



ISSN 1577-4015

Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

ISSN: 2014-0983

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

Borges, Mariane; de Athayde Costa de Silva, Anselmo; Rosch de Faria, Fernando; de Oliveira Santos, Allan; Dario Ramos, Celso; Irineu Gorla, José  
Composición corporal segmentaria en atletas con lesión medular: un estudio piloto  
Apunts Educación Física y Deportes, vol. 37, núm. 146, 2021, Octubre-Diciembre, pp. 24-31  
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya  
Barcelona, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551669030003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



# Composición corporal segmentaria en atletas con lesión medular: un estudio piloto

Mariane Borges<sup>1\*</sup> , Anselmo de Athayde Costa de Silva<sup>2</sup> , Fernando Rosch de Faria<sup>1</sup> , Allan de Oliveira Santos<sup>3</sup> , Celso Dario Ramos<sup>3</sup> y José Irineu Gorla<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Campinas - Facultad de Educación Física; Laboratorio de Evaluación Física en Deporte Adaptado y Ejercicio. Campinas, São Paulo (Brasil).

<sup>2</sup> Universidad de Pará - Facultad de Educación Física; Programa de Posgrado en Ciencias del Movimiento Humano. Belém, Pará (Brasil).

<sup>3</sup> Universidad de Campinas - Facultad de Ciencias Médicas. Campinas, São Paulo (Brasil).

## Citación

Borges, M., Costa de Silva, A.A., Faria, F.R., Santos, A.O., Ramos, C.D. & Gorla, J.I., (2021). Segmental Body Composition in Athletes with Spinal Cord Injury: A Pilot Study. *Apunts Educación Física y Deportes*, 146, 24-31. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/4\).146.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/4).146.03)

## Editado por:

© Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Institut Nacional d'Educació  
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

## \*Correspondencia:

Mariane Borges\*  
[mariane9@yahoo.com.br](mailto:mariane9@yahoo.com.br)

## Sección:

Actividad física y salud

## Idioma del original:

Inglés

## Recibido:

3 de agosto de 2020

## Aceptado:

18 de mayo de 2021

## Publicado:

1 de octubre de 2021

## Portada:

Juegos Olímpicos de Tokio  
2020 - Taekwondo: Peso mosca  
femenino 49 kg. Combate por la  
medalla de oro. Adriana Cerezo  
Iglesias (España) contra Panipak  
Wongphatthanakit (Tailandia).  
Makuhari Messe Hall, Chiba  
(Japón) 24.07.2021. REUTERS /  
Murad Sezer

## Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar los métodos antropométricos por segmento corporal con los valores previstos por absorciometría con rayos X de doble energía (DXA) en atletas con lesión medular. En este estudio participaron ocho atletas tetraplégicos y seis parapléjicos. Se midieron los perímetros corporales en siete lugares, el espesor del pliegue cutáneo en nueve (en el lado derecho del cuerpo) y la composición corporal por DXA. Se utilizó el análisis de regresión lineal para verificar las asociaciones entre composición corporal y mediciones antropométricas. Las medidas segmentarias que explican mejor la masa grasa obtenidas por DXA fueron: una suma del espesor del pliegue cutáneo en el brazo ( $R^2 = .66$ ;  $p < .01$ ); en los pliegues cutáneos del tronco, subescapular ( $R^2 = .75$ ,  $p < .01$ ), medio axilar ( $R^2 = .67$ ,  $p < .01$ ) y abdominal ( $R^2 = .67$ ,  $p < .01$ ) y la suma del espesor del pliegue cutáneo del tronco ( $R^2 = .67$ ,  $p < .01$ ); y en la pierna, el pliegue cutáneo de la pantorrilla y la suma de los pliegues cutáneos de la pierna ( $R^2 = .70$ ,  $p < .01$ ;  $R^2 = .68$ ,  $p < .01$ ). Los perímetros del brazo relajado y tenso mostraron relaciones relevantes ( $R^2 = .52$ ,  $p < .01$ , y  $R^2 = .57$ ,  $p < .01$ , respectivamente) con la masa grasa obtenida por DXA. Esto sugiere que el análisis segmentario de la composición corporal mediante los perímetros y el espesor del pliegue cutáneo podría ser una buena opción para determinar de forma precisa la composición corporal en atletas con lesión medular. La suma de los pliegues cutáneos por segmento reflejó de forma clara y significativa la masa grasa prevista por DXA.

**Palabras clave:** antropometría, composición corporal, lesiones medulares.

## Introducción

La búsqueda de la excelencia deportiva es un objetivo común en los deportes adaptados y convencionales, y entre los factores que interfieren en el rendimiento deportivo deseado se encuentra la composición corporal (Borges et al., 2016; Nikolaidis, 2013), que se asocia positivamente con la práctica deportiva regular (Cavedon et al., 2020; Gorla et al., 2016).

La evaluación y monitorización de la composición corporal está claramente relacionada con el rendimiento deportivo porque establece objetivos, identifica el desarrollo de los atletas y planifica el trabajo posterior. En una población con lesión medular (LM), la importancia de evaluar y monitorizar la composición corporal es aún mayor porque, después de la lesión, existe una redistribución de los componentes de la composición corporal representada por el aumento y acumulación de grasa (Beck et al., 2014), un descenso de masa magra en las regiones centrales (tronco) y las extremidades inferiores y un aumento de masa magra (Maggioni et al., 2003; Yazar-Fisher et al., 2013) y un descenso de masa grasa en regiones superiores, que determinan la importancia de evaluar la composición corporal de forma segmentada, es decir, por segmento corporal (brazos, tronco y piernas).

Entre los numerosos métodos de evaluación de la composición corporal, destacamos la absorciometría con rayos X de doble energía (DXA), un método que se considera válido para analizar la composición corporal en individuos con LM (Jones et al., 1998) y el método antropométrico de espesor del pliegue cutáneo, que destaca

por su bajo coste y fácil aplicabilidad, que permite obtener muestras grandes y establecer parámetros (Heyward y Stolarczyk, 2000).

Sin embargo, en la literatura aún no se han descrito ecuaciones de predicción por medio del espesor del pliegue cutáneo validadas para atletas con diferentes niveles de lesión (paraplejia y tetraplejia). Además, las ecuaciones de predicción generalizadas para personas sin discapacidades han subestimado el porcentaje de grasa corporal en la población con LM (Maggioni et al., 2003; Spungen et al., 1995); sin embargo, existen pruebas de que la suma del espesor de los pliegues cutáneos puede predecir los cambios en la grasa corporal en esta población (Goosey-Tolfrey et al., 2020; Willems et al., 2015). En este contexto, el objetivo de este estudio fue comparar los métodos antropométricos de perímetros corporales y espesor de pliegues cutáneos por segmento corporal con los valores previstos por DXA en atletas con lesión medular.

## Material y métodos

### Participantes

Catorce atletas masculinos con LM, de los cuales ocho tetrapléjicos que practicaban rugby en silla de ruedas y seis parapléjicos que practicaban balonmano en silla de ruedas. En la Tabla 1 se presentan las características de los participantes.

**Tabla 1**  
Características de los participantes.

Participantes	Edad (años)	Nivel de lesión	Duración de la lesión (años)	Masa corporal (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
1	25	C6-C7	4	62.15	1.78	17.46
2	38	C6-C7	11	65.20	1.76	18.52
3	29	C5-C6	10	57.80	1.70	17.00
4	27	C6-C7	6	64.15	1.75	18.33
5	35	C6-C7	12	62.40	1.70	18.35
6	38	C6-C7	5	75.00	1.86	20.16
7	24	C6-C7	7	60.00	1.69	17.75
8	25	C5-C6	4	92.00	1.82	25.27
9	29	L1	5	71.95	1.70	21.16
10	35	D8-D12	17	83.75	1.57	26.67
11	34	D7	11	42.80	1.69	12.66
12	43	D7-D8	30	83.75	1.72	24.35
13	44	D8	7	96.00	1.85	25.90
14	37	D3	18	86.60	1.71	25.30
Media	33.10		10.50	71.70	1.74	20.60
± DE	6.60		7.20	15.10	0.08	4.20

Nota. IMC: índice de masa corporal.

Se requirió a los atletas que practicaran deporte al menos tres veces por semana, con una duración mínima de una sesión de entrenamiento de dos horas. Además, se les pidió un año mínimo de práctica en la modalidad.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Estatal de Campinas (n.º 3.092.352) en 2018 y todos los participantes proporcionaron el consentimiento informado escrito antes de participar en este estudio.

### Antropometría

La masa corporal (kg) se midió con una báscula digital para sillas de ruedas (Líder®) con una capacidad de 500 kg y una escala de lectura de 50 g. Para verificar la masa corporal, los atletas primero se pesaron con la silla de ruedas y después se midió la masa de la silla de ruedas por separado. El peso de cada atleta se calculó por la diferencia entre estas mediciones, es decir, restar la masa de la silla de ruedas de la masa total. La estatura (m) de los participantes se evaluó con un estadiómetro, con una escala de lectura en milímetros, en decúbito supino.

### Perímetros corporales

Los perímetros se evaluaron con una cinta antropométrica con una escala de lectura en milímetros (Gulick-WCS, Cardiomed). Para el análisis segmentario, se relacionaron el perímetro del brazo del brazo tenso (punto de mayor perímetro del brazo totalmente tenso), del brazo relajado (distancia media entre el borde más externo del acromion y el olécranon) y del antebrazo (punto de mayor perímetro del antebrazo) con la composición corporal prevista por DXA de la región del brazo. El perímetro de la cintura (distancia media entre la última costilla y la cresta ilíaca, en un plano horizontal) y el perímetro abdominal (punto de mayor protuberancia del abdomen normalmente sobre el ombligo) se relacionaron con la región del tronco. El perímetro del muslo (distancia media entre la línea inguinal y el borde superior de la rótula) y el perímetro interno de la pantorrilla (punto de mayor perímetro de la pierna, es decir, mayor perímetro de la pantorrilla) se relacionaron con la región de la pierna. Un único evaluador realizó tres mediciones en cada punto y los pliegues cutáneos abdominal y suprailíaco se midieron en decúbito supino.

### Espesor del pliegue cutáneo

El espesor del pliegue cutáneo se midió con un plicómetro Harpenden (John Bull, British Indicators Ltd., St Albans, RU) en nueve lugares del lado derecho del cuerpo. Para analizar la composición corporal de la región superior

del brazo se utilizó el espesor del pliegue cutáneo del tríceps (distancia media entre el borde superoexterno del acromion y la apófisis del olécranon del cúbito) y del bíceps (punto de mayor perímetro aparente del bíceps). El espesor del pliegue cutáneo de las regiones axilar media (oblicua al punto de intersección entre la línea axilar media y la línea transversal imaginaria a la altura de la apófisis xifoides del esternón), pecho (distancia media entre la línea axilar anterior y el pezón), subescapular (oblicua al eje longitudinal, en la porción inmediatamente por debajo del borde inferior de la escápula, de promedio 2 cm), suprailíaco (encima de la cresta ilíaca anterosuperior, a la altura de la línea media axilar) y abdominal (aproximadamente 2 cm a la derecha del borde externo del ombligo) representó la región del tronco. El espesor del pliegue cutáneo del muslo (sobre el músculo recto anterior, en el tercio superior de la distancia entre el ligamento inguinal y el borde superior de la rótula) y de la pantorrilla (realizado externamente al punto de mayor perímetro de la pierna) representó la región de la pierna.

### Absorciometría con rayos X de doble energía

La composición corporal se midió por absorciometría con rayos X de doble energía (Hologic QDR 4500A, versión 11.1:3, Waltham, MA, EE. UU.). El contenido mineral óseo, la masa magra y la masa grasa en gramos se midieron en todo el cuerpo y por segmento (tronco, pierna y brazo). Todas las mediciones se realizaron habiendo instruido a los participantes para que llevaran ropa ligera y se les retiró el calzado antes de la prueba. Se pidió a los atletas que se quitaran todos los objetos metálicos (p. ej., anillos, collares, etc.). Las mediciones de todos los atletas se realizaron por la tarde entre las 14 y 15 horas.

### Análisis estadístico

Los datos se tabularon con el paquete Microsoft Excel 2007®. El análisis de normalidad de todas las variables del estudio se realizó con el test de Shapiro-Wilk y las variables no normales se insertaron en la transformación logarítmica ( $\text{Log}^{10}$ ). Además de la estadística descriptiva, la media y la desviación estándar, la relación entre las variables antropométricas y de composición corporal se analizó con el coeficiente de correlación de Pearson. Los criterios de inclusión para los análisis de regresión se utilizaron para verificar la relación entre las dos variables. Los datos se analizaron con el *software* R-Plus, versión 2.15.0® (2012) para Microsoft Windows® con la interfaz gráfica R-Studio®. El valor de significación se estableció en  $p < .05$ .

**Tabla 2***Media ( $\pm$  DE) de variables antropométricas y de composición corporal.*

Antropométrica					
Brazo		Tronco		Pierna	
PCB (mm)	7.03 ( $\pm$ 3.30)	PCMA (mm)	19.66 ( $\pm$ 12.54)	PCM (mm)	19.73 ( $\pm$ 9.61)
PCT (mm)	11.49 ( $\pm$ 6.99)	PCP (mm)	9.84 ( $\pm$ 6.09)	PCPant (mm)	16.70 ( $\pm$ 8.83)
$\Sigma$ PCB (mm)	18.60 ( $\pm$ 9.70)	PCSi (mm)	23.32 ( $\pm$ 11.95)	PM (mm)	42.87 ( $\pm$ 6.41)
PBC (cm)	33.68 ( $\pm$ 4.32)	PCA (mm)	27.35 ( $\pm$ 13.16)	PP (mm)	30.28 ( $\pm$ 3.60)
PBR (cm)	30.57 ( $\pm$ 4.26)	PCS (mm)	19.62 ( $\pm$ 11.03)	$\Sigma$ PCP (mm)	36.44 ( $\pm$ 17.97)
PA (cm)	27.36 ( $\pm$ 2.74)	$\Sigma$ PCT (mm)	99.82 ( $\pm$ 49.31)		
		PC (cm)	89.26 ( $\pm$ 8.31)		
		PAb (cm)	95.52 ( $\pm$ 11.35)		
Composición corporal					
Brazo		Tronco		Pierna	
MG (kg)	1.18 ( $\pm$ 0.58)	MG (kg)	9.45 ( $\pm$ 4.43)	MG (kg)	3.78 ( $\pm$ 1.89)
MM (kg)	3.86 ( $\pm$ 1.01)	MM (kg)	23.57 ( $\pm$ 3.60)	MM (kg)	6.23 ( $\pm$ 1.93)
MT (kg)	5.26 ( $\pm$ 1.54)	MT (kg)	33.72 ( $\pm$ 6.91)	MT (kg)	10.32 ( $\pm$ 3.13)
% GC	21.48 ( $\pm$ 6.02)	% GC	27 ( $\pm$ 7.85)	% GC	35.5 ( $\pm$ 11.2)
CMO (kg)	0.22 ( $\pm$ 0.06)	CMO (kg)	0.70 ( $\pm$ 0.21)	CMO (kg)	0.31 ( $\pm$ 0.14)
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	0.891 ( $\pm$ 0.08)	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1.124 ( $\pm$ 0.392)	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	0.996 ( $\pm$ 0.15)

Nota. PCB: pliegue cutáneo bicipital; PCT: pliegue cutáneo tricipital;  $\Sigma$ PCB: suma de los pliegues cutáneos del brazo (bicipital y tricipital); PBC: perímetro del brazo en tensión; PBR: perímetro del brazo relajado; PA: perímetro del antebrazo; PCMA: pliegue cutáneo medio axilar; PCP: pliegue cutáneo pectoral; PCSi: pliegue cutáneo suprailíaco; PCA: pliegue cutáneo abdominal; PCS: pliegue cutáneo subescapular;  $\Sigma$ PCT: suma de los pliegues cutáneos del tronco (medio axilar, pecho, suprailíaco y abdominal); PC: perímetro de la cintura; PAb: perímetro abdominal; PCM: pliegue cutáneo del muslo; PCPant: pliegue cutáneo de la pantorrilla; PM: perímetro del muslo; PP: perímetro de la pantorrilla;  $\Sigma$ PCP: suma de los pliegues cutáneos de la pierna (muslo y pantorrilla); MG: masa grasa; MM: masa magra; MT: masa total; % GC: porcentaje de grasa corporal; CMO: contenido mineral óseo; DMO: densidad mineral ósea.

**Tabla 3***Modelos de regresión lineal para comparar variables de composición corporal de la DXA prevista y de antropometría (brazo y pierna).*

Brazo					
Modelo	Cor ( $p$ )	Int.	B	R <sup>2</sup>	EEE (kg)
MG ~ Log PCB	.81**	2.24	0.61	.64**	0.35
MG ~ Log PCT	.80**	2.00	0.82	.61**	0.36
MG ~ $\Sigma$ PCB	.83**	0.05	0.26	.66**	0.37
MG ~ PBR	.75**	0.10	1.94	.52**	0.40
MG ~ PBC	.77**	0.10	2.35	.57**	0.38
% GC ~ Log PCB	.70**	0.20	0.01	.46**	4.43%
% GC ~ SPCB	.71**	0.44	0.01	.47**	4.39%
MT ~ Log PCB	.76**	5.55	0.82	.55**	1.02
MT ~ Log PCT	.72**	4.73	0.53	.47**	1.11
MT ~ $\Sigma$ PCB	.73**	0.12	3.09	.50**	1.08
MT ~ PBR	.73**	0.26	2.83	.50**	1.08
MT ~ PBC	.72**	0.26	3.39	.48**	1.10

Nota. El símbolo ~ representa la relación entre las variables en el lado izquierdo de la tabla (variable dependiente) y el lado derecho de la tabla (variable independiente).

Cor: correlación; INT: intersección; B: beta; EEE: error estándar de estimación; MG: masa grasa; Log PCB: logaritmo del pliegue cutáneo bicipital; Log PCT: logaritmo del pliegue cutáneo tricipital;  $\Sigma$ PCB: suma de los pliegues cutáneos del brazo (bicipital y tricipital); ; PBR: perímetro del brazo relajado; PBC: perímetro del brazo en tensión; % GC: porcentaje de grasa corporal; MT: masa total.

\*\* Indica correlación significativa de  $p < .01$ .

**Tabla 3** (Continuación)*Modelos de regresión lineal para comparar variables de composición corporal de la DXA prevista y de antropometría (brazo y pierna).*

Modelo	Pierna				
	Cor ( <i>p</i> )	Int.	B	R <sup>2</sup>	EEE (kg)
CMO ~ PCPant	.72	0.01	0.13	.48**	0.10
CMO ~ PM	.71	0.02	-0.35	.47**	0.10
CMO ~ PP	.72	0.03	-0.53	.49**	0.10
MG ~ PCM	.79	0.16	0.69	.60**	1.19
MG ~ PCPant	.85	0.18	0.73	.70**	1.03
MG ~ $\sum$ PCP	.84	0.09	0.54	.68**	1.06
MG ~ PM	.71	0.21	-5.23	.46**	1.38
MG ~ PP	.78	0.41	-8.65	.57**	1.23
MM ~ PP	.73	0.39	-5.73	.50**	1.36
MT ~ PCPant	.70	0.25	6.13	.46**	2.30
MT ~ PM	.82	0.40	-7.00	.66**	1.82
MT ~ PP	.95	0.83	-14.91	.91**	0.92

Nota. El símbolo ~ representa la relación entre las variables en el lado izquierdo de la tabla (variable dependiente) y el lado derecho de la tabla (variable independiente).

Cor: correlación; INT: intersección; B: beta; EEE: error estándar de estimación; CMO: contenido mineral óseo; PCPant: pliegue cutáneo de la pantorrilla;  $\sum$ PCP: suma de los pliegues cutáneos de la pierna (muslo y pantorrilla); PM: perímetro del muslo; PP: perímetro de la pantorrilla; PCM: pliegue cutáneo del muslo; MG: masa magra; MM: masa magra; MT: masa total.

\*\* Indica correlación significativa de  $p < .01$ .

**Tabla 4***Modelos de regresión lineal para comparar variables de composición corporal de la DXA prevista y antropometría (tronco).*

Modelo	Cor ( <i>p</i> )	Int.	B	R <sup>2</sup>	EEE (kg)
CMO ~ PCS	.78**	0.01	0.41	.57**	0.13
CMO ~ PCMA	.81**	0.01	0.44	.63**	0.13
CMO ~ PCSi	.71**	0.01	0.41	.47**	0.15
CMO ~ PCA	.79**	0.01	0.36	.59**	0.13
CMO ~ $\sum$ PCT	.75**	0.00	0.38	.54**	0.14
MG ~ PCS	.87**	0.35	2.52	.75**	2.20
MG ~ PCMA	.83**	0.30	3.63	.67**	2.51
MG ~ PCSi	.71**	0.27	3.23	.47**	3.21
MG ~ PCA	.83**	0.28	1.76	.67**	2.54
MG ~ $\sum$ PCT	.83**	0.08	1.96	.67**	2.54
MG ~ PA	.71*	0.28	-17.22	.47**	3.22
MM ~ PCSi	.70**	0.21	18.60	.45**	2.65
MM ~ PCA	.75	0.21	17.92	.53**	2.46
MM ~ $\sum$ PCT	.73	0.05	18.25	.49**	2.56
MT ~ PCS	.93	0.58	22.26	.85**	2.61
MT ~ PCMA	.90	0.50	23.86	.81**	2.99
MT ~ PCSi	.85	0.49	22.24	.70**	3.79
MT ~ PCA	.95	0.50	20.04	.89**	2.20
MT ~ $\sum$ PCT	.93	0.13	20.59	.87**	2.49
MT ~ PA	.70	0.43	-7.21	.45**	5.11
% GC ~ PCS	.73	0.52	16.7	.50**	5.54%

Nota. El símbolo ~ representa la relación entre las variables en el lado izquierdo de la tabla (variable dependiente) y el lado derecho de la tabla (variable independiente).

Cor: correlación; INT: intersección; B: beta; EEE: error estándar de estimación; CMO: contenido mineral óseo; PCS: pliegue cutáneo subescapular; PCMA: pliegue cutáneo medio axilar; PCSi: pliegue cutáneo suprailíaco; PCA: pliegue cutáneo abdominal;  $\sum$ PCT: suma de los pliegues cutáneos del tronco (medio axilar, pecho, suprailíaco y abdominal); MG: masa grasa; PA: perímetro abdominal; MM: masa magra; MT: masa total; % GC: porcentaje de grasa corporal.

\*\* Indica correlación significativa de  $p < .01$ .



## Resultados

Se utilizó la estadística descriptiva para identificar la característica antropométrica de los participantes, que de promedio tenían una masa corporal de  $71.70 \pm 15.10$  kg, una estatura de  $1.74 \pm 0.08$  m, un índice de masa corporal de  $20.60 \pm 4.20$  kg/m<sup>2</sup> y un porcentaje de grasa corporal de  $28.30 \pm 7.40$  %.

En la Tabla 2 se presentan las variables antropométricas y de composición segmentaria corporal.

Para analizar la relación entre las variables antropométricas y de composición corporal (DXA), se creó una matriz de correlación. Las variables con una correlación  $> .70$  ( $r$ ) se incluyeron en modelos de regresión lineal para verificar los posibles predictores de composición corporal segmentaria. Se eligió este valor porque se considera aceptable para validar instrumentos de medición según Guedes y Guedes (2006). En la Tabla 3 se presentan los resultados de las regresiones lineales para las variables de composición corporal de la región del brazo y de la pierna.

A partir del análisis podemos observar que los pliegues cutáneos de bíceps y tríceps y la suma de los mismos pueden explicar mejor la masa grasa prevista por DXA ( $R^2 = .64$ ,  $p < .01$ ;  $R^2 = .61$ ,  $p < .01$ ; y  $R^2 = .66$ ,  $p < .01$ , respectivamente) en la región del brazo.

En la región de la pierna, se observó una relación manifiesta del pliegue cutáneo de la pantorrilla y la suma de los pliegues cutáneos de la pierna ( $R^2 = .70$ ,  $p < .01$ , y  $R^2 = .68$ ,  $p < .01$ , respectivamente) con la masa grasa de la pierna, donde el perímetro de la pantorrilla presentó el error de medición más pequeño (EEE = 0.92 kg).

En relación con las variables del tronco, vale la pena mencionar que los resultados de los pliegues cutáneos subescapular ( $R^2 = .75$ ,  $p < .01$ ) y la suma de los pliegues cutáneos del tronco ( $R^2 = .63$ ,  $p < .01$ ) pueden predecir la masa grasa del tronco por DXA y sin embargo, mostraron valores altos de error de estimación.

## Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar la aplicabilidad de los métodos antropométricos del perímetro corporal y el espesor del pliegue cutáneo por segmento corporal en comparación con los resultados previstos por DXA. Por tanto, el estudio demostró que se pueden crear modelos de predicción de composición corporal de forma segmentaria, principalmente por medio de la suma del espesor del pliegue cutáneo de cada región que refleja claros grados de determinación con la masa grasa.

En la región del brazo, podemos identificar que los pliegues cutáneos de bíceps, tríceps y la suma de los mismos representan más del 60 % de la masa grasa prevista por DXA, pero con un error de estimación considerable. La relación entre estos pliegues cutáneos y la masa grasa se ha analizado

ampliamente, dado que se utiliza como referencia para el riesgo de obesidad en niños y adolescentes y en ecuaciones de predicción en adultos sin discapacidades (Marrodán et al., 2017; Nickerson et al., 2020; Wang et al., 2000). El error de estimación significativo observado podría estar relacionado con la heterogeneidad de la muestra que mostró, por ejemplo, una gran desviación estándar para la suma de los pliegues cutáneos de  $18.6 \pm 9.7$  mm.

En relación con la predicción de la composición corporal por los pliegues cutáneos en la región del tronco, inicialmente se observó que los pliegues cutáneos subescapular, medio axilar, abdominal y la suma de los pliegues cutáneos del tronco fueron posibles predictores de masa grasa en esta región. Sin embargo, mostró errores de estimación significativos, que también podrían estar estrechamente relacionados con la heterogeneidad de la muestra, que mostró valores significativos de desviación estándar para los pliegues cutáneos subescapular ( $19.6 \pm 11$  mm), abdominal ( $27.3 \pm 13.2$  mm), medio axilar ( $19.7 \pm 12.5$  mm) y la suma de los pliegues cutáneos ( $99.8 \pm 49.3$  mm).

Además, en la región del tronco, solo el pliegue cutáneo subescapular mostró una correlación superior a  $R^2 = .70$ , con la masa grasa del tronco. Según Willett (2012), los pliegues cutáneos subescapulares se pueden utilizar como un indicador de adiposidad central, además de reflejar la grasa centralizada en el tronco. Se insertó en la ecuación de Steinkamp et al. (1965), que se utilizó en el estudio de Spungen et al. (1995), donde no se observó ninguna diferencia significativa en el porcentaje de grasa previsto por DXA en individuos con tetraplejia.

En las extremidades inferiores, se deben destacar el espesor del pliegue cutáneo y el perímetro de la pantorrilla ( $R^2 = .70$ ,  $p < .01$ ;  $R^2 = .57$ ,  $p < .01$ ), que pueden predecir el cambio en la masa grasa de la pierna. Sin embargo, se identificaron errores de estimación significativos del espesor del pliegue cutáneo (EEE = 1.03 kg) y el perímetro de la pantorrilla (EEE = 1.23 kg), que podrían estar relacionados con la atrofia muscular en la región del muslo y de la pantorrilla y la mayor acumulación de grasa, que aumenta el error de medición por el problema de separar la grasa subcutánea de la masa muscular.

Estos resultados son importantes porque presentan una alternativa de evaluación de la composición corporal de bajo coste, de fácil aplicabilidad y un análisis segmentario, fundamentales en personas con LM, dado que después de una LM aguda y crónica se producen numerosos cambios en la composición corporal (Beck et al., 2014; Ciriigliaro et al., 2013; Dionyssiotis et al., 2009), directamente relacionados con las extremidades afectadas. Si se centran en los deportes o la salud de estos individuos, identificar de forma fiable la región corporal donde se producen cambios es fundamental para el diagnóstico, la monitorización y la intervención efectiva.

En relación con el perímetro, se puede verificar si también se pueden utilizar en modelos de predicción de masa grasa por segmento corporal, aunque tienen correlaciones menores que el espesor del pliegue cutáneo. Los perímetros centrales ya tienen respaldo científico para utilizarse en la población con LM, poniendo de relieve que el perímetro de la cintura se puede utilizar como indicador de riesgo de enfermedad cardiovascular, con una firme correlación con la masa grasa corporal, la grasa abdominal y los biomarcadores (Ravensbergen et al., 2014; Sumrell et al., 2018; Sutton et al., 2009). En nuestro estudio, el perímetro abdominal (medido 1 cm por encima de la línea umbilical) representó el 50 % de la variación de la masa grasa del tronco, que pone de relieve la viabilidad de utilizar el perímetro como predictor de grasa central.

En cuanto a las bajas correlaciones de masa magra previstas por DXA con los pliegues cutáneos de todas las regiones del cuerpo, se podría explicar por el hecho de que los pliegues cutáneos estiman la grasa corporal total, debido a que aproximadamente la mitad de toda la grasa corporal se localiza en depósitos adiposos directamente bajo la piel, es decir, el tejido subcutáneo (McArdle et al., 2016).

A lo largo del estudio, se observó que se pueden crear modelos de predicción segmentaria que utilizan el espesor de los pliegues cutáneos y los perímetros para determinar la masa grasa. Sin embargo, no se puede proponer una ecuación utilizando dichas variables, dado que para la predicción se recomienda tener de 10 a 20 participantes por variable predictiva (Pedhazur, 1997), y se necesitaría una muestra de 30 a 60 sujetos.

La principal limitación de este estudio es el pequeño tamaño de la muestra, que podría tener un impacto negativo en el análisis estadístico. Sin embargo, vale la pena mencionar el carácter innovador de este estudio, que es el primero en analizar la composición corporal segmentaria de atletas con lesión medular.

## Conclusión

En resumen, el análisis segmentario de la composición corporal mediante los perímetros y el espesor de los pliegues cutáneos podría ser apropiado para determinar de forma precisa la composición corporal segmentaria en atletas con lesión medular, especialmente la suma de los pliegues cutáneos segmentarios que reflejan de forma clara y significativa la masa grasa prevista por DXA.

Estudios adicionales con muestras representativas y análisis segmentarios más extensos que incluyan evaluaciones del mayor número de mediciones (perímetros, pliegues cutáneos, longitudes y diámetros óseos) en cada segmento corporal para crear los modelos predictivos subsiguientes podrían proporcionar resultados más manifiestos.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado en parte por la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código financiero 001.

## Referencias

- Beck, L. A., Lamb, J. L., Atkinson, E. J., Wuermser, L.-A., & Amin, S. (2014). Body composition of women and men with complete motor paraplegia. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(4), 359–365. <https://doi.org/10.1179/2045772313Y.0000000151>
- Borges, M., Costa e Silva, A. A., Faria, F. R., Godoy, P. S., Melo, E. R. B., Calegari, D. R., & Gorla, J. I. (2016). Body composition and motor performance in wheelchair handball. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 19(2), 204–213.
- Cavedon, V., Zancanaro, C., & Milanese, C. (2020). Body composition assessment in athletes with physical impairment who have been practicing a wheelchair sport regularly and for a prolonged period. *Disability and Health Journal*, 13(4), 100933. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2020.100933>
- Cirnigliaro, C. M., La Fountaine, M. F., Emmons, R., Kirshblum, S. C., Asselin, P., Spungen, A. M., & Bauman, W. A. (2013). Prediction of limb lean tissue mass from bioimpedance spectroscopy in persons with chronic spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 36(5), 443–453. <https://doi.org/10.1179/2045772313Y.0000000108>
- Dionysiotis, Y., Lyritis, G. P., Papaioannou, N., Papagelopoulos, P., & Thomaidis, T. (2009). Influence of neurological level of injury in bones, muscles, and fat in paraplegia. *J Rehabil Res Dev*, 46(8), 1037–1044. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2008.12.0163>
- Goosey-Tolfrey, V. L., Totossy de Zeptnek, J. O., Keil, M., Brooke-Wavell, K., & Batterham, A. M. (2020). Tracking within-athlete changes in whole body fat percentage in wheelchair athletes. *J Sports Physiol Perform*, 16, 1–6. <https://doi.org/10.1123/jsspp.2019-0867>
- Gorla, J. I., Costa e Silva, A. A., Borges, M., Tanhoffer, R. A., Godoy, P. S., Calegari, D. R., Santos, A. D. O., Ramos, C. D., Nadruz Junior, W., & Cliquet Junior, A. (2016). Impact of wheelchair rugby on body composition of subjects with tetraplegia: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(1), 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.09.007>
- Guedes, D. P. P., & Guedes, J. E. R. P. (2006). *Manual prático para avaliação em Educação Física* (1 edição). Manole.
- Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (2000). *Avaliação da composição corporal*. Manole.
- Jones, L. M., Goulding, A., & Gerrard, D. F. (1998). DEXA: a practical and accurate tool to demonstrate total and regional bone loss, lean tissue loss and fat mass gain in paraplegia. *Spinal Cord*, 36(9), 637–640. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100664>
- Maggioni, M., Bertoli, S., Margonato, V., Merati, G., Veicsteinas, A., & Testolin, G. (2003). Body composition assessment in spinal cord injury subjects. *Acta Diabetologica*, 40(1), 183–186. <https://doi.org/10.1007/s00592-003-0061-7>
- Marrodán, M. D., González-Montero de Espinosa, M., Herráez, A., Alfaro, E. L., Bejarano, I. F., Carmenate, M., Lomaglio, D. B., López-Ejeda, N., Martínez, A., Mesa, M. S., Méndez Pérez, B., Meléndez, J. M., Moreno-Romero, S., Pacheco, J. L., Vázquez, V., & Dipierri, J. E. (2017). Development of subcutaneous fat in Spanish and Latin American children and adolescents: Reference values for biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds. *HOMO- Journal of Comparative Human Biology*, 68(2), 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2017.02.003>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Fisiologia do Exercício - Nutrição, Energia e Desempenho Humano* (8ª ed). Guanabara Koogan.
- Nickerson, B. S., Fedewa, M. V., Ciccone, Z., & Esco, M. R. (2020). The relative accuracy of skinfolds compared to four-compartment estimates of body composition. *Clinical Nutrition*, 39(4), 1112–1116. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.018>



- Nikolaidis, P. T. (2013). Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 1, 22–26.
- Pedhazur, E. J. (1997). *Multiple regression in behavioral research* (3<sup>rd</sup> Edition). Wadsworth.
- Ravensbergen, H. R. J. C., Lear, S. A., & Claydon, V. E. (2014). Waist circumference is the best index for obesity-related cardiovascular disease risk in individuals with spinal cord injury. *Journal of Neurotrauma*, 31(3), 292–300. <https://doi.org/10.1089/neu.2013.3042>
- Spungen, A. M., Bauman, W. A., Wang, J., & Pierson, R. N. (1995). Measurement of body fat in individuals with tetraplegia: a comparison of eight clinical methods. *Spinal Cord*, 33(7), 402–408. <https://doi.org/10.1038/sc.1995.90>
- Steinkamp, R. C., Cohen, N. L., Siri, W. E., Sargent, T. W., & Walsh, H. E. (1965). Measures of body fat and related factors in normal adults - Introduction and methodology. *Journal of Chronic Diseases*, 18(12), 1279–1289. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9681\(65\)90161-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9681(65)90161-X)
- Sumrell, R. M., Nightingale, T. E., McCauley, L. S., & Gorgey, A. S. (2018). Anthropometric cutoffs and associations with visceral adiposity and metabolic biomarkers after spinal cord injury. *PLoS ONE*, 13(8), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203049>
- Sutton, L., Wallace, J., Goosey-Tolfrey, V., Scott, M., & Reilly, T. (2009). Body composition of female wheelchair athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 259–265. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105941>
- Wang, J., Thornton, J. C., Koleski, S., & Pierson JR, R. N. (2000). Anthropometry in Body Composition An Overview. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 317–326.
- Willems, A., Thomas, T. A., Keil, M., Brooke-Wavell, K., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2015). Dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness, and waist circumference for assessing body composition in ambulant and non-ambulant wheelchair games players. *Frontiers in Physiology*, 6, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00356>
- Willett, W. (2012). *Nutritional epidemiology*. Oxford University Press, 40, 234.
- Yarar-Fisher, C. C., Chen, Y., Jackson, A. B., & Hunter, G. R. (2013). Body mass index underestimates adiposity in women with spinal cord injury. *Obesity*, 21(6), 1223–1225. <https://doi.org/10.1002/oby.20199>

**Conflicto de intereses:** las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite [https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES)