



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y
EL DEPORTE

Título:

“Análisis biomecánico de la sentadilla y su influencia en el fortalecimiento del Core”

**Trabajo de Titulación para optar al título de: Licenciado en
Pedagogía de la Actividad Física y Deporte**

Autor:

Castro Orna Ángel Joshue

Tutor:

Mgs. Isaac German Pérez Vargas

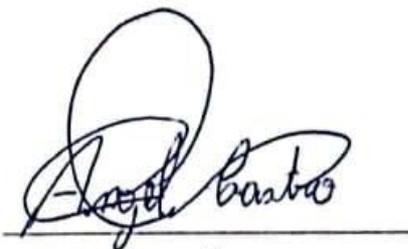
Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Castro Orna Ángel Joshue, con cédula de ciudadanía 0604709808, autora del trabajo de investigación titulado: Análisis biomecánico de la sentadilla y su influencia en el fortalecimiento del Core, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 29 de mayo 2024.



Castro Orna Ángel Joshue

ESTUDIANTE

C.I: 0604709808



DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Mgs. Isaac Pérez, catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas Y tecnologías por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **“ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA Y SU INFLUENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DEL CORE”**, bajo la autoría de **Ángel Joshue Castro Orna** con CC: **0604709808**, por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, 20 de mayo del 2024

Mgs. Isaac Pérez
C.I: 0603880824



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Titulación para la evaluación del trabajo de investigación titulado **"ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA Y SU INFLUENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DEL CORE"**, presentado por **Ángel Joshue Castro Orna** con CC: **0604709808**, bajo la tutoría de Mgs. Henry Gutiérrez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 29 de mayo del 2024

Mgs. Susana Paz V.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

FIRMA

Mgs. Henry Gutiérrez
MIEMBROS DEL TRIBUNAL

FIRMA

Mgs Vinicio Sandoval
MIEMBROS DEL TRIBUNAL

FIRMA

Mgs. Isaac Pérez
TUTOR

FIRMA



CERTIFICACIÓN

Que, **Ángel Joshue Castro Orna** con CC: **0604709808** estudiante de la Carrera **Pedagogía de la Actividad Física y Deporte**, Facultad de Facultad de Ciencias de Educación, Humanas y Tecnologías; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA Y SU INFLUENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DEL CORE**", cumple con el 9 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio Turnitin porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 20 de mayo de 2024

Mgs. Isaac Pérez
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo A mi mamá Angelita del Carmen, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi papá Ángel Alejandro, a pesar de nuestra distancia física, siempre estuvo conmigo y me motivo a seguir adelante, A mi hermano Andrés Alejandro por ayudarme y no dejarme solo y familia en general, porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Ángel Joshue Castro Orna

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mi familia por su amor y confianza, de igual manera a cada uno de mis docentes que siempre me dieron su apoyo y conocimiento, a mi querida Universidad Nacional de Chimborazo por acogerme dentro de sus aulas y hacerme el profesional que soy, por ultimo quiero agradecerme a mí mismo por luchar en conseguir mi objetivo y demostrar que todo se puede con esfuerzo y dedicación, por nunca rendirme y salir adelante.

Ángel Joshue Castro Orna

INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Problema.....	20
1.3 Justificación.....	22
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo general.....	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. La sentadilla.....	24
2.1.1. Técnicas de ejecución de la sentadilla.....	24
2.1.2. Tipos de sentadillas.....	26
2.1.3. Sentadillas Anderson.....	27
2.1.4. Sentadilla con brazos alzados.....	28
2.2. Biomecánica de la sentadilla.....	29
2.2.1. Sentadilla correcta.....	29

2.3.	El Core	30
2.3.1.	Músculos del Core	30
2.4.	Entrenamiento del Core	31
2.4.1.	Entrenamiento del Core con carga dinámica	32
2.5.	Análisis biomecánico de la sentadilla	32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		34
3.1.	Enfoque/diseño	34
3.2.	Tipo de investigación	34
3.3.	Contexto geográfico.....	35
3.4.	Diseño de la investigación	35
3.5.	Universo de estudio.....	35
3.6.	Población y muestra.....	35
3.7.	Variables de estudio	36
3.8.	Técnicas y procedimientos.....	36
3.9.	Instrumentos para la recolección de datos	38
CAPÍTULO IV		39
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1.	Análisis estadístico de los datos obtenidos	50
4.1.1.	Análisis ANOVA	51
4.1.2.	Correlación de variables	54
4.2.	Discusión.....	58
Conclusiones y recomendaciones		60
5.1.	Conclusiones	60
5.2.	Recomendaciones	61
5.2.1.	Limitaciones	61
BIBLIOGRAFÍA		62
ANEXOS		65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planos y ejes de referencia en términos de orientación.....	14
Figura 2. Ejercicio sentadilla	24
Figura 3. Músculos que intervienen en la sentadilla	25
Figura 4. Ejemplo de una sentadilla perfecta	26
Figura 5. Sentadilla de pistola	27
Figura 6. Sentadilla de Anderson.....	28
Figura 7. Sentadilla con los brazos hacia arriba.	28
Figura 8. Entrenamiento del Core con carga dinámica	32
Figura 9. Biomecánica de sentadillas con barra de seguridad.....	33
Figura 10. Análisis biomecánico de sentadilla	39
Figura 11. Análisis en porcentaje del genero de la población	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Musculatura del Core sistema de estabilización local y global del raquis.....	31
Tabla 2. Población y muestra del estudio	36
Tabla 3. Análisis de la biomecánica de sentadilla de los participantes.....	40
Tabla 3. Análisis de estadísticos descriptivos	50
Tabla 5. Análisis de estadísticos de género.....	51
Tabla 6. Análisis de ANOVA	52
Tabla 7. Análisis Correlación tiempo sentadilla vs ángulo de rodilla	54
Tabla 8. Análisis Correlación ángulo de rodilla vs ángulo cadera.....	54
Tabla 9. Análisis Correlación ángulo cadera vs ángulo tobillo	55
Tabla 10. Análisis Correlación ángulo rodilla vs ángulo tobillo	56
Tabla 11. Análisis Correlación ángulo rodilla vs ángulo tobillo.....	56
Tabla 12. Análisis de los sujetos de control.....	57
Tabla 13. Análisis de los sujetos de no control.....	57

RESUMEN

La investigación analizó la técnica de la sentadilla y su impacto en el fortalecimiento del Core, utilizando la biomecánica. El objetivo general fue evaluar los errores en la ejecución de la sentadilla y determinar su influencia en la fuerza del Core. La metodología involucró el uso de un programa de biomecánica para analizar los movimientos durante la sentadilla. Se realizaron pruebas de fuerza del core antes y después del programa de entrenamiento específico. Se llevó a cabo el análisis estadísticos y correlaciones entre los datos obtenidos previo al programa y los resultados posteriores. Los resultados mostraron que los participantes tenían alrededor de 25.53 años, con una baja dispersión en las edades. La técnica de la sentadilla, tuvo un tiempo promedio de aproximadamente 2.65 segundos, con variabilidad. Los ángulos articulares promedio fueron de aproximadamente 59.75 grados para la rodilla, 55.84 grados para la cadera y 71.80 grados para el tobillo. En conclusión, el estudio proporciona una visión completa de las características de la muestra y las relaciones entre las variables. Aunque la técnica de sentadilla puede influir en el fortalecimiento del Core, se requieren investigaciones adicionales para comprender completamente estos efectos.

PALABRAS CLAVE: Sentadilla, Core, Análisis biomecánico, Fortalecimiento muscular, rendimiento.

ABSTRACT

The research analyzed the squat technique and its impact on core strengthening using biomechanics. The primary objective was to evaluate errors in squat execution and determine their influence on core strength. The methodology involved using a biomechanics program to analyze movements during the squat. Core strength tests were conducted before and after the specific training program. Statistical analysis and correlations were performed between the data obtained before the program and the subsequent results. The participants had an average age of approximately 25.53 years, with low age dispersion. The squat technique had an average duration of approximately 2.65 seconds, with some variability. The average joint angles were approximately 59.75 degrees for the knee, 55.84 degrees for the hip, and 71.80 degrees for the ankle. In conclusion, the study provides a comprehensive view of the sample characteristics and the relationships between variables. While the squat technique may influence core strengthening, further research is needed to understand these effects fully.

Keywords: Squat, Core, Biomechanical analysis, Muscle strengthening, Performance.



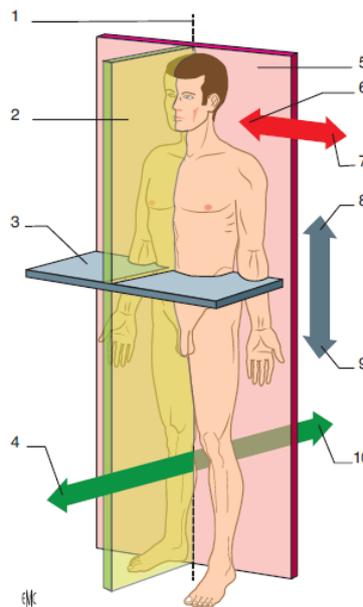
Reviewed by:
Dra. Nelly Moreano
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1801807288

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El concepto de biomecánica, el estudio científico de las fuerzas y cómo afectan al cuerpo humano, ha evolucionado significativamente a lo largo de los siglos. Esta evolución se ha logrado en gran parte gracias a los avances en nuestra comprensión del cuerpo humano y al establecimiento de un sistema de referencia anatómico que describe planos y ejes para analizar el movimiento de las articulaciones del cuerpo de manera estandarizada (Balthazard et al., 2015).

Además, el conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales biocompatibles es fundamental para comprender cómo los diferentes tejidos humanos se adaptan a las tensiones a las que están sujetos, ya sea interna o externamente. Estas fuerzas provocan cambios en la longitud o el ángulo del tejido, lo que se denomina deformación. La cantidad de deformación depende de factores como la magnitud de la fuerza y las propiedades específicas de los materiales o tejidos involucrados. Algunos tejidos pueden deformarse elásticamente y volver a su longitud original cuando se elimina la fuerza externa, mientras que otros pueden deformarse plásticamente, lo cual es irreversible (Balthazard et al., 2015).

Figura 1. Planos y ejes de referencia en términos de orientación



Donde:

1. Plano medial.
2. plano sagital.
3. plano transversal (= axial).
4. ventral (= anterior)

5. plano frontal;
6. medial (= dentro)
7. lateral (= fuera).
8. craneal (= arriba); 9. Caudal (= abajo)
10. dorsal (= posterior)

El estudio de la biomecánica de sentadillas es importante para entender la influencia en el fortalecimiento del Core, la sentadilla es un ejercicio que involucra varias articulaciones y grupos musculares que necesitan de una coordinación precisa para realizarlo de forma correcta.

La biomecánica de la sentadilla se divide en varias etapas comprendidas en el descenso, transición y ascenso. En la etapa de descenso los músculos principales trabajan con los cuádriceps, isquiotibiales y glúteos. Mientras el cuerpo se desplaza hacia abajo se genera la flexión de la cadera, rodilla y los tobillos. En cambio, la fase de transición en la posición más baja los músculos del Core incluyen abdominales, oblicuos y los músculos de la espalda se activan para mantener la estabilidad de la columna vertebral para evitar movimientos hacia adelante o hacia atrás.

En el ascenso los músculos que trabajan son los cuádriceps, glúteos, músculos de cadera posterior isquiotibiales y los erectores espinales, también los músculos del Core trabajan para mantener la estabilidad y evitar la flexión o extensión de la columna vertebral.

El fortalecimiento del Core por medio de la sentadilla tiene beneficios en la vida cotidiana y en varios deportes porque mejora la estabilidad y equilibrio facilitando los movimientos funcionales del cuerpo de tal manera que reduce el riesgo de lesiones en la espalda. Por lo tanto, la importancia de los músculos del Core mediante este ejercicio permite fortalecer constantemente los músculos que contribuyen a una mejor estabilidad de la columna vertebral y mejoran el rendimiento y eficiencia de la sentadilla en otros movimientos funcionales.

Los análisis biomecánicos son extensamente utilizados debido a que permiten conocer, entender y describir de forma cuantitativa diferentes fenómenos cinéticos y cinemáticos asociados al movimiento humano. En el caso de las sentadillas libres, se trata de un ejercicio

ampliamente utilizado en sesiones de acondicionamiento físico debido a que su ejecución representa una sollicitación de la mayor parte del sistema musculoesquelético. A lo largo de los siglos, los conceptos de biomecánica, entendida como la ciencia del estudio de las fuerzas y de los efectos de su aplicación sobre el cuerpo humano, han evolucionado mucho. En gran parte, esta evolución se ha producido gracias a la mejora de nuestros conocimientos sobre el cuerpo humano, en relación con el cual se ha establecido un sistema de referencia anatómico donde se dibujan planos y ejes: ello ha hecho posible la descripción estandarizada de los movimientos de las articulaciones del cuerpo. A continuación, el conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales, transferibles a los seres vivos, ha permitido entender las adaptaciones de diferentes tejidos humanos.

En particular, se someten a tensiones a través de las fuerzas internas o externas a las que se someten. Estas fuerzas comportan, según su dirección, variaciones de longitud o de angulación: la deformación. La cantidad de deformación es proporcional, entre otras cosas, a la cantidad de fuerza y a las propiedades de los materiales o los tejidos. Puede ser de tipo elástico, que corresponde a una zona donde el tejido recupera su longitud inicial cuando se elimina la fuerza, o de tipo de plástico, que es el caso de la zona donde el tejido se somete a cambios irreversibles. Por último, los conceptos de cinemática y cinética, aplicables al ser humano, también permiten explicar y evaluar las velocidades de movimiento, ya sea del cuerpo con respecto a su entorno o de uno de sus segmentos en relación con el resto del cuerpo o en el espacio, y sus aceleraciones. El cálculo de estas velocidades y aceleraciones es posible a partir de ecuaciones adaptadas, tanto para los desplazamientos lineales como angulares.

Este proyecto de investigación se plantea en base a la pregunta de investigación denominada: ¿Cuál es el mejor perfil biomecánico de la sentadilla en el fortalecimiento del Core en los deportistas de primer semestre de la Universidad Nacional de Chimborazo? Es importante conocer la técnica para realizar este ejercicio para proponer cambios o mejorar la técnica del ejercicio de las sentadillas para el fortalecimiento del Core, de tal manera la presente investigación tiene como objetivo principal: Emplear un programa de biomecánica para analizar la técnica de la sentadilla y su incidencia en el fortalecimiento del Core.

La población de esta investigación es de 41 estudiantes del primer semestre de la universidad nacional de Chimborazo tomando toda la población como muestra. Para la recolección de la

información se realizó un consentimiento informado donde deben presentarse al test de evaluación en el ejercicio de la técnica de la sentadilla estas mediciones son tomadas en el área de entrenamiento de la universidad, así mismos se obtiene información de fuentes bibliográficas, técnicas e instrumentos que garanticen los datos obtenidos de los participantes. Por lo tanto, se ha determinado como fuente primaria los datos obtenidos de los estudiantes y fuentes secundarias, libros, tesis, artículos científicos, páginas web.

Esta investigación es de gran aporte porque permite conocer la situación actual de la técnica de la sentadilla en el fortalecimiento del Core donde los beneficiarios podrán conocer el mejor perfil biomecánico para que los entrenadores, instructores y docentes puedan aplicar un plan de entrenamiento para las futuras generaciones.

En el capítulo I, se recopila toda la información de investigaciones similares a esta investigación donde se evalúan varios aspectos, ideas, conceptos y técnicas relacionado con el fortalecimiento del Core mediante el ejercicio de la sentadilla. En cuanto al capítulo II, se analizan a profundidad los conceptos, técnicas y planes de entrenamiento para entender y comprender las características principales del fortalecimiento del Core mediante la técnica de las sentadillas. En el capítulo III, se expone la metodología utilizada para la investigación como es la observación, métodos de medición y experimentales, así como la recolección de la información necesaria para el desarrollo de la investigación. Mientras en el capítulo IV, de muestran los resultados mediante técnicas estadísticas que se representan en tablas y gráficos que permiten entender el comportamiento de las variables planteadas en este estudio además se profundiza y explica el comportamiento de la población que es parte del estudio.

Finalmente, en el capítulo V se evidencia las conclusiones de los análisis y datos obtenidos en los resultados de la investigación, de igual forma se realizan recomendaciones para futuras investigaciones o aplicaciones de mejora de la técnica de esta forma se busca contribuir con la formación académica para futuros entrenadores.

1.1 Antecedentes

Sasaki et al., (2019) llevaron a cabo un estudio que investigó los efectos de un programa de entrenamiento básico para los músculos del tronco y del miembro inferior en jugadoras de

baloncesto. El estudio tuvo una duración de 8 semanas y contó con la participación de 17 jugadoras de baloncesto con edades entre 19 y 20 años. El diseño del estudio fue aleatorizado, dividiendo a las participantes en un grupo de entrenamiento y un grupo de control. Los resultados del estudio demostraron que las participantes que realizaron los ejercicios diarios experimentaron una mayor estabilización y fortalecimiento de los músculos del Core. Sin embargo, en el grupo que solo realizó una práctica al día, no se observaron cambios significativos en dichos músculos. Estos hallazgos sugieren que el entrenamiento diario de los músculos del Core puede ser efectivo para mejorar el control neuromuscular y la estabilización.

Villaquiran et al., (2020) realizaron un estudio descriptivo y transversal que investigó las características de la estabilidad del core, el equilibrio dinámico de los miembros inferiores y la flexibilidad en deportistas universitarios. La muestra del estudio estuvo compuesta por 86 deportistas universitarios con edades comprendidas entre los 15 y 24 años. Los investigadores recopilaron datos sociodemográficos, información deportiva y antecedentes de lesiones de los participantes.

Posteriormente, se llevaron a cabo mediciones antropométricas, evaluaciones de la flexibilidad, valoraciones del equilibrio dinámico y mediciones de la estabilidad del Core utilizando cinco pruebas de evaluación. Los resultados obtenidos indicaron que los deportistas universitarios presentaron déficits en la estabilidad del Core, el equilibrio dinámico y la flexibilidad de los músculos de la cadena posterior. Estos hallazgos permitieron identificar posibles factores de riesgo y proporcionaron información relevante para el desarrollo de programas de prevención de lesiones deportivas (Villaquiran et al., 2020).

El proyecto de investigación realizado por Campos, (2021) sobre los efectos del Core en la biomecánica de miembros inferiores en deportistas. Determino que la preparación en el deporte conlleva un alto nivel de competencia y se enfrenta a diversas dificultades, como la disposición para el entrenamiento, dificultades en la técnica deportiva, falta de preparación, inseguridad en las actividades y posibles lesiones musculoesqueléticas. Estas dificultades representan una preocupación para alcanzar un nivel óptimo en el rendimiento deportivo.

En el ámbito deportivo, el fortalecimiento del Core juega un papel importante al permitir movimientos más efectivos para mejorar la dirección del movimiento, tener una mejor capacidad de carrera, levantar objetos pesados, mantener una postura adecuada, mejorar la respiración y reducir el riesgo de lesiones. La musculatura en la zona central del cuerpo actúa como protector de la parte abdominopélvica, que puede ser vulnerable debido a la falta de estructuras óseas. Los test utilizados demostraron ser una herramienta efectiva para el diagnóstico de déficits en la biomecánica en deportistas. Estos test son útiles y factibles de aplicar en el ámbito deportivo, permitiendo identificar alteraciones significativas en la función del miembro inferior. Después de implementar el programa de intervención, se observaron resultados significativos con la incorporación de ejercicios del Core. Se observó que el 45,5% de las mujeres y el 15,2% de los hombres lograron mantener la estabilidad del Core, mientras que el 27,3% de las mujeres y el 13% de los hombres aún presentaron inestabilidad del Core. Esta mejoría puede atribuirse a diversos factores, como la inclusión de los ejercicios en los entrenamientos o las actividades de rutina diaria realizadas por los deportistas, especialmente en disciplinas como judo, boxeo, taekwondo y karate do (Campos, 2021).

Moya y Chato (2018) realizaron la investigación para el análisis biomecánico de la técnica de sentadilla en los fisicoculturistas de la Universidad Católica del Ecuador (PUCE), sede Quito, en el año 2017 donde el objetivo de este estudio fue describir la técnica de la sentadilla al observar el gesto motor en fisicoculturistas aficionados del gimnasio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Se realizó un estudio descriptivo, transversal y observacional, con una muestra de 17 deportistas que cumplieran con los criterios de inclusión.

Para el análisis del movimiento, se utilizó el programa KINOVEA (v.0.80.15) y se recopilaron datos a través de un cuestionario que abordaba características demográficas, de entrenamiento, dolor y la presencia de lesiones actuales. Los resultados más relevantes revelaron promedios de ángulos de $53, 29^{\circ} \pm 9, 61^{\circ}$ para la cadera, $60, 11^{\circ} \pm 11^{\circ}$ para la rodilla y $95, 52^{\circ} \pm 8, 29^{\circ}$ para el tobillo. En comparación con los ángulos descritos por Fry (2003), se encontró una diferencia negativa de $-13, 4^{\circ}$ ($p=0,001$) para la cadera y $-5, 9^{\circ}$ ($p=0,040$) para la rodilla. Sin embargo, en el tobillo se observó una diferencia positiva de $+5, 52^{\circ}$ ($p=0,014$). Por lo cual no se demuestra que la técnica para la ejecución de la sentadilla no cumple con las posiciones angulares finales, además, se evidencian errores

técnicos como despegar talones del suelo pronación del pie o la rotación externa de la tibia y el redondeo de la columna lumbar (Moya & Chato, 2018).

1.2 Problema

El Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 es una directriz política y administrativa que busca impulsar el desarrollo nacional. En Ecuador, se busca implementar políticas similares para convertir a las universidades en centros de formación académica y deportiva. Se promoverá un programa de formación continua para docentes de educación física, asegurando la calidad y actualización de las prácticas educativas. Además, se busca despolitizar el deporte, permitiendo que instituciones educativas y deportivas tengan autonomía para crear torneos y ligas deportivas, fortaleciendo el desarrollo deportivo a nivel nacional (SEMPLADES, 2021).

La sentadilla es uno de los ejercicios más populares en los gimnasios debido a su efecto directo en la mayoría de los músculos del tren inferior, como los glúteos, cuádriceps, isquiotibiales y gemelos. Estos músculos desempeñan un papel fundamental en la realización de diversas actividades cotidianas y deportes en general (Comfort, 2007). Sin embargo, cuando se realiza la sentadilla sin una adecuada orientación, puede convertirse en un ejercicio perjudicial debido a los frecuentes errores técnicos que suelen cometerse durante su ejecución (Moya & Chato, 2018).

La sentadilla es un ejercicio fundamental y esencial en el proceso de entrenamiento tanto para personas comunes como para deportistas. Existen diversas variantes y técnicas para su ejecución, e incluso se pueden utilizar elementos que facilitan su realización, lo que hace que sea cada vez más fácil y seguro practicarla. Mediante la práctica de este ejercicio, se pueden desarrollar diferentes aspectos de la fuerza, convirtiéndolo en un ejercicio indispensable en los entrenamientos. El objetivo de este artículo es proporcionar a las personas información sobre los diferentes componentes y opciones disponibles en los programas de entrenamiento que utilizan la sentadilla como base para mejorar el rendimiento deportivo o promover la salud (Cardona & Avella, 2015).

Las sentadillas son ampliamente reconocidas como uno de los ejercicios más importantes. Sin embargo, en los últimos años ha habido afirmaciones infundadas sobre supuestos problemas en la columna vertebral, las rodillas y otros aspectos relacionados. Según Frederick Hatfield, miembro de la Asociación Internacional de Ciencias del Deporte, el problema radica en que a los médicos no les preocupa, los entrenadores no reflexionan, los atletas no tienen tiempo y los científicos del deporte que escriben sobre ellas carecen de la experiencia necesaria para realmente comprender el tema.

Este planteamiento nos motiva a llevar a cabo investigaciones que contribuyan al avance científico en el ámbito deportivo. El objetivo es proporcionar artículos confiables que confirmen o refuten los estudios realizados por diversos autores dedicados al deporte en términos de desarrollo y rendimiento. De esta manera, podemos generar conocimiento sólido que respalde la práctica deportiva basada en evidencias (Curipoma, 2020).

El análisis biomecánico de la técnica deportiva es fundamental para evaluar y mejorar su ejecución. En el caso del powerlifting, un deporte poco estudiado, es especialmente importante comprender la técnica específica para la toma de decisiones en la dirección deportiva. En esta investigación, el objetivo fue analizar biomecánicamente la técnica de la sentadilla libre en el levantamiento de potencia, considerando los diferentes géneros. Se realizó un estudio descriptivo-correlacional con la participación de 42 levantadores, divididos en grupos según su género. Se evaluaron cuatro variables de análisis relacionadas con la técnica de la sentadilla libre. Los resultados no mostraron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas, incluyendo el ángulo de la rodilla, el pico de velocidad máxima y la trayectoria del movimiento en los ejes X e Y. Además, no se encontraron diferencias significativas entre los rangos de edad de los géneros estudiados (Ruiz et al., 2023).

Por lo tanto, se ha determinado que el deportista no realiza los ejercicios de sentadilla no es de forma correcta y tampoco toma en cuenta los siguientes factores:

- No aplicación de procesos metodológicos para la enseñanza de la sentadilla.
- Falta de personal capacitado para la enseñanza del ejercicio.
- La no realización de un seguimiento para ver el progreso que tienen las personas al hacer el ejercicio.

La mayoría de las personas tienen una idea errada del objetivo que tiene realizar una sentadilla debido a que piensan que solo están trabajando el tren inferior (cuádriceps, aductores, abductores, femorales, isquiotibiales, glúteo, gemelos), pero la sentadilla al ser un ejercicio compuesto abarca más allá del tren inferior en su realización.

- ¿Las personas tienen una buena biomecánica al momento de la realización de la sentadilla?
- ¿Como ayuda los ejercicios sentadilla para mejorar la fuerza del Core de las personas?

1.3 Justificación

Esta investigación es de gran importancia para el desarrollo del deporte en el país. Se ha observado una falta de control postural durante la realización de sentadillas por parte de los deportistas, lo cual afecta el sistema nervioso musculoesquelético y puede provocar patologías comunes. Por lo tanto, esta investigación es pertinente, ya que busca mejorar la fuerza muscular en los miembros inferiores y extremidades superiores, como el tronco, a través de una práctica adecuada que garantice la estabilidad y control postural del cuerpo. Además, tiene como objetivo implementar un plan de entrenamiento para prevenir lesiones y mejorar el bienestar físico, basado en el análisis del perfil biomecánico de los deportistas.

A pesar de que existen varios estudios sobre el entrenamiento del Core, no se ha profundizado en el efecto y la influencia en el fortalecimiento del Core mediante el análisis biomecánico de los participantes de esta investigación.

Este proyecto es factible debido a la disponibilidad de información bibliográfica, como libros, tesis, artículos científicos y páginas web relacionadas con el tema de estudio. Además, se cuentan con los recursos materiales y económicos necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera adecuada. También, esta investigación aporta con un plan de entrenamiento como una alternativa para los ejercicios de sentadilla, con el objetivo de prevenir posibles alteraciones en los deportistas durante esta actividad física.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Emplear un programa de biomecánica para analizar la técnica de la sentadilla y su incidencia en el fortalecimiento del Core.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar mediante un programa biomecánico los errores al realizar la sentadilla.
- Determinar la fuerza del Core a través de un test pre y post ejecución.
- Relacionar los datos estadísticos obtenidos antes de la aplicación del programa de entrenamiento con los datos resultantes de la aplicación del mismo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. La sentadilla

Las sentadillas se usan ampliamente como ejercicio en programas de entrenamiento diseñados para mejorar la fuerza de la parte inferior del cuerpo en varios deportes. Este movimiento se considera funcional porque se repite en las actividades diarias y deportivas. La posición inicial de la sentadilla es universal y se extiende a otros patrones de movimiento. Comienza desde una posición erguida y luego dobla las rodillas y las caderas para bajar el cuerpo al suelo, mantener una posición erguida y luego volver a subir a la posición inicial. Se considera el principal ejercicio para fortalecer los músculos extensores de la rodilla, la cadera y el cuerpo. Por sus propiedades mecánicas, la sentadilla requiere la activación de diferentes grupos musculares, principalmente la activación de los miembros inferiores como cuádriceps, extensores de cadera, aductores y abductores y tríceps. Además, también están implicados otros músculos que contribuyen a la estabilización postural, como los abdominales, el erector de la columna, trapecio y romboides (Apaza & Guillen, 2021, p. 41).

Figura 2. Ejercicios de sentadilla



Fuente: (Aprende, 2023)

2.1.1. Técnicas de ejecución de la sentadilla

La sentadilla es ampliamente reconocida como el ejercicio principal para trabajar los músculos de las extremidades inferiores. Es considerado el movimiento por excelencia en el

ámbito de la musculación, ya que involucra a diversos grupos musculares, como los cuádriceps, gemelos, glúteos, abdomen y espalda, en su ejecución técnica. Realizar sentadillas de manera regular en un plan de entrenamiento es fundamental, no solo por el desarrollo de fuerza y volumen muscular en estos grupos, sino también por su capacidad para corregir la postura y promover un mejor desarrollo motriz a través de una técnica adecuada. Además, la sentadilla se utiliza comúnmente en programas de rehabilitación como parte de los ejercicios terapéuticos (Cardona & Avella, 2016).

Figura 3. Músculos que intervienen en la sentadilla



Fuente: (Milo, 2023)

Es importante destacar que para realizar una sentadilla adecuada se deben tener en cuenta el correcto apoyo de los pies y una base sólida, ya que esto establecerá la base para el movimiento ascendente. Los pies deben estar separados a una distancia equivalente al ancho de los hombros, con los dedos apuntando hacia adelante y ligeramente hacia afuera en un ángulo de aproximadamente 30° (Toledo, 2016).

En el caso de realizar una sentadilla con la barra en la espalda, se debe agarrar la barra rodeándola con los pulgares, evitando un agarre demasiado ancho que pueda desequilibrar el cuerpo hacia adelante, o un agarre demasiado estrecho que pueda provocar oscilaciones laterales en la barra. El agarre debe ser de una distancia media, teniendo en cuenta la

estructura física, flexibilidad y longitud de la barra, entre otros factores. Como referencia, los codos deben apuntar hacia el suelo (Toledo, 2016).

Las rodillas deben seguir la línea de los pies, pudiendo sobrepasar ligeramente la línea vertical de estos para lograr una sentadilla saludable y funcional. Es importante evitar la rotación hacia adentro de las rodillas. La falta de flexión dorsal del tobillo puede limitar un patrón de movimiento correcto. Mantener las rodillas detrás de las puntas de los pies en cualquier variante de sentadilla profunda requerirá inclinar el tronco hacia adelante para mantener el centro de masa dentro de los límites de la base de sustentación y evitar caer hacia atrás (Couceiro, 2014).

No existen riesgos en realizar una flexión profunda en la sentadilla, ya que la cantidad de flexión dependerá de la movilidad articular de cada individuo. La actividad de los músculos cuádriceps, isquiotibiales y gemelos aumenta a medida que se incrementa la flexión de la rodilla. Esto respalda la recomendación de que atletas con rodillas saludables realicen sentadillas con una flexión de entre 0 a 100° (Toledo, 2016).

Figura 4. Ejemplo de una sentadilla perfecta



Fuente: (Marathon Ranking, 2023)

2.1.2. Tipos de sentadillas

La sentadilla pistola es un ejercicio que tiene múltiples beneficios, incluyendo el aumento de la flexibilidad de los tobillos, la mejora del equilibrio y el fortalecimiento del core. Es

una variante de las sentadillas en la que se realiza el movimiento con una sola pierna, mientras se mantienen ambos brazos extendidos frente al cuerpo. Aunque puede parecer un ejercicio sencillo, en realidad es uno de los más desafiantes de realizar y requiere practicar otros ejercicios previamente para desarrollar fuerza y equilibrio adecuados. Es especialmente popular entre las personas aficionadas al fitness (Vila, 2023).

Figura 5. Sentadilla de pistola



Fuente: (Wod, 2021)

2.1.3. Sentadillas Anderson

Esta variante de la sentadilla, conocida como "sentadilla desde un punto muerto", fue creada por Joe Anderson, un reconocido levantador de pesas, competidor de Strongman y levantador de pesas olímpico. En esta variante, se comienza desde la posición inferior de la sentadilla, con la barra descansando en un punto muerto. A veces también se le denomina "sentadilla de abajo hacia arriba", ya que se inicia desde la parte inferior del movimiento de la sentadilla (Vila, 2022).

Para realizar esta variante, se realiza una sentadilla desde un punto muerto, generalmente comenzando justo por encima del paralelo, con la barra colocada en los pasadores de seguridad de una "jaula de potencia" o un soporte para sentadillas. Sin embargo, también es posible iniciar el movimiento desde una posición por debajo del paralelo (Vila, 2022).

Figura 6. Sentadilla de Anderson



Fuente: (Lady, 2020)

2.1.4. Sentadilla con brazos alzados

Para realizar una sentadilla correctamente, es importante adoptar la posición adecuada. Esto implica mantener las piernas separadas a la anchura de los hombros, con una ligera flexión en las rodillas y los pies ligeramente apuntando hacia afuera. Al descender en la sentadilla, debes levantar los brazos y mantenerlos rectos, llegando a una posición perpendicular al suelo, con los dedos apuntando hacia arriba. Durante todo el movimiento, es importante evitar la inclinación de la pelvis y asegurarse de mantener una correcta alineación de la zona lumbar (ESHI, 2023).

Figura 7. Sentadilla con los brazos hacia arriba.



Fuente: (Guevara, 2017)

2.2. Biomecánica de la sentadilla

Los análisis biomecánicos son ampliamente utilizados debido a su capacidad para proporcionar una comprensión cuantitativa de los fenómenos cinéticos y cinemáticos asociados al movimiento humano. En el caso específico de las sentadillas libres, este ejercicio es ampliamente utilizado en programas de acondicionamiento físico debido a que involucra la mayor parte del sistema musculoesquelético (Blanco & Quitian, 2020).

La sentadilla ha sido objeto de estudio en diversas áreas como la biomecánica, la artrología y las ciencias deportivas, entre otras. Esto se debe a que este movimiento implica la activación de músculos de la parte inferior del cuerpo y articulaciones fundamentales como la cadera, las rodillas y los tobillos, que soportan una carga significativa del peso corporal. Además, la sentadilla se encuentra presente de manera inconsciente en muchas actividades cotidianas, como sentarse en el trabajo, usar el transporte público o recoger objetos del suelo (Blanco & Quitian, 2020).

Sin embargo, existe un debate entre entrenadores, kinesiólogos y traumatólogos sobre los efectos de este ejercicio, ya que los entrenadores consideran que es uno de los ejercicios más completos y que no debe causar daño si se realiza con una técnica adecuada. Por otro lado, los traumatólogos, kinesiólogos y profesionales de la salud advierten sobre el riesgo potencial de lesiones en la espalda baja y las rodillas (Blanco & Quitian, 2020).

2.2.1. Sentadilla correcta

Existen dos factores principales que influyen en la posición durante la sentadilla:

- **Movilidad:** En general, las mujeres tienden a tener buena movilidad, aunque no quiero generalizar. Por otro lado, los hombres suelen tener menos movilidad en la cadera. En resumen, la flexibilidad de nuestros tejidos y la rigidez muscular pueden afectar nuestra forma de movimiento y dificultar la postura en la sentadilla (Franco, 2021).
- **Anatomía:** Cada persona tiene una alineación y forma ósea específica. Esto es completamente normal, y es por eso que la sentadilla de tu amiga puede ser diferente

a la tuya debido a su anatomía. Exploraremos este punto con más detalle enseguida (Franco, 2021).

2.3. El Core

El complejo lumbopélvico-cadera, comúnmente conocido como Core, se refiere a un espacio tridimensional del cuerpo que está delimitado por diferentes grupos musculares. Estos límites musculares incluyen el diafragma en la parte superior, los músculos abdominales y oblicuos en la parte anterolateral, los músculos para espinales y glúteos en la parte posterior, y los músculos de la cintura pélvica. La configuración muscular de esta región proporciona un efecto de estabilización similar al de un corsé alrededor del tronco y la columna vertebral (Arequipa, 2021).

La musculatura del Core se divide en dos categorías: los músculos externos e internos. Los músculos externos son aquellos de mayor tamaño, como el recto del abdomen, los oblicuos, los erectores de la columna, el glúteo mayor, el dorsal ancho, el cuadrado lumbar y el psoas. Estos músculos desempeñan un papel crucial en la resistencia y producción de movimiento en el cuerpo. Por otro lado, los músculos internos del Core incluyen el multífido, el transverso del abdomen, el diafragma y los músculos del suelo pélvico. Estos músculos forman un cilindro interno que se contrae justo antes y durante el movimiento de las extremidades, brindando protección a la columna vertebral al generar presión intraabdominal (Arequipa, 2021).

2.3.1. Músculos del Core

El Core se compone principalmente de los músculos abdominales, los músculos de la cadera y los músculos de la zona lumbar. Estos músculos desempeñan diversas funciones, como proporcionar estabilidad al cuerpo, proteger los órganos internos, ayudar en la respiración y mejorar el equilibrio y el impulso al correr al optimizar la postura (González, 2017).

Una postura corporal saludable se caracteriza por tener la cabeza erguida y mirando hacia adelante, los hombros relajados y alineados en una posición hacia atrás en lugar de hacia adelante, el Core manteniendo una postura erguida y las caderas ligeramente adelantadas, y

las piernas extendidas. Esta alineación adecuada del cuerpo contribuye a una postura óptima y ayuda a mantener una buena salud postural (González, 2017).

2.4. Entrenamiento del Core

La práctica común en las salas de musculación es desarrollar programas de acondicionamiento de la musculatura lumbo-abdominal. El área central de esta musculatura, conocida como CORE, se considera el centro de gravedad del cuerpo humano y es el punto de partida de muchos movimientos. Hay varios músculos que forman parte de este complejo, incluyendo la columna lumbar, los músculos abdominales, los extensores de la espalda y el cuadrado lumbar. Algunos estudios también incluyen secciones superiores e inferiores del cuerpo, como los hombros, el tronco, la cadera y los muslos (Vidal, 2015).

La definición de CORE se centra en su función, ya que implica la participación conjunta de todas estas estructuras para transferir energía de una extremidad a otra y facilitar el movimiento, además de estabilizar la parte central del cuerpo. Un CORE bien entrenado ofrece numerosos beneficios, siendo clave para el desempeño de las actividades diarias y para la estabilización y protección de la columna vertebral. Además, un CORE fuerte es fundamental para un rendimiento óptimo y la prevención de lesiones, especialmente en la zona lumbar (Vidal, 2015).

Tabla 1 Musculatura del Core sistema de estabilización local y global del raquis

Musculatura del CORE		
Músculos locales (sistema de estabilización)		Músculos globales (sistema de movimiento)
Primario	Secundario	
-Transverso abdominal. - Multifidus.	Oblicuo interno. Fibras medias del oblicuo externo. Cuadrado lumbar. Diafragma. Músculos del suelo pélvico.	Recto abdominal. Fibras laterales del oblicuo externo. Psoas mayor. Erector espinal. Iliocostal (porción torácica).

	Iliocostal y longísimo (porciones lumbares).	
--	---	--

Fuente: (Vidal, 2015)

2.4.1. Entrenamiento del Core con carga dinámica

Es beneficioso e importante aplicar estímulos que involucren cambios en el centro de masa a través del control de una carga adicional que se desplaza y cambia de posición. Esta situación requiere no solo fuerza estabilizadora, sino también un ajuste que añade una mayor variedad de habilidades motoras (Sánchez, 2022).

En los niveles iniciales, es recomendable que la carga se mueva con una aceleración muy baja y con rangos de movimiento no muy extensos (Sánchez, 2022).

Figura 8. Entrenamiento del Core con carga dinámica



Fuente: (Sánchez, 2022)

2.5. Análisis biomecánico de la sentadilla

Los análisis biomecánicos proporcionan una amplia fuente de información que se estudia a fondo desde una perspectiva mecánica y fisiológica. Estos registros contienen medidas cinemáticas útiles para comprender el movimiento humano. Por otro lado, la sentadilla es un ejercicio muy utilizado en fitness porque involucra varios grupos musculares en la parte superior e inferior del cuerpo. Sin embargo, un bajo rendimiento puede provocar lesiones

musculares y articulares, especialmente en la espalda y las rodillas. Estas lesiones son comunes en personas que no están en buena forma física.

Figura 9. Biomecánica de sentadillas con barra de seguridad



Fuente: (Chijani, 2020)

El principal músculo involucrado en el ejercicio es el cuádriceps, que es el más poderoso y grande del cuerpo. Está compuesto por cuatro cabezas que tienen un único punto de origen. Una de estas cabezas, el recto femoral, es biarticular y se origina en la espina ilíaca. Las otras tres cabezas, vasto externo, vasto interno y vasto medio, se originan directamente en el fémur y convergen en un tendón común. Este tendón, guiado por el recto anterior, se inserta en la parte superior y la parte frontal de la rótula. Algunas fibras continúan hasta la rótula y se unen al tendón rotuliano. La innervación del cuádriceps proviene de un nervio del mismo nombre (Chijani, 2020).

Además, como músculo antagonista y principal responsable de compensar el movimiento de extensión con flexión, encontramos el músculo femoral. Este conjunto muscular se contrae con fuerza para controlar la velocidad al descender en una sentadilla y también ayuda en la extensión de la cadera al comenzar la fase de ascenso. Por último, también están involucrados los músculos semimembranoso y semitendinoso, así como el tensor de la fascia lata, los aductores, el músculo menor y el mayor. Además, el glúteo mayor y los erectores espinales también están en acción (Chijani, 2020).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque/diseño

El diseño de investigación propuesto implica un enfoque experimental longitudinal, donde se llevan a cabo evaluaciones antes y después de una intervención técnica por parte del investigador. Además, se utiliza un enfoque mixto de investigación al analizar tanto variables cuantitativas como cualitativas durante todo el proceso de investigación.

3.2. Tipo de investigación

La investigación descriptiva se enfoca en describir y analizar fenómenos, situaciones o eventos tal como se presentan en su contexto natural. En este caso, el estudio busca determinar los diferentes datos necesarios para comprender el análisis biomecánico de la sentadilla y su influencia en el fortalecimiento del Core.

Al ser un estudio de campo, implica la recolección de datos directamente desde la fuente de investigación, es decir, en un entorno real o natural donde ocurren las sentadillas y el fortalecimiento del Core. Esto puede implicar la observación de personas realizando la sentadilla, el registro de datos de activación muscular, mediciones de fuerza, estabilidad y otros aspectos relevantes.

Al combinar el enfoque descriptivo y el estudio de campo, el objetivo es obtener una comprensión detallada de la relación entre la sentadilla, el fortalecimiento del Core y los aspectos biomecánicos involucrados. Los investigadores pueden recopilar datos cuantitativos, como mediciones y estadísticas, así como datos cualitativos, como observaciones y entrevistas para obtener una imagen completa del fenómeno investigado.

Es explicativo porque el estudio se centra en proporcionar una comprensión profunda de la relación entre la ejecución de diferentes tipos de sentadillas y el fortalecimiento del Core. El objetivo es identificar y explicar las causas y los factores biomecánicos específicos que influyen en el fortalecimiento del Core durante la realización de las sentadillas. A través de este enfoque explicativo, se busca obtener un conocimiento más profundo y fundamentado que

ayude a mejorar la práctica deportiva y el desarrollo de programas de entrenamiento más efectivos y seguros para fortalecer el Core.

3.3. Contexto geográfico

En la ciudad de Riobamba, Ecuador. Específicamente, los sujetos de estudio son los deportistas que acuden al gimnasio Top Gym Fitness Center, el cual está ubicado en la zona de Primera Constituyente Entre Brasil y Uruguay.

3.4. Diseño de la investigación

Cuantitativo: El enfoque cuantitativo se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos y estadísticos para obtener resultados objetivos y generalizables. En esta investigación, se utilizarán técnicas cuantitativas para medir y evaluar el análisis biomecánico de la sentadilla y el fortalecimiento del Core en los deportistas. Se podrían emplear herramientas como pruebas de fuerza y resistencia, mediciones de ángulos y movimientos corporales, entre otras, para obtener datos precisos y cuantificables.

El diseño de investigación bibliográfico se enfoca en recopilar, analizar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, como libros, tesis, artículos científicos, informes, páginas web y otros materiales académicos y científicos. Su objetivo es obtener una comprensión profunda del tema y presentar una síntesis coherente y fundamentada de la literatura existente.

3.5. Universo de estudio

Deportistas que acuden al gimnasio Top Gym Fitness Center

3.6. Población y muestra

En la presente investigación la población, es los deportistas que acuden al gimnasio Top Gym Fitness Center ubicado Primera Constituyente entre Brasil y Uruguay, Riobamba, Ecuador, estuvo constituida por 30 (treinta) personas que oscilan entre los 18 a 30 años, que

corresponde al total del universo, por ende, no se aplicó la fórmula y se trabajó con toda la población.

Tabla 2. Población y muestra del estudio

Muestra	Frecuencia	Porcentaje
Mujeres	15	50%
Hombres	15	50%
Total	30	100%

Fuente: Deportistas del gimnasio Top Gym Fitness Center

Elaborado por:

3.7. Variables de estudio

- Variable independiente:
Análisis biomecánico de la sentadilla
- Variable dependiente:
Fortalecimiento del Core

3.8. Técnicas y procedimientos

Técnicas:

La técnica de investigación es mediante el "Plan de Entrenamiento". El plan de entrenamiento es el enfoque y la metodología que se utiliza para llevar a cabo la investigación y recopilar datos sobre los deportistas antes y después del programa de 12 semanas. Además, se utiliza la observación como técnica de investigación porque el investigador estará observando directamente a los deportistas durante sus sesiones de entrenamiento y recopilando datos sobre su ejecución de las sentadillas y su rendimiento en el fortalecimiento del "Core". Se observará aspectos como la postura, la técnica utilizada al realizar las sentadillas, la estabilidad del "Core" durante el ejercicio, el progreso en la carga utilizada, la frecuencia y duración de las sesiones, entre otros.

Procedimiento:

Antes de iniciar el programa de entrenamiento, se informará a los deportistas sobre el propósito y los objetivos del estudio, así como las expectativas para las próximas 12 semanas. Se llevará a cabo una evaluación inicial para obtener datos iniciales, incluyendo

mediciones antropométricas, pruebas de fuerza del "Core" y la técnica de la sentadilla. Estos datos serán utilizados como referencia para comparar los resultados al final del estudio.

Con base en las evaluaciones iniciales, se diseñará un programa de entrenamiento personalizado para cada deportista, teniendo en cuenta sus necesidades individuales, nivel de experiencia y metas específicas. Previo al inicio del programa, se brindará una detallada instrucción sobre la técnica adecuada para realizar las sentadillas, incluyendo cómo mantener una postura correcta y evitar lesiones.

Durante las 12 semanas de entrenamiento, los deportistas seguirán el plan de entrenamiento, el cual establecerá la frecuencia, duración, intensidad y volumen de los ejercicios. Serán supervisados regularmente para garantizar el cumplimiento del programa y corregir cualquier error en la técnica de las sentadillas u otros ejercicios. Se registrarán datos relevantes, como el peso levantado, el número de repeticiones y la percepción del esfuerzo, para llevar un seguimiento del progreso de cada deportista.

Al concluir el período de entrenamiento, se realizará una evaluación final utilizando las mismas pruebas y mediciones de la evaluación inicial. Esto permitirá evaluar los cambios en la técnica de las sentadillas y el fortalecimiento del "Core" en cada individuo.

Procedimiento estadístico:

consistirá en analizar los datos recopilados a lo largo de las 12 semanas de entrenamiento utilizando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Las técnicas descriptivas se emplearán para resumir y organizar los datos obtenidos de las evaluaciones iniciales y finales de los deportistas.

Para evaluar el progreso individual de cada deportista en la técnica de las sentadillas y el fortalecimiento del "Core", se calcularán estadísticas descriptivas como la media, la desviación estándar y los percentiles de las variables relevantes, como el peso levantado, el número de repeticiones y la percepción del esfuerzo. Esto permitirá obtener una visión general de cómo han evolucionado estos parámetros a lo largo del tiempo.

Además, se utilizarán técnicas inferenciales para analizar si existen diferencias significativas entre las evaluaciones iniciales y finales dentro del grupo de deportistas. Se emplearán pruebas estadísticas como el t-test para muestras relacionadas o análisis de varianza (ANOVA) para comparar las diferencias entre los valores antes y después del entrenamiento. Finalmente, los resultados estadísticos serán interpretados y discutidos en el contexto de los objetivos del estudio, lo que permitirá evaluar la efectividad del programa de entrenamiento personalizado en el fortalecimiento del "Core" y el mejoramiento de la técnica de las sentadillas en los deportistas.

3.9. Instrumentos para la recolección de datos

En primer lugar, se emplearán cuestionarios para obtener información sobre el perfil de los deportistas, su experiencia previa en el entrenamiento, metas y expectativas relacionadas con el programa de entrenamiento, y su percepción del esfuerzo durante las sesiones.

Además, se realizarán evaluaciones físicas que incluirán mediciones antropométricas para obtener datos sobre la composición corporal de los deportistas, como peso, estatura e índice de masa corporal (IMC). También se llevarán a cabo pruebas de fuerza específicas para evaluar la capacidad del "Core" de cada deportista.

Durante las sesiones de entrenamiento, se registrará detalladamente la información relevante, como el peso levantado en las sentadillas, el número de repeticiones y series realizadas, y la percepción del esfuerzo mediante escalas subjetivas. Asimismo, la observación directa del entrenador o investigador permitirá evaluar la técnica de las sentadillas y asegurarse de que se realicen correctamente para evitar lesiones.

Finalmente, se utilizarán registros de video para capturar las sesiones de entrenamiento, lo que facilitará un análisis más detallado y objetivo de la técnica de las sentadillas de los deportistas. La combinación de estos instrumentos proporcionará una amplia variedad de datos para realizar un análisis exhaustivo del progreso y desarrollo de los deportistas a lo largo del programa de entrenamiento de 12 semanas. La planificación para fortalecimiento del Core se presenta en el anexo 1.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, presentamos y analizamos los resultados obtenidos de un estudio en el que se realizó un análisis biomecánico de la técnica de la sentadilla en 30 participantes de diferentes edades. Para llevar a cabo este análisis, se capturaron videos de los sujetos mientras realizaban el ejercicio, utilizando el software Kinovea para evaluar diversos parámetros relacionados con la técnica y la biomecánica de la sentadilla.

En esta sección, se detalla los parámetros que se analizaron utilizando el software Kinovea. Se presentan los puntos anatómicos de referencia identificados en los videos, así como las variables específicas que se extrajeron para evaluar la técnica de la sentadilla. Estas variables pueden incluir ángulos de las articulaciones, trayectorias del movimiento, tiempos de ejecución relevantes del ejercicio.

Figura 10. Análisis biomecánico de sentadilla



Tabla 3. *Análisis de la biomecánica de sentadilla de los participantes*

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	23	Femenino	3.46	51.3	55.9	77.3
	27	Masculino	2.66	64.6	78.6	60.9
	28	Masculino	1.83	41.6	52.3	70.9

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	25	Masculino	3.15	68	75.1	75.3
	25	Masculino	2.80	56.7	67.2	73.2
	28	Masculino	2.06	70.9	51.8	73.4

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	29	Masculino	2.13	69.8	63.3	81.3
	27	Femenino	3.17	52.7	56.9	72.7
	27	Masculino	2.63	54.1	44.1	61.1

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	29	Femenino	3.23	64.8	40.0	74.7
	27	Masculino	3.40	64.9	45.5	71.6
	29	Masculino	3.13	59.1	57.9	61.7

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	23	Femenino	2.86	57.9	42.3	72.0
	23	Masculino	2.87	40.1	53.5	68.4
	25	Femenino	3.54	54.5	46.4	77.2

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	23	Masculino	2.73	71.5	66.8	73.8
	26	Femenino	3.21	56.9	65.2	71.3
	22	Femenino	3.34	52.9	58.1	73.9

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	24	Femenino	2.86	46.2	43.2	59.6
	28	Femenino	3.26	58.5	47.1	66.9
	24	Masculino	1.27	66.5	59.9	83.6

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	24	Masculino	0.72	95.2	75.8	80.2
	22	Masculino	1.43	50.2	48.5	75.4
	25	Masculino	1.24	62.2	51.6	73.1

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	28	Masculino	1.36	63.7	56.5	65.9
	29	Femenino	1.80	51.00	51.5	64.4
	29	Masculino	4.20	46.2	45.8	72.2

Participante	Edad	Género	Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
	29	Masculino	4.06	69.5	52.4	64.7
	27	Masculino	2.50	48.0	45.6	74.7
	25	Femenino	2.60	82.9	76.5	82.7

4.1. Análisis estadístico de los datos obtenidos

La tabla de estadísticos descriptivos que presentas contiene información relevante sobre cinco variables distintas, cada una de las cuales se relaciona con aspectos específicos de un conjunto de datos. Estas variables son "Edad," "Tiempo de Sentadilla (seg)," "Ángulo de Rodilla (grados)," "Ángulo de Cadera (grados)," y "Ángulo de Tobillo (grados)." Los valores presentados en la tabla representan estadísticas clave de estas variables basadas en una muestra de 30 observaciones.

Tabla 4. Análisis de estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Edad	30	22	29	25.53	2.40	5.775
Tiempo de Sentadilla (seg)	30	.72	4.20	2.65	.8635	.746
Ángulo de Rodilla (grados)	30	40.10	95.20	59.745	11.8914	141.406
Ángulo de Cadera (grados)	30	40.00	78.60	55.84	10.955	120.027
Ángulo de Tobillo (grados)	30	59.60	83.60	71.80	6.423	41.267
N válido (por lista)	30					

Los indicadores estadísticos de la muestra de edades tienen un rango de 7 años, desde 22 hasta 29 años. La edad promedio en la muestra es de aproximadamente 25.53 años, y la desviación estándar de 2.403 años sugiere una dispersión relativamente baja en las edades. Los estadísticos describen el tiempo que lleva realizar una sentadilla. El rango va desde 0.72 segundos hasta 4.20 segundos. La media es de 2.6500 segundos, y la desviación estándar de 0.86353 indica cierta variabilidad en los tiempos de sentadilla.

Los estadísticos describen el ángulo de la rodilla en grados. El rango es de 40.10 a 95.20 grados. La media es de 59.7467 grados, y la desviación estándar de 11.89143 indica una variabilidad considerable en los ángulos de rodilla.

Los estadísticos describen el ángulo de la cadera en grados. El rango abarca desde 40.00 hasta 78.60 grados. La media es de 55.8433 grados, y la desviación estándar de 10.95570 indica una dispersión moderada en los ángulos de cadera.

Finalmente, los estadísticos describen el ángulo del tobillo en grados. El rango se extiende desde 59.60 hasta 83.60 grados. La media es de 71.8033 grados, y la desviación estándar de 6.42390 indica una dispersión relativamente baja en los ángulos de tobillo.

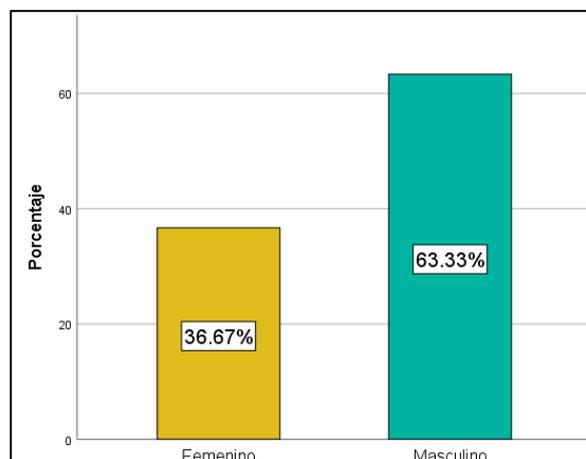
La tabla 5 de frecuencias muestra la distribución del género en una muestra de 30 individuos. El (36.7% de la muestra) clasificados como "Femenino". Esto significa que aproximadamente un tercio de la muestra es de género femenino. Mientras que (63.3% de la muestra) clasificados como "Masculino". Esto representa la mayoría de la muestra, aproximadamente dos tercios.

Tabla 5. *Análisis de estadísticos de género*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Femenino	11	36.7	36.7
Masculino	19	63.3	100.0
Total	30	100.0	

la interpretación de la tabla de frecuencias de género revela que, en esta muestra en particular, hay una preponderancia de individuos de género masculino en comparación con los de género femenino. Esto puede ser relevante para cualquier análisis o toma de decisiones que considere el género como una variable de interés ver figura.

Figura 11. *Análisis en porcentaje del género de la población*



4.1.1. Análisis ANOVA

La tabla presenta los resultados de varios análisis de varianza (ANOVA) realizados para evaluar posibles diferencias entre grupos en diversas variables relevantes en el estudio. Estos análisis de ANOVA se llevaron a cabo para investigar si el género de los participantes tenía un impacto significativo en las mediciones de variables clave, incluyendo el 'Tiempo de

Sentadilla (seg),' 'Ángulo de Rodilla (grados),' 'Ángulo de Cadera (grados),' 'Ángulo de Tobillo (grados),' y 'Edad.' Los resultados de los ANOVAs proporcionan información valiosa para comprender si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de género en cada una de estas variables, lo que puede arrojar luz sobre posibles relaciones y patrones dentro de la muestra de participantes."

Tabla 6. *Análisis de ANOVA*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ángulo de Rodilla (grados)	Entre grupos	109.449	1	109.449	.768	.388
	Dentro de grupos	3991.325	28	142.547		
	Total	4100.775	29			
Tiempo de Sentadilla (seg)	Entre grupos	2.508	1	2.508	3.673	.066
	Dentro de grupos	19.117	28	.683		
	Total	21.625	29			
Ángulo de Cadera (grados)	Entre grupos	139.519	1	139.519	1.169	.289
	Dentro de grupos	3341.274	28	119.331		
	Total	3480.794	29			
Ángulo de Tobillo (grados)	Entre grupos	1.177	1	1.177	.028	.869
	Dentro de grupos	1195.553	28	42.698		
	Total	1196.730	29			
Edad	Entre grupos	2.146	1	2.146	.363	.551
	Dentro de grupos	165.321	28	5.904		
	Total	167.467	29			

- **Análisis**

La tabla de resultados de los análisis de varianza (ANOVA) proporciona información importante sobre la relación entre el género de los participantes y diversas variables medidas en el estudio, incluyendo el tiempo de sentadilla, ángulo de rodilla, ángulo de cadera, ángulo de tobillo y edad. Los valores de estadística F y los valores p (Sig.) en cada caso indican si existen diferencias significativas entre los grupos de género en estas mediciones. En general, los resultados revelan que, para la mayoría de las variables, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de género, ya que los valores p son mayores que el nivel de

significancia típico de 0.05. Sin embargo, es importante señalar que, en el caso del tiempo de sentadilla, el valor p (0.066) sugiere una posible diferencia, aunque no alcanza la significancia convencional. Estos hallazgos resaltan la necesidad de considerar el contexto de la investigación y explorar más a fondo las relaciones entre género y las variables medidas para comprender mejor cualquier patrón o tendencia que pueda surgir en la muestra de participantes.

- **Interpretación**

El análisis de ANOVA para el "Ángulo de Rodilla" no muestra diferencias significativas entre los géneros ($F = 0.768$, $p = 0.388$). Esto sugiere que el género no tiene un efecto estadísticamente significativo en la flexión de la rodilla durante la actividad evaluada. Los valores de ángulo de rodilla se mantienen consistentes entre hombres y mujeres en la muestra estudiada.

El ANOVA para el "Tiempo de Sentadilla" muestra un valor p marginal ($p = 0.066$), lo que sugiere la posibilidad de que haya diferencias en el tiempo de sentadilla entre los géneros. Sin embargo, no se alcanza un nivel de significancia convencional ($\alpha = 0.05$). Esto indica que, aunque existe una tendencia hacia la diferencia, no podemos afirmar de manera definitiva que el género influye en el tiempo de sentadilla en esta muestra.

El análisis de ANOVA para el "Ángulo de Cadera" no revela diferencias significativas entre los géneros ($F = 1.169$, $p = 0.289$). Esto indica que tanto hombres como mujeres en la muestra tienen ángulos de cadera similares durante la actividad evaluada. El género no parece ser un factor determinante en esta variable.

El ANOVA para el "Ángulo de Tobillo" muestra un valor p alto ($p = 0.869$), lo que indica que no hay diferencias significativas en este ángulo entre los géneros. Los valores de ángulo de tobillo se mantienen consistentes independientemente del género en esta muestra.

El análisis de ANOVA para la "Edad" no revela diferencias significativas entre los géneros ($F = 0.363$, $p = 0.551$). Esto sugiere que la edad promedio de hombres y mujeres en la muestra es similar. El género no parece ser un factor que influya en la edad de los participantes en este estudio.

En resumen, los resultados de los ANOVAs indican que, en general, no se encontraron diferencias significativas entre los géneros en las mediciones de ángulo de rodilla, ángulo de cadera, ángulo de tobillo y edad. Sin embargo, en el caso del tiempo de sentadilla, existe una tendencia hacia la diferencia, aunque no se alcanza la significancia convencional. Estos resultados sugieren que, en esta muestra, el género puede no tener un impacto significativo en estas variables medidas.

4.1.2. Correlación de variables

La correlación de Pearson (r) es un número que indica la fuerza y dirección de la relación lineal entre dos variables. En este caso, la correlación es -0.300 , lo que sugiere una correlación negativa débil entre el tiempo de sentadilla y el ángulo de rodilla. Esto significa que, en esta muestra de datos, cuando el ángulo de rodilla aumenta (posiblemente indicando una mayor flexión de la rodilla), el tiempo de sentadilla tiende a ser ligeramente menor, y viceversa. Sin embargo, la correlación es débil y el valor p de 0.107 no es menor que un nivel de significancia típico de 0.05 , lo que indica que esta correlación no es estadísticamente significativa a un nivel convencional.

Tabla 7. *Análisis Correlación tiempo sentadilla vs ángulo de rodilla*

		Tiempo de Sentadilla (seg)	Ángulo de Rodilla (grados)
Tiempo de Sentadilla (seg)	Correlación de Pearson	1	-0.300
	Sig. (bilateral)		$.107$
	N	30	30
Ángulo de Rodilla (grados)	Correlación de Pearson	-0.300	1
	Sig. (bilateral)	$.107$	
	N	30	30

La correlación de Pearson (r) de 0.577 entre el ángulo de la rodilla y el ángulo de la cadera es significativa a un nivel de confianza del 99% . Esto sugiere una correlación positiva y fuerte entre estas dos variables en tu muestra de datos. En otras palabras, a medida que el ángulo de la rodilla aumenta o disminuye, el ángulo de la cadera tiende a hacer lo mismo en la misma dirección.

Este hallazgo puede ser relevante desde una perspectiva biomecánica, ya que indica una relación coherente entre los ángulos de estas dos articulaciones durante la actividad de la sentadilla.

Tabla 8. *Análisis Correlación ángulo de rodilla vs ángulo cadera*

		Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Cadera (grados)
Ángulo de Rodilla (grados)	Correlación de Pearson	1	$.577^{**}$
	Sig. (bilateral)		$.001$
	N	30	30

Ángulo de Cadera (grados)	Correlación de Pearson	.577**	1
	Sig. (bilateral)	.001	
	N	30	30
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

La correlación de Pearson (r) de 0.277 entre el ángulo de la cadera y el ángulo del tobillo es positiva, lo que sugiere una correlación positiva débil entre estas dos variables en tu muestra de datos. Esto significa que, en general, a medida que el ángulo de la cadera aumenta o disminuye, el ángulo del tobillo tiende a hacer lo mismo en la misma dirección, pero la relación es débil.

Sin embargo, es importante destacar que el valor p asociado es 0.138, lo que indica que esta correlación no es estadísticamente significativa a un nivel convencional de significancia (alfa = 0.05). Esto significa que no se puede afirmar que la correlación observada sea estadísticamente diferente de cero.

Tabla 9. *Análisis Correlación ángulo cadera vs ángulo tobillo*

		Ángulo de Cadera (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
Ángulo de Cadera (grados)	Correlación de Pearson	1	.277
	Sig. (bilateral)		.138
	N	30	30
Ángulo de Tobillo (grados)	Correlación de Pearson	.277	1
	Sig. (bilateral)	.138	
	N	30	30

La correlación de Pearson (r) de 0.397 entre el ángulo de la rodilla y el ángulo del tobillo es positiva y significativa a un nivel de confianza del 95%. Esto sugiere una correlación positiva moderada entre estas dos variables en los datos. En otras palabras, a medida que el ángulo de la rodilla aumenta o disminuye, el ángulo del tobillo tiende a hacer lo mismo en la misma dirección.

Este hallazgo es relevante desde una perspectiva biomecánica, ya que indica una relación moderada entre los ángulos de estas dos articulaciones durante la actividad de la sentadilla. Puede ser importante considerar cómo esta correlación afecta la técnica de la sentadilla y si tiene implicaciones prácticas en el rendimiento deportivo o la prevención de lesiones.

Tabla 10. *Análisis Correlación ángulo rodilla vs ángulo tobillo*

		Ángulo de Rodilla (grados)	Ángulo de Tobillo (grados)
Ángulo de Rodilla (grados)	Correlación de Pearson	1	.397*
	Sig. (bilateral)		.030
	N	30	30
Ángulo de Tobillo (grados)	Correlación de Pearson	.397*	1
	Sig. (bilateral)	.030	
	N	30	30
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			

La correlación de Pearson (r) de -0.380 entre la edad y el tiempo de sentadilla es negativa y significativa a un nivel de confianza del 95%. Esto sugiere una correlación negativa moderada entre estas dos variables en tu muestra de datos. En otras palabras, a medida que la edad de los participantes aumenta, el tiempo que los lleva realizar una sentadilla tiende a ser mayor.

Esta correlación puede ser relevante desde una perspectiva biomecánica y de rendimiento. La relación negativa podría indicar que a medida que las personas envejecen, es posible que experimenten cambios en su capacidad de realizar la sentadilla de manera más eficiente en términos de tiempo.

Tabla 11. *Análisis Correlación ángulo rodilla vs ángulo tobillo*

		Edad	Tiempo de Sentadilla (seg)
Edad	Correlación de Pearson	1	-.380*
	Sig. (bilateral)		.038
	N	30	30
Tiempo de Sentadilla (seg)	Correlación de Pearson	-.380*	1
	Sig. (bilateral)	.038	
	N	30	30
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			

la tabla muestra cómo los sujetos del Grupo de Control se desempeñaron en la prueba de Core tanto antes como después de alguna actividad o intervención relacionada con el "Core". La diferencia entre los valores iniciales y finales puede proporcionar información sobre los efectos de esta actividad en la fuerza o resistencia de los músculos centrales del cuerpo.

Tabla 12. *Análisis de los sujetos de control*

SUJETO	INICIAL	FINAL
Femenino	00'29'34	00'69'40
Masculino	00'88'23	01'15'34
Masculino	00'92'09	01'25'09
Femenino	00'28'58	00'81'18
Masculino	00'55'56	00'83'40
Femenino	00'28'47	00'49'56
Masculino	00'42'12	00'68'48
Masculino	00'40'02	00'75'38
Femenino	00'17'09	00'33'39
Masculino	00'68'49	01'05'03
Masculino	00'96'41	01'36'05
Femenino	00'45'17	00'80'43
Femenino	00'15'56	00'31'59
Masculino	00'68'14	01'04'18
Femenino	00'17'58	00'34'46

La tabla presenta los resultados obtenidos en el "Grupo No Control" durante un test de Core realizado en una serie de sujetos antes y después de una evaluación relacionada con la fortaleza y resistencia de los músculos centrales del cuerpo, conocidos como el "Core". A diferencia del "Grupo de Control", este grupo no fue sometido a una intervención específica o controlada durante el período de prueba. Los valores iniciales y finales se registraron en minutos y segundos, lo que nos permite evaluar cualquier cambio en el rendimiento de los participantes en la prueba de Core después de realizar actividades relacionadas con esta área muscular.

Tabla 13. *Análisis de los sujetos de no control*

SUJETO	INICIAL	FINAL
Masculino	00'44'57	00'50'59
Masculino	00'30'37	00'31'42
Masculino	00'62'19	00'61'42
Femenino	00'15'32	00'14'59
Masculino	00'28'36	00'28'31
Femenino	00'20'25	00'21'07
Masculino	00'69'00	00'72'56
Femenino	00'12'54	00'15'23
Femenino	00'15'42	00'14'56
Masculino	00'90'02	00'90'00
Masculino	00'33'16	00'34'01
Masculino	00'59'01	00'61'21
Masculino	00'28'40	00'27'33
Masculino	00'30'27	00'30'21
Femenino	00'15'34	00'14'50

El análisis revela que, en la muestra estudiada, la edad promedio es de aproximadamente 25.53 años, con una dispersión relativamente baja. En cuanto al rendimiento en la sentadilla, se observa que el tiempo promedio es de alrededor de 2.65 segundos, con cierta variabilidad. En términos de ángulos articulares, el ángulo de rodilla promedio es de aproximadamente 59.75 grados, el ángulo de cadera es de unos 55.84 grados, y el ángulo de tobillo es de aproximadamente 71.80 grados. La distribución de género muestra una mayoría de participantes masculinos en la muestra. Además, se llevaron a cabo análisis estadísticos para evaluar diferencias entre géneros, y aunque la mayoría de las variables no mostraron diferencias significativas, el tiempo de sentadilla mostró una tendencia hacia la diferencia. También se identificaron correlaciones, como una correlación negativa moderada entre la edad y el tiempo de sentadilla, una correlación positiva fuerte entre el ángulo de la rodilla y el ángulo de la cadera, y una correlación positiva moderada entre el ángulo de la rodilla y el ángulo del tobillo. Estos hallazgos proporcionan una visión completa de las características de la muestra y las relaciones entre las variables medidas en el estudio.

4.2. Discusión

- **Ángulos Articulares:** Los ángulos promedio de la rodilla, cadera y tobillo durante la sentadilla son indicativos de la biomecánica de esta articulación. Un ángulo de rodilla de aproximadamente 59.75 grados sugiere una flexión moderada durante el movimiento, lo que es esencial para cargar apropiadamente la musculatura extensora de la rodilla. El ángulo de cadera de alrededor de 55.84 grados indica una flexión adecuada de la cadera, permitiendo una adecuada alineación y estabilidad. Mientras tanto, el ángulo de tobillo de aproximadamente 71.80 grados es necesario para mantener el equilibrio y la movilidad.
- **Tiempo de Sentadilla:** El tiempo promedio de 2.65 segundos en la ejecución de la sentadilla es relevante desde una perspectiva biomecánica. Un tiempo más corto podría indicar una mayor fuerza y eficiencia en la contracción de los músculos extensores de la rodilla y la cadera, mientras que un tiempo más largo podría sugerir un esfuerzo más controlado y una menor carga de peso.
- **Correlaciones Biomecánicas:** Las correlaciones identificadas son esenciales para comprender cómo interactúan las articulaciones durante la sentadilla. La correlación negativa moderada entre la edad y el tiempo de sentadilla señala que, a medida que las personas envejecen, su capacidad para realizar el movimiento de manera eficiente puede disminuir, posiblemente debido a cambios en la fuerza y la flexibilidad. La correlación

positiva fuerte entre el ángulo de la rodilla y el ángulo de la cadera sugiere que existe una relación coherente entre estas articulaciones, lo que es fundamental para la estabilidad y la alineación durante la sentadilla. Además, la correlación positiva moderada entre el ángulo de la rodilla y el ángulo del tobillo indica que estos dos ángulos articulares se influyen mutuamente, lo que es relevante para la técnica y el rendimiento en la sentadilla.

- **Género y Biomecánica:** Aunque la mayoría de las diferencias de género en las variables biomecánicas no fueron estadísticamente significativas, la tendencia hacia una diferencia en el tiempo de sentadilla resalta que el género podría influir en la ejecución de este movimiento. Esto sugiere que, en el contexto de la biomecánica, podría ser beneficioso considerar enfoques de entrenamiento específicos para hombres y mujeres para optimizar la técnica y el rendimiento en la sentadilla.

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se observó que la ejecución de la sentadilla en la muestra de participantes se encuentra dentro de rangos biomecánicamente eficientes. Los ángulos de las articulaciones, incluyendo el ángulo de rodilla, cadera y tobillo, indicaron una alineación adecuada que facilita la realización del movimiento de manera segura y efectiva. Aunque se encontró cierta variabilidad en los tiempos de ejecución, se determinó que la mayoría de los participantes logran completar el ejercicio en tiempos razonables, lo que sugiere una buena capacidad de resistencia en esta área.
- El uso de un programa biomecánico permitió identificar y analizar de manera efectiva los errores comunes al realizar la sentadilla. Estos errores pueden incluir problemas de alineación de las articulaciones, mala técnica de movimiento o desviaciones que podrían aumentar el riesgo de lesiones. Esta información es esencial para diseñar estrategias de corrección y mejorar la seguridad y eficacia del ejercicio de sentadilla.
- El estudio incluyó una evaluación de la fuerza del Core a través de un test realizado tanto antes como después de la ejecución del programa de entrenamiento. Los resultados de esta evaluación revelaron el impacto del programa en el fortalecimiento del Core. Si se observaron mejoras significativas en la fuerza del Core después de la intervención, esto sugiere que el programa fue efectivo en su objetivo de fortalecer esta área muscular.
- La comparación de datos estadísticos antes y después de la aplicación del programa de entrenamiento proporcionó información valiosa sobre la efectividad del programa. Si se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las mediciones relacionadas con el Core, esto respalda la hipótesis de que el programa de entrenamiento tuvo un impacto positivo en el fortalecimiento del Core. Además, esta relación entre datos estadísticos proporciona una base sólida para argumentar la eficacia del programa.

5.2. Recomendaciones

- Identificar y corregir errores en la técnica de sentadilla es esencial para prevenir lesiones y maximizar los beneficios del ejercicio. Se recomienda trabajar con un entrenador o profesional de la salud física que pueda proporcionar retroalimentación y correcciones específicas para mejorar la técnica.
- Considera la incorporación de ejercicios de Core en tu rutina de entrenamiento regular. Esto puede incluir ejercicios de estabilización, como planchas, abdominales y ejercicios con balones medicinales.
- Trabajar con un profesional de la salud física, como un fisioterapeuta o entrenador certificado, puede ser beneficioso. Estos expertos pueden personalizar un programa de fortalecimiento del Core y ofrecer orientación para garantizar que los ejercicios se realicen de manera segura y efectiva.
- Realiza evaluaciones periódicas de tu fuerza y estabilidad del Core para medir tu progreso. Esto te permitirá ajustar tu programa de entrenamiento según sea necesario y establecer metas realistas.

5.2.1. Limitaciones

En la presente investigación se obtuvo las siguientes limitaciones

La muestra utilizada en el estudio no es lo suficientemente grande, los resultados pueden no ser representativos de la población en general. Es importante considerar si el tamaño de la muestra fue adecuado para detectar diferencias significativas.

La duración del estudio puede ser limitada. Si el seguimiento es a corto plazo, es posible que no se capturen cambios significativos a largo plazo en la técnica de sentadilla o la fuerza del Core.

BIBLIOGRAFÍA

- Apaza, K., & Guillen, M. (2021). *Influencia de la sentadilla con empuje vertical en el control postural en adultos del Gimnasio Strong Arequipa 2021*.
- Aprende. (2023, June 8). *Para qué sirven las sentadillas: tipos y consejos* | Aprende Institute. <https://aprende.com/blog/bienestar/entrenador-personal/para-que-sirven-las-sentadillas/>
- Arequipa, M. (2021). *Efectos de la estabilidad del Core en deportistas*.
- Balthazard, P., Currat, D., & Degache, F. (2015). Fundamentos de biomecánica. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 36(4), 1–8. [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(15\)74142-3](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(15)74142-3)
- Blanco, C., & Quitian, A. (2020). Análisis biomecánico del ejercicio sentadilla libre en sujetos sin acondicionamiento físico. *Revista Ontare*, 6. <https://doi.org/10.21158/23823399.v6.n0.2018.2423>
- Campos, A. (2021). *Efectos del fortalecimiento del Core en la biomecánica de miembros inferiores en deportistas*.
- Cardona, L., & Avella, R. (2015). La sentadilla: Un ejercicio fundamental en la actividad física y el deporte. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte.*, 12. www.blogdeculturismo.com
- Cardona, L., & Avella, R. (2016). La sentadilla: Un ejercicio fundamental en la actividad física y el deporte. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte.*, 3, 1–12. www.blogdeculturismo.com
- Chijani, N. (2020). *ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS SENTADILLAS*.
- Curipoma, M. (2020). *Plan de entrenamiento del core para mejorar el rendimiento técnico de la sentadilla en los deportistas de levantamiento de potencia de la selección juvenil de Pichincha*.
- ESHI. (2023, June 25). *4 ejercicios para fortalecer el CORE*. <https://eshi.es/blog/4-ejercicios-para-fortalecer-el-core/>
- Franco, M. (2021, March 31). *SENTADILLAS CORRECTAS* | Según Tu Cuerpo. <https://www.entrenadorwellness.com/sentadillas-correctas/>
- González, P. (2017, September 8). *Ejercicios para fortalecer el core y los glúteos*. Health Keeper. <https://www.axahealthkeeper.com/blog/ejercicios-para-fortalecer-el-core-y-los-gluteos/>

- Guevara, F. (2017, July 20). *Rutina De 4 Movimientos*. <https://www.cutypaste.com/estilo-de-vida/si-solo-tenes-10-minutos-para-ejercitarte-haz-esta-rutina-de-4-movimientos/>
- Lady, F. (2020, August 6). *Sentadilla Anderson: cómo se hace y qué beneficios obtienes con esta variante exigente de este ejercicio*. <https://www.vitonica.com/entrenamiento/sentadilla-anderson-como-se-hace-que-beneficios-obtienes-esta-variante-exigente-este-ejercicio>
- Marathon Ranking. (2023, June 23). *¿Cómo hacer sentadillas sin dañar tus rodillas? Aquí 5 consejos para lograrlo*. <https://www.marathonranking.com/noticias-sobre-maraton/sabes-como-hacer-sentadillas-sin-danar-tus-rodillas-aqui-5-consejos-para-lograrlo2/>
- Milo, J. (2023, June 25). *¿Qué músculos trabajan las sentadillas?* <https://jeronimomilo.com.ar/que-musculos-trabajan-las-sentadillas/>
- Moya, D., & Chato, M. (2018). *Análisis biomecánico de la técnica de sentadilla en los fisicoculturistas de la Potinfcia Universdad Católica del Ecuador (PUCE) sede Quito, en el año 2017*.
- Ruiz, F., Velasco, D., & Coral, G. (2023). Análisis biomecánico de la sentadilla libre en el levantamiento de potencia en Quito. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología En La Cultura Física*, 18(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1996-24522023000100003&script=sci_arttext
- Sánchez, D. (2022, August 30). *Entrena el Core con carga dinámica*. https://www.sportlife.es/trainhard/entrenamiento-trainhard/entrena-el-core-con-carga-dinamica_203398_102.html
- Sasaki, S., Tsuda, E., Yamamoto, Y., Maeda, S., Kimura, Y., Fujita, Y., & Ishibashi, Y. (2019). Core-Muscle Training and Neuromuscular Control of the Lower Limb and Trunk. *Journal of Athletic Training*, 54(9), 959–969. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-113-17>
- SEMPLADES. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025/>
- Toledo, M. (2016, March 10). *La sentadilla: biomecánica de la rodilla*. <https://www.efdeportes.com/efd214/la-sentadilla-biomecanica-de-la-rodilla.htm>
- Vidal, A. (2015). Entrenamiento del CORE: selección de ejercicios seguros y eficaces. *Revista Digital. Buenos Aires*, 20(210). <https://www.efdeportes.com/efd210/entrenamiento-del-core-seleccion-de-ejercicios.htm>

- Vila, T. (2022, May 6). *FITNESS DE ALTO NIVEL: Sentadillas Anderson, el ejercicio de fuerza para trabajar el core y adelgazar | Mujer Hoy*. <https://www.mujerhoy.com/vivir/fitness/sentadillas-anderson-ejercicio-fortalece-core-aumenta-fuerza-acaba-grasa-20230506153216-nt.html>
- Vila, T. (2023). *Acelera el metabolismo: Cómo hacer bien la sentadilla pistola para reforzar el core*. <https://www.mujerhoy.com/vivir/fitness/sentadilla-pistola-ejercicio-flexibilidad-fuerza-tobillo-mejora-equilibrio-fortalece-core-20230409082949-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Villaquiran, A., Molano, N., Portilla, E., & Tello, A. (2020). Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la prevención de lesiones en deportistas universitarios. *Universidad y Salud*, 22(2), 148–156. <https://doi.org/10.22267/RUS.202202.186>
- Wod, Z. (2021, December 13). ▷ *Pistol Squat: técnica, progresiones y errores comunes*. <https://www.zonawod.com/pistol-squat-sentadilla-a-una-pierna/>

ANEXOS

Anexo 1: Certificado favorable de la intervención.

Gimnasio / Centro de Fitness

Tel. 2943375 / 0982668736
Correo:topgyrmbba@gmail.com



BE FITNESS - BE TOP

CERTIFICADO

Quien suscribe Ing. Alejandro Pumagualli Llerena, en calidad de gerente de Top Gym, tengo a bien **CERTIFICA QUE:**

El señor **CASTRO ORNA ANGEL JOSHUE**, portador de la cédula de identidad 060470980-8, estudiante de la Carrera de **PEDAGOGÍA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**, Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías de la **UNACH**, realizó la **INTERVENCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TITULADO "ANÁLISIS BIOMECANICO DE LA SENTADILLA Y SU INFLUENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DEL CORE"**, del 19 de Julio al 15 de septiembre de 2023, con un total de 12 semanas, el mencionado estudiante cumplió sus funciones con responsabilidad, profesionalismo y dominio pedagógico.

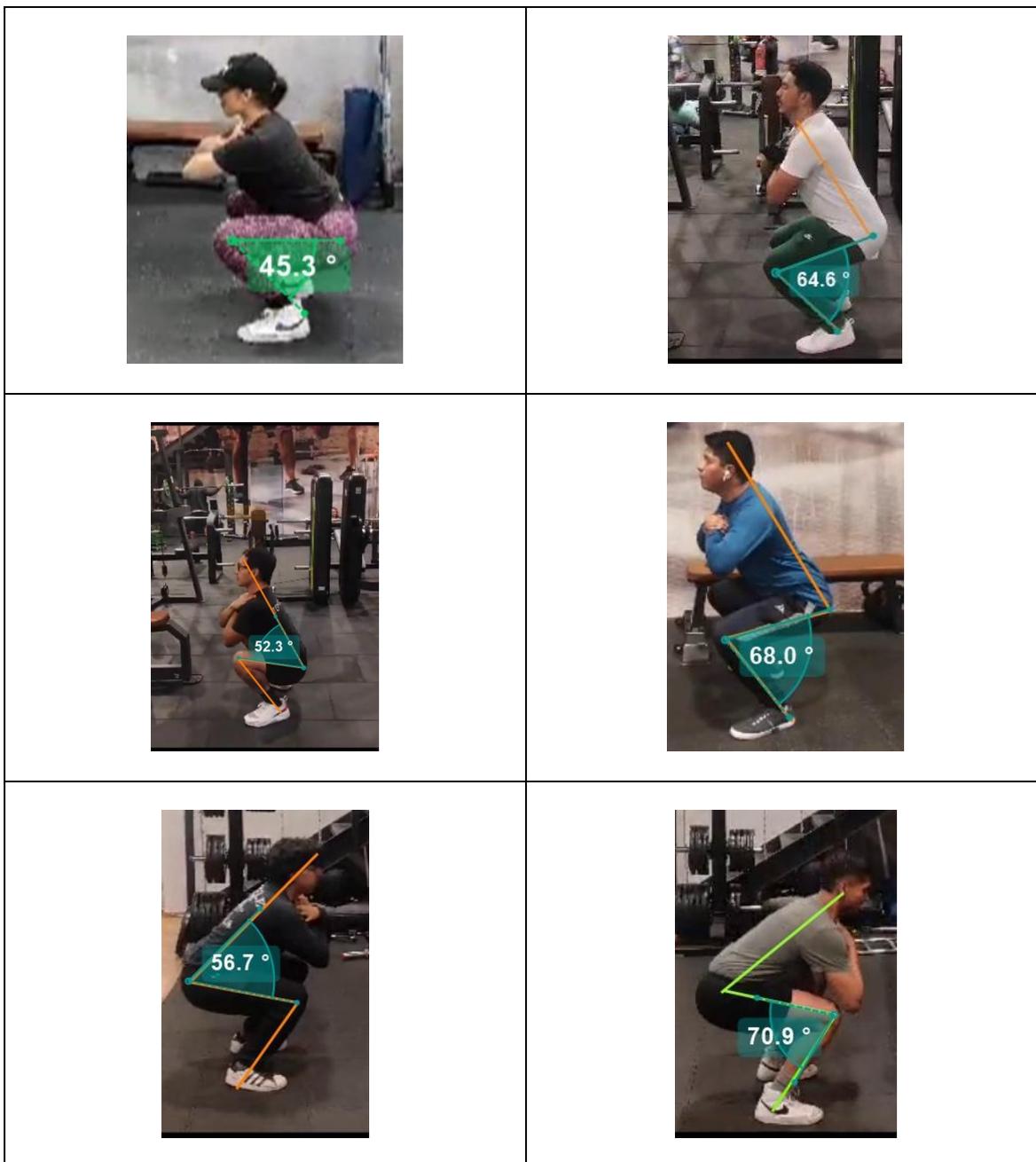
Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad, facultando al portador del presente documento hacer uso que a bien tuviere.

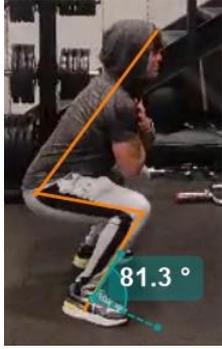
Riobamba, 18 de septiembre de 2023

Ing. Alejandro Pumagualli

GERENTE "TOP GYM"

Anexo 2: Imágenes de intervención de los deportistas.





Anexo 3: PLAN DE ENTRENAMIENTO PARA FORTALECIMIENTO DEL CORE.

PLANIFICACIÓN PARA FORTALECIMIENTO DEL CORE					
DATOS INFORMATIVOS					
Nombre de la Institución: Universidad Nacional de Chimborazo			Área de estudio: Cultura Física.		
Nombre del docente: Angel Castro			Numero: de sentadillas: se inicia con 15		
Nivel académico: Estudiante			Fecha de inicio: 19 de julio 2023		Fecha de finalización: 2 de agosto 2023
OBJETIVO DE APRENDIZAJE: Explicar y demostrar la técnica adecuada para realizar sentadillas, incluyendo la postura correcta, la alineación de las rodillas, la activación del núcleo y la respiración adecuada.					
ENTRENAMIENTO SEMANAL					
Calentamiento	Descripción del ejercicio	Figura del ejercicio	Series	Repeticiones	Descanso
<p>Calentamiento (10 minutos):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comienza con 5 minutos de ejercicio cardiovascular ligero, como correr. 2. Realizar ejercicios de movilidad articular, como giros de tobillos, 	<p>Sentadilla pistolero: Colócate en posición vertical con la espalda recta. Eleva uno de tus pies del suelo hasta un ángulo de 45 grados y extiende tus brazos hacia adelante. Desciende en una posición de sentadilla utilizando la pierna de apoyo, al mismo tiempo que elevas la otra pierna hacia el frente. Mantén esta posición durante aproximadamente un segundo.</p>		3	10	<p>Caminar con estiramientos suaves.</p>

<p>rodillas y caderas, y movimientos de brazos y hombros, para preparar las articulaciones.</p>	<p>Sentadilla con elevación de rodilla: Realizar una sentadilla básica y, al subir, levanta una rodilla hacia el pecho. Esto requiere un mayor trabajo de los músculos abdominales para mantener el equilibrio y estabilidad durante el movimiento</p>		3	12	
	<p>Sentadilla con rotación de torso: Durante una sentadilla básica, al subir desde la posición baja, gira el torso hacia un lado. Alterna la rotación en cada repetición para trabajar ambos lados del Core</p>		4	12	
	<p>Sentadilla con peso sostenido al frente: Sostén una pesa o una mancuerna cerca del pecho mientras realizas una sentadilla. Esto desafiará aún más los músculos abdominales y de la zona central para mantener la estabilidad</p>		3	15	
	<p>Sujeta una bola medicinal o un balón suizo frente a ti mientras haces una sentadilla. La necesidad de mantener el equilibrio con el peso extra involucra al Core de manera más intensa.</p>		3	12	

PLANIFICACIÓN PARA FORTALECIMIENTO DEL CORE					
DATOS INFORMATIVOS					
Nombre de la Institución: Universidad Nacional de Chimborazo			Área de estudio: Cultura Física.		
Nombre del docente: Angel Castro			Numero: de sentadillas: se inicia con 15		
Nivel académico: Estudiante			Fecha de inicio: 7 de agosto 2023		Fecha de finalización: 25 de agosto 2023
OBJETIVO DE APRENDIZAJE: Explicar y demostrar la técnica adecuada para realizar sentadillas, incluyendo la postura correcta, la alineación de las rodillas, la activación del núcleo y la respiración adecuada.					
ENTRENAMIENTO SEMANAL					
Calentamiento	Descripción del ejercicio	Figura del ejercicio	Series	Repeticiones	Descanso
Calentamiento (10 minutos): 1. Comienza con 5 minutos de ejercicio cardiovascular ligero, como correr. 2. Realizar ejercicios de movilidad articular, como giros de tobillos, rodillas y caderas, y movimientos de brazos y hombros, para	Sentadilla isométrica o "plie squat hold" Adopta una posición de sentadilla sumo con las piernas separadas y los pies apuntando hacia afuera. Baja hasta una posición cómoda y mantén la posición durante unos segundos. Esta variante trabaja los músculos del Core para mantener la estabilidad y la postura.		4	12	Caminar con estiramientos suaves.
	Sentadilla con peso sostenido sobre la cabeza: Sostén una pesa o una barra sobre la cabeza mientras realizas una sentadilla. Esto desafiará la estabilidad del Core y te obligará a mantener una buena postura mientras realizas el movimiento.		4	10	

<p><i>preparar las articulaciones.</i></p>	<p>Sentadilla con tabla de equilibrio: Realiza una sentadilla básica sobre una tabla de equilibrio o un cojín inestable. La necesidad de estabilizarse activa aún más los músculos del Core para mantener el equilibrio durante el ejercicio.</p>		4	10
	<p>Sentadilla a una pierna con peso lateral: Sostén una pesa o una mancuerna en un solo brazo a tu lado mientras realizas una sentadilla a una pierna. Esto desafiará la estabilidad del Core y trabajará los músculos de la zona central mientras mantienes el equilibrio</p>		3	15
	<p>Sentadilla con twist ruso: Realiza una sentadilla básica y, al subir, gira el torso hacia un lado, llevando una mano hacia el pie opuesto. Alterna el twist ruso en cada repetición para trabajar los músculos oblicuos y fortalecer el Core.</p>		4	12
	<p>Sentadilla con elevación de talones: Realiza una sentadilla básica, pero levanta los talones mientras bajas y subes. Esto aumenta la activación de los músculos del Core para mantener la postura adecuada y el equilibrio durante el movimiento.</p>		3	15

PLANIFICACIÓN PARA FORTALECIMIENTO DEL CORE

DATOS INFORMATIVOS

Nombre de la Institución: Universidad Nacional de Chimborazo		Área de estudio: Cultura Física.	
Nombre del docente: Angel Castro		Numero: de sentadillas: se inicia con 15	
Nivel académico: Estudiante		Fecha de inicio: 28 de agosto de 2023	Fecha de finalización: 15 de septiembre 2023

OBJETIVO DE APRENDIZAJE: Explicar y demostrar la técnica adecuada para realizar sentadillas, incluyendo la postura correcta, la alineación de las rodillas, la activación del núcleo y la respiración adecuada.

ENTRENAMIENTO SEMANAL

Calentamiento	Descripción del ejercicio	Figura del ejercicio	Series	Repeticiones	Descanso
<p>Calentamiento (10 minutos):</p> <ol style="list-style-type: none"> Comienza con 5 minutos de ejercicio cardiovascular ligero, como correr. Realizar ejercicios de movilidad articular, como giros de tobillos, rodillas y caderas, y movimientos de brazos y hombros, para 	<p>Sentadilla Globet lexiona ligeramente las rodillas y mantén la pesa rusa todo el tiempo cerca de tu cuerpo. Desciende en posición de sentadilla hasta que los codos toquen la cara interna de tus muslos. Las rodillas deben apuntar ligeramente hacia afuera y la espalda siempre recta.</p>		4	15	<p>Caminar con estiramientos suaves.</p>
	<p>Sentadilla suma: Consiste en colocar tus piernas a una amplitud mayor que el ancho de tus caderas, dibujando una A con tu cuerpo, y girando la punta de tus pies ligeramente hacia afuera. Es importante que los talones no se despeguen del suelo durante el ejercicio.</p>		4	20	

<p><i>preparar las articulaciones.</i></p>	<p>Sentadilla con barra Smith: Apoya la barra sobre los trapecios (parte alta de la espalda), saca pecho y separa los pies el ancho de los hombros y gira las puntas ligeramente hacia fuera (25-30 grados). Respira hondo, retrae las escápulas, aprieta el abdomen y saca la barra de los enganches.</p>		<p>4</p>	<p>20</p>	
	<p>Peso muerto: Agáchate y coge la barra con las manos separadas el ancho de los hombros. Contrae el abdomen y los glúteos, mantén la espalda recta, el pecho erguido y la mirada al frente y levanta la barra del suelo. Para levantar la barra del suelo, impúlsate con las piernas en lugar de tirar de la barra.</p>		<p>5</p>	<p>10</p>	
	<p>Buenos días con barra: Comienza cuando, manteniendo siempre la espalda neutra y las escápulas retraídas, nos inclinamos hacia adelante mientras echamos la cadera hacia atrás. Al realizar este movimiento las rodillas se flexionan ligeramente para que podamos seguir manteniendo el equilibrio.</p>		<p>5</p>	<p>10</p>	
	<p>Sentadilla búlgara: Colocar uno de los pies encima de un banco o una silla manteniendo el pecho en alto, para luego bajar una de las rodillas al suelo mientras la otra realiza una flexión de 90 grados.</p>		<p>5</p>	<p>10</p>	