

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

"MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA"

Requisito previo para optar por el Titulo de Licenciada en Fisioterapia

Modalidad: Artículo Científico

Autora: Morales Cevallos Alison Nicole.

Tutora: Lic. Victoria Estefanía Espín Pastor

Ambato – Ecuador

Agosto 2024

APROBACION DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del Articulo Científico sobre el tema:

"MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA" desarrollado por Morales Cevallos Alison Nicole, estudiante de la Carrera de Fisioterapia, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Agosto del 2024

LA TUTORA

Firmado electrónicamente por:
VICTORIA ESTEFANIA ESPIN PASTOR

……..

Lic. Victoria Estefanía Espín Pastor

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión bibliográfica "**MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA"** como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos.

Ambato, Agosto del 2024

LA AUTORA


Firmado electrónicamente por:
ALISON NICOLE
MORALES CEVALLOS

……

Morales Cevallos Alison Nicole

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lic. Victoria Estefanía Espín Pastor con CI: 1804528428 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación bibliográfica **"MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA"** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación. Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Agosto del 2024



……

Lic. Victoria Estefanía Espín Pastor

CI: 1804528428

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Alison Nicole Morales Cevallos con CI: 1805325634 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación bibliográfica **"MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA"** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación. Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Agosto del 2024



Firmado electrónicamente por:
ALISON NICOLE
MORALES CEVALLOS

……

Alison Nicole Morales Cevallos

CI: 1805325634

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema: **"MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA"** de Alison Nicole Morales Cevallos, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Fisioterapia.

Ambato, Agosto del 2024

Para constancia firman

……

Presidente/a

PAUL FERNANDO CANTUNA VALLEJO
Firmado digitalmente por PAUL FERNANDO CANTUNA VALLEJO
Fecha: 2024.07.26 11:10:43 -05'00'

……

1er Vocal

Firmado electrónicamente por:
PAUL ADRIAN ARIAS CORDOVA

……

2do Vocal

CARTA DE ACEPTACIÓN

Sinergia Académica
ISSN: 2765-8252

CERTIFICATE OF NOTIFICATION

High Visibility Journal

ETECAM

The undersigned, Dr. Erman Santiesteban Naranjo (Ph.D), director of Editorial Tecnocientífica Americana and Sinergia Académica journal, attests that the manuscript:

Métodos de evaluación de la fuerza del cuádriceps: revisión sistemática

© **Alison Nicole Morales Cevallos, Victoria Estefanía Espín Pastor**

This title has been peer-reviewed by double-blinded academic peers, and it will be published under our publisher seal. The article will be published in volume 7, number Special 3, in May 2024.

You may consult it at: http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa

Given at Texas, on May 20th, 2024

Dr. C. Erman Santiesteban Naranjo (Ph.D)
Director
www.etecam.com
http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa

Dr. C. Kenia María Velázquez Avila (Ph.D)
Editor in Chief
www.etecam.com
http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa

Sinergia Académica is indexed in, referenced in, or has agreement with (among others) the following databases:

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo mi corazón a las personas que han sido el pilar fundamental en mi vida, quienes han sido mi fortaleza y motivación en este arduo pero gratificante camino académico.

A mis queridos padres, Edisson Morales y Alexandra Cevallos quienes con su amor infinito y sacrificios constantes me han dado las alas para volar alto y alcanzar mis sueños. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por su apoyo incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Este logro es tanto mío como de ustedes. Siendo mi madre, mi soporte en cada una de mis facetas y me ha levantado en cada tropezón, sin juzgarme. Sin duda alguna este logro es tanto mío como de ustedes.

A mis hermanos, por ser mi sostén en los momentos de duda y por sus constantes muestras de cariño y aliento. Gracias por ser mi refugio y por recordarme siempre quién soy. En especial a mi hermano Alan Morales quien me ha motivado cada día a ser un ejemplo para él.

A mis profesores y mentores, por su dedicación y paciencia al transmitirme su conocimiento y por inspirarme a ser mejor cada día. Su guía ha sido esencial en mi formación y en la concreción de este proyecto.

A mis amigos Marcela Freire, Isaac Escobar, Samantha Caicedo, Alexander Balladares y Gabriela Arroba por ser mi segunda familia y por estar siempre presentes, compartiendo risas y apoyándome en los momentos difíciles. Su amistad ha sido un regalo invaluable a lo largo de este viaje y un gran aliento para nunca rendirme pese a los momentos de oscuridad y grandes obstáculos.

Y a mi persona M.B, por ser quien ha sostenido mi mano durante el último año que se ha tornado totalmente difícil y lleno de barreras, por su amor, comprensión y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Tu presencia ha sido mi fuerza y mi refugio en los días más difíciles. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino.

Este logro no habría sido posible sin cada uno de ustedes. Con todo mi amor y gratitud, les dedico este trabajo, que es tan suyo como mío.

Alison Nicole Morales Cevallos

AGRADECIMIENTO

Este trabajo final de titulación no solo marca el cierre de una etapa académica, sino también el comienzo de un nuevo capítulo en mi vida. Hoy quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que han sido esenciales en este viaje, cuyas huellas están impresas en cada página de este proyecto.

A mis padres, Edisson Morales y Alexandra Cevallos quienes con su amor incondicional y sacrificios infinitos me han dado la fuerza y el coraje para alcanzar mis sueños. Papá, mamá, ustedes son los verdaderos artífices de este logro. Cada una de mis victorias es un reflejo de su dedicación y apoyo inquebrantable.

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida, mis confidentes y mis amigos. Su apoyo y amor han sido fundamentales en este proceso. Gracias por estar siempre ahí, por sus palabras de aliento y por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía.

A mis profesores y mentores, especialmente a la Lic. Victoria Espín Pastor, por su guía y por compartir conmigo su pasión por el conocimiento. Su dedicación y paciencia han sido cruciales en mi formación académica y personal. Su influencia va más allá de lo académico.

A mis amigos, Marcela Freire, Isaac Escobar, Samantha Caicedo, Alexander Balladares y Gabriela Arroba quienes han sido mi refugio en momentos de estrés y mis cómplices en las alegrías. Gracias por cada risa compartida, cada consejo dado y cada momento vivido juntos. Su amistad es un tesoro invaluable que llevo en mi corazón.

Y a mi persona M.B quien nunca ha soltado mi mano desde el primer momento que llego a mi vida. Gracias por tu paciencia, tu apoyo incondicional y por ser mi roca en los momentos difíciles. Tu amor me ha dado la fuerza para superar cada obstáculo y la motivación para seguir adelante. Quizás hoy ya no forme parte de mi vida, pero llevo conmigo este logro por ti.

A todos ustedes, les dedico este trabajo con todo mi corazón. Este logro es tanto suyo como mío, y sin su amor, apoyo y presencia en mi vida, nada de esto habría sido posible. Gracias por creer en mí y por acompañarme en este viaje inolvidable.

Con todo mi amor y gratitud, Alison Nicole Morales Cevallos.

“MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA DEL CUÁDRICEPS: REVISIÓN SISTEMÁTICA”

RESUMEN

La evaluación de la fuerza del cuádriceps es esencial en la rehabilitación y el deporte para diseñar programas de entrenamiento efectivos y monitorizar la recuperación. Sin embargo, existe una variedad de métodos utilizados pero su fiabilidad y validez no ha sido comprobada del todo. El objetivo de este estudio es determinar los métodos de evaluación de la fuerza del cuádriceps que sean más accesibles, fiables y válidos. Por lo tanto, se llevó a cabo una revisión sistemática basada en las directrices del método PRISMA en las bases de datos PubMed, Cochrane, Google Scholar, Medline, incluyendo un total de 15 artículos. Se detecto una notable validez y fiabilidad en las distintas configuraciones del dinamómetro de mano. No obstante, el dinamómetro isocinético tiene un excelente grado de confiabilidad y validez, aunque resulta ser muy poco accesible y costoso. Por otra parte, se esperan futuras investigaciones dentro de poblaciones patológicas.

PALABRAS CLAVES: MUSCULO CUÁDRICEPS; DINAMÓMETRO ISOCINÉTICO; DINAMÓMETRO DE MANO; FIABILIDAD; VALIDEZ; MÉTODO.

“METHODS OF ASSESSING QUADRICEPS STRENGTH: A SYSTEMATIC REVIEW”

ABSTRACT

Assessment of quadriceps strength is essential in rehabilitation and sport to design effective training programs and monitor recovery. However, there are a variety of methods used but their reliability and validity has not been fully tested. The aim of this study is to determine the most accessible, reliable and valid methods of quadriceps strength assessment. Therefore, a systematic review based on the PRISMA method guidelines was carried out in the databases PubMed, Cochrane, Google Scholar, Medline, including a total of 15 articles. A remarkable validity and reliability was detected in the different configurations of the hand-held dynamometer. Nevertheless, the isokinetic dynamometer has an excellent degree of reliability and validity, although it turns out to be very inaccessible and expensive. On the other hand, future investigations are expected within pathological populations.

KEY WORDS: QUADRICEPS MUSCLE; ISOKINETIC DYNAMOMETER; HANDHELD DYNAMOMETER; RELIABILITY; VALIDITY; METHOD”.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la fuerza muscular es un componente fundamental en la valoración funcional de los pacientes y un factor predictivo muy importante no solo de enfermedades neurológicas o trastornos musculoesqueléticos, sino también en la verificación del progreso de un programa de rehabilitación y la mejoría del desempeño deportivo(Kim et al., 2014). El cuádriceps femoral es uno de los grupos musculares más importantes del cuerpo humano, juega un papel crucial en actividades cotidianas y deportivas, incluyendo la marcha, la carrera y el salto. La evaluación precisa de la fuerza del cuádriceps es esencial para diseñar programas de entrenamiento y rehabilitación efectivos, así como para monitorizar la recuperación y el rendimiento atlético. En individuos sanos se ha informado que el cuádriceps se atrofia más rápido que otros músculos del muslo; sin embargo las razones de este hecho no se han esclarecido (El-Ansary et al., 2021).

Entre los métodos más utilizados para medir la fuerza del cuádriceps se encuentra la dinamometría isocinética y la dinamometría manual. Ambos métodos tienen sus propias ventajas y limitaciones y su elección puede depender del contexto clínico, el recurso disponible y los objetivos específicos de la evaluación (Kim et al., 2014).

La dinamometría isocinética es considerada el estándar de oro y se ha utilizado como un equipo fiable y objetivo para mediar la fuerza muscular, este método utiliza dispositivos especializados que permiten medir la fuerza y el torque producidos por un músculo o grupo muscular en un rango de movimiento especifico a una velocidad constante. Sin embargo, es costoso, requiere espacio separado, no es portátil, requiere un largo tiempo de medición y evaluador capacitado y puede imponer un gran cargo de costos a los investigadores o pacientes. Por otro lado, la dinamometría manual es una técnica más accesible y económica para medir la fuerza muscular (Park et al., 2024), aunque menos precisa y reproducible que la dinamometría isocinética, la dinamometría manual es ampliamente utilizada en la práctica clínica diaria debido a su simplicidad, portabilidad y bajo costo.

Actualmente, ambos métodos de evaluación de la fuerza del cuádriceps ofrecen información valiosa para la planificación y el seguimiento de intervenciones terapéuticas. Mientras que la dinamometría isocinética es ideal para evaluaciones detalladas y específicas, la dinamometría manual sigue siendo una herramienta valiosa para evaluaciones rápidas y prácticas. Asimismo, los últimos años varios estudios han buscado implementar diversas modificaciones al dinamómetro de mano buscando más precisión, menos incomodidad y mejorar la fiabilidad. El objetivo de esta investigación es establecer métodos de medición de la fuerza del cuádriceps que sean altamente fiables y válidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es cualitativo, llevada a cabo a través de una investigación bibliográfica en bases de datos científicas que estén relacionados con el tema de investigación como: PubMed, Cochrane, Google Scholar, Medline. Búsqueda que estuvo guiada por descriptores de salud como: "quadriceps muscle", "isokinetic dynamometer", "handheld dynamometer", "reliability", "validity", "method"; junto con la aplicación de buscadores booleanos como: AND, OR, NOT para aumentar la especificidad y obtener mejores resultados bibliográficos, los cuales se utilizarán de la siguiente manera: "Isokinetic dynamometer AND handheld dynamometer as an evaluation method", "Quadriceps strength assessment method NOT pathologies", "Isokinetic dynamometer OR handheld dynamometer how best valid AND reliable method". Las bases de datos fueron elegidas debido a la calidad y validez de la información publicada en ellas, además la búsqueda será realizada en el idioma inglés pues dichas publicaciones presentan mayor fiabilidad en sus resultados y son estudios realizados en poblaciones más grandes por lo que la información hallada tendría evidencia en varios lugares del mundo.

Criterios de inclusión:

- Artículos de los últimos 10 años.
- Artículos en inglés.
- Artículos que hayan trabajado con una población sana.
- Artículos que evalúen validez y fiabilidad.
- Artículos que hayan trabajado con participantes jóvenes o adultos.

Criterios de exclusión:

- Artículos pagados.
- Artículos de nuevos diseños que no hayan probado la validez y fiabilidad.
- Artículos de intervenciones.

Proceso de selección de estudio:

Se diseñó una ficha de recolección de datos en los que contas: título del artículo, año de publicación, población, objetivo, método utilizado, estadística y conclusión.

La clasificación y cribado se realizó en base de flujo elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticos y protocolos de metaanálisis, por sus siglas en ingles PRISMA, **figura 1,** mediante este flujograma se documenta la formación de selección de las revistas y estudios que se incluyeron para la ejecución del presente trabajo (Galvão et al., 2022).

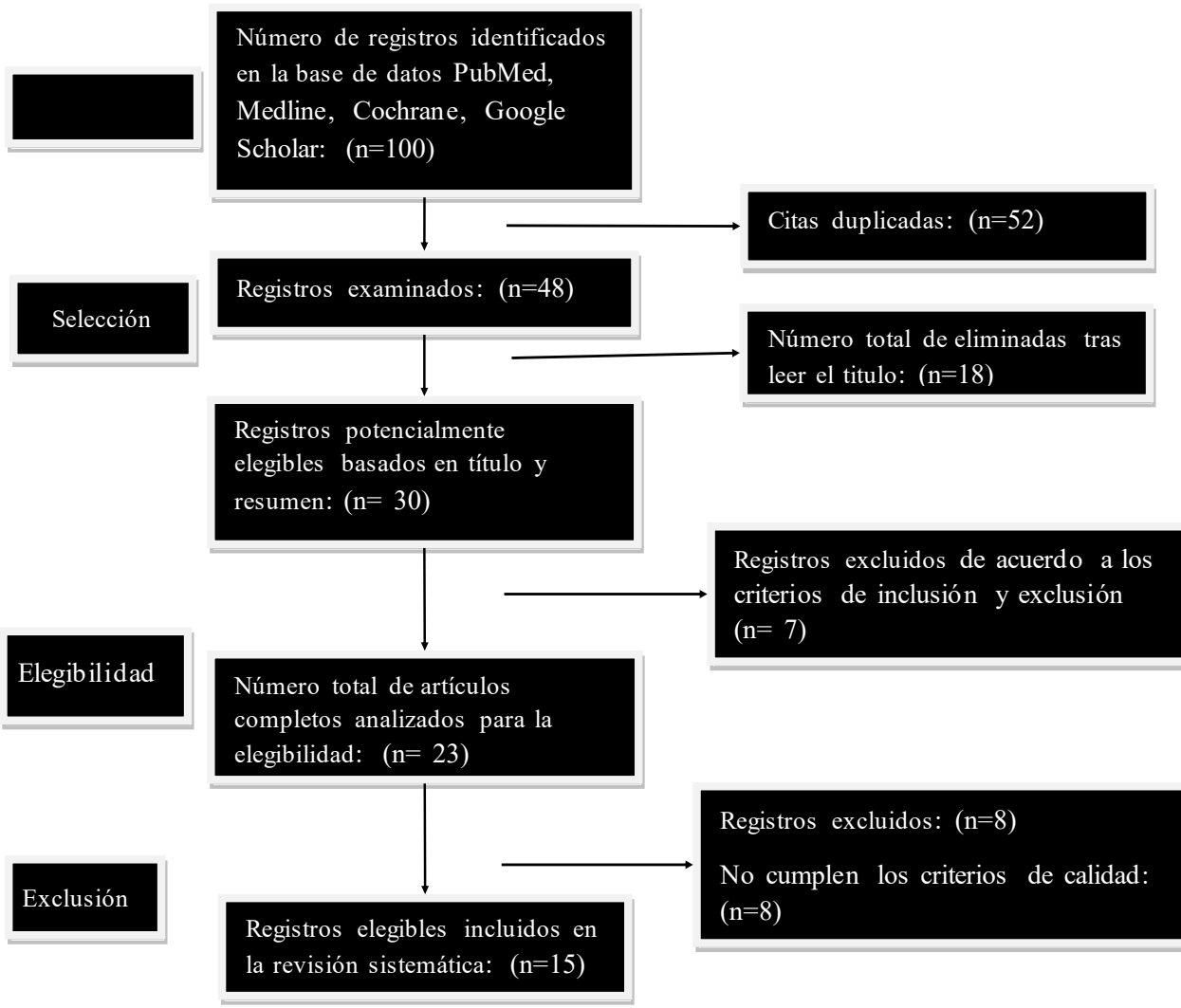


Figura 1.- Proceso de selección diagrama de PRISMA

Además, para la construcción del artículo se utilizó trabajos que tengan alto impacto, para ello se utilizó la Escala de Evidencia PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) la cual cuenta con 11 ítems que evalúan el diseño y calidad del estudio. Con un puntaje de variación de 0 a 10, donde la puntuación más alta indica mayor calidad de metodología (10).

Tabla 2. Escala de PEDro

Autores	**Once ítems**											**Total/11**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	

Hansen et al (2015)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Mondin et al (2018)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Kim et al (2014)	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	8
Muff et al (2016)	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	7
Sung et al (2019)	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	7
Hirano et al (2020)	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	7
Suzuki et al (2015)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9
Ushiyama et al (2017)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	8
Katoh et al (2015)	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	9
Moeller et al (2019)	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	9
Martins et al (2017)	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9
Garcia et al (2023)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Lesnak et al (2019)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9
Ribeiro et al (2015)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	8
Mellemkjaer et al (2024)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	9

1. Los criterios de elección fueron especificados
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (aleatoriamente)
3. La asignación fue oculta

4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes
5. Todos los sujetos fueron cegados
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados
8. Las medidas de al menos uno de los resultados fueron obtenidas de más de 85% de los participantes.
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamientos o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención a tratar"
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave

RESULTADOS

Los resultados de este estudio identifican que el dinamómetro isocinético y el dinamómetro manual (HHD) son instrumentos que se utilizan en la evaluación de fuerza muscular.

Dinamómetro isocinético

La búsqueda dentro de los 10 años obtuvo dos estudios sobre la evaluación del cuádriceps en relación a la utilización de un dinamómetro isocinético.

(de Araujo Ribeiro Alvares et al., 2015) evaluó la fiabilidad entre 2 diferentes maquinas (Biodex System 3 Pro y Cybex Humac Norm Modelo 770) no hubo una diferencia significativa ($p>0,05$) y tuvo un coeficiente de correlación intraclase de (ICC=0,88-0,92). Además, (Bader, 2017) determinó la fiabilidad intra y entre sesión de (Dinamómetro Isoforce) los cuales fueron altos y moderados (ICC=0,96 y 0,99).

Dinamómetro manual

El dinamómetro de mano ha mostrado un alto nivel de validez ($r=0,927$, $p<0,001$) y fiabilidad intra y entre evaluador (ICC=0.98 para ambos) (Sung et al., 2019).

Dentro de un estudio también se ha buscado determinar la confiabilidad del HHD con diferentes diseños, en donde la confiabilidad fue de (ICC1,1= 0,958) para el HHD-1 y (ICC1,1= 0,953) para el HHD-2 y en donde se estableció que el número de mediciones correctas son 2 veces (Katoh, 2015). Otro tipo de HHD es el dinamómetro portátil de tracción con una confiabilidad intra examinador de (ICC1,1= 0,94 – ICC1,3=0,99) y entre examinador de (ICC2,1=0,90 – ICC3,1=0,92) para la pierna derecha y (ICC2,1=0,88 – ICC3,1=0,90) para la pierna izquierda, lo que indica que la confiabilidad intra examinador es excelente y con respecto a la confiabilidad inter examinador fue de "buena" a "excelente" para ambas piernas (Suzuki, 2015).

Se han encontrado ocho artículos en donde se ha establecido la validez y fiabilidad del dinamómetro de mano en comparación con las medidas de fuerza obtenidas en un dinamómetro isocinético en donde los coeficientes de correlación entre los valores de fuerza muscular isocinética y HHD oscilaron entre: r=0,87 (IC del 95%= 0,75-0,94) a r=0,72 (IC del 95%= 0,48-0,86) (p<0,01) (Muff et al., 2016), mientras que otro estudio obtuvo una validez (p<.001, r = 0,894) del par máximo de la fuerza isométrica del cuádriceps en comparación con las medidas de fuerza isométrica obtenidas con un dinamómetro isocinético (Lesnak et al., 2019).

El dinamómetro de tracción también mostro una validez, con una excelente confiabilidad test-retest para mediciones absolutas (extremidad derecha, 0,93, IC del 95%: 0,81-0,97; extremidad izquierda, 0,89; IC del 95%: 0,71-0,96) y relativas (extremidad derecha, 0,94; IC del 95%: 0,83-0,97; extremidad izquierda, 0,88; IC del 95%: 0,69-0,95) en ambas (Garcia et al., 2023).

Así mismo, un estudio busco evidenciar la fiabilidad y validez del HHD en función de su fijación en la medición de la fuerza del cuádriceps mediante una comparación de los resultados obtenido con un dinamómetro isocinético en la que mostro una mejor validez en el método fijo, dando como resultado coeficientes de correlación de Pearson estadísticamente significativos (decúbito supino derecho: r=0,806, p<0,05; sentado derecho: r=0,473, p<0,05; decúbito supino-izquierdo: r=0,524, p<0,05) mientras que en el método no fijo no fueron estadísticamente significativos a excepción de la posición supina de la pierna izquierda (r=0,384, p<0,05). Por otro lado, ambos métodos del HHD dieron una excelente confiabilidad entre evaluadores, pero al tomar en cuenta el coeficiente de correlación intraclase (HHD fijo, 0,952-0,984; HHD

no fijo, 0,940-0,963) el método HHD fijo mostro una mayor confiabilidad (Kim et al., 2014).

Por otro lado, el HHD estabilizado con cinturón en comparación con el método estándar de medición isométrica de la fuerza muscular del cuádriceps ha obtenido una validez de (r=0,71) en hombres, (r=0,39) en mujeres y (0,78) a nivel general y una confiabilidad de (ICC= 0,93) en hombres, (ICC= 0,75) mujeres y (ICC= 0,94) a nivel general evidenciando así una alta validez y confiabilidad en hombres (Gomi et al., 2015), en comparación con otro estudio su validez también fue de (r=0,78 – 0,90) y una fiabilidad intra examinadora (ICC = 0,91-0,93), pero esta configuración tiende a producir mediciones que son aproximadamente un 23% más bajas en comparación con un dinamómetro isocinético y pude deberse a la incomodidad presentada contra la tibia (Martins et al., 2017), por lo que un estudio determinó una modificación en cuanto a la correa, no obstante obtuvo una validez (r=0.93)y una fiabilidad intra evaluador de (ICC2,1=0,93, IC del 95%: 0,84 a 0,97) siendo así una alternativa válida y fiable al dinamómetro isocinético (Hansen et al., 2015). Además, el dinamómetro manual estabilizado con cinturón también ha sido evaluado con y sin estabilización corporal, arrojando una validez (r=0,68; p<0,01) siendo también un método más conveniente que el estándar de oro (Ushiyama et al., 2017).

Dentro de esta investigación también se evidencio un novedoso método, la estación H el cual mostro una excelente fiabilidad relativa (ICC de 0,80 a 0,89), fiabilidad absoluta (ICC: 0,91) aceptable y una validez concurrente (r=0,69) de moderada a buena (Mellemkjær et al., 2024). Sin embargo, en otro estudio determinó un método no invasivo que es el esfigmomanómetro adaptado el cual mostró una buena validez (r= 0,386 derecho; r=0,431 izquierdo) y fiabilidad (ICC= 0,64 derecho; ICC= 0,81 izquierdo) a los 90° de fuerza muscular (Mondin et al., 2018).

DISCUSIÓN

Los investigadores y médicos deben recomendar el uso de herramientas de evaluación de la fuerza que tengan una validez y fiabilidad de “buena” a “excelente” para poder detectar cambios pequeños, pero clínicamente relevantes en la evaluación de la fuerza. En comparación HHD y dinamómetro isocinético su validez varia de 0,87 a 0.94 en cualquiera de sus configuraciones y ha llegado a tener valores similares a un

dinamómetro isocinético (Lesnak et al., 2019). El dinamómetro isocinético es utilizado por su validez y fiabilidad, independientemente de la fábrica o modelo. Por otro lado, ha sido una cantidad mínima de estudios que han evaluado la fiabilidad de las mediciones entre diferentes dinamómetros isocinéticos. Sin embargo, los resultados son comprometedores sin diferencia estadística, lo que indica que es posible la extra polaridad de valores individuales de una maquina a otra. Asimismo, su accesibilidad es limitada debido al costo, espacio que ocupa e incremento del valor ya sea par examinadores o paciente, lo que imposibilita su utilización.

Si bien la información recopilada proporciona una serie de datos en los que se determinó la validez y fiabilidad de cada dinamómetro, la relación entre los valores medidos usando HHD y dinamómetro isocinético se informa como la relatividad de los valores obtenidos en posiciones supinas, sentadas, ángulos de 35 y 90°, ajuste corporal posición de la maquina y modificaciones en las correas. Cada una de ellas buscando asemejar los valores de validez y confiabilidad que un dinamómetro isocinético. Por lo que en cada una de las configuraciones se ha ido comparando con el estándar de oro.

Según (Chamorro et al., 2017), es imprescindible señalar que todos los factores ya nombrados llegan a afectar la confiabilidad de las herramientas. Por lo que, el dinamómetro de mano estabilizado con correa con fijación corporal es el método con mayor validez y confiabilidad intra y entre evaluador.

Finalmente, no hay estudios que comparen HHD y dinamómetro de mano en la misma posición sentada con extremidades superiores e inferiores bilaterales para sostener el cuerpo. El método de medición de la fuerza muscular isométrica de extensión de la rodilla utilizando HHD estabilizado con cinturón debe estudiarse en la misma postura de medición para su estandarización.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el dinamómetro isocinético y el dinamómetro de mano son herramientas valiosas para la evaluación de la fuerza del cuádriceps, cada una con sus debidas ventajas y limitaciones. El dinamómetro isocinético es apropiado para una evaluación detallada y precisa en entornos clínicos y de investigación. Por otra parte, el dinamómetro de mano es más económica y rápida en una variedad de entornos. Sin

embargo, una de las configuraciones que ha tenido una validez y fiabilidad más semejante al dinamómetro isocinético es el dinamómetro de mano estabilizado con cinturón y fijación corporal danto como resultado un método más accesible y apto para una evaluación precisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bader, R. (2017). *Intrarater reliability of muscle strength and hamstring to quadriceps strength imbalance ratios during concentric , isometric and eccentric maximal voluntary contractions using the isoforce dynamometer*. *0*(Icc).

Chamorro, C., Armijo-Olivo, S., De La Fuente, C., Fuentes, J., & Javier Chirosa, L. (2017). Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: Systematic review and meta-analysis. *Open Medicine (Poland)*, *12*(1), 359–375. https://doi.org/10.1515/med-2017-0052

de Araujo Ribeiro Alvares, J. B., Rodrigues, R., de Azevedo Franke, R., da Silva, B. G. C., Pinto, R. S., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2015). Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Physical Therapy in Sport*, *16*(1), 59–65. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.04.004

El-Ansary, D., Marshall, C. J., Farragher, J., Annoni, R., Schwank, A., McFarlane, J., Bryant, A., Han, J., Webster, M., Zito, G., Parry, S., & Pranata, A. (2021). Architectural anatomy of the quadriceps and the relationship with muscle strength: An observational study utilising real-time ultrasound in healthy adults. *Journal of Anatomy*, *239*(4), 847–855. https://doi.org/10.1111/joa.13497

Galvão, T. F., Tiguman, G. M. B., Sarkis-Onofre, R., Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., … Moher, D. (2022). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Epidemiologia e Servicos de Saude*, *31*(2), 1–12. https://doi.org/10.5123/S1679-49742022000200033

Garcia, D., de Sousa Neto, I. V., de Souza Monteiro, Y., Magalhães, D. P., Ferreira, G. M. L., Grisa, R., Prestes, J., Rosa, B. V., Abrahin, O., Martins, T. M., Vidal, S. E., de Moura Andrade, R., Celes, R. S., Rolnick, N., & da Cunha Nascimento, D. (2023). Reliability and Validity of a Portable Traction Dynamometer in Knee-Strength Extension Tests: An Isometric Strength Assessment in Recreationally Active Men. *Healthcare (Switzerland)*, *11*(10). https://doi.org/10.3390/healthcare11101466

Gomi, M., Hirano, M., & Kato, M. (2015). Validity of isometric muscle strength measurements of the shoulder joint using a hand-held dynamometer and belt: A comparison with an isokinetic dynamometer. *Rigakuryoho Kagaku*, *30*(2), 317–321. https://doi.org/10.1589/rika.30.317

Hansen, E. M., McCartney, C. N., Sweeney, R. S., Palimenio, M. R., & Grindstaff, T. L. (2015). Hand-held Dynamometer Positioning Impacts Discomfort During Quadriceps Strength Testing: A Validity and Reliability Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *10*(1), 62–68. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25709864%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4325289

Katoh, M. (2015). Reliability of isometric knee extension muscle strength measurements made by a hand-held dynamometer and a belt: A comparison of two types of device. *Journal of Physical Therapy Science*, *27*(3), 851–854. https://doi.org/10.1589/jpts.27.851

Kim, W. K., Kim, D. K., Seo, K. M., & Kang, S. H. (2014). Reliability and validity of isometric knee extensor strength test with hand-held dynamometer depending on its fixation: A pilot study. *Annals of Rehabilitation Medicine*, *38*(1), 84–93. https://doi.org/10.5535/arm.2014.38.1.84

Lesnak, J., Anderson, D., Farmer, B., Katsavelis, D., & Grindstaff, T. L. (2019). Validity of Hand-Held Dynamometry in Measuring Quadriceps Strength and Rate of Torque Development. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *14*(2), 180–187. https://doi.org/10.26603/ijspt20190180

Martins, J., Da Silva, J. R., Da Silva, M. R. B., & Bevilaqua-Grossi, D. (2017). Reliability and validity of the belt-stabilized handheld dynamometer in hip-and

knee-strength tests. *Journal of Athletic Training*, *52*(9), 809–819. https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.6.04

Mellemkjær, F. H., Madeleine, P., Nørgaard, J. E., Jørgensen, M. G., & Kristiansen, M. (2024). Assessing Isometric Quadriceps and Hamstring Strength in Young Men and Women: Between-Session Reliability and Concurrent Validity. *Applied Sciences*, *14*(3), 958. https://doi.org/10.3390/app14030958

Mondin, D., Owen, J. A., Negro, M., & D'Antona, G. (2018). Validity and reliability of a non-invasive test to assess quadriceps and hamstrings strength in athletes. *Frontiers in Physiology*, *9*(November), 1–7. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01702

Muff, G., Dufour, S., Meyer, A., Severac, F., Favret, F., & Geny, B. (2016). *Comparative assessment of knee extensor and flexor muscle strength measured using a hand-held vs. isokinetic dynamometer*. 2445–2451.

Park, S., Myong, Y., Cho, M., Cho, S. Y., Lee, W. H., Oh, B. M., & Kim, S. (2024). Design and validation of a wearable dynamometry system for knee extension-flexion torque measurement. *Scientific Reports*, *14*(1), 1–10. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60985-9

Sung, K. S., Yi, Y. G., & Shin, H. I. (2019). Reliability and validity of knee extensor strength measurements using a portable dynamometer anchoring system in a supine position. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *20*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12891-019-2703-0

Suzuki, T. (2015). Reliability of measurements of knee extensor muscle strength using a pull-type hand-held dynamometer. *Journal of Physical Therapy Science*, *27*(3), 967–971. https://doi.org/10.1589/jpts.27.967

Ushiyama, N., Kurobe, Y., & Momose, K. (2017). Validity of maximal isometric knee extension strength measurements obtained via belt-stabilized hand-held dynamometry in healthy adults. *Journal of Physical Therapy Science*, *29*(11), 1987–1992. https://doi.org/10.1589/jpts.29.1987