

# Relación entre la grasa corporal y la morbimortalidad en cirugía cardíaca

## *Relationship Between Body Fat and Morbidity and Mortality in Cardiac Surgery*

DIEGO COSTA, MAXIMILIANO MUZZIO, LEONARDO GARCÍA ITURRALDE, GUILLERMINA ESPERÓN, LUCIANA CÓRSICO, ENZO CATENA, CARLOS GONZÁLEZ, VANESA GREGORIETTI, LUCIANO SAGLIETTI, ROBERTO CORONEL

### RESUMEN

**Introducción:** Existe un efecto potencialmente protector de la obesidad cuando coexiste con la enfermedad cardiovascular, conocido como “paradoja de la obesidad”. Es posible que se deba a que las medidas antropométricas no sean un marcador fidedigno de la grasa corporal. En este estudio, proponemos estimar la grasa corporal con métodos no invasivos y estudiar su relación con la morbimortalidad en cirugía cardíaca.

**Métodos:** Llevamos a cabo un estudio prospectivo y observacional en pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca. Analizamos variables demográficas, antropométricas y clínicas junto con la estimación de la composición corporal a través de la impedancia bioeléctrica, para relacionarlas con los días de internación y eventos adversos luego de la cirugía cardíaca.

**Resultados:** En el análisis de 98 pacientes, encontramos una relación directa entre el porcentaje de grasa corporal y los días de internación, independiente de la edad, el sexo, el índice de masa corporal y el riesgo prequirúrgico (coeficiente de 0,27,  $p = 0,021$ ). Además, los pacientes que presentaron mediastinitis tuvieron una grasa corporal significativamente mayor ( $31,55 \pm 0,64\%$  contra  $27,13 \pm 7,9\%$ ,  $p < 0,001$ ), y los pacientes que fallecieron presentaron una tendencia a presentar más masa grasa ( $36,05 \pm 3,19\%$  contra  $27,20 \pm 7,82\%$ ,  $p = 0,08$ ).

**Conclusiones:** La mayor cantidad de grasa corporal estimada por análisis de impedancia bioeléctrica se relacionó con una mayor morbimortalidad en la cirugía cardíaca. A pesar de que esto es biológicamente plausible, sería necesario llevar a cabo estudios de mayor tamaño para poder esclarecer definitivamente la “paradoja del índice de masa corporal”.

**Palabras clave:** Procedimientos quirúrgicos cardíacos - Obesidad - Índice de masa corporal - Composición corporal - Pronóstico

### ABSTRACT

**Introduction:** There is a potentially protective effect of obesity when it coexists with cardiovascular disease, known as the “obesity paradox.” It could be explained by the fact that anthropometric measurements are not a reliable marker of body fat. In this study we propose to estimate body fat with a non-invasive method and study its relationship with morbidity and mortality in cardiac surgery.

**Methods:** We conducted a prospective and observational study in adult patients undergoing cardiac surgery. We analyzed demographic, anthropometric and clinical variables along with the estimation of body composition using bioelectric impedance, to study their association to hospitalization days and adverse events after cardiac surgery.

**Results:** In the analysis of 98 patients, we found a direct relationship between the percentage of body fat and the length of hospital stay, independent of age, sex, body mass index (BMI) and surgical risk (coefficient of 0.27,  $p = 0.021$ ). In addition, patients who had mediastinitis showed a significantly higher body fat ( $31.55 \pm 0.64\%$  versus  $27.13 \pm 7.9\%$ ,  $p < 0.001$ ), and patients who died had a tendency to have more fat mass ( $36.05 \pm 3.19\%$  versus  $27.20 \pm 7.82\%$ ,  $p = 0.08$ ).

**Conclusion:** Increased body fat as assessed with BIA was related to morbidity in cardiac surgery. Although this is biologically plausible, it would be necessary to carry out larger studies in order to definitively establish the “BMI paradox”.

**Key words:** Cardiac Surgical Procedures - Obesity - Body Mass Index - Body Composition - Prognosis

### Abreviaturas

**BIA** Análisis de la impedancia bioeléctrica

**DE** Desviación estándar

**IMC** Índice de masa corporal

**IIC** Intervalo intercuartílico

### INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad se relacionan de manera directa con la incidencia de enfermedad cardiovascular:

(1) Habitualmente, se utiliza el índice de masa corporal

(IMC) para su identificación en estudios epidemiológicos, al definir el sobrepeso como la presencia de un IMC  $\geq 25$  y a la obesidad como un IMC  $\geq 30$ . Aunque es una medición fácil de realizar, presenta muchas limitaciones dado que no refleja exactamente la composición

REV ARGENT CARDIOL 2020;88:132-137. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v88.i2.17214>

Recibido: 07/01/2020 - Aceptado: 26/02/2020

Dirección para separatas: Dr. Diego Costa - Luis Viale 684, depto 8 - E-mail: diegosta@gmail.com

corporal de un individuo: en un estudio que relacionó medidas antropométricas con la mortalidad llevado a cabo en 49476 mujeres y 4944 hombres, solo un IMC muy bajo o un alto porcentaje de grasa corporal se correlacionaron con la mortalidad, y no así un IMC elevado. (2)

La relación entre el IMC y la mortalidad se torna aún más compleja en los pacientes con enfermedad cardiovascular establecida. En varios estudios epidemiológicos, tanto retrospectivos como prospectivos, se demostró un efecto potencialmente protector de la obesidad cuando coexiste con la enfermedad cardiovascular. (3, 4) A este fenómeno se lo conoce como “paradoja de la obesidad”. (5) Existen muchas explicaciones posibles, pero una de las más aceptadas sostiene que en realidad el IMC, cuando se utiliza como un subrogante de la grasa corporal, actúa como confundidor en la relación entre una adiposidad excesiva y un aumento de la mortalidad. (6) Dado que no mide de manera directa la grasa corporal, el IMC se trataría solo de un marcador imperfecto de la adiposidad, y mediciones más precisas de grasa corporal podrían ser más útiles. (7) De esta manera, la “paradoja de la obesidad” se reduciría tan solo a la “paradoja del IMC”.

En particular, nos interesa estudiar lo que sucede en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Se ha reportado, por ejemplo, una menor mortalidad y morbilidad luego de la revascularización coronaria en los pacientes obesos con respecto a quienes presentan un peso normal. (8-9). Sin embargo, el IMC no se tiene en cuenta en los puntajes para evaluación de riesgo en cirugía cardíaca desarrollados en Europa ni Argentina (EuroSCORE y ArgenSCORE). (10, 11)

Nuestro objetivo es evaluar la relación entre la masa grasa de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca y su morbilidad, y determinar si existe una relación independiente con respecto al IMC, la edad y el sexo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio prospectivo y observacional en la unidad coronaria de un sanatorio de alta complejidad de la ciudad de Buenos Aires. Todos los pacientes sometidos a cirugía cardíaca, mayores de 18 años, entre el 1° de agosto de 2018 y el 31 de julio de 2019 fueron invitados a participar. Se excluyó a los pacientes en diálisis, con amputaciones de miembros o con marcapasos, y quienes no dieron su consentimiento para participar.

Se obtuvieron de la historia clínica datos, tales como la edad, el sexo, la altura y el peso. El IMC se calculó como la relación entre el peso en kilogramos sobre la altura en metros elevada al cuadrado. Se registraron, además, los antecedentes relevantes de los pacientes (diabetes, insuficiencia renal, cirugía cardíaca previa, enfermedad pulmonar, clase funcional, hipertensión pulmonar, vasculopatía periférica, cantidad de vasos coronarios enfermos, fracción de eyección del ventrículo izquierdo), así como características de la cirugía cardíaca llevada a cabo (tipo de cirugía, prioridad, utilización de bomba de circulación extracorpórea). También se calculó el riesgo prequirúrgico con el EuroSCORE y el ArgenSCORE.

La masa grasa se estimó a través del análisis de la impedancia bioeléctrica (BIA, por sus siglas en inglés). Se trata de

una manera simple, de bajo costo y no invasiva para estimar la composición corporal a través del análisis de la resistencia del cuerpo a una pequeña corriente eléctrica alterna. (12) Los valores de bioimpedancia fueron obtenidos con un bioimpedanciómetro tetrapolar estándar (BIA 310, Biodynamics Corp., Seattle, EE. UU., número de serie 409903), a una frecuencia de 50 kHz, con el paciente en decúbito supino completo y sin contacto con materiales metálicos, con brazos y piernas a 30° de la línea media, utilizando dos electrodos en el brazo derecho separados por 5 cm y dos en la pierna derecha separados por 5 cm, en las 24 h previas a la cirugía y en ayuno.

El criterio de valoración principal fue la duración de la internación luego de la cirugía. Se valoró de manera secundaria la manifestación de complicaciones posquirúrgicas (insuficiencia cardíaca, *shock* cardiogénico, vasoplejía, fibrilación auricular, mediastinitis, infarto tipo V, sangrado y muerte).

## Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, las variables continuas se presentaron como medias con desviación estándar (DE) o medianas con intervalo intercuartílico (IIC) según su distribución, y las categóricas como frecuencias absolutas y relativas. Las comparaciones se llevaron a cabo con la prueba de la *t* para muestras no apareadas o la prueba de Wilcoxon, o con la prueba de chi al cuadrado, respectivamente. La normalidad de las distribuciones se evaluó con la observación de los histogramas, los valores de asimetría (*skewness*) y curtosis, y, finalmente, con la prueba de Shapiro-Wilk. Las correlaciones se evaluaron con el coeficiente de Pearson, habiendo descartado previamente datos atípicos con la confección de un *bagplot*. Finalmente, se construyó un modelo de regresión lineal para determinar la relación entre la grasa corporal y los días de internación, de manera independiente del sexo, la edad, el IMC y el ArgenSCORE (el último fue incorporado al modelo luego de su transformación logarítmica debido a su distribución). Se consideró como estadísticamente significativo un valor de *p* menor de 0,05. Todos los cálculos se llevaron a cabo con el programa R versión 3.6.1.

## Consideraciones éticas

Este proyecto respeta las normas éticas que rigen la investigación con seres humanos según la Declaración de Helsinki. (13) Se elaboró un consentimiento informado con el cual los pacientes tomaron conocimiento de que aportarían datos de su historia clínica y de que se obtendrían mediciones de bioimpedancia. El protocolo fue revisado y aprobado por las autoridades de la institución.

## RESULTADOS

En total, 133 pacientes fueron sometidos a cirugía cardíaca en el período de estudio. De estos, 8 cumplieron criterios de exclusión, y una paciente fue excluida por estar embarazada, aunque no se había contemplado como criterio *a priori*. De los 124 pacientes restantes, se obtuvieron datos antropométricos y de composición corporal completos y válidos en 98, que fueron utilizados para el análisis final. No se encontraron diferencias significativas con respecto a los pacientes sin datos completos en cuanto a variables demográficas y clínicas o eventos.

Las características de los pacientes pueden observarse en la Tabla 1. La mayoría fueron varones menores de 60 años, sometidos a cirugía de revascularización miocárdica de manera electiva con circulación extra-

corpórea. Los datos antropométricos y la composición corporal de los pacientes estratificados por sexo se encuentran expuestos en la Tabla 2. Los hombres presentaron mayor altura y peso que las mujeres, pero con similar IMC. Las mujeres tuvieron menos masa magra y más grasa corporal, con la misma agua corporal total.

La duración mediana de la internación fue de 8 días (IIC de 6,5 a 11,5 días).

Los pacientes que presentaron mediastinitis tuvieron mayor porcentaje de grasa corporal comparados con el resto ( $31,55 \pm 0,64\%$  contra  $27,13 \pm 7,9\%$ ,  $p < 0,001$ ). No observamos diferencias significativas

Característica (n = 98)	Media $\pm$ DE, mediana (IIC) o n (%)
Edad (años)	58,87 $\pm$ 11,85
Hombres	79 (80,6%)
<i>Clase funcional</i>	
I	29 (37,2%)
II	32 (41,0%)
III	14 (17,9%)
IV	3 (3,8%)
Fracción de eyección del VI	52,49 $\pm$ 12,36
Insuficiencia renal crónica	8 (8,2%)
EPOC	9 (9,2%)
Diabetes insulino-requiriente	6 (6,1%)
Hematocrito (%)	38,29 $\pm$ 4,28
Creatinina (mg/dL)	0,98 (0,85-1,18)
<i>Tipo de cirugía</i>	
Revascularización miocárdica	56 (57,1%)
Reemplazo valvular	24 (24,5%)
Combinada	9 (9,2%)
Bentall	2 (2,0%)
Otras	7 (7,1%)
Tiempo de circulación extracorpórea (minutos)	74,16 $\pm$ 27,13
<i>Prioridad</i>	
Electiva	61 (62,2%)
Urgente	35 (35,7%)
Emergente	2 (2,0%)
Salvataje	0 (0,0%)
Utilización de circulación extracorpórea	73 (75,3%)
EuroSCORE	1,04 (0,68-1,81)
ArgenSCORE	2,13 (1,18-4,95)
Mortalidad	2 (2,0%)

**Tabla 1.** Características generales de la población

Característica	Mujeres	Hombres	p
n	19	79	
Edad (años)	62,58 $\pm$ 14,01	57,97 $\pm$ 11,18	0,129
Altura (cm)	157,89 $\pm$ 5,78	170,29 $\pm$ 6,37	<0,001
Peso (kg)	71,19 $\pm$ 14,75	82,58 $\pm$ 14,99	0,004
IMC (m/kg <sup>2</sup> )	28,54 $\pm$ 5,51	28,46 $\pm$ 4,88	0,950
Masa magra (%)	66,46 $\pm$ 7,67	74,28 $\pm$ 7,15	<0,001
Masa grasa (%)	33,46 $\pm$ 7,69	25,72 $\pm$ 7,15	<0,001
Agua corporal total (%)	73,67 $\pm$ 1,99	73,30 $\pm$ 1,74	0,423

**Tabla 2.** Datos antropométricos y composición corporal según el sexo

de grasa corporal con respecto a insuficiencia cardíaca, *shock* cardiogénico, vasoplejía, fibrilación auricular, infarto tipo V y sangrado. La grasa corporal fue mayor en los pacientes que fallecieron a los 30 días, aunque de manera no estadísticamente significativa ( $36,05 \pm 3,19\%$  contra  $27,20 \pm 7,82\%$ ,  $p: 0,08$ ).

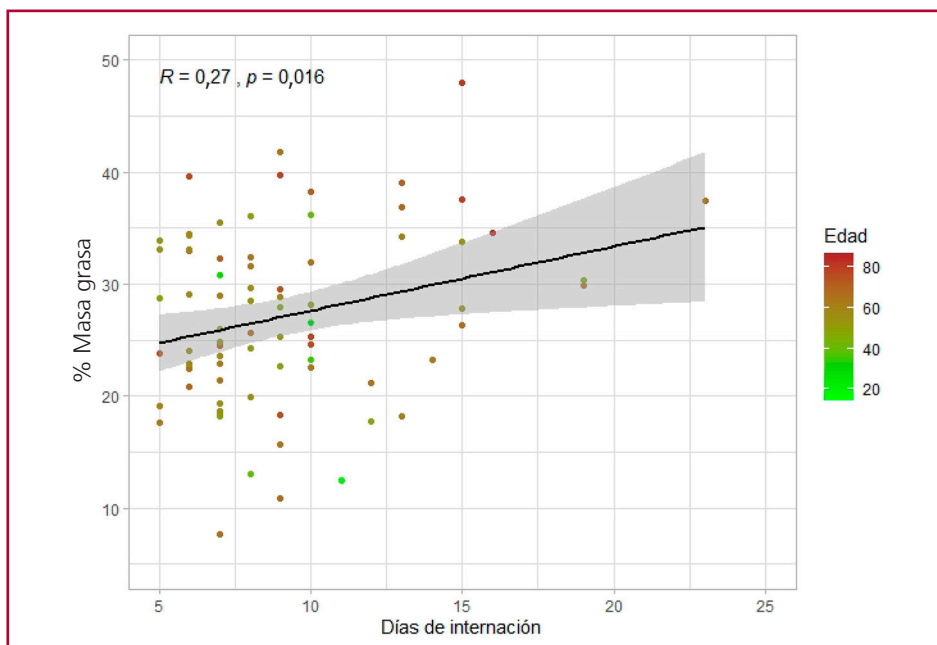
Encontramos una correlación positiva de 0,27 ( $p: 0,016$ ) entre el porcentaje de masa grasa y los días de internación, sin relación aparente con la edad, lo cual puede observarse en la Figura 1. Puede, además, verse que ningún paciente con grasa corporal menor del 25% permaneció internado más de 14 días. Al incorporar la masa grasa a un modelo de regresión lineal (Figura 2) junto con la edad, el sexo, el IMC y el ArgenSCORE para predecir la duración de la internación, el coeficiente correspondiente fue de 0,27 ( $p: 0,021$ ). No se

observó una relación significativa entre el IMC y la duración de la internación. El puntaje de riesgo presentó la mayor magnitud de asociación con los días de internación de entre todas las variables consideradas (coeficiente de 1,72,  $p < 0,001$ ). En líneas generales, por cada 4% de aumento de masa grasa, la duración de la internación se incrementó en aproximadamente un día, de manera independiente de la edad, el sexo, el IMC y el ArgenSCORE.

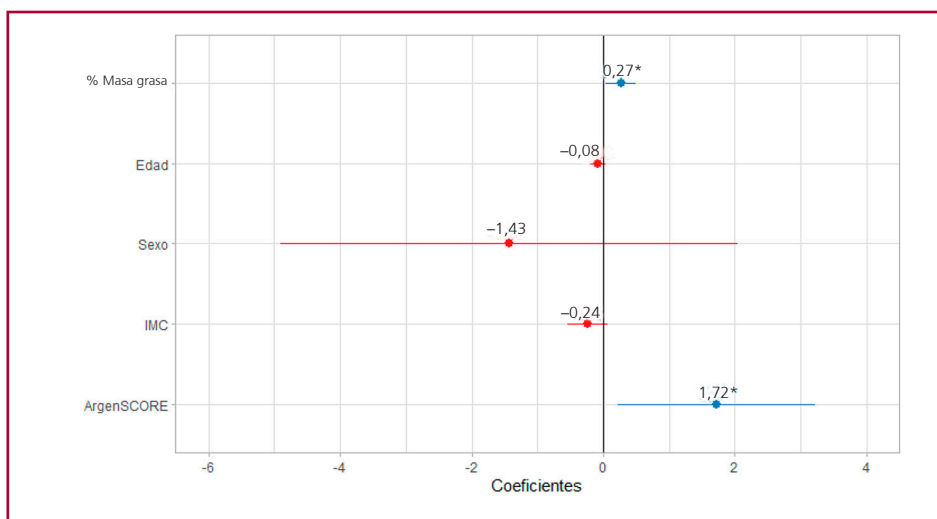
## DISCUSIÓN

Según nuestros datos, existe una relación directa entre la grasa corporal de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca y su morbilidad, y es posible que se asocie también a una mayor mortalidad a 30 días.

**Fig. 1.** Relación entre el porcentaje de masa grasa y los días de internación, en la que se identifica a los pacientes por edad.



**Fig. 2.** Coeficientes del modelo de regresión lineal; se consideran los días de internación con respecto a masa grasa, edad, sexo, IMC y ArgenSCORE (\*:  $p < 0,05$ , \*\*:  $p < 0,01$ , \*\*\*:  $p < 0,001$ ).



Existen varios estudios que vinculan el elemento de masa magra de la composición corporal con los eventos luego de una cirugía cardíaca. En el estudio BICS, el ángulo de fase (calculado a partir de la relación entre la resistencia y reactancia, indicador del estado nutricional general), se relacionó de manera independiente a una mayor mortalidad a los 30 días. (14) Esto se debe a que existe una correlación entre el menor ángulo de fase y una menor masa muscular, también asociada a una mayor fragilidad de los pacientes. Además, se ha demostrado en otros estudios que una menor masa magra se relaciona con una duración de la internación más prolongada y más infecciones, (15) con necesidad de más transfusiones, (16) con mayores costos, (17) y con más complicaciones posquirúrgicas en general. (18-19)

Esto demuestra que, sobre todo en los pacientes ancianos, la masa magra como indicador de fragilidad y menor resistencia al estrés es un marcador pronóstico valioso. Sin embargo, en poblaciones más jóvenes, la masa grasa puede jugar un papel más relevante. Existe menos evidencia sobre el rol de la grasa corporal en los resultados luego de la cirugía cardíaca. En un subestudio del BICS, se observó que una combinación de masa grasa elevada y masa magra reducida (situación conocida como “obesidad sarcopénica” (20) se relacionó con una mayor manifestación de eventos adversos. (21) Los investigadores explican que esto se debe a mayor resistencia a la insulina, menor capacidad de cicatrización de la heridas y aumento del riesgo de infecciones en los pacientes con más masa grasa. En otro estudio, la adiposidad visceral, aunque no el IMC, se asoció con una menor variabilidad de la frecuencia cardíaca en los pacientes con diabetes tipo 2 sometidos a cirugía de revascularización miocárdica. (22) Esto insinúa que el deterioro de la función autonómica cardíaca propia de los pacientes diabéticos se relaciona con su masa grasa, y que podría tener un impacto en su pronóstico.

Desde el punto de vista molecular, la adiponectina y la leptina desempeñan un papel central en la homeostasis metabólica, y se han asociado con la fisiopatología de la enfermedad cardiovascular. La adiponectina tiene efectos sensibilizantes a la insulina, antiinflamatorios y antiaterogénicos, (23, 24) mientras que la leptina es la causa de varios procesos relacionados con la enfermedad cardiovascular. (25) En la obesidad, coexisten niveles disminuidos de adiponectina con un aumento de la leptina, (26) lo cual puede ser una explicación del incremento de eventos adversos en pacientes con mayor masa grasa. En un estudio en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, la leptina se correlacionó de manera positiva con el IMC y la masa grasa, y negativa con el tamaño de la aurícula izquierda y el índice de masa cardíaca, mientras que la adiponectina se correlacionó positivamente con el tamaño de la aurícula izquierda y el E/e'. (27) Según los autores, esto sugiere que ambos marcadores pueden tener un papel en el remodelado cardíaco luego de la cirugía cardiovascular y, de esta manera, tener un impacto en el pronóstico.

Sobre la base de estos resultados de estudios previos y el análisis de nuestros datos, podemos inferir que la composición corporal estimada con métodos más exactos que el IMC podría tratarse de un marcador de riesgo importante a la hora de decidir un procedimiento quirúrgico.

Es importante, no obstante, tener en cuenta algunas limitaciones de nuestro estudio, dadas por: el tamaño muestral pequeño, que no permitió establecer una relación independiente entre la composición corporal y la mortalidad; la naturaleza del método BIA, que, a pesar de ser útil en muestras poblacionales, es menos preciso a nivel individual; la ausencia de datos sobre la distribución de la grasa corporal (índice cintura-cadera); y la falta de medición de marcadores biológicos, tales como la adiponectina y la leptina.

## CONCLUSIONES

Según la evidencia disponible, la composición corporal se relaciona con las complicaciones y la mortalidad luego de la cirugía cardíaca. Nosotros encontramos una relación independiente entre el mayor porcentaje de grasa corporal y los días de internación, así como una mayor morbilidad en los pacientes con más masa grasa. Esto presenta plausibilidad biológica, pero es necesario llevar a cabo estudios de mayor tamaño para poder incorporar la estimación de la composición corporal a la evaluación rutinaria del riesgo quirúrgico.

## Conflictos de interés

Todos los autores del presente manuscrito declaran no tener conflictos de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Prospective Studies Collaboration, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, Halsey J, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet*. 2009;373:1083-96. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60318-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60318-4)
2. Padwal R, Leslie WD, Lix LM, Majumdar SR. Relationship among body fat percentage, body mass index, and all-cause mortality: A Cohort Study. *Ann Intern Med* 2016;164:532-41. <https://doi.org/10.7326/M15-1181>
3. Elagizi A, Kachur S, Lavie CJ, Carbone S, Pandey A, Ortega FB, et al. An overview and update on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases. *Prog Cardiovasc Dis* 2018;61:142-50. <https://doi.org/10.1016/j.pcard.2018.07.003>
4. Borracci RA, Ingino CA, Miranda JM. Association of body mass index with short-term outcomes after cardiac surgery: retrospective study and meta-analysis. *Medicina (Buenos Aires)* 2018;78:171-9.
5. Carbone S, Canada JM, Billingsley HE, Siddiqui MS, Elagizi A, Lavie CJ. Obesity paradox in cardiovascular disease: Where do we stand? *Vasc Health Risk Manag*. 2019;15:89-100. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S168946>
6. Lavie CJ, De Schutter A, Patel DA, Milani RV. Body composition and fitness in the obesity paradox—body mass index alone does not tell the whole story. *Prev Med* 2013;57:1-2. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.03.010>
7. Oreopoulos A, Fonarow GC, Ezekowitz JA, McAlister FA, Sharma AM, Kalantar-Zadeh K, et al. Do anthropometric indices accurately reflect directly measured body composition in men and women with



- chronic heart failure? *Congest Heart Fail* 2011;17:90-2. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7133.2010.00204.x>
8. Gurm HS, Brennan DM, Booth J, Tchong JE, Lincoff AM, Topol EJ. Impact of body mass index on outcome after percutaneous coronary intervention (the obesity paradox). *Am J Cardiol* 2002;90:42-5. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(02\)02384-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)02384-6)
9. Gurm HS, Whitlow PL, Kip KE; BARI Investigators. The impact of body mass index on short and long term outcomes in patients undergoing coronary revascularization: insights from the bypass angioplasty revascularization investigation (BARI). *J Am Coll Cardiol* 2002;39:834-40. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(02\)01687-X](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(02)01687-X)
10. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R, European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16:9-13. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(99\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(99)00134-7)
11. Carosella VC, Navia JL, Al-Ruzzeq S, Grancelli H, Rodriguez W, Cardenas C et al. The first Latin-American risk stratification system for cardiac surgery: can be used as a graphic pocket-card score. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009;9:203-8. <https://doi.org/10.1510/icvts.2008.199083>
12. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:566-72. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>
13. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA* 2013;310:2191-4. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
14. Mullie L, Obrand A, Bendayan M, Trnkus A, Ouimet MC, Moss E, et al. Phase angle as a biomarker for frailty and postoperative mortality: The BICS study. *J Am Heart Assoc* 2018;7:e008721. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.008721>
15. Van Venrooij LMW, De Vos R, Zijlstra E, Borgmeijer-Hoelen MMMJ, Van Leeuwen PAM, De Mol BAJM. The impact of low preoperative fat-free body mass on infections and length of stay after cardiac surgery: A prospective cohort study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:1263-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.07.033>
16. Ringaitiene D, Puodziukaite L, Vicka V, Gineityte D, Serpytis M, Sipylaite J. Bioelectrical Impedance Phase Angle-Predictor of Blood Transfusion in Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2019;33:969-75. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2018.07.007>
17. Koter S, Cohnert TU, Hindermayr KB, Lindenmann J, Brückner M, Oswald WK, et al. Increased hospital costs are associated with low skeletal muscle mass in patients undergoing elective open aortic surgery. *J Vasc Surg* 2019;69:1227-32. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.06.224>
18. Cook JW, Pierson LM, Herbert WG, Norton HJ, Fedor JM, Kiebzak GM, et al. The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting. *Thorac Cardiovasc Surg* 2001;49:89-93. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11703>
19. Ringaitiene D, Gineityte D, Vicka V, Zvirblis T, Norkiene I, Sipylaite J, et al. Malnutrition assessed by phase angle determines outcomes in low-risk cardiac surgery patients. *Clin Nutr* 2016;35:1328-32. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.02.010>
20. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2008;18:388e95. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2007.10.002>
21. Visser M, van Venrooij LMW, Vulperhorst L, de Vos R, Wisselink W, van Leeuwen PA, et al. Sarcopenic obesity is associated with adverse clinical outcome after cardiac surgery. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013;23:511-8. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2011.12.001>
22. Salamin G, Pelletier C, Poirier P, Després JP, Bertrand O, Almérás N, et al. Impact of visceral obesity on cardiac parasympathetic activity in type 2 diabetics after coronary artery bypass graft surgery. *Obesity* 2013;21:1578-85. <https://doi.org/10.1002/oby.20089>
23. Hopkins TA, Ouchi N, Shibata R, Walsh K. Adiponectin actions in the cardiovascular system. *Cardiovasc Res* 2007;74:11-8.
24. Marinou K, Tousoulis D, Antonopoulos AS, Stefanadi E, Stefanadis C. Obesity and cardiovascular disease: from pathophysiology to risk stratification. *Int J Cardiol* 2010; 138:3-8.
25. Maresca F, Di Palma V, Bevilacqua M, Uccello G, Tagliatalata V, Giaquinto A, et al. Esposito G, Tri-marco B, Cirillo P. Adipokines, vascular wall, and cardiovascular disease: a focused overview of the role of adipokines in the pathophysiology of cardiovascular disease. *Angiology* 2015; 66:8-24. <https://doi.org/10.1177/0003319713520463>
26. Friedman JM, Halaas JL. Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature* 1998; 395:763-70. <https://doi.org/10.1038/27376>
27. Sawaguchi T, Nakajima T, Haruyama A, Hasegawa T, Shibasaki I, Nakajima T, et al. Association of serum leptin and adiponectin concentrations with echocardiographic parameters and pathophysiological states in patients with cardiovascular disease receiving cardiovascular surgery. *PLoS One* 2019;14:1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225008>