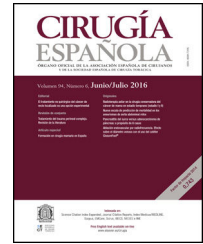




CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugia


Original

Evaluación del efecto de la liposucción con o sin abdominoplastia sobre la resistencia a la insulina en pacientes normoglucémicas con sobrepeso: un estudio prospectivo de cohorte

Giovanni Cerón-Solano^{a,*}, Ricardo Pacheco-López^a, Rubén Hernández-Ordoñez^a, Alejandro Covarrubias-Noriega^a, Lya Vázquez-Morales^a y Jean-Pascal Morin^{b,*}

^a Secretaría de Salud, Hospital General Rubén Leñero, Ciudad de México, México

^b Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 12 de septiembre de 2023

Aceptado el 15 de noviembre de 2023

On-line el 27 de marzo de 2024

Palabras clave:

Liposucción

Abdominoplastia

Resistencia a la insulina

HOMA-IR

RESUMEN

Introducción: Varios estudios han evaluado el efecto de la liposucción o de la abdominoplastia sobre la salud metabólica, incluyendo la resistencia a la insulina, con resultados mixtos. A varias pacientes con sobrepeso, sin obesidad marcada, se les recomienda el procedimiento de liposucción combinado con abdominoplastia, sin que exista publicada evidencia alguna sobre la efectividad de combinar ambos procedimientos en la salud metabólica.

Métodos: El presente estudio prospectivo de cohorte evaluó el cambio en la resistencia a la insulina y otros parámetros metabólicos en dos grupos de mujeres hispanoamericanas normoglucémicas con sobrepeso. Las pacientes del primer grupo fueron sometidas a liposucción únicamente (LIPO), mientras que el segundo grupo fue sometido a liposucción con abdominoplastia (LIPO + ABDO).

Resultados: Un total de 31 pacientes fueron evaluadas, incluyendo a 13 con LIPO y 18 con LIPO + ABDO; ambos grupos mostraron HOMA-IR prequirúrgicos similares ($p > 0,72$). En las del grupo LIPO evaluadas 60 días después del procedimiento, se observaron HOMA-IR similares a sus niveles prequirúrgicos ($2,98 \pm 0,4$ vs. $2,70 \pm 0,3$, $p > 0,20$); las del grupo LIPO + ABDO, sin embargo, mostraron HOMA-IR significativamente reducidos en comparación de sus índices prequirúrgicos ($2,37 \pm 0,2$ vs. $1,73 \pm 0,1$, $p < 0,001$). También en este grupo, esta reducción se correlacionó positivamente con el valor prequirúrgico de HOMA-IR ($p < 0,001$) y, de manera interesante, se observó una correlación negativa entre la edad de la paciente y el grado de disminución en el HOMA-IR tras la cirugía (Spearman $r = -0,56$, $p < 0,05$). No se observaron cambios en los otros parámetros bioquímicos evaluados.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: aldo_giovanni58@hotmail.com (G. Cerón-Solano), jpmorin@comunidad.unam.mx (J.-P. Morin).
<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2023.11.008>

0009-739X/© 2024 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Conclusiones: Los datos de este estudio sugieren que cuando es combinada con abdominoplastia, la liposucción mejora la resistencia a la insulina en pacientes hispanoamericanas. Se requieren de estudios adicionales para probar dicha posibilidad.

© 2024 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

The effect of liposuction versus liposuction with abdominoplasty on insulin resistance in normoglycemic non-obese females: A prospective cohort study

A B S T R A C T

Keywords:

Liposuction

Abdominoplasty

Insulin resistance

HOMA-IR

Introduction: Several studies have evaluated the effect of liposuction or abdominoplasty on metabolic health, including insulin resistance, with mixed results. Many overweight patients, with no marked obesity, are recommended to undergo liposuction combined with abdominoplasty, but no study has evaluated the effectiveness of combining the two procedures on metabolic health.

Methods: The present prospective cohort study compares the metabolic parameters of two groups of normoglycemic Hispanic women without obesity. The first group underwent liposuction only (LIPO), while the second group had combined liposuction and abdominoplasty (LIPO + ABDO).

Results: A total of 31 patients were evaluated, including 13 in the LIPO group and 18 in the LIPO + ABDO group. The two groups had similar HOMA-IR before surgery ($P > .72$). When tested 60 days after surgery, women in the LIPO group had similar HOMA-IR compared to their preoperative levels (2.98 ± 0.4 vs. 2.70 ± 0.3 ; $P > .20$). However, the LIPO + ABDO group showed significantly reduced HOMA-IR values compared to their preoperative levels (2.37 ± 0.2 vs. 1.73 ± 0.1 ; $P < .001$). In this group, this decrease also positively correlated with their preoperative HOMA-IR (Spearman $r = 0.72$; $P < .001$) and, interestingly, we observed a negative correlation between the age of the subjects and the drop in HOMA-IR after surgery (Spearman $r = -0.56$; $P < .05$). No changes were observed in the other biochemical parameters that were assessed.

Conclusions: These data suggest that, when combined with abdominoplasty, liposuction does improve insulin resistance in healthy Hispanic females. More studies are warranted to address this possibility.

© 2024 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El sobrepeso y la obesidad constituyen, a nivel mundial y desde hace varios años, uno de los mayores factores de riesgo prevenibles para la aparición de una multitud de enfermedades. En el año 2016, se evaluó que 1.900 millones de adultos tenían sobrepeso, de los cuales 650 millones tenían obesidad¹. La obesidad puede ser definida como una acumulación excesiva y crónica de tejido adiposo a consecuencia de un desequilibrio energético mantenido a largo plazo en el que el aporte calórico supera el gasto energético². Disfunciones en la fisiología del tejido adiposo han sido observadas en pacientes con obesidad y, a su vez, han sido relacionadas en estos pacientes con un mayor riesgo de desarrollar complicaciones metabólicas y/o cardiovasculares³. Específicamente, la relación entre el porcentaje de masa adiposa y la resistencia a la insulina ha sido claramente establecida⁴. Incluso en pacientes con índice de masa corporal (IMC) normal se ha demostrado que el porcentaje de grasa corporal se correlaciona de manera positiva con la resistencia a la insulina⁵. Asimismo, en pacientes que se sometieron a cirugía bariátrica

el porcentaje de grasa corporal fue identificado como factor determinante en la resistencia a la insulina de manera independiente al IMC⁶.

La liposucción y la abdominoplastia son procedimientos cuyo objetivo directo es la reducción de la masa de este tejido⁷. El efecto de la disminución directa del tejido adiposo mediante liposucción con o sin abdominoplastia sobre la sensibilidad a la insulina ha sido evaluado en varias ocasiones con resultados mixtos, algunos encontrando una mejora significativa con el procedimiento, mientras otros estudios no reportaron ningún efecto⁸. De acuerdo con otro metaanálisis sobre el efecto de la liposucción de gran volumen sobre la sensibilidad a la insulina en pacientes con obesidad, una limitación de los estudios anteriores ha sido el no poder comparar de manera sistemática el efecto de la liposucción versus el de la abdominoplastia o de la liposucción con abdominoplastia⁹. Otra limitación reside en el hecho de que los pacientes incluidos en dichos estudios ya presentaban distintos grados de obesidad, posiblemente con comorbilidades asociadas. Los volúmenes extraídos varían considerablemente en función del paciente, del cirujano e inclusive de las regulaciones vigentes¹⁰. En consecuencia, un número consi-

derable de los sujetos estudiados permanecen con niveles altos de masa adiposa, y en varios individuos con obesidad se producen alteraciones en la homeostasis del tejido adiposo¹¹, pudiendo dificultar aún más posibles mejoras en la salud metabólica tras el procedimiento quirúrgico. Por otro lado, poco se sabe acerca del efecto metabólico de la extracción quirúrgica de grasa en pacientes aparentemente sanas, aunque con presencia de sobrepeso.

En el presente estudio, se muestran los resultados sobre el efecto de la liposucción con o sin abdominoplastia (LIPO o LIPO + ABDO) sobre distintos parámetros metabólicos, incluyendo la sensibilidad a la insulina, en un grupo de pacientes normoglucémicas y con sobrepeso que se sometieron a dicho procedimiento.

Métodos

Características de los sujetos

Se diseñó un estudio observacional prospectivo y unicéntrico de cohorte en la población de un hospital de la ciudad de México en el que se seleccionaron pacientes de sexo femenino aparentemente sanas a las cuales se les realizó un protocolo quirúrgico completo para la realización de liposucción o liposucción y abdominoplastia, según corresponda, siguiendo criterios de evaluación con la escala de Matarasso¹². A las pacientes que según dicha escala se categorizaron como tipo I o tipo II se les realizó solamente liposucción; a aquellas que fueron categorizadas como tipo III o tipo IV se les realizó abdominoplastia con liposucción. Se tomaron como criterios de inclusión pacientes de sexo femenino normotensas y normoglucémicas, con IMC ≤ 30 kg/m² y estudios de laboratorio dentro de parámetros normales y sin historial médico de enfermedad crónico-degenerativa. En el seguimiento posquirúrgico no se presentaron datos de infección ni dehiscencia, y se procedió al retiro de los puntos a los 15 días en promedio.

Parámetros metabólicos evaluados

En ambos grupos de pacientes se obtuvieron, además de los IMC, los índices cintura cadera (ICC), y se evaluaron los niveles séricos prequirúrgicos y a los 60 días posquirúrgicos de

glucosa, insulina, colesterol y triglicéridos (tabla 1). Se calcularon los valores de *homeostatic model assessment* (HOMA-IR) prequirúrgicos y posquirúrgicos para cada paciente. El HOMA-IR consiste en un modelo matemático que evalúa la resistencia a la insulina utilizando dos simples parámetros de laboratorio: la glucosa y la insulina en ayunas. Valora si existe un «bloqueo» o «resistencia» periférica a la acción de la insulina, evaluando indirectamente la función de las células beta del páncreas¹³.

Procedimientos estadísticos

Los datos antropométricos y de laboratorio de cada grupo se sometieron a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. La comparación entre grupos de datos prequirúrgicos versus posquirúrgicos que cumplían con una distribución normal fue realizada mediante prueba de t pareada; en caso contrario, se utilizó la prueba de signos de Wilcoxon. Las comparaciones entre los valores iniciales entre los grupos LIPO y LIPO + ABDO se realizaron mediante pruebas de t no pareadas o de Mann-Whitney. Se efectuaron análisis correlacional *a posteriori* de la diferencia pre vs. posquirúrgica del índice HOMA-IR versus distintos parámetros medidos en las pacientes antes de la cirugía mediante la prueba de Spearman. En todos los casos se aceptó un valor de $p < 0,05$ como diferencia significativa.

Resultados

Un total de 31 pacientes de sexo femenino fueron incluidas en el presente estudio y divididas en dos grupos. El grupo LIPO incluyó a 13 pacientes (mediana de edad de 32 [26-39] años e IMC prequirúrgico de $25,1 \pm 0,3$ kg/m²) que fueron sometidas a liposucción únicamente. El grupo LIPO + ABDO constó de 18 pacientes con edad mediana de 36 (32-47) años e IMC prequirúrgico de $26,77 \pm 0,6$ kg/m² que se sometieron a liposucción con abdominoplastia. El IMC prequirúrgico del segundo grupo fue ligeramente superior ($p < 0,05$) al primero, mientras que ambos grupos eran similares en cuanto a edad y a todos los parámetros bioquímicos medidos (tabla 1). Cuando se midieron a los 60 días después de la cirugía, el IMC y el ICC se redujeron significativamente en comparación de sus

Tabla 1 – Parámetros prequirúrgicos de las pacientes (promedio $\pm$ EE) y p de la diferencia entre ambos grupos

Parámetro	LIPO (n = 13)	LIPO + ABDO (n = 18)	p
Edad	34,38 $\pm$ 3,6	38,28 $\pm$ 2,0	0,0757
Peso (kg)	64,5 $\pm$ 1,9	71,14 $\pm$ 1,9	0,0246
IMC (kg/m ²)	25,01 $\pm$ 0,3	26,77 $\pm$ 0,6	0,0403
ICC	0,89 $\pm$ 0,02	0,85 $\pm$ 0,02	0,0869
Vol. LIPO (ml)	2185 $\pm$ 127	1811 $\pm$ 119	0,1055
Peso del colgajo (g)	NA	997 $\pm$ 122	NA
Glucosa en ayunas (mg/dl)	86 $\pm$ 5	86 $\pm$ 7	0,9855
Insulina en ayunas (mU/ml)	13,98 $\pm$ 1,9	11,2 $\pm$ 1	0,5868
HOMA-IR	2,98 $\pm$ 0,4	2,37 $\pm$ 0,2	0,7298
Triglicéridos (mg/dl)	181 $\pm$ 10	142 $\pm$ 14	0,614
Colesterol (mg/dl)	212 $\pm$ 5	195 $\pm$ 7	0,1495
Ácido úrico (mg/dl)	4,14 $\pm$ 0,1	4,24 $\pm$ 0,1	0,5738

HOMA-IR: modelo homeostático para evaluar (*homeostatic model assessment*) la resistencia a la insulina (IR); ICC: índice cintura-cadera; IMC: índice de masa corporal (kg/m²).

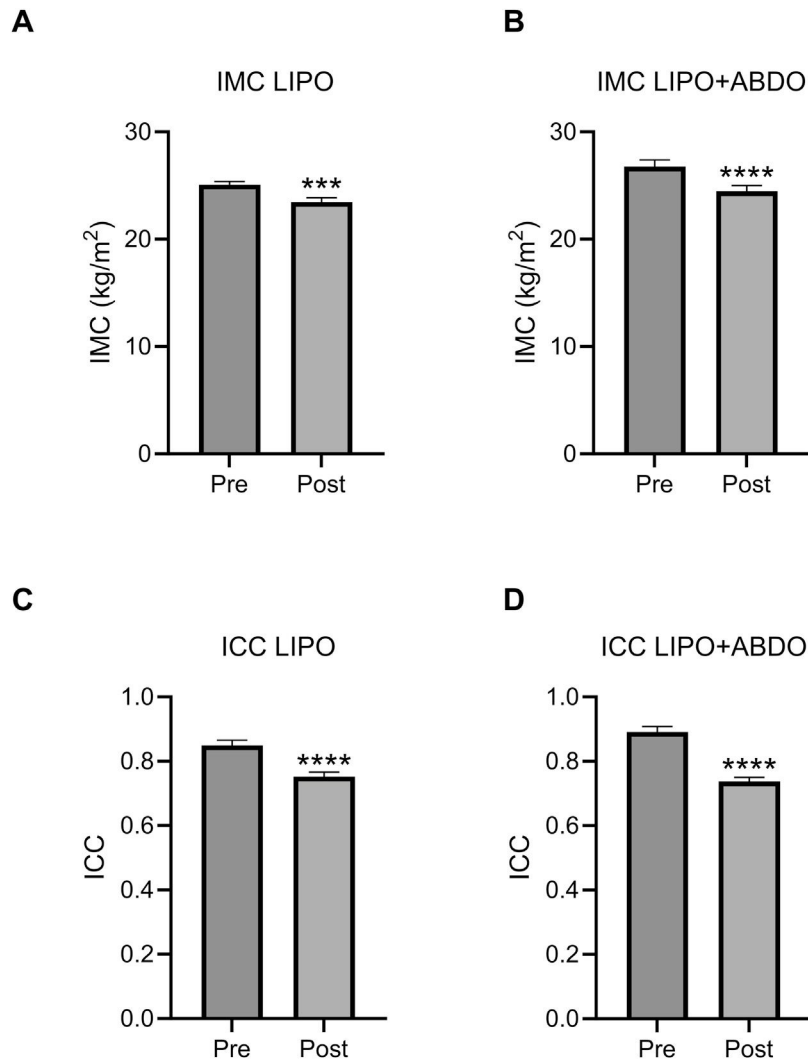


Figura 1 – Cambios antropométricos 60 días después de la cirugía en el grupo LIPO (A-C) y LIPO + ABDO (B-D). Las barras representan la media $\pm$ EE.

ICC: índice cintura-cadera; IMC: índice de masa corporal (kg/m²).

: $p < 0,001$; *: $p < 0,0001$.

valores prequirúrgicos en ambos grupos (fig. 1). Después se evaluaron los cambios en el perfil lipídico y se observó que tanto los niveles de colesterol como de los triglicéridos no se modificaron de manera significativa (fig. 2). Sin embargo, al analizar los niveles de glucosa en ayunas se notó una ligera disminución en el grupo LIPO mas no en el grupo LIPO + ABDO (fig. 3A-B). Sin embargo, la insulina basal permaneció similar en el grupo LIPO, mientras se redujo significativamente en el grupo LIPO + ABDO ($t_{(17)} = 4,55$, $p < 0,001$; fig. 3C-D).

Finalmente, se evaluaron los cambios en la resistencia a la insulina medida con el HOMA-IR, cuyos valores prequirúrgicos eran similares entre ambos grupos ($2,17 [1,96-3,61]$ vs. $2,47 [1,87-3,06]$) para LIPO y LIPO + ABDO, respectivamente, U de Mann-Whitney = 108, $p > 0,72$; tabla 1). En las pacientes del grupo LIPO los niveles de resistencia a la insulina eran similares a los 60 días después del procedimiento en comparación con sus niveles prequirúrgicos ($2,17 [1,96-3,61]$ vs. $2,33 [2,08-3,36]$) para los HOMA-IR pre y posquirúrgico, respectiva-

mente, $p > 0,20$) (fig. 4A), sugiriendo que, en estas pacientes, la liposucción no mejoró la sensibilidad a la insulina. Sin embargo, este mismo análisis realizado en pacientes del grupo LIPO + ABDO mostró una clara mejoría ($2,37 \pm 0,2$ vs. $1,73 \pm 0,1$ para los HOMA-IR pre y posquirúrgicos, respectivamente, $p < 0,001$) (fig. 4B). Posteriormente, en este grupo de pacientes se realizaron pruebas Spearman de correlación entre la mejora en el HOMA-IR y los distintos parámetros antropométricos y de laboratorio que fueron medidos, encontrando que dicha mejora era fuertemente correlacionada con el HOMA-IR prequirúrgico (Spearman $r = 0,72$, $p < 0,001$) (fig. 4C). También de manera interesante, se encontró que el grado de mejora en el HOMA-IR se relacionaba de manera inversamente proporcional a la edad de la paciente (Spearman $r = -0,56$, $p < 0,05$) (fig. 4D), sugiriendo que cuanto más joven era la paciente sometida al procedimiento de LIPO + ABDO, mayor era la mejora en la sensibilidad a la insulina.

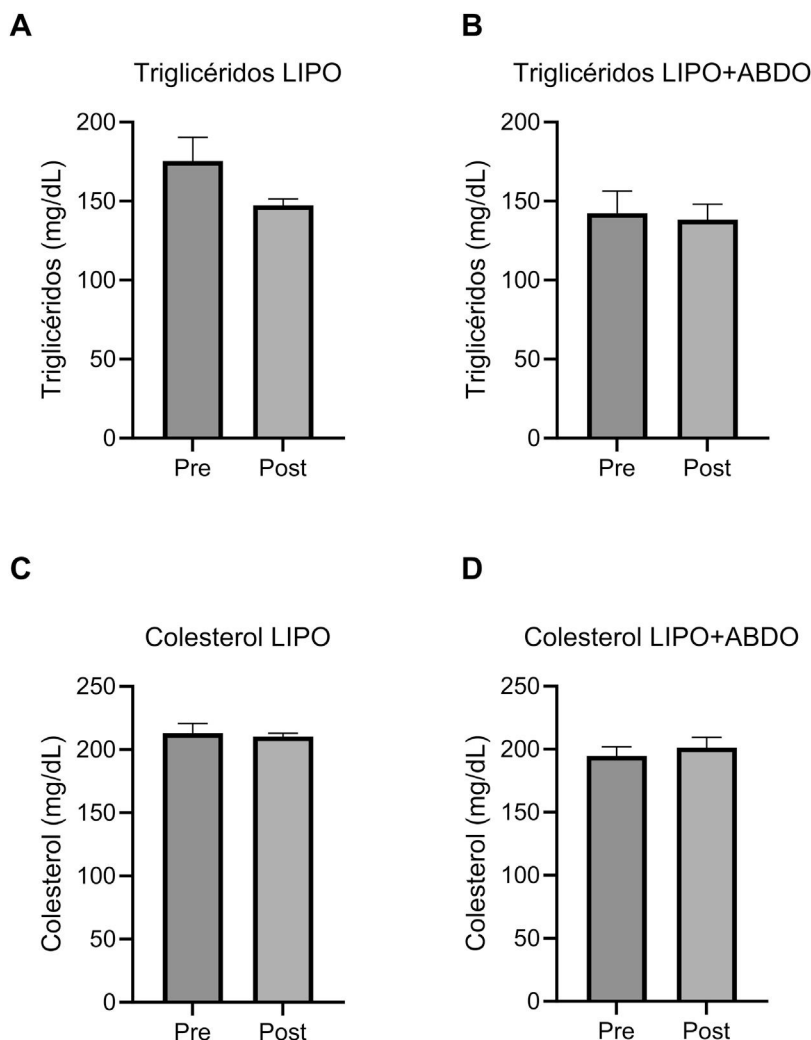


Figura 2 – Cambios en el perfil lipídico 60 días después de la cirugía. Las barras representan la media $\pm$ EE.

Discusión

El presente estudio evaluó distintos parámetros metabólicos en mujeres que se sometieron a liposucción sola (LIPO) o con abdominoplastia (LIPO + ABDO), tanto antes de la cirugía como 60 días después. Previo al procedimiento, todas las pacientes eran aparentemente sanas, normotensas y con sobrepeso ligero a moderado. Sus niveles de glucosa y de insulina en ayunas se encontraban dentro de los parámetros normales y su perfil lipídico mostró valores en el límite alto. Cuando se evaluaron a los dos meses después de la cirugía, no se observó mejora en los niveles de colesterol, ni en los niveles de triglicéridos. Estos datos concuerdan con los resultados de un reciente metaanálisis del efecto la remoción quirúrgica de grasa sobre distintos parámetros metabólicos¹⁴. En cuanto al perfil glucémico, sin embargo, los resultados presentados aquí muestran que la LIPO + ABDO produce una mejora significativa en la sensibilidad a la insulina, evaluada con el HOMA-IR a los 60 días; no se observaron diferencias en el grupo LIPO. De manera adicional, en las pacientes del grupo LIPO + ABDO se

observó una correlación moderada entre la edad de las pacientes y la diferencia *pre versus post* del índice HOMA-IR, sugiriendo que entre más jóvenes eran las pacientes, más mejoraba su sensibilidad a la insulina tras el procedimiento.

Un reciente metaanálisis analizó el efecto de la remoción quirúrgica de grasa, por liposucción o por abdominoplastia, sobre el perfil metabólico. En este estudio evaluaron distintos marcadores, incluyendo, además de la sensibilidad a la insulina, citocinas proinflamatorias, adiponectina y triglicéridos. Interesantemente, encontraron que únicamente la insulina en ayuno y el HOMA-IR mejoraban de manera significativa¹⁴. Sin embargo, los estudios incluidos en el análisis que encontraron mejora significativa eran principalmente restringidos a aquellos evaluando la sensibilidad a la insulina tras la remoción de grandes cantidades de grasa en mujeres con obesidad¹⁵⁻¹⁷ o en pacientes masculinos¹⁸; aquellos estudios en mujeres hispanicas con sobrepeso mostraban poca o ninguna mejora¹⁹⁻²¹. De manera similar, otro estudio en pacientes mexicanas que fueron sometidas a remoción quirúrgica de grasa por abdominoplastia sin liposucción no reportó mejora en la sensibilidad a la insulina

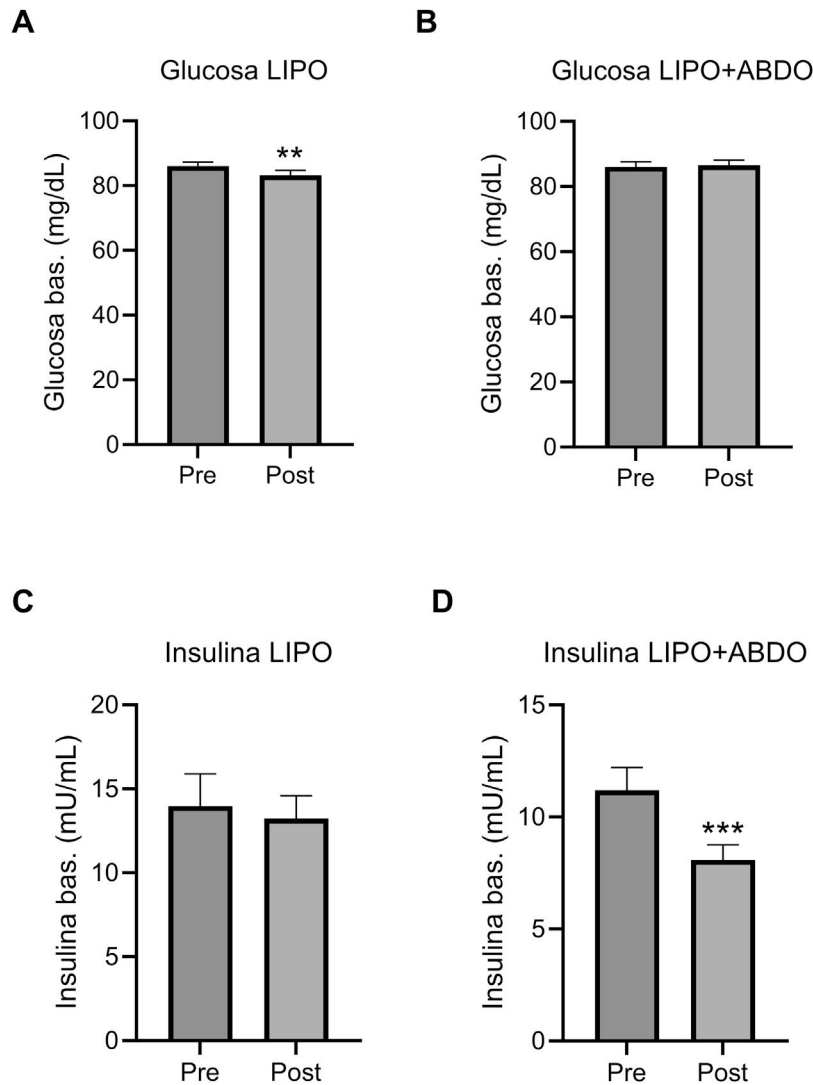


Figura 3 – Cambios en la glucosa y la insulina en ayunas tras el procedimiento quirúrgico. Las barras representan la media $\pm$ EE.

****:** $p < 0,01$; *****:** $p < 0,001$.

medida 40-50 días después del procedimiento, aunque sí una disminución en las concentraciones de leptina²².

En el caso presente, aunque no se observó una diferencia significativa entre los HOMA-IR de los dos grupos de pacientes, una limitante importante en cuanto a esta observación es que, contrariamente a las pacientes del grupo LIPO + ABDO, el grupo LIPO tenía un HOMA-IR prequirúrgico promedio superior a 2,9, indicando resistencia significativa a la insulina²³. Es posible que este hecho pudo haber mermado su capacidad para mejorar con la cirugía, de manera independiente del grupo. Sin embargo, el hecho de que se haya encontrado una fuerte correlación entre el valor prequirúrgico del HOMA-IR y la mejora posquirúrgica en el grupo LIPO + ABDO (fig. 1C) argumenta en contra de dicha posibilidad. Otra limitación importante, inherente al diseño, reside en el hecho de que el estudio incluye pacientes de un solo hospital y que no fue aleatorizado (uso de la escala de Matarasso para la asignación del grupo). En efecto, la

posibilidad de realizar abdominoplastia radica en la presencia de exceso de piel y/o laxitud de la misma, la cual no se presenta en índices I y II de Matarasso. La presencia de exceso de piel, además de la acumulación de grasa abdominal, es una consecuencia frecuente de la gestación o de la pérdida importante de peso. La abdominoplastia constituye un procedimiento quirúrgico de poco riesgo, y en estas pacientes, especialmente si se acompaña con un programa de ejercicios y cambios en el estilo de vida^{24,25}, podría conferir, además del resultado estético y psicosocial, un posible beneficio metabólico. Para confirmar dicha posibilidad se requieren más estudios, multicéntricos y con un mayor número y diversidad de pacientes.

En conclusión, los datos aquí presentados sugieren que combinar abdominoplastia con liposucción, la cual se considera una cirugía de bajo riesgo cuando se realiza de forma adecuada²⁶, podría tener un beneficio adicional en mejorar la salud metabólica de las pacientes, especialmente si son

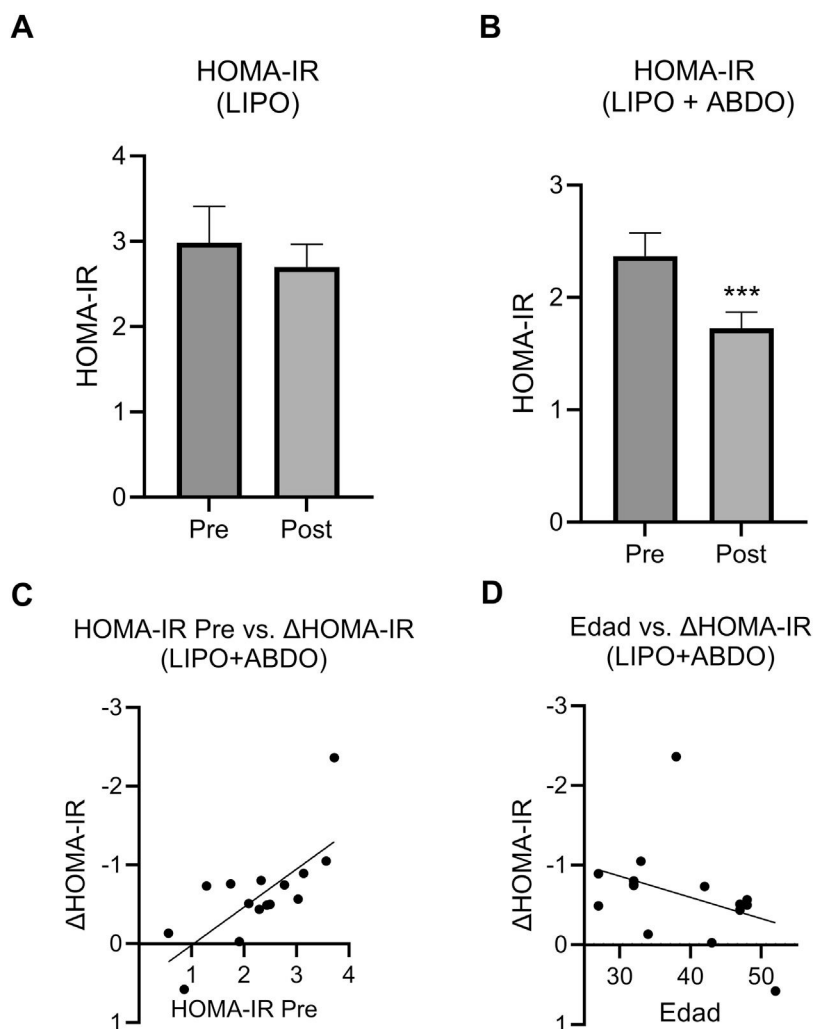


Figura 4 – Resistencia a la insulina prequirúrgica y 60 días posquirúrgica expresada con el índice HOMA-IR en el grupo LIPO (A) y LIPO + ABDO (B). C) Relación entre la reducción posquirúrgica en los HOMA-IR de las pacientes del grupo LIPO + ABDO y su HOMA-IR prequirúrgico. D) Relación entre la edad de las pacientes del grupo LIPO + ABDO y la reducción en su HOMA-IR tras la cirugía.

relativamente jóvenes. Estudios multicéntricos de mayor poder y en poblaciones mayores son requeridos para probar esta posibilidad.

Financiación

Este estudio recibió financiamiento parcial por parte del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México (n.º IN227123) otorgado a JPM.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que este artículo se ha realizado en ausencia de relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un posible conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. WHO. World Health Organization Obesity and Overweight. WHO Newsroom Fact Sheets: 2021. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Seke Etet PF, Vecchio L, Nwabo Kamdje AH, Mimche PN, Njamnshi AK, Adem A. Physiological and environmental factors affecting cancer risk and prognosis in obesity. *Semin Cancer Biol.* 2023;94:50–61.
3. Bartelt A, Heeren J. Adipose tissue browning and metabolic health. *Nat Rev Endocrinol.* 2014;10:24–36.
4. Patel P, Abate N. Body fat distribution and insulin resistance. *Nutrients.* 2013;5:2019–27.
5. Zegar-Lizana PA, Ramos-Orosco EJ, Guarnizo-Poma M, Pantoja-Torres B, Paico-Palacios S, Ranilla-Seguin VC, et al. Relationship between body fat percentage and insulin resistance in adults with Bmi values below 25 Kg/M2 in a private clinic. *Diabetes Metab Syndr.* 2019;13:2855–9.

6. Eriksson Hogling D, Bäckdahl J, Thorell A, Rydén M, Andersson DP. Metabolic impact of body fat percentage independent of body mass index in women with obesity remission after gastric bypass. *Obes Surg.* 2020;30:1086–92.
7. Xia YJ, Zhao J, Cao DS. Safety of lipoabdominoplasty versus abdominoplasty: A systematic review and meta-analysis. *Aesthetic Plast Surg.* 2019;43:167–74.
8. Sailon AM, Wasserburg JR, Kling RR, Pasick CM, Taub PJ. Influence of large-volume liposuction on metabolic and cardiovascular health: A systematic review. *Ann Plast Surg.* 2017;79:623–30.
9. Boriani F, Villani R, Morselli PG. Metabolic effects of large-volume liposuction for obese healthy women: A meta-analysis of fasting insulin levels. *Aesthetic Plast Surg.* 2014;38:1050–6.
10. Vieira BL, Chow I, Sinno S, Dorfman RG, Hanwright P, Gutowski KA. Is there a limit? A risk assessment model of liposuction and lipoaspirate volume on complications in abdominoplasty. *Plast Reconstr Surg.* 2018;141:892–901.
11. Fuster JJ, Ouchi N, Gokce N, Walsh K. Obesity-induced changes in adipose tissue microenvironment and their impact on cardiovascular disease. *Circ Res.* 2016;118:1786–807.
12. Matarasso A, Matarasso DM, Matarasso EJ. Abdominoplasty: Classic principles and technique. *Clin Plast Surg.* 2014;41:655–72.
13. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: Insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28:412–9.
14. Badran S, Habib AM, Aljassem G, Musa OAH, Clark J, Hamdi M, et al. Metabolic changes after surgical fat removal: A dose-response meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg.* 2023;76:238–50.
15. Busetto L, Bassetto F, Zocchi M, Zuliani F, Nolli ML, Pigozzo S, et al. The effects of the surgical removal of subcutaneous adipose tissue on energy expenditure and adipocytokine concentrations in obese women. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008;18:112–20.
16. D'Andrea F, Grella R, Rizzo MR, Grella E, Grella R, Nicoletti G, et al. Changing the metabolic profile by large-volume liposuction: A clinical study conducted with 123 obese women. *Aesthetic Plast Surg.* 2005;29:472–8.
17. Giugliano G, Nicoletti G, Grella E, Giugliano F, Esposito K, Scuderi N, et al. Effect of liposuction on insulin resistance and vascular inflammatory markers in obese women. *Br J Plast Surg.* 2004;57:190–4.
18. Gibas-Dorna M, Szulińska M, Turkowski P, Kupsz J, Sowińska A, Mikrut K, et al. The effect of VASER abdominal liposuction on metabolic profile in overweight males. *Am J Mens Health.* 2017;11:284–93.
19. Robles-Cervantes JA, Yáñez-Díaz S, Cárdenas-Camarena L. Modification of insulin, glucose and cholesterol levels in nonobese women undergoing liposuction: Is liposuction metabolically safe? *Ann Plast Surg.* 2004;52:64–7.
20. Ramos-Gallardo G, Pérez Verdin A, Fuentes M, Godínez Gutiérrez S, Ambríz-Plascencia AR, González-García I, et al. Effect of abdominoplasty in the lipid profile of patients with dyslipidemia. *Plast Surg Int.* 2013;2013:1–5.
21. Ybarra J, Blanco-Vaca F, Fernández S, Castellví A, Bonet R, Palomer X, et al. The effects of liposuction removal of subcutaneous abdominal fat on lipid metabolism are independent of insulin sensitivity in normal-overweight individuals. *Obes Surg.* 2008;18:408–14.
22. Martínez-Abundis E, Molina-Villa CA, González-Ortiz M, Robles-Cervantes JA, Saucedo-Ortiz JA. Effect of surgically removing subcutaneous fat by abdominoplasty on leptin concentrations and insulin sensitivity. *Ann Plast Surg.* 2007;58:416–9.
23. Vogeser M, König D, Frey I, Predel HG, Parhofer KG, Berg A. Fasting serum insulin and the homeostasis model of insulin resistance (HOMA-IR) in the monitoring of lifestyle interventions in obese persons. *Clin Biochem.* 2007;40:964–8.
24. Benatti FB. Strategies for reducing body fat mass: Effects of liposuction and exercise on cardiovascular risk factors and adiposity. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2011;4:141–54.
25. Benatti F, Solis M, Artioli G, Montag E, Painelli V, Saito F, et al. Liposuction induces a compensatory increase of visceral fat which is effectively counteracted by physical activity: A randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97:2388–95.
26. Smith LF. Safely combining abdominoplasty with aggressive abdominal liposuction based on perforator vessels: Technique and a review of 300 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135:1357–66.