

## Excreción urinaria de creatinina como marcador de la composición corporal y función muscular en pacientes con trauma raquimedular dorso lumbar crónico

Urinary creatinine excretion as a marker of body composition and muscle function in patients with chronic thoracolumbar spinal cord injury

Francisca Zamora Pérez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0009-7173-4646>

Carmen Margarita Santos-Hernández<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8433-554X>

Juan Enrique Bender del Busto<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0715-2400>

Roberto León Castellón<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6085-8565>

Alejandro PelayoTerry Zamora<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6362-3051>

Carlos Sergio González Martínez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6217-6226>

<sup>1</sup>Centro Internacional de Restauración Neurológica. La Habana, Cuba.

\* Autor para la correspondencia: [francisca@neuro.ciren.cu](mailto:francisca@neuro.ciren.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** La excreción de creatinina es una expresión de la masa del músculo esquelético. Su medición se considera un biomarcador asequible, sensible y eficaz para estimar la composición corporal en pacientes con traumatismo crónico de la médula espinal.

**Objetivo:** Evaluar la masa muscular esquelética según la excreción urinaria de creatinina en pacientes con trauma raquimedular dorsal lumbar crónica.

**Métodos:** Se realizó un estudio longitudinal, prospectivo y analítico en 41 pacientes masculinos con traumatismo raquimedular crónico de T1 a L2, con lesión medular motora completa.

**Resultados:** Se observaron cambios significativos ( $p \leq 0,000$ ) en la circunferencia: del brazo, la circunferencia muscular del brazo, el área muscular del brazo y en la tasa de excreción de creatinina. Hubo un cambio altamente significativo ( $p \leq 0,000$ ,  $t = -5,14$ ) en la masa muscular esquelética, ajustada por la excreción de creatinina, según la mediana de masa magra (kg) de la población de referencia DEXA Lunar. Se observó cambios significativos en las subpoblaciones de linfocitos CD3/CD4 en los pacientes con lesiones de T1 a T6, el índice de masa muscular está por debajo del

percentil 3 ( $p \leq 0,028$ ). Los aumentos en las diferencias de CD3/CD8 de los pacientes con índice de masa muscular por debajo del percentil 3 (26,8 %) mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0,021$ ) y Anova con F 5,8. Se observaron aumentos significativos en el índice de Barthel, escala de Catz y ASIA motora ( $p \leq 0,000$ ).

**Conclusiones:** La masa muscular esquelética estimada por la excreción urinaria de creatinina y el índice creatinina-talla son indicadores pronósticos que muestran sensibilidad con variables antropométricas, inmunológicas y neurofuncionales durante el Programa de Restauración Neurológica.

**Palabras clave:** muscular esquelética; excreción urinaria de creatinina; trauma raquímedular dorsal lumbar crónica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Creatinine excretion is an expression of skeletal muscle mass. Its measurement is considered an affordable, sensitive, and effective biomarker for estimating body composition in patients with chronic spinal cord trauma.

**Objective:** To assess skeletal muscle mass based on urinary creatinine excretion in patients with chronic dorsal lumbar spinal trauma.

**Methods:** A longitudinal, prospective, and analytical study was conducted on 41 male patients with chronic spinal trauma from T1 to L2, with complete motor spinal cord injury.

**Results:** Significant changes ( $p \leq 0.000$ ) were observed in arm circumference, arm muscle circumference, arm muscle area, and in the creatinine excretion rate. A highly significant change ( $p \leq 0.000$ ,  $t = -5.14$ ) was found in skeletal muscle mass, adjusted for creatinine excretion, according to the lean mass median (kg) of the DEXA Lunar reference population. Significant changes were observed in CD3/CD4 lymphocyte subpopulations in patients with T1 to T6 injuries, where the muscle mass index is below the 3rd percentile ( $p \leq 0.028$ ). Increases in CD3/CD8 differences in patients with a muscle mass index below the 3rd percentile (26.8%) showed significant differences ( $p \leq 0.021$ ) and ANOVA with F 5.8. Significant increases were observed in the Barthel Index, Catz scale, and ASIA motor score ( $p \leq 0.000$ ).

**Conclusions:** Skeletal muscle mass estimated by urinary creatinine excretion and the creatinine-height index are prognostic indicators that show sensitivity to anthropometric, immunological, and neurofunctional variables during the Neurological Restoration Program.

**Keywords:** skeletal muscle; urinary creatinine excretion; chronic dorsal lumbar spinal trauma.

Recibido: 25/11/2024

Aceptado: 26/11/2024

## Introducción

La cantidad de creatinina excretada durante 24 h se ha estudiado como expresión de la masa muscular esquelética (MME),<sup>(1,2,3,4)</sup> su excreción urinaria también se ha establecido como un biomarcador factible y de bajo costo para estimar la masa magra de la composición corporal de pacientes con trauma raquímedular crónico (TRM) sometidos a un Programa de Restauración Neurológica (PRN).<sup>(5,6)</sup>

En el estudio de la composición corporal se han utilizado métodos indirectos, como la antropometría y la medición de la excreción urinaria de creatinina. Es importante destacar que en los adultos, el músculo esquelético constituye aproximadamente un tercio del peso corporal y la mitad del total de la masa magra. Además, alrededor del 75 % del músculo esquelético se encuentra en las extremidades del individuo. La extrapolación de la creatinina urinaria a la masa muscular se basa en cuatro supuestos:

- 1- La creatina se encuentra casi en su totalidad en el músculo esquelético y liso.
- 2- En una dieta sin creatina, la reserva total de creatina y la masa muscular media se encuentran en el músculo esquelético y liso.
- 3- La creatina se convierte de forma no enzimática e irreversible en creatinina a una tasa diaria constante.
- 4- La creatinina, una vez formada, se excreta a través de los riñones a un ritmo constante.<sup>(2)</sup>

La creatinina es un producto final metabólico derivado del metabolismo de las proteínas y su tasa de excreción está directamente relacionada con la cantidad de masa muscular presente en el cuerpo.<sup>(2)</sup>

Un estudio característico de Wang y otros<sup>(3)</sup> residió en la estimación de la masa muscular esquelética (MME) a partir de la excreción urinaria de creatinina, basada en ecuaciones desarrolladas a partir de un estudio de hombres adultos sanos que siguieron una dieta sin carne durante varios días antes de la recolección de la

muestra de orina, y sus ecuaciones se validaron mediante tomografía axial computarizada (TAC).

Heymsfield y otros<sup>(2)</sup> habían logrado predecir la masa muscular esquelética en adultos a partir de la excreción urinaria de creatinina mediante el diseño de una ecuación. En este proceso, la estimación del tamaño del músculo esquelético podría validarse utilizando TAC, se han utilizado ecuaciones predictivas antropométricas que consideran en un caso el área muscular del brazo (AMB) y la altura mediante la ecuación de Heymsfield, o en otro la interrelación de la altura con las circunferencias de segmentos corporales como brazo, muslo y pantorrilla (por ecuación de Lee), ajustadas por la presencia de la bicapa cutánea y tejido adiposo subcutáneo.<sup>(3,7,8)</sup> Estas ecuaciones se han incorporado a la predicción de la masa muscular esquelética.<sup>(9)</sup>

Se ha observado que la determinación de la excreción urinaria de creatinina como biomarcador de la masa muscular esquelética se asocia con la mortalidad en pacientes con diabetes tipo 2 y pérdida del injerto de trasplante renal.<sup>(4)</sup>

Estos resultados respaldan el interés y la utilidad clínica de medir la excreción urinaria de creatinina como indicador de la composición corporal y la función muscular.<sup>(10,11,12,13)</sup> Autores cubanos en un estudio sobre población infantil y adolescentes han advertido anteriormente sobre “la inconveniencia de importar” el uso de constantes de otros orígenes ancestrales para estimar la masa muscular esquelética, debido a los sesgos implícitos en sus diferencias de origen étnico y epigenético, hábitos alimentarios y diversas tasas de crecimiento y desarrollo.<sup>(11)</sup>

Zamora y otros<sup>(12)</sup> replantean esta preocupación sobre el riesgo potencial de inexactitud de aplicar constantes de referencia inadecuadas o con orígenes étnicos autodesignados y no bien especificados: en ese caso se trataba de 77 pacientes con lesiones incompletas y completas de trauma raquímedular toracolumbar crónico (TRM) de origen latinoamericano, no cubano, que se sometieron al programa de restauración neurológica en quienes se obtuvo una constante a partir de una población cubana adulta medida por intervalos de referencia locales para la excreción urinaria de creatinina.

La mejoría en la evaluación clínica y neurofuncional y el ligero aumento de la masa muscular resquelética (MME) total observada en aquellos 77 pacientes al final del tratamiento de restauración neurológica no estuvo en correspondencia con el resto de su evolución bioquímica y dietética.<sup>(12)</sup>

De acuerdo con este criterio, se ha discutido la debilidad metodológica de las estimaciones de (MME); y se ha demostrado que los cambios y la disminución de la (MME), el (AMB), la reflectividad y sensibilidad son significativos según la edad, tipo, nivel y gravedad de las lesiones ( $p \leq 0,05$ ). Solo se pudieron observar

resultados satisfactorios y más coherentes cuando para el análisis de los factores clínicos se consideraron pacientes con lesiones medulares completas.<sup>(13)</sup>

El objetivo ha sido sistematizar el uso de indicadores indirectos, sensibles y de fácil aplicación, que permitan detectar tempranamente cambios en la composición corporal mucho antes de que éstos se hagan evidentes debido a cambios en el peso corporal (el índice de masa corporal (IMC), cuya aparición permitiría un diagnóstico oportuno de las alteraciones nutricionales.

Aunque investigaciones previas han señalado el impacto del (PRN) y su capacidad para modificar indicadores de composición corporal en pacientes con trauma medular, se consideró necesario profundizar en la relación entre la composición corporal evaluada según la excreción urinaria de creatinina mediante técnicas antropométricas y su asociación con biomarcadores clínicos, metabólicos y neurofuncionales en pacientes con trauma medular dorsolumbar.<sup>(5,6,13)</sup>

Recientemente, se ha identificado una alta proporción de obesidad sarcopénica al evaluar la masa muscular en pacientes con (TRM) mediante diversos métodos directos.<sup>(14,15)</sup>

El objetivo de profundizar en el comportamiento de los indicadores nutricionales y su relación con los cambios en la composición corporal y una mayor precisión y sensibilidad en el pronóstico, diagnóstico y planificación de la restauración neurológica. Además, se espera que los resultados sienten las bases para futuras investigaciones en este campo.

El objetivo de esta investigación han estado encaminados a demostrar que la excreción urinaria de creatinina es un biomarcador preciso y sensible de la masa muscular esquelética y sus cambios en pacientes con traumatismo medular dorsolumbar crónico sometidos a un (PRN).

## Métodos

Se realizó un estudio longitudinal, prospectivo y analítico en 41 pacientes masculinos con traumatismo raquímedular crónico de T1 a L2, lesión medular motora completa, de la Clínica de Afecciones Espinales, Neuromusculares y Esclerosis Múltiple. Estos pacientes recibieron tratamiento de rehabilitación neurológica entre febrero de 2016 y enero de 2020, de acuerdo con las características del (PRN). Los pacientes fueron seleccionados según criterios de inclusión y exclusión establecidos y se realizó control metabólico de la dieta del paciente en los días previos para asegurar la calidad y precisión de la

determinación de creatinina como técnica y con control clínico único y hematológico de la función renal.<sup>(5,6,13)</sup>

Fueron evaluados y caracterizados integralmente de acuerdo a las variables estudiadas, con énfasis en los indicadores de déficit neurológico, discapacidad funcional y evaluación clínica, antropométrica y bioquímica del estado nutricional antes de iniciar el programa terapéutico y al finalizar las doce semanas, previo consentimiento informado. Los pacientes del estudio provenían de diferentes nacionalidades, entre ellas: México, Venezuela, Brasil, Argentina e Italia y presentaban multiancestralidad que no permitía este tipo de clasificación.

La altura se estimó por hemibraza izquierda (HBI) se utilizó la fórmula de Lohman, Roche y Martorell.<sup>(16,17)</sup> El peso se midió en una báscula SECA 664 diseñada especialmente para personas discapacitadas, en ayunas y después de la evacuación de las heces fecales.

**Índice de masa corporal:** El estado nutricional se estableció considerando el valor de la relación peso-talla del (IMC = peso/talla  $m^2$  (kg/m $^2$ ) y según lineamientos y guías prácticas de Nash y Gater<sup>(18)</sup> para lesiones medulares.

Las circunferencias de los segmentos corporales: brazo, muslo y pierna se midieron en el hemicuerpo izquierdo con una cinta inelástica y los pliegues del tríceps, muslo y pierna se tomaron con un protocolo calibrado en la institución, siguiendo protocolos de reconocida aplicación internacional.<sup>(19,20)</sup>

## I. Índices de composición corporal

– Área muscular del brazo (AMB): Para determinarlo se utilizó la fórmula:

$$AMB = (CB - \pi * PT) 2/4 \pi. \text{ Donde } \pi \text{ es constante } Pi = 3,1416^{(21)}$$

– El área de grasa del brazo (AGB) se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$AGB = ((PCT * CB) / 2) - (\pi * PT) 2 / 4$$

– Circunferencia muscular del brazo (CMB) se determinó mediante la siguiente formula:

$$CMB = CB - \pi * PCT$$

1. Ecuación de Robert Lee hecha a partir de la altura y los tres perímetros del brazo, el muslo y la pantorrilla.<sup>(9)</sup>
2. Harvey Heymsfield ' ecuación que utiliza la altura y el área muscular del brazo.<sup>(9)</sup>
3. Estimación de los índices de masa muscular para el peso corporal y la altura en metros al cuadrado (IMM, kg/m<sup>2</sup>).<sup>(18)</sup>

## **II. Estimación del riesgo de pérdida de masa muscular según la Guía de Seguridad y Márgenes de Riesgo para una Población de Referencia joven**

El índice de masa muscular (IMM, kg/m<sup>2</sup>) obtenido de la población de pacientes y se compara con los puntos de corte de Seguridad y Riesgo de una población de referencia masculina sana de Santos y otros.<sup>(22,23,24)</sup>

El nivel nutricional clínico se identificó mediante el (IMC), según criterios de Nash<sup>(18)</sup> y la masa magra (kg) esperada para los puntos de corte de riesgo correspondientes a su edad y sexo (percentil 3 y 90, o < 2 DE (desviación estándar) del valor esperado) de la población de referencia.<sup>(22,23,24)</sup>

## **III. Estimación de la masa muscular esquelética según la excreción urinaria de creatinina**

La estimación de la masa muscular esquelética según la excreción urinaria de creatinina constante de Forbes,<sup>(1)</sup> que supone que 1 gramo de creatinina equivale a 27,6 kg de masa magra observado en la tasa de excreción urinaria de creatinina inicial y final en mg/24 h.<sup>(25,26)</sup>

La recolección de orina para determinar la excreción de creatinina se realizó dentro de las primeras 24 h y a los pacientes se les colocó una sonda vesical permanente con el objetivo de determinar creatinina por el método de Jaffe con analizadores Roche-Hitachi /904/911.

Cálculo de la creatinina en orina de 24 h:

Las unidades de sustancia (mol.L<sup>-1</sup>) de creatinina urinaria se transformaron en unidades de masa (mg.L<sup>-1</sup>) mediante la expresión:<sup>(25,26)</sup>

$$OCre, \text{mg.L}^{-1} = OCre, \text{mmol.L}^{-1} * 0,113$$

Estimación de la creatinina esperada según Walser, teniendo en cuenta la altura.<sup>(26)</sup>

$$\text{mg de creatinina esperados} = 17,69 * (\text{altura} * 100) - 1791$$

Índice de excreción de creatinina (IEC):

$$\text{IEC} = \text{creatinina observada mg/día} / \text{creatinina esperada mg/día} * 100$$

#### IV. Evaluación bioquímica

La determinación de estos indicadores se realizó mediante los métodos:

- El complejo hematológico (hemoglobina (g/dL), volumen corpuscular medio, recuento total de leucocitos y linfocitos) se determinó mediante el equipo XN-350.<sup>(27)</sup>
- La química sanguínea incluyendo albúmina (u/L), creatinina, colesterol HDL (mmol/L), colesterol (mmol/L) y triglicéridos (mmol/L) fueron determinados mediante el equipo Spin 200 E.<sup>(27)</sup>

#### V. Indicadores del estado inmunológico

Estudio de las subpoblaciones linfocitarias CD3, CD19, CD3/CD4 y CD3/CD8 y sus cambios.<sup>(28)</sup> Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de inmunología mediante citometría de flujo. El manual del equipo citaba el medidor Gallius Beckman Coulter.<sup>(28)</sup>

#### VI. Evaluación del estado neurológico

Se realizó de acuerdo a la escala de la *American Spinal Injury Association* (ASIA), con la introducción de los Estándares Internacionales para la Clasificación Neurológica de las Lesiones de la Médula Espinal, los cuales son ampliamente utilizados por su valor pronóstico<sup>(29)</sup> y permite detectar cambios en la situación neurológica del paciente durante el proceso terapéutico, objetivarlos y cuantificarlos.

#### VII. Evaluación de la condición funcional

El Índice de Barthel<sup>(30)</sup> y la Escala de Independencia para Lesión Medular (SCIM-III),<sup>(31,32)</sup> que evalúan el autovalidismo del paciente en las actividades de la vida diaria.

#### VIII. Procesamiento estadístico

Las variables categóricas se presentaron en frecuencia absoluta y (porcentaje %) de la muestra. De las variables cuantitativas se obtuvieron medias, desviación estándar, error estándar y análisis de varianza para distribuciones normales. La masa muscular esquelética (MME) obtenida de la población de pacientes se utilizó para comparar con las constantes de Forbes, Heymsfield, Lee<sup>(1,9)</sup> y la mediana esperada de la masa muscular de la población de referencia de Santos y también el

Índice de Masa Corporal (IMC), según criterios de Nash de cada paciente y la masa magra (kg).<sup>(1,9,22,23,24)</sup>

Se realizó el análisis de las diferencias entre muestras relacionadas (inicial y postintervención) con el fin de determinar la significación estadística. Se emplearon pruebas no paramétricas para el análisis de muestras no normales y simétricas de distintos tamaños. Se emplearon la prueba de suma de rangos de Wilcoxon y la prueba U de Mann-Whitney para comparar dos muestras independientes. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM Statistical Package Social Science (SPSS) versión 26.

## Resultados

Se muestran las características antropométricas, así como las diferencias entre muestras relacionadas. Los pacientes mantuvieron estabilidad en el peso corporal y el índice de masa corporal. Las medias del IMC estuvieron ligeramente por encima de las recomendadas por las Guías de Nash y Gater,<sup>(18)</sup> tanto al inicio como al final del tratamiento.

Tres variables del cilindro del brazo presentaron los cambios más significativos durante las 12 semanas de fisioterapia ( $p \leq 0,000$ ): circunferencia del brazo (CB), (CMB) y (AMB). El índice excreción de creatinina/talla le sigue en cuarto lugar entre las variables con mayores cambios ( $p \leq 0,000$ ). El (AGB), no presentó cambios significativos.

Los incrementos de masa muscular según la excreción de creatinina mediante la constante de Forbes y por las estimaciones realizadas según antropometría con las ecuaciones de Heymsfield y Lee<sup>(9)</sup> también tuvieron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,000$ ). Se obtuvo una diferencia significativa en la evaluación de la masa muscular según la constante de Barreto y otros,<sup>(13)</sup> a pesar de que el incremento alcanzado fue menor al obtenido cuando se aplicó la constante de Forbes<sup>(1)</sup> (tabla 1).

**Tabla 1-** Caracterización antropométrica de los pacientes del estudio

Mensuraciones y Determinaciones	Evaluación Inicial (media $\pm$ SD) N = 41	Evaluación posintervención (media $\pm$ SD) N = 41	Diferencias entre muestras relacionadas (inicial vs. posintervención)	
			Estadístico	p
Circunferencia del	30,040 $\pm$ 3,444	32,339 $\pm$ 3,525	- 7,616 <sup>(t)</sup>	0,000*

brazo (cm)				
Área muscular del brazo (cm <sup>2</sup> )	54,717 ± 13,268	65,517 ± 13,329	- 7,530 <sup>(t)</sup>	0,000 *
Circunferencia muscular del brazo(cm <sup>2</sup> )	26,034 ± ,168	28,542 ± 2,980	- 7,411 <sup>(t)</sup>	0,000*
Índice de excreción de creatinina	70,313 ± 18,8	80,192 ± 13,8	- 5,579 <sup>(Z)</sup>	0,000*
Masa muscular esquelética por excreción de creatinina (kg) (según constante de Forbes)	24,456 ± 7,307	28,080 ± 5,639	- 5,511 <sup>(Z)</sup>	0,000*
Masa muscular estimada según antropometría (kg) ecuación de Heymsfield	12,152 ± 2,143	13,615 ± 1,747	- 5,380 <sup>(Z)</sup>	0,000*
Masa muscular esquelética por excreción de creatinina (kg) (según constante de Barreto y otros) <sup>(15)</sup>	12,944 ± 3,964	14,673 ± 3,211	- 5,294 <sup>(Z)</sup>	0,000*
Masa muscular estimada según antropometría (kg) ecuación de Lee	29,921 ± 6,293	31,653 ± 6,514	- 4,659 <sup>(Z)</sup>	0,000*
AGB (cm <sup>2</sup> )	18,024 ± 8,207	18,676 ± 8,199	- 1,502 <sup>(t)</sup>	0,141
Peso (kg)	69,290 ± 14,632	69,278 ± 12,678	0,537 <sup>(Z)</sup>	0,591
Circunferencia del muslo (cm)	44,385 ± 8,667	44,207 ± 8,173	0,527 <sup>(t)</sup>	0,601 ns
Circunferencia de la pantorrilla (cm)	27,985 ± 5,582	27,824 ± 5,424	- 0,513 <sup>(Z)</sup>	0,608 ns
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,332 ± 4,110	23,101 ± 3,151	0,239 <sup>(t)</sup>	0,812 ns

Se observó un cambio altamente significativo ( $p \leq 0,000$ ,  $t = -5,14$ ) del porcentaje de adecuación de la masa muscular esquelética determinada según la excreción de creatinina por la constante de Forbes<sup>(1,13)</sup> al compararse con la mediana según la población joven sana de referencia.<sup>(22,23,24)</sup>

Las evaluaciones por procedimientos antropométricos, en el cual se utilizaron las ecuaciones de Lee y Heymsfield,<sup>(9)</sup> también presentaron cambios, pero no significativos a lo largo de las 12 semanas (tabla 2).

**Tabla 2- Cambio de la adecuación (%) de la masa muscular esquelética, por métodos antropométricos y bioquímicos. Comparados según la mediana de masa muscular esquelética para población joven sana de referencia**

Adecuaciones antropométricas y bioquímicas	Estadígrafo	Inicial	Posintervención	<i>p</i>
% de adecuación masa muscular esquelética por excreción de creatinina (según constante Forbes)	Mediana (RI)	49,6 (14,0)	57,2 (15,5)	0,000*
	(Mín; máx)	(24,4; 106,4)	(37,6; 104,7)	
	Dif. (IC 95 %)	7,6 (1,1; 14,1)		
% de adecuación masa muscular esquelética por excreción de creatinina (según constante de Barreto y otros) <sup>(15)</sup>	Mediana (RI)	35,4 (10,0)	40,8 (11,1)	0,000*
	(Mín; máx)	(17,4; 75,9)	(26,9; 74,8)	
	Dif. (IC 95 %)	5,4 (0,8; 10,0)		
% de adecuación masa muscular esquelética por antropometría (según ecuación por Lee)	Mediana (RI)	53,8 (13,3)	55,6 (17,3)	0,600*
	(Mín; máx)	(36,8; 68,9)	(32,6; 107,5)	
% de adecuación masa muscular esquelética por antropometría (según ecuación por Heymsfield)	Media (DE)	22,8 (6,4)	24,7 (4,5)	0,088**
	(Mín; máx)	(10,0; 32,9)	(14,0; 34,5)	

RI: Rango intercuartílico; DE: Desviación estándar; \*prueba de Wilcoxon; \*\* prueba t de Student para muestras dependientes; Dif; Diferencia estimada; IC 95: Intervalo de confianza al 95 %; si  $p \leq 0,05$  se rechaza la hipótesis de igualdad antes-después.

Se observó una respuesta metabólica de mejoría celular de CD3 ( $p \leq 0,010$ ) y CD19 ( $p \leq 0,000$ ), con modificaciones correspondientes en las proporciones CD3/CD4 ( $p \leq 0,001$ ) y en las fracciones CD3/CD8 ( $p \leq 0,000$ ) de las subpoblaciones linfocitarias después de la aplicación del programa de restauración neurológica. Las variables bioquímicas como hemoglobina, albúmina, colesterol, triglicéridos y lipoproteína de alta densidad (HDL) se mantuvieron dentro de sus valores normales.

El cociente CD3/CD8 también mostró diferencias en los pacientes con mayor riesgo de masa muscular baja (por debajo del percentil 3). Cuando se analizó el cociente CD3/CD8 según nivel de lesión, el CD3 fue menor en aquellos pacientes con nivel de lesión alto; pero también presentó mayores cambios en aquellos pacientes con criterios de riesgo más altos para masa muscular (26,8%), (con diferencias significativas  $p \leq 0,021$  según Anova), cuando se evaluó en la semana 12, según el criterio límite de riesgo para la población de referencia según tecnología DEXA<sup>(23,24)</sup> (tabla 3).

**Tabla 3-** Caracterización bioquímica e inmunológica de los pacientes del estudio

Mensuraciones y Determinaciones	Evaluación Inicial (media $\pm$ SD) N = 41	Evaluación Posintervención (media $\pm$ SD) N = 41	Diferencias entre muestras relacionadas (inicial vs. posintervención)	
			Estadístico	p
Colesterol (mosm/L)	4,284 $\pm$ 0,811	4,273 $\pm$ 0,550	0,100 <sup>(t)</sup>	0,921
HDL (mosm/L)	1,168 $\pm$ 0,382	1,273 $\pm$ 0,436	-2,017 <sup>(t)</sup>	0,050
Hemoglobina (g/dL)	13,890 $\pm$ 0,995	13,751 $\pm$ 0,827	1,179 <sup>(t)</sup>	0,246
Albúmina (u/L)	46,529 $\pm$ 4,902	46,000 $\pm$ 5,086	0,627 <sup>(t)</sup>	0,534
Triglicéridos (mosm/L)	1,252 $\pm$ 0,574	1,147 $\pm$ 0,399	-0,712 <sup>(Z)</sup>	0,477
CD3/CD8	27,965 $\pm$ 5,877	30,048 $\pm$ 6,292	-4,368 <sup>(Z)</sup>	0,000*
CD19	13,602 $\pm$ 2,865	15,035 $\pm$ 3,095	-4,201 <sup>(Z)</sup>	0,000*
CD3/CD4	40,363 $\pm$ 7,440	43,130 $\pm$ 7,776	-3,401 <sup>(Z)</sup>	0,001*
CD3	74,027 $\pm$ 6,626	76,559 $\pm$ 6,302	-2,699 <sup>(t)</sup>	0,010**

El índice de Barthel y la escala de Catz tuvieron incrementos significativos ( $p \leq 0,000$ ) al igual que la ASIA motora. Según la clasificación de ASIA, tres pacientes pasaron de ASIA A a B en el período de estudio, lo que supone recuperación de la sensibilidad por debajo del nivel neurológico de la lesión<sup>(29,30,31,32)</sup> (tabla 4).

**Tabla 4- Comportamiento de la condición neurológica y funcional**

Mensuraciones y determinaciones	Evaluación Inicial (media ± SD) N = 41	Evaluación posintervención (media ± SD) N = 41	Diferencias entre muestras relacionadas (inicial vs. posintervención)	
			Estadístico	p
Índice de Barthel	59,268 ± 18,760	70,122 ± 12,673	- 5,130 <sup>(W)</sup>	0,000*
Esfínter vesical	7,122 ± 4,484	9,976 ± 3,086	- 4,615 <sup>(W)</sup>	0,000*
Esfínter intestino	4,805 ± 2,977	7,171 ± 2,312	- 4,852 <sup>(W)</sup>	0,000*
Sensibilidad al tacto	58,463 ± 13,842	59,780 ± 14,418	- 3,447 <sup>(W)</sup>	0,001*
Escala de Catz	54,000 ± 13,853	63,463 ± 11,014	- 2,905 <sup>(W)</sup>	0,004*
Sensibilidad al pinchazo	57,049 ± 14,053	57,976 ± 14,038	- 2,709 <sup>(W)</sup>	0,007*
ASIA motora	51,366 ± 4,888	51,707 ± 5,423	- 2,232 <sup>(W)</sup>	0,026**

## Discusión

### Composición corporal en el traumatismo medular toracolumbar crónico

Con la aplicación del Programa de Restauración Neurológica durante 12 semanas se obtuvieron cambios significativos en tres de los indicadores antropométricos del cilindro del brazo: CB, AMB y CMB en los pacientes de estudio ( $p \leq 0,000$ ). El sitio mesobraquial siempre ha sido el más estudiado desde el punto de vista antropométrico debido a que las circunferencias del brazo son indicadores reconocidos por su sensibilidad en la evaluación del estado nutricional.<sup>(9,13,16,17,19,20,21,22,23)</sup>

Los cambios en estas circunferencias al identificar el cilindro del brazo pueden caracterizar de manera específica y temprana el efecto de la carga de trabajo de fisioterapia sobre la masa muscular esquelética durante la rehabilitación. Las secuelas motoras se observaron en las extremidades inferiores, aunque las extremidades superiores no sufren lesión neurológica, también pueden verse afectadas secundariamente por la inactividad física.

Los aumentos significativos observados en la MME del cilindro del brazo de nuestros pacientes fueron mayores al compararlos con los cambios menos evidentes para el perímetro de la pierna y el muslo; aunque no hubo disminución de estas medidas en la región anatómica del tren inferior.

La estimación de la MME de las extremidades, incluso medida con densitometría DEXA, con RMN o con TAC, presenta aún muchas imprecisiones y problemas metodológicos no resueltos. En los últimos años se ha producido un mayor consenso para la evaluación de la composición corporal de los adultos mayores de 60 años.<sup>(20,33,34,35,36)</sup>

La excreción de creatinina demuestra un potente resultado en su expresión en medidas de cambio de masa muscular en pacientes, tanto cuando se expresó por la razón con la altura, como cuando se estimó a partir de la constante de Forbes y con valores locales.<sup>(1,12)</sup> En las tablas 1 y 2, una vez más, se demuestra el alto poder predictivo de la variable altura y su marcada relación con el componente musculoesquelético, lo cual ha sido previamente señalado por varios autores dedicados al tema de composición corporal.<sup>(4,8,9,11,22,23,24)</sup>

Por lo tanto, de acuerdo con estos procedimientos, un aumento de la respuesta del músculo esquelético y el cambio correspondiente en la adecuación de la masa muscular total al final del tratamiento pueden considerarse un indicador importante de la respuesta positiva al proceso de rehabilitación terapéutica.

Según marcadores antropométricos y por estimación a partir de la excreción de creatinina realizada, el 26,8 % de estos pacientes con lesión medular completa se encontraban por debajo del punto de corte considerado como riesgo de baja masa muscular, al compararlos con una población joven sana, de la misma edad e índice de masa corporal (IMC kg/m),<sup>2</sup> medido mediante densitometría DEXA Lunar.<sup>(23,24)</sup>

La interpretación de los cambios metabólicos aún presenta ciertas imprecisiones durante la evaluación clínica y el proceso evolutivo en el paciente lesionado medular. Es necesario contar con métodos sensibles y más precisos para un adecuado control evolutivo según edad, nivel y tipo de lesión,<sup>(18)</sup> cambios biomoleculares, humorales, inmunológicos, tróficos y su recuperación neurológica.<sup>(14,18,19,20,21)</sup>

Es importante enfatizar el análisis sobre la significancia del tipo de origen poblacional, cuando se eligen y aplican constantes diferentes para realizar estimaciones y su correspondiente cálculo de masa muscular (MM).<sup>(11,22,23,24)</sup> Se debe reflexionar sobre el riesgo potencial de contrastes entre el cambio altamente significativo en la adecuación de la masa muscular obtenida por excreción de creatinina cuando se utiliza la constante de Forbes (57,2 %)<sup>(1)</sup> y para otro cambio menor (40,8 %), cuando se aplica la constante de Barreto-Santana (tabla 2,  $\leq p 0,000$ ). La diferencia de magnitudes en estos dos resultados responde a las discrepancias de precisión entre ambos métodos. Se observó una mayor aproximación al valor esperado de IMM con la constante de Forbes.<sup>(1,9)</sup>

Este análisis también demostró que los ajustes y sus cambios en MM obtenidos a partir de las ecuaciones de Heymsfield y Lee no arrojaron resultados estadísticamente significativos. En consecuencia, ambas demostraron su menor sensibilidad y precisión como marcadores de evaluación nutricional. La diferencia de resultados entre los marcadores bioquímicos y las estimaciones obtenidas mediante ecuaciones antropométricas revela una mayor debilidad de estas últimas.<sup>(9)</sup>

Recordemos que esta diferencia se basa en dos condicionantes: la utilización de una constante basada en la población caucásica de Forbes,<sup>(1)</sup> que utilizó una equivalencia de creatinina de 27,6 kg de MME por cada gramo de creatinina, validada mediante un contador radiactivo K 40 y un riguroso control dietético.

El otro factor favorable es que la población de referencia de Santos y otros<sup>(22,23,24)</sup> está constituida por una muestra de sujetos obtenida con rigurosos criterios de inclusión del sexo masculino, jóvenes menores de 40 años, sanos, estudiados según clasificación étnica y que sus valores de masa muscular esquelética (MME) fueron determinados mediante densitometría DEXA Lunar, con doble haz de fotones, que es reconocida como una técnica *Gold Standard*. Es una medida sensible de la masa muscular.

La constante de Santana y otros<sup>(11,12)</sup> presenta limitaciones, ya que se obtuvo de una muestra reclutada en servicios hospitalarios, con edades entre 19 y 58 años, con un tamaño de muestra de solo 103 sujetos y sin considerar regulaciones dietéticas y clasificación étnica.

La excreción urinaria de creatinina como producto final del metabolismo proteico y como marcador indirecto de la composición corporal ha sido estudiada desde el siglo pasado y sigue vigente en la actualidad, por su sencillez y bajo costo a pesar de los inconvenientes debido al imprescindible control que conlleva su determinación con criterios que consideren la influencia de la ingesta proteica, la actividad física, la hidratación y la función renal conservada. Han sido muchos los autores desde Forbes,<sup>(1)</sup> Heymsfield,<sup>(2,3)</sup> y Walser<sup>(26)</sup> y estudios más recientes con diversas poblaciones de este marcador.

Un grupo de autores griegos en 2019<sup>(15)</sup> discutieron la relevancia de la definición de sarcopenia para analizar al paciente lesionado medular, pero no concluyen su aplicación debido a las reconocidas limitaciones de este tipo de criterios que han sido desarrollados predominantemente por poblaciones mayores de 50 años. En el caso de pacientes con trauma medular, la sarcopenia se identifica como causa secundaria, pero aún no existe un consenso actual para el diagnóstico en TRM.

La sarcopenia no es solo un aspecto de esta cuestión. Aunque la caquexia es aparentemente similar y apenas se diferencia de la sarcopenia en la práctica clínica,

también tiene características específicas (inflamación y pérdida de peso) y, por tanto, puede considerarse una enfermedad separada.<sup>(10,14,15,35,36)</sup>

### **Obesidad, biomarcadores metabólicos y riesgo cardiometabólico**

La disminución de la masa muscular esquelética trae consigo un aumento del tejido adiposo que produce alteraciones en el metabolismo de la glucosa, dislipidemia y favorece la progresión de enfermedades como la obesidad y aumenta el riesgo de desarrollar síndrome cardiometabólico. Los pacientes del estudio, según su índice de masa corporal, presentaban sobrepeso antes y después del tratamiento de restauración neurológica, de acuerdo con las Guías de Práctica Clínica para la prevención de la obesidad y el riesgo cardiometabólico<sup>(18)</sup>

Sin embargo, quizás el hallazgo más significativo es que no se produjo un aumento de la adiposidad. En los pacientes en observación, el área grasa del brazo no demostró cambios significativos, al igual que los biomarcadores metabólicos, durante el período de observación de 12 semanas.<sup>(5,6,10,14,15)</sup>

Se propusieron puntos de corte predictivos de circunferencia abdominal y de cintura para el diagnóstico de adiposidad en TRM, los cuales fueron validados mediante resonancia magnética (RM) multiaxial. Sin embargo, no existe consenso sobre la validación y la aplicación de estos resultados dada la parálisis de los músculos abdominales que puede afectar la circunferencia abdominal y la profundidad sagital del abdomen, por lo que no se recomienda utilizar estas determinaciones como criterios de diagnóstico de adiposidad.<sup>(14,18,33,34)</sup>

### **Estado neurológico y funcional**

La aplicación de la escala ASIA, el índice de Barthel y la escala de Catz muestran los resultados, la mejoría de la sensibilidad al tacto, a la punción y en la función de los esfínteres vesical y rectal, lo que los convierte en indicadores de recuperación neurológica como lo propone Dea Mahanes en su estudio.<sup>(29,30,31,32,37)</sup>

La escala de Catz y el índice de Barthel ofrecen la posibilidad de fijar objetivos funcionales alcanzables y metas claras de intervención, a partir de la evaluación continua que se realiza, lo que permite detectar las áreas específicas, en el cual se producen logros funcionales.

En este estudio, la aplicación de la escala de Catz permite identificar el nivel de independencia funcional de cada uno de los pacientes respecto a las capacidades y/o limitaciones de cada uno de ellos en sus actividades de la vida diaria. Actualmente, no es concebible la rehabilitación sin el uso de escalas de valoración funcional. El índice de Barthel, aunque no es específico para la lesión medular,

también permite evaluar la recuperación funcional con resultados muy satisfactorios, los cuales han sido observados en esta investigación.

Es necesario continuar la búsqueda de nuevos marcadores pronósticos nutricionales y neurofuncionales del programa de restauración neurológica en pacientes con traumatismo medular toracolumbar crónico

Se concluye que la valoración del estado nutricional y la composición corporal, como parte de la atención integral del paciente con lesión medular traumática, permite demostrar que la masa muscular esquelética estimada a partir de la excreción urinaria de creatinina, el índice de creatinina/talla y el índice de masa muscular esquelética ( $MME/kg/m^2$ ), según constante de Forbes,<sup>(1)</sup> son indicadores pronósticos que muestran sensibilidad con variables antropométricas, inmunológicas y neurofuncionales durante el Programa de Restauración Neurológica.

## Referencias bibliográficas

1. Forbes GB, Bruining GJ. Urinary creatinine excretion and lean body mass. The American Journal of Clinical Nutrition. 1976;29(12):7. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/29.12.1359>
2. Heymsfield SB, Arteaga C, McManus C, Smith J, Moffitt S. Measurement of muscle mass in humans: validity of the 24-hour urinary creatinine method. Am J Clin Nutr. 1983;37(3):16. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/37.3.478>
3. Wang ZM, Gallagher D, Nelson ME, Matthews DE, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: evaluation of 24-h urinary creatinine excretion by computerized axial tomography. Am J Clin Nutr. 1996;63(6):6. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/63.6.863>
4. Oosterwijk MM, den Braber N, Bakker SJL, Laverman GD. Urinary creatinine excretion is an indicator of physical performance and function. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2022;13(2):2. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12965>
5. Zamora-Pérez F, González Martínez CS, Hernández González E, Díaz de La Fe A, García Lujardo Y, Santos-Hernández C. Impacto de un programa de restauración neurológica en el estado antropométrico del paciente con trauma medular dorsolumbar. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr. 2020 [acceso 08/03/2024],30(2):7. Disponible en: [https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rCAN/article/viewFile/1039/pdf\\_247](https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rCAN/article/viewFile/1039/pdf_247)
6. Zamora Pérez F, Santos Hernández C, Alvarez CR, Suárez Monteagudo C, Hernández González E, Morúa-Delgado Varela Ld, *et al.* Influencia de la rehabilitación neuromuscular en el estado nutricional del paciente con trauma

- raquimedular dorsolumbar. Rev Cuban Aliment Nutr. 2011 [acceso 26/12/2024];21(1). Disponible en: <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rCAN/article/view/542>
7. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. Am J Clin Nutr. 1982;36(4):10. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/36.4.680>
8. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. Annu Rev Nutr. 1997;17:31. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.527>
9. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. Am J Clin Nutr. 2000;72(3):7. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.796>
10. Kittikulnam P, Carrero JJ, Chertow GM, Kaysen GA, Delgado C, Johansen KL. Sarcopenia among patients receiving hemodialysis: weighing the evidence. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017;8(1):9. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12130>
11. Monteagudo Rodríguez Y, Santana Porbén S, Salabarría González JR. Intervalos locales de referencia para la excreción urinaria de creatinina en niños y adolescentes cubanos. Rev Cubana Aliment Nutr. 2015 [acceso 26/12/2024];25(1). Disponible en: <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rCAN/article/view/103>
12. Zamora Pérez F, Santana Porbén S. Sobre la excreción urinaria de creatinina en pacientes sujetos a rehabilitación neuromotora. Rev Cuban Aliment Nutr. 2022 [acceso 26/12/2024];32(2). Disponible en: <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rCAN/article/view/1408>
13. Zamora Pérez F, Santos-Hernández CM, Bender del Busto JE, González Martínez CS, Terry Zamora AP. Diagnóstico nutricional y neurológico según antigüedad, nivel neurológico y tipo de lesión en paciente raquimedular. Rev Haban Cienc Méd. 2022 [acceso 26/12/2024];21(6). Disponible en: <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4816>
14. Gorgey AS, Martin H, Metz A, Khalil RE, Dolbow DR, Gater DR. Longitudinal changes in body composition and metabolic profile between exercise clinical trials in men with chronic spinal cord injury. J Spinal Cord Med. 2016;39(6):13. DOI: <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1157970>
15. Dionyssiotis Y, Skarantavos G, Petropoulou K, Galanos A, Rapidi CA, Lyritis GP. Application of current sarcopenia definitions in spinal cord injury. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2019 [acceso 22/12/2024];19(1):21-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30839300/>

16. Lohman, TG, Roche AF, Martorell, R. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Books, Chicago. 1988 [acceso 26/12/2024]. Disponible en: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1080812>
17. Lukaski HC. Estimation of muscle mass. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. Human body composition. Champaign: Human Kinetics. 1996 [acceso 26/12/2024]:109-28. Disponible en: [https://books.google.com.cu/books/about/Human\\_Body\\_Composition.html?id=\\_W\\_oPgY4KAxgC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.cu/books/about/Human_Body_Composition.html?id=_W_oPgY4KAxgC&redir_esc=y)
18. Nash MS, Gater DR Jr. Cardiometabolic Disease and Dysfunction Following Spinal Cord Injury: Origins and Guideline-Based Countermeasures. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2020;31(3):21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2020.04.005>
19. World Health Organisation Logo. Working Group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. WHO Working Group. *Bull World Health Organ.* 1986 [acceso 26/12/2024];64(6):12. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2490974/>
20. Cederholm T, Jensen GL, Correia M, González MC, Fukushima R, Higashiguchi T, *et al.* GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2019;38(1):8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclnu.2018.08.002>
21. Gurney JM, Jelliffe DB. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. *Am J Clin Nutr.* 1973;26(9):7. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/26.9.912>
22. Santos Hernández CM. Resumen de las Guías de diagnóstico biofísico. *Rev Cubana Aliment Nutr.* 2008 [acceso 26/12/2024];18(2). Disponible en: <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcau/article/view/1136>
23. Santos-Hernández C. Criterios de Seguridad y Margen de Riesgo para la evaluación clínica de pacientes Criterios Normativos para el Diagnóstico de Osteoporosis y Composición Corporal en la población cubana [TESIS grado Doctor en Ciencias]; Universidad de La Habana. 2010.
24. Santos Hernández CM. "Male Body Composition and Some Methodological and Conceptualization Insights on Gender and Ancestral Origin". *EC Nutrition.* 2023;18(8):3. DOI: <https://doi.org/10.31080/ECNU.2023.18.011121>
25. Vega J, Huidobro E, Juan P, Guarda FJ. Evaluación de la recolección de orina de 24 horas a partir de la creatininuria: fórmulas para estimarla y su rendimiento. *Rev Méd Chile.* 2021 [acceso 26/12/2024];149(2):5. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872021000200242&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872021000200242&lng=es)

26. Walser M. Creatinine excretion as a measure of protein nutrition in adults of varying age. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1987;11(5Suppl):73S-8. DOI: <https://doi.org/10.1177/014860718701100510>
27. Khatabil TA, de Frankrijker MM, de Rijke YB, Russcher H. The Sysmex XN-L (XN-350) hematology analyzer offers a compact solution for laboratories in niche diagnostics. *Int J Lab Hematol.* 2021;43(1):10. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijlh.13339>
28. Barrera RLM, Drago SME, Pérez RJ. Flow cytometry: Link between basic research and clinical applications. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex.* 2004 [acceso 22/12/2024];17(1):13. Disponible en: <https://www.medicgraphic.com/cgi-bin/new/resumenl.cgi?IDARTICULO=748>
29. Rupp R, Biering-Sørensen F, Burns SP, Graves DE, Guest J, Jones L, *et al.* International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Revised 2019. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2021;27(2):20. DOI: <https://doi.org/10.46292/sci2702-1>
30. Mahoney FI, Barthel DW. Functional Evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J.* 1965 [acceso 22/12/2024];14:61-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14258950/>
31. Catz A, Itzkovich M, Rozenblum R, Elkayam K, Kfir A, Tesio L, *et al.* A multi-center international study on the spinal cord independence measure, version IV: Rasch psychometric validation. *J Spinal Cord Med.* 2024;47(5):10. DOI: <https://doi.org/10.1080/10790268.2023.2183334>
32. Catz A, Itzkovich M, Elkayam K, Michaeli D, Gelernter I, Benjamini Y, *et al.* Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2022;103:430-40. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.07.811>
33. van der Scheer JW, Totosy de Zepetnek JO, Blauwet C, Brooke-Wavell K, Graham-Paulson T, Leonard AN, *et al.* Assessment of body composition in spinal cord injury: A scoping review. *PLoS ONE.* 2021;16(5):e0251142. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251142>
34. Sumrell RM, Nightingale TE, McCauley LS, Gorgey AS. Anthropometric cutoffs and associations with visceral adiposity and metabolic biomarkers after spinal cord injury. *PLoS One.* 2018;13(8):e0203049. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203049>
35. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, *et al.* Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48(1):15. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>

36. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, *et al.* Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. *Obes Facts.* 2022;15(3):14. DOI: <https://doi.org/10.1159/000521241>
37. Mahanes D, Muehlschlegel S, Wartenberg KE, Rajajee V, Alexander SA, Busl KM, *et al.* Guidelines for neuroprognostration in adults with traumatic spinal cord injury. *Neurocrit Care.* 2024;40(2):12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12028-023-01845-8>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Francisca Zamora Pérez.

*Curación de datos:* Francisca Zamora Pérez, Carmen Margarita Santos-Hernández, Juan Enrique Bender del Busto, Roberto León Castellón, Alejandro PelayoTerry Zamora, Carlos Sergio González Martínez.

*Análisis formal:* Francisca Zamora Pérez, Carmen Margarita Santos-Hernández, Juan Enrique Bender del Busto, Roberto León Castellón, Alejandro PelayoTerry Zamora, Carlos Sergio González Martínez.

*Investigación:* Francisca Zamora Pérez, Carmen Margarita Santos-Hernández, Juan Enrique Bender del Busto, Roberto León Castellón, Alejandro PelayoTerry Zamora, Carlos Sergio González Martínez.

*Metodología:* Francisca Zamora Pérez.

*Administración del proyecto:* Francisca Zamora Pérez.

*Software:* Francisca Zamora Pérez, Carmen Margarita Santos-Hernández, Juan Enrique Bender del Busto, Juan Enrique Bender del Busto, Roberto León Castellón, Alejandro PelayoTerry Zamora, Carlos Sergio González Martínez.

*Supervisión:* Francisca Zamora Pérez.

*Validación:* Francisca Zamora Pérez.

*Visualización:* Francisca Zamora Pérez.

*Redacción del borrador original:* Francisca Zamora Pérez, Carmen Margarita Santos-Hernández, Juan Enrique Bender del Busto, Roberto León Castellón, Alejandro PelayoTerry Zamora.

*Redacción, revisión y edición:* Francisca Zamora Pérez, Carmen Margarita Santos-Hernández, Juan Enrique Bender del Busto, Roberto León Castellón, Alejandro PelayoTerry Zamora, Carlos Sergio González Martínez.