



## Métodos de medición de la composición corporal en deportistas amputados: revisión sistemática

### *Methods of body composition measurements in amputee athletes: a systematic review*

#### Autores

Jurgi Olasagasti-Ibargoiien <sup>1</sup>  
Patxi León-Guereño <sup>1</sup>  
Arkaitz Castañeda-Babarro <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de actividad física y deporte, Facultad de Educación y Deporte, Universidad de Deusto (España)

Autor de correspondencia:  
Jurgi Olasagasti Ibargoiien  
[jurgi.olasagasti@deusto.es](mailto:jurgi.olasagasti@deusto.es)

#### Cómo citar en APA

Olasagasti-Ibargoiien, J., León-Guereño, P., & Castañeda-Babarro, A. (2025). Métodos de medición de la composición corporal en deportistas amputados: revisión sistemática. *Retos*, 66, 416-427. <https://doi.org/10.47197/retos.v66.107971>

#### Resumen

**Introducción:** La medición de la composición corporal en atletas amputados presenta retos únicos y es crucial para optimizar su salud y rendimiento. Esta revisión sistemática evalúa los métodos existentes, centrándose en su precisión, accesibilidad y aplicabilidad para esta población. **Objetivo:** Conocer los métodos existentes en la medición o estimación de la composición corporal y sus características en deportistas con amputación.

**Metodología:** La revisión, realizada a través de las bases de datos PubMed/Medline, Scopus y Web of Science hasta junio de 2024, aplica criterios de inclusión como el estudio de atletas amputados, identifica alguna medida de la composición corporal y artículos de investigación revisados por pares. Se excluyen los estudios sobre amputados que realizan actividad física, ejercicio físico o rehabilitación y los artículos no revisados por pares.

**Resultados:** Con un total de veintiocho artículos analizados, se encuentran limitaciones en cada método de medición para personas amputadas. La absorciometría de rayos X de energía dual es reconocida por su alta precisión, pero puede subestimar la masa magra total; el análisis de impedancia bioeléctrica ofrece una mayor accesibilidad, pero requiere adaptaciones metodológicas para los amputados, y los estudios antropométricos necesitan de ecuaciones apropiadas para la valoración final.

**Discusión:** La revisión concluye que, aunque los métodos actuales proporcionan información valiosa, existe una necesidad acuciante de desarrollar y validar técnicas específicas para atletas amputados. La mejora de los métodos de medición mejorará el seguimiento de la salud y el rendimiento en esta población, promoviendo mejores resultados deportivos y el bienestar general.

#### Palabras clave

Antropometría; composición corporal; deportistas amputados; índices de valoración; métodos de medición.

#### Abstract

**Introduction:** Body composition's measurement in amputee athletes presents unique challenges and it is crucial to optimising their health and performance. This systematic review evaluates the existing methods, focusing on their accuracy, accessibility and applicability for this population.

**Objective:** To learn about the existing methods for measuring or estimating body composition and its characteristics in amputee athletes.

**Methodology:** The review, conducted through PubMed/Medline, Scopus and Web of Science databases until June 2024, applies inclusion criteria such as the study of amputee athletes, identifies some measurements of body composition and peer-reviewed research articles. Studies on amputees performing physical activity, physical exercise or rehabilitation and non-peer-reviewed articles are excluded.

**Results:** With a total of twenty-eight articles analysed, limitations are found in each measurement method for amputees. Dual-energy X-ray absorptiometry is recognised for its high accuracy but may underestimate total lean mass; bioelectrical impedance analysis offers greater accessibility, but requires methodological adaptations for amputees, and anthropometric studies need appropriate equations for final assessment.

**Discussion:** The review concludes that although current methods provide valuable information, there is a pressing need to develop and validate specific techniques for amputee athletes. Improved measurement methods will improve the monitoring of health and performance in this population, promoting better sporting outcomes and overall well-being.

#### Keywords

Amputee athletes; anthropometry; body composition; measurement methods; valuation indices.

## Introducción

La discapacidad física es un tema de creciente relevancia en la actualidad, ya que se estima que más de 1.3 mil millones de personas en todo el mundo viven con alguna forma de discapacidad (OMS, 2024). La amputación es un tipo común de discapacidad física, que va en aumento anualmente, sobre todo por la población adulta (Hernández Díaz et al., 2021). A pesar de estas estadísticas, el deporte adaptado ha demostrado ser una poderosa herramienta para mejorar la función física, la movilidad y la autonomía, lo que a su vez puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas y mejorar la calidad de vida (Roldán et al., 2021).

La composición corporal, compuesto principalmente por agua, grasa, proteínas y minerales (Borga et al., 2018), es un aspecto fundamental en la evaluación de la salud y el rendimiento físico (Lohman, 1992; Meshtel et al., 2024). En el contexto de los deportistas, la composición corporal es crucial para entender cómo los diferentes componentes del cuerpo interactúan y afectan el desempeño en diferentes disciplinas (Hector y Phillips, 2018). La masa muscular es un determinante importante del rendimiento en deportes (Garthe et al., 2013). En el caso de los deportistas con amputación, la pérdida de una extremidad puede influir en la distribución de masa muscular y grasa, afectando a la composición corporal (Diego et al., 2010).

Para conocer la composición corporal, uno de los métodos utilizados en el ámbito deportivo es la cineantropometría, la cual mide el tamaño y las proporciones de sus partes, que, aplicando formulas se estima la composición corporal (Rivas et al., 2015). Es un sistema de mediciones corporales poco costoso que evalúa el tamaño, las proporciones y la composición humana (Lohman et al., 1988; OMS, 1995) y está estandarizado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). ISAK ha desarrollado unas normas internacionales para la valoración antropométrica y un esquema de acreditación internacional en antropometría (Stewart et al., 2011), teniendo como objetivo básico el mantenimiento de la calidad de medida para que se realicen medidas válidas y comparables de manera estandarizada y confiable. Una de las técnicas antropométricas más empleadas consiste en la medición de pliegues. Se basa en la medición de diferentes parámetros corporales, como pliegues cutáneos, perímetros, longitudes y diámetros óseos, con el objetivo de analizar la composición corporal y somatotipo de una persona (Petri et al., 2024). Pero es un parámetro difícil de medir porque no existe un protocolo específico para la población con amputación (Simim et al., 2013).

Otro método de medición de la composición corporal es la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). Este método utiliza rayos X de baja dosis para evaluar la densidad mineral ósea, la masa magra y la masa grasa (Kim et al., 2002). Se considera el estándar de oro para la evaluación de la composición corporal en población convencional (Haarbo et al., 1991). La principal limitación es que no suelen tener acceso a su uso los clubes deportivos comunes y utilizan otro tipo de mediciones (Company y Ball, 2010).

Otro método para el análisis corporal es la bioimpedancia (BIA), que se basa en introducir en el cuerpo una señal eléctrica muy baja y segura a través de electrodos metálicos. Gracias a la bioimpedancia podemos evaluar el agua corporal total, medir la masa magra o libre de grasa y calcular la masa grasa (Piccoli et al., 1994) y evita la exposición a la radiación (Shuster et al., 2012). Se basa en el principio de que los tejidos magros, como el tejido músculos, tienen una mayor conductividad eléctrica que los tejidos grasos. La BIA puede proporcionar estimaciones rápidas y convenientes del porcentaje de grasa corporal, aunque su precisión puede verse afectada por factores como la hidratación y la edad (Barbosa-Silva & Barros, 2005; Campa et al., 2021).

La literatura disponible hasta ahora ha sido limitada en su capacidad para abordar estas cuestiones en deportistas con amputaciones de manera sistemática y exhaustiva. Por lo tanto, este artículo de revisión sistemática tiene como objetivo conocer los métodos existentes en la medición o estimación de la composición corporal y sus características en deportistas con amputación, con especial énfasis en las diferentes opciones y su aplicación en este grupo específico.

## Método

Esta revisión sistemática consiste en analizar la literatura científica existente sobre la evaluación de la composición corporal en atletas amputados. Específicamente, se buscará responder a la pregunta de,



qué métodos se han utilizado para evaluar la composición corporal en esta población y las limitaciones de estas. La síntesis de esta información permitirá identificar los procedimientos más adecuados para la evaluación de la composición corporal en atletas amputados, así como los beneficios y las limitaciones de cada método. Estos hallazgos serán de gran utilidad para orientar a los equipos multidisciplinarios en el diseño de programas de entrenamiento y nutrición personalizados, con el fin de optimizar el rendimiento y la salud de este grupo de atletas.

La investigación se presenta de acuerdo con la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Grimshaw et al., 2021), lo que permitió una estructuración adecuada de la revisión.

### ***Estrategias de búsqueda bibliográfica***

La estrategia de búsqueda se realizó utilizando las bases de datos PUBMED/MEDLINE, Web of Science (WOS) y Scopus, sin limitaciones de ningún año y hasta la fecha de 18 de junio de 2024, utilizando la siguiente estrategia de búsqueda: “Body composition” OR “physical makeup” OR “Anthropometry” OR “Body Mass Index” OR “physical characteristics” AND “amput\*” OR “malformation” OR “wheelchair” teniendo que aparecer dichos términos en el título o el resumen. La estrategia de bola de nieve vinculada a esta ecuación se utilizó para encontrar los artículos que se consideraban relevantes para este campo de actividad. Además, al revisar los títulos y resúmenes de los artículos en las bases de datos, así como los resultados de las búsquedas bibliográficas, se determinó que todos los estudios eran pertinentes. Para el análisis final, estos artículos se consideraron potencialmente relevantes y se examinó su cumplimiento de los criterios de inclusión. Para identificar posibles duplicados o la falta de estudios reales sobre el tema, se examinaron las secciones de referencia de todos los artículos encontrados y se cruzaron todos los títulos y resúmenes. Además, se seleccionaron los títulos y resúmenes para su revisión posterior del texto completo. Dos autores diferentes realizaron la búsqueda de estudios previos por separado, y las posibles discrepancias se trataron con un tercer autor.

### ***Criterios de inclusión y exclusión***

No se realizó ninguna discriminación por país o raza, ni por edad a fin de poder obtener todas las posibles investigaciones. Se filtraron los artículos publicados en inglés o castellano y únicamente artículos de investigación.

Los criterios de elegibilidad utilizados para la inclusión fueron: (i) deportistas o atletas amputados, (ii) identifica alguna medida de la composición corporal y (iii) artículos de investigación revisados por pares.

Los criterios de exclusión que se aplicaron a la investigación fueron los siguientes: (i) personas amputadas que realizan actividad física, (ii) realizan ejercicio físico o (iii) realizan algún tipo de rehabilitación.

### ***Proceso de selección***

Tras llevar a cabo el protocolo de búsqueda y selección de estudios (Lefebvre et al., 2019) por dos autores, se llevó a cabo el proceso de selección. A) Se combinan los resultados de búsqueda identificando el DOI de cada artículo, en caso de no tener, se le asigna uno a cada artículo. B) Se añaden todas las búsquedas en una base de datos y se quitan los duplicados por DOI, para un primer cribado. C) Para el segundo cribado, se ordenan por títulos y se comparan los datos de las publicaciones para quitar los duplicados teniendo en cuenta el título, los autores, la revista, el año y número y/o volumen del estudio. D) Se reclutan todos los textos completos identificados para su análisis. E) Se toma la decisión de incluir en el estudio en caso favorable de dos investigadores, si hay controversia de opinión, es un tercer investigador quien decide con una tercera opinión siguiendo, el punto 4 del protocolo, un proceso establecido de los criterios de inclusión en caso de desacuerdo, y el punto 5, el motivo de exclusión de los estudios excluidos.

### ***Criterios de calidad***

Una vez seleccionados los estudios, fueron evaluados y cuantificados en relación con el riesgo de sesgo, utilizando el procedimiento de la herramienta RoB 2. Esta evaluación identificó exhaustivamente las cinco dimensiones de la herramienta (Whiting et al., 2016).

## Método de síntesis

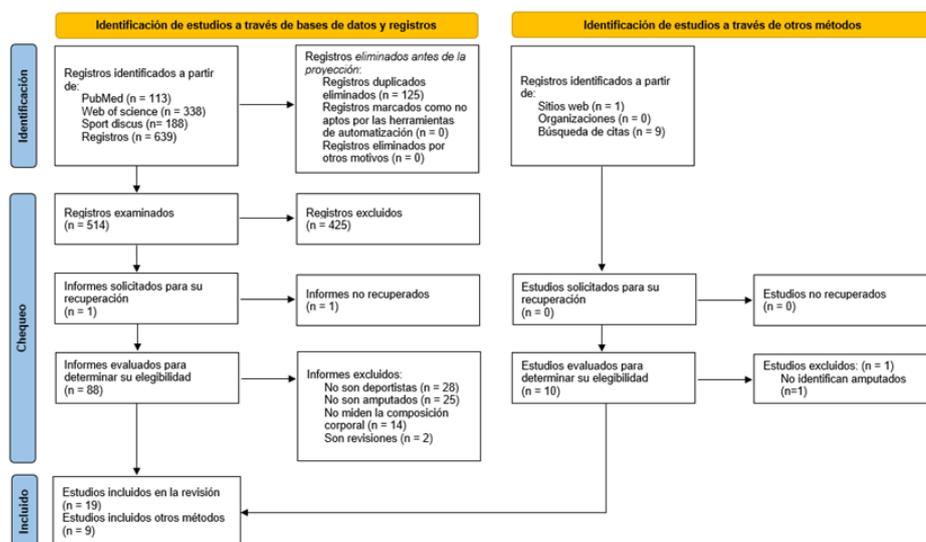
Para la síntesis de los datos extraídos en esta revisión sistemática, se empleó un enfoque de síntesis narrativa, complementado con análisis cualitativo. Los estudios incluidos fueron organizados según el perfil de los participantes, los métodos utilizados para evaluar la composición corporal y el procedimiento de medición en atletas amputados y las limitaciones de cada uno. Se establecieron categorías temáticas que permitieron agrupar los hallazgos de manera coherente.

Se llevó a cabo una síntesis narrativa estructurada describiendo los diferentes métodos de evaluación de la composición corporal o de variables antropométricas que sirven como estimación de la composición corporal en atletas amputados, identificando sus beneficios y limitaciones. Posteriormente, se realizó una comparación de los distintos métodos empleados, destacando la aplicabilidad en esta población. Se enfatizó en la factibilidad de cada método y en los factores que pueden influir en su fiabilidad identificando las limitaciones de estas.

## Resultados

La selección de estudios siguió un proceso sistemático que se exponen con un diagrama de flujo (Page et al., 2021) (Figura 1). Se identificaron 639 artículos, eliminándose 125 duplicados. Tras revisar títulos y resúmenes, se descartaron 425 estudios, quedando 89 para evaluación a texto completo. De estos, se excluyeron 70 por no cumplir los criterios de inclusión. Adicionalmente, se incorporaron 10 estudios identificados en otras fuentes, de los cuales se excluyó 1 por no incluir deportistas amputados. Finalmente, la revisión sistemática incluyó 28 estudios.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA para la selección de estudios.



## Variables y procedimientos de medición

Se identifican las mediciones de diferentes variables de la composición corporal y diferentes mediciones de variables de cineantropometría, detallando los diferentes procedimientos utilizados en las mediciones y en su caso, identificando el procedimiento de índices de estimación (tabla 1). Se muestran a continuación, todos los estudios encontrados con los datos más completos y las limitaciones relacionadas con los métodos en deportistas amputados.

Tabla 1. Extracción de datos y síntesis

Autor (año)	Participantes	Mediciones	Procedimientos	Limitaciones
Molik et al., (2010).	109 jugadores de BSR, algunos con amputación.	Ant	Altura y peso.	
Ozkan et al., (2012).	Jugadores de fútbol (n=15) con BKA.	Ant PC CC	La altura corporal: estadiómetro con una precisión de $\pm 1$ cm (SECA, Alemania). Peso: báscula electrónica con una precisión de $\pm 0,1$ kg para medir la masa corporal. Circunferencia de las extremidades: cinta antropométrica de Gulick (Holtain, Reino Unido) con una precisión de $\pm 1$ mm. Las medidas diamétricas: calibres Harpenden (Holtain, Reino Unido) con una precisión de $\pm 1$ mm. Calibrador de pliegues cutáneos Holtain (Holtain, Reino Unido) que aplicó una presión de 10 g/mm <sup>2</sup> con una precisión de $\pm 2$ mm. Somatotipos: fórmula de Heath-Carter (1990) y el PGC se determinó mediante la fórmula de Jackson y Pollock (1978).	
Molik et al., (2013).	23 jugadoras de BSR, 4 amputadas.	Peso corporal	Kg.	
Simim et al., (2013).	12 jugadores de la selección brasileña de fútbol para amputados.	Masa corporal Altura PC Grasa corporal relativa	Plataforma de báscula electrónica (Filizola®), con una precisión de 0,1 kg. Estadiómetro con precisión de 0,1 cm. Lado derecho del cuerpo: tríceps (TR), subescapular (SB), suprailíaco (SI) y abdomen (AB). Un solo examinador capacitado registró las mediciones utilizando un calibrador científico (Sanny®). $\% G = (TR+SI+SB+AB) \times 0,153 + 5,783$ (Faulkner, 1968).	"La composición corporal es un parámetro difícil de medir porque no existe un protocolo específico para esta población."
Bergamini et al., (2015).	12 jugadores juveniles de BSR, amputación (n=1).	Altura y peso	Altura (m) y peso (kg).	
Yanci et al., (2015).	16 jugadores de BSR, 3 amputados.	Ant PC	Altura sentada: con una precisión de 0,1 cm utilizando un estadiómetro (Holtain Ltd®, Crymych, Reino Unido). Masa corporal: se obtuvo con una precisión de 0,1 kg utilizando una báscula electrónica (Seca Instruments Ltd®, Hamburgo, Alemania). Perímetro de brazo relajado y contraído. Tríceps, subescapular, suprailíaco y abdominal, con calibrador Harpenden (Lange®, Cambridge, EE. UU.).	
Grams et al., (2016).	11 jugadores de BSR, algunos amputados.	Ant	La altura se midió utilizando un estadiómetro (DKSH Switzerland Ltd, Suiza) al 0,1 cm más cercano en posición de pie. El peso corporal se determinó utilizando una báscula calibrada (Kern, Twister Medical, España) con una precisión de 0,1 kg.	
Keil et al., (2016).	12 jugadores de BSR, amputados (n=3).	Ant CC	Altura, con una precisión de 0,1 cm con una cinta Luftkin. Dobles amputados, hasta la amputación. Masa grasa, contenido mineral óseo y tejido blando masa magra. Escáner DXA Lunar Prodigy Advance (GE Lunar, Madison, WI, EE.UU.) con el software versión 12.20 del software enCORE 2006.	Las investigaciones futuras deberán evaluar la exactitud de la DXA.
Mally et al., (2016).	1 corredor con amputación de brazo.	Ant	Altura y peso.	
Borges et al., (2017).	21 atletas, algunos amputados.	Ant IMC PC Densidad corporal	Masa corporal (corregida) y estatura, una balanza Filizola® (São Paulo, Brasil). Circunferencia abdominal con cinta antropométrica. (kg)/altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ). Tríceps, subescapular, bicipital y suprailíaco, adipómetro Harpenden® (St Albans, Reino Unido) con el método de Guedes. Ecuaciones específicas por sexo y edad (Durnin y Womersley, 1974). PGC (Siri, 1961).	Ausencia de protocolos específicos validados para esta población.
Saltan et al., (2017).	196 usuarios de silla, 111 BSR, 7 amputados.	IMC	(kg)/altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ).	
Ferro et al., (2017).	11 jugadores masculinos de BSR, amputados (n=3).	Ant IMC IMC	La estatura se determinó con una precisión de 0,1 cm utilizando un estadiómetro (DKSH Switzerland Ltd., Suiza). El peso corporal se midió con una precisión de 0,1 kg (Kern, Twister Medical, España). (kg)/altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ). (kg)/altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ).	
(Guchan et al., 2017).	Grupo estudio: Doce futbolistas varones con BKA Grupo control: 12 amputados sedentarios.	PGC Ant	Calibrador de pliegues cutáneos Lange (Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD, EE.UU.) El método de Jackson-Pollock (1978). La circunferencia de la cintura con una cinta inelástica mientras los participantes estaban de pie y respiraban con normalidad.	"Participación única de masculinos sin limitaciones en ninguna medición."
Cavedon et al., (2018).	13 jugadoras de BSR, amputación unilateral por encima de la rodilla (n=1).	Ant	Circunferencias corporales, una cinta antropométrica Gulick de fibra de vidrio (Mabis Healthcare, Waukegan, IL, Estados Unidos) en la parte superior del brazo (relajado), el antebrazo, la muñeca y la cintura. Otras dimensiones, con antropómetro Harpenden (Holtain, Ltd., Crymych, Pembrokeshire, Reino Unido), con procedimiento convencional (Lohman et al., 1988). Altura sentada. En la silla de juego desde la cabeza y con el brazo extendido en alto.	Los estudios futuros se beneficiarán del uso de métodos más precisos para evaluar el %FM en dicha población.

		PC	Tríceps, bíceps, subescapular y supraíliaco, con una precisión de 0,1 mm con un calibrador Harpenden (Gima, Milán, Italia) según procedimientos estándar (Lohman et al., 1988).	
		PGC	Ecuación de Siri (1961).	
Yüksel y Sevindi, (2018).	21 jugadores masculinos de BSR, amputaciones (n=4).	Altura, peso e IMC	Siguiendo el procedimiento de Zorba y Saygin, (2009).	
		Ant	Medidas de la longitud de la parte superior del cuerpo, las extremidades superiores, brazo, antebrazo, mano, la circunferencia del brazo y del antebrazo.	
Rietveld et al., (2019).	21 jugadores de tenis en SR, amputados (n=5).	Ant	Altura y peso.	
		IMC	(kg)/altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ).	
Tachibana et al., (2019).	37 jugadoras de BSR, amputadas (n=2).	Ant	Altura y extensión de brazos en cm.	
Cavedon et al., (2020).	Atletas con AMP (n=18), AKA (n=11) y BKA (n=7).	Ant	Para los atletas que podían ponerse de pie, la masa corporal se evaluó con una precisión de 0,1 kg con una báscula electrónica (Tanita electronic scale BWB-800 MA). La estatura se midió con una precisión de 0,5 cm con un estadiómetro Harpenden (Holtain Ltd., Crymych, Pems. UK) según criterios y procedimientos de medición convencionales (Lohman et al., 1988).	Necesidad de ecuaciones específicas para estimar la composición corporal mediante el espesor de los pliegues cutáneos, la ecografía o la bioimpedanciometría.
		IMC	DXA utilizando un escáner de cuerpo total (QDR Horizon, Hologic MA, EE. UU.; tecnología fan-beam, software para Windows XP versión 13.6.05)	
		CC y DMO	Se calcularon las regiones del muslo y la parte inferior de las piernas con y sin discapacidad (Hart et al., 2015).	
Cavedon et al., (2021).	atletas con AMP (n=18), AKA (n=11) y BKA (n=7).	Ant	la masa corporal se evaluó con una precisión de 0,1 kg con una báscula electrónica (Tanita electronic scale BWB-800 MA) y la estatura se midió con una precisión de 0,5 cm con un estadiómetro Harpenden (Holtain Ltd., Crymych) (Cavedon et al., 2020).	Baja confiabilidad de las ecuaciones antropométricas validadas en poblaciones sanas para predecir el %FM medido por DXA en atletas con discapacidad física.
		IMC	(kg)/altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ).	
		CC y DMO	DXA utilizando un escáner de cuerpo total (QDR Horizon, Hologic MA, EE. UU.; tecnología fan-beam, software para Windows XP versión 13.6.05)	
			Se calcularon las regiones del muslo y la parte inferior de las piernas con y sin discapacidad (Hart et al., 2015).	
Nowak et al., (2021).	25 atletas masculinos de fútbol amputado de la liga nacional polaca.	Ant	Peso y altura, retirando la prótesis con báscula con tallímetro.	“Nuestra recomendación es encontrar un método fiable para evaluar los componentes corporales de personas amputadas.”
		PGC	Espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) con FUTREX 6100 (Futrex, Gaithersburg, EE.UU.) según los procedimientos recomendados por el fabricante.	
		IMC	IMC ajustado a la amputación (IMC-A) (Tzamaloukas et al., 1994).	
Soylu et al., (2021).	26 jugadores de BSR, amputados (n=4).	Ant	La altura y la altura sentado (cm) se midieron con una precisión de 0,1 cm utilizando un estadiómetro (Holtain Ltd®, Crymych, Reino Unido).	
		IMC	La masa corporal se obtuvo con una precisión de 0,1 kg utilizando una balanza electrónica (Seca Instruments Ltd®, Hamburgo, Alemania). Se midieron según lo descrito por Vanlandewijck et al., (2011).	
			kg/m <sup>2</sup> .	
Weber et al., (2021).	11 jugadores masculinos de BSR, con amputación 1.	Ant	Peso: una báscula antropométrica (Welmy®, modelo 110FF, São Paulo, Brasil) con una precisión de 100 g.	
		IMC	Altura: tumbado en la camilla, estadiómetro de madera con una escala de 0,1 cm horizontal. Se utilizó un cuadrado de madera para indicar el vértice y la región plantar, obedeciendo el plan de Frankfurt y siguiendo las directrices del Manual de Standardization Reference Manual (Lohman et al., 1988).	
		CC	Masa magra y grasa corporal y agua corporal, se obtuvieron con bioimpedancia eléctrica tetrapolar de todo el cuerpo (Maltron® modelo BF-900) los valores absolutos (kg) y relativos (%) (Rodríguez et al., 2001).	
Yurdakul y Kizilci, (2021).	28 futbolistas amputados (Superliga de Amputados y Liga 1).	IMC	Se calculó como el peso corporal sin la prótesis dividida por la altura en metros cuadrados (kg/m <sup>2</sup> ).	“Las pruebas utilizadas no eran específicas para amputados.”
		PGC	Pinzas de pliegue cutáneo Lange (Beta Technology Incorporated, Cambridge, MD, EE.UU.) y el Jackson-Pollock (1978)	
Cavedon et al., (2022).	Jugadores de Voley sentado: Amputación transfemoral unilateral (n=5), amputación transtibial unilateral (n=12), amputación del pie (n=2).	Ant	Medición convencional (Lohman et al., 1988). Dimensiones corporales de extensión de brazos y manos, longitud de hombros a codo, codo a mano y piernas (antropómetro Harpenden (Holtain Ltd., Crymych, Pembrokeshire, Reino Unido) con una precisión de 0,1 cm). La longitud de la pierna afectada (amputaciones inferiores, n=17): distancia desde las nalgas hasta el final del muñón. Con DXA de cuerpo total (QDR Horizon, Hologic MA, EE. UU.; tecnología de haz de abanico, software Hologic APEX versión 5.6.1.2).	
		CC		
Cherif et al., (2022).	66 atletas del equipo de atletismo paralímpico de Túnez (24,58 ± 3,33 años), de las cuales, 2 atletas con amputación de la parte superior del brazo.	Ant	Pautas de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (Marfell-Jones et al., 2012). Pliegues: Lado derecho del cuerpo: bíceps, tríceps, subescapular y supraíliaco. Calibradores de pliegues cutáneos Harpenden (Baty International, Burgess Hill, Inglaterra). Peso: una balanza de plataforma (Seca, Hamburgo, Alemania). Altura sentada: Estadiómetro Harpenden (Holtain, Crymych, Gales).	“Debido a la falta de métodos de evaluación estándar para atletas con discapacidades, se utilizaron ecuaciones predictivas específicas para pares sanos, lo que

			Extensión de brazos, con estadiómetro horizontal colocado detrás del atleta (de Lucia et al., 2002).	podría sesgar los resultados."
		Densidad corporal	Suma de cuatro pliegues (Durnin y Womersley, 1974).	
		Masa grasa	Porcentaje grasa corporal, ecuación de Siri (1961). Peso (kg) × PGC.	
		Índice de simio	Masa magra se calculó como peso (kg) – masa grasa (kg).	
		IMC	Extensión de los brazos (m)/altura (m).	
		Índice de masa grasa	Peso(kg)/altura al cuadrado (m <sup>2</sup> ).	
Zwierzchowska et al., (2022).	58 hombre pasa-atletas, algunos amputados.	Ant	Peso corporal (báscula de silla Charder MS 5410). Altura corporal (estadiómetro Charder HM-200P). Circunferencia de cintura y cadera (cinta métrica) (Protocolo STEPS de la OMS).	
		Índices	IMC, peso (kg)/altura <sup>2</sup> (m).	
		CC	IMC corregido, teniendo en cuenta el peso de la parte del cuerpo amputada. Índice de adiposidad corporal (Bergman et al., 2011). El PGC y el índice de grasa visceral, analizador de grasa Viscan Tanita AB-140 (Tanita Corporation, Tokio, Japón) utilizando la técnica de impedancia bioeléctrica.	
Rodríguez et al., (2023).	14 futbolistas varones, 11 amputados de pierna; 3 amputados de brazo.	CC	Protocolo ISAK: pliegues de bíceps, tríceps, subescapular, axilar, pectoral, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pantorrilla (plicómetro Slim Guide). Peso: báscula Tanita modelo UM-081. Talla: estadiómetro de pared mecánico (SECA). El porcentaje de grasa fue calculado por dos métodos (Cavedon et al., 2020).	Deben considerarse métodos para jugadores de fútbol amputados.
Gao et al., (2024).	16 jugadores de curling en silla de ruedas, amputados (n=4).	Ant	Altura y peso, con medidor de talla y peso. PGC, medidor de espesor de pliegues cutáneos.	

Ant: Antropometría; IMC: Índice de Masa Corporal; CC: Composición corporal; PC: Pliegues cutáneos; PGC: Porcentaje de grasa corporal; DMO: Densidad mineral ósea; AMP: amputación unilateral de miembros inferiores; AKA: Amputación a través de la cadera o amputación transfemoral; BKA: amputación a través de la rodilla o amputación transtibial; BSR: Baloncesto en silla de ruedas.

## Discusión

La revisión tiene como objetivo conocer los métodos existentes en la medición o estimación de la composición corporal y sus características en deportistas con amputación. Como resultado principal de la revisión, se conocen los diferentes métodos de medición, los procedimientos utilizados y las limitaciones de cada método.

En esta investigación se diferencian tres aspectos relacionados con la composición corporal: las variables tanto de la composición corporal como de cineantropometría para la estimación de la composición corporal, los métodos de medición y procedimientos, y los diferentes índices de valoración utilizados.

Entre los métodos de medición, relacionados con la antropometría están las diferentes mediciones extraídas de ISAK. Tienen limitaciones, como la precisión en la habilidad en la técnica de medición; la distribución de la grasa no se tiene en cuenta y la falta de las ecuaciones apropiadas para personas con amputaciones (Cavedon et al., 2021). Aunque, la precisión de las estimaciones corregidas para personas amputadas, tal vez se podría mejorar mediante una evaluación cuidadosa del porcentaje de peso corporal perdido en la amputación. La validez de otros métodos antropométricos (circunferencias, pliegues cutáneos) o la definición de un punto de corte diferente del IMC para la obesidad debe establecerse mediante investigaciones adicionales (Frost et al., 2017; Simim et al., 2013; Tzamaloukas y Murata, 1996). Para ello, en otras investigaciones relacionadas con personas amputadas, se utiliza el IMC-A (body mass index-Amputee Coalition), pero a pesar de la corrección, el índice de masa corporal subestima el riesgo para la salud de los pacientes obesos y sobreestima a las personas delgadas y musculosas con amputaciones de miembros inferiores. Esto es especialmente preocupante para los amputados obesos de las extremidades inferiores, cuyo riesgo de salud podría subestimarse significativamente según el índice de masa corporal a pesar de una fórmula de "corrección" para la pérdida de una extremidad (Frost et al., 2017).

En el caso del DXA, aun considerando el estándar de oro que se basa en mediciones de densidad ósea y tejido blando, la pérdida del segmento amputado puede subestimar la masa magra total del individuo (Choi et al., 2022). Entre otras razones encontradas, hay que destacar que presenta posibles diferencias entre aparatos de diferentes fabricantes cuando se evalúa una muestra y que las actualizaciones de los softwares utilizados por los aparatos suelen incluir nuevos algoritmos para calcular la composición cor-

poral lo que puede afectar a los cálculos de las mediciones en los individuos (Plank, 2005). Dicha confirmación conlleva a que se tenga en cuenta las ecuaciones aplicadas en poblaciones sanas ya sean atletas o no a la hora de comparar o utilizar en personas amputadas (Cavedon et al., 2020).

Por otra parte, se debe tener en cuenta también el método de medición de bioimpedancia, aunque es utilizable en personas sanas, (Alvero Cruz et al., 2011) y se identifica su uso en la revisión (Weber et al., 2021), también tiene sus limitaciones en personas amputadas, y cuanto mayor es la amputación, más error podría existir (Choi et al., 2022).

Los hallazgos de las investigaciones revisadas resaltan la necesidad de desarrollar protocolos y ecuaciones de evaluación de la composición corporal específicos para poblaciones con discapacidad física, como deportistas amputados (Gamonales Puerto et al., 2021). Los métodos convencionales utilizados para evaluar parámetros antropométricos y de composición corporal en individuos sanos pueden no ser apropiados o confiables cuando se aplican a esta población particular. Tal y como plantean otros autores, se necesitan nuevos proyectos de investigación para obtener nuevos métodos de medición de la composición corporal para dicha población (Choi et al., 2021; Simim et al., 2013). De momento, tras esta revisión, la medición de los componentes corporales y mediciones antropométricas serían aconsejables, pero con cautela y con mediciones en el tiempo para observar la evolución intra sujeto.

## Conclusiones

La presente revisión sistemática evidencia la diversidad de métodos utilizados para evaluar la composición corporal en atletas amputados, destacando la variabilidad en las variables medidas, los diferentes métodos cineantropométricos empleados y los índices de valoración aplicados. Se identificó que, aunque existen múltiples herramientas para la estimación de la composición corporal, su aplicabilidad en esta población presenta limitaciones debido a la ausencia de protocolos estandarizados y la adaptación de fórmulas diseñadas para poblaciones sin amputación.

Los estudios analizados muestran discrepancias en los métodos empleados, lo que resalta la necesidad de desarrollar modelos específicos que consideren la segmentación corporal y la masa residual propias de los atletas amputados. En este sentido, la combinación de diferentes técnicas podría ofrecer una evaluación más completa y precisa, permitiendo mejorar la interpretación de la composición corporal y su relación con el rendimiento deportivo.

Futuras investigaciones deberían centrarse en la validación de métodos adaptados, para contar con herramientas precisas y estandarizadas optimizando la evaluación individualizada para esta población.

## Referencias

- Alvero Cruz, J., Correas Gómez, L., Ronconi, M., Vázquez Fernández, R., & Porta i Manzanido, J. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Rev Andal Med Deporte*, 4(4), 167–174.
- Barbosa-Silva, M. C. G., & Barros, A. J. D. (2005). Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: A new perspective on its use beyond body composition equations. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8(3), 311–317. <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000165011.69943.39>
- Bergamini, E., Morelli, F., Marchetti, F., Vannozzi, G., Polidori, L., Paradisi, F., Trallesi, M., Cappozzo, A., & Delussu, A. S. (2015). Wheelchair Propulsion Biomechanics in Junior Basketball Players: A Method for the Evaluation of the Efficacy of a Specific Training Program. *Biomed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/275965>
- Bergman, R. N., Stefanovski, D., Buchanan, T. A., Sumner, A. E., Reynolds, J. C., Sebring, N. G., Xiang, A. H., & Watanabe, R. M. (2011). A better index of body adiposity. *Obesity*, 19(5), 1083–1089. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.38>
- Borga, M., West, J., Bell, J. D., Harvey, N. C., Romu, T., Heymsfield, S. B., & Leinhard, O. D. (2018). Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. *Journal of Investigative Medicine*, 66(5), 887–895. <https://doi.org/10.1136/jim-2018-000722>

- Borges, M., de Athayde Costa e, A., de Faria, F. R., Godoy, P. S., Melo, E. R. B., Calegari, D. R., & Gorla, J. I. (2017). Composição corporal e desempenho motor no handebol em cadeira de rodas. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 19(2), 204–213. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n2p204>
- Campa, F., Toselli, S., Mazzilli, M., Gobbo, L. A., & Coratella, G. (2021). Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. *Nutrients*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/nu13051620>
- Carter, J. E. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: development and applications* (Vol. 5). Cambridge university press.
- Cavedon, V., Brugnoli, C., Sandri, M., Bertinato, L., Giacobbi, L., Bolčević, F., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2022). Physique and performance in male sitting volleyball players: implications for classification and training. *PeerJ*, 10, e14013. <https://doi.org/10.7717/peerj.14013>
- Cavedon, V., Sandri, M., Peluso, I., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2021). Body composition and bone mineral density in athletes with a physical impairment. *PeerJ*, 9, e11296. <https://doi.org/10.7717/peerj.11296>
- Cavedon, V., Sandri, M., Venturelli, M., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2020). Anthropometric Prediction of DXA-Measured Percentage of Fat Mass in Athletes With Unilateral Lower Limb Amputation. *Frontiers in Physiology*, 11(December), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.620040>
- Cavedon, V., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2018). Anthropometry, Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players. *Frontiers in Physiology*, 9, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00568>
- Cherif, M., Said, M. A., Bannour, K., Alhumaid, M. M., Chaifa, M. Ben, Khammassi, M., & Aouidet, A. (2022). Anthropometry, body composition, and athletic performance in specific field tests in Paralympic athletes with different disabilities. *Heliyon*, 8(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09023>
- Choi, H.-J., Ko, C.-Y., Chang, Y., Kim, G.-S., Choi, K., & Kim, C.-H. (2021). Development and validation of bioimpedance prediction equations for fat-free mass in unilateral male amputees. *PEERJ*, 9. <https://doi.org/10.7717/peerj.10970>
- Choi, H.-J., Ko, C.-Y., Chang, Y., Kim, G.-S., & Kim, C.-H. (2022). Validation of body composition assessment for unilateral amputees via BIA by comparison with DXA. *MEASUREMENT*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.111145>
- Company, J., & Ball, S. (2010). Body Composition Comparison: Bioelectric Impedance Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Adult Athletes. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14, 186–201. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2010.497449>
- de Lucia, E., Lemma, F., Tesfaye, F., Demisse, T., & Ismail, S. (2002). The use of armspan measurement to assess the nutritional status of adults in four Ethiopian ethnic groups. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(2), 91–95. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601289>
- Diego, M. I. A., Rueda, F. M., & Conches, M. G. (2010). Repercusión del ejercicio físico en el amputado. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 27(138), 291–302.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *The British Journal of Nutrition*, 32(1), 77–97. <https://doi.org/10.1079/BJN19740060>
- Faulkner, J. A. (1968). *Physiology of swimming and diving*. In Baltimore: Academic Press. Exercise physiology. Baltimore: Academic Press.
- Ferro, A., Garrido, G., Villacieros, J., Pérez, J., & Grams, L. (2017). Nutritional habits and performance in male elite wheelchair basketball players during a precompetitive period. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 34(3), 295–310. <https://doi.org/10.1123/apaq.2016-0057>
- Frost, A. P., Giest, T. N., Ruta, A. A., Snow, T. K., & Millard-Stafford, M. (2017). Limitations of body mass index for counseling individuals with unilateral lower extremity amputation. *PROSTHETICS AND ORTHOTICS INTERNATIONAL*, 41(2), 186–193. <https://doi.org/10.1177/0309364616650079>
- Gamonales Puerto, J. M., Durán-Vaca, M., Gámez-Calvo, L., Hernández-Beltrán, V., Muñoz-Jiménez, J., & León, K. (2021). Fútbol para personas con amputaciones: Revisión sistemática exploratoria (Football for people with amputations: Exploratory systematic review). *Retos*, 42, 145–153. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86380>

- Gao, P., Zhao, R., Wang, S., & Han, T. (2024). Physical Fitness Parameters of Elite Chinese Wheelchair Curlers. *International Journal of Morphology*, 42(1), 46–51. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022024000100046>
- Garthe, I., Raastad, T., Refsnes, P. E., & Sundgot-Borgen, J. (2013). Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *European Journal of Sport Science*, 13(3), 295–303. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.643923>
- Grams, L., Garrido, G., Villaceros, J., & Ferro, A. (2016). Marginal Micronutrient Intake in High-Performance Male Wheelchair Basketball Players: A Dietary Evaluation and the Effects of Nutritional Advice. *PLOS ONE*, 11(7), e0157931. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157931>
- Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McGuinness, L., McDonald, S., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., Moher, D., Glanville, J., Chou, R., Brennan, S. E., Boutron, I., Akl, E., ... Tetzlaff, J. M. (2021). Právila PRISMA 2020. *Medicina Fluminensis*, 57(4), 444–465. [https://doi.org/10.21860/medflum2021\\_264903](https://doi.org/10.21860/medflum2021_264903)
- Guchan, Z., Bayramlar, K., & Ergun, N. (2017). Determination of the effects of playing soccer on physical fitness in individuals with transtibial amputation. *JOURNAL OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL FITNESS*, 57(6), 879–886. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06336-2>
- Haarbo, J., Gotfredsen, A., Hassager, C., & Christiansen, C. (1991). Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). *Clinical Physiology*, 11(4), 331–341.
- Hart, N. H., Nimphius, S., Spiteri, T., Cochrane, J. L., & Newton, R. U. (2015). Segmental Musculoskeletal Examinations using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): Positioning and Analysis Considerations. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3), 620–626.
- Hector, A. J., & Phillips, S. M. (2018). Protein recommendations for weight loss in elite athletes: A focus on body composition and performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 170–177. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0273>
- Hernández Díaz, A. R., Acosta Díaz, L., Hernández Rojas, A. L., Moreira Martínez, M. M., & Rodríguez López, M. (2021). Comportamiento de las amputaciones no traumáticas de miembros inferiores durante 2019-2020. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar Del Río Rev*, 25(3), 1–7. <http://revcm-pinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5048>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504.
- Keil, M., Totósy de Zepetnek, J. O., Brooke-Wavell, K., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2016). Measurement precision of body composition variables in elite wheelchair athletes, using dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Sport Science*, 16(1), 65–71. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.966763>
- Kim, J., Wang, Z. M., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Gallagher, D. (2002). Total-body skeletal muscle mass: Estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(2), 378–383. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.2.378>
- Lefebvre, C., Glanville, J., Briscoe, S., Littlewood, A., Marshall, C., Metzendorf, M.-I., Noel-Storr, A., Rader, T., Shokraneh, F., Thomas, J., & others. (2019). Searching for and selecting studies. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, 67–107. <https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch4>
- Lohman, T. G. (1992). Advances in body composition assessment. *Current issues in exercise science series*. Monograph, 3.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., Martorell, R., & others. (1988). Anthropometric standardization reference manual.
- Mally, F., Litzberger, S., Willwacher, S., Braunstein, B., Brüggemann, G.-P., & Sabo, A. (2016). Kinetics of elite unilateral below-elbow amputee running: Comparison of symmetry of an impaired and an unimpaired athlete and the influence of additional weight on the impaired limb. *Sports Engineering*, 19, 185–199. <https://doi.org/10.1007/s12283-016-0204-z>
- Marfell-Jones, M. J., Stewart, A. D., & De Ridder, J. H. (2012). International standards for anthropometric assessment.
- Meshtel, A. V., Antonov, A. G., Zhilkin, A. N., Rybakova, P. D., Miroshnikov, A. B., & Smolensky, A. V. (2024). [Comparative analysis of body fat measurement using two bioelectric impedance devices and three household scales (with the function of determining body composition) with dual-energy X-ray absorptiometry]. *Voprosy pitaniia*, 93(2), 95–104. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2024-93-2-95-104>



- Molik, B., Kosmol, A., Laskin, J. J., Morgulec-Adamowicz, N., Skucas, K., Dabrowska, A., Gajewski, J., & Ergun, N. (2010). Wheelchair basketball skill tests: Differences between athletes' functional classification level and disability type. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 21(1), 11–19.
- Molik, B., Laskin, J. J., Kosmol, A., Marszałek, J., Morgulec-Adamowicz, N., & Frick, T. (2013). Relationships between anaerobic performance, field tests, and functional level of elite female wheelchair basketball athletes. *Human Movement*, 14(4), 366–371. <https://doi.org/10.2478/humo-2013-0045>
- Nowak, A. M., Molik, B., Kosmol, A., Szczepaniak, M., & Marszalek, J. (2021). Application of the arm-cranking 30-second Wingate Anaerobic Test (the WANt) to assess power in amputee football players. *ACTA OF BIOENGINEERING AND BIOMECHANICS*, 23(3), 13–23. <https://doi.org/10.37190/ABB-01807-2021-02>
- OMS. (2024). Discapacidad: datos y cifras. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
- OMS, G. (1995). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría.
- Ozkan, A., Kayihan, G., Koklu, Y., Ergun, N., Koz, M., Ersoz, G., & Dellal, A. (2012). The Relationship Between Body Composition, Anaerobic Performance and Sprint Ability of Amputee Soccer Players. *JOURNAL OF HUMAN KINETICS*, 35, 141–146. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0088-3>
- 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., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Petri, C., Campa, F., Holway, F., Pengue, L., & Arrones, L. S. (2024). ISAK-Based Anthropometric Standards for Elite Male and Female Soccer Players. *Sports*, 12(69), 1–15. <https://doi.org/10.3390/sports12030069>
- Piccoli, A., Rossi, B., Pillon, L., & Bucciante, G. (1994). A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. *Kidney International*, 46(2), 534–539. <https://doi.org/10.1038/KI.1994.305>
- Plank L. D. (2005). Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 8(3), 305–309. <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000165010.31826.3d>
- Rietveld, T., Vegter, R. J. K., van der Slikke, R. M. A., Hoekstra, A. E., van der Woude, L. H. V., & De Groot, S. (2019). Wheelchair mobility performance of elite wheelchair tennis players during four field tests: Inter-trial reliability and construct validity. *PLoS ONE*, 14(6), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217514>
- Rivas, L. G., Mielgo-Ayuso, J., Norte-Navarro, A., Cejuela, R., Cabañas, M. D., & Martínez-Sanz, J. M. (2015). Body composition and somatotype in university triathletes. *Nutricion Hospitalaria*, 32(2), 799–807. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.9142>
- Rodrigues, M. N., Silva, S. C. da, Monteiro, W. D., & Farinatti, P. de T. V. (2001). Comparison of body fat estimation by bioelectric impedance, skinfold thickness, and underwater weighing. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 7, 125–131.
- Rodríguez, K. C. M., Martínez, L. S. V., Vázquez, V. V., & Moreno, P. J. F. (2023). Comparación de dos métodos para estimar el porcentaje de grasa en futbolistas amputados. Estudio piloto. In *Cultura Física: Avances de Investigación Científica en Educación Física y Entrenamiento Deportivo* (p. 77). <https://itson.mx/publicaciones/Documents/ciencias-sociales/Cultura Física.pdf#page=77>
- Hernández Roldan, R., Anderson Quiñonez, J., Arenas, J., Urrea, A. M., Barbosa-Granados, S., & Aguirre Loaiza, H. H. (2021). Características Psicológicas en Deportistas con Discapacidad Física (Psychological Characteristics in athletes with physical disability). *Retos*, 40, 351–358. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.83079>
- Saltan, A., Bakar, Y., & Ankarali, H. (2017). Wheeled mobility skills of wheelchair basketball players: a randomized controlled study. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(4), 390–395. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1177857>
- Shuster, A., Patlas, M., Pinthus, J. H., & Mourtzakis, M. (2012). The clinical importance of visceral adiposity: A critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *British Journal of Radiology*, 85(1009), 1–10. <https://doi.org/10.1259/bjr/38447238>

- Simim, M. A. M., Silva, B. V. C., Marocolo, M., Mendes, E. L., De Mello, M. T., & Da Mota, G. R. (2013). Anthropometric profile and physical performance characteristic of the Brazilian amputee football (soccer) team. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, 19(3), 641–648.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid space and density. *Techniques for Measuring Body Composition*, 1, 223–224.
- Soylu, Ç., Yildirim, N. Ü., Akalan, C., Akinoğlu, B., & Kocahan, T. (2021). The Relationship Between Athletic Performance and Physiological Characteristics in Wheelchair Basketball Athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 92(4), 639–650. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1762834>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & De Ridder, H. (2011). International society for advancement of kinanthropometry. *International Standards for Anthropometric Assessment*, 115.
- Tachibana, K., Mutsuzaki, H., Shimizu, Y., Doi, T., Hotta, K., & Wadano, Y. (2019). Influence of functional classification on skill tests in elite female wheelchair basketball athletes. *Medicina (Lithuania)*, 55(11), 1–10. <https://doi.org/10.3390/medicina55110740>
- Tzamaloukas, A. H., & Murata, G. H. (1996). Estimating urea volume in amputees on peritoneal dialysis by modified anthropometric formulas. In *Advances in peritoneal dialysis. Conference on Peritoneal Dialysis (Vol. 12, pp. 143–146)*.
- Tzamaloukas, A. H., Patron, A., & Malhotra, D. (1994). Body mass index in amputees. *JPEN. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 18(4), 355–358. <https://doi.org/10.1177/014860719401800414>
- Vanlandewijck, Y. C., Verellen, J., & Tweedy, S. (2011). Towards evidence-based classification in wheelchair sports: impact of seating position on wheelchair acceleration. *Journal of Sports Sciences*, 29(10), 1089–1096. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.576694>
- Weber, V. M. R., Fernandes, D. Z., Vieira, E. R., Ferreira, S. A., da Silva, D. F., & Queiroga, M. R. (2021). Adaptation of Anaerobic Field-Based Tests for Wheelchair Basketball Athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 92(4), 715–722. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1769009>
- Whiting, P., Savović, J., Higgins, J. P. T., Caldwell, D. M., Reeves, B. C., Shea, B., Davies, P., Kleijnen, J., & Churchill, R. (2016). ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. *Journal of Clinical Epidemiology*, 69, 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.06.005>
- Yanci, J., Granados, C., Otero, M., Badiola, A., Olasagasti, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Iturricastillo, A., & Gil, S. M. (2015). Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. *Biology of Sport*, 32(1), 71–78. <https://doi.org/10.5604/20831862.1127285>
- Yüksel, M. F., & Sevindi, T. (2018). Examination of Performance Levels of Wheelchair Basketball Players Playing in Different Leagues. *Sports*, 6(18), 1–8. <https://doi.org/10.3390/sports6010018>
- Yurdakul, E., & Kizilci, H. M. (2021). A comparison of physical performance analyses of amputee professional and elite footballers. *JOURNAL OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL FITNESS*, 61(7), 916–922. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.11859-6>
- Zorba, E., & Saygın, Ö. (2009). Fiziksel Aktivite ve Fiziksel Uygunluk.(2. Baskı). In İstanbul: İnceler Ofset.
- Zwierzchowska, A., Rosołek, B., Sikora, M., & Celebańska, D. (2022). Forced Sedentariness and Sports Activity as Factors Differentiating Anthropometric Characteristics, Indices, and Body Composition in People with Disabilities. *Biology*, 11(6), 1–10. <https://doi.org/10.3390/biology11060906>

### Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Jurgi Olasagasti Ibargoien  
Patxi León Guereño  
Arkaitz Castañeda Babarro

jurgi.olasagasti@deusto.es  
patxi.leon@deusto.es  
arkaitz.castaneda@deusto.es

Autor/a  
Autor/a  
Autor/a

