

Artículo Original de Investigación

Mediación en cadena del trayecto aórtico en la relación entre el índice de masa corporal y el diámetro de la aorta abdominal

Chain Mediation of the Aortic Path in the Relationship between Body Mass Index and Abdominal Aortic Diameter

Alberto Guevara Tirado.

Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 17 de Abril de 2025

Aceptado después de revisión

el 19 de Mayo de 2026

www.revistafac.org.ar

El autor declara no tener
conflicto de intereses.

Palabras clave:

Índice de Masa Corporal; Aorta;
Anatomía Regional; Modelos
Cardiovasculares; Análisis de Mediación

RESUMEN

Introducción: la aorta, sensible al exceso de peso, puede experimentar cambios asociados a riesgo cardiovascular. Estudiar sus segmentos permitirá comprender mejor la relación entre índice de masa corporal (IMC) y alteraciones estructurales distales.

Objetivo: analizar la relación entre IMC y diámetro aórtico abdominal, considerando como mediadores los segmentos de la aorta toracoabdominal.

Materiales y método: estudio transversal proveniente de datos secundarios de 801 adultos evaluados por tomografía toraco-abdominal. La variable independiente fue IMC. La dependiente diámetro aórtico abdominal en origen del eje celiaco. Se evaluó el posible efecto mediador de los diámetros aórticos mediante un modelo de mediación en cadena de seis segmentos: seno aórtico de Valsalva, unión sinotubular, aorta ascendente media, arco aórtico medio, aorta descendente media y aorta a nivel del diafragma. Se elaboró un gráfico acíclico dirigido para sustentar la estructura causal.

Resultados: el IMC no mostró una asociación directa con el diámetro aórtico abdominal, pero sí con el seno aórtico de Valsalva ($B=14,159$; $p<0,001$) y unión sinotubular ($B=0,4686$; $p=0,0036$). No hubo relación con la aorta ascendente media ($B=-0,0715$; $p=0,757$). Se observó un efecto positivo sobre la aorta descendente media ($B=0,4837$; $p<0,001$) y la aorta a nivel del diafragma ($B=0,6110$; $p<0,001$), ambas asociadas directamente con el diámetro de la aorta abdominal ($B=0,1570$ y $B=0,6113$, respectivamente; $p<0,001$). Estos hallazgos sugieren una secuencia estructural donde los diámetros torácicos distales influyen progresivamente sobre el calibre aórtico abdominal. Se identificó tres trayectorias indirectas significativas: IMC $\rightarrow$ seno de Valsalva $\rightarrow$ aorta descendente media $\rightarrow$ aorta en diafragma $\rightarrow$ aorta abdominal (efecto = 0,1807; IC95% [0,0878–0,2778]), IMC $\rightarrow$ aorta ascendente media $\rightarrow$ arco aórtico medio $\rightarrow$ aorta descendente media $\rightarrow$ aorta abdominal (efecto = 0,0611), IMC $\rightarrow$ aorta descendente media $\rightarrow$ aorta abdominal (efecto = 0,0759; IC95% [0,0306–0,1343]).

Conclusiones: los hallazgos sugieren que el IMC podría influir en el diámetro aórtico abdominal indirectamente, mediante segmentos aórticos interconectados. Este patrón estructural podría tener implicancias clínicas para la detección temprana de alteraciones vasculares asociadas al exceso de peso.

Chain Mediation of the Aortic Path in the Relationship between Body Mass Index and Abdominal Aortic Diameter

ABSTRACT

Introduction: the aorta, sensitive to excess weight, can undergo changes associated with cardiovascular risk. Studying its segments will allow a better understanding of the relationship between BMI and distal structural alterations.

Objective: to analyze the relationship between BMI and abdominal aortic diameter, considering the thoracoabdominal aortic segments as mediators.

Materials and methods: a cross-sectional study based on secondary data from 801 adults evaluated by thoracoabdominal computed tomography. The independent variable was BMI. The dependent variable was abdominal aortic diameter at the origin of the celiac trunk. The potential mediating effect of aortic diameters was evaluated using a six-segment chain mediation model: aortic sinus of Valsalva,

sinotubular junction, mid-ascending aorta, mid-aortic arch, mid-descending aorta, and aorta at the level of the diaphragm. A directed acyclic graph was developed to support the causal structure.

Results: BMI was not directly associated with abdominal aortic diameter but was associated with the aortic sinus of Valsalva ($B=14.159$; $p<0.001$) and the sinotubular junction ($B=0.4686$; $p=0.0036$). There was no relationship with the middle ascending aorta ($B=-0.0715$; $p=0.757$). A positive effect was observed on the middle descending aorta ($B=0.4837$; $p<0.001$) and the aorta at the diaphragm ($B=0.6110$; $p<0.001$), both of which were directly associated with abdominal aortic diameter ($B=0.1570$ and $B=0.6113$, respectively; $p<0.001$). These findings suggest a structural sequence where distal thoracic diameters progressively influence abdominal aortic caliber. Three significant indirect pathways were identified: BMI $\rightarrow$ sinus of Valsalva $\rightarrow$ mid-descending aorta $\rightarrow$ diaphragmatic aorta $\rightarrow$ abdominal aorta (effect = 0.1807; 95% CI [0.0878–0.2778]), BMI $\rightarrow$ mid-ascending aorta $\rightarrow$ mid-aortic arch $\rightarrow$ mid-descending aorta $\rightarrow$ abdominal aorta (effect = 0.0611), and BMI $\rightarrow$ mid-descending aorta $\rightarrow$ abdominal aorta (effect = 0.0759; 95% CI [0.0306–0.1343]).

Conclusions: the findings suggest that BMI may indirectly influence abdominal aortic diameter through interconnected aortic segments. This structural pattern could have clinical implications for the early detection of vascular abnormalities associated with excess weight.

INTRODUCCIÓN

El índice de masa corporal (IMC) es una medida antropométrica ampliamente utilizada para estimar el estado nutricional en contextos poblacionales y clínicos¹. Su simplicidad ha favorecido su adopción como criterio estándar para clasificar el exceso de peso, lo cual ha permitido establecer asociaciones consistentes con múltiples desenlaces, entre ellos enfermedades cardiovasculares, metabólicas y muerte prematura². Sin embargo, el IMC presenta limitaciones importantes: no distingue entre masa grasa y masa magra, ni permite evaluar la distribución del tejido adiposo³. Estas limitaciones adquieren relevancia cuando se busca comprender cómo el peso corporal influye en la estructura y función de órganos y vasos sanguíneos.

La aorta, como la arteria más grande del cuerpo y la principal vía para transportar sangre oxigenada desde el corazón al resto del cuerpo, es una estructura altamente sensible a cambios hemodinámicos y metabólicos inducidos por el exceso de peso corporal^{4,5}. Se conoce que las dimensiones aórticas pueden modificarse en respuesta a factores como la hipertensión, la inflamación crónica de bajo grado y el estrés mecánico⁶. Estas alteraciones pueden conducir a dilataciones progresivas que incrementan el riesgo de aneurismas, disecciones y otros eventos cardiovasculares mayores⁶. Por ello, la evaluación morfológica de la aorta en individuos con distinto perfil antropométrico tiene importantes implicancias clínicas.

A pesar del creciente interés por comprender la relación entre el IMC y la estructura aórtica, gran parte de la evidencia disponible se ha centrado en segmentos aislados, como la aorta ascendente o abdominal^{7,8}. Este enfoque fragmentado impide caracterizar de manera integral los posibles patrones de remodelación a lo largo del trayecto aórtico. Asimismo, si bien los cambios morfológicos de la aorta pueden estar influenciados por múltiples factores, en este estudio se plantea la hipótesis de que el IMC, como marcador clínico del estado cardiometabólico, podría estar asociado a la morfología aórtica distal a través de su efecto sobre los segmentos proximales. Aunque el IMC no distingue entre masa grasa y masa magra, se ha asociado de forma consistente con alteraciones metabólicas como resistencia a la insulina, in-

flamación crónica de bajo grado, disfunción endotelial y rigidez arterial, todos ellos factores que pueden contribuir al remodelado vascular. En particular, se propone explorar si las alteraciones en estos segmentos podrían mediar la relación entre el IMC y el diámetro de la aorta abdominal, donde se localizan con mayor frecuencia dilataciones clínicamente relevantes⁹.

En este contexto, se justifica la necesidad de explorar la relación entre el IMC y las dimensiones de la aorta considerando sus segmentos desde el seno de Valsalva. Analizar el papel mediador de los distintos tramos aórticos permitiría dilucidar mecanismos anatómicos y funcionales mediante los cuales el peso corporal podría influir en la morfología vascular distal.

Esta aproximación resulta especialmente pertinente en el marco de la prevención cardiovascular, dado que la detección precoz de alteraciones estructurales podría contribuir a una mejor estratificación del riesgo.

Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el IMC y el diámetro de la aorta abdominal, considerando como posibles variables mediadoras las dimensiones de los distintos segmentos de la aorta a lo largo de su trayecto toracoabdominal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y población

Se llevó a cabo un estudio transversal y analítico, utilizando una base de datos secundaria obtenida del repositorio Harvard Dataverse. La base de datos incluyó a adultos con y sin comorbilidades, evaluados entre marzo de 2018 y octubre de 2019 mediante tomografía computarizada de tórax sin contraste. Esta técnica, aunque no permite una caracterización funcional o tisular detallada, ofrece una medición confiable de los diámetros aórticos, especialmente en cortes axiales estandarizados, siendo útil para el análisis morfológico de la aorta. La muestra consistió en 801 adultos mayores de 18 años, todos sometidos a tomografía de tórax. De acuerdo con los autores del estudio original, no se consideraron en la base de datos a individuos con anomalías arteriales significativas o enfermedades que afecten gravemente la estructura de las arterias, por lo que fueron excluidos sujetos con

antecedentes de revascularización o reemplazo aórtico, colocación de stents, síndromes genéticos relacionados con enfermedades aórticas (como Marfan o Turner), malformaciones congénitas relevantes, enfermedades inflamatorias con afectación aórtica, síndromes aórticos agudos, aneurismas, hipovolemia o inestabilidad hemodinámica severa, insuficiencia cardíaca avanzada con fracción de eyección reducida y pacientes en hemodiálisis. Todos los datos disponibles en la base de datos fueron utilizados para el análisis, sin aplicar métodos de muestreo ni aleatorización.

Variables y mediciones

Se analizaron diversas variables con el objetivo de comprender la relación entre el IMC y el diámetro de la aorta abdominal, mediada por distintas secciones anatómicas de la aorta. El IMC fue utilizado como variable independiente, categorizada en dos grupos: 0 (sin sobrepeso ni obesidad) y 1 (con sobrepeso u obesidad), con la unidad de medida en kg/m^2 .

El IMC se clasificó en dos niveles: sin sobrepeso ni obesidad ($\text{IMC} < 25 \text{ kg}/\text{m}^2$) y con sobrepeso u obesidad ($\text{IMC} \geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$). El punto de corte de $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$ se utilizó siguiendo la clasificación establecida por la Organización Mundial de la Salud, que define el sobrepeso como un IMC entre 25 y $29,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ y la obesidad como un $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$. Esta categorización permite identificar a individuos con riesgo aumentado de alteraciones cardiometabólicas y enfermedades cardiovasculares. Si bien este umbral abarca un rango amplio de condiciones, se justifica en este contexto por su aplicabilidad clínica y epidemiológica, además de facilitar el análisis comparativo con estudios previos que emplean la misma clasificación.

La variable dependiente fue el diámetro de la aorta abdominal, medido en milímetros (mm) mediante tomografía computarizada de tórax sin contraste. Además, se consideraron varias secciones anatómicas de la aorta como mediadores en la relación entre el IMC y el diámetro de la aorta abdominal. Estas regiones se modelaron secuencialmente según su disposición anatómica a lo largo de la aorta. Las secciones consideradas como mediadores fueron el seno aórtico de Valsalva, unión sinotubular, aorta ascendente media, arco aórtico medio, aorta descendente media y la aorta en el diafragma. Todas estas secciones fueron medidas en milímetros (mm) y su rol en la mediación fue evaluado a través de modelos de regresión. Asimismo, debido a que el modelo de mediación en cadena del procedimiento PROCESS de Hayes solo admite un máximo de seis mediadores, se excluyeron el arco aórtico proximal y la aorta torácica descendente proximal. Esta decisión se basó en su menor nivel de significancia estadística en los análisis preliminares. Si bien la exclusión de estos segmentos podría limitar una caracterización completa del trayecto aórtico, se priorizó la inclusión de aquellos con mayor contribución al modelo, con el fin de optimizar la capacidad explicativa del análisis y cumplir con los requisitos metodológicos del procedimiento.

Según los autores de la base de datos, los diámetros aórticos fueron obtenidos mediante un sistema automatizado basado en inteligencia artificial (IA) para la segmentación de órganos en imágenes de tomografía computarizada (TC). Las imágenes de TC fueron adquiridas utilizando escáneres de alta resolución (Siemens Somatom Force, Toshiba Aquilion ONE y GE CT750

HD), con matrices de 512×512 píxeles y espesores de corte entre 0,625 y 1,5 mm. Posteriormente, las imágenes fueron procesadas automáticamente mediante el prototipo AI-Rad Companion (Chest CT) de Siemens-Healthineers, que emplea algoritmos de aprendizaje de refuerzo profundo para detectar la línea central de la aorta y segmentar nueve regiones anatómicas específicas, conforme a la guía clínica de la AHA de 2010. Los diámetros medios fueron calculados de manera estandarizada como la raíz cuadrada del producto entre los diámetros máximo y mínimo en cada plano transversal. Esta metodología garantiza alta reproducibilidad en las mediciones, minimiza el error humano y permite trabajar con márgenes de error dentro de los estándares aceptables en imágenes de TC torácica¹⁰. Estas mediciones fueron tratadas como variables continuas para el modelo de mediación serial o secuencial.

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto indirecto del IMC, categorizado en dos niveles (0 = sin sobrepeso u obesidad, 1 = con sobrepeso u obesidad), sobre el diámetro de la aorta abdominal a través de múltiples mediadores anatómicos aórticos, se realizó un análisis de mediación en cadena utilizando el modelo 6 del macro PROCESS para SPSS. Las variables mediadoras incluyeron el seno aórtico de Valsalva, la unión sinotubular, la aorta ascendente media, el arco aórtico medio, la aorta descendente media y la aorta en el diafragma, modeladas secuencialmente de acuerdo con su disposición anatómica.

El Modelo 6 de mediación de Hayes es un enfoque utilizado para examinar cómo una variable independiente (en este caso, el IMC) puede influir en una variable dependiente (el diámetro de la aorta abdominal) a través de una secuencia de mediadores interrelacionados. Este modelo es conocido por permitir la evaluación de efectos indirectos a través de una cadena de variables mediadoras¹¹. En este estudio, el modelo 6 se aplicó para analizar la relación en cadena entre el IMC y la aorta abdominal, considerando cómo las distintas regiones anatómicas de la aorta median esta relación, el modelo asume que el IMC influye en las secciones proximales de la aorta, las cuales, a su vez, afectan progresivamente a los segmentos distales, culminando en la aorta abdominal. Esta suposición se fundamenta tanto en la continuidad estructural y hemodinámica de la aorta como fundamento de que las alteraciones vasculares inducidas por el exceso de peso pueden propagarse a lo largo del eje aórtico.

El análisis de mediación fue realizado mediante modelos de regresión lineales para cada mediador y la variable dependiente. Los efectos indirectos fueron calculados mediante remuestreo bootstrap con 5,000 muestras y la generación de intervalos de confianza al 95%. Los efectos fueron considerados estadísticamente significativos si los intervalos de confianza no incluían el valor nulo. El umbral de significancia se estableció en $p < 0,05$. El software *IBM SPSS Statistics 25* en complementación con macro PROCESS (versión 5,0 de Andrew F. Hayes) fueron utilizados para el procesamiento de los datos.

Finalmente, se construyó un Diagrama Acíclico Dirigido (DAG, por sus siglas en inglés) utilizando la librería *dagitty* (www.dagitty.net) para representar las relaciones causales entre las varia-

bles del estudio. Este diagrama fue útil para identificar las rutas causales y verificar las relaciones entre el IMC, los mediadores anatómicos aórticos y la aorta abdominal. A partir del DAG, se pudieron visualizar de manera clara las posibles variables de confusión y se respaldó teóricamente la estructura del modelo de mediación.

Consideraciones éticas

La información empleada en este estudio proviene del repositorio de acceso abierto *Harvard Dataverse*, y se encuentra bajo la licencia *Creative Commons Zero* (CC0), lo que permite su utilización sin restricciones. Dado que se trata de un conjunto de datos secundarios totalmente anonimizados, no fue necesario obtener aprobaciones éticas adicionales ni permisos específicos. La confidencialidad de los datos fue asegurada de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki.

El conjunto de datos está disponible en:

<https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/C0YY9I>

Para detalles específicos, se puede consultar el siguiente enlace:

<https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.737161>

RESULTADOS

En el análisis descriptivo de las variables clínicas, se observó una amplia variabilidad en los diámetros de las diferentes secciones de la aorta, desde el seno aórtico de Valsalva hasta la aorta abdominal, lo que reflejó la diversidad morfológica de la muestra analizada. Las medidas promedio de las distintas regiones aórticas mostraron una disminución progresiva del diámetro desde la aorta ascendente hacia la descendente y abdominal, en concordancia con la fisiología normal del árbol aórtico. Respecto del IMC, poco más de la mitad de la población presentó rangos normales, mientras que cerca del 44 % correspondió a personas con sobrepeso u obesidad (*Tabla 1*).

La tabla resume los efectos directo e indirecto del IMC sobre el diámetro de la aorta abdominal en un modelo de mediación en cadena, considerando seis mediadores anatómicos secuenciales, correspondientes a los segmentos aórticos toracoabdominales. Se observa que el efecto directo del IMC sobre la aorta abdominal no es estadísticamente significativo ($p = 0,7060$), lo que sugiere la ausencia de una relación directa entre ambas variables una vez considerados los mediadores. No obstante, el efecto indirecto total resulta estadísticamente significativo (intervalo de confianza bootstrap al 95%: 0,4790–1,0725), indicando una mediación significativa a través de las estructuras anatómicas de la aorta. Estos hallazgos destacan la relevancia de los mediadores anatómicos de los segmentos aórticos en la asociación entre el IMC y el diámetro de la aorta abdominal, respaldando la hipótesis de una influencia indirecta del IMC mediada por los cambios estructurales a lo largo del eje aórtico (*Tabla 2*).

Se analizaron los modelos de regresión que relacionan el IMC con el diámetro de la aorta abdominal, a través de distintas regiones anatómicas de la aorta como variables mediadoras. Los resultados indican que el sobrepeso u obesidad se asocia signi-

ficativamente con un mayor tamaño en el seno aórtico de Valsalva y en la unión sinotubular, lo que sugiere un primer impacto del IMC sobre los tramos iniciales de la aorta. Aunque la aorta ascendente media no mostró una asociación directa con el índice de masa corporal, sí se vio influida por las secciones previas, destacando el papel de estas como mediadoras en la transmisión del efecto. En cambio, en la aorta descendente media se observó una relación directa significativa con el índice de masa corporal, además del efecto acumulado de las secciones ascendentes y del arco, lo que evidencia una continuidad estructural en la expansión del diámetro aórtico. En la región del diafragma, el IMC no tuvo un efecto directo, pero sí lo hizo la aorta descendente media, consolidándose como un eslabón clave en la cadena de mediación. Finalmente, el diámetro de la aorta abdominal no se asoció directamente con el IMC, pero estuvo fuertemente influenciado por las dimensiones de la aorta descendente media y de la región del diafragma, lo que refuerza el rol de estas dos zonas como mediadores fundamentales en la relación entre el

TABLA 1.

Estadísticos descriptivos y frecuencia de segmentos aórticos e IMC

Variable (unidad)	Mínimo	Máximo	Media	DS
Seno aórtico de Valsalva (mm)	21,4	51,1	35,23	42,53
Unión sinotubular (mm)	23	51,8	32,98	40,45
Aorta ascendente media (mm)	23,5	53,6	37,12	47,31
Arco aórtico proximal (mm)	22	44,7	33,15	37,08
Arco aórtico medio (mm)	19,3	39,4	30,31	30,83
Aorta torácica descendente (mm)	19,5	40,6	28,6	32,77
Aorta descendente media (mm)	15,9	35,5	25,64	31,94
Aorta en el diafragma (mm)	15,3	33,5	25,25	25,95
Aorta abdominal (mm)	13	31,7	23,85	25,63
Frecuencia				
Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	
IMC	Normal	449	56,1	
	Elevado	352	43,9	

TABLA 2.

Análisis de mediación del IMC sobre la aorta abdominal: efectos directo e indirecto

Tipo de Efecto	Coficiente	p-valor	Intervalo de Confianza (IC) Bootstrap
Efecto Directo (IMC → aorta abdominal)	-0,0381	0,706	—
Efecto Indirecto Total (vía mediadores)	0,7765	—	[0,4790, 1,0725]

TABLA 3

Modelos de regresión para las variables mediadoras y el resultado (aorta abdominal)

Variable dependiente	Predictores	B	ES	t	p	IC95%
Seno aórtico de Valsalva	IMC	14.159	0.2988	4.739	<0.001	[0.8294. 2.0024]
Unión sinotubular	IMC	0.4686	0.1605	2.921	0.0036	[0.1537. 0.7836]
	Seno aórtico de Valsalva	0.7841	0.0187	41.847	<0.001	[0.7473. 0.8209]
Aorta descendente media	IMC	-0.0715	0.2310	-0.310	0.757	[-0.5249. 0.3819]
	Seno aórtico de Valsalva	0.1703	0.0480	3.551	<0.001	[0.0762. 0.2644]
	Unión sinotubular	0.7132	0.0507	14.071	<0.001	[0.6137. 0.8127]
Arco aórtico medio	IMC	0.0982	0.1307	0.752	0.452	[-0.1582. 0.3547]
	Seno aórtico de Valsalva	0.0376	0.0273	1.376	0.169	[-0.0160. 0.0913]
	Unión sinotubular	0.0968	0.0320	3.021	0.0026	[0.0339. 0.1596]
	Aorta ascendente media	0.4392	0.0200	21.925	<0.001	[0.3999. 0.4786]
Aorta descendente media	IMC	0.4837	0.1262	3.832	<0.001	[0.2359. 0.7315]
	Seno aórtico de Valsalva	0.0426	0.0264	1.611	0.108	[-0.0093. 0.0945]
	Unión sinotubular	-0.0344	0.0311	-1.105	0.270	[-0.0954. 0.0267]
	Aorta ascendente media	0.2065	0.0245	8.425	<0.001	[0.1584. 0.2546]
	Arco aórtico medio	0.5732	0.0342	16.743	<0.001	[0.5060. 0.6404]
Aorta en el diafragma	IMC	-0.0200	0.1046	-0.191	0.848	[-0.2253. 0.1853]
	Seno aórtico de Valsalva	0.0336	0.0217	1.548	0.122	[-0.0090. 0.0763]
	Unión sinotubular	0.0172	0.0256	0.674	0.501	[-0.0330. 0.0674]
	Aorta ascendente media	-0.0214	0.0210	-1.022	0.307	[-0.0627. 0.0198]
	Arco aórtico medio	0.0660	0.0327	2.020	0.044	[0.0019. 0.1302]
	Aorta descendente media	0.6110	0.0291	20.991	<0.001	[0.5539. 0.6682]
Aorta abdominal (tramo final)	IMC	-0.0381	0.1010	-0.377	0.706	[-0.2363. 0.1601]
	Aorta descendente media	0.1570	0.0350	4.480	<0.001	[0.0882. 0.2258]
	Aorta en el diafragma	0.6113	0.0343	17.839	<0.001	[0.5440. 0.6786]

ES: error estándar

TABLA 4

Efectos indirectos del IMC sobre la Aorta Abdominal a través de mediadores anatómicos aórticos (modelo 6 de PROCESS de Hayes)

Efecto Indirecto	Efecto (coeficiente B)	Error estándar	IC95%
IMC → seno aórtico de Valsalva → aorta descendente media → aorta en el diafragma → aorta abdominal	0,1807	0,0484	[0,0878, 0,2778]
IMC → aorta ascendente media → arco aórtico medio → aorta descendente media → aorta abdominal	0,0611	0,0169	[0,0319, 0,0981]
IMC → aorta descendente media → aorta abdominal	0,0759	0,0268	[0,0306, 0,1343]
IMC → aorta ascendente media → arco aórtico medio → aorta Abdominal	0,0108	0,0049	[0,0029, 0,0218]

estado nutricional y la morfología aórtica. Estos hallazgos revelan una secuencia estructurada en la cual los efectos del sobrepeso u obesidad se transmiten progresivamente a lo largo de la aorta, especialmente hacia las porciones inferiores, lo que podría tener implicancias clínicas en la identificación de cambios anatómicos asociados al riesgo cardiovascular (Tabla 3).

Se evaluó la mediación en cadena del IMC sobre el diámetro de la aorta abdominal mediante diversas estructuras anatómicas aórticas, revelando 63 trayectorias, de las cuales se seleccionaron 4 que fueron más significativas de transmisión del efecto. El re-

corrido que incluye el seno de Valsalva, la aorta descendente media y la región diafragmática mostró el mayor impacto indirecto, reflejando un papel central de estas secciones en la propagación del efecto del estado nutricional hacia la aorta abdominal. Asimismo, la secuencia que involucra la aorta ascendente media, el arco aórtico medio y la aorta descendente media también evidenció una mediación estadísticamente robusta. Otros caminos más breves, aunque con efectos de menor magnitud, mantuvieron significancia y contribuyeron al entendimiento integral del mecanismo. Estos hallazgos resaltan la relevancia estructural de la

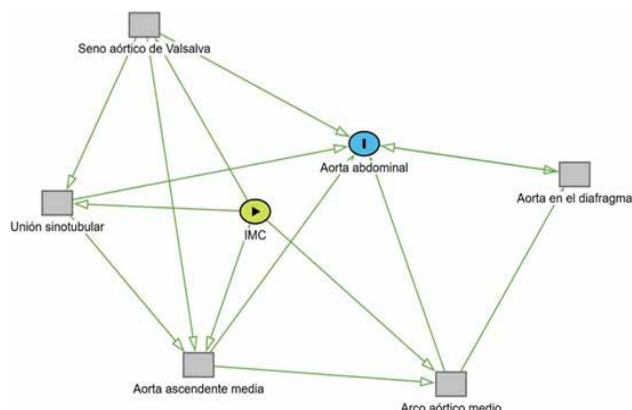


FIGURA 1.

Relación entre IMC y el diámetro de la aorta abdominal mediada por segmentos anatómicos de la aorta: Modelo de gráfico acíclico dirigido

anatomía aórtica como vía de transmisión de los efectos del IMC, lo que refuerza la importancia de considerar rutas fisiológicas complejas en la evaluación de riesgos cardiovasculares asociados al sobrepeso y la obesidad (Tabla 4).

En el gráfico acíclico dirigido se evaluó la relación entre IMC y el diámetro de la aorta abdominal, considerando como posibles mediadores distintos segmentos anatómicos de la aorta. El IMC fue definido como la variable de exposición, con el objetivo de evaluar su impacto indirecto sobre el diámetro de la aorta abdominal, a través de estructuras anatómicas intermedias. Los mediadores fueron el seno aórtico de Valsalva, la unión sinotubular, la aorta ascendente media, el arco aórtico proximal, el arco aórtico medio, la aorta torácica descendente proximal, la aorta descendente media y la aorta en el diafragma. Estos segmentos desempeñaron un papel fundamental en la configuración de las trayectorias causales que explican cómo la adiposidad corporal podría inducir modificaciones estructurales en la aorta distal. Asimismo, se reconoce la existencia de posibles variables no observadas, tales como los hábitos dietéticos, la actividad física y la presión arterial, que podrían influir tanto en la composición corporal como en la arquitectura vascular, sin estar incluidas explícitamente en el modelo (Figura 1).

DISCUSIÓN

Los hallazgos del estudio sugieren la existencia de una compleja red de asociaciones entre el IMC y el diámetro de la aorta abdominal, mediada por distintas regiones anatómicas de la aorta. A través de un enfoque de mediación en cadena (modelo 6 de PROCESS de Hayes), se demostró que el IMC, particularmente cuando se encuentra en rangos de sobrepeso u obesidad, se asocia significativamente con el incremento de las dimensiones en ciertas secciones proximales de la aorta, especialmente el seno aórtico de Valsalva y la unión sinotubular. Este hallazgo es coherente con la literatura previa que vincula el exceso de peso con remodelaciones estructurales vasculares, incluso en ausencia de enfermedad cardiovascular manifiesta^{12,13}.

Aunque el IMC no mostró una asociación directa significativa con el diámetro aórtico abdominal, los efectos indirectos a tra-

vés de mediadores aórticos fueron estadísticamente relevantes. En particular, el trayecto que incluyó la secuencia seno aórtico de Valsalva → aorta descendente media → aorta en el diafragma → aorta abdominal, presentó el mayor coeficiente indirecto (0,1807; IC95%: 0,0878–0,2778), lo que subraya el papel del eje descendente de la aorta torácica y diafragmática como ruta predominante de transmisión del efecto del IMC sobre la aorta abdominal. Este patrón sugiere que el remodelado inducido por el IMC se inicia en regiones proximales y progresa hacia segmentos distales, fenómeno posiblemente mediado por adaptaciones hemodinámicas y estructurales acumulativas.

Además, otras vías significativas como IMC → aorta ascendente media → arco aórtico medio → aorta descendente media → aorta abdominal (coef. = 0,0611; IC95%: 0,0319–0,0981), e IMC → aorta descendente media → aorta abdominal (coef. = 0,0759; IC95%: 0,0306–0,1343) refuerzan la importancia de la aorta descendente media como un nodo clave en la mediación. Esto es consistente con estudios que han reportado que los diámetros de las regiones descendentes de la aorta están más estrechamente relacionados con factores metabólicos y adiposidad central¹³. La aorta descendente media, al recibir influencia tanto de regiones ascendentes como del arco aórtico, actúa como puente anatómico y funcional en la propagación del efecto del IMC hacia la aorta abdominal^{14,15}.

Cabe destacar que, si bien algunas secciones como la aorta ascendente media y el arco aórtico medio no mostraron asociaciones directas significativas con el IMC, su participación en trayectorias mediadoras relevantes se identificó a partir del análisis de efectos indirectos dentro del modelo de mediación en cadena. Esto sugiere que podrían desempeñar un rol en la transmisión del efecto del IMC hacia la aorta abdominal, a pesar de no tener un vínculo directo significativo. Este hallazgo resalta que incluso segmentos anatómicos con contribuciones marginales en los análisis directos pueden desempeñar roles relevantes dentro de modelos en cadena, donde su efecto se potencia al interactuar con otras estructuras.

Si bien la relación entre obesidad central y dilatación aórtica ha sido previamente descrita, estos resultados refuerzan su relevancia clínica. Por ejemplo, en individuos con obesidad central, la identificación de dilatación en segmentos torácicos como el seno aórtico de Valsalva o la aorta descendente media podría considerarse un indicador anatómico de progresión hacia dilatación en la aorta abdominal, incluso antes de que esta sea clínicamente significativa. Esto sugiere que el monitoreo de estos segmentos mediante técnicas de imagen (ecocardiografía transtorácica o tomografía) podría mejorar la detección temprana de cambios estructurales vasculares. Asimismo, estas rutas mediadoras podrían tener utilidad en la estratificación de riesgo de aneurisma aórtico abdominal, permitiendo intervenciones más tempranas en poblaciones de alto riesgo metabólico. Si bien el control intensivo de los factores de riesgo cardiovasculares es una recomendación ampliamente establecida en presencia de afección arterial, los hallazgos de este estudio sugieren que, en pacientes con obesidad y dilatación de la aorta descendente media, aun con una aorta abdominal dentro de parámetros normales, podría justificarse una vigilancia más estrecha y un enfoque terapéutico anticipado para prevenir la progresión del daño vascular distal.

Este estudio tiene limitaciones importantes. Al ser de diseño transversal, no permite establecer causalidad entre el IMC y los cambios aórticos. Además, no se consideraron posibles factores de confusión como presión arterial, actividad física o parámetros metabólicos. Las mediciones fueron anatómicas estáticas, sin evaluar funciones como rigidez aórtica. Finalmente, los resultados pueden no ser generalizables a otras poblaciones con características distintas.

En conclusión, los hallazgos de este estudio sugieren de manera exploratoria que el impacto del IMC sobre el diámetro de la aorta abdominal no ocurriría de forma aislada ni lineal, sino que podría estar mediado por una secuencia de estructuras anatómicas interconectadas. Sin embargo, estas interpretaciones deben considerarse con cautela, dadas las limitaciones del estudio, entre ellas su diseño transversal, la omisión de variables clínicas relevantes (como presión arterial o actividad física), y la falta de evaluaciones funcionales de la aorta. A pesar de estas limitaciones, el enfoque propuesto podría servir como base para el desarrollo de futuras investigaciones y, potencialmente, contribuir a identificar herramientas clínicas orientadas a la detección precoz de dilataciones aórticas distales en personas con exceso de peso, a partir del análisis de secciones proximales. Esta línea de investigación podría favorecer, a largo plazo, la estratificación del riesgo anatómico y la orientación de intervenciones terapéuticas más personalizadas en contextos preventivos o de vigilancia vascular.

Futuros estudios longitudinales permitirán esclarecer si estas asociaciones reflejan procesos adaptativos reversibles o si representan etapas tempranas de alteración estructural progresiva en el contexto del exceso de peso. Además, la incorporación de marcadores hemodinámicos, inflamatorios y genéticos podría contribuir a desentrañar los mecanismos específicos involucrados en la remodelación aórtica inducida por el IMC.

BIBLIOGRAFIA

1. Piqueras P, Ballester A, Durá-Gil JV, et al. Anthropometric indicators as a tool for diagnosis of obesity and other health risk factors: A literature review. *Front Psychol* **2021**; 12: 631179.
2. Hampl SE, Hassink SG, Skinner AC, et al. Clinical practice guideline for the evaluation and treatment of children and adolescents with obesity. *Pediatrics* **2023**; 151: e2022060640.
3. Wu Y, Li D, Vermund SH. Advantages and limitations of the body mass index (BMI) to assess adult obesity. *Int J Environ Res Public Health* **2024**; 21: 757.
4. In brief: How does the blood circulatory system work? [Internet]. Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG); **2023**. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279250/> Acceso 1 de Junio de 2026.
5. Stoll S, Sowah SA, Fink MA, et al. Changes in aortic diameter induced by weight loss: The HELENA trial- whole-body MR imaging in a dietary intervention trial. *Front Physiol* **2022**; 13: 976949.
6. Liu J, Wu J. The pathogenesis and impact of arterial stiffening in hypertension: The 2023 John H. Laragh research award. *Am J Hypertens* **2024**; 37: 241 – 247.
7. Lu F, Lin Y, Zhou J, et al. Obesity and the obesity paradox in abdominal aortic aneurysm. *Front Endocrinol (Lausanne)* **2024**; 15: 1410369.
8. Jiang X, Yu L, Li J, et al. Effect of obesity on cardiovascular morphofunctional phenotype: Study of Mendelian randomization. *Medicine (Baltimore)* **2025**; 104: e41858.
9. Shaw PM, Loree J, Oropallo A. Abdominal aortic aneurysm. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; **2025**. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470237/> Acceso 1 de Junio 2026.
10. Liu Y, Luo X, Jia H, et al. The effect of blood pressure variability on coronary atherosclerosis plaques. *Front Cardiovasc Med* **2022**; 9: 803810.
11. Lo C-C, Chen I-C, Ho W-S, et al. A sequential mediation model of perceived social support, mindfulness, perceived hope, and mental health literacy: An empirical study on Taiwanese university students. *Acta Psychol (Amst)* **2023**; 240: 104016.
12. Mandry D, Girerd N, Lamiral Z, et al. Arterial and cardiac remodeling associated with extra weight gain in an isolated abdominal obesity cohort. *Front Cardiovasc Med* **2021**; 8: 771022.
13. Daniels SR. Obesity, vascular changes, and elevated blood pressure. *J Am Coll Cardiol* **2012**; 60: 2651 – 2652.
14. Argan O, Avci E, Yildirim T, et al. Epicardial adipose tissue is a predictor of ascending aortic dilatation in hypertensive patients, but not paracardial adipose tissue. *BMC Cardiovasc Disord* **2020**; 20: 142.
15. White HJ, Bordes SJ, Borger J. Anatomy, abdomen and pelvis: Aorta. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; **2025**. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537319/> Acceso 1 de Junio de 2026.