



**TESINA**

**Presentado para acceder al título de grado de la carrera de: CICLO de  
COMPLEMENTACION CURRICULAR de LICENCIATURA en ACTIVIDAD FISICA**

**Título:**

**“Biomecánica de la sentadilla en personas entrenadas entre 20 y 60 años de un  
centro de entrenamiento de la ciudad de Villa María”**

**Autor/es:**

**Alfonso, Jorge Ignacio [DNI: 33522378]**

**Gutierrez, Macarena [DNI: 41411130]**

**Directora:**

**Mildenberger, Clarisa**

**Fecha de presentación:**

**24/05/2023**

**Firma/s de autor/es**

  
ALFONSO Jorge I.

  
Gutierrez Macarena

## Resumen

La sentadilla es un ejercicio ampliamente utilizado en los programas de entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo y salud. Su aplicación esta fundamentada en las similitudes mecanicas que posee con las acciones deportivas y de la vida cotidiana.

El objetivo general de esta investigación fue identificar los factores biomecánicos que influyen en la ejecución técnica de la sentadilla profunda en personas con experiencia en el entrenamiento de fuerza entre 20 y 60 años de un centro de entrenamiento de la ciudad de Villa María.

Respecto a los materiales y métodos, se realizó diferentes evaluaciones y para ella se utilizó como instrumento de medición un Smartphone modelo Iphone 11 con 60 cuadros por segundo, con él se realizaron filmaciones para el análisis de los movimientos y estabilidad de los diferentes segmentos corporales como pie, rodilla y tobillo y se empleó el uso de un inclinómetro digital a través de una aplicación, para registrar los grados de movimiento de dorsiflexion de tobillo y rotación interna y externa de cadera.

En cuanto a los resultados obtenidos, se encontró que el 56% de la población llevo a sentadilla paralela y 44% a sentadilla profunda, no identificándose personas que lleguen a sentadilla un cuarto y media. Respecto al análisis de calidad de movimiento de ellas, se observó que los sujetos que llegaron a sentadilla profunda tuvieron mejor estabilidad de pie-rodilla-cadera. Además, las mismas respetaron los valores propuestos por la literatura de dorsiflexion de tobillo y no así los de cadera.

Finalmente, la conclusión de este trabajo fue que las personas que llegaron a sentadilla profunda presentaron una mejor estabilidad de las articulaciones del pie-rodilla-cadera que las personas que realizaron paralela. Además, se concluyó que en personas entrenadas la movilidad de tobillo es un factor determinante sobre el rango de movimiento de la sentadilla, sin importar el ROM de cadera.

## Índice

I.	Introducción.....	1
II.	A. Objetivos general.....	3
	B. Objetivo específico.....	3
III.	Marco teórico.....	3
IV.	Justificación.....	8
V.	Métodos.....	9
	A. Tipo de estudio.....	9
	B. Estrategias de búsqueda.....	9
	C. Combinación de palabras claves.....	9
	D. Muestra.....	10
	E. Instrumentos.....	10
	F. Variables.....	10
	F.1. Instrumentos de medición para las variables.....	10
	F.2.Variables principales.....	12
	F.3.Variables secundarias.....	12
VI.	Resultados.....	12
VII.	Discusión.....	19
VIII.	Conclusión.....	22

## I. Introducción

La sentadilla es el ejercicio de fuerza más estudiado y cuestionado en el contexto del entrenamiento, donde siempre se ha debatido principalmente cuál sería el rango de movimiento óptimo que se podría realizar sin generar fuerzas de cizalla en la rodilla o dolencias lumbares. Esos mismos fueron llamados un cuarto, media, paralela y completa de sentadilla, los cuales se establecieron sin tener en cuenta las características biomecánicas del sujeto de forma individualizada, es decir, sin considerar la movilidad de tobillo y cadera que poseen. Según los ángulos alcanzados en las articulaciones de las extremidades inferiores, la sentadilla completa (F-SQ) es descrita como aquella en donde el sujeto desciende hasta que la parte superior de los muslos cae por debajo del plano horizontal, con las rodillas flexionadas hasta un ángulo tibiofemoral de 35-45° en el plano sagital. Por otra parte, la sentadilla paralela (P-SQ) y media (H-SQ) en función del recorrido excéntrico; en la primera de ellas, el mismo termina cuando el pliegue inguinal está en línea recta horizontal con la parte superior de la rodilla, mientras que, en la segunda, se lleva a cabo en 90° de flexión de rodilla. Por último, se define al cuarto de cuclillas como aquella que se ejecuta a 110°-140° de la extensión de rodilla (1). Existen evidencias científicas que reflejan las adaptaciones neuromusculares que las mismas generan según el recorrido excéntrico ejercido, en un estudio en 53 hombres donde combinaron el entrenamiento de la resistencia (RT) basado en la velocidad con la ejecución de la sentadilla en distintos recorridos ha comprobado que los grupos que ejecutaron F-SQ y P-SQ presentaron mejoras significativas en los parámetros neuromusculares y en la prueba de 20 mts, mientras que, la H-SQ presentó aumentos significativos en la falta de movimiento (cuestionario WOMAC) y discapacidad funcional física (salto con contra movimiento, 20 mts, Wingate) (1).

Tradicionalmente, las investigaciones científicas han recomendado realizar H-SQ, en donde la flexión de rodilla sea <90° para evitar lesiones musculares y tendinosas en la rodilla (2). Sin embargo, recientes estudios han arribado a contribuciones contradictorias que refutan lo propuesto por estos autores, ya que proponen que el entrenamiento de resistencia prolongado que involucren P-SQ o F-SQ maximizan el rendimiento neuro-muscular y funcional en atletas principiantes (3); incluso, otras fuentes añaden que este tipo de sentadilla minimiza el riesgo de lesiones a los tejidos pasivos en comparación con el rango de movimiento más corto (4). Cabe destacar que a la hora de prescribir este ejercicio se debe tener en cuenta las posibilidades de cada entrenado y los criterios de selección de ejercicio, como lo son

el de “seguridad”, el cual hace referencia a la seguridad biomecánica, es decir, que el entrenador priorizará no dañar al individuo a partir de la prevención, análisis e intervención de situaciones propensas a producir una lesión. Además, debemos desempeñar el criterio de “eficacia” buscando la activación de los grupos musculares y sus secuencias temporales que se desean activar con el ejercicio; por último, el de “funcionalidad” aspirando mantener o mejorar funciones de acuerdo a las particularidades del sujeto (5).

A partir de todo lo anterior, podría decirse que la mayoría de las fuentes se basan en un análisis de la sentadilla desde un punto de vista cuantitativo, es decir, analizando la mejora que genera la misma en cuanto al rendimiento deportivo, aumento de la masa muscular/disminución del tejido adiposo. No obstante, son muy pocos los autores que han analizado a este ejercicio desde una mirada más integral; en donde se ha de tener en cuenta lo mencionado anteriormente sin dejar de considerar la calidad de movimiento. Es muy frecuente que la mayoría de los entrenadores estereotipen una sentadilla creyendo que es posible para todos. Lo que se quiere expresar en este apartado es que, en primer lugar, se debería tomar la sentadilla como un movimiento para luego transformarla en un ejercicio. Para lograrlo, se deben tener en cuenta los procesos de la programación, los mismos son: planificación, periodización, programación y prescripción. El primero de estos va a brindar los datos personales del sujeto y también va a permitir valorar al mismo a través de diferentes protocolos de evaluación, los cuales permitirán conocer qué rango de movimiento de sentadilla es conveniente para el entrenado y, así, saber si el mismo se puede mejorar o no; analizando si la causa de ese recorrido es por una restricción a nivel articular, neuromuscular o miofascial.

Es por ello que diferentes autores realizaron publicaciones sobre este tópico haciendo referencia a la funcionalidad y requerimientos para poder realizarla (5,6); tomando como fuente principal para su abordaje la propuesta sobre continuum movilidad/estabilidad, donde se refiere a un abordaje de articulación por articulación para comprender las posibilidades de movimiento de cada segmento corporal, la misma sustenta que cada articulación que posee el cuerpo tiene una función principal ya sea la de movimiento (tobillo, cadera y zona torácica) o estabilidad (pie, rodilla, zona lumbar (7), de igual manera este concepto no debe ser tomado como una verdad absoluta ya que pueden presentarse situaciones contradictorias en donde un individuo tenga un exceso de movilidad en el tobillo y requiere entrenar la estabilidad del mismo (8).

## **II. A Objetivo general**

Identificar los factores biomecánicos que influyen en la ejecución técnica de la sentadilla profunda en personas con experiencia en el entrenamiento de fuerza entre 20 y 60 años de un centro de entrenamiento de la ciudad de Villa María.

## **II. B Objetivos específicos**

- Cuantificar el rango de movimiento del tobillo en dorsiflexión y el rango de movimiento de la cadera a rotación interna y externa.
- Identificar los desbalances en la rotación interna y externa de cadera y flexión dorsal de tobillo con un Smartphone mediante la aplicación Clinometer y My ROM a partir del índice de simetría.
- Valorar si se pierde la neutralidad de la pelvis en el recorrido de la sentadilla profunda.
- Identificar la estabilidad de tobillo, rodilla y cadera y la estabilidad central del sujeto mediante la ejecución del Test de la NASM y futura observación con la aplicación Kinovea.

## **III. Marco Teórico**

### **III.A. Ejecución técnica de la sentadilla y su evolución**

Durante muchos años estuvo instaurado como creencia popular que las rodillas no superan la línea de las puntas de los pies a la hora de ejecutar la sentadilla. Aun así, se encuentran presentes estudios científicos que expresan que hacer esto, obliga a compensar con una mayor inclinación del tronco hacia frente, lo cual infiere a que aumente el torque de la zona lumbar y esto no sea seguro para esa región; además, que las rodillas no superen esta línea hará que el torque de las mismas se reduzca respecto a que si se las deja avanzar libremente (2). Por otra parte, un estudio analizó la biomecánica de la sentadilla en 16 hombres y 12 mujeres atletas experimentados en entrenamiento y refutó esta idea popular, concluyendo que las rodillas sobrepasen la vertical de la punta de los pies aproximadamente en 7 cm los hombres y 9 cm las mujeres (9). Aun así, esto no quiere decir que todos los sujetos deban pasar las puntas de los pies, ya que dependerá de las medidas antropométricas del mismo (10).

En cuanto a su ejecución técnica se debe descender flexionando en forma conjunta las caderas, rodillas y tobillos de forma en que dichas articulaciones

mantengan su RAS (rango de articulación seguro). Otro aspecto a tener en cuenta es mantener la activación de las bóvedas plantares y las rodillas alineadas con la punta de los pies durante todo el recorrido para evitar el valgo o varo de rodillas, para prevenir la misma se debe solicitar activamente la fuerza de abducción y rotación externa de las caderas (11).

### **III.B. Del movimiento al ejercicio**

Antes de prescribir una sentadilla en un contexto de programación, se debería evaluar la misma para analizar cuál va a ser el rango de movimiento óptimo del sujeto. Es muy habitual en el ámbito del entrenamiento que los profesionales de la ciencia del ejercicio utilicen el mismo rango de movimientos para todos los entrenados, creyendo que esto es posible para todos. Es por ello que diferentes autores realizaron publicaciones sobre este tópico haciendo referencia a la funcionalidad y requerimientos para poder realizarla (6,12) ; tomando como fuente principal para su abordaje la propuesta sobre continuum movilidad/estabilidad, donde se refiere a un abordaje de articulación por articulación para comprender las posibilidades de movimiento de cada segmento corporal, la misma sustenta que cada articulación que posee el cuerpo tiene una función principal ya sea la de movimiento (tobillo, cadera y zona torácica) o estabilidad (pie, rodilla, zona lumbar) (7), de igual manera este concepto no debe ser tomado como una verdad absoluta ya que pueden presentarse situaciones contradictorias en donde un individuo tenga un exceso de movilidad en el tobillo y requiere entrenar la estabilidad del mismo (8).

### **III. C. Implicancia articular**

A la hora de efectuar la sentadilla se realiza una triple flexión de tobillo, rodilla y cadera en fase excéntrica, seguida de una triple extensión de las mismas en fase concéntrica. Del rango de movimiento obtenidos en dichas articulaciones dependerá la profundidad alcanzada en la sentadilla, ya que a mayor movilidad articular mayor rango de movimiento. Los autores determinan que una óptima flexión dorsal ronda entre los 35°-36° mientras que respecto a los rotadores de cadera los valores rondan entre 30° en rotación interna y 60° en rotación externa.

### **III.D. Sentadilla y Variantes técnicas**

#### **III.D.1. Recorrido de la sentadilla**

Existen diferentes tipos de sentadillas en cuanto a su recorrido excéntrico, ellas son profunda, paralela, media y un cuarto, las mismas se encuentran detalladas en el apartado de introducción. En cuanto a la profundidad de la sentadilla a prescribir, la misma dependerá del formato óseo y articular del hemisferio inferior de cada sujeto ya que, por ejemplo, en cuanto a la cadera, la misma variará en función del cótilo y cuello femoral (13).

### **III.D.2. Posición de los pies**

Autores denominan a los ejercicios como unilaterales y bilaterales, una variación técnica que se puede dar en relación a la posición de los pies simétricos es la sentadilla sumo, ésta genera mayor activación muscular del vasto lateral y aductor largo en comparación a la sentadilla profunda, paralela y frontal (14); mientras que en cuanto a los pies en posición asimétrica podemos encontrar la sentadilla búlgara y monopodal, en donde la fuerza y activación muscular de cada extremidad y la distribución de la carga entre los apoyos es diferente, la base de sustentación es menor, y el requerimiento de estabilidad y co-activación es mayor. Respecto a esta última clasificación, podría especularse que las mismas gozarán de una mayor transferencia de fuerza hacia muchas acciones deportivas (sprintar, cambiar de dirección, saltar, aterrizar) y actividades cotidianas de la vida diaria (subir escaleras, caminar) (15) .

### **III.D.3. Posición de la barra**

Se encuentran diferentes variantes técnicas en función de la ubicación de la barra, ellas son: con barra adelante, la cual tiene más dominancia en la articulación de la rodilla e incidencia en los cuádriceps, con barra baja en la cual el tronco está bastante inclinado hacia adelante y con mayor dominancia en la cadera y, por último, sentadilla barra alta la cual se involucra a las articulaciones rodilla y cadera por igual.

### **III.D.4. Medios que se pueden utilizar**

Existen diferentes medios que pueden utilizarse para realizar una sentadilla, como lo son los pesos libres (trayectoria de forma libre) y la máquina Smith (movimiento vertical de la barra en una trayectoria fija), en un estudio se investigó que la 1RM en sentadilla paralela fue mayor en máquina Smith, mientras que en la sentadilla con pesos libre sobre bosu hubo mayor activación muscular en el sóleo, estabilizadores del abdomen y erectores espinal lumbo-sacro (16).

Otro medio para realizar la sentadilla son las superficies inestables, las mismas son consideradas como cualquier material diseñado específicamente o adaptado que por sus características físicas no esté firmemente unido al suelo, pudiendo rodar, deslizarse, vibrar o realizar cualquier otro tipo de movimiento que generen situaciones en las que sea necesaria la intervención del equilibrio con el fin de mejorar la condición física. Entrenar el ejercicio de sentadilla en este tipo de superficie generaría un descenso de fuerza entre el 12% y 80% de la máxima producción de fuerza ya sea ante cargas bajas, medias o altas (17).

### **III.E. Beneficios**

La sentadilla es considerada la madre de los ejercicios de hemisferio inferior ya que podemos decir que su realización involucra la mayoría de los músculos de esta región, las protege de lesiones y mejora su rendimiento atlético. Se encuentran evidencias científicas en cuanto al efecto del entrenamiento de sentadillas en diferentes profundidades que llegaron a la conclusión de que la sentadilla profunda genera más activación principalmente en el aductor y glúteo mayor en relación con media sentadilla (18). El aumento de la fuerza en la parte inferior del cuerpo después de un entrenamiento de cuclillas se transfiere positivamente al rendimiento atlético en acciones de corta duración que exige la máxima actividad neuromuscular, como la velocidad y el salto vertical (1).

El salto de sentadilla con carga es muy utilizado en el ámbito del contexto deportivo para el desarrollo de la fuerza de las extremidades inferiores, distintas investigaciones demostraron que el mismo ante intensidades bajas o altas puede mejorar la potencia durante las actividades de salto vertical con el propio peso. Por otra parte, en el contexto de la salud la sentadilla es un ejercicio muy utilizado en adultos mayores ya que tiene alta transferencia a actividades de la vida cotidiana (sentarse y pararse, agacharse a buscar algo en el piso, entre otras acciones), por ende, una buena prescripción de ella puede garantizar que el sujeto genere adaptaciones neuromusculares y evite el deterioro de la capacidad fuerza, es decir que realizara estas mismas acciones con mayor facilidad (19).

En cuanto a la activación muscular, evidencia científica encontró que la sentadilla en una posición de barra delantera versus trasera genera más activación del cuádriceps y rector del abdomen (20).

Su prescripción puede ser realizada para la mejora de la composición corporal, ya sea para el aumento de la masa muscular o disminución del tejido adiposo, mejora de la condición física funcional y/o mejora de la condición física con requerimientos específicos (17).

### **III.F. Instrumentos de medición**

#### **III.F.1 Valoración cualitativa**

Existe una gran variedad de test para evaluar la sentadilla, una de ellas es el test de la NAMS monopodal o bipodal, la cual es simple y práctica de realizar cuando hay una gran cantidad de sujetos a evaluar, además de que la misma no incluye costo ya que se requiere como instrumento de medición un smartphone y trípode para la ubicación precisa del mismo, con ellos se recolectarán los datos que luego serán analizados con la aplicación Kinovea. Este test consta de la realización de 5 sentadillas con los brazos arriba efectuadas con la mayor profundidad posible a una velocidad controlada, los datos recaudados de esta evaluación son la alineación rodilla-tobillo, alineación cadera-rodilla-tobillo y por último, el complejo lumbo-pélvico (21).

Otra evaluación en la que se necesita un smartphone para recaudar información a través imágenes es el test del FMS, la misma consiste en la realización de una batería de ejercicios (sentadilla con barra sobre cabeza, pasaje de la valla, estocada en línea, movilidad bilateral de hombro, elevación activa de la pierna recta, empuje con estabilidad del tronco, estabilidad rotatoria), estos son calificados con un puntaje de 0 a 3, en donde 0 es cuando el sujeto presenta dolor, con 1 es incapaz de realizar correctamente el patrón de movimiento, 2 es capaz de realizar el patrón de movimiento pero realiza compensaciones y 3 cuando se realiza el patrón sin asimetrías ni compensaciones. Al final de la evaluación, se suman los datos obtenidos en cada una de ellas y en función del total se establece una tabla en donde 14 es el menor puntaje aceptable y 21 el score más alto (22).

#### **III.F.4 Valoración cuantitativa**

Uno de los instrumentos que se utiliza para valorar el rendimiento es a través de un transductor lineal de velocidad, el mismo tiene mayor eficacia y precisión que la mencionada anteriormente ya que nos mide la velocidad (distancia/tiempo). A la hora de evaluar debemos tener en cuenta cuestiones muy importantes como la colocación del encoder, la alineación del cable y que la distancia recorrida sea siempre la misma.

En esta se puede obtener información cuantitativa como la velocidad media propulsiva (VMP). La misma servirá para establecer diagnósticos del entrenado/a, determinar nivel de intensidad de esfuerzo, programar y prescribir de forma individualizada, limitar los efectos de fatiga e identificar objetivos específicos de entrenamiento. Este dispositivo es de gran ayuda en diferentes contextos (gimnasios, clubs deportivos, centros de rehabilitación) ya que permite establecer la intensidad, el volumen y un perfil individual de cada atleta. Una ventaja de ésta es que a diferencia del test 1RM no es necesario exponer al sujeto a alto riesgo de lesión por la fatiga que le genera al mismo (1,19).

Un test para evaluar el rendimiento de fuerza a través de un transductor lineal es el test 1 RM, el mismo consiste en levantar una carga tan solo una vez en fase concéntrica/excéntrica. Se basa en asignar cargas e ir progresando las mismas hasta que el sujeto llegue a la que vence una sola vez y no puede realizar una segunda repetición. Las pausas deben oscilar entre 3-5 minutos (mayor a medida que los pesos se incrementa), el número de series para estimar la 1RM no debería ser mayor a 3-5 y las series anterior a la del 1RM debe realizarse con un carácter del esfuerzo bajo/medio, evitando que la fatiga modifique la carga máxima levantada (23).

Las evaluaciones mencionadas en el párrafo anterior valoran el movimiento global de la sentadilla, ahora bien, existen evaluaciones que miden aspectos biomecánicos que influyen en la realización de la sentadilla, como lo son la movilidad de flexión dorsal y de los rotadores de cadera. En cuanto a la movilidad de tobillo, esta se puede medir a través del Lunge test, el cual requiere de la utilización de un inclinómetro y mida los grados de flexión dorsal que presenta el sujeto en posición de estocada, aquí se toma como valor promedio 35°-36° (24). Por otra parte, para evaluar la movilidad de cadera también se utiliza un inclinómetro y se valora el ROM de los rotadores con flexión de rodilla a 90°, tomando como estándar 30° en rotación interna y 60° en rotación externa (25).

#### **IV. Justificación**

La sentadilla es uno de los ejercicios más estudiado, existe evidencia científica extensa sobre ella, aun así se puede apreciar que la mayoría de los análisis realizado de la misma son hechos desde una perspectiva cuantitativa (mejora del rendimiento del sprint, mejora del CMJ y VMP), por lo que se observan pocos estudios en que se aprecie lo cualitativo del movimiento respecto a su demanda de estabilidad y movilidad, por ende esto conlleva a que los entrenadores utilicen la sentadilla en un

rango de movimiento normativo propuesto por la evidencia a raíz de los beneficios que otorga al rendimiento.

Éste trabajo pretende que, a partir de la interpretación de las diferentes fuentes, se logre un aporte en la sociedad y que el mismo llegue, no solo a los profesionales del entrenamiento, sino que también tenga una llegada a los entrenados en cuanto a la adherencia al ejercicio en función de sus características biomecánicas y fisiológicas para el cumplimiento de sus objetivos ya sea en la mejora de la composición corporal, mejora de la condición física con requerimientos específicos y/o mejora de la condición funcional. Respecto a los especialistas en la ciencia del ejercicio, se espera brindar una mirada más amplia en cuanto a este ejercicio a la hora de la prescripción del mismo, evitando que se limiten a la selección de un cierto rango de movimiento sin antes evaluar los aspectos biomecánicos y fisiológicos del sujeto; sin dejar de lado los criterios de selección de los ejercicios mencionados anteriormente (17).

## **V. Método**

### **V.A. Tipo de estudio**

Se realizó un estudio de tipo descriptivo observacional prospectivo transversal.

### **V. B. Estrategias de búsqueda**

Se realizó una búsqueda bibliográfica de antecedentes y evaluaciones en los motores de búsqueda PubMed y Biblioteca virtual en salud a través de descriptores de asuntos MeSH y términos libres con el fin de identificar artículos que aporten información al campo de investigación. Los mismos fueron los siguientes:

- MeSH

“Adults”; “Resistance Training”; “Range of Motion, Articular”; “Exercise”; “Skeletal Muscle Enlargement”; “Biomechanical Phenomena”.

- Términos libres

“Sentadilla”; “Squat”; “Full Squat”.

### **V. C. Combinación de las palabras claves**

A continuación, se presentan las combinaciones de las palabras claves en inglés que fueron utilizadas en el desarrollo del trabajo:

"Range of Motion, Articular [Mesh]" AND "squat".

"squat" AND "Exercise [Mesh]".

"squat" AND "Biomechanical Phenomena [Mesh]".

"squat" AND "Adults [Mesh]".

"squat" AND "Resistance Training [Mesh]".

#### **V. D. Muestra**

La muestra estuvo conformada por 16 sujetos entre 20 y 60 años que asistieron al centro de entrenamiento privado de la ciudad de Villa María, Córdoba. La participación de la investigación fue voluntaria y debieron firmar un formulario de consentimiento informado dando su aprobación para ser grabados en video y someterse a evaluaciones.

Criterios de inclusión: hombres y mujeres que no poseían ningún diagnóstico de patología a nivel neuromuscular u osteoarticular y tenían experiencia en el entrenamiento de fuerza en la cual haya estado programada la sentadilla en los últimos 3 meses de su programa de entrenamiento.

#### **V. E. Instrumentos**

Se realizaron diferentes evaluaciones y para ellas se utilizó como instrumento de medición un Smartphone modelo Iphone 11 con 60 cuadros por segundo, con él se realizaron filmaciones para el análisis de los movimientos y estabilidad de los diferentes segmentos corporales a observar y se empleó el uso de un inclinómetro digital a través de una aplicación, para registrar los grados de movimiento de dorsiflexión de tobillo y rotación interna y externa de cadera.

#### **V. F. Variables**

##### **V. F.1. Instrumentos de medición para las variables**

**Test de la NAMS:** con este tipo de medición se puede identificar el punto a partir del cual se pierde la neutralidad de la pelvis y analizar las articulaciones de la cadera, rodilla, pie, zona lumbar y zona torácica.

Protocolo y recursos: se utilizó como instrumento un Smartphone, el mismo se ubicó en un trípode a una distancia de 270 cm de la pared y 100 cm del piso y fue manipulado por el evaluador, quien filmó al evaluado y dio como única consigna al sujeto evaluado que realice cinco sentadillas con los brazos arriba efectuando la mayor profundidad posible a una velocidad controlada desde una vista frontal, lateral y posterior. Posterior a esto, el evaluador realizó el análisis del movimiento desde la computadora con la aplicación “Kinovea” y tomó registro respecto a la estabilidad del tobillo, rodilla y la estabilidad central del sujeto de la repetición donde se logró la mayor profundidad; para ello atendió desde una vista anterior la alineación rodilla-tobillo en relación a si ésta se desplaza hacia el centro de gravedad o no (valgo-varo); desde una vista posterior, la alineación cadera-rodilla-tobillo en cuanto a si ésta se desplaza hacia el centro de gravedad o no (valgo-varo de cadera), la posición del tendón de Aquiles respecto al calcáneo (eversión-inversión); por último, desde una vista lateral se observó el complejo lumbo-pélvico, es decir, se controló tanto en la fase excéntrica como concéntrica, si se perdía la neutralidad de la pelvis (21).

#### **Lunge test:**

Protocolo y recursos: se utilizó la aplicación “My ROM” para realizar este test se le solicitó al entrenado que se ponga en posición de estocada, donde se le pidió que avance la rodilla en su mayor esfuerzo por delante del pie, siempre evitando que el talón se desprenda, aquí se registró los grados de flexión dorsal del evaluado y se vio si cumple con el valor promedio de 35°- 36° (24). Además, se tomó el índice de simetría para observar si existen desbalances de movilidad articular. Se eligió este instrumento por su valor económico y por su mayor confiabilidad de la medición en un evaluador novato.

#### **ROM de cadera:**

Protocolo y recursos: se empleó la aplicación “Clinometer”, se le requirió al entrenado que se sienta en una camilla para valorar el ROM de rotadores con flexión a 90° de rodilla, aquí se le pidió que lleve la cadera a rotación interna o externa de acuerdo a la evaluación, en este caso el observador registró los grados alcanzados en cada una de ellas y comparó si los resultados obtenidos coinciden con los términos medios de 30° en rotación interna y 60° en rotación externa, además se registró el índice de simetría para analizar si existen desbalances de movilidad articular. Se escogió el uso de este instrumento por sus ventajas en cuanto al bajo costo, validez, fiabilidad y practicidad (25).

## V. F.2 Variables principales

Las variables a cuantificar de las evaluaciones utilizando los instrumentos mencionados anteriormente fueron los siguientes:

- ROM de tobillo.
- ROM de cadera.
- Estabilidad de rodilla.
- Estabilidad del pie.
- Estabilidad central.
- Si se pierde la neutralidad de la zona lumbar.

## V. F.3. Variables secundarias

- Edad.
- Peso corporal.
- Estatura.

## VI. Resultados

Se evaluó a un total de 18 personas, de las cuales 8 eran mujeres y 8 eran varones y se presentó una normativa entre 20 y 60 años. En cuanto a su edad, el sexo femenino tuvo un promedio de 27 años, mientras que el masculino 34.

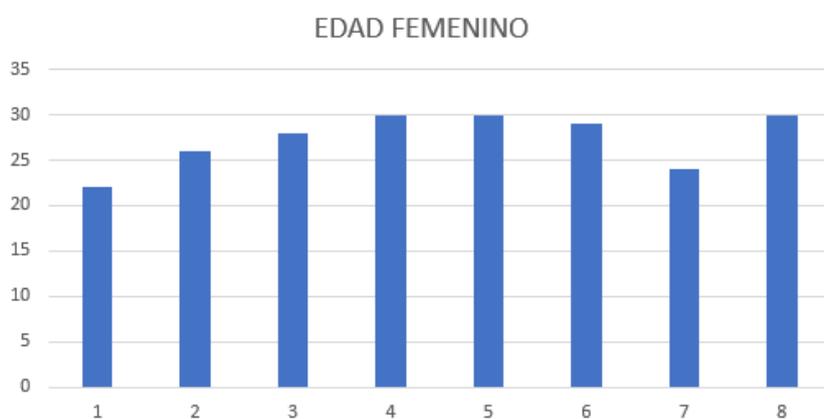
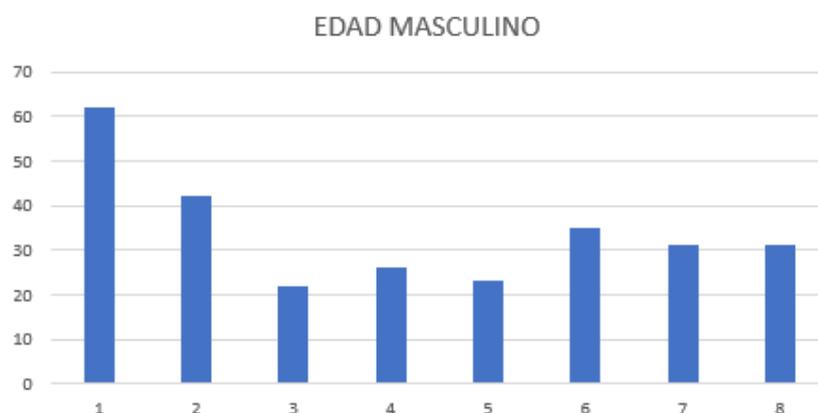


Gráfico I: Edad de la muestra femenina.



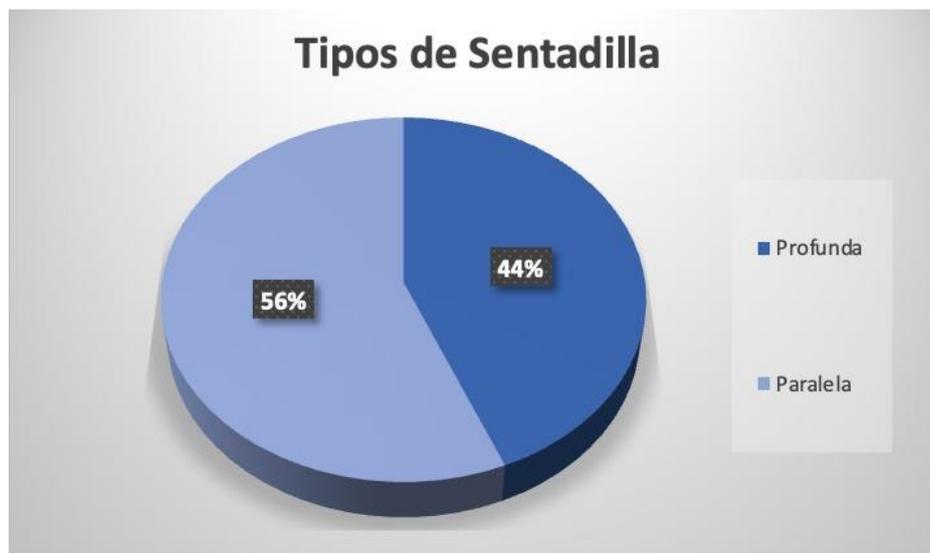
**Gráfico II: Edad muestra masculina**

Muestra	GENERO	EDAD	PESO	ESTATURA	AVD
Sujeto 1	Femenino	22	55	1,6	GIMNASIA ARTISTICA
Sujeto 2	Femenino	26	63	1,55	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 3	Femenino	28	65	1,5	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 4	Femenino	30	60	1,5	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 5	Femenino	30	72	1,57	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 6	Femenino	29	55	1,6	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 7	Femenino	24	50	1,52	BASQUET
Sujeto 8	Femenino	30	62	1,61	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 9	M	62	75	1,7	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 10	M	42	72	1,72	RUNNING
Sujeto 11	M	22	66	1,7	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 12	M	26	74	1,75	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 13	M	23	90	1,8	RUGBY
Sujeto 14	M	35	82	1,88	RUGBY
Sujeto 15	M	31	76	1,76	ENTRENAMIENTO FUERZA
Sujeto 16	M	31	78	1,9	VOLEY

**Gráfico III: Datos personales de la muestra.**

### Test de la NASM

Respecto al análisis desde una vista lateral, se tomó como parámetro la neutralidad de la pelvis para determinar el rango de sentadilla del sujeto. Se encontró que el 56% de la población llegaba a sentadilla paralela y el 44% a sentadilla profunda, no se observó persona que llegue a sentadilla un cuarto y media.



**Gráfico IV: Porcentaje de F-SQ y P-FQ.**

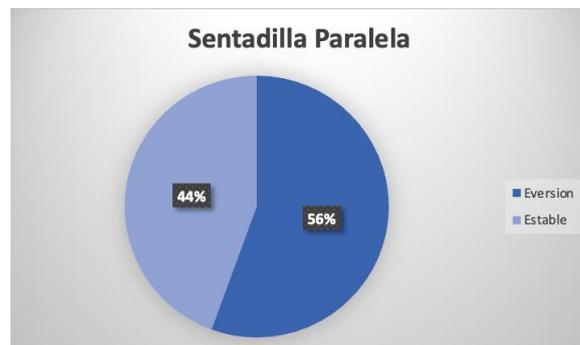


**Gráfico V: Análisis en Kinovea P-SQ.**

Por otra parte, en los gráficos VI, VII, VIII y IX se hizo un análisis en cuanto a la vista anterior y posterior y se encontró que respecto a la estabilidad del pie, rodilla y cadera hay mayores casos de eversión de tobillo y valgo de rodilla-cadera en la sentadilla paralela.



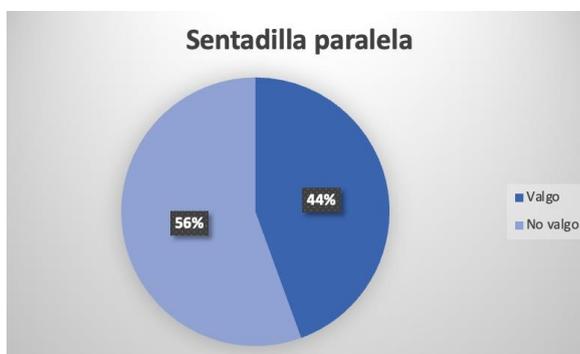
**Gráfico VI: Estabilidad de pie. F-SQ.**



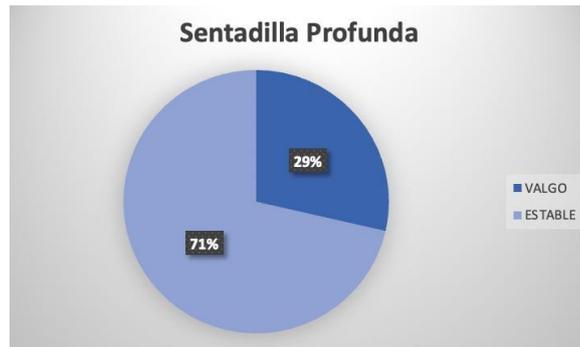
**Gráfico VII: Estabilidad de pie. P-SQ.**



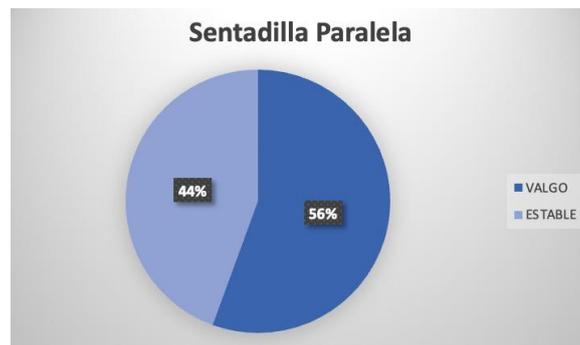
**Gráfico VIII: Estabilidad de rodilla. F-SQ**



**Gráfico IX: Estabilidad de rodilla. P-SQ**



**Gráfico X: Estabilidad de cadera. F-SQ.**



**Gráfico XI: Estabilidad de cadera. P-SQ.**

### Lunge Test

Los resultados del análisis se resumen en el gráfico XII y XIII, donde se puede observar que la población que llegó a sentadilla profunda obtuvo un promedio de 45,27° de dorsiflexión en el pie derecho y 41,79° en el izquierdo. Por otra parte, se encontró un desvío estándar de 3,55° para la extremidad derecha y 3,29° para la izquierda.

En cuanto a la sentadilla paralela se encontró un promedio de 42,18° para el pie derecho y 39,07° para el izquierdo. Mientras que, el desvío estándar fue de 4° para el tobillo derecho y 4,16° para el tobillo izquierdo.

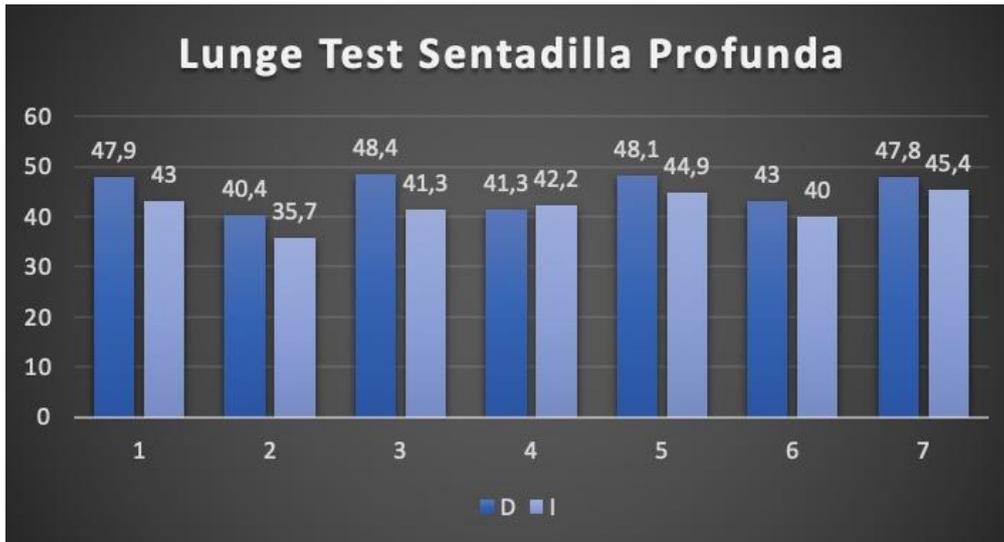


Gráfico XII: Valores dorsiflexión de tobillo en F-SQ.

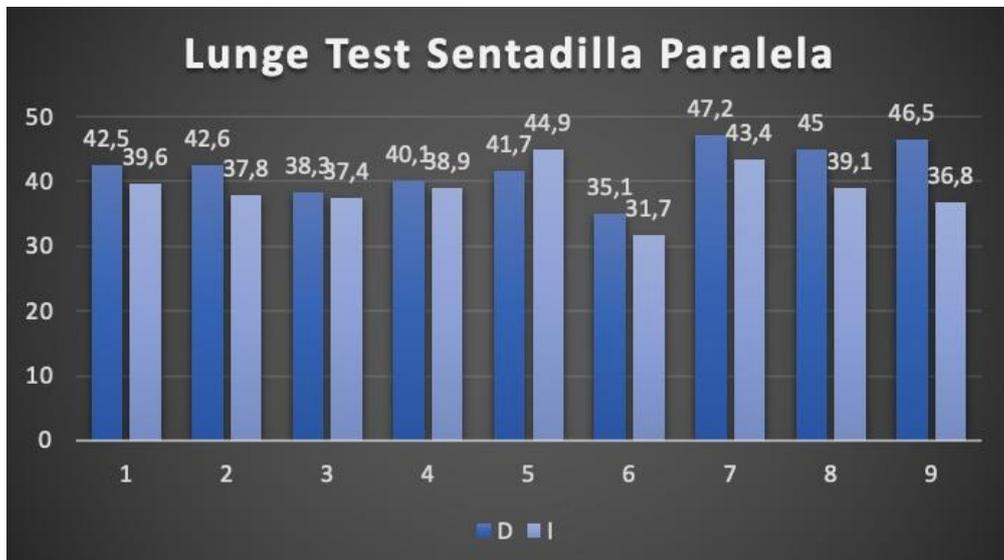
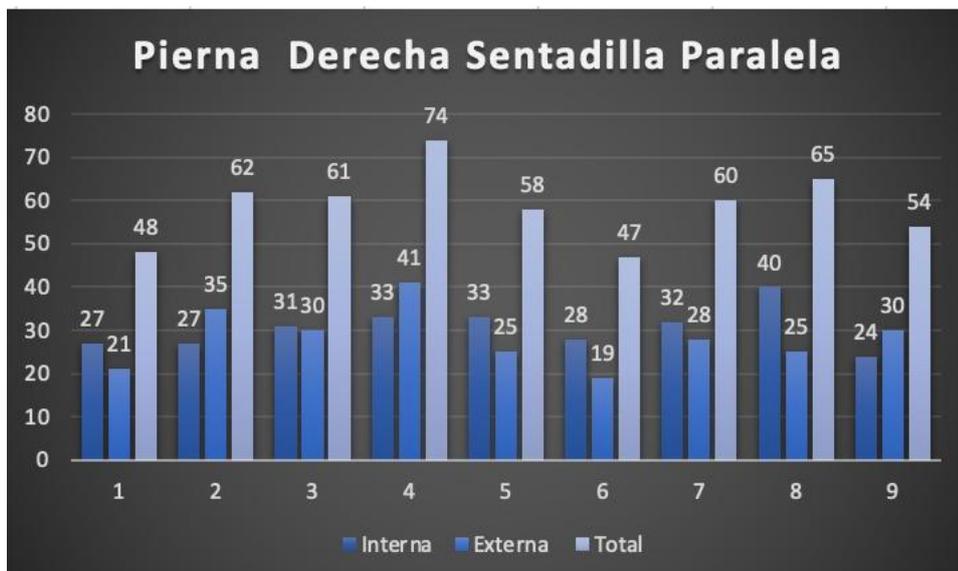


Gráfico XIII: Valores dorsiflexión de tobillo en P-SQ.

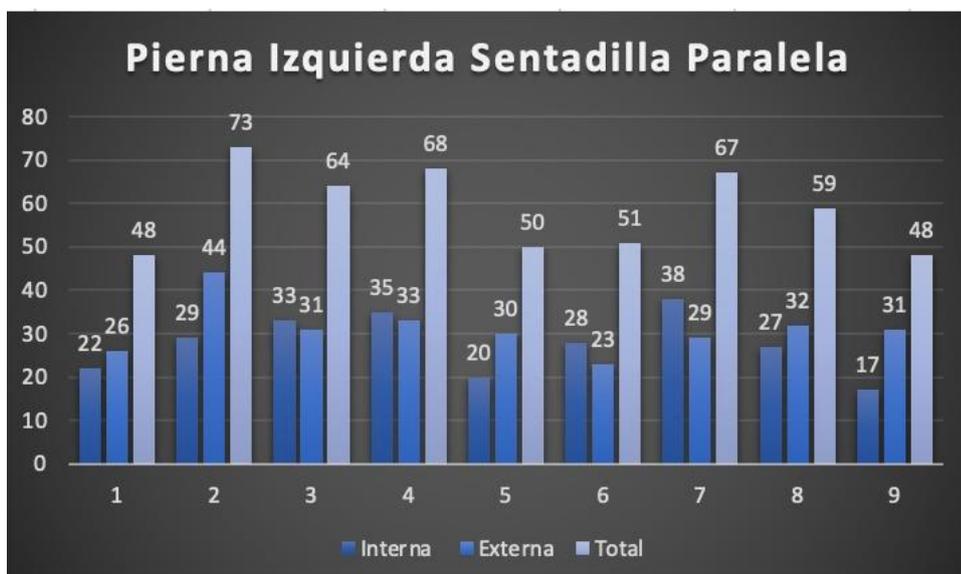
### Rotadores de cadera

Los datos obtenidos en sentadilla paralela se reflejan en los gráficos XIV y XV, se puede observar un promedio de la pierna derecha de  $58,78^\circ$  en la suma de los rotadores internos y externos, mientras que la pierna izquierda el promedio fue de  $58,70^\circ$ .

Por último, se obtuvo un desvío estándar de  $8,41^\circ$  en la cadera derecha y  $9,70^\circ$  en la izquierda.



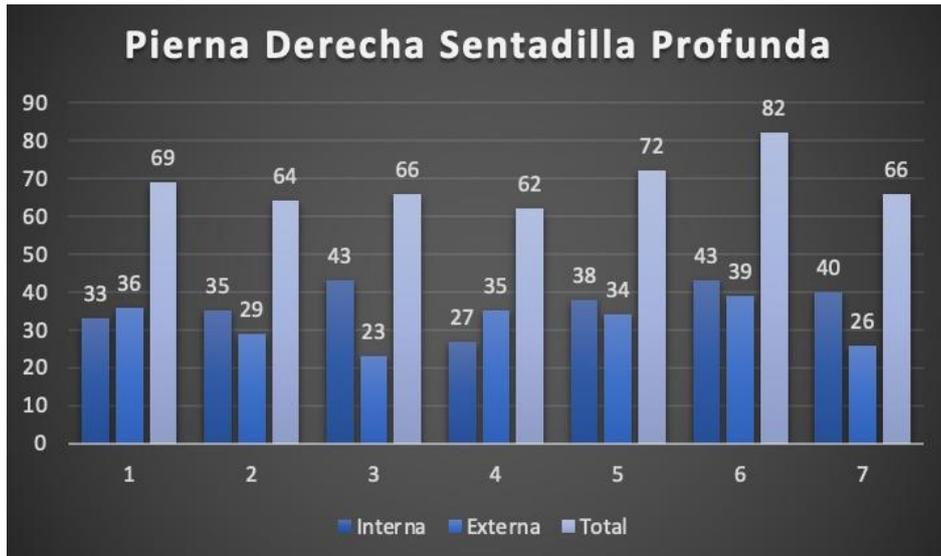
**Gráfico XIV: Rotadores de cadera. Pierna derecha P-SQ.**



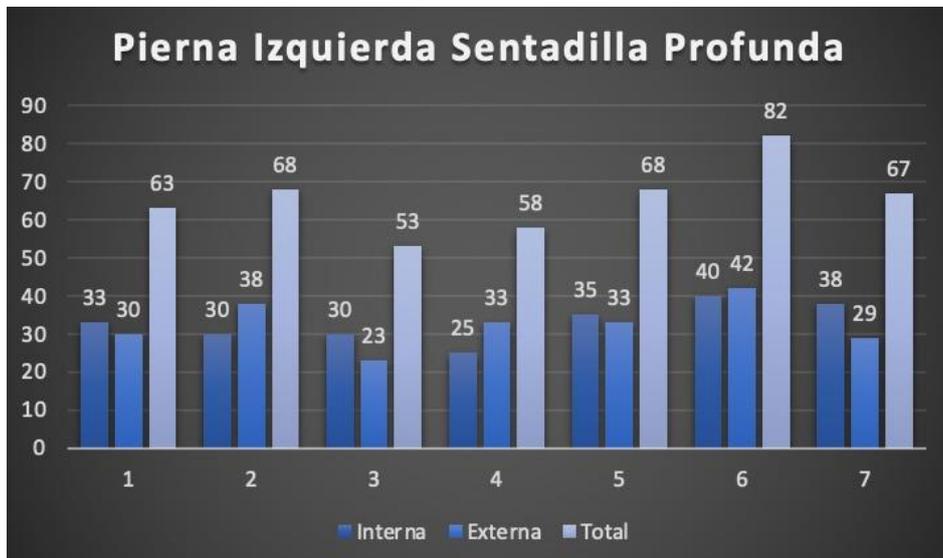
**Gráfico XV: Rotadores de cadera. Pierna izquierda P-SQ.**

Por otra parte, en la sentadilla profunda se registró un promedio de 68,70° para la pierna derecha y 65,57° para la pierna izquierda.

Se obtuvo un desvío estándar de 6,70° para la derecha y 9,18° para la izquierda.



**Gráfico XVI: Rotadores de cadera. Pierna derecha. F-SQ**



**Gráfico XVII: Rotadores de cadera. Pierna izquierda. F-SQ**

## VII. Discusión

Esta investigación tuvo como objetivo indagar la influencia de los factores biomecánicos en la ejecución técnica de la sentadilla. El principal hallazgo fue que los sujetos que llegaron a la sentadilla profunda no obtuvieron los valores normativos establecidos por la literatura en la rotación interna y externa de cadera, pero si los recomendados en la movilidad de tobillo (24,25). En cuanto a lo mencionado anteriormente, estudios previos han sugerido que el ROM de la articulación de tobillo está asociado con el rendimiento en la profundidad de la sentadilla, en dicha investigación se encuentran similitudes respecto a la población e instrumento de medición que se utilizaron en este presente estudio (26,27). Otro estudio reveló las

consecuencias de tener una restricción en el ROM de tobillo simulando la misma con una cuña, en donde encontraron que había una disminución de la flexión de rodilla sumado a un valgo de la misma y reducción de la dorsiflexión; lo que llevó a una disminución de la activación del cuádriceps y mayor activación del sóleo. Esto se verá traducido en un menor ROM en el recorrido de la sentadilla (28).

Autores han investigado si la articulación de la rodilla y el tobillo difieren en la cinemática de un grupo de adultos activos con y sin restricción de tobillo. Para esto, se evaluó su movilidad de tobillo en diferentes posiciones corporales (estocada con soporte de peso y sin soporte de peso con la rodilla recta) y se concluyó en que utilizar la evaluación de descarga de peso proporciona información sobre los patrones de movimiento compensatorios durante la sentadilla, mientras que evaluar de forma pasiva no lo hizo (27).

Así como existen distintas maneras de evaluar en cuanto a la posición corporal, también lo es respecto a qué instrumento utilizar, ellos son el goniómetro estándar, el inclinómetro digital y la cinta métrica, los mismos fueron utilizados para una investigación cuyo objetivo era encontrar la fiabilidad de estas tres técnicas. Los resultados fueron que las tres técnicas tuvieron buena confiabilidad y bajo error de medición, pero la cinta métrica y el inclinómetro tuvieron un coeficiente de confiabilidad más alto en comparación con el goniómetro (29). De estas tres técnicas, la utilizada en este presente trabajo fue el inclinómetro digital ya que este es ágil de utilizar en el entorno laboral y simple en cuanto a su utilización.

Todo lo expresado en los apartados anteriores refleja la importancia de la movilidad de tobillo en cuanto al rendimiento de la sentadilla, acciones de la vida cotidiana, siendo estas subir las escaleras, levantarse de una silla, levantar un objeto del piso, entre otras y acciones del ámbito deportivo como saltos, sprint y cambios de direcciones ya sea en ángulos cerrados o abiertos. Aun así, estudios recientes demuestran que la restricción de tobillo no solo influye en el rendimiento del patrón de sentadilla, sino también en el de las estocadas (30).

Los factores biomecánicos son de suma importancia a la hora de realizar un programa de entrenamiento neuromuscular, por lo que podría tenerse en cuenta que en algún momento de la sesión se haga un trabajo focalizado en esto ya que a largo plazo se obtendrán mejoras y se verá traducido en beneficios para el rendimiento ya sea desde el punto neuromuscular y desde la mejora de la calidad del movimiento.

No se han encontrado antecedentes que mencionen la importancia de la movilidad de cadera para la ejecución de la sentadilla, pero sí de la significación de la anatomía en cuanto al ROM de la sentadilla. Esta dependerá del pinzamiento femoroacetabular, el cual se produce debido al contacto anómalo entre el borde acetabular y la unión de la cabeza y cuellos del fémur, como consecuencia de un crecimiento óseo anormal (13,31). Añadiendo a esto, se ha encontrado relación entre el pinzamiento femoroacetabular y la disminución del ROM de cadera que este conlleva, con un aumento del dolor en la misma en la población atlética (32).

Por otra parte, no debería dejarse de lado factores asociados de la cadera (dolor muscular de la cadera, fatiga y la tensión) y condiciones musculoesqueléticas que influyen en el rendimiento de la sentadilla. Una revisión sistemática analizó las mismas y concluyó que futuras investigaciones deberían centrarse en estas cuestiones ya que no han sido investigadas (33).

No se encuentra un consenso en la forma de evaluar los rotadores de cadera ya que existen diferentes maneras en función de la posición del cuerpo (sedestación o decúbito supino) y el instrumento de medición (goniómetro digital o manual). Además, se encuentra una discrepancia entre los rangos normativos sugeridos por la literatura en cuanto a la movilidad de cadera, ya que hay un estudio que toma los valores de rotación externa entre 30°-47° y la interna entre 24°- 40° (34) y otros que toman 30° de rotación interna y 60° de rotación externa (25). En este trabajo se eligió valorar en posición de sedestación con un goniómetro digital ya que este posee mayor semejanza con el patrón de sentadilla y requiere de una mayor demanda de los estabilizadores de la zona media a comparación de decúbito supino.

Por otra parte, la mayoría de las investigaciones tienen un foco cuantitativo en donde no se relacionan los datos obtenidos al movimiento de la sentadilla. Esto puede verse reflejado en el estudio de Badillo y Palladares (1) en donde los investigadores utilizaron la sentadilla profunda como un medio de la investigación y encontraron que el entrenamiento de la misma genera mejoras en el sprint y CMJ, sin hacer un análisis de la calidad de movimiento de ella. Son muy pocos los estudios que sí tienen en cuenta lo mencionado anteriormente, uno de ellos valora los beneficios neuromusculares de la sentadilla profunda pero no deja de lado el criterio de seguridad, es decir si la persona es capaz de ejecutarla sin poner en riesgo sus sistema neuromuscular y óseo (35). Además, se encontró un meta análisis de 77 artículos que coincide con el estudio anterior, el mismo tuvo como estrategia de

búsqueda los criterios de eficacia y seguridad del ejercicio junto con consideraciones metodológicas para su aplicación y concluye en que deberían establecerse unos criterios de progresión de la técnica para reducir patrones de ejecución inadecuados (36).

El tamaño relativamente pequeño de la muestra y la heterogeneidad en los diferentes contextos deportivos en los que los participantes se desenvuelven pueden considerarse la principal limitación del presente estudio, lo cual debe ser considerado a la hora de extrapolar los datos a otra población. Además, sería necesario analizar los efectos crónicos que un programa de entrenamiento de calidad de movimiento podría tener sobre el rendimiento neuromuscular y las mejoras en el ROM de la sentadilla.

### **VIII. Conclusión**

En el presente trabajo se encontró que en personas entrenadas la movilidad de tobillo es un factor determinante sobre el rango de movimiento de la sentadilla, sin importar el ROM de cadera. Considerando lo mencionado, a los fines de mejorar el rango de movimiento de la sentadilla, habría que priorizar la valoración de la dorsiflexión de tobillo para descartar esta limitación.

En la cadera, según los resultados encontrados, se recomiendan valores mínimos de rango total de movimiento de  $58^{\circ} \pm 9^{\circ}$  para lograr una sentadilla paralela y de  $67^{\circ} \pm 8^{\circ}$  para lograr una sentadilla profunda.

Por último, los sujetos que llegaron a sentadilla profunda obtuvieron mejores resultados en cuanto a la estabilidad de pie, rodilla y cadera.

## Referencias Bibliográficas

1. 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* [Internet]. 2020;20(1):115–24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31092132/>
2. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2001;33(9):1552–66. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11194098/>
3. Bloomquist K, Langberg H, Karlsen S, Madsgaard S, Boesen M, Raastad T. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2013;113(8):2133–42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23604798/>
4. Hartmann H, Wirth K, Klusemann M. Analysis of the load on the knee joint and vertebral column with changes in squatting depth and weight load. *Sports Med* [Internet]. 2013;43(10):993–1008. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23821469/>
5. Juan Ramon Heredia, Guillermo Peña, Jesús Rivilla. Selección de ejercicios para el entrenamiento: la seguridad y sus aplicaciones al raquis. De la reflexión a la acción - Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2014 [citado el 27 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://g-se.com/seleccion-de-ejercicios-para-el-entrenamiento-la-seguridad-y-sus-aplicaciones-al-raquis-de-la-reflexion-a-la-accion-bp-C57cfb26d9e3cf>
6. Horschig A, Sonthana K, Neff T. *The squat bible: the ultimate guide to mastering the squat and finding your true strength*. 2017.
7. Ariel Couseiro González. Lo que Todo Entrenador debe Saber: Problemas de Movilidad y Estabilidad, una tendencia generalizada. - Corpo São [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2014 [citado el 27 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://g-se.com/lo-que-todo-entrenador-debe-saber-problemas-de-movilidad-y-estabilidad-una-tendencia-generalizada-bp-x57cfb26d714da>
8. Jeronimo Milo. Continuo de movilidad estabilidad explicado fácil con graficos y videos. [Internet]. Jeronimo Milo - kettlebells, anatomía, movimiento, postura, movilidad y estabilidad

integrada. 2020 [citado el 9 de abril de 2022]. Disponible en:  
[https://jeronimomilo.com.ar/continuo\\_de\\_movilidad\\_estabilidad/](https://jeronimomilo.com.ar/continuo_de_movilidad_estabilidad/)

9. McKean MR, Dunn PK, Burkett BJ. Quantifying the movement and the influence of load in the back squat exercise. *J Strength Cond Res* [Internet]. junio de 2010;24(6):1671–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20508473/>
10. Mark Rippetoe. *Starting Strength. Basic Barbell Training*. 3<sup>er</sup> Edition. 2011.
11. Jeronimo Milo. *Fuerza-Entrenamiento-Anatomica*. CABA Ediciones. 2022.
12. Schoenfeld BJ. Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010;24(12):3497–506. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20182386/>
13. Lamontagne M, Kennedy MJ, Beaulé PE. The Effect of Cam FAI on Hip and Pelvic Motion during Maximum Squat. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2009 [citado el 11 de marzo de 2023];467(3):645–50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2635464/>
14. Coratella G, Tornatore G, Caccavale F, Longo S, Esposito F, Cè E. The Activation of Gluteal, Thigh, and Lower Back Muscles in Different Squat Variations Performed by Competitive Bodybuilders: Implications for Resistance Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [Internet]. 2021 [citado el 16 de mayo de 2023];18(2):772. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/2/772>
15. Juan Ramon Heredia, Guillermo Peña, Mauricio Moyano. *Ejercicios Bilaterales versus Unilaterales de las Extremidades Inferiores para la Mejora del Rendimiento Físico* [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2020 [citado el 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://g-se.com/ejercicios-bilaterales-versus-unilaterales-de-las-extremidades-inferiores-para-la-mejora-del-rendimiento-fisico-2759-sa-35e20ba8b4ed97>
16. Sacher, Pablo. *Máquina Smith o multipower | Mundo Entrenamiento* [Internet]. 2017 [citado el 16 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://mundoentrenamiento.com/maquina-smith-o-multipower/>
17. Juan Ramon Heredia, Guillermo Peña, Susana Moral, Victor Segarra, Felipe Isigro, Fernando Mata, et al. Criterios básicos para el diseño de programas de acondicionamiento neuromuscular saludable en centros de fitness [Internet]. *Efdeportes*. 2012 [citado el 27 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd170/disenio-de-programas-de-acondicionamiento-neuromuscular.htm>
18. Kubo K, Ikebukuro T, Yata H. Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2019;119(9):1933–42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31230110/>
19. Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo JJ, Häkkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol* (1985) [Internet]. 2006;100(5):1647–56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16410373/>

20. Gullett JC, Tillman MD, Gutierrez GM, Chow JW. A biomechanical comparison of back and front squats in healthy trained individuals. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009;23(1):284–92. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19002072/>
21. Clark MA, National Academy of Sports Medicine. Optimum performance training for the health and fitness professional: course manual [Internet]. Calabasas, CA: National Academy of Sports Medicine; 2004. Disponible en: [https://www.worldcat.org/title/optimum-performance-training-for-the-health-and-fitness-professional-course-manual/oclc/63687884&referer=brief\\_results](https://www.worldcat.org/title/optimum-performance-training-for-the-health-and-fitness-professional-course-manual/oclc/63687884&referer=brief_results)
22. Warren M, Lininger MR, Chimera NJ, Smith CA. Utility of FMS to understand injury incidence in sports: current perspectives. *Open Access J Sports Med* [Internet]. 2018;9:171–82. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30233259/>
23. Juan Ramon Heredia, Guillermo Peña. El entrenamiento de la fuerza para la mejora de la condicion fisica y la salud. Circulo rojo; 2019.
24. Juan Ramon Heredia. Check your motion: la dorsiflexión de tobillo [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2013 [citado el 11 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://g-se.com/check-your-motion-la-dorsiflexion-de-tobillo-bp-K57cfb26d66aaa>
25. Ganokroj P, Sompornpanich N, Kerdsomnuek P, Vanadurongwan B, Lertwanich P. Validity and reliability of smartphone applications for measurement of hip rotation, compared with three-dimensional motion analysis. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2021 [citado el 31 de julio de 2022];22:166. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7879637/>
26. 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* [Internet]. 2022;21(7):782–95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32022631/>
27. Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train* [Internet]. 2014;49(6):723–32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3362988/>
28. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2012;21(2):144–50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22100617/>
29. Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL. RELIABILITY OF THREE MEASURES OF ANKLE DORSIFLEXION RANGE OF MOTION. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2012 [citado el 9 de abril de 2022];7(3):279–87. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3362988/>
30. Lehr ME, Pettineo SJ, Fink ML, Meyr AJ. Closed chain dorsiflexion and the regional interdependence implications on fundamental movement patterns in collegiate athletes. *Foot (Edinb)* [Internet]. 2021;49:101835. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34417100/>

31. Cheatham SW, Stull KR, Fantigrassi M, Montel I. Hip Musculoskeletal Conditions and Associated Factors That Influence Squat Performance: A Systematic Review. *J Sport Rehabil.* el 1 de mayo de 2018;27(3):263–73.
32. Li X, Ma R, Zhou H, Thompson M, Dawson C, Nguyen J, et al. Evaluation of Hip Internal and External Rotation Range of Motion as an Injury Risk Factor for Hip, Abdominal and Groin Injuries in Professional Baseball Players. *Orthop Rev (Pavia)* [Internet]. 2015 [citado el 18 de mayo de 2023];7(4):6142. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4703912/>
33. Cheatham SW, Enseki KR, Kolber MJ. The clinical presentation of individuals with femoral acetabular impingement and labral tears: A narrative review of the evidence. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2016;20(2):346–55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27210853/>
34. Dexter RRoss, Loftis TK, Pettaway AN, Baker RT, May J. THE IMMEDIATE EFFECTS OF A TOTAL MOTION RELEASE® WARM-UP ON ACTIVE ROTATIONAL HIP RANGE OF MOTION IN OVERHEAD ATHLETES. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. diciembre de 2019 [citado el 18 de mayo de 2023];14(6):898–910. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6878872/>
35. Contreras B, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, Beardsley C, Cronin J. A Comparison of Gluteus Maximus, Biceps Femoris, and Vastus Lateralis Electromyography Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance-Trained Females. *J Appl Biomech* [Internet]. 2016;32(1):16–22. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26252837/>
36. Chulvi-Medrano I. Revisión narrativa del rol de la sentadilla en los programas de acondicionamiento neuromuscular y rehabilitación. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol* [Internet]. 2009 [citado el 18 de mayo de 2023];12(1):35–45. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-revision-narrativa-del-rol-sentadilla-S1138604509000057>

