial del stiffness del Core para proteger las estructuras pasivas (McGill, 2016), proceso que trasciende el horizonte temporal de ocho semanas disponible en este estudio. A diferencia de lo planteado inicialmente en la hipótesis alternativa —que anticipaba una mejora generalizada en todas las alteraciones posturales—, los datos revelan que la musculación terapéutica produce cambios selectivos y escalonados: primero en los segmentos de mayor plasticidad neuromuscular (cintura escapular) y posteriormente, con mayor tiempo de estímulo, en los de mayor rigidez estructural (columna cervical y lumbopélvica).

En cuanto a la composición corporal, la estabilidad observada en la masa corporal, el índice de masa corporal (IMC) y los porcentajes de masa muscular y adiposa respalda la perspectiva de Vargas Molina (2015), bajo la cual la musculación terapéutica debe priorizar la "estabilidad funcional" sobre la hipertrofia estética. La ausencia de cambios sistémicos en la arquitectura antropométrica global, confirmada por el análisis bayesiano demuestra que el estímulo del programa estuvo correctamente orientado a la readaptación neuromuscular y al control del tiempo bajo tensión, y no a generar el estrés metabólico masivo propio del culturismo convencional.

Por el contrario, los segmentos cervicales mostraron una marcada resistencia a la modificación biomecánica. Esta falta de significancia puede explicarse a través de la biomecánica funcional del raquis (Kapandji, 2011), dado que estas estructuras dependen fuertemente del Sistema Tónico Postural (STP). Los engramas motores profundos, grabados durante años por posturas viciosas (ej. uso excesivo de dispositivos móviles y sedentarismo), se convierten en respuestas automáticas profundamente arraigadas, y se

consolida mediante el aprendizaje y la repetición, estas adaptaciones ofrecen gran resistencia a ser modificadas en intervenciones breves (Carini et al., 2017).

La estabilización de la pelvis y la reducción de una hiperlordosis exigen una maduración neuromuscular y un aumento sustancial del stiffness del core para proteger las estructuras pasivas, lo cual demanda intervenciones prolongadas (McGill, 2016). En consecuencia, las ocho semanas resultaron suficientes para activar la musculatura antigravitatoria y mejorar la estabilidad proximal (cintura escapular), pero insuficientes para reescribir los engramas motores que rigen la postura cervical y pélvica.

La interpretación de los resultados no significativos debe diferenciar la ausencia de evidencia estadística de la evidencia de ausencia de efecto. El tamaño muestral de 9 participantes redujo la potencia estadística de la prueba de Wilcoxon, sesgando el análisis hacia la hipótesis nula. Sin embargo, los porcentajes de cambio revelan una dirección de cambio consistente. Interpretados bajo el marco bayesiano, los Factores de Bayes superiores a 2 para los parámetros del tren superior constituyen un patrón de respuesta clínicamente interpretable y difícilmente atribuible al azar, validando que el reequilibrio muscular del tren superior es un proceso sistémico y no segmentario.

Una contribución fundamental de este trabajo es la validación de la musculación terapéutica como una estrategia segura y con un alto potencial clínico (Maestroni et al., 2020) en el contexto de un gimnasio universitario. No se registraron efectos adversos a pesar del uso de cargas de hasta el 80 % de 1RM, validando las tesis de Kristensen y Franklyn-Miller (2012), Signal (2014) y Suchomel et al. (2018) sobre la seguridad del entrenamiento de fuerza a intensidades moderadas-altas. Además, el uso de la fotogrametría digital mediante la aplicación APECS (Çankaya y Taki, 2024) demostró ser una herramienta accesible.

La principal limitación metodológica fue la deserción de la muestra (de 20 a 9 participantes) y la adopción final de un diseño de estudio de caso sin grupo control. Esto impide descartar variables confusas como la maduración natural o cambios en los hábitos cotidianos, y restringe la capacidad de generalización. Asimismo, la duración de ocho semanas fue insuficiente para observar el espectro completo de adaptaciones en el raquis, y la escala ordinal de medición en variables como "alineación corporal" generó problemas de varianza cero, limitando la sensibilidad para detectar cambios sutiles.

A pesar de sus limitaciones, este estudio abre un campo de investigación prometedor en la Universidad Pedagógica Nacional, promoviendo espacios que busquen el bienestar integral y la corrección de alteraciones biomecánicas en la comunidad académica. Para futuras investigaciones se recomienda: incluir una muestra de mayor tamaño ($n \geq 60$) que garantice la distribución equitativa entre hombres y mujeres y contemple un grupo control activo; ampliar la intervención a docentes de la facultad y sujetos sedentarios, quienes presentan necesidades posturales distintas; prolongar los periodos de intervención a ciclos de 12 a 16 semanas, acompañados de educación postural continua (Amado, 2020).

16. Conclusión

El presente estudio evaluó el efecto de un programa de musculación terapéutica de ocho semanas sobre las alteraciones posturales en nueve usuarios del gimnasio Valmaria de la Universidad Pedagógica Nacional. Las conclusiones se presentan en correspondencia con cada objetivo específico planteado:

En relación con el primer objetivo identificar las alteraciones posturales más comunes, la evaluación pre-intervención mediante APECS e ISAK evidenció que las alteraciones predominantes en la muestra fueron los hombros adelantados (síndrome cruzado superior), la inclinación de la caja torácica y el desplazamiento anterior de la cabeza en el plano sagital, distribuidas con mayor variabilidad en los perfiles laterales que en las vistas anterior y posterior.

En relación con el segundo objetivo diseñar e implementar el programa, la intervención de ocho semanas con sobrecarga progresiva, métodos isohold y trabajo excéntrico se implementó de forma segura y sin efectos adversos en los nueve participantes que completaron el proceso, respetando los principios de individualidad biológica, sobrecarga progresiva y especificidad del estímulo correctivo (Busquet, 2004; McGill, 2015).

En relación con el tercer objetivo evaluar la efectividad, el programa demostró eficacia parcial: produjo una mejora estadísticamente significativa en la alineación de las axilas ($p = .049$, $r = 0.857$) y una tendencia favorable en los hombros ($p = .056$, $r = 0.821$), confirmando la hipótesis alternativa para el segmento del tren superior. Sin embargo, los segmentos cervical y lumbopélvico no mostraron cambios significativos, lo que indica que ocho semanas resultan insuficientes para modificar los engramas motores profundamente arraigados en dichas zonas (Carini et al., 2017; McGill, 2016), y apoya parcialmente la hipótesis nula para estos segmentos específicos.

A partir de estos resultados, se recomienda para futuras investigaciones:extender la duración del programa a 12-16 semanas para alcanzar los segmentos cervicales y lumbopélvicos; complementar la fotogrametría con la regla flexicurve o mediciones radiológicas que permitan cuantificar los grados de desviación espinal antes y después de la intervención; e incluir instrumentos de percepción de cambio postural reportados por el participante, con el fin de triangular los datos objetivos con la experiencia subjetiva del proceso correctivo.

17. Referencias

Aguirre, J. M. (2020) Hábitos de uso de telefonía móvil, asociados a cervicalgia en adolescentes escolares [tesis de grado Universidad Nacional Arturo Jauretche] Disponible en RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital UNAJ <https://biblioteca.unaj.edu.ar/rid-unajrepositorio-institucional-digital-unaj>

Amado, Á. (2020). Higiene postural y prevención del dolor de espalda en escolares.

American College of Rheumatology. (2023). El dolor de espalda.

Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6.^a ed.). Episteme.

Arroyo Ponce, J. A. (2023). Prevalencia de dolor lumbar, grado de discapacidad y su relación con el índice de masa corporal, la capacidad cardiorrespiratoria y la grasa corporal en operadores portuarios de una empresa del Distrito de Buenaventura [Tesis de maestría, Universidad de Caldas]. Repositorio Institucional Universidad de Caldas.

Astorga Verdugo, S. A., González Silva, S. P., Campos Saavedra, G. D., Martínez

Araya, A. R., Zamorano Sánchez, C. E., Guzmán-Muñoz, E., & Sáez Selaive, R. A. (2020). Efectos de un entrenamiento muscular de core sobre la postura, funcionalidad y la presencia de dolor en estudiantes universitarias con dolor lumbar. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.103964>

Asociación Médica Mundial. (2024, octubre). Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos.

<https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

Bansal, S., Katzman, W. B., & Giangregorio, L. M. (2014). Exercise for improving age-related hyperkyphotic posture: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(1), 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.06.022>

Barassi, G., Di Simone, E., Galasso, P., Cristiani, S., Supplizi, M., Kontochristos, L., & Giancola, O. (2021). Posture and health: Are the biomechanical postural evaluation and the postural evaluation questionnaire comparable to and predictive of the digitized biometrics examination? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3507. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073507>

Bayattork, M., Seidi, F., Minoonejad, H., Andersen, L. L., & Page, P. (2020). The effectiveness of a comprehensive corrective exercises program and subsequent detraining on alignment, muscle activation, and movement pattern in men with upper crossed syndrome: *Protocol for a parallel-group randomized controlled trial. Trials*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-4159-9>

Busquet, L. (2004). Las cadenas musculares: Tronco, columna cervical y miembros superiores (Vol. I). Paidotribo.

Canadian Society for Exercise Physiology. (2002). Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) and You. CSEP.

Çankaya, M., & Taki, F. N. (2024). Comparison of postural assessment and awareness in individuals receiving posture training using the digital AI posture assessment and correction system. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10803548.2024.2397836>

Carini, F., Mazzola, M., Fici, C., Palmeri, S., Messina, M., Damiani, P., & Tomasello, G. (2017). Posture and posturology, *anatomical and physiological profiles:*

overview and current state of art. *Acta Biomed*, 88(1), 11-16.

<https://doi.org/10.23750/abm.v88i1.5309>

Chang, M. C., Choo, Y. J., Hong, K., Boudier-Revéret, M., & Yang, S. (2023). *Treatment of upper crossed syndrome: A narrative systematic review. Healthcare*, 11(16), 2328. <https://doi.org/10.3390/healthcare11162328>

Consejo Nacional de Seguridad Social. (2003). *Manual de evaluación y calificación del grado de discapacidad atendiendo a la profesión o especialidad del trabajo de la persona afectada (adaptación AMA)*. República Dominicana.

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... Oja, P. (2003). *International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>

Cook, G., & Burton, L. (2006). *Movement: Functional movement systems*. On Target Publications.

Delfa-de-la-Morena, J. M., Bores-García, D., Belando-Pedreño, N., & Cuéllar-Moreno, M. (2018). Relación del nivel de actividad física y de la composición corporal en el control postural en adultos varones. *Nutrición Hospitalaria*, 35(2), 346-352. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.1425>

Domínguez, L., Alcocer, J., & Domínguez, G. (2018). *Síndrome miofascial cervical por comunicación escrita en teléfono celular. Acta Médica Grup Ángeles*, 16(2), 108–113.

Fiatarone Singh, M., Hackett, D., Schoenfeld, B., Vincent, H. K., & Westcott, W. (2019). *Resistance training for health* [Infographic]. American College of Sports Medicine.

Garoflid, N., Fragniere, B., & Dutoit, M. (2000). *Espalda redondeada en niños y adolescentes. Revue Médicale de La Suisse Romande*, 120(10), 815–820.

Gentil, P., Pereira, L. A., & de Lira, C. A. B. (2016). *Review of the acute effects and long-term adaptations of single- and multi-joint exercises during resistance training. Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1224–1231.

<https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1110193>[scribd](#)

Gratton, C., & Jones, I. (2004). *Research Methods for Sport Studies*. Routledge.

Halperin, I., & Emanuel, A. (2020). Rating of perceived effort: Methodological concerns and future directions. *Sports Medicine*, 50, 679–687.

<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01229-z>

Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte*. Paidotribo

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

Hosseini, S. M., & Alizadeh, M. H. (2022). *The effect of an 8-week corrective exercise program on the body image of women with hyperkyphosis. Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12(3), 1–11.

<https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v12-i3/12013>

International Society for the Advancement of Kinanthropometry. (2001). *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.

Kapandji, A. I. (2011). *Fisiología articular: Vol. 3. Tronco y raquis* (6.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

Kristensen, J., & Franklyn-Miller, A. (2012). *Resistance training in musculoskeletal rehabilitation: A systematic review*. *British Journal of Sports Medicine*, 46(10), 719–726.

<https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.079376>

Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (2005). *Muscles: Testing and function with posture and pain* (5.^a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Li, S. S. W., & Chow, D. H. K. (2018). *Effects of asymmetric loading on lateral spinal curvature in young adults with scoliosis: A preliminary study*. *Prosthetics and Orthotics International*, 42(5), 554–562. <https://doi.org/10.1177/0309364618757784>

Lima Araujo, L. G., de Oliveira, G. J. P., & Rodrigues, V. P. (2025). *Risk factors and intervention measures for postural changes and the impact on quality of life: A literature review*. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 11(2).

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (Eds.). (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Human Kinetics.

Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., Papadopoulos, K., Suchomel, T. J., Comfort, P., & Turner, A. (2020). *The benefits of strength training on musculoskeletal system health: Practical applications for interdisciplinary care*. *Sports Medicine*.
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01314-1>

McGill, S. M. (2016). *Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation* (3rd ed.). Human Kinetics.

McGill, S. M. (2009). *Ultimate back fitness and performance* (4th ed.). Backfitpro Inc.

Mokhtaran, S., Piri, H., Sheikhhoseini, R., & Salsali, M. (2025). *Comparing two corrective exercise approaches for body image and upper-quadrant posture in schoolgirls*

with hyperkyphosis. *Scientific Reports*, 15, 3882. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12345-z>

Moon, H., Lee, S.-K., Kim, W.-M., et al. (2021). *Effects of exercise on cervical muscle strength and cross-sectional area in patients with thoracic hyperkyphosis and chronic cervical pain*. *Scientific Reports*, 11, 3827. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83344-4>

Morales Corozo, J. P., Morales Corozo, J. F., & Cejas Martínez, M. F. (2022). *Cervicalgias y síndrome del cuello roto debido a problemas posturales en manipulación de teléfonos móviles*. *Tesla Revista Científica*, 2(2), e16. <https://doi.org/10.55204/trc.v2i2.16>

Morales del Moral, A., & Guzmán Ordóñez, M. (2003). *Diccionario de la educación física y los deportes*. Gil Editores.

Ministerio de Salud. (4 de octubre de 1993). Resolución 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Diario Oficial No. 41.155.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.pdf>

Naderi, A., Arab, A. M., Rostami, M., Namazi, H., & Shahrjerdi, S. (2019). *Effects of a 12-week global corrective exercise intervention on sway back posture in young adults*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(4), 770–780. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.004>

Perić, V., Ademović, V., Ademović, I., Đorđević, S., & Jorgić, B. (2025). *The effects of exercise programs on the correction of kyphosis: A systematic review*. In *12th International Scientific Conference "Anthropological and Theo-Anthropological View on*

Physical Activity" Book of Proceedings (pp. 123–131).

<https://doi.org/10.5937/ATAVPA25123P>

Organización Mundial de la Salud. (2008). *Training course on child growth assessment*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241595070>

Qaseem, A., Wilt, T. J., McLean, R. M., & Forciea, M. A. (2017). *Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: A clinical practice guideline from the American College of Physicians*. *Annals of Internal Medicine*, 166(7), 514–530. <https://doi.org/10.7326/M16-2367>

Roghani, T., Zavieh, M. K., Manshadi, F. D., King, N., & Katzman, W. (2017). *Age-related hyperkyphosis: Update of its potential causes and clinical impacts—A narrative review*. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29(4), 567–577.

<https://doi.org/10.1007/s40520-016-0617-3>

Ruivo, R. M., Pezarat-Correia, P., & Carita, A. I. (2014). *Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain*. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(4), 364–371.

<https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0027>

Santos, A. C. dos, Bredemeier, M., da Rosa, K. F., Amantéa, V. A., & Xavier, R. M. (2011). *Impact on the quality of life of an educational program for the prevention of work-related musculoskeletal disorders: A randomized controlled trial*. *BMC Public Health*, 11, 60. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-60>

Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria & Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria. (2016). *Documento de consenso en dolor de espalda: Síntomas y tratamiento*. EDITTEC.

Signal, N. E. J. (2014). *Strength training after stroke: Rationale, evidence and potential implementation barriers for physiotherapists*. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 42(2), 101–107.

Silva, V. S., & Vieira, F. (2020). *International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: International accreditation scheme of the competent anthropometrist*. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 22, e70517. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70517>

Silverman, D. (2020). *Interpreting qualitative data* (6th ed.). SAGE Publications.

Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento* (2.^a ed.). Paidotribo.

Statista. (2024). *Porcentaje de la población mundial que practicaba fitness de 2019 a 2022*.

Slater, D., Korakakis, V., O'Sullivan, P., Nolan, D., & O'Sullivan, K. (2019). “Sit up straight”: Time to re-evaluate. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(8), 562–564. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0610>

Solberg, G. (2008). *Postural disorders and musculoskeletal dysfunction: Diagnosis, prevention and treatment* (2nd ed.). Churchill Livingstone/Elsevier.

Suárez, P. F., Avella Chaparro, R. E., & Medellín Ruiz, J. P. (2013). *Análisis de la validez de las ecuaciones propuestas para la predicción de una repetición máxima (1RM) en press de banca*. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 17(176).

Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). *The importance of muscular strength: Training considerations. Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>

Takahira, N., Kudo, S., Ofusa, M., Sakai, K., Tsuda, K., Tozaki, K., Takahashi, Y., & Kaneda, H. (2023). *Efecto del entrenamiento de mejora de la función física simultánea ideado y ejercicios de aprendizaje de postura sobre la postura. Healthcare*, 11(9), 1287. <https://doi.org/10.3390/healthcare11091287>

Tarasi, Z., Rajabi, R., Minoonejad, H., & Shahrjerdi, S. (2019). *The effect of spine strengthening exercises and posture training on functional thoracic hyperkyphosis in young individuals. Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*, 27(121), 23–31.

Taylor, N. F., Dodd, K. J., Shields, N., & Bruder, A. (2007). Therapeutic exercise in physiotherapy practice is beneficial: A summary of systematic reviews 2002–2005. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(1), 7–16.

Thompson, S. W., Rogerson, D., Ruddock, A., & Barnes, A. (2020). *The effectiveness of two methods of prescribing load on maximal strength development: A systematic review. Sports Medicine*, 50(5), 919–938. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01241-3>

Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I: Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 383–389.

Pino Castillo, S., & Ponce Bravo, G. (2019). *Comportamiento de la enfermedad laboral en Colombia 2015-2017. Revista Fasecolda*, 175, 48–55.

Philippi, M., Shin, C., Quevedo, S., Weiner, J., Chavarria, J., Avramis, I., & Rizkalla, J. M. (2024). *Roussouly classification of adult spinal deformity. Proceedings*

(Baylor University. Medical Center), 37(4), 688–691.

<https://doi.org/10.1080/08998280.2024.2334548>

Vargas Molina, S. (2015). *Estética corporal*. Editorial Círculo Rojo.

Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11 (4), 209–216.

<https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>

Weiss, H.-R., Moramarco, M. M., Borysov, M., Ng, S. Y., Lee, S. G., Nan, X., & Moramarco, K. A. (2016). *Postural rehabilitation for adolescent idiopathic scoliosis during growth*. *Asian Spine Journal*, 10(3), 570–581. <https://doi.org/10.4184/asj.2016.10.3.570>

Yihun, Y., & Delgado, P. (2025). *Enhancing personalized rehabilitation: Integrating assist-as-needed system with real-time feedback*. *ASME Journal of Medical Diagnostics*, 8(3), 031002. <https://doi.org/10.1115/1.4066387>

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.