

The background of the entire page is a stylized, abstract representation of adipose tissue. It consists of numerous irregular, rounded, and somewhat translucent shapes in shades of orange, yellow, and red, resembling individual fat cells or a cellular matrix. This visual metaphor serves as the primary design element for the entire document.

Recibido: 29.04.2024 • Aceptado: 05.12.2025

Palabras clave: Adiposo, obesidad, vascular, endotelio, disfunción.

El tejido graso obesogénico y la disfunción vascular

ALMA ROSA BARAJAS ESPINOSA

alma_barajas@uah.edu.mx

ESCUELA SUPERIOR DE HUEJUTLA, UAEH

FERNANDO OCHOA CORTÉS

fernando_ochoa@uah.edu.mx

ESCUELA SUPERIOR DE HUEJUTLA, UAEH

ESLIA BROSLA NARANJO

eliasb@unam.mx

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, UNAM

El sobrepeso y obesidad son problemas de salud mundial que afectan a más de 2.5 billones de personas. Una característica distintiva de la obesidad es la acumulación de grasa corporal. El tejido adiposo es encargado de la regulación de la homeostasis energética del organismo, pero cuando este crece de manera acelerada y se acumula, su estructura y función cambian. Parte de estos cambios se debe a la insuficiencia en irrigación sanguínea, lo cual desencadena un proceso isquémico y una respuesta proinflamatoria en el tejido adiposo. En respuesta a esto, la vasculatura establecida recibe señales que la incitan al crecimiento. Los nuevos vasos sanguíneos crecen de manera inestable, magnificando el ambiente proinflamatorio en su entorno. Por lo tanto, en estado de obesidad, se considera que se padece de una inflamación crónica.

En la actualidad, la obesidad causa más muertes que la hambruna. El riesgo de mortalidad aumenta en un 30 % en adultos jóvenes que desarrollan esta condición. La obesidad no sólo se asocia con un mayor índice de mortalidad, sino que también con el desarrollo de enfermedades que impactan negativamente en la calidad de vida. (Khan et al., 2018) Desafortunadamente, su incidencia de obesidad continúa en ascenso, con cifras alarmantes incluso en el sector infantil; en el año 2020 se estimaron 39 millones de niñas y niños menores de cinco años de edad con sobrepeso u obesidad. Este problema de salud continuará en aumento a menos que se tomen las medidas necesarias para su prevención.

La Organización Mundial de Salud recomienda implementar medidas como disminuir ingesta de azúcares, aumentar consumo de verduras y practicar actividad física regular (60 minutos diarios para los jóvenes y 150 minutos semanales para los adultos). (WHO, 2021) En este escrito se demostrará la estrecha relación entre el tejido adiposo y los vasos sanguíneos, con el fin de explicar la razón por la cual la obesidad conduce a una disfunción de la vasculatura y alteraciones en la fisiología humana.

La grasa no es inerte. Hace algunos años, el Dr. Stephen Kopecky, cardiólogo reconocido, señaló en una entrevista que “la grasa no es una sustancia inerte; es una sustancia muy activa que proporciona muchos químicos que dañan nuestras arterias [...]. La grasa daña nuestros tejidos [...]. Cada libra de grasa que aumentamos agrega cinco millas de vasculatura. Si tu corazón late unas 100 000 veces al día, eso serían 500 000 millas al

día agregadas por una libra de grasa” (Traducido de: Williams, 2020, p. 1).

Se menciona esta entrevista porque resume dos puntos importantes en los que se apoya este escrito. El primero, el tejido adiposo tiene actividad fisiológica y produce sustancias que afectan la salud. El segundo, la acumulación de grasa (como sucede en el sobrepeso y la obesidad) repercute de manera negativa en el sistema cardiovascular.

El tejido adiposo en el humano está conformado por grasa blanca y grasa parda (o marrón). Ambas funcionan como depósitos energéticos, pero se diferencian la una de la otra por sus características fisiológicas y anatómicas. La grasa parda es más abundante en las primeras etapas del desarrollo, ya que es altamente termogénica y tiene propiedades anti inflamatorias. Por el contrario, la grasa blanca se acumula conforme se avanza a la etapa adulta y constituye los depósitos característicos de la obesidad, fomentando así un ambiente proinflamatorio.

Comúnmente se utiliza el Índice de Masa Corporal (IMC) para determinar si una persona se presenta bajo o alto de peso y para diagnosticar obesidad. (WHO, 2021) Otra manera de identificarla es basándose en la distribución y función de la grasa corporal, ya que los depósitos de grasa cambian según su microambiente y estos cambios son sitio-dependientes (Koenen et al., 2021).

Relación entre Vasculatura y Tejido Adiposo

El tejido adiposo es un tejido altamente irrigado, con una amplia red vascular y células inmunes residentes. La

presencia de vasos sanguíneos en un área determinada se conoce como densidad vascular y suele aumentar según la necesidad metabólica del tejido. Por ejemplo, cuando un tejido requiere un flujo sanguíneo mayor que lo que recibe, entra en un estado de déficit de oxígeno (o estado hipóxico), lo que estimula el crecimiento de nuevos vasos sanguíneos con el propósito de suplir la demanda metabólica.

A medida que los tejidos crecen van requiriendo mayor flujo. En un individuo con obesidad, la hipoxia sufrida por su tejido adiposo aumenta de manera rápida, tanto por el crecimiento acelerado de adipocitos como por la infiltración de células inmunes. Esta hipoxia conlleva a la producción de HIF-1 α (factor inducible por hipoxia) en los adipocitos, una molécula de señalización que atrae a células inmunes hacia el sitio afectado y contribuye así a la inflamación local. Aunado a esto, la producción de células vasculares se estimula con HIF-1 α .

Sin embargo, debido a que estos vasos sanguíneos nuevos se desarrollan en un entorno proinflamatorio, tienden a crecer de manera inestable, lo que conlleva a su disfuncionalidad. Es decir, que no responde de manera correcta a estímulos fisiológicos y se torna muy permeable, permitiendo que células de la circulación salgan del vaso con mayor facilidad. Las células inmunológicas, los monocitos y los linfocitos T, son algunas de las células que migran fuera de la circulación y se anidan en el tejido adiposo y, al hacerlo, promueven aún más al ambiente inflamatorio.

Productos vasoactivos del tejido adiposo

Recientemente se descubrió que el endotelio vascular y el tejido adiposo en su entorno se comunican a través de señalización mediada por vesículas extracelulares. Esta ruta de comunicación depende de la formación de dichas vesículas y de la proteína caveolina-1 e implica la transferencia de materiales intracelulares de una célula a otra. De manera interesante, esta ruta de comunicación es más activa durante el ayuno y disminuye considerablemente cuando el individuo consume una dieta alta en grasa. Esto sugiere que existe una vía directa de comunicación entre los vasos sanguíneos y el tejido adiposo, la cual se vuelve disfuncional bajo condiciones asociadas al sobrepeso y la obesidad. Resulta fundamental estudiar los efectos de obesidad sobre la comunicación entre vaso y adipocito.

A medida que los tejidos crecen van requiriendo mayor flujo. En un individuo con obesidad, la hipoxia sufrida por su tejido adiposo aumenta de manera rápida, tanto por el crecimiento acelerado de adipocitos como por la infiltración de células inmunes. Esta hipoxia conlleva a la producción de HIF-1 α (factor inducible por hipoxia) en los adipocitos, una molécula de señalización que atrae a células inmunes hacia el sitio afectado y contribuye así a la inflamación local.



ALMA ROSA BARAJAS ESPINOSA

Licenciatura en Biomedicina en Queen's University en Kingston, Ontario, Canadá. Maestría en Ciencias en Queen's University en Kingston, Ontario, Canadá. Doctorado en Ciencias Biomédicas en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Se desempeña como profesor-investigador titular en Escuela Superior de Huejutla, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Actualmente trabaja en diferentes proyectos tales como: Lágrimas como biomarcadores en salud, Cambios en el epitelio bucal asociados al alcoholismo y Efectos microvasculares de la obesidad.

Se reconoce que la obesidad afecta la estructura de los diferentes tejidos que forman parte de los vasos sanguíneos, lo que resulta en el aumento en la rigidez vascular (Koenen et al., 2021). Ésta se asocia con el desarrollo de aterosclerosis y, en vasos mayores, puede tener graves consecuencias tanto en el control de la presión arterial media como en la formación de trombos.

La grasa perivascular, localizada en la periferia de los grandes vasos sanguíneos, parece tener una influencia directa sobre la salud de estos. La grasa perivascular de la aorta torácica, por ejemplo, es un mediador importante de su vasodilatación. Sin embargo, cuando dicho tejido adiposo se vuelve proinflamatorio, como sucede en el caso del sobrepeso y la obesidad, comienza a producir factores como el TNF- α (factor de necrosis tumoral alfa) y especies reactivas de oxígeno (ROS), los cuales se asocian con el desarrollo de una disfunción aortica. Afortunadamente, estos efectos adversos pueden revertirse de manera significativa con ejercicio.

Sin embargo, no todos los productos derivados del tejido graso son nocivos. La adiponectina, una molécula producida en altas cantidades por adipocitos blancos, entra en circulación y tiene efectos positivos en macrófagos, tejido adiposo, células endoteliales y músculo esquelético. Entre sus funciones se encuentra la oxidación de ácidos grasos, la protección celular y la conservación de la homeostasis energética. Asimismo, la adiponectina localizada al endotelio vascular de arteriolas ayuda a mantener la integridad de los capilares (Sakaue et al., 2022).

Conclusión

El tejido adiposo es necesario para mantener la homeostasis fisiológica, es decir, el balance interno del cuerpo, ya que produce y libera sustancias esenciales para preservar la integridad de los vasos sanguíneos. Sin embargo, en condiciones de obesidad, este tejido crece de manera acelerada y adopta un fenotipo proinflamatorio que

altera tanto su estructura como su función, así como las moléculas que libera. El tejido adiposo obesogénico se comunica con los vasos sanguíneos llevando a su disfunción e incluso a cambios estructurales asociados con aterosclerosis. A su vez, la disfunción vascular alimenta de manera positiva el estado proinflamatorio preexistente, intensificando la inflamación asociada con la obesidad.

Aunque la grasa es un tejido de suma importancia para el funcionamiento adecuado del sistema cardiovascular (entre otros sistemas), su exceso, como el que se presenta en la obesidad, desencadena trastornos en el sistema cardiovascular que afectan de manera significativa la salud del individuo afectado. Por ello se recomienda adoptar cambios en el estilo de vida para prevenir o revertir los daños ocasionados.

Agradecimientos

Proyecto CONACyT 21854.

Referencias Bibliográficas:

- Khan, S. S., Ning, H., Wilkins, J. T., Allen, N., Carnethon, M., Berry, J. D., Sweiis, R. N., & Lloyd-Jones, D. M. (2018). Association of Body Mass Index With Lifetime Risk of Cardiovascular Disease and Compression of Morbidity. *JAMA Cardiology*, 3(4), 280. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.0022>
- Koenen, M., Hill, M. A., Cohen, P., & Sowers, J. R. (2021). Obesity, Adipose Tissue and Vascular Dysfunction. *Circulation Research*, 128(7), 951–968. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESA-HA.121.318093>
- Sakaue, T., Fujishima, Y., Fukushima, Y., Tsugawa-Shimizu, Y., Fukuda, S., Kita, S., Nishizawa, H., Ranscht, B., Nishida, K., Maeda, N., & Shimomura, I. (2022). Adiponectin accumulation in the retinal vascular endothelium and its possible role in preventing early diabetic microvascular damage. *Scientific Reports*, 12(1), 4159. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08041-2>
- WHO, W. H. O. (2021). Obesity and Overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Williams, V. (2020). Mayo Clinic Minute: Fat is not Inert. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=e6jMtMDtUU8>

