



Facultad de medicina y ciencias de la salud
Licenciatura en kinesiología y fisioterapia

Tesis

Analizar la ejecución de la sentadilla en individuos que asisten a gimnasios

Alumno: Ignacio German Filosa

Tutor: Carlos Leoni

Buenos aires, Argentina

2021

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a toda mi familia por acompañarme en este camino tan lindo y difícil a la vez, a mi novia por apoyarme en todo momento, estoy seguro que sin ellos no podría haber llegado hasta acá.

Agradecer a todos mis profesores por las enseñanzas que me brindaron, en especial a mi tutor Carlos Leoni por tenerme paciencia y ayudarme en todo lo que necesitaba para realizar la tesis.

INDICE

RESUMEN	4
PALABRAS CLAVES	5
INTRODUCCIÓN	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	8
PROBLEMA GENERAL	10
HIPÓTESIS	11
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
MARCO TEÓRICO	15
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	15
Defectos más comunes al realizar la sentadilla.....	20
BASES TEÓRICAS	22
Sentadilla.....	22
Forma de ejecución.....	23
Proceso de la sentadilla.....	26
Ancho de cadera.....	28
Ángulo de rodillas.....	29
Posición de los pies.....	31
Consecuencias de realizar la sentadilla de forma errónea.....	32
METODOLOGÍA	35
VARIABLES Y VALORES	35
Distancia lateral entre los pies (ancho de postura)	35
Posición de los pies.....	37
Velocidad del movimiento del descenso	38
Velocidad del movimiento en el ascenso.....	38

Flexión del tronco en el descenso	39
Flexión del tronco en el ascenso.....	40
Flexión de rodilla en el descenso.....	41
PROCEDIMIENTO.....	42
INSTRUMENTO	43
MUESTRA.....	44
RESULTADOS	45
DISCUSIÓN	56
CONCLUSIÓN	58
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXO 1	63

RESUMEN

El kinesiólogo es un profesional que entre tantas funciones que puede cumplir, una de ellas es observar que el individuo que se encuentra realizando un ejercicio, lo realice de la forma adecuada, previniendo cualquier tipo de lesión. En base a sus conocimientos, se encuentra capacitado para evaluar cualquier movimiento que anatómicamente y biomecánicamente puedan generar algún tipo de lesión. El tema planteado en este trabajo, como así también su objetivo, fue evaluar cual era la forma de ejecución que utilizan en el ejercicio de la sentadilla los individuos que asisten a gimnasios y determinar sus consecuencias al realizarla de forma errónea. Se observó que los individuos que asisten a gimnasios utilizan un ancho de postura amplio con punta de pies hacia afuera en un ángulo de 24° , la velocidad de ejecución tanto en el descenso como en el ascenso fue de forma rápida, la flexión del tronco en el descenso fue de 41.8° y en el ascenso de 33° , y por último la flexión de rodillas en el descenso fue de 109° . Teniendo en cuenta estos resultados, el profesional posee la capacidad de evaluar cuales son las consecuencias que trae aparejado realizar dicho ejercicio de forma errónea.

PALABRAS CLAVES

- Sentadilla
- Ancho de cadera
- Posición de los pies
- Velocidad de ejecución
- Flexión del tronco
- Flexión de rodillas

INTRODUCCIÓN

La sentadilla es un ejercicio que se utiliza de forma habitual en gimnasios o como herramienta de rehabilitación, con un fin que abarca varios aspectos como fuerza, potencia, coordinación, velocidad y estabilidad, no solo en miembro inferior, sino en todo el cuerpo.

Si se realiza de forma correcta, es un ejercicio que trae muchos resultados positivos sobre las capacidades de cada individuo, por el contrario, si se realiza de forma incorrecta puede generar diversas lesiones.

La ejecución de la sentadilla se puede realizar sin barra, con barra colocada en trapecios, barra frontal colocada sobre manos y clavícula, y hasta existe la variante de realizarla a una pierna. Se puede agregar peso a las barras y así aumentar la intensidad de acuerdo a sus objetivos.

En este trabajo, nos centramos en la ejecución de la sentadilla tradicional con barra alta sobre trapecios y sin peso, y así poder evaluar la forma más habitual que utilizan los individuos en los gimnasios. Los mismos, en su mayoría, no poseen conocimiento teórico sobre el ejercicio en cuestión, ni tampoco el impacto que genera su mala ejecución.

El ejercicio de la sentadilla es un tema muy amplio e investigado, en este trabajo de investigación en particular se toman como variables principales, el

ancho de cadera, la posición de los pies, la velocidad de la ejecución y la flexión del tronco tanto en el descenso como en el ascenso, y por último la flexión de rodillas en el descenso.

Se identificó que las variables velocidad de ejecución, flexión del tronco y flexión de rodillas, mal realizadas, son las mayores causantes de las lesiones que se observan como resultado en los individuos que asisten a gimnasios y realizan el ejercicio de la sentadilla.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El ejercicio de sentadilla es un ejercicio primario básico que se implementa para progresión de fuerza, potencia, resistencia y estabilidad en los miembros inferiores y es uno de los más utilizados. Hay mucha información sobre la postura y la correcta ejecución de la sentadilla en individuos que asisten a gimnasios, experimentados y no experimentados y de sus resultados en tratamientos de rehabilitación. Es un ejercicio que superficialmente parece fácil de realizar y es utilizado en todo tipo de ámbito deportivo y de rehabilitación, pero llevarla a cabo correctamente requiere de conocimiento, y su mala realización no solo puede traer como consecuencia lesiones y dolores musculares, sino que también, la sentadilla puede no producir el efecto deseado, es decir, no alcanzar su verdadero fin. Por lo cual, es fundamental conocer exhaustivamente la técnica y postura específica a la hora de realizar una sentadilla. A su vez, además de la técnica, es condición sine qua non, evaluar a cada sujeto en particular, para determinar que el peso utilizado no sea excesivo, que el fortalecimiento de la zona sea el indicado y que se haga una buena planificación del entrenamiento o rehabilitación, entre otras particularidades.

La problemática, se ve reflejada en mayor medida en los gimnasios y clubes deportivos, en los cuales, generalmente, sin el conocimiento y la técnica necesaria se abusa del ejercicio por parte de los individuos que asisten. Por el contrario, en los ámbitos donde se utiliza el ejercicio para tratamientos de rehabilitación, el mismo es implementado de manera consciente y profesional.

PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la forma de ejecución que utilizan en el ejercicio de sentadilla los individuos que asisten a gimnasios?

HIPÓTESIS

El individuo que asiste a gimnasios, utiliza en la sentadilla un ancho de postura amplio con pies en abducción con una inclinación del tronco hacia adelante y una velocidad de ejecución rápida. La flexión que utiliza de rodillas es mayor a 100° y no logra ejecutar todo su recorrido con la técnica correcta.

JUSTIFICACIÓN

En base a la bibliografía especializada sobre el tema en estudio y la diversidad de artículos publicados acerca del mismo, es fundamental tener conocimiento acerca de los grados aconsejables de flexión de rodilla a la hora de realizar la sentadilla; para la prevención, fortaleciendo los miembros inferiores, para la optimización del rendimiento y por último, para evitar lesiones.

Por otro lado, en cuanto a la optimización del ejercicio, es necesario que quienes asisten a gimnasios, tomen conocimiento, en lo posible a través de un profesional, sobre las consecuencias del ejercicio realizado de forma errónea, lo cual es peligroso y puede causar lesiones serias como osteoartritis en rodilla, lesión de meniscos, compresión lumbar, entre otras.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la forma de ejecución de la sentadilla en individuos que asisten a gimnasios y determinar sus consecuencias al realizarla de forma errónea.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el Ancho de cadera y colocación de los pies en la ejecución de la sentadilla.
2. Analizar la velocidad de ejecución en la sentadilla.
3. Identificar la posición del tronco en la ejecución de la sentadilla.
4. Analizar la posición y ángulo de flexión de las rodillas en la ejecución de la sentadilla.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La sentadilla es uno de los ejercicios más habituales que se utiliza para fortalecer miembro inferior en gimnasios.

Cuando se habla de sentadilla, se suele comenzar a hablar de ella con la utilización de barra. Olvidando los conceptos básicos de la misma, con el peso corporal. Si no se aborda el movimiento de sentadilla antes de la versión del ejercicio con barra, se fracasará.

En la sentadilla, el apoyo del pie debe ser sobre talón, base del primer y quinto dedo (trípode) para obtener una adecuada distribución del peso. El ancho de postura va a depender de la anatomía de cada individuo. La posición debe permitir generar una sentadilla profunda. Al comienzo se genera una bisagra, llevando la cadera hacia atrás y el pecho hacia adelante, luego se da una rotación externa de cadera asegurando la alineación de las rodillas con los pies sin que sea excesiva en el movimiento. El tronco y el cuello deben estar

en una posición neutra y recta, con inclinación del tronco hacia adelante y el centro de gravedad debe estar sobre la mitad de los pies, que ayudará a mantener los brazos hacia adelante para una mejor estabilidad.

Su forma correcta de ejecución es con ambos pies separados a la altura de ancho de hombros, los dedos ubicados mirando al frente y orientados hacia afuera formando un ángulo de 30°, con la vista mirando al frente, rodillas paralelas durante todo el recorrido, inhalando cuando se desciende y que en todo el movimiento no se despeguen los talones del suelo (1).

La sentadilla se debe ejecutar con la espalda recta y con los músculos dorso lumbares contraídos isométricamente, tomando aire para aumentar presión abdominal y torácica, de esta manera se genera menor presión sobre discos intervertebrales.

El ejercicio de sentadilla requiere de habilidad, coordinación y equilibrio cuando las rodillas se flexionan. Se precisa una gran estabilización de la pelvis a través de una acción excéntrica de los músculos isquiotibiales, la contracción de los músculos abdominales y los lumbares paraespinal/dorsal ancho para estabilizar la posición erecta del tronco (2).

Una vez que se agrega carga externa como la barra, lo principal es la estabilidad del núcleo, que es la acción sincrónica de los músculos

abdominales, juntos con los de la espalda, cadera, cintura pélvica, diafragma y fascia. Al trabajar juntos mantienen una posición segura y estable mientras se genera el movimiento.

La posición de la barra puede ser barra alta, la cual se coloca en parte superior de hombros y parte posterior del cuello, contrayendo omoplatos y colocando barra por encima de ellos, siendo esta la manera más tradicional de realizarlo en gimnasios (3).

La barra se coloca sobre el trapecio con ambos codos hacia atrás, para evitar la flexión de la columna vertebral, inhalando al descender, generando mayor presión intrabdominal, lo cual protege el movimiento de la columna y espirando al finalizar el movimiento. Nunca se debe curvar la espalda debido a que genera mayor compresión lumbar (4).

La barra baja se coloca en parte posterior de hombros, lo mismo por encima de omoplatos, pero tres pulgadas más abajo que la barra alta, este tipo de agarre se usa en levantadores de pesas profesionales, los cuales no son objeto de análisis en este trabajo de investigación (5).

Con respecto a la rodilla se recomienda ubicar las piernas levemente abiertas, separadas poco más de ancho de hombros, con la punta de los pies mirando levemente hacia afuera, para que no haya rotación externa de tibia y menor compresión de meniscos (6) Se utiliza una flexión de rodillas de 50° (sentadilla parcial) para personas con osteocondritis de rodilla por su poco impacto en la articulación (7), por otra parte, en personas sanas se pueden realizar sentadillas con rangos de flexión de rodillas más profundos para una mayor activación muscular.

En una sentadilla completa, la flexión de la rodilla aumenta la tensión y por lo tanto la fricción anterior de la tibia. Por lo tanto, una leve flexión del tronco en sentido anterior aumentará el momento de flexión de cadera y disminuirá el momento de la rodilla (8).

La sentadilla profunda depende de la anatomía de cada persona, además de la movilidad de rodilla y cadera, está activa en mayor medida a la dorsiflexión de tobillo (9). Pero a medida que aumenta la flexión de rodilla, aumenta la tensión en articulación femorotibial y en la patelofemoral, además de generar mayor compresión en cartílago y meniscos (10).

En la sentadilla a medida que la rodilla se flexiona genera un aumento de la tensión del tendón rotuliano y el cuádriceps, y por lo tanto aumenta las fuerzas de reacción en la articulación femoropatelar (11).

Las posiciones van a depender de la altura de cada una de las personas; Si sus piernas son más largas que el tronco se recomienda una apertura de pies más amplia para un mayor recorrido en el movimiento. Siempre se busca la mayor comodidad en la ejecución de la sentadilla respetando su técnica. En caso de no tener buena estabilidad en talones no se aconseja el uso de tabla sobre estos (12); es preferible practicar la movilidad del tobillo (sobre todo su dorsiflexión) o cambiar el ancho de postura a uno más amplio, para que el tobillo tenga menor movilidad (13).

La posición de la columna al realizar la sentadilla tiene que tener una inclinación hacia adelante sin generar un aumento de la lordosis lumbar, siempre manteniendo una tensión en los músculos paravertebrales (14).

En cuanto a la activación muscular utilizando un rango de flexión de rodilla de 90 a 100° se obtiene un máximo de activación de los músculos de cuádriceps, isquiotibiales, gastrocnemio y tibial anterior (15). Realizando la sentadilla a una sola pierna (con la pierna contraria en apoyo y extendida) se genera mayor activación de cuádriceps e isquiotibiales que en una sentadilla tradicional (16). También varía en la velocidad de ejecución donde es mejor realizar la sentadilla de forma lenta y controlada que a una alta velocidad, lo cual genera mayor tensión en el tendón rotuliano (17). En una sentadilla isométrica con un ángulo de flexión de rodilla de 90° se obtiene mayor activación de cuádriceps y glúteo mayor, mientras que a 140° disminuye la activación (18).

Gran cantidad de investigaciones sobre el tema, concuerdan en que ésta es la forma correcta de ejecución de la sentadilla para evitar lesiones. Por lo cual, la forma de prevenir dichas lesiones, es tener el conocimiento descrito en los párrafos anteriores para realizar el ejercicio con la técnica adecuada.

Existen una serie de lesiones que se pueden producir durante la ejecución de la sentadilla, éstas pueden tener diferentes orígenes como una técnica mal ejecutada, peso excesivo durante el entrenamiento, falta de fortalecimiento, una mala planificación entre otras. Por ejemplo, la lumbalgia, se da cuando no hay una apropiada estabilización de glúteos y pelvis, y hay una utilización de carga excesiva provocando un desbalance mayor (19).

Defectos más comunes al realizar la sentadilla

Arqueo de la espalda baja: si una persona posee abdominales y glúteos débiles, esta llevara a un giro anterior pélvico y acentuar la lordosis. Si la porción superior del glúteo y las abdominales inferiores no ejercen la tensión

suficiente para girar la pelvis hacia atrás, predomina la posición de rotación anterior de la pelvis y la espalda queda excesivamente arqueada

Giro interno de rodilla: un tensor de la fascia lata tenso vence la función de rotadora externo del glúteo mayor y provoca la rotación interna del fémur. Los aductores tensos y la inhibición de los abductores pueden causar la inclinación de las rodillas hacia adentro. Esto puede llevar a un dolor en los ligamentos laterales de la rodilla.

Rotación externa y pronación del pie: si el fémur y la tibia están internamente rotados, y uno debe permanecer balanceado, la compensación debe ocurrir más debajo generando rotación externa de tobillo.

No sobrepasar con las rodillas la punta de los pies: en una sentadilla bien realizada, las rodillas siempre pasaran por delante de la punta de los pies, porque es la única forma de lograr profundidad manteniendo el tronco erguido. Si las rodillas permanecen directamente sobre los pies en la sentadilla, el centro de gravedad estará desplazado hacia atrás, y la persona pierde el equilibrio antes de llegar a ascender. De esta manera si no sobrepasa la punta de los dedos del pie, está obligado a inclinar el tronco abruptamente hacia adelante (20).

El objetivo de este estudio es analizar la postura y la forma de ejecución de la sentadilla en los individuos que asisten a gimnasios. Y poder así determinar las consecuencias físicas de dicha ejecución y a partir de este conocimiento poder prevenirlas.

BASES TEÓRICAS

Sentadilla

La sentadilla es el ejercicio más útil en gimnasios, una herramienta valiosa para desarrollar fuerza, potencia, coordinación y estabilidad. Una sentadilla correcta equilibra perfectamente todas las fuerzas alrededor de las rodillas y la cadera, usando estos músculos exactamente de la manera en que la biomecánica esquelética está diseñada para que sean utilizados, en su rango de movimiento anatómicamente completo. El equilibrio lo proporciona la interacción de los músculos posturales con la cadera y piernas, comenzando en el suelo con los pies, subiendo a la barra y controlado por el sistema nervioso central.

La sentadilla cuando se realiza de forma correcta, no solo es el ejercicio de piernas más seguro para las rodillas, sino que proporciona una mejor estabilidad en la rodilla que cualquier otro ejercicio de piernas (20).

La sentadilla se utiliza para el desarrollo de las capacidades de rendimiento por una variedad de deportes, como ejercicio de rehabilitación para las lesiones de miembro inferior y en programas post quirúrgicos.

Forma de ejecución

El Diccionario de Oxford define a la Forma de Ejecución como la realización de una acción que requiere especial habilidad.

En la sentadilla, específicamente, la Forma de Ejecución adecuada es la siguiente:

1. **Toma y agarre de la barra:** Tomar la barra redondeándola con los pulgares porque la misma puede

rotarse y con esto resbalarse significando un potencial riesgo. En cuanto al agarre no debe ser muy amplio, ya que si se consigue una flexión profunda desequilibraría al individuo hacia adelante. Tampoco debe ser muy cerrado, porque se corre el riesgo de que haya una oscilación lateral de la barra. Este agarre debe ser una distancia media entre los mencionados, variando según estructura física de cada persona, flexibilidad, largo de barra, etc. La posición de los codos debe ir hacia atrás, al elevarlos ayuda a que se tensionen trapecios y deltoides, mejorando la extensión torácica.

2. **Posición de los pies:** Los pies deben estar separados entre sí a una distancia equivalente al ancho de hombros, los dedos mirando al frente y orientados ligeramente hacia afuera formando un Angulo de 30°.

3. **Apertura de piernas:** Se recomienda ubicar las piernas levemente abiertas, separadas poco más del ancho de hombros, con la punta de los pies mirando levemente hacia afuera

4. **Distribución del peso corporal:** Debe distribuirse de forma equilibrada sobre los pies y a su vez

estos deben estar en la misma línea, no uno más adelantado que otro, manteniendo en todo momento el contacto de los talones con el suelo.

5. **Posición de la cabeza y el torso:** La vista debe ser hacia adelante, con la pera y la cabeza alineada naturalmente con la columna. No se debe mirar hacia abajo, ya que de esta manera perdemos el equilibrio y tendemos a redondear la columna hacia afuera.

6. **Core:** contraer los músculos de la espalda baja para fijar el tronco en la posición adecuada. Se recomienda realizar una inspiración profunda, y al mismo tiempo contraer los músculos abdominales. La respiración profunda es para aumentar presión torácica y abdominal y así mantener la estabilidad lumbar.

7. **Mantener el torso recto:** si la sentadilla es ejecutada con la espalda derecha y los músculos dorso lumbares contraídos isométricamente, el peso es soportado por la columna y estos músculos ayudan a que se genere una menor presión sobre los discos intervertebrales.

8. **Rodillas:** siguen la línea del pie y deben sobrepasar la punta de los pies para una sentadilla saludable y funcional. No deben rotarse hacia adentro. La falta flexión

dorsal del tobillo es el limitante para un correcto patrón de movimiento.

9. **Profundidad:** la mayor o menor flexión dependerá de la movilidad articular de cada sujeto. La sugerencia es que las personas con rodillas saludables realicen la sentadilla con flexión de entre 0 a 100°.

10. **Velocidad de ejecución:** en la fase de flexión (excéntrica) en su totalidad debe ser lento y controlado. Cuando llega al límite que genere un rebote, siempre con tensión en isquiotibiales así no se adelantan las rodillas.

Proceso de la sentadilla

- **Fase de descenso:** Es la primera fase del proceso que consiste en establecer un ancho de postura cómodo para realizar una sentadilla completa. Los 3 puntos del pie nombrados anteriormente deben estar activados. Luego generar una rotación

externa de cadera, al contraer glúteos se genera un torque en la cadera que alinea la rodilla con los dedos de los pies. A continuación, respirar profundamente para aumentar presión intrabdominal y torácica. El último paso es generar bisagra de cadera, empujando ligeramente cadera hacia atrás llevando el pecho hacia adelante. La columna se inclina de forma vertical y las rodillas van a sobrepasar los dedos de los pies.

- **Rebote:** Cuando llega al máximo del descenso de la sentadilla, genera un rebote de inmediato para ascender, siempre manteniendo la tensión en isquiotibiales así no se adelantan las rodillas. Este movimiento favorece la viscoelasticidad en tendones y ligamentos de miembro inferior.

- **Fase de ascenso:** Luego del rebote comienza el ascenso, en el cual la cadera y el pecho deben elevarse al mismo tiempo. Siempre manteniendo la tensión para no colapsar con la espalda hacia adelante, además la respiración no se libera hasta finalizar esta fase, ya que si no se va a perder la estabilidad lumbar (21).

Ancho de cadera

El ancho de cadera es la distancia lateral entre los pies. Es importante establecer correctamente la apertura de los mismos. Debe ser aquella en la que el individuo se sienta cómodo. Se recomienda ubicar las piernas levemente abiertas, separadas poco más del ancho de hombros (21).

Una vez que se logra el Ancho de Cadera adecuado, se generan en la cadera dos movimientos: La abducción y la rotación externa:

La abducción de cadera dirige el miembro inferior hacia fuera y lo aleja del plano de simetría del cuerpo. La máxima amplitud de abducción de una cadera es de 45° . la abducción se encuentra limitada por el impacto ósea del cuello del fémur con la caja cotiloidea, aunque antes que esto ocurra intervienen los músculos aductores y los ligamentos ilio y pubofemorales (22).

La rotación externa de cadera es el movimiento que dirige la punta del pie hacia fuera. Cuando la rodilla está totalmente extendida no existe ningún movimiento de rotación en la misma, siendo la cadera, en este caso, la única responsable de los movimientos de rotación. La amplitud máxima en la rotación externa es de 60° (22).

En el plano frontal, es en el que se ejecutan los movimientos de abducción y rotación externa.

Ángulo de rodillas

La articulación de la rodilla está formada por el extremo distal del fémur, el extremo proximal de la tibia y los meniscos interpuestos entre ellos, lo cual da simetría a la rodilla y ayuda a su lubricación. Los ligamentos y músculos rodean la articulación. Su movimiento es básicamente el de flexión y extensión, con un mínimo de rotación.

La extensión de rodillas es el movimiento que aleja la cara posterior de la pierna de la cara posterior del muslo. No existe una extensión absoluta ya que en la posición de referencia el miembro inferior ya está en su máximo estado de alargamiento. Si embargo, es posible realizar sobre todo de forma pasiva un movimiento de extensión de 5 a 10°.

La flexión es el movimiento que aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. La flexión activa alcanza los 140° si la cadera

esta previamente flexionada, y únicamente a 120° si la cadera está en extensión. La flexión pasiva de la rodilla alcanza una amplitud de 160° y permite que el talón contacte con la nalga.

La rotación de la pierna alrededor de su eje longitudinal, este movimiento solo se puede realizar con la rodilla flexionada, mientras que con la rodilla extendida el bloqueo articular une el fémur con la tibia. La rotación interna dirige la punta del pie hacia dentro e interviene en gran parte en el movimiento de aducción del pie. La rotación externa dirige la punta del pie hacia fuera e interviene en el movimiento de abducción del pie. La rotación externa es de 40° y la interna de 30°. Esta amplitud varía con el grado de flexión, ya que la rotación externa es de 32° cuando la rodilla está flexionada y de 42° cuando está flexionada en un ángulo recto. Existe una rotación “automática” involuntaria relacionada con el movimiento de flexo extensión, tiene lugar en los últimos grados de extensión y al inicio de la flexión. Cuando la rodilla se extiende, el pie se ve arrastrado hacia la rotación externa, a la inversa cuando la rodilla está flexionada, la pierna gira en rotación interna (23).

La sentadilla puede realizarse con distintos grados de flexión de rodilla, como la media sentadilla o completa. La media sentadilla consiste en bajar hasta que los muslos estén paralelos al suelo, con una flexión de rodilla aproximadamente de 0° a 100°. Una sentadilla se puede considerar completa si se sobrepasa, aunque sea ligeramente, la horizontal del muslo con respecto al suelo. La mayor o menor flexión dependerá de la movilidad articular de cada sujeto.

Posición de los pies

El pie es una compleja unidad integrada por 26 huesos que soportan el peso del cuerpo en la posición erecta, además de que sirven para el transporte del organismo. Dichos huesos incluyen catorce falanges, cinco metatarsiano, y los siete huesos del tarso. Es factible dividirlo en tres segmentos funcionales, a saber: el posterior, situado directamente por debajo de la tibia, a la cual sostiene, y en el que se cuentan el astrágalo, en el extremo posterior del pie, y el calcáneo. El segmento medio incluye cinco huesos de tarso, y el segmento anterior del pie, consiste en cinco metatarsianos y catorce falanges.

Además de los movimientos de flexión y extensión del tobillo, el pie puede realizar movimientos de aducción y abducción. La aducción es cuando la punta del pie se dirige hacia dentro, y en la abducción es cuando la punta del pie se dirige hacia fuera. La amplitud total del movimiento de abducción-aducción realizados en el pie tan solo es de 35° a 45° , sin embargo, estos movimientos de la punta del pie en el plano horizontal pueden ser producto de la rotación interna-externa de la pierna (rodilla flexionada) o de la rotación de todo el miembro inferior a partir de la cadera (rodilla extendida).

En torno al eje longitudinal el pie gira de tal forma que la planta se orienta bien hacia dentro, se define este movimiento como supinación, o hacia fuera y entonces se denomina pronación. La amplitud de la supinación es de 52° , mayor que la de pronación que es de 25 a 30° . Los movimientos de

aducción van acompañados de supinación y una ligera extensión, estos tres componentes caracterizan la posición de inversión del pie. Si una rotación externa de rodilla compensa la aducción, entonces solo se puede observar un movimiento aparentemente puro de supinación. En el otro sentido la abducción se acompaña de la pronación y flexión, esta es la posición de eversión del pie. Si una rotación interna de rodilla oculta la abducción, entonces solo se puede observar un movimiento aparentemente puro de pronación (24).

Consecuencias de realizar la sentadilla de forma errónea

- **Lumbalgia:** a medida que aumenta la flexión de columna, aumenta la presión sobre los discos intervertebrales lumbares principalmente. Si a esto sumamos el aporte externo como la barra y peso, la presión es aún mayor. Lo mismo si no mantenemos una tensión adecuada en los músculos paravertebrales, y una estabilidad del núcleo adecuada genera una desprotección sobre la columna exponiendo aún más los discos intervertebrales. Las patologías lumbares que pueden aparecer son varias como pinzamiento, deshidratación entre discos, abombamiento, espondilolistesis, espondilólisis, hernia lumbar, entre otra.

- **Rodilla:** Durante la sentadilla se generan fuerzas de cizalla posteriores bajas a moderadas, controladas principalmente por el ligamento cruzado posterior (LCP) en todos los ángulos de flexión de rodilla durante la sentadilla. Fuerzas de cizalla bajas anteriores, controladas principalmente por el ligamento cruzado anterior (LCA), se generaron entre los 0° y 60° de flexión de la rodilla. La fuerza de compresión patelofemoral y las fuerzas tibiofemorales compresivas y de cizalla aumentaron progresivamente a medida que las rodillas se flexionaban y disminuyeron a medida que las rodillas se extendían, alcanzando valores máximos cerca de la flexión máxima de rodilla. Por lo tanto, realizar la sentadilla en el rango funcional entre 0 y 50° de flexión de la rodilla puede ser apropiado para muchos pacientes que están realizando rehabilitación de la rodilla, porque las fuerzas fueron mínimas en el rango funcional. Las actividades de cuádriceps, isquiotibiales y gastrocnemio generalmente aumentan a medida que aumentaba la flexión de la rodilla, lo que apoya la sugerencia de que las personas que asisten a gimnasios con rodillas saludables realicen sentadilla paralela (muslos paralelos al suelo con flexión máxima de rodilla) con flexión de la rodilla entre 0° y 100°.

A medida que aumenta la flexión de rodilla, aumenta la tensión sobre los meniscos, cartílago y articulación patelofemoral, pudiendo así generar osteoartritis de rodilla. Otra de las causas de lesión de meniscos es en el valgo y varo de rodilla, donde en el valgo vamos a generar mayor compresión sobre menisco interno, y en el varo mayor compresión sobre menisco externo, esto va a depender de la carga externa y la profundidad de la sentadilla.

- **Tendinopatía rotuliana:** la velocidad durante un ejercicio de sentadilla con carga influye significativamente en la tensión y la fuerza del tendón durante el movimiento. Las propiedades viscosas del tendón solo afectaron significativamente el comportamiento de la unión miotendinosa durante la fase de carga excéntrica inicial, en el gran rango de movimiento. Durante la fase concéntrica no influye en el alargamiento del tendón. Al aumentar la velocidad de ejecución, aumenta la tensión en el tendón rotuliano (25).

METODOLOGÍA

Lugar y fecha: Buenos aires, Quilmes, octubre 2021.

Tipo de estudio: Observacional descriptivo.

VARIABLES Y VALORES

Distancia lateral entre los pies (ancho de postura)

Se evalúa a través de la distancia lateral entre los centros de La articulación del tobillo izquierdo y derecho

Valores:

Posición estrecha: la distancia entre los maléolos medios es igual a la distancia entre las crestas iliacas.

Neutra: Donde ambas espinas iliacas anterosuperiores se encuentran en la misma distancia, con los maléolos medios.

Amplia: Es el doble de la distancia entre las espinas iliacas anterosuperiores. Donde ambos maléolos están hacia afuera en relación a la posición neutra.

Procedimiento: a través de una filmación de frente se le pide que realice una sentadilla de forma completa, evaluando el descenso y ascenso hasta finalizar. Esta filmación luego se carga al programa kinovea.

Posición de los pies

Valores:

Neutra: Es cuando el eje longitudinal "Y" se encuentra en 0°, junto con el complejo articular del retropié.

Abducción: Es cuando las articulaciones que se encuentran en el eje longitudinal "Y" se dirigen hacia afuera. Mayor a 0° hasta los 45°.

Procedimiento: Se coloca al individuo de frente, indicándole que realice la sentadilla para evaluar en el descenso y ascenso, la posición de los pies en todo el recorrido mientras es registrado mediante una filmación. Se utilizará el programa kinovea para evaluar los grados de movilidad del pie.

Velocidad del movimiento del descenso

Valores:

Lento: Cuando demora 2 segundos o más.

Rápido: Cuando demora menos de 2 segundos

Procedimiento: Con la utilización de un cronometro, se le indica a la persona que comience el descenso. Activando el cronometro al comienzo y deteniéndolo cuando finaliza la fase de descenso.

Velocidad del movimiento en el ascenso.

Valores:

Lento: Cuando demora 2 segundos o más.

Rápido: Cuando demora menos de 2 segundos.

Procedimiento: Con la utilización de un cronometro, se le indica a la persona que comience el ascenso, activando el cronometro y deteniéndolo cuando finaliza la fase de ascenso.

Flexión del tronco en el descenso

Las amplitudes de flexión y extensión del raquis dorsolumbar se consideran en conjunto entre el sacro de la cadera y el cráneo.

Valores:

0°: Se considera cuando se encuentran en línea recta la apófisis espinosa de C7 (vertebra prominente) y apófisis espinosa de S1.

Flexión: 0-80°

Extensión: 0-30°

Procedimiento: Se evalúa al individuo en el plano sagital, a través de una filmación se le pide que realice una sentadilla hasta finalizar el descenso. La filmación se evalúa en el programa kinovea.

Flexión del tronco en el ascenso

Valores:

0°

Flexion:0-80°

Extensión: 0-30°

Procedimiento: Se evalúa a la persona en el plano sagital y se le solicita que realice una sentadilla hasta finalizar el ascenso, dicho

procedimiento será registrado a través de una filmación, la cual será evaluada con el programa kinovea.

Flexión de rodilla en el descenso

La flexión es el movimiento que aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo.

Valores: 0-140°

Procedimiento: Se evalúa al individuo en el plano sagital y se le solicita que realice una sentadilla de forma completa, tanto en descenso como en ascenso, donde lo único que se va a tomar en cuenta es el descenso. El procedimiento será registrado mediante una filmación, la cual se evalúa en el programa kinovea.

PROCEDIMIENTO

En primer lugar, se colocará la barra en el rack de acuerdo a la altura de cada individuo. Con una cinta se marcará en el suelo, donde se tienen que colocar, y, por último, se indicará que a la señal de “inicio” comiencen con la ejecución de la sentadilla.

Además, se utilizará como herramienta el programa Kinovea para las fotos y videos, sobre las siguientes variables: el ancho de postura, colocación de los pies, posición del tronco, velocidad en la ejecución y el grado de flexión de las rodillas.

Se les solicitará que se coloquen de perfil y realicen la sentadilla de la forma que habitualmente la hacen, para evaluar el descenso y ascenso.

INSTRUMENTO

- Software Kinovea setup 07.10: software de análisis de videos y fotos.
- Planilla de observación: se anotarán los resultados obtenidos, luego de medir los ángulos con el programa kinovea.
- Cámara de fotos.
- Trípode.

MUESTRA

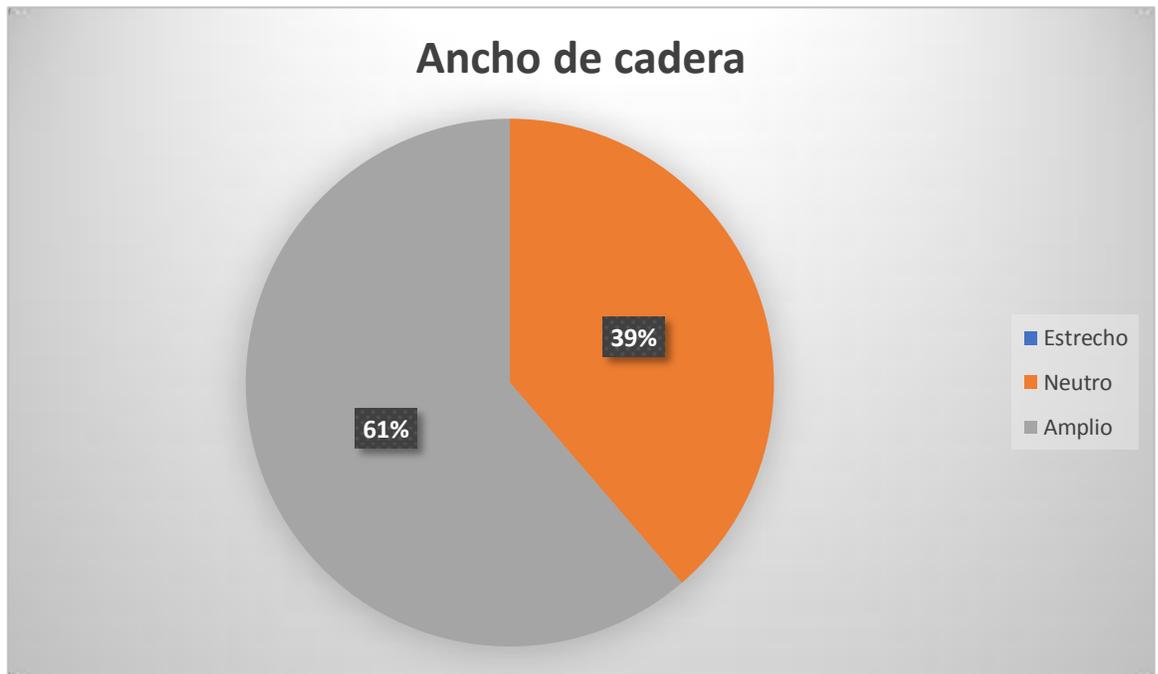
Se llevará a cabo una evaluación sobre 30 individuos con edad de 25 a 40 años que entrenan un promedio de 3 a 4 veces por semana, con una intensidad de aproximadamente 1 hora por entrenamiento. Realizarán sentadillas con barra de la forma en que habitualmente las hacen en sus gimnasios.

Requisitos

Poseer indumentaria deportiva adecuada, no utilizar peso en la barra, realizar descenso y ascenso para volver a la fase inicial. Además, deberán realizar 5 sentadillas para entrar en calor antes de comenzar la sentadilla a medir.

Al finalizar la observación y evaluación de los 10 individuos, a través de las variables mencionadas en el punto variables, se detectará quienes la realizan de forma adecuada y quienes no.

RESULTADOS

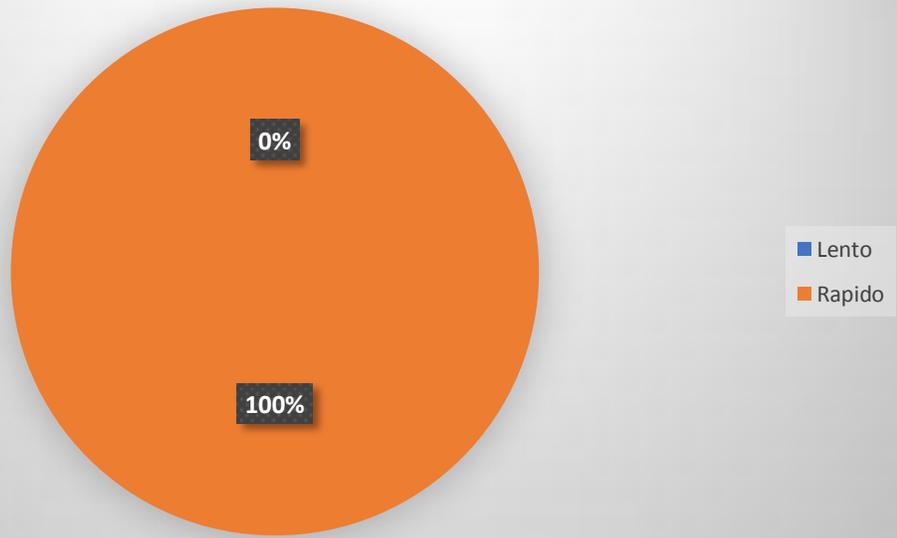


Participantes	Colocación de los pies
Individuo 1	31
Individuo 2	36
Individuo 3	25
Individuo 4	30
Individuo 5	20
Individuo 6	30
Individuo 7	15
Individuo 8	20
Individuo 9	25

Individuo 10	25
Individuo 11	21
Individuo 12	20
Individuo 13	15
Individuo 14	25
Individuo 15	35
Individuo 16	20
Individuo 17	25
Individuo 18	15
Individuo 19	35
Individuo 20	25
Individuo 21	30
Individuo 22	25
Individuo 23	14
Individuo 24	30
Individuo 25	25
Individuo 26	25
Individuo 27	35
Individuo 28	16
Individuo 29	30
Individuo 30	23
Promedio	24.87

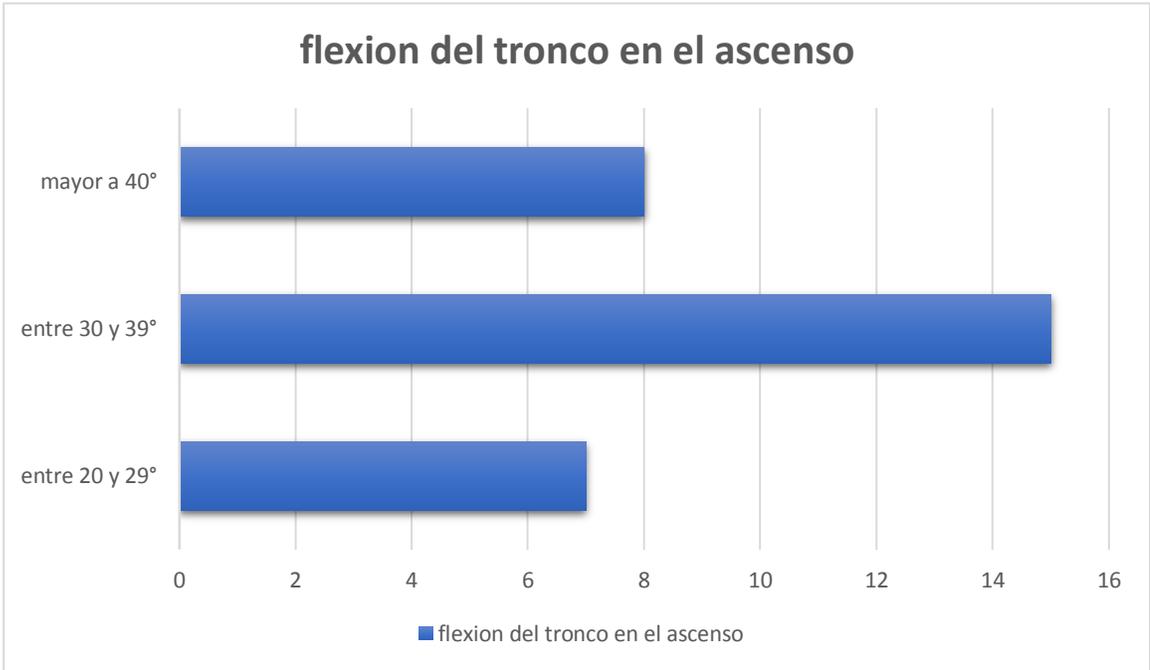
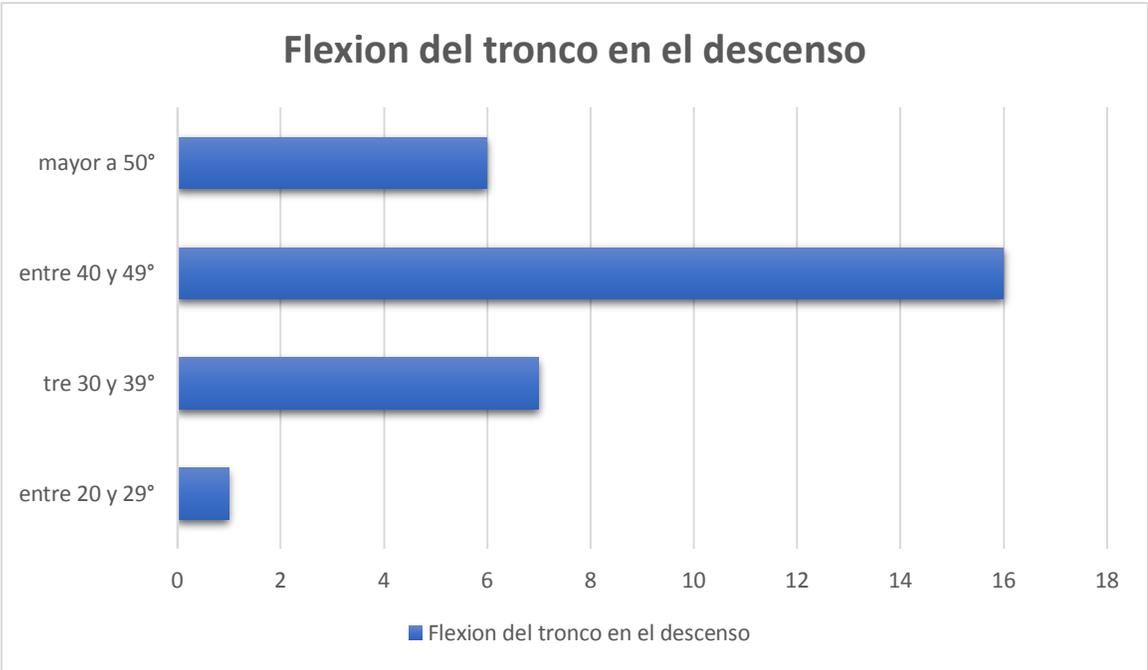


velocidad en el ascenso



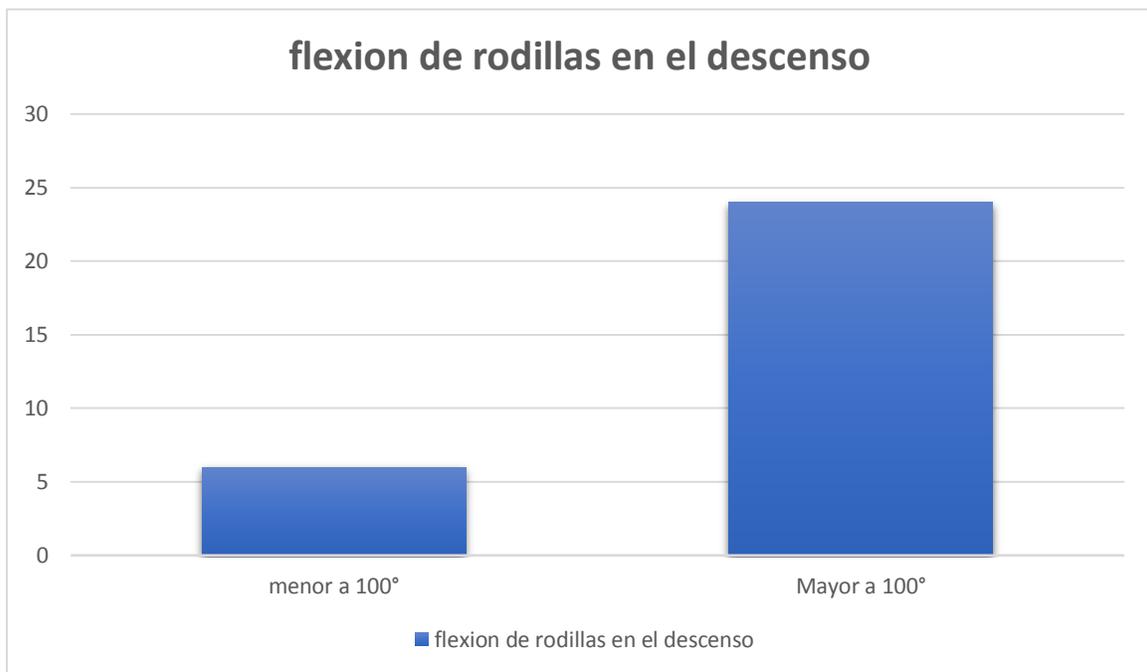
Participantes	Flexión del tronco en descenso	Flexión del tronco en ascenso
Individuo 1	50	45
Individuo 2	46	38
Individuo 3	40	30
Individuo 4	55	45
Individuo 5	30	25
Individuo 6	45	38
Individuo 7	35	28
Individuo 8	45	35
Individuo 9	40	30
Individuo 10	50	40
Individuo 11	50	40
Individuo 12	35	30
Individuo 13	30	25
Individuo 14	40	30
Individuo 15	45	35
Individuo 16	50	45
Individuo 17	48	36
Individuo 18	30	25
Individuo 19	45	35
Individuo 20	35	25
Individuo 21	40	30
Individuo 22	45	30
Individuo 23	25	20
Individuo 24	50	40
Individuo 25	45	35
Individuo 26	40	40
Individuo 27	50	40

Individuo 28	30	20
Individuo 29	45	35
Individuo 30	40	30
Promedio	41.8	33.33



Participantes	Flexión de rodillas en el descenso
Individuo 1	115
Individuo 2	120
Individuo 3	110
Individuo 4	130
Individuo 5	100
Individuo 6	110
Individuo 7	90
Individuo 8	120
Individuo 9	115
Individuo 10	110
Individuo 11	110
Individuo 12	90
Individuo 13	95
Individuo 14	100
Individuo 15	115
Individuo 16	120
Individuo 17	124
Individuo 18	95
Individuo 19	110
Individuo 20	105
Individuo 21	100
Individuo 22	115
Individuo 23	90
Individuo 24	130
Individuo 25	110

Individuo 26	110
Individuo 27	125
Individuo 28	95
Individuo 29	130
Individuo 30	100
Promedio	109.63



En este trabajo de investigación se evaluaron 30 individuos en total, de entre 25 y 40 años.

Según la observación en el plano frontal del ancho de cadera, de los 30 individuos, 18 utilizaron un ancho de cadera amplio y 12 de ellos un ancho de cadera neutro. Siguiendo en el plano frontal observamos que 25 individuos colocaron el pie hacia afuera entre 16-35°, 4 entre 10-15° y solo uno entre 36-45°, con un promedio en total de 24.87°.

En el plano sagital observamos la velocidad de ejecución en el descenso de la sentadilla, donde solo 3 personas realizaron de forma lenta el descenso y 27 de forma rápida. En la velocidad de ejecución en el ascenso, los 30 individuos lo realizaron de forma rápida. Siguiendo en el plano sagital observamos que la flexión del tronco en el descenso tuvo un promedio de 41.8° y la flexión del tronco en el ascenso de 33°.

Por último, en el plano sagital observamos la flexión de rodillas en el descenso, donde 24 individuos realizaron una flexión de rodillas mayor a 100° y solo 6 menor a 100°, con un promedio de 109.63°.

Una vez analizado y procesado todos los datos obtenidos, se observa que la mayoría de los individuos adopta un ancho de postura amplio con una un ángulo del pie hacia afuera de 24°, lo que lleva a una mayor movilidad de cadera y rodillas, esto se adapta de acuerdo a cada individuo en cuanto su anatomía y comodidad.

En cuanto a la velocidad de ejecución encontramos que en el descenso la mayoría lo realiza de forma rápida. Sabemos que el tendón rotuliano experimenta un alargamiento inicial en la fase excéntrica temprana en mayor medida al realizarla de forma lenta, por lo cual en la mayoría de los individuos no obtendrían este beneficio de mayor alargamiento y elasticidad en el tendón. Además, la contracción excéntrica de los isquiotibiales que necesitamos en el descenso va a estar afectada por la rapidez de la ejecución. En cuanto a la velocidad de ejecución en el ascenso, su diferencia es mayor con todos los participantes realizándola de forma rápida, lo que lleva a mayor tensión y estrés en el tendón.

Es aceptable la flexión del tronco tanto en el descenso como en el ascenso, ya que nos brinda mayor activación muscular y una mejor estabilidad. Al aumentar la flexión del tronco, aumenta la presión sobre discos intervertebrales, si no generamos una adecuada tensión sobre el Core, músculos paravertebrales y dorsal ancho. Esta flexión del tronco con la velocidad de ejecución rápida, genera que no se activen de forma adecuada estos músculos, dejando sin protección adecuada a la zona lumbar.

En la flexión de rodilla, la mayoría de los participantes realizan una flexión de rodilla mayor a 100°, esta flexión se puede realizar en personas sanas, aunque si habría una mayor compresión sobre articulación patelofemoral, meniscos y cartílago.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio es analizar la forma de ejecución de la sentadilla en individuos que asisten a gimnasios y determinar sus consecuencias al realizarla de forma errónea. El estudio se lleva a cabo en el centro de entrenamiento funcional Berlín ubicado en Quilmes, sobre 30 individuos que entrenan con una misma frecuencia de días.

Los resultados arrojados por este trabajo de investigación, concuerdan con (Silvio Lorenzetti, 2018) el cual dice que es recomendable la utilización de un ancho de postura amplio o neutro con punta de pies 20° hacia afuera, y no utilizar un ancho de postura estrecho, tampoco es recomendable la utilización de un ancho de postura amplio con pies en 0° .

En cuanto a la velocidad de ejecución, la mayoría realizó la sentadilla de forma rápida tanto en el descenso como en el ascenso lo cual según (Jacob, 2016) genera mayor tensión y estrés en el tendón rotuliano. También, hace alusión a que, el mayor alargamiento del tendón se da al comienzo del descenso (fase excéntrica) al realizarla de forma lenta la sentadilla.

En la flexión del tronco tanto en el descenso como en el ascenso, este estudio coincide con (Yu-jeongkwon, 2016) que manifiesta que la posición de la columna, al realizar la sentadilla, tiene que tener una inclinación hacia adelante sin

generar un aumento de la lordosis lumbar, siempre manteniendo la tensión en los músculos paravertebrales.

La mayoría de los individuos de la muestra realizó la flexión de rodilla en el descenso pasando los 100° (Horshing, Dr. Aaron, 2016) establece que las personas con rodillas sanas pueden realizar sentadillas profundas para una mayor activación muscular. En cambio, en cuanto a la activación muscular (Taewook Kang, 2017) hace referencia a que la flexión de rodilla hasta los 100° brinda el máximo de activación muscular en cuádriceps, isquiotibiales y glúteos, sin causar lesión alguna. En consecuencia, no es necesario pasar los 100°, ya que se obtiene un mismo resultado positivo, sin comprometer las articulaciones.

A la hora de realizar la evaluación se debe tener en cuenta que la población de estudio posee diferentes tipos de trabajo (carga horaria e intensidad), calidad nutricional y estabilidad emocional, lo cual repercute a la hora de realizar el ejercicio, variando así el nivel de fatiga e influyendo en la predisposición a posibles lesiones.

CONCLUSIÓN

La sentadilla es uno de los ejercicios más conocidos y utilizados en el ámbito deportivo y de rehabilitación, donde su propósito va a depender de la situación en que se encuentre cada individuo y el objetivo que busque en dicha ejecución.

En esta investigación se tomaron en cuenta varios puntos de vista de su ejecución, uno de ellos fue el ancho de cadera, donde la mayoría lo realizó de forma amplia con punta de pies hacia afuera en un ángulo de 24°, lo que genera una mayor movilidad de cadera y rodillas, lo cual, en caso de que el individuo no presente una adecuada movilidad y estabilidad, genera diversas lesiones como la tendinopatía rotuliana, lumbalgia, osteoartritis de rodilla.

También se evidencio que la velocidad de ejecución tanto en el descenso como en el ascenso fue rápida, lo que lleva a que la persona no tome consciencia sobre la activación adecuada del Core, cuádriceps e isquiotibiales, esto conduce a una desprotección de la zona lumbar que puede generar cualquier tipo de lumbalgia. Además, esta ejecución rápida genera mayor estrés y tensión en el tendón rotuliano de la rodilla, generando una tendinitis de tendón rotuliano.

Otra de las variables, fue la posición del tronco, en la muestra fue aceptable para una adecuada movilidad en la ejecución, pero al aumentar la flexión, aumenta la presión sobre discos intervertebrales, por lo que contribuye a generar lumbalgia.

Por último, la flexión de rodillas en el descenso, en su mayoría paso los 100°, lo que lleva a una mayor compresión de meniscos, cartílago, articulación femorotibial y femoropatelar, pudiendo así en los casos más graves y con el tiempo generar osteoartritis de rodilla.

Por todo lo anteriormente mencionado, se arriba a la conclusión de la importancia que posee que cada gimnasio o club deportivo tenga a su disposición un licenciado en kinesiología, especializado en la actividad deportiva, para así, junto a los entrenadores poder evaluar, analizar e identificar los factores de riesgo y poder prevenirlos.

En este estudio se plantea una hipótesis que se puede refutar, la cual dice que el individuo que asiste a gimnasios, utiliza en la sentadilla un ancho de postura amplio, pies en abducción, con una inclinación del tronco hacia adelante y una velocidad de ejecución rápida. La flexión que utiliza en rodillas es mayor a 100° y no logra ejecutar en todo su recorrido la técnica adecuada. Como se evidenció en los resultados, esta ejecución es muy factible que no se realice de la forma adecuada y genere lesiones.

BIBLIOGRAFÍA

Garcia Mayor J, Miguel Vergara J. knowledge and technical errors of the users or fitness center in the execution of the squat and bench press. Kronos. 2019 Nov; 18(16).

Albert M. Entrenamiento muscular excentrico en deporte y ortopedia. 1st ed.; 2000.

Murawa M, fryzowycz A, Gorwa J. Muscle activation varies between high-bar and low-bar back squat. 2020 june: p. 16.

Delavier F. Guia de los movimientos de musculacion, descripcion anatomica. 4th ed.; 2011.

Horshing DA. The Squat Bible. In Horshing DA. The Squat Bible.; 2016. p. 179.

Elisa P. two-segment foot model for the biomechanical analysis of squat. Departament of sport and sport science. 2017 April: p. 11.

Zhihong Z. Static Low-Angle Squatting Reduces the Intra-ArticularInflammatory Cytokines and Improves the Performance ofPatients with Knee Osteoarthritis. BioMed Research International. 2019 august.

screen HR. Loading patterns of the posterior cruciate Ligament in the healthy knee: a sistematic Review. university of london. 2016 november: p. 28.

Zawadka M, Smolka , Skublewska-Paszowska M, Lukasik E. How Are Squat Timing and Kinematics in The Sagittal Plane Related to Squat Depth?

Journal of Sports Science and Medicine. 2020 august;(500-507).

Han S, Ge S, Liu H, Liu R. Alterations in Three-dimensional Knee Kinematics and Kinetics during Neutral, Squeeze and Outward Squat. Journal of Human Kinetics. 2013; 39/2013,(59-66).

Prentice WE. William E. Prentice- tecnicas de rehabilitacion en la medicina deportiva. 3rd ed.

G. L. Sayers M, R. Taylor W, Lorenzetti S. The effect of increasing heel height on lower limb symmetry during the back squat in trained and novice lifters. Sayers et al. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2020;(11).

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. international journal of exercise science. 2018;(764-775).

Yu-JeongKwon. Activation of back and lower limb muscles during squat exercises with different trunk flexion. The Journal of Physical Therapy Science. 2016 Aug;(3407–3410).

Taewook K. The effect of knee flexion angles and ground conditions on the muscle activation of the lower extremity in the squat position. The Journal of Physical Therapy Science. 2017 april;(1852–1855).

Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F. Surface Electromyography Analysis of Three Squat Exercises. Journal of Human Kinetics. 2019 june; 67/2019(73-83).

Jacob E. Faster Movement Speed Results in greater tendon strain during the loaded squat exercise. Frontiers in Physiology. 2016 august; 7(1-11).

Henrique Marchetti P. Muscle Activation Differs between Three

8. Different Knee Joint-Angle Positions during a Maximal Isometric Back Squat Exercise. Journal of Sports Medicine. 2016 June; 2016(6).

Cardona Ramirez LF, Avella Chaparro RE. LA SENTADILLA: UN EJERCICIO FUNDAMENTAL EN LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE. .

0. Jaehyun L. Automatic clasification of squat posture using inertial sensors: Deep learning Aproach. 2020 January: p. 10.

g-se.com. [Online].

- 1.

Kapandji AI. A.I Kapandki Miembro inferior tomo 2. 2nd ed.

- 2.

3. Rene C. Sindromes dolorosos rodillas. segunda edicion ed. CV EmmSAd, editor. Los Angeles; 1983.

4. Rene C. Sindromes dolorosos tobillo y pie. segunda edicion ed. moderno Em, editor. Los Angeles; 1985.

5. Rippetoe M. Starting Strengter, Basica barbell training 2da edition. In.; 2007. p. 323.

6. Silvio L. How to squat? Effects of various stance widths, foot placement angles and level of experience on knee, hip and trunk motion and loading. BMC sports science, Medicine and Rehabilitation. 2018 Jun;(11).

7. Irineu L. Selective influence of maximum dynamic strength and bar-power output on team sports performance: a comprehensive study of four different disciplines. frontiers in Physiology. 2018 December; 9.

ANEXO 1

Ancho de cadera



Posición de los pies



Velocidad de ejecución en el descenso



Velocidad en el Ascenso



Flexión del tronco en el Descenso



Flexión del tronco en el ascenso



Flexión de rodillas en el descenso

