



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

**“RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR Y
FUERZA MUSCULAR EN EL MOVIMIENTO DE LA SENTADILLA
PROFUNDA EN FISICOCULTURISTAS”**

Requisito previo para optar por el Título de Licencia de Terapia Física

Autor: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Tutor: Dr. Esp. Cantuña Vallejo, Paúl Fernando

Ambato- Ecuador

2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR Y FUERZA MUSCULAR EN EL MOVIMIENTO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN FISICOCULTURISTAS” de Dostin Antonio Fernandez Bunces, estudiante de la Carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por el Jurado examinador designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Marzo del 2023

EL TUTOR

.....
Doc. Esp. Cantuña Vallejo, Paúl Fernando

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el trabajo de grado de investigación: “**RELACION ENTRE EL RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR Y FUERZA MUSCULAR EN EL MOVIMIENTO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN FISICOCULTURISTAS**” como también los contenidos, ideas, análisis y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona. Como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Marzo del 2023

EL AUTOR

.....

Fernandez Bunces, Dostin Antonio

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación. Cedo los derechos en línea patrimoniales, de mi tesis con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo del 2023

EL AUTOR

.....

Fernandez Bunces, Dostin Antonio

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del tribunal Examinador, aprueba el informe del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR Y FUERZA MUSCULAR EN EL MOVIMIENTO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN FISICOCULTURISTAS”** de Dostin Antonio Fernandez Bunces, estudiante de la Carrera de Fisioterapia.

Ambato, Marzo del 2023

Para constancia firman:

.....

PRESIDENTE

.....

DELEGADO

.....

DELEGADO

DEDICATORIA

“Primeramente a Dios y a toda mi familia, especialmente a mi madre, quienes estuvieron de manera incondicional durante todo este proceso de aprendizaje y formación, simplemente muchas gracias.”

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme completar mi objetivo y culminar con éxito esta etapa tan increíble en mi vida, a mi madre quien me brindo toda su confianza y apoyo, gracias por creer en mí. A la universidad y mis profesores quienes me brindaron todo su conocimiento para convertirme en un gran profesional y una gran persona.

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN.....	x
SUMMARY	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
MARCO TEORICO.....	2
1.1 Antecedentes Investigativos.....	2
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	13
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
CAPITULO II	14
METODOLOGÍA	14
2.1 MATERIALES	14
2.1.1 Materiales para la evaluación:.....	14
2.1.2 Weight-Bearing Lunge Test.....	14
2.1.3 Test del 1RM.....	15
2.1.4 Kinovea	15
2.2 Equipos.....	15
2.3 Métodos.....	16
2.3.1 Enfoque de la investigación:	16
2.3.2 Tipo de investigación / Nivel	16
2.3.3 Diseño de la investigación	16
2.3.4 Población y muestra	16
2.3.5 Criterios de inclusión y exclusión.....	16
2.3.6 Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información	17
2.4 Aspectos éticos.....	17

CAPITULO III.....	18
Resultados y discusión	18
3.1 Análisis e interpretación de la evaluación.....	18
3.2 Discusión.....	22
CAPITULO IV.....	23
4.1 Conclusiones	23
4.2 Recomendaciones.....	23

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

**“RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR Y
FUERZA MUSCULAR EN EL MOVIMIENTO DE LA SENTADILLA
PROFUNDA EN FISICOCULTURISTAS”**

Autor: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Tutor: Dr. Esp. Cantuña Vallejo, Paúl Fernando

Fecha: Ambato, Marzo del 2023

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, buscar la relación que existe entre la movilidad articular y la fuerza muscular en el movimiento de la sentadilla profunda en los fisicoculturistas. Fue un estudio de tipo descriptivo cuya población fue de 25 deportistas que cumplieron con los criterios de inclusión. Para este estudio se realizó diferentes test los cuales ayudaron a medir los parámetros ya antes mencionados, como el WBLT o Test de lunge el cual permite medir la dorsiflexión de tobillo para encontrar en que rango se encuentra cada participante de la investigación, también se evaluó la fuerza con el Test de RM para encontrar el peso máximo de levantamiento de sentadilla de cada fisicoculturista, de igual forma se realizó un análisis del movimiento mediante el programa kinovea al momento de realiza el 1RM para clasificar la sentadilla como profunda, los resultados más importantes nos dieron a conocer que existe una relación significativa entre la movilidad articular y fuerza muscular, además se pudo obtener datos importantes como la correlación que posee el IMC y la fuerza muscular al realizar dicho ejercicio.

PALABRAS CLAVES: WBLT, TEST RM, DORSIFLEXION DE TOBILLO, FISICOCULTURISTAS.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

HEALTH SCIENCES FACULTY

PHYSIOTHERAPY CAREER

**“RELATIONSHIP BETWEEN JOINT RANGE OF MOTION AND MUSCLE
FORCE IN THE DEEP SQUAT MOVEMENT IN BODYBUILDER”**

Author: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Tutor: Dr. Esp. Cantuña Vallejo, Paúl Fernando

Date: Ambato, March 2023

SUMMARY

The objective of this research work was to find the relationship between joint mobility and muscle strength in the deep squat movement in bodybuilders. It was a descriptive study with a population of 25 athletes who met the inclusion criteria. For this study different tests were performed which helped to measure the aforementioned parameters, such as the WBLT or lunge test which allows to measure the ankle dorsiflexion to find in which range is each participant of the research, also the strength was evaluated with the RM test to find the maximum squat lifting weight of each bodybuilder, Similarly, an analysis of the movement was performed using the Kinovea program at the time of performing the 1RM to classify the squat as deep, the most important results showed us that there is a significant relationship between joint mobility and muscle strength, in addition we could obtain important data such as the correlation between BMI and muscle strength when performing this exercise.

KEY WORDS: WBLT, RM TEST, ANKLE DORSIFLEXION,
BODYBUILDERS.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación está enfocado en analizar el patrón de sentadilla profunda, identificar los rangos articulares y determinar si existe una relación entre la movilidad articular y la fuerza muscular. La sentadilla es el ejercicio más famoso y popular entre los atletas que practican fisicoculturismo o levantamiento de pesas, este es aplicable en el campo de fuerza para mejorar el rendimiento deportivo y en el ámbito clínico es usado para la rehabilitación de pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior y como ejercicio terapéutico para pacientes con accidente cerebrovascular. Para determinar si una sentadilla es profunda el grado de ángulo de flexión de las rodillas generalmente debe ser menor a 80°, esto quiere decir que debe sobrepasar la horizontal del muslo con respecto al suelo. (1)

Varios estudios han demostrado que la sentadilla minimiza el potencial de lesiones siempre y cuando este bien ejecutada. La técnica correcta comienza con el individuo en una posición erguida con la barra cruzando la espalda ligeramente por encima del trapecio, con una posición natural de los pies, aproximadamente a la anchura de los hombros, con un movimiento anterior de las rodillas sin restricciones, la mirada hacia adelante y hacia arriba. (2)

La movilidad articular es un factor muy importante que se debe tener en cuenta al ejecutar este tipo de ejercicio, ya que una limitación en la articulación del tobillo provocaría desbalances y una inclinación excesiva del tronco, perdiendo así la funcionalidad total del ejercicio y llegando a ser perjudicial para el deportista. (3)

Según la revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte, el tendón muscular posee una función muy importante que es la elasticidad, la cual provoca mayor potencia y velocidad al realizar movimientos donde se alcance el máximo rango de recorrido, esto es importante ya que toda esa energía acumulada ayuda a tener una mayor fuerza muscular en ejercicios como la sentadilla profunda. (4)

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Relationships between physical characteristics and biomechanics of lower extremity during the squat

Kim et. al, en el año 2021, en la investigación realizada en Corea del Sur, tuvo como objetivo dar a conocer si existe relación entre las características físicas y la biomecánica en miembros inferiores al realizar una sentadilla, así mismo de determinar si existen diferencias entre los géneros. En este estudio participaron 53 sujetos entrenados con 2 años de experiencia (24 hombres y 29 mujeres), fueron incluidos en esta investigación para realizar las distintas evaluaciones antes de empezar con el estudio. Para iniciar se midió con un goniómetro el ROM articular de las diferentes articulaciones que participan al ejecutar una sentadilla. Posterior a esto se realizó una prueba de sentadilla con una repetición máxima (1RM) en donde también se midió el rango de duración de sentadilla para asegurar la confiabilidad de la velocidad y poder vincularla mejor con la biomecánica del miembro inferior. Como resultado se determinó que la fuerza muscular relativa se relacionó significativamente con los torques articulares, es decir, que la flexibilidad de la cadera se relaciona positivamente con la dorsiflexión de tobillo para conseguir una sentadilla profunda, es por esto que si alguna zona articular se mantiene limitada causara alteraciones biomecánicas. En este estudio se pudo comprobar que al reducir la dorsiflexión de tobillo aumentaba la flexión de cadera, causando así un mayor uso de los músculos extensores provocando que exista una mayor inclinación del tronco y como resultado exista un aumento de fuerza de cizallamiento en la columna vertebral. (5)

The effect of tight hips on squat technique

Christensen et. al, en el año 2019, en la investigación realizada en Estados Unidos tuvo como objetivo examinar si las caderas apretadas afectarían a una actividad dinámica como la sentadilla. Participaron 20 individuos con experiencia, los cuales 12 tenían contractura de iliopsoas y 12 tenían contractura del recto femoral. Se colocaron

marcadores reflectantes en la cara posterior de la cabeza humeral, el trocánter mayor, el cóndilo femoral lateral y el maléolo lateral, luego completaron la prueba de Thomas y realizaron una sentadilla utilizando el Test 1RM en el laboratorio de biomecánica en una placa de fuerza AccuPower de American Medical Technologies Incorporated, de igual manera se usó una cámara casio a nivel de la cadera capturando el movimiento en el plano sagital, una vez finalizada las pruebas se midieron los ángulos de las articulaciones usando el software de análisis de movimiento Dartfish versión 8.0, donde se pudo obtener que no existe diferencias significativas entre los grupos con y sin contractura de cadera, no tuvo un impacto significativo en la flexión de cadera durante la sentadilla, si musculatura ya está adaptada a los movimientos dados por el atleta no va a repercutir absolutamente en nada, por lo contrario si el tejido articular no posee adaptaciones como en el rango articular, la técnica de ejecución se puede ver disminuida (6).

Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training

Pallarés et. al, en el año 2020, en la investigación realizada en España tuvo como objetivo aclarar el efecto de un programa prolongado de entrenamiento de resistencia a diferentes profundidades en sentadilla sobre las adaptaciones neuromusculares y funcionales. Se utilizó un diseño experimental, 53 hombres entrenados participaron en este estudio, tras 10 semanas de un programa de entrenamiento, fueron evaluados aplicando pruebas funcionales como la de wingate, cuestionario WOMAC y a su vez se realizó un test de carga progresiva hasta alcanzar el 1RM, al finalizar se pudo observar incrementos moderados en el rendimiento funcional solo en la sentadilla completa y paralela, mientras que la media sentadilla produjo peores resultados tanto en el rendimiento neuromuscular como funcional. Para concluir la evidencia, respalda que un ROM más completo o profundo provoca mayores adaptaciones de fuerza neuromuscular en programas prolongados (10 a 12 semanas), es por esta razón que mantener unas articulaciones con un amplio rango articular es la mejor opción para evitar desbalances neuromusculares. (7)

Altered squat movement pattern in patients with chronic low back pain

Zawadka et. al, en el año 2021, en la investigación desarrollada en Polonia tuvo como objetivo analizar los movimientos de la articulación de la cadera, rodilla y tobillo durante una sentadilla en el plano sagital y encontrar una relación entre el ROM, la profundidad de la sentadilla y el dolor lumbar. En este estudio participaron 19 individuos, los cuales 11 eran sanos (3 mujeres y 8 hombres) y 8 con dolor lumbar (4 mujeres y 4 hombres). Se utilizó el software Vicon Nexus 2.0 para la recolección de datos donde los participantes realizaron una sentadilla profunda manteniendo el talón en contacto con el suelo mientras toda la ejecución se capturo con el sistema Vicon antes mencionado. El estudio nos muestra que el ROM de dorsiflexión del tobillo limitado durante una sentadilla profunda provoca una incapacidad de lograr una flexión completa de rodilla, además para conseguir una profundidad máxima se necesita una dorsiflexión completa, la cual provoque que se mantenga una verticalidad respecto al tronco, ya que si el ROM es limitado el movimiento se compensa llevando el torso hacia adelante causando así un desplazamiento del centro de gravedad la cual resulta en una mala postura y siendo perjudicial para el participante.(8)

Novice Female Exercisers Exhibited Different Biomechanical Loading Profiles during Full-Squat and Half-Squat Practice

Li et. al, en el año 2021, en la investigación realizada en China tuvo como objetivo investigar la diferencia biomecánica de las profundidades de sentadillas en mujeres novatas, aquí se incluye dos tipos de sentadilla las cuales son: sentadilla profunda y media sentadilla, participaron 16 mujeres para este estudio, se utilizó un sistema de captura de movimiento Vicon para capturar la trayectoria del movimiento y tener un análisis biomecánico en cada una de las sentadillas, los resultados mostraron que las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo muestran un ROM más grande al practicar sentadilla profunda, es por esto que se necesita de muchos requisitos para cumplir con este tipo de sentadilla ya que si se tiene un ROM limitado en cualquier articulación del miembro inferior la biomecánica se verá alterada, en caso de no tener la capacidad suficiente en la articulación del tobillo el torso mostraba una postura más adelantada para mantener la estabilidad del centro de gravedad, este tipo de compensación puede conducir a un aumento en la fuerza bruta recibida en las vértebras lumbares lo que a largo plazo aumenta el riesgo de lesión. (9)

The relationship between the deep squat movement and the hip, knee and ankle range of motion and muscle strength

Endo et. al, en el año 2020, en la investigación realizada en Japón tuvo como objetivo examinar la relación entre la profundidad máxima de sentadilla y el rango de movimiento de las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera y la fuerza de los músculos de la rodilla y cadera, en este estudio se incluyó 9 hombres sanos los cuales realizaron una sentadilla profunda la cual fue analizada mediante kinovea, los resultados que arrojo este estudio muestra que el ROM y la fuerza se correlacionan positivamente siempre y cuando se cumplan con los estándares y se ejecute de forma correcta la sentadilla profunda, caso contrario la relación será negativa por fuerzas de compensación las cuales causan desbalances biomecánicos, dificultando así obtener una correcta ejecución de la sentadilla profunda, es necesario tener un ROM completo en la dorsiflexión de tobillo, flexión de rodilla y flexión de cadera para que de este modo el centro de gravedad se mantenga dentro de la base o los pies los cuales se encargan de transmitir la fuerza. (10)

Restricted Unilateral Ankle Dorsiflexion Movement Increases Interlimb Vertical Force Asymmetries in Bilateral Bodyweight Squatting

Crowe et. al, en el año 2019, en la investigación realizada en Reino Unido tuvo como objetivo, identificar la influencia de la restricción unilateral en el ROM de la dorsiflexión de tobillo en las asimetrías de la fuerza de reacción vertical del suelo entre las extremidades durante la sentadilla bilateral con el peso corporal. Participaron 20 individuos sanos y físicamente activos, realizaron 3 sentadillas con el peso corporal, descalzos y con una cuña en el ante pie de 10° para imitar artificialmente la restricción de dorsiflexión de tobillo, todos estos datos se utilizaron para calcular la puntuación media del índice de asimetría para la fase de descenso superior e inferior y también para la fase de ascenso inferior y superior, es aquí donde se encontró diferencias significativas como, las asimetrías entre las extremidades inferiores debido a una limitación en el rango articular del tobillo, un ROM óptimo en esta articulación ayudo a tener un mayor desempeño deportivo y mejoro las asimetrías de los miembros inferiores. Las personas que presentan asimetrías entre las extremidades deben ser evaluadas para detectar cualquier alteración biomecánica y de esta forma poder

solucionarlo con el objetivo de encontrar un equilibrio sin restricciones de ROM articular. (11)

How Are Squat Timing and Kinematics in The Sagittal Plane Related to Squat Depth?

Zawadka et. al, en el año 2020, en el estudio realizado en Polonia, tuvo como objetivo analizar la relación del rango de movimiento en el plano sagital y los parámetros de tiempo durante una sentadilla profunda. Participaron sesenta sujetos (20 mujeres y 40 hombres), la función que tenían es que realizaran una sentadilla profunda con el peso corporal, de esta forma los datos cinemáticos se obtuvieron utilizando el sistema de captura de movimiento óptico, es aquí donde se analiza el ROM del tobillo, rodilla, cadera, pelvis y columna vertebral en el plano sagital, en esta investigación se concluyó que el ROM de la rodilla contribuyo más significativamente tanto en hombres como en mujeres para lograr una sentadilla profunda debido a que se pudo observar que durante la sentadilla, la dorsiflexión máxima de tobillo y la inclinación anterior de la pelvis se alcanzan antes que los ángulos máximos de rodilla, cadera y la columna lumbar, otro resultado de este estudio es que en las mujeres la profundidad de sentadilla no se correlaciono con el ROM de pelvis y tobillo mientras que en los hombres la profundidad de la sentadilla se correlaciono con todos los ROM articulares, los patrones de movimientos son diferentes entre hombres y mujeres. (12)

Is there a relationship between back squat depth, ankle flexibility, and Achilles tendon stiffness?

Gomes et, al, en el año 2022, en la investigación realizada en Estados Unidos, tuvo como objetivo investigar la relación entre la capacidad de profundidad de la sentadilla trasera, la resistencia a la dorsiflexión del tobillo para estirarse y el rango de movimiento máximo y la rigidez del tendón de Aquiles, 20 individuos jóvenes físicamente activos (15 hombres y 5 mujeres) participaron en este estudio, los participantes realizaron dos sesiones de prueba donde se obtuvo información demográfica y características antropométricas, para evaluar el ROM del tobillo se usó la prueba de la estocada y la prueba de decúbito prono, la investigación indica que para lograr una sentadilla profunda perfecta se necesita de un rango máximo de dorsiflexión

de tobillo ya que la resistencia o rigidez del tendón de Aquiles no se correlacionan con la profundidad de la sentadilla. (13)

Effect of ankle mobility and segment ratios on trunk lean in the barbell back squat

Fuglsang et. al, en el año 2017, en el estudio realizado en Dinamarca, tuvo el objetivo de investigar como la movilidad de tobillo y las proporciones de los segmentos entre la columna torácica, los muslos y las piernas influyen en el ángulo del tronco en la sentadilla trasera, aquí participaron 11 sujetos masculinos los cuales realizaron 3 repeticiones con el 75% de su 1RM, así mismo los sujetos realizaron una prueba de estocada con carga de peso para determinar el ROM de dorsiflexión de tobillo, todos los movimientos se capturaron en 3D, pero los datos se analizaron en 2D, las posiciones con máxima dorsiflexión en el TEST WBLT se encontraron utilizando la animación visual 3D en Qualisys. Como resultado se pudo comprobar que si existe una limitación en la dorsiflexión de tobillo la sentadilla tendría una mayor inclinación del tronco, aumentando así la demanda de activación de la cadena posterior, causando una menor respuesta hipertrófica ya que se necesita una mayor verticalidad para producir este efecto el cual se consigue aumentando el ROM en el tobillo y la rodilla para que la ejecución sea con una técnica perfecta, de igual forma en este estudio sugieren que los atletas con limitación en el ROM podrían beneficiarse más de la sentadilla al añadir zapatos de levantamiento de pesas que ayuden a mejorar la limitación de sus articulaciones. (14)

The effect of elevating the heels on spinal kinematics and kinetics during the back squat in trained and novice weight trainers

Fuglsang et. al, en el año 2017, en la investigación realizada en Suiza, se evaluó la influencia de varias condiciones de elevación del talón en los datos cinemáticos y cinéticos de la columna durante sentadilla traseras con carga, participaron 10 deportistas y 10 entrenadores de pesas regulares, para la adquisición de datos los participantes se colocaron 77 marcadores en las extremidades inferiores y 2 marcadores al final de la barra, las trayectorias de los marcadores se rastrearon en 3 dimensiones a 100hz utilizando un sistema de captura de movimiento infrarrojo de 22 cámaras, este sistema se sincronizo con dos plataformas de fuerza que muestreaban a

2000hz, los atletas novatos y entrenados realizaron sentadilla con zapatos de interior parados en el piso nivelado, con los talones elevados y con zapatillas de levantamiento de pesas para simular una mayor dorsiflexión de tobillo, la cual permite llegar a una mayor profundidad, todos los datos cinemáticos y cinéticos se reconstruyeron con Vicon Nexus el cual permitió determinar los centros articulares y ejes de rotación de la cadera, la rodilla y el tobillo, los resultados que arroja este estudio es que ambos grupos tenían pequeños cambios no significativos en su ROM, los entrenadores de pesas regulares tenían significativamente mayor ROM de rodilla que los novatos en ambas condiciones de elevación de talón, siempre y cuando no exista restricción en ninguna articulación para que de este modo se ejecute una técnica adecuada. El uso de instrumento ayudan a mejorar el desempeño deportivo y son de gran ayuda, aunque mejorar ciertos aspectos como el ROM articular van ayudar a no ser dependientes de ciertos factores externos. (15)

Deep Squat – Should We Be Afraid?

Chlehel et. al, en el año 2021, en la investigación realizada en República Checa, tuvo como objetivo verificar puntos de vista inconsistentes sobre sentadillas profundas, diseño técnico y riesgos para la salud relacionados. Los autores realizaron una revisión de la literatura donde pudieron concluir que la sentadilla profunda es un excelente ejercicio para desarrollar fuerza, estado físico y mejorar la salud. Anteriormente la sentadilla era considerada perjudicial debido a que la mayoría de deportistas o individuos que la practicaban no la ejecutaban de manera correcta. Aquí se puede recalcar que todas las articulaciones están totalmente aptas para realizar una sentadilla completa y nada impide su uso, siempre y cuando esta sea realizada con una técnica correcta, ya que si existe limitaciones ya sea en las articulaciones o en otro tejido puede resultar perjudicial debido a que la carga que se aplica al realizar sentadilla generalmente es alta y al no contar con una biomecánica eficaz puede afectar negativamente a la estabilidad de la rodilla y causar sobrecarga en los tejidos que lo rodean. (16)

The Effect of Using Ordinary and Weightlifting Shoes on Oscillation of the Center of Foot Pressure in Professional Weightlifters while Performing the Squat

Fatahi et. al, en el año 2021, en el estudio realizado en Irán, tuvo como objetivo escanear el segmento plantar del pie y examinar la oscilación del centro de presión en el pie. Participaron 20 halterófilos profesionales masculinos, su función fue realizar una sentadilla en tres condiciones: descalzos, con zapatos comunes y con zapatos de levantamiento de pesas, esto lo ejecutaron en una herramienta de presión de pie, posterior a esto sacaron datos donde se pudo concluir que los zapatos ordinarios y los de levantamiento de pesas tienen efectos significativos para el desempeño deportivo al realizar una sentadilla profunda, aumenta el equilibrio y protegen al cuerpo contra la fuerza excesiva, por ejemplo de una pronación excesiva de la articulación, también demostraron que en la posición base al realizar descalzos la cantidad de dorsiflexión del tobillo aumentaba en comparación cuando se usaban zapatos, debido a que los zapatos poseían una cuña la cual simula una dorsiflexión mayor. (17)

Effects of different footwear on kinetics, kinematics and muscle forces during the barbell back squat; an exploration using Bayesian modelling

Sinclair et. al, en el año 2020, en la investigación realizada en Reino Unido, tuvo como objetivo explorar los efectos de diferentes calzados sobre la cinética, la cinemática y las fuerzas musculares durante la sentadilla, participaron 12 levantadores masculinos y 12 femeninos los cuales usaron 4 tipos de calzado en este estudio: zapatos de levantamiento de pesas Adidas, zapatos de levantamiento de pesas Inov 8, crossfit y calzado minimalista, la cinemática tridimensional se capturo utilizando un sistema de análisis de movimiento de ocho cámaras, además para capturar datos de la fuerza de reacción del suelo, se adoptaron placas de fuerza piezoeléctricas que recopilaron datos 1000hz, una vez obtenido todos estos datos examinando en ANOVA, esta investigación mostro que los diferentes calzados examinados como parte de este estudio influyeron en la cinemática de la sentadilla, de la misma manera se revelo que existe mayor ROM de las articulaciones con el calzado minimalista o crossfit en comparación con los otros dos zapatos exclusivos de levantamiento de pesas, se propone que este hallazgo se relacione con el ROM de la dorsiflexión de tobillo dado que los zapatos de levantamiento de pesas poseen un tacón elevado el cual simula ya una dorsiflexión y por ende sería más fácil realizar una sentadilla profunda sin alcanzar un máximo ROM en la articulación, mientras que con los calzados minimalista o crossfit se alcanza fácilmente el ROM total del tobillo debido a la suela plana. (18)

Starting at the Ground Up: Range of Motion Requirements and Assessment Procedures for Weightlifting Movements

Bousquet & Olson, en el año 2018, en la investigación realizada en Estados Unidos, tuvo como objetivo dar una herramienta de evaluación para determinar si un individuo tiene la movilidad, estabilidad, resistencia, fuerza y control motor para participar en movimientos de halterofilia, aquí brindan una guía para mejorar el movimiento de la sentadilla el cual es uno de los movimientos más básicos y funcionales de la vida diaria, para esto se necesita que las articulaciones estén aptas para realizar dicha función, así como la del tobillo la cual debe funcionar con grandes cantidades de dorsiflexión para llegar a una sentadilla profunda, desde una perspectiva biomecánica el objetivo que tiene la dorsiflexión de tobillo es permitir un rango completo de este ejercicio, si un deportista presenta limitación en este movimiento, pueden resultar compensaciones que incluyen una mayor flexión de las caderas, columna lumbar y el tronco, estas compensaciones disminuyen el brazo de momento y aumentan las fuerzas de cizallamiento del disco intervertebral conduciendo así a una lesión, este artículo propone el uso conjunto de algunos test como son el WBLT, SKTC, RWS, WBBT como una herramienta de evaluación potencial.(19)

Squat biomechanics in weightlifting: foot attitude effects

Crenna & Battista Rossi, en el año 2019, en el estudio realizado en Italia tuvo como objetivo, comprender los efectos de la actitud del pie en las fuerzas internas de las articulaciones, durante la ejecución de gestos. Aquí participaron 2 sujetos, hombres de 22 años, las medidas cinemáticas se realizan con un sistema de video basado en una cámara dalsa falcon 1000hz, el sistema de video está correctamente alineado y calibrado con una longitud de referencia (1,2 m - pasos de 0,1 m) colocada en el plano de medición para obtener la sensibilidad constante (alrededor de 1,4 mm/pixel) y minimizar las posibles compensaciones y distorsiones en estas condiciones. La adquisición y procesamiento del código MatLab® da como marcadores de salida las coordenadas en el plano sagital en el tiempo. La medición cinética se basa en dos plataformas de fuerza: P6000 BTS Bioingeniería, 600 x 400 mm, escala completa de 2 kN, frecuencia de muestreo de 1 kHz. La adquisición de datos se gestiona por

separado para los sistemas cinemáticos y cinéticos. De esta forma se inicia a sacar datos y los resultados indican cuantitativamente que la posición del pie en la parte delantera implica una mayor carga de articulación en comparación con una posición equilibrada de la planta media, como se esperaba. Los zapatos técnicos con una cuña de baja altura debajo de la suela estabilizan principalmente el movimiento y producen una carga ligera, teniendo en cuenta que el principal problema para ejecutar una sentadilla profunda generalmente se da por la baja eficiencia o la poca fuerza desarrollada por algunos músculos específicos involucrados en el movimiento o simplemente por problemas de movilidad articular en el tobillo. (20)

Comparison of Lower Extremity Muscle Activity during the Deep Squat Exercise Using Various Tools

Park et. al, en el año 2022, en la investigación realizada en República de Corea tuvo como objetivo, investigar el efecto de las herramientas de asistencia en la actividad muscular de las extremidades inferiores y el aumento en el rango de movimiento. Para este estudio se dividió en 2 grupos uno capaz de realizar sentadilla profunda y el segundo al que le resultaba imposible o tenía dificultad al realizar dicho ejercicio. Participaron 23 sujetos en este estudio, se usó la electromiografía de superficie para medir la activación muscular y un sistema de análisis de movimiento para medir el rango de movimiento. El resultado que arrojó este estudio es que cuando a los participantes se les dificultaba realizar sentadilla aplicaron herramientas como cuñas o cinturones y lograron obtener un mayor rango de movimiento, mientras que su actividad muscular era disminuida debido a la aplicación de estas herramientas, como conclusión se puede verificar que al aplicar herramientas en estos gestos deportivos ayudan a mejorar la biomecánica del sujeto.(21)

Technical Aspects and Applications of the Low-Bar Back Squat

Pham et. al, en el año 2019, en el estudio realizado en Estados Unidos tuvo como objetivo, discutir las diferencias anatómicas y técnicas entre la sentadilla trasera con barra alta y barra baja para seleccionar la mejor versión para los levantadores. En caso de la sentadilla con barra baja se requiere de mucha movilidad de hombro para poder ejecutarla ya que va a ser colocada debajo de las fibras superiores del trapecio colocándoles en el deltoides posterior como soporte para la barra, al colocar la barra

en la zona baja los cambios que existen son mayor inclinación del tronco, mas activación de los músculos de la espalda, hay menor flexión de rodilla, menor dorsiflexión de tobillo y mayor flexión en las caderas por lo tanto la sentadilla barra baja tiene un enfoque mayor en la cadena posterior, mientras que la sentadilla barra alta se caracteriza principalmente por colocar la barra en la parte superior de los trapecios, esta variante provoca que se pueda alcanzar una mayor profundidad que con la barra baja, con una mayor verticalidad con respecto al tronco lo que provoca que se active en mayor medida el core para mantener la estabilidad, en esta variación la flexión de rodilla es mayor, además para poder llegar a una sentadilla profunda se necesita de una buena movilidad y flexibilidad en los tobillos. El rango de movimiento final deseado para la flexión de cadera y la dorsiflexión de tobillo debe alcanzarse simultáneamente el punto más profundo de la sentadilla, evitando que la rodilla o el tobillo se desvíe ya que si se excede este vértice de profundidad va a existir una inclinación hacia adelante desproporcionada causando molestias o lesiones en el deportista, es necesario fortalecer y mejorar los rangos articulares para que de esta forma se ejecute muy bien el ejercicio y evitar problemas a largo plazo. (22)

Comparison of Lower Extremity Kinematics during the Overhead Deep Squat by Functional Movement Screen Score

Heredia et. al, en el año 2021, en la investigación realizada en Estados Unidos tuvo como objetivo, comparar la cinemática de las extremidades inferiores de la sentadilla profunda sobre la cabeza durante la pantalla de movimiento funcional (FMS). El FMS trata de siete patrones de movimiento funcionales que desafían la capacidad de un individuo, en este estudio participaron 45 adultos sin lesiones y que no conocían el FMS. La cinemática de la sentadilla se midió utilizando un sistema de captura de movimiento llamado MANOVA aquí se pudo medir todos los ángulos de flexión de cadera, aducción de cadera, flexión de rodilla, abducción de rodilla y dorsiflexión de tobillo se observó pequeñas diferencias en los ángulos máximos de flexión de cadera, rodilla y dorsiflexión de tobillo durante la sentadilla profunda. La evidencia resulta ser mixta ya que con esto se buscaba predecir la incidencia de lesiones debido a la falta de movilidad lo que significa que los criterios de puntuación no son apropiados para evaluar la naturales de la lesión, por lo contrario la FMS se ha asociado con característica de rendimientos como la altura máxima de salto y la velocidad de carrera.

Para finalizar se concluyó que la sentadilla como método de evaluación es una excelente opción para poner a prueba la movilidad y estabilidad de múltiples articulaciones con el fin de mejorar el rendimiento del atleta. (23)

The Effect of Stance Width and Anthropometrics on Joint Range of Motion in the Lower Extremities during a Back Squat

Demers et. al, en el año 2018, en la investigación realizada en Canadá tuvo como objetivo, evaluar si cambiar el ancho de la postura de los pies tiene un efecto sobre el ROM de la flexión de la cadera y la rodilla y la dorsiflexión del tobillo, durante una sentadilla trasera sin carga. Participaron 32 sujetos adultos y jóvenes sanos entre 18 y 35 años, los cuales eran capaces de realizar la sentadilla profunda con los pies colocados a 100% de su ancho pélvico. Para esta investigación se trató de evaluar en 3 anchos de postura diferentes: 100%, 150% y 200% del ancho pélvico, se instruyó a los sujetos para que alinearan los bordes laterales de sus talones con las marcas apropiadas, los datos cinemáticos se adquirieron en tres dimensiones utilizando un sistema de captura de movimiento electromagnético TrakSTAR, como resultados se pudo observar que la flexión de cadera y rodilla solo se vio afectada por el ancho de la postura en ciertos puntos al principio de la sentadilla por el contrario la dorsiflexión de tobillo se vio significativamente afectada por el ancho de la postura en todos los ángulos del muslo, por lo que si no existe suficiente movilidad en esta zona la sentadilla resultaría peligrosa, se concluyó que el ancho de la postura durante una sentadilla trasera afecta el ROM de dorsiflexión de tobillo, la falta de dorsiflexión de tobillo puede predisponer al individuo a un valgo de rodilla durante la sentadilla, se ha demostrado que limitar la traslación tibial anterior aumenta el torque en la caderas y reduce el torque en las rodillas durante la sentadilla por lo tanto es necesario un ROM de dorsiflexión de tobillo adecuado para mantener una técnica adecuada así como para lograr una profundidad en la sentadilla. (24)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Descubrir si existe relación entre el ROM articular del tobillo y la fuerza muscular al momento de ejecutar una sentadilla profunda.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la dorsiflexión de tobillo a los fisicoculturistas mediante el WBLT.
- Valorar la fuerza muscular a los fisicoculturistas mediante el método de evaluación del 1RM.
- Determinar la correlación de la dorsiflexión de tobillo mediante el WBLT con la fuerza muscular al cumplir los rangos adecuados de profundidad analizado en el software kinovea

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaran algunos recursos e instrumentos, los cuales serán útiles para el registro de datos y resultados de las evaluaciones.

2.1.1 Materiales para la evaluación:

2.1.2 Weight-Bearing Lunge Test

El WBLT tiene la función de medir el rango de DT mediante una cinta métrica, de esta forma podemos observar si se posee un rango limitado que perjudique la técnica de ejecución mientras se realiza una sentadilla profunda. El WBLT cuenta con valores fiables para poder identificar y evaluar en que categoría se encuentra el paciente.

Validez: El WBLT muestra una fiabilidad de excelente nivel mediante el coeficiente de correlación intra clase en donde se obtuvo un 95% de validez.(25)

CATEGORÍA	DISTANCIA
Óptima	>15cm
Buena	10cm
Deficiente	5 a 10cm
Muy deficiente	5cm

ANEXO 1: TABLA MODIFICADA POR EL AUTOR PARA EVALUAR LA MOVILIDAD DE TOBILLO A TRAVÉS DEL LUNGE TEST.

2.1.3 Test del 1RM

El test de 1RM o repetición máxima actualmente es uno de los más utilizados para evaluar la fuerza muscular, consiste en realizar una repetición de un ejercicio determinado con un peso máximo, la técnica siempre debe ser correcta, la barra se apoya sobre los trapecios, la ubicación de los pies depende mucho de cada deportista esta debe brindar confort y estabilidad, la cabeza erguida, la espalda debe mantenerse siempre recta, respecto a la parte activa y dinámica de la sentadilla el descenso debe ser hasta llegar a una flexión profunda de las piernas aquí la cadera se desplaza hacia abajo y adelante. (26)

Para realizar la prueba se pidió al paciente que realice una sentadilla profunda con el máximo peso, para ello se empezó con un calentamiento de 5 minutos en bicicleta estática, posterior a esto los participantes realizaron series de aproximación con el 50 y 80% de su RM para familiarizarse con el ejercicio, luego se incrementó el peso hasta llegar al 1RM.

Validez: El test de 1RM muestra una fiabilidad de excelente nivel mediante el coeficiente de correlación intra clase ($ICC > 0.91$). (27)

2.1.4 Kinovea

Kinovea es un programa de video el cual ayuda al análisis de gestos deportivos y técnicas de ejecución, se usa principalmente para explorar, estudiar o corregir movimientos. Kinovea posee varias herramientas las cuales ayudan a medir ángulos, distancias y movimientos de las articulaciones.

Validez: El software KINOVEA muestra una fiabilidad de alto nivel mediante el coeficiente de correlación intra clase ($ICC > 0.9$). (28)

2.2 Equipos

- Cinta métrica.
- Cinta adhesiva.
- Cámara de iPhone 14 pro Max.
- Computador.

- Barra de pesas.
- Discos de pesas.

2.3 Métodos

2.3.1 Enfoque de la investigación:

La investigación tendrá un enfoque cuantitativo, ya que los test que se aplicaran a los fisicoculturistas van a proporcionar datos numéricos para conocer la relación que existe mediante los datos recolectados

2.3.2 Tipo de investigación / Nivel

La presente investigación es de tipo analítico ya que tiene interés, únicamente, en datos como el ROM de la dorsiflexión con el fin de que brinde información para relacionarlo con la fuerza muscular.

2.3.3 Diseño de la investigación

La investigación posee un diseño transversal, se toma una sola vez la muestra ya que se va a realizar diferentes test a los pacientes como el test de lunge y el test del 1RM.

2.3.4 Población y muestra

Debido a que la población en estudio es pequeña se incluirá todo el universo de la muestra.

En lo que respecta a la muestra serán 25 fisicoculturistas.

2.3.5 Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- Fisicoculturistas que entrenan más de 1 año de forma interrumpida.
- Fisicoculturistas que realicen sentadilla profunda por lo menos 2 veces a la semana como parte del entrenamiento.
- Fisicoculturistas que dominen la sentadilla profunda.
- Fisicoculturistas que pertenezcan al gimnasio ALFA & OMEGA.
- Sexo masculino
- Que firmen de forma voluntaria el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Fisicoculturistas que presenten lesiones en los últimos 3 meses.
- Fisicoculturistas que se encuentren en etapa de preparación menor a 3 meses.
- Menores de 20 años.

2.3.6 Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información

La investigación se realizó en la ciudad de Salcedo en el gimnasio Alfa y Omega, la evaluación se aplicó a 25 fisicoculturistas en donde se les explico sobre los objetivos, procedimientos y se indago que cumplan con los requisitos para la investigación, luego se inició con la firma del consentimiento informado y se les indico cual es el procedimiento a seguir, se inició con el WBLT en donde se coloca una cinta métrica en el suelo perpendicular a la pared para luego apoyar el pie sobre la cinta y con la pelvis alineada tratar de llevar la rodilla a la pared sin despegar los talones, alejamos progresivamente el pie hasta no conseguir contactar la rodilla, comprobamos la distancia final en la cinta métrica y se procede a clasificar en que rango se encuentra cada uno, es óptimo cuando supera los 15 cm, buena si llega a 10 cm, deficiente si va de 5 a 10 cm y muy deficiente si la distancia es de 5 cm, (Anexo 1) para este test el paciente debe estar descalzo y con una pantaloneta para observar el movimiento articular con mayor precisión, a continuación se realizó el Test del 1RM para evaluar la fuerza muscular de los miembros inferiores junto con la toma de videos en un plano lateral para el análisis cinemático de la sentadilla en el programa kinovea. En los videos capturados se tomara en cuenta que se cumpla con un rango de profundidad adecuado para clasificarlo como una sentadilla profunda, la evaluación se dividió en 5 grupos y se lo realizo en 2 semanas, la duración que tuvo la intervención fue de 1 hora aproximadamente.

2.4 Aspectos éticos

El proyecto de investigación se encuentra dentro de los principios de la bioética por ello se realizó un consentimiento informado el cual fue expuesto y aceptado por parte de los participantes, en donde se detalla que existe estrictamente confidencialidad en cuanto a los datos, esto se desarrolló en base a la beneficencia, justicia y no mal eficiencia para las participante y con ello se procedió a realizar el estudio.

CAPITULO III

Resultados y discusión

3.1 Análisis e interpretación de la evaluación

DATOS SOCIODEMOGRAFICOS

Tabla 1. Datos sociodemográficos

		Frecuencia	Porcentajes (%) totales
Edad	Jóvenes (14 a 26 años)	11	44%
	Adultos (27 a 59 años)	14	56%

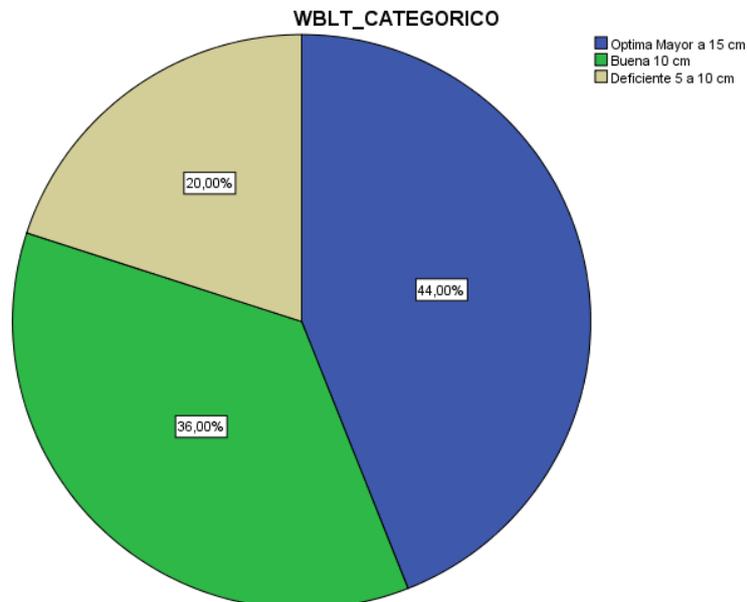
Fuente: IMB SPSS Statistics Visor

Elaborado por: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Análisis e interpretación

La tabla 1 muestra las características de los participantes de los cuales son 25 fisiculturistas que participaron en la evaluación, la mayoría de participantes son adultos con el 56%, seguido de jóvenes los cuales representaron el 44%.

Tabla 2. Datos de WBLT



WBLT Categorías	Frecuencia	Porcentaje %	Media	Desviación estándar
OPTIMA	9	36%	15,11	,333
BUENA	11	44%	10,64	1,433
DEFICIENTE	5	20%	7,80	,837
TOTAL	25	100%	11,76	3,010

Fuente: Resultados WBLT

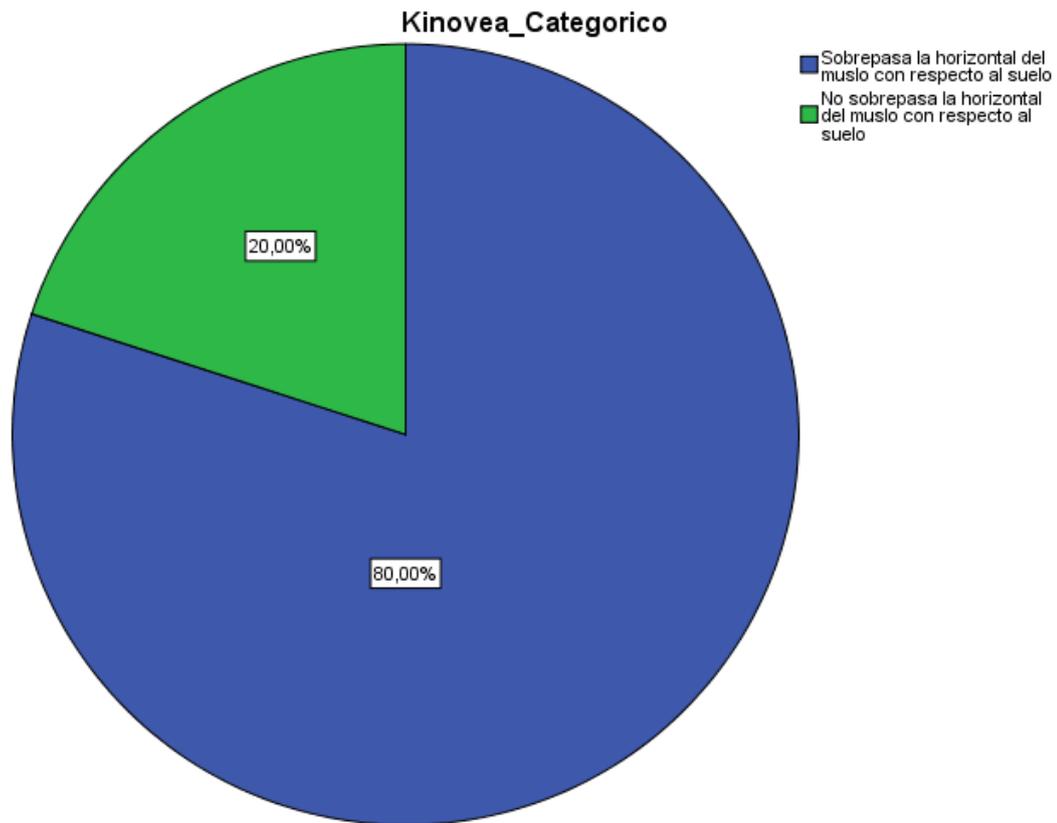
Elaborado por: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Análisis e interpretación

En la siguiente tabla se puede observar que el proyecto presenta 25 fisicoculturistas que participaron en la investigación, en el cual el 33% presenta una dorsiflexión óptima, el 44% una dorsiflexión buena y por último el 20% obtuvo una dorsiflexión deficiente. Todos completaron el WBLT para conocer en que rango se encuentran, obteniendo una media total de 11,68 con una desviación estándar total de 3,010.

Tabla 3. Datos de kinovea

	Frecuencia	Porcentaje
Sobrepasa la horizontal del muslo con respecto al suelo.	20	80%
No sobrepasa la horizontal del muslo con respecto al suelo.	5	20%



Fuente: Resultados de kinovea
Elaborado por: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Análisis e interpretación

En la tabla 3 los siguientes datos dan a conocer que el 80% de fisicoculturistas logran cumplir con los parámetros establecidos para ser categorizada como sentadilla profunda, mientras que el 20% no logro cumplir con la profundidad requerida para ser categorizada como tal.

Por consiguiente en la tabla 4 podremos ver la media de las personas que cumplieron con los estándares requeridos para cumplir con la sentadilla.

Tabla 4. Test de RM

	Media (libras)	N	Desviación estándar
Media total del Test de RM	318,40	25	71,948
Media del 80% que cumplió con los estándares de sentadilla profunda mediante el Test de RM	334,00	20	70,871
Media del 20% que no cumplió con los estándares de sentadilla profunda mediante el Test de RM	256,00	5	33,429

Fuente: Datos de la media del test de RM
Elaborado por: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Análisis e interpretación

En la siguiente tabla se puede observar que el 80% de fisicoculturistas que cumplieron con la sentadilla profunda tienen una media de levantamiento de 334 libras, mientras que el 20% que no cumplió con los estándares posee un mínimo de 256 libras.

Tabla 5. Datos de correlación entre el WBLT y Test de RM

		Correlaciones	
		WBLT_NUMERICO	Test_RM
		CO	
WBLT_NUMERICO	Correlación de Pearson	1	,647**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	25	25
Test_RM	Correlación de Pearson	,647**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	25	25

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Datos de correlación entre el WBLT y Test de RM
Elaborado por: Fernandez Bunces, Dostin Antonio

Análisis e interpretación

Los datos de la tabla 6 nos muestra que existe una correlación significativa entre la movilidad articular y fuerza muscular ya que el valor de Sig. (bilateral) es de ,000, de

mismo modo podemos deducir que ha mayor rango de dorsiflexión de tobillo mayor fuerza podrá producir el fisicoculturista durante la ejecución de la sentadilla.

3.2 Discusión

El objetivo principal del proyecto de investigación fue, determinar si existe relación entre la fuerza muscular y la movilidad articular del tobillo al realizar una sentadilla profunda. Razón por la cual se incluyó una población total de 25 fisicoculturistas los cuales completaron con éxito la evaluación. La mayoría fueron adultos con un 56%, seguido de jóvenes con un 44%, para alcanzar este objetivo se buscó dos test que nos permitan evaluar independientemente la fuerza y la movilidad articular, además cada participante debía cumplir con ciertos requisitos para clasificar la sentadilla como profunda.

Como primera parte se realizó el WBLT o Test de Lunge el cual nos ayudó a clasificar el ROM de dorsiflexión a cada fisicoculturista, de los cuales el 20% obtuvo una deficiente DT perjudicando así la ejecución de la sentadilla y dejando propenso a desarrollar futuras lesiones, Smith et al. En su estudio encuentran una relación similar donde observan una alteración en lounge rotacional a una pierna y esta presenta una asociación al aumento de patologías y lesiones musculoesqueléticas. (29)

El 44% de fisicoculturistas que obtuvieron una óptima dorsiflexión completaron satisfactoriamente los dos test donde se pudo comprobar que a mayor rango de movilidad en el tobillo, mejor técnica de ejecución poseía durante la intervención, estos hallazgos son similares al de Pallarés et. al, los cuales buscaron si un programa de entrenamiento a diferentes profundidades de sentadilla poseía efectos sobre las adaptaciones musculares donde se pudo concluir que un ROM más completo provoca mayores adaptaciones de fuerza muscular. (7)

Por consiguiente el 36% de fisicoculturistas que obtuvieron una buena DT también cumplieron con los parámetros requeridos para clasificar la sentadilla como profunda de tal forma que no tuvieron problemas al ejecutar la prueba de 1RM, de igual forma Fuglsang et. al, en su estudio comprobaron que si se posee un ROM completo de dorsiflexión la ejecución de sentadilla seria correcta causando una mayor respuesta hipertrófica y mayor fuerza muscular. (14)

Finalmente, se pudo encontrar una relación positiva entre la movilidad articular y la fuerza muscular de ,002 según la correlación de person la cual señala que a mayor rango articular, mayor será la fuerza que posee cada participante de la misma manera Endo et. al, en su artículo de investigación examinaron la relación entre la profundidad máxima de sentadilla, el ROM de las articulaciones de tobillo, rodilla y cadera junto con la fuerza muscular donde los resultados aclaran que el ROM y la fuerza se correlacionan positivamente siempre y cuando se ejecuta de forma correcta la sentadilla profunda casa contrario la relación seria negativa ya que existe una compensación excesiva de otros grupos musculares. (10)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Al evaluar la dorsiflexión de tobillo mediante el WBLT se comprobó que el 80% de fisicoculturistas poseen un adecuado ROM de movimiento, favoreciendo así a la técnica de la sentadilla profunda, evitando lesiones y desbalances articulares.
- Al medir la fuerza muscular a los fisicoculturistas se pudo observar que el 80% cumplió con la sentadilla profunda obteniendo una media de levantamiento de 334 libras, mientras que el 20% que no cumplió con los estándares posee un mínimo de 256 libras.
- De acuerdo con los resultados está claro que se encuentra una correlación estadísticamente significativa entre la dorsiflexión de tobillo y la fuerza muscular

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda para futuras investigaciones, incluir el sexo femenino y aumentar el número de población con el objetivo de que los resultados expuestos tengan mayor confiabilidad y veracidad para ambos sexos.
- De la misma manera crear un protocolo antes de medir el RM, con el objetivo de que el deportista se sienta preparado para el día de la intervención.
- Para futuras intervenciones se recomienda medir el porcentaje graso y el porcentaje muscular para tener una correcta correlación.

BIBLIOGRAFIA

1. Zulkifley MA, Mohamed NA, Zulkifley NH. Squat Angle Assessment Through Tracking Body Movements. *IEEE Access*. 2019;7:48635–44.
2. Comfort P, McMahon JJ, Suchomel TJ. Optimizing squat technique-revisited. *Strength Cond J*. 2018 Dec 1;40(6):68–74.
3. Panoutsakopoulos V, Kotzamanidou MC, Papaiakevou G, Kollias IA. The ankle joint range of motion and its effect on squat jump performance with and without arm swing in adolescent female volleyball players. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2021;6(1).
4. Abián P, Bravo-Sánchez A, Jiménez F, Abián-Vicén J. CHARACTERISTICS OF THE PATELLAR AND ACHILLES TENDON IN SENIOR BADMINTON PLAYERS. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 2022 Sep 1;22(87):437–53.
5. Kim S, Miller M, Tallarico A, Helder S, Liu Y, Lee S. Relationships between physical characteristics and biomechanics of lower extremity during the squat. *J Exerc Sci Fit*. 2021 Oct 1;19(4):269–77.
6. Christensen B, Lyman K, Grieshaber D, Hatterman-Valenti H. THE EFFECT OF TIGHT HIPS ON SQUAT TECHNIQUE [Internet]. 2019. Available from: <https://commons.nmu.edu/isbs/vol37/iss1/78>
7. Pallarés JG, Cava AM, Courel-Ibáñez J, González-Badillo JJ, Morán-Navarro R. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. *Eur J Sport Sci*. 2020 Jan 2;20(1):115–24.
8. Zawadka M, Smółka J, Skublewska-Paszkowska M, Łukasik E, Zieliński G, Byś A, et al. Altered squat movement pattern in patients with chronic low back pain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2021;28(1):158–62.
9. Li X, Adrien N, Baker JS, Mei Q, Gu Y. Novice Female Exercisers Exhibited Different Biomechanical Loading Profiles during Full-Squat and Half-Squat Practice. *HACHETTE LIVRE - BNF*; 2021.
10. Endo Y, Miura M, Sakamoto M. The relationship between the deep squat movement and the hip, knee and ankle range of motion and muscle strength. 2020.
11. Crowe MA, Bampouras TM, Walker-Small K, Howe LP. Restricted Unilateral Ankle Dorsiflexion Movement Increases Interlimb Vertical Force Asymmetries in Bilateral Bodyweight Squatting [Internet]. 2019. Available from: www.nasca.com
12. Zawadka M, Smolka J, Skublewska-Paszkowska M, Lukasik E, Gawda P. How are Squat Timing and Kinematics in The Sagittal Plane Related to Squat

- Depth? [Internet]. Vol. 19, ©Journal of Sports Science and Medicine. 2020. Available from: <http://www.jssm.org>
13. Gomes J, Neto T, Vaz JR, Schoenfeld BJ, Freitas SR. Is there a relationship between back squat depth, ankle flexibility, and Achilles tendon stiffness? *Sports Biomech.* 2022;21(7):782–95.
 14. Fuglsang EI, Telling AS, Sørensen H. EFFECT OF ANKLE MOBILITY AND SEGMENT RATIOS ON TRUNK LEAN IN THE BARBELL BACK SQUAT [Internet]. 2017 Nov. Available from: www.nscs.com
 15. Sayers MGL, Bachem C, Schütz P, Taylor WR, List R, Lorenzetti S, et al. The effect of elevating the heels on spinal kinematics and kinetics during the back squat in trained and novice weight trainers. *J Sports Sci.* 2020 May 2;38(9):1000–8.
 16. Schlegel P, Agricola A, Fialová D. Deep Squat-Should We Be Afraid? 2021.
 17. Fatahi A, Kazemi Mehr A, Molla RY. The Effect of Using Ordinary and Weightlifting Shoes on Oscillation of the Center of Foot Pressure in Professional Weightlifters while Performing the Squat. Vol. 1, *Journal of Exercise and Health Science.* 2021.
 18. Sinclair J, Butters B, Taylor PJ, Stone M, Bentley I, Edmundson CJ. Effects of different footwear on kinetics, kinematics and muscle forces during the barbell back squat; an exploration using Bayesian modelling. *Footwear Sci.* 2020 Sep 1;12(3):139–52.
 19. Bousquet BA, Olson T. Starting at the Ground Up: Range of Motion Requirements and Assessment Procedures for Weightlifting Movements [Internet]. 2018 Dec. Available from: <http://journals.lww.com/nsca-scj>
 20. Crenna F, Battista Rossi G. Squat biomechanics in weightlifting: Foot attitude effects. In: *Journal of Physics: Conference Series.* Institute of Physics Publishing; 2019.
 21. Park JH, Lee JK, Park JW. Comparison of Lower Extremity Muscle Activity during the Deep Squat Exercise Using Various Tools. *The Journal of Korean Physical Therapy.* 2022 Apr 30;34(2):63–7.
 22. Pham RB, Machek SB, Lorenz KA. Technical Aspects and Applications of the Low-Bar Back Squat [Internet]. 2019. Available from: www.nscs-scj.com
 23. Heredia C, Lockie RG, Lynn SK, Pamukoff DN. Comparison of Lower Extremity Kinematics during the Overhead Deep Squat by Functional Movement Screen Score. *J Sports Sci Med [Internet].* 2021; Available from: <http://www.jssm.orgDOI:https://doi.org/10.52082/jssm.2021.759> Comparison
 24. Demers E, Pendenza J, Radevich V, Preuss R. The Effect of Stance Width and Anthropometrics on Joint Range of Motion in the Lower Extremities during a Back Squat [Internet]. 2018. Available from: <http://www.intjexersci.com>

25. García Vidal JA, Sánchez Martínez MP, Baño Alcaraz A, Piñero Palazón JG, Martín San Agustín R. Fiabilidad del Y-Balance Test y Wight Bearing Lunge Test para la evolución clínico-funcional de la fascitis plantar. *European Journal of Podiatry / Revista Europea de Podología* [Internet]. 2018 Oct 17 [cited 2022 Aug 1];4(2):45–52. Available from: https://revistas.udc.es/index.php/EJP/article/view/ejpod.2018.4.2.3812/g3812_pdf
26. Lavorato MA, Vigario Pereira N. La sentadilla ¿es un ejercicio potencialmente lesivo? 2009.
27. Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, Thiebaud R, et al. Confiabilidad del Test de Una Repetición Máxima en Base al Grupo Muscular y al Sexo. *PubliCE 1 PubliCE*; 2012.
28. Fernández-González P, Cuesta-Gómez A, Miangolarra-Page JC, Molina-Rueda F. RELIABILITY AND VALIDITY OF KINOVEA TO ANALYZE SPATIOTEMPORAL GAIT PARAMETERS. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 2022 Sep 1;22(87):565–78.
29. Smith MD, Lee D, Russell T, Matthews M, MacDonald D, Vicenzino B. How much does the talocrural joint contribute to ankle dorsiflexion range of motion during the weight-bearing lunge test? a cross-sectional radiographic validity study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2019 Dec 1;49(12):934–41.

ANEXO 1: CARTA DE ACEPTACION

CARTA DE COMPROMISO

Ambato, 23 de agosto del 2022

Doctora especialista
Sandra Villacis
Presidente
Unidad de Integración Curricular
Carrera de Fisioterapia
Facultad de Ciencias de la Salud

Paola Araceli Mollocana Zapata en mi calidad de propietaria del gimnasio ALFA&OMEGA me permito poner en su conocimiento la aceptación y respaldo para el desarrollo del Trabajo de Integración Curricular bajo el Tema: "Relación entre el rango de movimiento articular y fuerza muscular en el movimiento de la sentadilla profunda en fisicoculturistas" propuesto por el estudiante Dostin Antonio Fernandez Bunces , portador de la Cédula de Ciudadanía 050333893-1, estudiante de la Carrera de fisioterapia Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato.

A nombre de la Institución a la cual represento, me comprometo a apoyar en el desarrollo del proyecto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:



Nombre del propietario
Paola Araceli Mollocana Zapata
Cedula de ciudadanía
050314590-6
No. Teléfono celular
0998995361
Correo electrónico
aracely_mollocana@hotmail.com

ANEXO 2 RESOLUCIÓN DE APROBACION



Resolución Nro. UTA-CD-FCS-2022-2879

Ambato, 21 de septiembre de 2022

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud, mediante sesión ordinaria del 19 de septiembre de 2022, en conocimiento del acuerdo UTA-UAT-FCS-2022-0945-A, suscrito por la Dra. Sandra Villacís Valencia, Presidenta del Consejo Académico de Facultad, sugiriendo se apruebe la modalidad de titulación **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** del/la señor/rita **Fernandez Bunces Dostin Antonio** con cédula de ciudadanía No 0503338931, estudiante de Integración Curricular de la Carrera de Fisioterapia, para el ciclo académico ciclo académico: octubre 2022-marzo 2023, según el Art. 13 del "REGLAMENTO PARA LA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR Y LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TERCER NIVEL, DE GRADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO" al respecto.

CONSEJO DIRECTIVO, RESUELVE:

APROBAR a modalidad de titulación **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** del/la señor/rita **Fernandez Bunces Dostin Antonio** con cédula de ciudadanía No 0503338931, estudiante de Integración Curricular de la Carrera de Fisioterapia, para el ciclo académico ciclo académico: octubre 2022-marzo 2023, según el siguiente detalle:

NOMBRE	TEMA	TUTOR
Fernandez Bunces Dostin Antonio	"Relación entre el rango de movimiento articular y fuerza muscular en el movimiento de la sentadilla profunda en fisicoculturistas."	Dr. Paul Cantuña Vallejo

Documento firmado electrónicamente

Dr. Jesús Onorato Chicaiza Tayupanta

PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO - FCS

Referencias:

- UTA-UAT-FCS-2022-0945-A

DR. M.Sc. GAILO NARANJO LÓPEZ
RECTOR

Dirección: Av. Colombia y Chile
Teléfono: (091) 2421104 / (0995828222)
Ambato - Ecuador

www.uta.edu.ec

*Documento generado por: Gupac Producción

1/2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución Nro. UTA-CD-FCS-2022-2879

Ambato, 21 de septiembre de 2022

Anexo:
- 1 Fernandez Dostin.pdf

my



Procedente de: **JESSE OMBATO CECALIZA TAYUWAMBA**

DR. M.Sc. GALO NARANJO LÓPEZ
RECTOR.

Dirección: Av. Colombia y Chile
Teléfono: (008) 2521104 / 0916688221
Ambato - Ecuador

www.uta.edu.ec

*Documento generado por: Gupun Producción

2/2

ANEXO 3 CONSENTIMIENTO INFORMADO

DECLARATORIA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO:

Usted ha sido invitado (a) a participar en un estudio de investigación titulado “Relación entre el rango de movimiento articular y fuerza muscular en el movimiento de la sentadilla profunda en fisicoculturistas”. Este estudio tiene el objetivo de relacionar los parámetros ya antes mencionados por lo que a usted se le realizara algunos Test. Si usted está de acuerdo en participar en esta investigación de manera voluntaria, sírvase firmar este documento para que se nos permita evaluarle y filmarle realizando una sentadilla.

Yo, _____ con C.I. _____ he sido informado que no hay riesgo y que mi participación beneficiara a la elaboración de una trabajo de investigación, se me ha proporcionado los nombres de los investigadores. He leído o la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente. Consiento voluntariamente participar en esta investigación y entiendo que tengo el derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento. He sido informado y tengo en consideración que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento

Nombre _____

Firma _____ C.I. _____

Ciudad y fecha _____

ANEXO 4 HOJA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL TEST DE 1RM Y WBLT

Hoja de recolección de datos para el TEST DEL 1RM

Nombre y apellidos _____
Fecha de nacimiento: __/__/__ Edad: __ años Peso: _____ kg Talla: _____ cm
Género: _____ Fecha de la prueba: __/__/__

Peso alcanzado en libras: _____

Observaciones:

Hoja de recolección de datos para el TEST DE LUNGE

Distancia alcanzada: _____

Categoría	Distancia
Óptima	>15 cm
Buena	10 cm
Deficiente	5 > 10cm
Muy deficiente	> 5cm

Tabla para evaluar la movilidad del tobillo a través del Lunge test

Observaciones:
