

[r e v i s i ó n]

Grasa preperitoneal ecográfica: un biomarcador emergente de riesgo cardiometabólico en la obesidad

Ultrasound-guided preperitoneal fat: an emerging biomarker of cardiometabolic risk in obesity

Daniel de Luis Román^{1,2,3,4}, Paloma Pérez^{1,2,3,4} y Juan José López Gómez^{1,2,3,4}

¹Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Clínico Universitario de Valladolid. ²Valladolid Health Research Institute (IBioVALL) (Valladolid, Spain). ³Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición Fac Medicina Universidad de Valladolid. ⁴Centro de Investigación Biomédica en Red (CIBEROBN) de la Obesidad y Nutrición. Instituto de Salud Carlos III, Madrid, Spain.

Cómo citar este trabajo

- De Luis Román D, Pérez P, López Gómez JJ. Grasa preperitoneal ecográfica: un biomarcador emergente de riesgo cardiometabólico en la obesidad. Nutr Clin Med 2026;20(2):88-102

Palabras clave

Grasa preperitoneal, obesidad, ecografía, adiposidad visceral, síndrome metabólico, resistencia a la insulina, grasa abdominal, riesgo cardiovascular.

>>RESUMEN

La obesidad no debe interpretarse exclusivamente como un exceso global de peso corporal, sino como una alteración cuantitativa y cualitativa del tejido adiposo, con especial relevancia de su distribución regional. Dentro de este paradigma, la adiposidad abdominal, y en particular la grasa visceral, como por ejemplo preperitoneal, ha adquirido un papel central como marcador de riesgo cardiometabólico. La grasa preperitoneal, localizada entre la línea alba y el peritoneo parietal en la región epigástrica o supraumbilical, representa un depósito anatómicamente accesible por ecografía y potencialmente relacionado con alteraciones metabólicas, como puede ser la resistencia a la insulina, dislipemia, hígado graso, aterosclerosis subclínica y eventos cardiovasculares.

Aunque la tomografía computarizada y la resonancia magnética siguen siendo técnicas de referencia para cuantificar grasa visceral, su coste, disponibilidad limitada y, en el caso de la tomografía, la exposición a radiación, limitan su uso sistemático en la práctica clínica. La ecografía abdominal emerge como una herramienta no invasiva, económica, reproducible y aplicable en atención primaria, atención especializada y estudios poblacionales. Esta revisión narrativa analiza la base fisiopatológica de la grasa preperitoneal y otros compartimentos abdominales, los métodos ecográficos de medición, su

Correspondencia

Fernando Daniel de Luis Román
Email: dadluis@yahoo.es

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Más información:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



relación con marcadores metabólicos y cardiovasculares, sus limitaciones metodológicas y su potencial integración clínica como biomarcador complementario en pacientes con obesidad. La evidencia disponible sugiere que la grasa preperitoneal no debe considerarse de forma aislada, sino dentro de un panel ecográfico de adiposidad central que incluya grasa subcutánea máxima, grasa visceral intraabdominal, grasa omental y grasa perirrenal. La estandarización de protocolos y puntos de corte, junto con la validación longitudinal, será clave para consolidar su utilidad clínica.

Nutr Clin Med 2026; 20 (2): 88-102
DOI: 10.7400/NCM.2026.20.2.0023

Key words

Preperitoneal fat, obesity, ultrasound, visceral adiposity, metabolic syndrome, insulin resistance, abdominal fat, cardiovascular risk.

<<ABSTRACT

Obesity should not be interpreted solely as an overall excess of body weight, but rather as a quantitative and qualitative alteration of adipose tissue, with particular relevance to its regional distribution. Within this paradigm, abdominal adiposity, and in particular visceral fat, such as preperitoneal fat, has acquired a central role as a marker of cardiometabolic risk. Preperitoneal fat, located between the linea alba and the parietal peritoneum in the epigastric or supraumbilical region, represents a deposit anatomically accessible by ultrasound and potentially related to metabolic alterations, such as insulin resistance, dyslipidemia, fatty liver, subclinical atherosclerosis, and cardiovascular events. Although computed tomography and magnetic resonance imaging remain the gold standard techniques for quantifying visceral fat, their cost, limited availability, and, in the case of computed tomography, radiation exposure, limit their systematic use in clinical practice. Abdominal ultrasound is emerging as a non-invasive, cost-effective, reproducible tool applicable in primary care, specialized care, and population studies. This narrative review analyzes the pathophysiological basis of preperitoneal fat and other abdominal compartments, ultrasound measurement methods, their relationship with metabolic and cardiovascular markers, their methodological limitations, and their potential clinical integration as a complementary biomarker in patients with obesity. Available evidence suggests that preperitoneal fat should not be considered in isolation, but rather within a comprehensive ultrasound panel of central adiposity that includes maximum subcutaneous fat, intra-abdominal visceral fat, omental fat, and perirenal fat. Standardization of protocols and cut-off points, along with longitudinal validation, will be key to consolidating its clinical utility.

Nutr Clin Med 2026; 20 (2): 88-102
DOI: 10.7400/NCM.2026.20.2.0023

>>INTRODUCCIÓN

La obesidad constituye uno de los principales problemas de salud pública del siglo XXI. La Organización Mundial de la Salud estima que en 2025 aproximadamente una de cada ocho personas en el mundo vivía con obesidad, con una prevalencia creciente tanto en adultos como en población infantojuvenil¹. Sin embargo, el índice de masa corporal, aunque útil como medida epidemiológica, presenta limitaciones importantes en la valoración individual del riesgo, ya que no discrimina entre masa grasa, masa magra ni distribución regional del tejido adiposo. De este

modo, dos pacientes con el mismo índice de masa corporal pueden tener perfiles metabólicos radicalmente diferentes si uno presenta acumulación predominantemente subcutánea periférica y otro un aumento marcado de grasa visceral o ectópica. Por este motivo, la evaluación de la composición corporal y de la distribución de la grasa se ha convertido en un componente esencial de la medicina de precisión aplicada a la obesidad.

En la práctica clínica habitual, la circunferencia de la cintura, el índice cintura-cadera y el índice cintura-altura se han utilizado como aproximaciones sencillas a la adiposidad central. Estas

medidas tienen utilidad poblacional, pero carecen de la capacidad de distinguir entre compartimentos adiposos anatómicamente distintos^{2,3}. La grasa subcutánea abdominal, la grasa preperitoneal, la grasa omental o mesentérica, la grasa perirrenal y la grasa intraabdominal profunda no tienen el mismo significado fisiopatológico ni la misma relación con resistencia a la insulina, inflamación, enfermedad hepática metabólica o presencia de aterosclerosis. En consecuencia, la medición directa o semidirecta de estos depósitos mediante imagen se ha convertido en un área de gran interés clínico y científico^{2,3}.

La grasa visceral ha sido clásicamente considerada el depósito adiposo más estrechamente asociado a riesgo cardiometabólico. Este tejido muestra mayor actividad lipolítica, mayor infiltración de células inflamatorias y mayor secreción de adipocinas proinflamatorias que muchos compartimentos subcutáneos. La liberación de ácidos grasos libres, interleucina 6, factor de necrosis tumoral alfa, resistina, leptina y otros mediadores contribuye a la resistencia a la insulina, la disfunción endotelial, la dislipemia aterogénica y el estado inflamatorio crónico^{4,5}. Además, la grasa visceral y ectópica se relaciona con diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular aterosclerótica y enfermedad hepática metabólica⁶.

Dentro de la adiposidad abdominal, la grasa preperitoneal ocupa una posición anatómica singular. Se localiza por delante del peritoneo parietal y por detrás de la línea alba, habitualmente en contacto o proximidad con el lóbulo hepático izquierdo cuando se mide en la región epigástrica. Esta localización ha generado debate sobre si debe considerarse estrictamente grasa visceral o un compartimento intermedio. Algunos autores la describen como grasa visceral preperitoneal por su relación anatómica con estructuras intraabdominales y por su posible asociación con riesgo metabólico, mientras que otros señalan que su drenaje no es idéntico al de la grasa intraabdominal clásica. En cualquier caso, su accesibilidad ecográfica y su potencial asociación con alteraciones metabólicas justifican su estudio como marcador clínico².

El interés por la grasa preperitoneal se originó en los trabajos que propusieron el índice de grasa de la pared abdominal (AFI), definido como la

relación entre el grosor máximo de grasa preperitoneal y el grosor mínimo de grasa subcutánea. Suzuki *et al.* describieron este índice mediante ecografía como un marcador indirecto de la relación entre grasa visceral y subcutánea, mostrando que podía reflejar alteraciones del metabolismo lipídico y glucídico⁷. Desde entonces, diversos estudios han evaluado el grosor preperitoneal, el grosor visceral, el grosor subcutáneo y diferentes índices derivados, con resultados heterogéneos, pero clínicamente relevantes.

La tomografía computarizada y la resonancia magnética han sido consideradas técnicas de referencia para cuantificar la grasa abdominal. Ambas permiten estimar áreas o volúmenes de grasa visceral y subcutánea con alta precisión. Sin embargo, la tomografía implica radiación ionizante, mientras que la resonancia presenta mayor coste, menor disponibilidad y más dificultades logísticas para el uso rutinario o seriado. En este contexto, la ecografía ofrece una alternativa especialmente atractiva: es inocua, portátil, relativamente barata, repetible, aplicable en consulta y capaz de diferenciar capas anatómicas específicas^{2,8}.

La revisión de Zieff *et al.* ha destacado que la ecografía de adiposidad central es precisa y fiable, con exactitud comparable a técnicas avanzadas en determinados contextos, pero también subraya que la introducción rutinaria en la práctica clínica se ha visto limitada por la ausencia de protocolos operativos estandarizados². Esta cuestión es crucial: las diferencias en el punto anatómico de medición, el tipo de transductor, la presión ejercida con la sonda, la fase respiratoria, el ayuno, la experiencia del operador y la definición exacta de cada depósito pueden explicar parte de la variabilidad entre estudios. Por tanto, para que la grasa preperitoneal pueda convertirse en biomarcador clínico, es imprescindible armonizar la metodología.

>> BASES ANATÓMICAS Y FISIOPATOLÓGICAS DE LA GRASA PREPERITONEAL

La grasa preperitoneal se mide habitualmente como la distancia entre la superficie posterior de la línea alba y la superficie anterior del hígado o del peritoneo parietal, según el protocolo

utilizado. La medición clásica se realiza en la línea media abdominal, entre el apéndice xifoides y el ombligo, o inmediatamente por debajo del xifoides, con el paciente en decúbito supino y utilizando una sonda lineal de alta frecuencia. En otros protocolos, la medición se realiza 1-3 cm por encima del ombligo o 2 cm por encima del ombligo. Esta diversidad técnica debe tenerse en cuenta al interpretar los puntos de corte publicados^{2,7,9}.

Desde un punto de vista fisiopatológico, la relevancia de la grasa preperitoneal se apoya en tres argumentos. Primero, su localización abdominal central la convierte en una expresión de adiposidad troncular. Segundo, su proximidad al hígado sugiere una posible relación con alteraciones hepáticas metabólicas, esteatosis y disfunción en el metabolismo de glucosa y triglicéridos. Tercero, al poder medirse de forma directa, permite superar parcialmente la limitación de los índices antropométricos, que no diferencian compartimentos. Sin embargo, la grasa preperitoneal no siempre se comporta como el depósito más fuertemente asociado a riesgo, y en algunos estudios la grasa subcutánea máxima, la grasa visceral intraabdominal, la grasa omental o la grasa perirrenal muestran asociaciones más consistentes¹⁰⁻¹³.

La adiposidad visceral se asocia a resistencia a la insulina a través de varios mecanismos. La expansión del adipocito favorece hipoxia local, estrés del retículo endoplásmico, muerte celular, infiltración de macrófagos y secreción de citocinas proinflamatorias. Estas alteraciones reducen la acción de la insulina en tejido adiposo, hígado y músculo, aumentan la liberación de ácidos grasos libres y favorecen la producción hepática de triglicéridos y VLDL. El resultado clínico es una constelación de hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia, descenso de HDL-colesterol, aumento de presión arterial y mayor riesgo de diabetes tipo 2⁴⁻⁶.

La grasa preperitoneal podría ser un marcador indirecto de este fenotipo adiposo disfuncional, aunque probablemente no refleje toda la complejidad de la grasa visceral. En algunos estudios, el grosor preperitoneal se asocia a resistencia a la insulina y HDL bajo, especialmente en varones¹², mientras que en otros su correlación con variables clínicas es más débil que la del grosor visceral intraabdominal o la grasa subcutánea

máxima^{10,13}. Esta heterogeneidad sugiere que su valor puede depender de diferentes variables como el género, la edad, la raza, el grado de obesidad, la presencia de diabetes mellitus, la menopausia, enfermedad metabólica grasa y la metodología de medición.

>> TÉCNICAS DE MEDICIÓN ECOGRÁFICA

Para la realización de la ecografía de grasa abdominal se suele emplear modo B (bidimensional convencional) (figura 1). Para depósitos superficiales, como la grasa subcutánea y preperitoneal, se utilizan sondas lineales de alta frecuencia, habitualmente entre 7,5 y 12 MHz. Para depósitos profundos, como grasa visceral intraabdominal, omental, mesentérica o perirrenal, se emplean sondas convexas de menor frecuencia, por ejemplo 3,5-5 MHz. La presión de la sonda debe ser mínima para evitar compresión de la grasa subcutánea. Las mediciones suelen realizarse en decúbito supino, en espiración tranquila o al final de la espiración, y preferiblemente tras ayuno para reducir interferencias digestivas^{2,8,14}.

La grasa subcutánea abdominal se define como la distancia entre la piel o interfaz grasa-piel y la superficie anterior de la línea alba. Puede dividirse en grasa subcutánea superficial y profunda por la fascia superficial. La grasa preperitoneal se mide entre la línea alba y el peritoneo o la superficie hepática. La grasa visceral intraabdominal se ha medido como la distancia entre la superficie interna del recto abdominal y la pared anterior o posterior de la aorta, dependiendo del protocolo. La grasa perirrenal se mide en relación con la pared renal posterior, habitualmente derecha, y la grasa omental o mesentérica puede estimarse mediante distancias desde la pared abdominal hasta estructuras vasculares como la aorta o la vena esplénica^{8,13,15}.

La diversidad de protocolos se resume en la tabla I. Esta variedad no invalida la técnica, pero dificulta la comparación entre estudios y la definición de puntos de corte universales. La literatura muestra que muchas mediciones tienen buena reproducibilidad intraobservador e interobservador cuando son realizadas por operadores entrenados. En el estudio de Cuatrecasas *et al.*, la medición secuencial de cinco capas abdominales mostró buena reproducibilidad y permitió diferenciar depósitos con distinta asociación clínica¹³.

Protocolo ecográfico mínimo de adiposidad central

Esquema operativo para estandarizar la medición de grasa subcutánea máxima, preperitoneal y visceral.

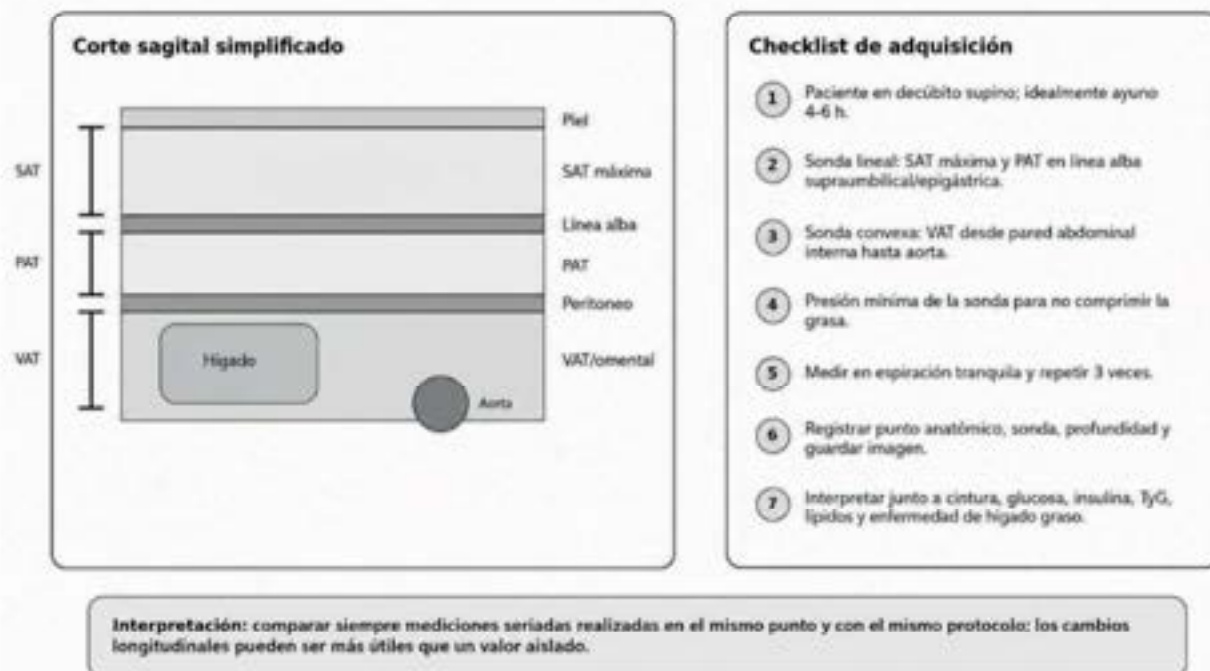


Figura 1. Protocolo ecográfico de la grasa abdominal.

TABLA I. PRINCIPALES COMPARTIMENTOS ADIPOSOS ABDOMINALES EVALUABLES POR ECOGRAFÍA

Compartimento	Definición ecográfica habitual	Sonda habitual	Relevancia clínica potencial	Limitaciones
Grasa subcutánea abdominal máxima	Distancia entre interfaz piel-grasa y línea alba, habitualmente supraumbilical	Lineal 7,5-12 MHz	Adiposidad central, disglucemia, HOMA-IR, triglicéridos; en algunos estudios supera a PAT como marcador práctico	Se comprime con facilidad; depende de presión de sonda y punto anatómico
Grasa subcutánea superficial y profunda	Capas separadas por fascia superficial	Lineal	Puede discriminar fenotipos adiposos; la profunda puede tener mayor perfil metabólico adverso	Requiere buena identificación de fascia
Grasa preperitoneal	Distancia entre línea alba y peritoneo/superficie hepática	Lineal	Posible marcador de adiposidad visceral, resistencia a la insulina, HDL bajo, enfermedad hepática metabólica y riesgo vascular	Puntos de corte heterogéneos
Grasa visceral intraabdominal	Distancia entre pared abdominal interna y aorta	Convexa 3,5-5 MHz	Relación con síndrome metabólico, diabetes, enfermedad coronaria y riesgo vascular	Más difícil en obesidad severa; depende de gas intestinal y respiración
Grasa omental/mesentérica	Distancia desde pared abdominal a estructuras vasculares o entre hojas mesentéricas	Convexa	Asociación con síndrome metabólico, diabetes e hígado graso	Técnicamente más compleja

En el estudio de Gao *et al.*, la medición de múltiples lugares de grasa corporal permitió construir algoritmos de estimación de masa grasa con buenos coeficientes de determinación, incorporando grasa intraabdominal, perirrenal, subcutánea, preperitoneal y de extremidades según el sexo¹⁶.

Los protocolos actuales recomiendan registrar al menos tres mediciones y utilizar la media o la mediana, documentar la localización exacta, la frecuencia del transductor, la posición del paciente, la fase respiratoria y el estado de ayuno. También es recomendable almacenar las imágenes para auditoría y análisis posterior. La cuantificación automatizada o semiautomatizada mediante software puede reducir la variabilidad, especialmente en mediciones de ecogenicidad o segmentación de capas adiposas.

Además del grosor, la ecografía permite evaluar la “calidad” del tejido adiposo mediante ecogenicidad. Georgiopoulos *et al.*¹⁷ analizaron la ecogenicidad de la grasa subcutánea y preperitoneal mediante escala de grises normalizada en mujeres posmenopáusicas. Encontraron que la ecogenicidad de la grasa subcutánea, más que la preperitoneal, se asociaba con marcadores metabólicos, índice de masa corporal, circunferencia de cintura y aterosclerosis subclínica, aportando información incremental respecto a marcadores tradicionales. Este enfoque abre la puerta a considerar no solo la cantidad de grasa, sino también su estructura tisular, fibrosis, inflamación o remodelado, pudiendo ser más útil para una correcta valoración del riesgo de nuestros pacientes.

>> EVIDENCIA CLÍNICA SOBRE GRASA PREPERITONEAL Y RIESGO METABÓLICO

Uno de los trabajos iniciales en esta área fue el de Suzuki *et al.*, que propuso el índice de grasa de la pared abdominal como relación entre grasa preperitoneal máxima y grasa subcutánea mínima⁷. Este índice fue concebido para aproximar la relación entre grasa visceral y subcutánea. Su interés radica en que no evalúa solo el grosor absoluto, sino la distribución relativa de grasa abdominal. Una relación elevada sugeriría predominio visceral/preperitoneal frente a subcutáneo, fenotipo clásicamente vinculado a mayor riesgo metabólico.

Guldiken *et al.* estudiaron 75 pacientes con síndrome metabólico y midieron por ecografía grasa subcutánea, visceral y preperitoneal¹⁰. En mujeres, el grosor visceral se correlacionó con índice de masa corporal, circunferencia de cintura, presión arterial sistólica y diastólica, así como niveles de insulina, colesterol total y triglicéridos. En varones, se relacionó con índice de masa corporal, cintura, presión arterial y triglicéridos. Sin embargo, el grosor preperitoneal no mostró relación significativa con variables clínicas en ambos sexos. Este resultado es importante porque advierte que la grasa preperitoneal puede no ser siempre el mejor marcador aislado en pacientes con síndrome metabólico ya establecido.

Bi *et al.* analizaron 399 adultos sanos de Singapur y encontraron que tanto el grosor preperitoneal como el subcutáneo se correlacionaban con insulina, HOMA-IR, triglicéridos, presión arterial y HDL-colesterol¹². Al estratificar por sexo, el grosor preperitoneal fue determinante independiente de resistencia a la insulina y HDL bajo en varones, con un punto de corte de 1,2 cm para identificar ambos fenotipos. En mujeres, el grosor subcutáneo fue más relevante para resistencia a la insulina, triglicéridos elevados y HDL bajo, con punto de corte de 1,1 cm. Estos datos sugieren que la utilidad de la grasa preperitoneal puede estar modulada por el sexo y que no debe extrapolarse de forma uniforme.

En población con obesidad, Cuatrecasas *et al.* realizaron una evaluación ecográfica secuencial de grasa subcutánea superficial, subcutánea profunda, preperitoneal, omental y perirrenal en 397 adultos¹³. Sus resultados mostraron que la grasa subcutánea y omental aumentaban en sujetos con obesidad, mientras que la preperitoneal y perirrenal no se diferenciaban claramente según índice de masa corporal o cintura. Las mujeres tenían mayor grasa subcutánea, los varones mayor grasa omental y los pacientes con síndrome metabólico mostraban mayor grasa omental y perirrenal. Además, la grasa preperitoneal se relacionó con hígado graso. Este estudio es especialmente relevante porque demuestra que el análisis multiparamétrico de capas adiposas puede ser más informativo que una única medición.

El estudio de Perdomo *et al.*¹⁸ aporta una perspectiva reciente y práctica en atención primaria.

En 103 adultos con exceso de grasa corporal, la ecografía de la pared abdominal se realizó en la línea alba, en el punto medio entre apéndice xifoides y ombligo, 1-3 cm por encima del ombligo. El hallazgo principal fue que una grasa subcutánea máxima superior a 1,8 cm se asociaba con mayor índice de masa corporal, presión arterial sistólica, insulina, HOMA-IR, triglicéridos y creatinina, además de mayor prevalencia de disglucemia. La grasa subcutánea máxima mostró una capacidad discriminativa notable para disglucemia, con AUC de 0,79¹⁸. Este resultado es relevante porque cuestiona la idea de que la grasa preperitoneal sea siempre superior a la subcutánea como marcador práctico de riesgo.

Podemos concluir revisando todos los estudios previos que no deben elegirse de forma excluyente entre grasa preperitoneal y subcutánea, sino reconocer que los compartimentos adiposos tienen significados distintos. La grasa preperitoneal puede reflejar un fenotipo más visceral en determinados grupos, como varones o pacientes con alteraciones hepáticas, mientras que la grasa subcutánea abdominal máxima puede ser un marcador más robusto, sencillo y reproducible en contextos de bajo riesgo metabólico. En pacientes con obesidad, la combinación de diferentes mediciones puede ser más útil que un único grosor.

>>GRASA PREPERITONEAL, ENFERMEDAD HEPÁTICA METABÓLICA

La enfermedad hepática metabólica asociada a disfunción metabólica representa una de las complicaciones más frecuentes de la obesidad. La relación entre grasa abdominal y esteatosis hepática se explica por el aumento del flujo de ácidos grasos al hígado, la resistencia a la insulina hepática, la lipogénesis de novo y la inflamación sistémica. La grasa preperitoneal, por su proximidad anatómica al hígado, se ha propuesto como un marcador indirecto de riesgo de enfermedad hepática metabólica, aunque la evidencia no es uniforme^{2,6,13}.

Cuatrecasas *et al.* observaron que los pacientes con hígado graso presentaban mayor grosor preperitoneal y perirrenal, lo que sugiere que estos depósitos podrían captar un componente de adiposidad ectópica o visceral más relacionado con alteración hepática¹³. Por su parte, estudios más

recientes han explorado el grosor preperitoneal máximo y el índice de grasa abdominal como marcadores no invasivos de la enfermedad hepática metabólica¹⁹. En este contexto, la ecografía tiene una doble ventaja: permite detectar esteatosis hepática y, en el mismo acto, cuantificar capas de grasa abdominal.

No obstante, conviene ser prudente. La ecografía convencional tiene sensibilidad limitada para esteatosis leve, y el grosor preperitoneal no informa directamente de inflamación, balonización o fibrosis hepática. Su papel debe entenderse como marcador de fenotipo metabólico, no como sustituto de elastografía, FIB-4, pruebas hepáticas o métodos validados para estratificación de fibrosis. En pacientes con obesidad y sospecha de enfermedad hepática metabólica, la grasa preperitoneal puede formar parte de un panel que incluya circunferencia de cintura, HOMA-IR o TyG, triglicéridos, ALT/GGT, FIB-4 y elastografía cuando esté disponible.

>>GRASA ABDOMINAL ECOGRÁFICA Y ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR

La asociación entre grasa abdominal y enfermedad cardiovascular está mediada por resistencia a la insulina, dislipemia aterogénica, hipertensión, inflamación, disfunción endotelial, hipercoagulabilidad y alteraciones en adipocinas. Desde el punto de vista clínico, la pregunta clave es si la medición ecográfica de grasa abdominal añade información más allá de los factores tradicionales de riesgo cardiovascular. La evidencia sugiere que algunas mediciones sí pueden aportar un valor añadido, especialmente en poblaciones seleccionadas^{6,11,15,17,20}. Por ejemplo, Hamagawa *et al.*²⁰ estudiaron 185 pacientes sometidos a coronariografía y observaron que el grosor máximo de grasa preperitoneal visceral era mayor en pacientes con enfermedad coronaria que en aquellos sin enfermedad. Un punto de corte de 6,9 mm fue predictor independiente de enfermedad coronaria, y el grosor se correlacionó con el número de vasos afectados. Este estudio apoya la utilidad de la grasa preperitoneal como marcador de riesgo coronario en población de alto riesgo, aunque su diseño y población evaluada no permiten extrapolarlo directamente a cribado poblacional. Hazem *et al.*¹⁵ evaluaron múltiples índices de grasa abdominal por ecografía en 92 pacientes y analizaron

su relación con aterosclerosis carotídea. En el análisis multivariante, el grosor de grasa perirrenal posterior derecha, el grosor preperitoneal, el volumen estimado de tejido adiposo visceral, el grosor visceral, la relación grasa visceral/grasa subcutánea y el índice cintura-altura se asociaron con aterosclerosis carotídea. En relación con la placa carotídea, destacaron la grasa perirrenal, el índice de grasa de la pared abdominal y la relación visceral/subcutánea¹⁵. Estos resultados refuerzan el concepto de que la grasa abdominal ecográfica puede ser útil para identificar daño vascular subclínico.

Georgiopoulos *et al.*¹⁷ aportan una dimensión cualitativa en toda esta área, la ecogenicidad de la grasa subcutánea se asoció con el grosor de

la íntima-media carotídea, presencia y número de placas ateromatosas, y progresión del grosor íntima-media en el seguimiento. Esta observación es relevante porque dos pacientes con el mismo grosor adiposo pueden tener distinta ecogenicidad, posiblemente reflejando diferencias en fibrosis, inflamación o arquitectura tisular. El futuro de la ecografía de adiposidad probablemente combinará cantidad y calidad del tejido adiposo.

>> INTERPRETACIÓN CLÍNICA EN PACIENTES CON OBESIDAD

La antropometría clásica en los pacientes con obesidad tiene ventajas evidentes: bajo coste,

TABLA II. EVIDENCIA CLÍNICA SOBRE GRASA PREPERITONEAL Y ADIPOSIDAD ABDOMINAL ECOGRÁFICA

Estudio	Población	Medición principal	Hallazgo relevante	Interpretación clínica
Suzuki <i>et al.</i> , 1993 ⁷	62 Adultos evaluados por ecografía y CT	Índice grasa preperitoneal/subcutánea	AFI propuesto como indicador de grasa visceral y alteraciones metabólicas	Uno de los primeros trabajos en la literatura
Guldiken <i>et al.</i> , 2006 ¹⁰	75 pacientes con síndrome metabólico	Grasa visceral, subcutánea y preperitoneal	Grasa visceral correlacionó con múltiples factores; preperitoneal no mostró asociación clara	La grasa preperitoneal aislada puede ser insuficiente
Bi <i>et al.</i> , 2018 ¹²	399 adultos sanos asiáticos	PFT y SFT	PFT predijo IR y HDL bajo en varones; SFT fue más útil en mujeres	Importancia del sexo y etnia
Cuatrecasas <i>et al.</i> , 2020 ¹³	397 adultos	Cinco capas abdominales	Omental y perirrenal asociadas a síndrome metabólico; preperitoneal a hígado graso	Valor del panel multicapa
Hamagawa <i>et al.</i> , 2010 ²⁰	185 pacientes con coronariografía	Vmax preperitoneal	Predictor independiente de enfermedad coronaria	Posible marcador cardiovascular en alto riesgo
Hazem <i>et al.</i> , 2021 ¹⁵	92 pacientes	PFT, VFT, AFI	PFT y otros índices predijeron aterosclerosis carotídea	Utilidad vascular subclínica
Georgiopoulos <i>et al.</i> , 2019 ¹⁷	244 mujeres posmenopáusicas	Ecogenicidad SAT y PAT	SAT GSMn se asoció a aterosclerosis subclínica	Importancia de la calidad adiposa
Perdomo <i>et al.</i> , 2026 ¹⁸	103 adultos con exceso de grasa	SAT máxima y PAT	SAT >1,8 cm discriminó disglucemia; AUC 0,79	SAT puede ser marcador práctico en primaria
Gao <i>et al.</i> , 2025 ¹⁶	179 voluntarios adultos	10 sitios de grasa por ecografía	Algoritmo de masa grasa con R ² elevado	Potencial de modelos multipunto

AFI: índice de grasa abdominal; CT: tomografía computarizada; GSMn: mediana normalizada de escala de grises; HDL: lipoproteínas de alta densidad; IR: resistencia a la insulina; PAT: tejido adiposo preperitoneal; PFT: grosor de grasa preperitoneal; SAT: tejido adiposo subcutáneo; SFT: grosor de grasa subcutánea; VFT: grosor de grasa visceral; Vmax: grosor máximo de grasa preperitoneal.

rapidez, sencillez y disponibilidad universal. La circunferencia de cintura sigue siendo una herramienta esencial para cribado de riesgo metabólico. Sin embargo, no distingue entre grasa visceral y subcutánea, ni identifica depósitos ectópicos o regionales. En algunos estudios, la antropometría se correlaciona igual o incluso mejor que determinadas mediciones ecográficas con el índice de masa corporal o variables simples, como mostró Hiremath *et al.* en pacientes con síndrome metabólico²¹. Esto no debe interpretarse como una falta de utilidad de la ecografía, sino como evidencia de que la indicación debe ser precisa: la ecografía aporta más cuando se busca caracterizar compartimentos, no simplemente estimar tamaño corporal.

Por otra parte, la bioimpedancia permite estimar masa grasa total, masa libre de grasa y, en algunos bioimpedanciómetros, índices de grasa visceral. Su limitación principal es que depende de ecuaciones predictivas, hidratación, ingesta reciente, temperatura, ejercicio previo y características del bioimpedanciómetro. La ecografía, en cambio, mide directamente espesores anatómicos. Gao *et al.* utilizaron BIA como referencia de masa grasa y demostraron que la combinación de grosores locales por ecografía podía estimar masa grasa corporal con buena precisión¹⁶. Esto sugiere que ambas técnicas pueden ser complementarias en nuestros pacientes obesos.

La tomografía computarizada y la resonancia magnética siguen siendo las mejores técnicas para cuantificar áreas y volúmenes de grasa visceral y subcutánea. Su uso es especialmente útil en investigación, validación de métodos y análisis oportunista de imágenes realizadas por otros motivos. Sin embargo, su implementación sistemática para seguimiento de obesidad en consulta no es realista. La ecografía puede ocupar un espacio intermedio: menos precisa volumétricamente, pero mucho más accesible, repetible y factible, pudiéndose utilizar tanto en consulta externa como en hospitalización y repetirse tantas veces como sea necesario.

La mayor fortaleza de la ecografía en el paciente con obesidad es su aplicabilidad clínica. Puede realizarse en la consulta de endocrinología, nutrición clínica, o atención primaria; permite repetición longitudinal; no irradia; puede integrarse con ecografía hepática o muscular; y

facilita educación visual del paciente. Su mayor debilidad es la dependencia del operador y la falta de puntos de corte universales. Por ello, el uso clínico debe basarse en protocolos internos reproducibles y en interpretación contextual, no en valores aislados sin estandarización. En pacientes con obesidad, la medición de grasa preperitoneal puede tener varias aplicaciones. La primera es fenotipar la obesidad: diferenciar pacientes con predominio subcutáneo de aquellos con mayor componente visceral o preperitoneal. La segunda es estratificar riesgo metabólico cuando el índice de masa corporal no refleja adecuadamente el riesgo. La tercera es monitorizar cambios durante intervenciones nutricionales, ejercicio, tratamiento farmacológico o cirugía bariátrica. La cuarta es integrarla con otros marcadores, como perímetro abdominal, presión arterial, glucosa, insulina, HOMA-IR, índice triglicéridos-glucosa (TyG), perfil lipídico, transaminasas, FIB-4 y ecografía hepática.

En consulta, una aproximación razonable sería no medir únicamente grasa preperitoneal, sino establecer un protocolo de adiposidad abdominal central que incluya al menos tres parámetros: grasa subcutánea máxima supraumbilical, grasa preperitoneal epigástrica o supraumbilical y grasa visceral intraabdominal. Esta estrategia permitiría comparar patrones: por ejemplo, paciente con grasa subcutánea alta pero baja visceral; paciente con grasa visceral alta y subcutánea relativamente baja; paciente con grasa perirrenal elevada; o paciente con aumento simultáneo de todos los compartimentos.

La grasa preperitoneal puede ser especialmente interesante en varones, pacientes con fenotipo androide, sujetos con resistencia a la insulina pese a índice de masa corporal moderado, pacientes con enfermedad metabólica hepática o sujetos con riesgo vascular elevado. En mujeres, especialmente premenopáusicas, la grasa subcutánea puede tener mayor protagonismo, mientras que en la posmenopausia la redistribución central de grasa puede modificar el perfil de riesgo. La menopausia, la edad y el sexo deben considerarse al interpretar cualquier medición. La evidencia reciente de Perdomo *et al.*¹⁸ sugiere que la grasa subcutánea máxima no debe minusvalorarse. En atención primaria, medir tejido adiposo subcutáneo máximo por encima del ombligo en la línea alba puede ser

TABLA III. PROPUESTA PRÁCTICA DE INTEGRACIÓN CLÍNICA DE LA GRASA ABDOMINAL ECOGRÁFICA EN OBESIDAD

Escenario clínico	Medición recomendada	Objetivo	Interpretación
Obesidad con bajo riesgo aparente por analítica normal	SAT máxima + PAT + cintura	Fenotipar adiposidad central	Detectar adiposidad abdominal no reflejada por IMC
Obesidad con prediabetes o HOMA-IR elevado	SAT máxima + PAT	Estimar riesgo metabólico	Mayor valor si se combina con TyG, HOMA-IR y TG/HDL
Obesidad con enfermedad metabólica grasa	PAT + ecografía hepática / elastografía si disponible	Relacionar adiposidad central e hígado graso	PAT elevada puede apoyar fenotipo de riesgo hepático
Varón con obesidad androide	PAT + AFI	Identificar predominio visceral	PFT puede ser especialmente informativa
Mujer posmenopáusica	SAT máxima + ecogenicidad SAT + PAT	Evaluar cantidad y calidad adiposa	Ecogenicidad puede añadir información vascular
Alto riesgo cardiovascular	PAT + PRPFT + carótida si procede	Detectar fenotipo vascular adverso	Grasa perirrenal y relación PAT/SAT pueden ser útiles
Seguimiento tras intervención	Repetir mismos puntos y condiciones	Monitorizar respuesta	Valorar cambios porcentuales más que puntos aislados

AFI: índice de grasa abdominal; HDL: lipoproteínas de alta densidad; HOMA-IR: resistencia a la insulina; PAT: tejido adiposo preperitoneal; PRPFT: relación del grosor de grasa preperitoneal; SAT: tejido adiposo subcutáneo; SFT: grosor de grasa subcutánea. VFT: grosor de grasa visceral.

más sencillo, reproducible y clínicamente útil que intentar priorizar siempre tejido adiposo preperitoneal. Este hallazgo tiene implicaciones prácticas: un protocolo minimalista para consulta podría comenzar por tejido adiposo subcutáneo máximo y tejido adiposo preperitoneal, reservando mediciones más profundas para unidades con mayor experiencia. En obesidad, la grasa subcutánea abdominal no siempre es metabólicamente inocua, especialmente cuando representa un depósito profundo, inflamado o asociado a disfunción adiposa.

>> APLICABILIDAD DE LA GRASA PREPERITONEAL Y OTROS DEPÓSITOS ABDOMINALES EN EL SEGUIMIENTO DE INTERVENCIONES TERAPÉUTICAS

Más allá de su utilidad como marcador basal de riesgo cardiometabólico, la medición ecográfica de la grasa preperitoneal y de otros compartimentos abdominales puede adquirir especial relevancia como herramienta de monitorización durante las intervenciones dirigidas a la pérdida de peso. En este sentido, de nuevo la ecografía ofrece una ventaja práctica frente a la tomografía computarizada y la resonancia magnética, al

permitir mediciones repetidas, sin radiación, con bajo coste y en un entorno clínico habitual. Esta característica es especialmente importante en obesidad, donde el objetivo terapéutico no debe limitarse a la reducción ponderal, sino también a la modificación favorable de los depósitos adiposos con mayor impacto metabólico.

Los primeros estudios de intervención ya mostraron que la pérdida de peso inducida por dieta no afecta por igual a todos los compartimentos grasos abdominales. Sabir *et al.*²² evaluaron mediante ecografía a mujeres con obesidad sometidas a una dieta hipocalórica durante 3 meses y observaron reducciones significativas de la grasa subcutánea, preperitoneal y visceral. Sin embargo, el cambio más relevante se produjo en la grasa intraabdominal, especialmente en la grasa preperitoneal máxima, cuya variación mostró la correlación más intensa con la pérdida de peso. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que la grasa preperitoneal es un depósito dinámico, sensible a la intervención nutricional y potencialmente útil para valorar la respuesta más allá de los cambios antropométricos convencionales.

La utilidad de la ecografía como método de seguimiento también se ha reforzado mediante

estudios comparativos con tomografía computarizada. Hirooka *et al.*²³ desarrollaron una ecuación ecográfica para estimar el volumen de grasa visceral utilizando diferentes parámetros abdominales, entre ellos la distancia hasta la vena esplénica, la distancia hasta la aorta, el grosor de grasa perirrenal y el grosor subcutáneo y preperitoneal a nivel xifoideo. La estimación ecográfica mostró una elevada correlación con la tomografía computarizada, y los autores destacaron su utilidad para evaluar la eficacia de dieta y ejercicio físico²³. Este trabajo aporta una base metodológica relevante, ya que sugiere que la ecografía no solo permite medir grosores aislados, sino también aproximarse de forma integrada a la carga de adiposidad visceral.

La farmacoterapia antiobesidad también ha abierto un nuevo campo para el seguimiento ecográfico de compartimentos adiposos. Cuatrecasas *et al.*²⁴ analizaron en pacientes con obesidad el efecto de liraglutida durante 6 meses sobre cinco capas de grasa abdominal medidas por ecografía: subcutánea superficial, subcutánea profunda, preperitoneal, omental y perirrenal. Todas disminuyeron de forma significativa, con reducciones especialmente relevantes de la grasa preperitoneal, omental y perirrenal. Además, la reducción de grasa omental y perirrenal se asoció con parámetros lipídicos y presión arterial, lo que sugiere que estos depósitos pueden comportarse como marcadores de respuesta cardiometabólica al tratamiento farmacológico.

Finalmente, la cirugía bariátrica proporciona un modelo de intervención intensiva para analizar la relación entre reducción de grasa abdominal y remisión metabólica. Chiyanika *et al.*²⁵ evaluaron mediante ecografía a pacientes con obesidad y diabetes tipo 2 antes y un año después de cirugía bariátrica, midiendo grasa mesentérica, preperitoneal y subcutánea. La reducción de grasa mesentérica fue la más marcada y se asoció con mayor pérdida ponderal y mejoría de fenotipos metabólicos, incluyendo remisión de síndrome metabólico, diabetes tipo 2 y enfermedad hepática metabólica. En conjunto, estos estudios sugieren que la grasa preperitoneal debe integrarse dentro de un panel longitudinal de adiposidad central, junto con grasa mesentérica, omental, perirrenal y subcutánea profunda. Este enfoque permitiría avanzar desde una valoración estática del riesgo hacia una monito-

rización dinámica de la respuesta terapéutica en obesidad.

>>LIMITACIONES ACTUALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La principal limitación de la evidencia disponible es la heterogeneidad metodológica en los diferentes estudios. Los estudios difieren en el punto anatómico de medición, definición de grasa preperitoneal, tipo de sonda, profundidad, presión, fase respiratoria, número de mediciones y población incluida. Esta heterogeneidad impide establecer puntos de corte universales. Un valor de grasa preperitoneal obtenido bajo el xifoideo no es necesariamente comparable con uno medido 2 cm por encima del ombligo. Del mismo modo, una medición realizada con compresión inadvertida de la sonda puede infraestimar la grasa subcutánea y alterar índices como el índice de grasa abdominal.

Otra limitación es el predominio en la literatura de estudios transversales. Muchos trabajos muestran asociación entre grasa preperitoneal o visceral y marcadores metabólicos, pero no permiten inferir causalidad ni establecer si los cambios en estas mediciones predicen eventos clínicos. Los estudios longitudinales son menos frecuentes, aunque algunos, como Haberka *et al.* sugieren que parámetros ecográficos como la grasa preperitoneal pueden predecir resistencia a la insulina a largo plazo en pacientes con enfermedad coronaria crónica²⁶. Se necesitan cohortes amplias, con seguimiento de eventos metabólicos, cardiovasculares y hepáticos²³⁻²⁵.

También existe posible sesgo de selección en los resultados obtenidos. Algunos estudios incluyen sujetos sanos, otros pacientes con síndrome metabólico, otros pacientes con obesidad, otra población asiática y otros pacientes sometidos a coronariografía. Esto condiciona la prevalencia de desenlaces, los puntos de corte y la fuerza de asociación. Por ejemplo, un marcador útil en pacientes con alto riesgo coronario puede no funcionar igual en atención primaria. La validación externa por sexo, edad, etnia y grado de obesidad es imprescindible.

Por último, la reproducibilidad, aunque generalmente buena en manos entrenadas, puede disminuir en obesidad severa, meteorismo, cirugía

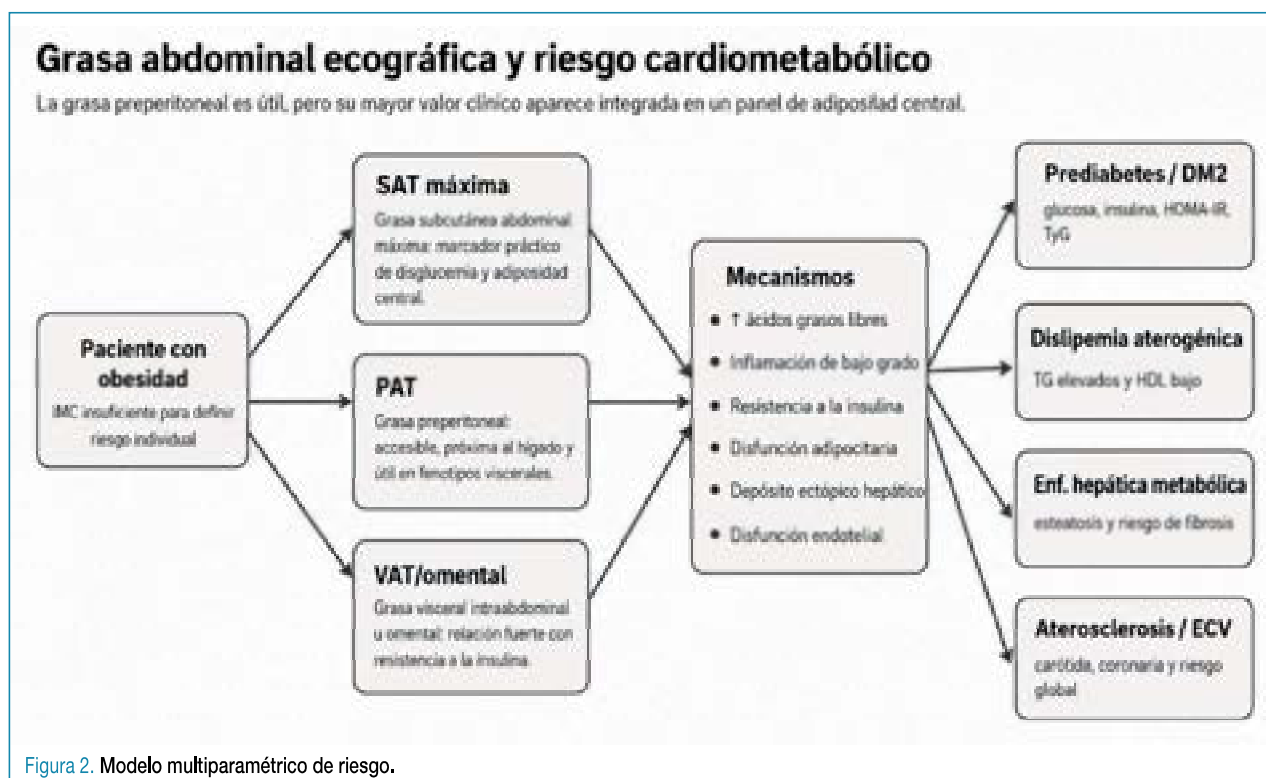
abdominal previa, mala ventana acústica o falta de entrenamiento. Por ello, la implementación clínica debe ir acompañada de formación específica, manuales de procedimiento, control de calidad y, si es posible, sistemas de análisis automatizado. La inteligencia artificial podría facilitar segmentación de capas, detección de bordes, cálculo de ecogenicidad y reducción de variabilidad observador-dependiente²⁷.

A pesar de estas limitaciones mencionadas, la grasa preperitoneal podría integrarse en modelos multiparamétricos de riesgo (figura 2). En lugar de buscar un único punto de corte universal, sería más realista desarrollar ecuaciones o algoritmos que combinen edad, género, índice de masa corporal, cintura, presión arterial, glucosa, triglicéridos, HDL, HOMA-IR o TyG, FIB-4, presencia de enfermedad metabólica grasa y mediciones ecográficas. Estos modelos podrían generar una probabilidad individual de prediabetes, síndrome metabólico, hígado graso avanzado o aterosclerosis subclínica. Otro campo prometedor es la evaluación longitudinal. La pérdida de peso inducida por dieta, ejercicio, agonistas del receptor GLP-1, agonistas duales GIP/GLP-1 o cirugía bariátrica no reduce todos los depósitos adiposos al mismo ritmo. Algunos pacientes pueden perder grasa subcutánea con

menor reducción de visceral, o viceversa. La ecografía permitiría monitorizar esta redistribución de forma repetida, barata y sin radiación. En este escenario, los cambios porcentuales intraindividuales podrían ser más útiles que los valores absolutos.

La integración con la ecografía nutricional muscular también es atractiva. En pacientes con obesidad, el riesgo no depende solo de la grasa, sino también de la masa y calidad muscular. La combinación de grasa abdominal ecográfica y ecografía del recto femoral podría identificar fenotipos como obesidad sarcopénica, obesidad metabólicamente enferma con baja calidad muscular o pacientes con inflamación y deterioro de composición corporal. Este enfoque encaja con la medicina de precisión en endocrinología y nutrición clínica.

Por último, la medición de ecogenicidad adiposa representa un área de investigación emergente. La cantidad de grasa es importante, pero la calidad del tejido adiposo puede aportar información adicional. Un tejido más ecogénico podría reflejar fibrosis, inflamación o cambios estructurales. La estandarización de parámetros de ganancia, profundidad y análisis de escala de grises será esencial para que esta variable sea



comparable entre equipos y centros. En el futuro, las plataformas basadas en inteligencia artificial podrían generar biomarcadores ecográficos de “adiposopatía” más allá del simple grosor.

Para la utilización de estos parámetros en estudios clínicos en pacientes con obesidad, se propone por nuestra parte un protocolo mínimo:

- Primero, realizar la exploración en decúbito supino, preferiblemente en ayunas o con ayuno mínimo de 4-6 horas.
- Segundo, medir circunferencia de cintura el mismo día.
- Tercero, utilizar sonda lineal de alta frecuencia para grasa subcutánea máxima y preperitoneal, y sonda convexa para grasa visceral profunda.
- Cuarto, definir claramente los puntos anatómicos: línea alba, 1-3 cm por encima del ombligo para tejido adiposo subcutáneo máximo; región xifo-umbilical o subxifoidea para grasa preperitoneal y distancia desde recto abdominal interno hasta la aorta para grosor de grasa visceral.
- Quinto, realizar tres mediciones y registrar media o mediana. Sexto, documentar la presión mínima de la sonda y la fase respiratoria. Séptimo, almacenar imágenes para revisión.

Como variables complementarias, deberían recogerse edad, sexo, etnia, menopausia, índice de masa corporal, cintura, presión arterial, glucosa, insulina, HOMA-IR, TyG, perfil lipídico, enzimas hepáticas, FIB-4, presencia de diabetes, hipertensión, dislipemia, enfermedad metabólica hepática y tratamiento farmacológico, especialmente fármacos frente a la obesidad o antidiabéticos. En estudios de validación, sería deseable comparar con resonancia magnética, tomografía computarizada oportunista o DXA, cuando estén disponibles. El desenlace ideal no debería limitarse a correlaciones, sino incluir predicción de prediabetes, diabetes, síndrome metabólico, progresión de enfermedad metabólica hepática, aterosclerosis subclínica y eventos cardiovasculares.

>>CONCLUSIONES

La grasa preperitoneal es un depósito adiposo abdominal accesible por ecografía, anatómicamente relevante y potencialmente útil como marcador de riesgo en pacientes con obesidad. Su valor radica en que puede aproximar el fenotipo de adiposidad central y complementar las limitaciones del índice de masa corporal y de la circunferencia de cintura. Sin embargo, la evidencia disponible indica que no debe utilizarse de forma aislada ni considerarse universalmente superior a otros depósitos. En algunos estudios se asocia con resistencia a la insulina, HDL bajo, hígado graso, enfermedad coronaria o aterosclerosis carotídea; en otros, la grasa visceral intraabdominal, la grasa subcutánea máxima, la grasa omental o la grasa perirrenal muestran mejor comportamiento clínico.

La ecografía abdominal ofrece una oportunidad real para trasladar la evaluación de adiposidad regional a la práctica clínica. Su bajo coste, inocuidad y disponibilidad la convierten en una herramienta especialmente útil para endocrinología, nutrición clínica y atención primaria. La medición combinada de grasa subcutánea máxima, grasa preperitoneal y grasa visceral puede mejorar la estratificación de riesgo cardiometabólico, especialmente si se integra con biomarcadores clínicos y analíticos. La estandarización de protocolos, la formación de operadores, la validación de puntos de corte por sexo y población, y los estudios longitudinales serán imprescindibles para consolidar su utilidad.

En el estado actual del conocimiento, la grasa preperitoneal debe entenderse como parte de un panel ecográfico de adiposidad central, no como un biomarcador único. Su mayor potencial se encuentra en la caracterización fenotípica del paciente con obesidad, la identificación de patrones de riesgo, la monitorización de intervenciones y el desarrollo de modelos predictivos integrados. La transición desde una evaluación basada exclusivamente en peso e índice de masa corporal hacia una valoración anatómica, funcional y cualitativa del tejido adiposo representa un avance necesario para la medicina de precisión en obesidad.

>>BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva: World Health Organization; 2025.
2. Zieff G, Cornwall J, Blue MN, Smith-Ryan AE, Stoner L. Ultrasound-based measurement of central adiposity: key considerations and guidelines. *Obes Rev*. 2024;25(5):e13716. doi:10.1111/obr.13716.
3. Vlachos IS, Hatzioannou A, Perelas A, Perrea DN. Sonographic assessment of regional adiposity. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;189(6):1545-1553. doi:10.2214/AJR.07.2366.
4. Kwon H, Pessin JE. Adipokines mediate inflammation and insulin resistance. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2013;4:71. doi:10.3389/fendo.2013.00071.
5. Kawai T, Autieri MV, Scalia R. Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2021;320(3):C375-C391. doi:10.1152/ajpcell.00379.2020.
6. Neeland IJ, Ross R, Després JP, Matsuzawa Y, Yamashita S, Shai I, *et al*. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;7(9):715-725. doi:10.1016/S2213-8587(19)30084-1.
7. Suzuki R, Watanabe S, Hirai Y, Akiyama K, Nishide T, Matsushima Y, *et al*. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. *Am J Med*. 1993;95(3):309-314. doi:10.1016/0002-9343(93)90284-V.
8. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Robbi R, De Marchi M, *et al*. The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J Clin Ultrasound*. 1990;18(7):563-567. doi:10.1002/jcu.1870180707.
9. Bazzocchi A, Ponti F, Diano D, Moio A, Albisinni U, Pasquali R, *et al*. Abdominal adiposity by ultrasonography: a "pocket" database for reference standard in Italian people. *Prim Care Diabetes*. 2014;8(4):358-364. doi:10.1016/j.pcd.2014.02.003.
10. Guldiken S, Tuncbilek N, Okten OO, Arikan E, Tugrul A. Visceral fat thickness determined using ultrasonography is associated with anthropometric and clinical parameters of metabolic syndrome. *Int J Clin Pract*. 2006;60(12):1576-1581. doi:10.1111/j.1742-1241.2005.00803.x.
11. Kim SK, Kim HJ, Hur KY, Choi SH, Ahn CW, Lim SK, *et al*. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(4):593-599. doi:10.1093/ajcn/79.4.593.
12. Bi X, Loo YT, Henry CJ. Ultrasound measurement of intraabdominal fat thickness as a predictor of insulin resistance and low HDL cholesterol in Asians. *Nutrition*. 2018;55-56:99-103. doi:10.1016/j.nut.2018.04.003.
13. Cuatrecasas G, de Cabo F, Coves MJ, Patrascioiu I, Aguilar G, March S, *et al*. Ultrasound measures of abdominal fat layers correlate with metabolic syndrome features in patients with obesity. *Obes Sci Pract*. 2020;6(6):660-667. doi:10.1002/osp4.453.
14. Mauad FM, Chagas-Neto FA, Benedeti ACGS, Nogueira-Barbosa MH, Muglia VF, Carneiro AAO, *et al*. Reproducibility of abdominal fat assessment by ultrasound and computed tomography. *Radiol Bras*. 2017;50(3):141-147. doi:10.1590/0100-3984.2016.0023.
15. Hazem M, Elsamman M, Bazeed S, Zaki M. Noninvasive prediction of carotid artery atherosclerosis by multiple abdominal fat indices measured via ultrasonography. *Ultrasonography*. 2021;40(3):366-377. doi:10.14366/usg.20109.
16. Gao Y, Tang X, Liu B, Qiu L. Application of ultrasound for quantitative assessment of body fat mass. *Clin Nutr ESPEN*. 2025;67:635-644. doi:10.1016/j.clnesp.2025.03.175.
17. Georgiopoulos G, Kontogiannis C, Stakos D, Bakogiannis C, Koliviras A, Kyrkou A, *et al*. Abdominal fat tissue echogenicity: a marker of morbid obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019;104(2):301-311. doi:10.1210/jc.2018-01301.
18. Perdomo CM, Gil-Korilis A, Zaballos M, Valdés-Calero I, Núñez-Córdoba JM, Varo N, *et al*. Ultrasound assessment of abdominal fat: subcutaneous maximum thickness as a practical marker of metabolic risk in primary care. *J Diabetes Complications*. 2026;40(5):109314. doi:10.1016/j.jdiacomp.2026.109314.
19. Sezer S, *et al*. Preperitoneal fat thickness as a potential noninvasive marker for metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease. *Medicine (Baltimore)*. 2025;104(30):eXXXXX. doi pendiente de verificación editorial.
20. Hamagawa K, Matsumura Y, Kubo T, Hayato K, Okawa M, Tanioka K, *et al*. Abdominal visceral fat thickness measured by ultrasonography predicts the presence and severity of coronary artery disease. *Ultrasound Med Biol*. 2010;36(11):1769-1775. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2010.08.004.
21. Hiremath R, Ibrahim J, Prasanthi K, Reddy HT, Shah RS, Haritha C. Comparative study of ultrasonographic and anthropometric measurements of regional adiposity in metabolic syndrome. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(8):TC01-TC05. doi:10.7860/JCDR/2017/26386.10352.
22. Sabir N, Pakdemirli E, Sermez Y, Zencir M, Kazil S. Sonographic assessment of changes in thickness of different abdominal fat layers in response to diet in obese women. *J Clin Ultrasound*. 2003;31(1):26-30. doi:10.1002/jcu.10129.
23. Hirooka M, Kumagi T, Kurose K, Nakanishi S, Michitaka K, Matsuura B, *et al*. A technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography. *Intern Med*. 2005;44(8):794-799. doi:10.2169/internalmedicine.44.794.

24. Cuatrecasas G, Calbo M, Rossell O, Dachs L, Aguilar-Soler G, Coves MJ, *et al.* Effect of liraglutide in different abdominal fat layers measured by ultrasound: the importance of perirenal fat reduction. *Obes Facts*. 2024;17(4):347-354. doi:10.1159/000538996.
25. Chiyanka C, Cheung LTF, Liu KH, Kong APS, Wong SKH, Ng EKW, *et al.* Changes in mesenteric fat thickness and its clinical impact in bariatric surgery. *Clin Obes*. 2024;14(2). doi:10.1111/cob.12627.
26. Haberka M, Matla M, Siniarski A, Stępień K, Malinowski KP, Kubicius A, *et al.* Cardiometabolic predictive value of anthropometric parameters, vascular ultrasound indexes, and fat depots in patients at high cardiovascular risk: an 8-year prospective cohort study. *Pol Arch Intern Med*. 2022;132(11):16302. doi:10.20452/pamw.16302.
27. García-Herreros S, López Gómez JJ, Cebria A, Izaola O, Salvador Coloma P, Nozal S, Cano J, Primo D, Godoy EJ, de Luis D. Validation of an Artificial Intelligence-Based Ultrasound Imaging System for Quantifying Muscle Architecture Parameters of the Rectus Femoris in Disease-Related Malnutrition (DRM). *Nutrients*. 2024 Jun 8;16(12):1806. doi:10.3390/nu16121806.