

Confiabilidad Inter-evaluador en la Medición del Grosor Muscular y el Ángulo de Penación a través de la Evaluación Ecográfica: Estudio entre un Experto y un Kinesiólogo en Formación

Inter-Evaluator Reliability in Measurement of Muscle Thickness and Penance Angle through Ultrasound Evaluation: Comparison Study between an Expert and a Physical Therapist in Training

Hugo Tapia Gallardo¹; Mariano del Sol²; Paul Medina González¹; Máximo Escobar-Cabello¹;
Rodrigo Muñoz-Cofré³; Daniel Jerez-Mayorga^{4,5} & Rodrigo Lizama-Pérez⁶

TAPIA, G. H.; DEL SOL, M.; MEDINA, G. P.; ESCOBAR-CABELLO, M.; MUÑOZ-COFRÉ, R.; JEREZ-MAYORGA, D. & LIZAMA-PÉREZ, R. Confiabilidad inter-evaluador en la medición del grosor muscular y el ángulo de penación a través de la evaluación ecográfica: estudio entre un experto y un kinesiólogo en formación. *Int. J. Morphol.*, 41(6):1846-1851, 2023.

RESUMEN: Existen diversas formas de evaluar el músculo esquelético. Una herramienta que ha ganado relevancia es la evaluación ecográfica. Esta, permite medir el grosor muscular (GM) y el ángulo de penación (AP). Por otra parte, en la formación inicial de los Kinesiólogos es importante realizar el ejercicio de la confiabilidad en la medición en relación al experto. un procedimiento diagnóstico. Así, el objetivo de este estudio es determinar la confiabilidad inter-evaluador en la medición del GM y el AP, a través de la evaluación ecográfica, entre un experto y un kinesiólogo en formación. La capacitación contó de tres fases; el ciclo teórico, el ciclo práctico y el proceso de confiabilidad. Para este último, se realizaron 10 pruebas para cada una de las mediciones GM 1, GM 2 y GM 3 y de AP. La confiabilidad inter-evaluador en la medición de GM es buena a excelente en los tres intentos GM1 (ICC=0,81; p=0,001), GM2 (ICC=0,86; p<0,001), GM3 (ICC=0,88; <0,001). Por su parte, la confiabilidad del AP fue pobre a regular (ICC=0,21; p=0,143). Las conclusiones de esta investigación indican que existe una excelente confiabilidad inter evaluador en la medición de GM. No así, en la medición de AP, por lo que se sugiere incrementar las horas prácticas en el proceso de aprendizaje de esta medida

PALABRAS CLAVE: Grosor muscular; Ángulo de penación; onfiabilidad, Kinesiología.

INTRODUCCIÓN

La capacidad del músculo esquelético para producir energía mecánica, junto con su participación en funciones que permiten mantener la homeostasis, lo posicionan como un componente esencial en el desarrollo de la vida (Frontera & Ochala, 2015; Guderley, 2004; Pedersen & Febbraio, 2012). En consecuencia, la pérdida de sus condiciones morfológicas y funcionales aumenta la probabilidad de comorbilidades y, por ende, de mortalidad (Brown *et al.*, 2016; Narici *et al.*, 2021a, 2021b). Por esta razón, su evaluación se ha convertido en un indicador eficaz de salud en los últimos años (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019; Tosato *et al.*, 2017).

Existen diversas formas de evaluar la condición del músculo esquelético, que incluyen instrumentos para valorar

tanto su estructura como su función (Correa-de-araujo *et al.*, 2017; Fragala *et al.*, 2015; Ogawa *et al.*, 2012; Zampogna *et al.*, 2021; Rothstein, 1985). Desde una perspectiva morfológica, es posible examinar los componentes estructurales a niveles macroscópicos. Una herramienta que ha ganado relevancia recientemente para evaluar la morfología muscular es el uso de la ecografía con una sonda lineal programada en modo B. Esta técnica permite determinar parámetros de la arquitectura muscular, como el grosor muscular (GM) y el ángulo de penación (AP), los cuales se han asociado con parámetros de salud y función muscular en diferentes poblaciones (Coratella *et al.*, 2018; Lee *et al.*, 2021; Narici *et al.*, 2021b; Scanlon *et al.*, 2014; De Souza Silva *et al.*, 2018).

¹ Departamento de Kinesiología, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

² Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

³ Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

⁴ Department of Physical Education and Sports, Faculty of Sport Sciences, University of Granada, Spain.

⁵ Exercise and Rehabilitation Sciences Laboratory, School of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

⁶ Departamento de Ciencias Morfológicas, Facultad de Medicina y Ciencia, Universidad San Sebastián, General Lagos 1163, Valdivia 509000, Chile.

La ecografía ha demostrado ser confiable, para la valoración del GM en el músculo cuádriceps en diferentes contextos (Pardo *et al.*, 2018; Pinto-Ramos *et al.*, 2022; Tourel *et al.*, 2020). Sin embargo, la situación aún no está clara en lo que respecta al parámetro de AP (Liu *et al.*, 2023). Además, la variabilidad inherente al aprendizaje de la técnica ecográfica y las diferencias anatómicas individuales sugieren la necesidad de estudios adicionales de confiabilidad en la medición del parámetro de AP. En paralelo, la formación en kinesiólogía se ve afectada por situaciones clínicas que requieren confirmación exhaustiva de las decisiones. Por lo tanto, la utilización protocolizada de herramientas tecnológicas como la ecografía, permite mejorar la toma de decisiones (Jiménez Díaz, 2016).

En la formación inicial es importante inculcar en el novato el respeto por la confiabilidad de un procedimiento diagnóstico ya que esto refuerza las habilidades de autoregulación, especialmente en variables que requieren habilidades técnicas más avanzadas, como la AP, donde la autoevaluación y el ajuste de los criterios son ejercicios de reflexión clínica progresiva y permanente para reducir el error (Schön, 2010). En la formación de novatos, la utilización de estrategias didácticas que se asemejen a la realidad, permiten un mejor desarrollo de la autorregulación, la cual, junto a sus habilidades integrales, generan un control en sus conductas de aprendizaje (Núñez *et al.*, 2006; Zimmerman & Martínez-Pons, 1988; Peetrons, 2002). En este contexto, explorar estrategias de formación de examinadores competentes en el uso del examen ecográfico, resulta útil para mejorar la toma de decisiones confiables en situaciones reales. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar la confiabilidad inter-evaluador en la medición del GM y el AP, a través de la evaluación ecográfica, entre un experto y un kinesiólogo en formación.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio observacional realizado en el Laboratorio de Función-Disfunción Músculo Esquelética del Departamento de Kinesiólogía de la Universidad Católica del Maule, Chile, en el mes de agosto del 2023. El estudio se dividió en tres etapas: i) Ciclo teórico, se desarrollaron los fundamentos teóricos del examen ecográfico y las estructuras a evaluar, ii) Ciclo práctico, se generó el acercamiento al instrumento y a los protocolos de medición del examen ecográfico, y iii) Proceso de confiabilidad, el cual, consistió en las mediciones del GM y AP entre el novato y el experto. El protocolo de evaluación está documentado por el comité de Ética Científico de la Universidad de Granada (2380/CEIH/2021) y todos los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado.

Participantes. Los participantes seleccionados para este estudio cumplían los siguientes criterios: tener 18 años de edad o más, y pertenecer a la Escuela de Kinesiólogía. Se excluyó a los participantes que realizaban algún tipo de entrenamiento diario (seleccionados de alguna disciplina) y que presentaban alguna lesión neuromuscular o articular aguda al momento de la evaluación.

Procedimientos

Ciclo teórico: Dos sesiones de 1 hora de formación teórica, el objetivo principal de esta actividad fue la adquisición de conocimientos básicos de la ecografía y de las estructuras a evaluar.

Ciclo práctico: Dos sesiones de conocimientos del instrumento y repaso de los protocolos de medición.

Proceso de confiabilidad: Ejecución de 10 pruebas para cada una de las mediciones a ejecutar, 10 de GM 1 (GM1), 2 (GM2), 3 (GM3) y 10 de AP. Se siguieron los siguientes protocolos.

Grosor muscular y ángulo de penación: Se utilizaron imágenes de ultrasonido para evaluar el GM y el AP en el miembro inferior dominante de cada participante. La sonda se colocó en el eje longitudinal del músculo recto femoral (RF), y se utilizó una sonda lineal en modo B con un rango de frecuencia de 7,5 a 12 MHz a una profundidad de 10 cm (B mode Ultrasonic Diagnostic Device, Dolyph C ®). La sonda se cubrió con un gel soluble en agua para prevenir la presión en la piel. Los participantes estaban sentados con las rodillas flexionadas a 90°, se les instruyó para que relajaran sus músculos en el momento de la medición y evitaran hacer ejercicio durante 48 horas antes de la evaluación. Las mediciones se tomaron al 35 % distal de la distancia entre el punto palpable de la espina iliaca anterosuperior y el punto palpable del margen superior de la patela. Las mediciones se realizaron de forma directa, en vivo, en el mismo momento de la evaluación. Se determinó GM como la distancia entre la aponeurosis profunda y superficial. Para calcular el valor total de GM, se tomaron tres medidas en la imagen desde el límite inferior de la aponeurosis superficial hasta el límite superior de la aponeurosis profunda. La primera medición se realizó en el extremo izquierdo de la imagen, la segunda en el centro y la tercera en el extremo derecho, las cuales fueron promediadas. AP se fijó como el ángulo entre el fascículo y la aponeurosis profunda (Lizama-Pérez *et al.*, 2023). Para calcular el AP se determinaron los tres fascículos más evidentes de cada imagen, se siguieron hasta el punto de encuentro con la aponeurosis profunda y se midió el ángulo. Para calcular el valor total de AP se promediaron todas las

mediciones. Cabe destacar que este protocolo fue realizado en primera instancia por el evaluador 1 y posteriormente por el evaluador 2.

Análisis estadístico: Los datos descriptivos se presentan como media \pm desviación estándar (SD), y la normalidad se verificó mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Se utilizó el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI) para determinar la correlación entre las mediciones de GM1, GM2, GM3 y AP. La concordancia se determinó a través de las gráficas de Bland y Altman. Todos los análisis se realizaron utilizando el software GraphPad Prism (versión 8.0®, San Diego, USA). Se consideró una significación estadística de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La confiabilidad inter-evaluador test-retest se presenta en la Tabla I. Al respecto, para la medición de GM es buena a excelente. Por su parte, al medir el AP la fiabilidad es pobre a regular.

Estos resultados de confiabilidad se acompañan con una tendencia a una mayor magnitud de resultados para el evaluador A tanto en el GM como en el AP (Fig. 2). Esto se hace más evidente entre los 20 y 30 milímetros en GM tanto sobre como por debajo de la DS. Mientras que para el AP sobre los 6° la tendencia es sistemáticamente superior en el evaluador A, incluso la tendencia de esta diferencia escapa al límite superior del rango de acuerdo (Fig. 1D).

Tabla I. Confiabilidad inter-evaluador para las pruebas de grosor muscular y ángulo de penación mediante ecografía (n=10 sujetos).

Prueba	Evaluador 1	Evaluador 2	CCI (IC _{95%})	Valor p
GM1 (mm)	2,38 (2,04 – 2,72)	2,33 (2,07 – 2,58)	0,81 (0,42 – 0,95)	0,001
GM2 (mm)	2,35 (2,01 – 2,68)	2,29 (2,01 – 2,58)	0,86 (0,56 – 0,96)	<0,001
GM3 (mm)	2,33 (2,01 – 2,65)	2,31 (2,01 – 2,61)	0,88 (0,59 – 0,97)	<0,001
AP (°)	7,8 (6,6 – 8,9)	5,9 (5 – 6,8)	0,21 (-0,15 – 0,65)	0,143

Los valores se representan mediante media e intervalo de confianza al 95% (IC95%). Para la confiabilidad se utilizaron valores para medidas únicas.

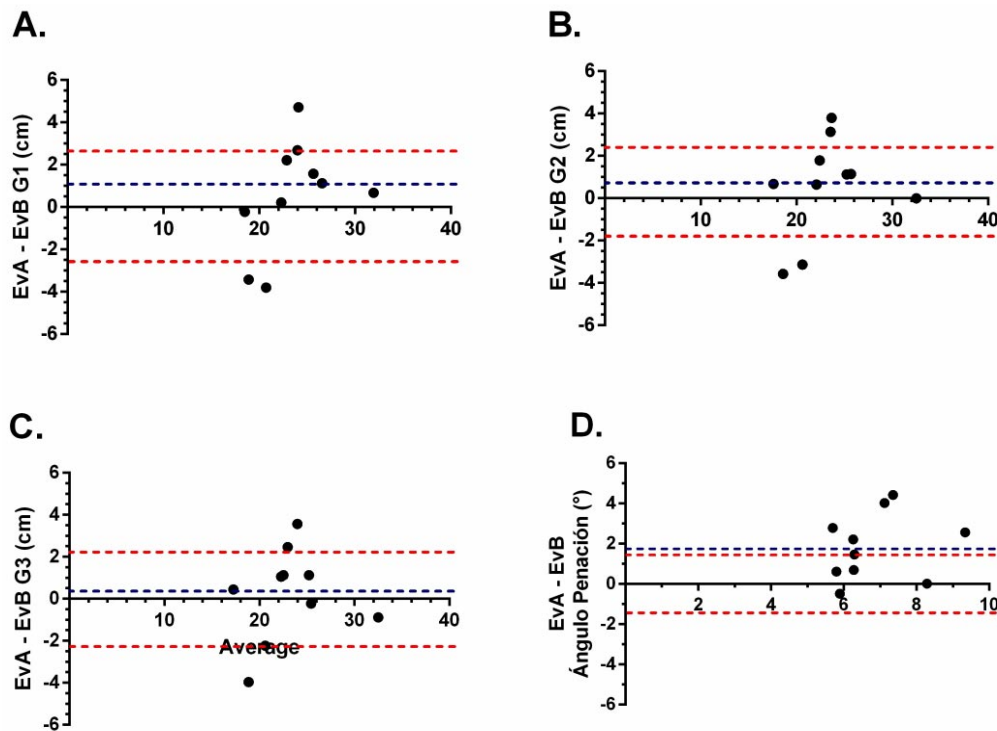


Fig. 1. Análisis de diferencias individuales para cada prueba según la diferencia de evaluador 1 menos evaluador 2. A. GM1. B. GM2. C. GM3. D. AP. Las líneas rojas representan la desviación estándar del acuerdo y la línea azul la tendencia de la diferencia a favor del evaluador A.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar la confiabilidad inter-evaluador del uso de ecografía en la determinación del GM y el AP del músculo RF. Los resultados mostraron una alta confiabilidad inter-evaluador ($p < 0,001$) en la medición de GM. Sin embargo, en lo que respecta al parámetro AP, los resultados mostraron una confiabilidad inter-evaluador menor que varía de pobre a regular. Esta discrepancia en comparación con algunos estudios (de Jesús Ferreira *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2023), donde se reportaron mejores resultados, sugiere que factores relacionados con la formación podrían estar incidiendo.

Investigaciones previas han explorado la fiabilidad del uso de ecografía en la determinación de GM. Al respecto, Pardo *et al.* (2018) reportaron una alta confiabilidad inter-evaluador ($ICC=0,88$) en mediciones de GM en pacientes hospitalizados en la Unidad de Paciente Crítico (Pardo *et al.*, 2018). Por otra parte, Tourel *et al.* (2020) reportaron una excelente fiabilidad inter-evaluador ($ICC=0,98$) al emplear un protocolo estandarizado de la configuración ecográfica en la medición de GM (Tourel *et al.* 2020). Del mismo modo, Pinto-Ramos *et al.* (2022) también encontraron una excelente fiabilidad inter-evaluador ($ICC=0,90$) en la medición de GM del recto femoral (Pinto-Ramos *et al.*, 2022). Los resultados de la presente investigación indican la existencia de una confiabilidad inter-evaluador excelente (Tabla I) para la medición del GM, por lo que, coinciden con la evidencia disponible, esto refuerza la consistencia y la validez de la ecografía como una herramienta confiable en la evaluación de GM del recto femoral.

En cuanto al AP, en este estudio se encontró una baja confiabilidad inter-evaluador para el músculo RF. En contraste con estos resultados, de Jesús Ferreira *et al.*, (2022) reportaron una buena fiabilidad inter-evaluador ($ICC=0,68$) para la medición del AP en el músculo RF (de Jesús Ferreira *et al.*, 2022). Aquí, un elemento crítico y que posiblemente influyó en la diferencia de estos resultados fue la estructura del programa de capacitación utilizado. Aunque el proceso de enseñanza-aprendizaje incluyó un ciclo teórico, un ciclo práctico y una etapa de verificación de la fiabilidad, es relevante señalar que la fase práctica consistió en dos sesiones. Esto contrasta con los dos meses de entrenamiento práctico reportados en estudios previos (Muñoz *et al.*, 2018; Muñoz *et al.*, 2019). En consideración a esto, Muñoz *et al.*, (2018) sugieren que un entrenamiento prolongado y bien estructurado puede minimizar las diferencias de habilidad entre un experto y un aprendiz. Por tanto, futuras investigaciones deberían no solo poner énfasis en la instrucción teórica y en la comprobación de fiabilidad sino

también considerar la importancia de extender la duración del entrenamiento práctico.

Es importante destacar que las mediciones de AP determinan la disposición arquitectónica y simetría de fibras musculares, cualidades que requieren de precisión en la medición, debido a la importancia de su interpretación. Una determinación imprecisa del AP, puede llevar a incomprendiones biomecánicas relevantes para la recuperación y/o el entrenamiento del movimiento y la función de los usuarios. De esta manera para un examinador novato comprender la morfología muscular junto con la exactitud de sus valoraciones tiene implicancias sustantivas en áreas como la investigación, la práctica clínica, el rendimiento deportivo y su propia formación.

Otro aspecto interesante a destacar es el uso de la sonda ecográfica en posiciones longitudinales y transversales para medir GM. Resultados previos, en el músculo vasto lateral, indican que no existen diferencias significativas ($p=0,084$) en el uso longitudinal y transversal de la sonda en las posiciones. Sin embargo, destacan la asociación entre GM y la masa magra ($r=0,547$; $p < 0,001$) de miembros inferiores con la sonda en posición transversal. Por lo que, las mediciones con la sonda transversal para medir el GM serían una mejor opción, debido a la información extra que podría entregar (Lizama *et al.*, 2023). Del mismo modo, la presente investigación, utilizó el protocolo de medición con la sonda transversal. Específicamente los resultados encontrados indicaron una confiabilidad inter-evaluador excelente en la medida del GM. En este contexto, la variable GM obtenida a través del examen ecográfico mostró ser un procedimiento de alta confiabilidad al momento del aprendizaje de la técnica, situación importante considerando el valor agregado de su rápido acceso, en comparación al escáner o la resonancia.

Dentro de las limitaciones de esta investigación, se encuentran; el poco tiempo destinado al ciclo práctico, la muestra: un n muestral mayor podría haber equilibrado la falta de horas prácticas y finalmente mejorar la base anatómica de las estructuras a evaluar. Las conclusiones de esta investigación indican que existe una excelente confiabilidad inter evaluador en la medición de GM. No así, en la medición de AP, por lo que se sugiere incrementar las horas prácticas en el proceso de aprendizaje de esta medida.

AGRADECIMIENTOS. El presente estudio tuvo apoyo financiero 2023, otorgado por el Proyecto “Capital de Apoyo Pedagógico” del Departamento de Investigación en Docencia Universitaria (DIDU) de la Universidad Católica del Maule, Chile.

TAPIA, G. H.; DEL SOL, M.; MEDINA, G. P.; ESCOBAR-CABELLO, M.; MUÑOZ-COFRÉ, R. & LIZAMA-PÉREZ, R. Inter-evaluator reliability in measurement of muscle thickness and penance angle through ultrasound evaluation: Comparison study between an expert and a Physical Therapist in training. *Int. J. Morphol.*, 41(6):1846-1851, 2023.

SUMMARY: Skeletal muscle can be assessed in a number of different ways. Consequently, ultrasound evaluation has become a relevant diagnostic tool. This procedure allows measuring muscle thickness (MT) and pennation angle (PA). Furthermore, during the initial training of physical therapists it is important in a diagnostic procedure, to exercise reliability in measurement in comparison to the expert. Therefore, the objective of this study is to determine the inter-rater reliability in the measurement of MT and PA, through ultrasound evaluation, between an expert and a physical therapist in training. This training was comprised of three phases: The theoretical cycle, the practical cycle and the reliability process. For the latter, ten different tests were performed for each of the MT 1, MT 2 and MT 3 and PA measurements. Inter-rater reliability in the MT measurement was good to excellent in the three attempts MT1 (ICC=0.81; p=0.001), MT2 (ICC=0.86; p<0.001), MT3 (ICC=0.88;<0.001). On the other hand, reliability of the PA was poor to fair (ICC=0.21; p=0.143. In conclusion, this research indicates that there is excellent inter-rater reliability in the measurement of MT. This does not however apply to the measurement of PA. It is therefore suggested that practical hours during the learning process of this measure be increased.

KEYWORDS: Muscle thickness; Penance angle; Reliability, Kinesiology.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown, J. C.; Harhay, M. O. & Harhay, M. N. The muscle quality index and mortality among males and females. *Ann. Epidemiol.*, 26(9):648-653, 2016.

Coratella, G.; Rinaldo, N. & Schena, F. Quadriceps concentric-eccentric force and muscle architecture in COPD patients vs healthy men. *Hum. Mov. Sci.*, 59:88-95, 2018.

Correa-de-Araujo, R.; Harris-Love, M. O.; Miljkovic, I. & Fragala, M. S. The Need for Standardized Assessment of Muscle Quality in Skeletal Muscle Function Deficit and Other Aging-Related Muscle Dysfunctions: A Symposium Report. *Front Physiol.*, 8:87, 2017.

Cruz-Jentoft, A. J. & Sayer, A.A. Sarcopenia. *Lancet*, 393(10191):2636-2646, 2019.

de Jesus Ferreira, L. G.; de Almeida Ventura, Á.; da Silva Almeida, I.; Mansur, H.; Babault, N.; Durigan, J. L.Q. & de Cássia Marqueti, R. Intra- and Inter-Rater Reliability and Agreement of Ultrasound Imaging of Muscle Architecture and Patellar Tendon in Post-COVID-19 Patients Who Had Experienced Moderate or Severe COVID-19 Infection. *J. Clin. Med.*, 11(23):6934, 2022.

De Souza Silva, C. R.; Dos Santos Costa, A.; Rocha, T.; De Lima, D. A. M.; Do Nascimento, T. & De Moraes, S. R. A. Quadriceps muscle architecture ultrasonography of individuals with type 2 diabetes: Reliability and applicability. *PLoS One.*, 13(10):e0205724, 2018.

Fragala, M. S.; Kenny, A. M. & Kuchel, G. A. Muscle Quality in Aging: a Multi-Dimensional Approach to Muscle Functioning with Applications for Treatment. *Sports Med.*, 45(5):641-58, 2015.

Frontera, W. R. & Ochala, J. Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. *Calcif. Tissue Int.*, 96(3):183-95, 2015.

G L K. Measurements in physical therapy by Jules M. Rothstein Clinics in Physical Therapy Vol. 7. Churchill Livingstone, 1985. *Clin Biomech (Bristol, Avon).*, 2(1):61, 1987.

Guderley, H. Locomotor performance and muscle metabolic capacities: Impact of temperature and energetic status. *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.*, 139(3):371-82, 2004.

Guermazi, A.; Roemer, F. W.; Robinson, P.; Tol, J. L.; Regatte, R. & Crema, M.D. Imaging of muscle injuries in sport medicine: Sports imaging series. *Radiology*, 282(3):646-663, 2017.

Jiménez Díaz, F. *ECO Musculo-esquelética*. Madrid, Marbán, 2016.

Kot, B. C.; Zhang, Z. J.; Lee, A. W.; Leung, V. Y. & Fu, S. N. Elastic modulus of muscle and tendon with shear wave ultrasound elastography: variations with different technical settings. *PLoS One.*, 7(8):e44348, 2012.

Lee, K. L.; Oh, T. W.; Gil, Y. C. & Kim, H. J. Correlation between muscle architecture and anaerobic power in athletes involved in different sports. *Sci Rep.*, 11(1):13332, 2021.

Lin, J.; Fessell, D. P.; Jacobson, J. A.; Weadock, W. J. & Hayes, C. W. An illustrated tutorial of musculoskeletal sonography: part 3, lower extremity. *AJR. Am. J. Roentgenol.*, 175(5):1313-21, 2000.

Liu, W.; Wu, H. D.; Ling, Y. T.; Shea, Q. T. K.; Nazari, V.; Zheng, Y. P. & Ma, C. Z. H. Reliability and validity of assessing lower-limb muscle architecture of patients with cerebral palsy (CP) using ultrasound: A systematic review. *J. Clin. Ultrasound.*, 51(7):1212-1222, 2023.

Lizama-Pérez, R.; Muñoz-Cofré, R.; Vidal-Seguel, N.; Chiroso, R. I.; Jerez-Mayorga, D.; Intelangelo, L.; Chiroso Ríos, R. L. Influence of probe position in the measurement of muscle thickness and its association with lean mass: an ultrasound study. *Int. J. Morphol.*, 41(2):640-645, 2023.

Muñoz Cofré, R.; del Sol, M.; Medina-González, P.; Martínez Saavedra, N. & Escobar-Cabello, M. Reliability in the measurement of maximum inspiratory pressure and inspiratory capacity of a physiotherapist in training. *Fisioter. Pesqui.*, 25(4):444-51, 2018.

Muñoz Cofré, R.; del Sol, M.; Villagrán, F.; Lizana, P.A.; Marzuca-Nassr, G.N. & Escobar-Cabello, M. Alcances de la confiabilidad en la medición antropométrica: un aporte para el escalonamiento de la formación competente en pregrado, una experiencia piloto. *Int. J. Morphol.*, 36(4):1298-304, 2018.

Narici, M.; McPhee, J.; Conte, M.; Franchi, M.V.; Mitchell, K.; Tagliaferri, S.; Monti, E.; Marcolin, G.; Atherton, P.J.; Smith, K.; Phillips, B.; Lund, J.; Franceschi, C.; Maggio, M., & Butler-Browne, G.S. Age-related alterations in muscle architecture are a signature of sarcopenia: the ultrasound sarcopenia index. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.*, 12(4):973-82, 2021a.

Narici, M.; McPhee, J.; Conte, M.; Franchi, M.V.; Mitchell, K.; Tagliaferri, S.; Monti, E.; Marcolin, G.; Atherton, P.J.; Smith, K.; Phillips, B.; Lund, J.; Franceschi, C.; Maggio, M., & Butler-Browne, G.S. Age-related alterations in muscle architecture are a signature of sarcopenia: the ultrasound sarcopenia index. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.*, 12(4):973-82, 2021b.

Núñez, J. C.; Solano, P.; González-Pienda, J. A. & Rosário, P. Evaluación de los procesos de autorregulación mediante autoinforme. *Psicothema*, 18(3):353-358, 2006.

Ogawa, M.; Mitsukawa, N.; Bembem, M.G. & Abe, T. Ultrasound Assessment of Adductor Muscle Size Using Muscle Thickness of the Thigh. *J. Sport Rehabil.*, 21(3):244-8, 2012.

O'Neill, J.M.D. *Musculoskeletal Ultrasound. Introduction to Musculoskeletal Ultrasound*. New York, Springer, 2008.

Pardo, E.; El Behi, H.; Boizeau, P.; Verdonk, F.; Alberti, C. & Lescot, T. Reliability of ultrasound measurements of quadriceps muscle thickness in critically ill patients. *BMC Anesthesiol.*, 18(1):205, 2018.

Pedersen, B. K. & Febbraio, M. A. Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nat. Rev. Endocrinol.*, 8(8):457-65, 2012.

- Peetrons, P. Ultrasound of muscles. *Eur. Radiol.*, 12(1):35-43, 2002.
- Pinto-Ramos, J.; Costa-Santos, C.; Costa, F.; Tavares, H.; Cabral, J.; Moreira, T.; Brito, R.; Barroso, J. & Sousa-Pinto, B. Reliability of point-of-care ultrasound for measuring quadriceps femoris muscle thickness. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.*, 58(5):767-773, 2022.
- Reeves, N.D.; Maganaris, C.N. & Narici, M.V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *Eur. J. Appl. Physiol.* 91(1):116-118, 2004.
- Schön, D. *La formación de profesionales reflexivos: Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid, Paidós, 2010.
- Scanlon, T.C.; Fragala, M. S.; Stout, J. R.; Emerson, N. S.; Beyer, K. S.; Oliveira, L. P. & Hoffman, J. R. Muscle architecture and strength: Adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle Nerve.*, 49(4):584-92, 2014.
- Tosato, M.; Marzetti, E.; Cesari, M.; Saveria, G.; Miller, R.R.; Bernabei, R.; Landi, F. & Calvani, R. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers. *Aging Clin. Exp. Res.*, 29(1):19-27, 2017.
- Tourel, C.; Burnol, L.; Lanoiselé, J.; Mollieux, S.; Viallon, M.; Croisille, P. & Morel, J. Reliability of standardized ultrasound measurement of quadriceps muscle thickness in critically ill neurological patients: Comparison with computed tomography measures. *J. Rehabil. Med.*, 52(3):jrm00032, 2020.
- Zampogna, E.; Pignatti, P.; Ambrosino, N.; Cherubino, F.; Fadda, A. M.; Zappa, M.; Spanevello, A. & Visca, D. The 5-repetition sit-to-stand test as an outcome measure for pulmonary rehabilitation in subjects with Asthma. *Respir. Care.*, 66(5):769-76, 2021.
- Zimmerman, B. J. & Martínez-Pons, M. Construct validation of a strategy model of self-regulated learning. *J. Educ. Psychol.*, 80(3):284-90, 1988.

Correspondencia:
Rodrigo Lizama Pérez
Departamento de Ciencias Morfológicas
Facultad de Medicina y Ciencia
Universidad San Sebastián
General Lagos 1163
Valdivia 5090000
CHILE

E-mail: rodrigo.lizama@uss.cl