

# Relación de los índices de adiposidad visceral (VAI) y disfuncional (DAI) con riesgo de enfermedad de hígado graso no alcohólico

*Visceral adiposity index (VAI) and dysfunctional adiposity index (DAI). Relationship with non-alcoholic fatty liver disease*

María Teófila Vicente-Herrero<sup>1</sup> , Mónica Egea-Sancho<sup>2</sup> ,  
María Victoria Ramírez-Iñiguez<sup>3</sup> , Ángel Arturo López González<sup>1,4</sup> 

1. Grupo ADEMA-SALUD del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud-IUNICS Illes Balears (España)

2. Servicio de Salud Manacor. Islas Baleares (España)

3. Servicio de Prevención Grupo Correos. Albacete y Cuenca (España)

4. Servicio de Salud Palma de Mallorca. Islas Baleares (España). Escuela Universitaria ADEMA

## Corresponding author

M<sup>a</sup> Teófila Vicente-Herrero

E-mail: vicenteherreromt@gmail.com

Received: 27 - X - 2023

Accepted: 29 - XI - 2023

doi: 10.3306/AJHS.2024.39.02.130

## Resumen

**Introducción y objetivo:** Estimar en población laboral española la relación de los índices de adiposidad visceral (DAI) y adiposidad disfuncional (VAI) con riesgo de desarrollar hígado graso no alcohólico (NAFLD: Non-Alcoholic Fatty Liver Disease).

**Métodos:** análisis descriptivo en 418.343 trabajadores durante la vigilancia de la salud en sus empresas. Se calcularon VAI y DAI con sus ecuaciones y el riesgo de NAFLD con las escalas Fatty liver index (FLI), Hepatic Steatosis index (HSI), Zhejiang University (ZJU), Lipid accumulation Product (LAP) mediante curvas ROC- área bajo la curva (AUC). Se utilizó el programa estadístico SPSS 27.0, considerando significación estadística  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Los porcentajes de riesgo de HGNA son más elevados en hombres que en mujeres ( $p < 0.0001$ ). Los valores medios de VAI y DAI son más elevados en hombres ( $p < 0.0001$ ). En el análisis de las curvas ROC- área bajo la curva (AUC), los índices VAI y DAI para riesgo de NAFLD muestran una alta fortaleza de asociación en ambos sexos  $AUC > 0,8$  con FLI y, especialmente, con LAP. Los valores obtenidos con ZIU solo muestran moderada fortaleza de asociación con VAI en hombres y con VAI y DAI en mujeres ( $AUC > 0,7$ ). HSI muestra baja fortaleza de asociación en ambos sexos ( $AUC < 0,7$ ).

**Conclusión:** VAI y DAI muestran alta fortaleza de asociación con el riesgo de desarrollar NAFLD calculado con FLI y LAP, en población laboral, moderada con ZIU y baja con HSI y se consideran métodos útiles de prevención primaria de NAFLD en salud laboral.

**Palabras clave:** Hígado graso no alcohólico, índice de adiposidad visceral, índice de adiposidad disfuncional, salud laboral.

## Abstract

**Introduction and objective:** To estimate the relationship between visceral adiposity index (DAI) and dysfunctional adiposity (VAI) and the risk of developing Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) in the Spanish working population.

**Methods:** descriptive analysis in 418,343 workers during health surveillance in their companies. VAI and DAI with their equations and the risk of NAFLD with the Fatty liver index (FLI), Hepatic Steatosis index (HSI), Zhejiang University (ZJU), Lipid accumulation Product (LAP) scales were calculated using ROC curves - area under the curve (AUC). SPSS 27.0 statistical software was used, considering statistical significance  $p < 0.05$ .

**Results:** The percentages of HGNA risk are higher in men than in women ( $p < 0.0001$ ). Mean VAI and DAI values are higher in men ( $p < 0.0001$ ). In the analysis of the ROC curves - area under the curve (AUC), the VAI and DAI indices for NAFLD risk show, in both sexes a high strength in the association  $AUC > 0.8$  with FLI and especially with LAP. Values obtained with ZIU only show moderate strength in the association with VAI in men and with VAI and DAI in women ( $AUC > 0.7$ ). HSI shows low strength in the association in both sexes ( $AUC < 0.7$ ).

**Conclusion:** VAI and DAI show high strength in the association with the risk of developing NAFLD calculated with FLI and LAP, moderate with ZIU and low with HSI and are considered useful methods of primary prevention of NAFLD in occupational health.

**Key words:** Non-alcoholic fatty liver disease, visceral adiposity index, dysfunctional adiposity index, occupational health.

**Cite as:** Vicente-Herrero MT, Egea-Sancho M, Ramírez-Iñiguez MV, López González ÁA. Relación de los índices de adiposidad visceral (VAI) y disfuncional (DAI) con riesgo de enfermedad de hígado graso no alcohólico. *Academic Journal of Health Sciences* 2024; 39 (2):130-136 doi: 10.3306/AJHS.2024.39.02.130

## Introducción y objetivo

La enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD), tiene una prevalencia mundial de alrededor del 25%. La incidencia está aumentando de forma similar al aumento de los niveles de obesidad, sujeto con diabetes tipo 2 y síndrome metabólico, y se prevé que se convierta en la principal causa de cirrosis que requiera trasplante de hígado en la próxima década. Sin embargo, la enfermedad cardiovascular es la causa más común de muerte en la población y, entre ellos solo una minoría desarrollará fibrosis y complicaciones relacionadas con el hígado. Por lo tanto, es imperativo identificar el riesgo de forma precoz o temprana para actuar en las primeras etapas y evitar la evolución hacia estadios graves<sup>1</sup>.

Actualmente (NAFLD) es la enfermedad hepática más común en el mundo y su presentación varía desde la esteatosis simple hasta la esteatohepatitis no alcohólica (EHNA) fibrosis, cirrosis, carcinoma hepatocelular, etc. Se trata de una manifestación hepática del síndrome metabólico, que incluye obesidad abdominal central junto con otros componentes. Hasta el 80% de los pacientes con NAFLD son obesos, definidos como un índice de masa corporal (IMC) > 30 kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, la distribución del tejido graso juega un papel más importante que el IMC. La gran cantidad de tejido adiposo visceral (VAT) en individuos con obesidad mórbida (IMC>40 kg/m<sup>2</sup>) contribuye a una alta prevalencia de NAFLD. Se considera que el exceso de ácidos grasos libres y la inflamación crónica de bajo grado por VAT son dos de los factores más importantes que contribuyen a la progresión de la lesión hepática. La mayoría de los pacientes con NAFLD son asintomáticos clínicamente, aunque algunos pueden presentar síntomas de sospecha: fatiga, dispepsia, dolor sordo en el hígado y hepato-esplenomegalia. El mejor tratamiento para su prevención es la reducción de peso, dada la estrecha relación entre la grasa visceral y la del hígado y la resistencia a la insulina<sup>2</sup>.

El objetivo de este trabajo fue estimar la prevalencia de riesgo de desarrollar NAFLD utilizando herramientas no invasivas: Fatty liver index (FLI), Hepatic Steatosis index (HSI), Zhejiang University (ZJU), Lipid accumulation Product (LAP) y estimar la fortaleza de asociación de los índices de adiposidad visceral (VAI) y adiposidad disfuncional (DAI) con el riesgo de desarrollar NAFLD en la población laboral objeto de estudio.

## Material y método

Estudio transversal realizado en 418.343 trabajadores de diferentes comunidades autónomas de España (Baleares, Andalucía, Canarias, Comunidad Valenciana, Cataluña, Madrid, Castilla La Mancha, Castilla León, País Vasco) y con diversas ocupaciones laborales (hostelería, construcción, comercio, sanidad, administración pública, transporte, educación, industria y limpieza),

durante el periodo comprendido entre enero de 2019 hasta septiembre de 2021. La población de estudio se obtuvo de la base de datos anonimizada de trabajadores depositada en el repositorio de la escuela universitaria ADEMA-UIB (Universidad de las Islas Baleares). Esta base de datos procede de los reconocimientos médicos laborales realizados en los últimos 5 años en diversos servicios de prevención de riesgos laborales de toda España<sup>3</sup>. El sistema de anonimización de ADEMA no permite a los investigadores conocer la identidad de los trabajadores. Son criterios de inclusión: edad entre 18 y 67 años, ser trabajador en activo y aceptación voluntaria de participación en el estudio.

Las medidas antropométricas de talla y peso, clínicas y analíticas, fueron realizadas por el personal sanitario de las diferentes unidades de salud laboral participantes en el estudio, previa homogeneización de las técnicas de medición.

Para el cálculo de NAFLD se han utilizado cuatro escalas:

- Fatty liver index<sup>4</sup> FLI, que utiliza para su cálculo las variables: triglicéridos (mg/dL), Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m<sup>2</sup>), Circunferencia Cintura (cm), Enzima GGT (U/L) y se calcula a partir de la siguiente fórmula:  

$$FLI = (e^{0,953 \cdot \log_e(\text{triglicéridos})} + 0,139 \cdot IMC + 0,718 \cdot \log_e(GGT) + 0,053 \cdot \text{perímetro abdominal} - 15745) / (1 + e^{0,953 \cdot \log_e(\text{triglicéridos})} + 0,139 \cdot IMC + 0,718 \cdot \log_e(GGT) + 0,053 \cdot \text{perímetro abdominal} - 15.745) \cdot 100.$$
 Estableciendo: Si FLI < 30 indica no riesgo de HGNA; FLI ≥ 60 indica riesgo de HGNA; FLI entre 30-60, riesgo indeterminado.
- Hepatic Steatosis index – HSI<sup>5</sup>, que utiliza para su cálculo las variables: Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m<sup>2</sup>) y la relación de las enzimas aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) en sangre y se calcula a partir de la siguiente fórmula:  

$$\text{Índice de esteatosis hepática (HSI)} = 8 \times (\text{relación ALT/AST}) + IMC (+2, \text{ si era mujer}; +2, \text{ si era paciente con diabetes}).$$
- Zhejiang University – ZJU<sup>6</sup>. Incluye como variables: índice de masa corporal (IMC), glucosa plasmática en ayunas (FPG), triglicéridos (TG) y la proporción de alanina aminotransferasa (ALT) sérica y aspartato aminotransferasa sérica (AST). Fórmula:  

$$IMC (Kg/m^2) + FPG(mmol/l) + TG(mmol/l) + 3 \times ALT(IU/L) / AST(IU/L) \text{ ratio } (+2, \text{ si es mujer}).$$
- Lipid accumulation Product – LAP<sup>7</sup>. Incluye como variables el perímetro abdominal y los triglicéridos y se calcula mediante la fórmula:  
 LAP para hombres = (circunferencia de cintura - 65) x triglicéridos.  
 LAP para mujeres = (circunferencia de cintura - 58) x triglicéridos.

Valores de LAP en hombres <4 y en mujeres <4,4 indican no HGNA.

Valores de LAP en hombres ≥4 y en mujeres ≥4,4 indicarían HGNA.

Para el cálculo de VAI y DAI se han utilizado las siguientes fórmulas<sup>8,9</sup>.

VAI = (Cintura (cm)/(39.68 + (1.88\*IMC)))\*(triglicéridos/1.03)\*(1.31/HDL para hombres y (Cintura (cm) / (36.58+(1.89\*IMC)))\*(triglicéridos /0.81)\*(1.52/HDL para mujeres.

DAI=[Cintura/[22.79+[2.68\*IMC]]]\*[triglicéridos (mmol/L)/1.37]\*[1.19/(HDL, mmol/L)], para hombres y [Cintura/[24.02+[2.37\*IMC]]]\*[triglicéridos (mmol/L)/1.32]\*[1.43/HDL(mmol/L)], para mujeres.

**Análisis estadístico:** Para el estudio estadístico se realizó un análisis descriptivo de las variables categóricas, calculando la frecuencia y la distribución de las respuestas en cada variable. En el caso de las variables cuantitativas, se calcularon la media y la desviación típica. Para evaluar la normalidad de la muestra se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para valorar la utilidad de los diferentes métodos en la asociación del riesgo de desarrollar hígado graso no alcohólico (NAFLD) con los cuatro métodos, se realizaron curvas ROC y se determinó el área bajo la curva (AUC). El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 27.0, siendo el nivel de significación estadística aceptado de p<0,05.

**Consideraciones éticas:** Se solicitó a los pacientes el consentimiento informado para participar en la investigación descrita. La investigación cumple con la normativa vigente en investigación bioética y fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud de Baleares (IB 4383/20).

Los autores declaran que este artículo no contiene información personal que permita identificar a los pacientes participantes en este estudio.

## Resultados

Se realiza este estudio transversal en 418.343 trabajadores, edad media 40 años, con un porcentaje de hombres del 58,82% y 41,18% mujeres; IMC medio de 26,1; perímetro de cintura medio 81,5cm; valores de presión arterial: sistólica 123,7 y diastólica 75,6; valores

medios de lípidos: Col. Total 191,8, col HDL 53,0, col LDL 117,2 y triglicéridos 109,5; valor medio de glucemia 91,0; valores de transaminasas GOT 21,73, GPT 26,64 y GGT 29,56. Todos los valores están más altos en hombres que en mujeres. Tanto hombres como mujeres se encuadran mayoritariamente en la clase social III y en el tipo de trabajo manual y son mayoritariamente no fumadores. El 9,58% de las mujeres y el 16,85% de los hombres presentaban criterios de Síndrome metabólico ATP-III y el 9,35% de las mujeres y el 18,25% de los hombres criterios de Síndrome metabólico IDF. En todos los casos los resultados son estadísticamente significativos (p<0,001)<sup>10</sup>.

Los valores porcentuales más altos en estimación de riesgo de NAFLD, tanto en hombres (49,50%) como en mujeres (44,73%), se obtienen con HSI y los porcentajes más bajos con FLI, en hombres (24,80%) y en mujeres (7,73%). Con los 4 métodos empleados, los valores porcentuales altos de riesgo de NAFLD son más elevados en los hombres que en las mujeres (p<0.0001) (**Tabla I**).

Los valores medios de VAI son más elevados que los de DAI y superiores en los hombres (p<0.0001). Los valores más altos de VAI y DAI en NAFLD, tanto en hombres como en mujeres se obtienen con el método LAP: VAI mujeres 4,37 (dt 2,27) VAI hombres 12,45 (dt 8,20) y con FLI: VAI en mujeres 4.99 (dt 3.05), VAI en hombres 13.79 (dt 9.33) (**Tabla II**).

En el análisis de las curvas ROC - área bajo la curva (AUC), los índices VAI y DAI para riesgo de NAFLD con los 4 métodos empleados muestran diferencias, encontrando una elevada capacidad asociativa en ambos sexos (AUC>0,8) en relación con FLI: Mujeres, AUC en VAI = 0,847 (IC95% 0,844-0,851), en DAI= 0,826 (IC95% 0,822-0,829) y hombres AUC VAI 0,885 (IC95% 0,883-0,886) DAI 0,835 (IC95% 0,834-0,837); y, especialmente, con LAP: Mujeres, AUC en VAI= 0,905 (IC95% 0,903-0,906), en DAI= 0,890 (IC95% 0,888-0,891) y hombres, AUC en VAI=0,949 (IC95% 0,948-0,950) y en DAI= 0,920 (IC95% 0,919-0,921). Son siempre más altos los valores con VAI que con DAI. Con ZIU solo se obtiene moderada capacidad asociativa con VAI en hombres [AUC en VAI= 0,704 (IC95% 0,700-0,708)], siendo baja (AUC<0,7) con DAI en hombres y con VAI y DAI en mujeres. Con el método HSI se observa baja capacidad asociativa de riesgo de NAFLD, ya que los valores de AUC no superan 0,6, ni hombres ni mujeres, tanto con VAI como con DAI (**Figuras 1, 2, 3 y 4**).

**Table I:** Distribución Porcentual de la estimación de NAFLD según método utilizado y según sexo.

Método	Mujeres						Hombres						p
	Bajo		Medio		Alto		Bajo		Medio		Alto		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
FLI	138.694	80,5	20.273	11,77	13.316	7,73	121.116	49,22	65.406	26,58	59.539	24,8	<0,0001
HSI	40.028	16,26	67.207	39,01	65.047	44,73	32.505	13,21	91.756	37,29	12.1800	49,5	<0,0001
ZIU	111.139	64,51	-		61.143	35,49	151.893	61,73	-		94.168	38,27	<0,0001
LAP	130.056	75,49	-		42.226	24,51	156.323	63,53	-		89.738	36,47	

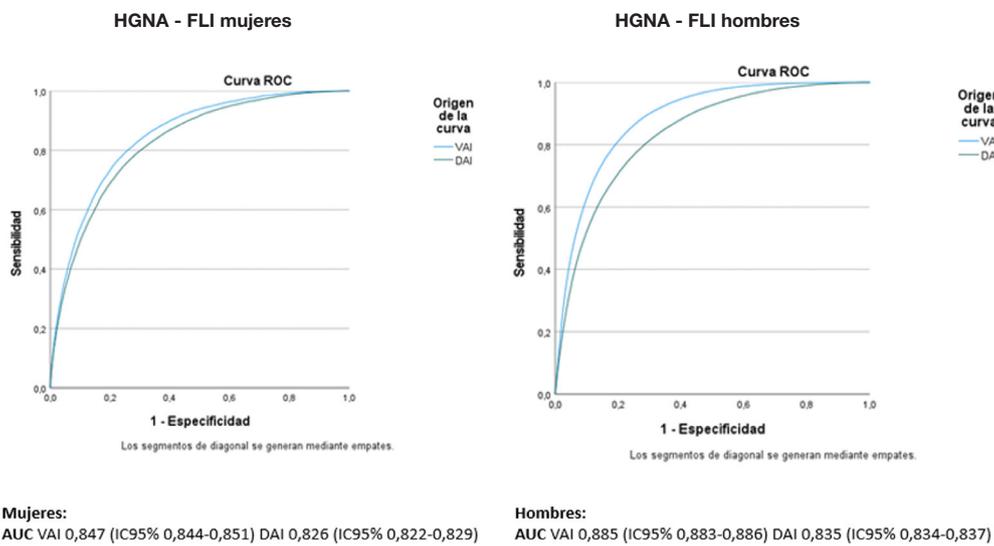
Se considera significativo p<0, 05. Fatty liver index (FLI), Hepatic Steatosis index (HSI), Zhejiang University (ZJU), Lipid accumulation Product (LAP).

**Table II:** Valores Medios de VAI y DAI por sexo según escalas de riesgo de hígado graso (FLI, HSI, ZJU, LAP).

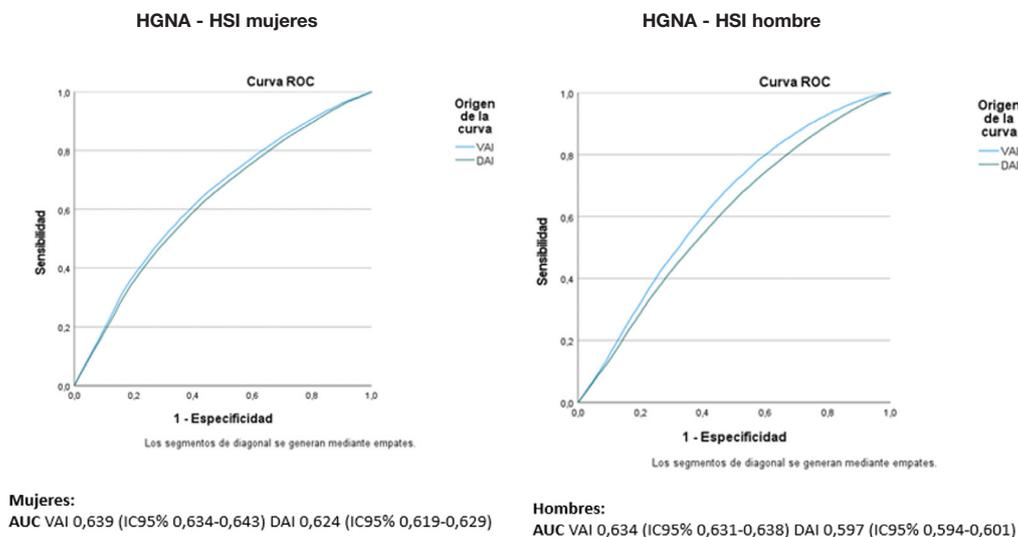
Método de Valoración		Mujeres					Hombres				
		n	VAI		DAI		n	VAI		DAI	
			media (dt)	p	media (dt)	p		media (dt)	p		
FLI	bajo	138.694	2,29 (1,04)	<0.0001	0,59 (0,27)	<0.0001	121.116	4,13 (1,92)	<0.0001	0,58 (0,27)	<0.0001
	medio	20.273	3,81 (1,80)		0,95 (0,46)		65.406	7,39 (3,58)		0,93 (0,48)	
	alto	13.316	4,99 (3,05)		1,22 (0,76)		59.539	13,79 (9,33)		1,54 (1,06)	
HSI	bajo	28.020	2,26 (1,15)	<0.0001	0,60 (0,30)	<0.0001	32.511	4,60 (2,97)	<0.0001	0,68 (0,43)	<0.0001
	medio	67.209	2,47 (1,34)		0,64 (0,34)		91.747	5,99 (4,18)		0,80 (0,54)	
	alto	77.054	3,32 (1,92)		0,83 (0,47)		121.803	9,10 (6,57)		1,05 (0,73)	
ZJU	normal	111.145	2,38 (1,12)	<0.0001	0,62 (0,29)	<0.0001	151.901	5,39 (3,07)	<0.0001	0,73 (0,41)	<0.0001
	alto	61.137	3,61 (2,14)		0,89 (0,53)		94.160	10,51 (7,28)		1,19 (0,83)	
LAP	normal	130.058	2,17 (0,86)	<0.0001	0,56 (0,22)	<0.0001	156.332	4,49 (2,10)	<0.0001	0,60 (0,28)	<0.0001
	alto	42.224	4,37 (2,27)		1,09 (0,57)		89.729	12,45 (8,20)		1,45 (0,93)	

dt= desviación típica. Índice de adiposidad visceral (VAI) Índice de adiposidad disfuncional (DAI). Se considera significativo  $p < 0,05$ . Fatty liver index (FLI), Hepatic Steatosis index (HSI), Zhejiang University (ZJU), Lipid accumulation Product (LAP).

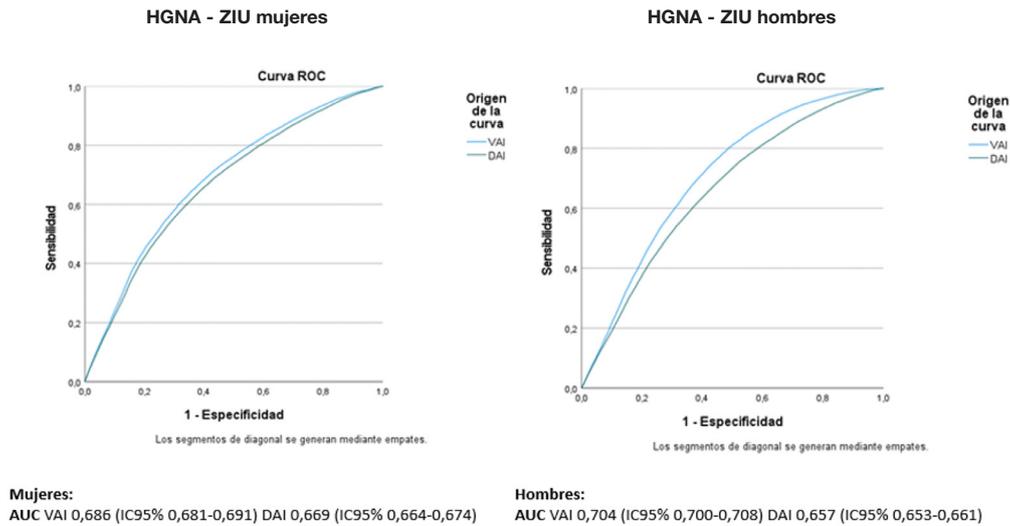
**Figura 1:** Valoración de la fortaleza de asociación del índice de adiposidad visceral (VAI) e índice de adiposidad disfuncional (DAI) en Riesgo de Hígado Graso No Alcohólico Fatty liver index (FLI) según sexo.



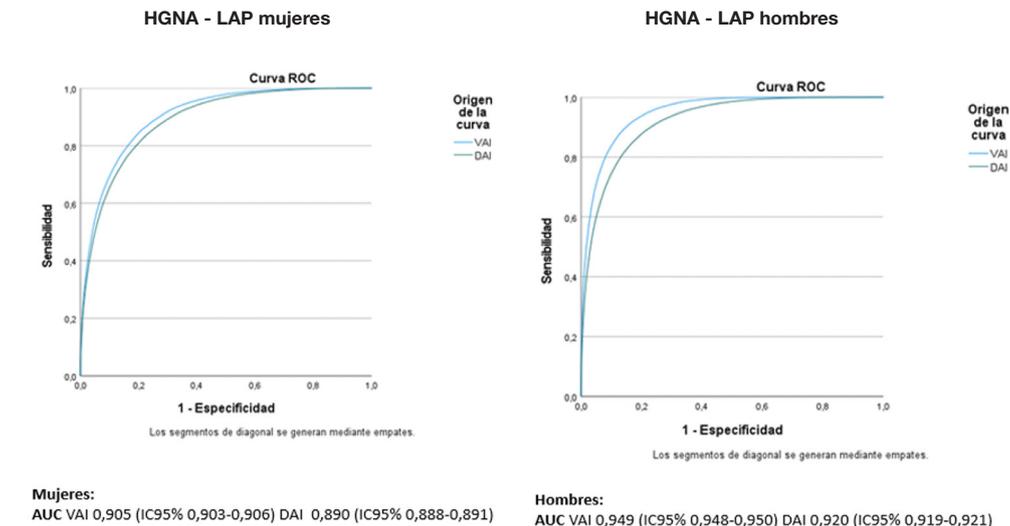
**Figura 2:** Valoración la fortaleza de asociación del índice de adiposidad visceral (VAI) e índice de adiposidad disfuncional (DAI) en Riesgo de Hígado Graso No Alcohólico Hepatic Steatosis index (HSI) según sexo.



**Figura 3:** Valoración la fortaleza de asociación del índice de adiposidad visceral (VAI) e índice de adiposidad disfuncional (DAI) en Riesgo de Hígado Graso No Alcohólico Zhejiang University (ZJU) según sexo.



**Figura 4:** Valoración de la fortaleza de asociación del índice de adiposidad visceral (VAI) e índice de adiposidad disfuncional (DAI) en Riesgo de Hígado Graso No Alcohólico Lipid accumulation Product (LAP) según sexo



## Discusión

La NAFLD se ha convertido en un problema de salud pública, con un impacto negativo para la salud pero también socioeconómico, y con repercusión en el sistema sanitario. Por ello, la detección temprana y el cribado sistemático es cada vez más importante, especialmente si se tiene en cuenta que es una complicación de patologías metabólicas como la DM2, la obesidad y el síndrome metabólico pero que, con frecuencia no se valorar ni diagnostica o cuando se hace es en formas tardías con la enfermedad hepática ya avanzada<sup>11</sup>. Esto es de especial relevancia en Salud Laboral, donde la actividad preventiva se fundamenta en la prevención primaria, anticipándose a la aparición del daño, en este caso el desarrollo posterior de NAFLD.

El uso de la biopsia hepática para el diagnóstico de NAFLD es sin duda el patrón de referencia pero no accesible en la clínica diaria por su coste y las complicaciones que conlleva, sin embargo este procedimiento, al igual que la ecografía hepática, los ultrasonidos, el fibroScan o la medición mediante *controlled attenuation parameter* (CAP) no son accesibles para los servicios de medicina del trabajo. Es por ello que se recurre a métodos no invasivos que han demostrado ser relativamente efectivos, económicamente accesibles y útiles en un entorno como el de atención primaria y en salud laboral<sup>12</sup>.

El aumento del tejido adiposo visceral incrementa el riesgo de desarrollar enfermedad del hígado graso no

alcohólico (NAFLD) y se relaciona con complicaciones crónicas, especialmente con sujetos con diabetes<sup>13</sup>. Por este motivo realizamos en nuestro estudio una estimación para relacionar el tejido graso visceral y disfuncional (VAI y DAI) con el riesgo de desarrollar NAFLD y poder actuar en prevención desde la esfera laboral y en población aparentemente sana.

El índice de adiposidad visceral (IVA), calculado con el índice de masa corporal, el colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad, los triglicéridos y la circunferencia de la cintura, ha mostrado ser un factor que se asocia con el riesgo de NAFLD incidente en trabajos previos al nuestro<sup>14</sup> coincidiendo con nuestros resultados, que muestran valores de asociación en las curvas ROC  $>0,8$  y, especialmente con las estimaciones de FLI y LAP. En algunos trabajos se afirma que en pacientes con NAFLD el VAI es una expresión cualitativa y cuantitativa de la disfunción del tejido adiposo y que, junto con la resistencia a la insulina, se correlaciona de forma independiente con una fibrosis hepática significativa<sup>15</sup>. Sin embargo, en otros trabajos la puntuación VAI no se asoció con la gravedad de la inflamación o fibrosis hepática y no se recomienda como factor que se relacione con cambios histológicos hepáticos en pacientes con NAFLD<sup>16</sup>.

En lo que respecta al DAI, ha mostrado su utilidad como parámetro de asociación en NAFLD en algunos estudios anteriores al nuestro y asociado con otras complicaciones metabólicas y cardiovasculares como: diabetes, aterosclerosis subclínica e hipertensión<sup>17</sup>.

Tanto el DAI como el VAI son fáciles de obtener utilizando parámetros accesibles, por lo que pueden incorporarse a la práctica clínica para la identificación temprana de anomalías del tejido graso en sujetos aparentemente sanos y prevenir posteriores complicaciones<sup>18</sup>.

Los resultados comparativos de nuestro trabajo con los 4 métodos destacan la fortaleza de asociación de FLI y LAP y coinciden con los obtenidos en otros trabajos en lo que respecta a FLI, siendo menores con LAP. Con HSI, al igual que en nuestro trabajo, los resultados de Lind y cols no tuvieron fortaleza de asociación, a pesar de que en este trabajo de referencia la población fue mayor que la de nuestro estudio ( $>50$  años) y en personas con riesgo metabólico (pacientes con un índice de masa corporal  $> 25$  kg/m<sup>2</sup>, triglicéridos plasmáticos altos o sujetos con diabetes tipo 2). En nuestro trabajo, al contrario, se trata de una población más joven, laboralmente activa y aparentemente sana, lo que dificulta establecer una comparativa entre ambos estudios<sup>19</sup>.

Queda así abierto un campo a futuras investigaciones, asumiendo las aportaciones del VAI y DAI como marcadores de la distribución y disfunción de la grasa visceral, y su fortaleza asociativa con el riesgo cardiovascular y cerebrovascular, al que se añade la evidencia clínica del fuerte vínculo con el riesgo de desarrollar NAFLD. Sin embargo, la patogenia de la esteatosis y fibrosis hepática son diferentes de la aterogénesis y los futuros estudios podrán confirmar si VAI y DAI pueden actuar con rigor asociativo de la fibrosis hepática en diferentes poblaciones, asumiendo las diferencias intersexo y en grandes cohortes de pacientes, antes de poder aplicarlo en la práctica clínica diaria<sup>20</sup>.

Se considera fortaleza de este trabajo su tamaño muestral, el uso de índices específicos de adiposidad como el VAI y el DAI en la capacidad de asociación con el riesgo de desarrollar NAFLD, junto con la comparativa realizada con los distintos métodos de valoración y parámetros utilizados. La mayor debilidad es no tener un comparativo por sectores laborales en esta muestra de población tan extensa, ser un estudio transversal, no poder extrapolar ni generalizar los resultados y no disponer en ámbito laboral de herramientas más potentes para definir el HGNA, como: ultrasonido, FibroScan o la medición mediante *controlled attenuation parameter* (CAP) que se ha propuesto como un método no invasivo para la detección y medición simultánea de esteatosis hepática<sup>21,22</sup>.

## Conclusiones

La prevalencia más elevada de riesgo de NAFLD en ambos sexos se obtiene con HSI y la más baja con FLI. Con los 4 métodos empleados, el riesgo de NAFLD es más elevado en los hombres.

Los índices VAI y DAI muestran alta fortaleza de asociación con el riesgo de desarrollar hígado graso no alcohólico calculado con FLI y LAP en población laboral, moderada fortaleza con ZIU y baja con HSI. Se consideran métodos útiles de prevención primaria, anticipándose a la aparición de hígado graso no alcohólico en salud laboral.

## Financiación

Este trabajo no ha contado con financiación.

## Conflicto de intereses

Durante el desarrollo de esta investigación no se presentó ningún caso de conflicto de interés.

## Bibliografía

- Maurice J, Manousou P. Non-alcoholic fatty liver disease. *Clin Med (Lond)*. 2018 Jun;18(3):245-50.
- Milić S, Lulić D, Štimac D. Non-alcoholic fatty liver disease and obesity: biochemical, metabolic and clinical presentations. *World J Gastroenterol*. 2014 Jul 28;20(28):9330-7.
- España. Ley 31/95, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado* núm. 269.
- Ramírez-Manent JL, Tomás-Gil P, Coll-Villalonga JL, Martí-Llitas P, López-González AA, Paublini H. Relationship between atherogenic dyslipidemia and lipid triad with scales that assess non alcoholic liver disease in 418,343 spanish workers. *Academic Journal of Health Sciences* 2023; 38 (6):66-73 doi: 10.3306/AJHS.2023.38.06.66.
- Lee JH, Kim D, Kim HJ, Lee CH, Yang JI, Kim W, Kim YJ, Yoon JH, Cho SH, Sung MW, Lee HS. Hepatic steatosis index: a simple screening tool reflecting nonalcoholic fatty liver disease. *Dig Liver Dis*. 2010 Jul;42(7):503-8. doi: 10.1016/j.dld.2009.08.002.
- Wang J, Xu C, Xun Y, Lu Z, Shi J, Yu C, Li Y. ZJU index: a novel model for predicting nonalcoholic fatty liver disease in a Chinese population. *Sci Rep*. 2015 Nov 16;5:16494. doi: 10.1038/srep16494.
- Martínez-Almoyna E, Tomás-Gil P, Coll-Villalonga JL, Ramírez-Manent JL, Martí-Llitas P, López-González AA. Relationship between nonalcoholic fatty liver disease and liver fibrosis risk scales and various cardiometabolic risk scales in 219,477 Spanish workers. *Academic Journal of Health Sciences* 2023;38 (5): 138-45 doi: 10.3306/AJHS.2023.38.05.138
- Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, Galluzzo A; AlkaMeSy Study Group. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010 Apr;33(4):920-2. doi: 10.2337/dc09-1825. Epub 2010 Jan 12.
- Bilgin Göçer D, Baş M, Çakır Biçer N, Hajhamidiasl L. Predicting metabolic syndrome by visceral adiposity index, body roundness index, dysfunctional adiposity index, lipid accumulation product index, and body shape index in adults. *Nutr Hosp*. 2022 Aug 25;39(4):794-802. English. doi: 10.20960/nh.03966.
- Vicente-Herrero MT, Egea Sancho M, Ramírez Iñiguez de la Torre MV, López González A.A. Visceral and dysfunctional adiposity indexes: Relationship with cardiometabolic risk factors. *J Clin Trials Exp Investig*. 2023;2(1):53-9 (en prensa)
- Younossi ZM. Enfermedad del hígado graso no alcohólico: una perspectiva de salud pública mundial. *J Hepatol* 2019;70:53-44.
- Bullón-Vela V, Abete I, Tur JA, Konieczna J, Romaguera D, Pintó X, et al. Relationship of visceral adipose tissue with surrogate insulin resistance and liver markers in individuals with metabolic syndrome chronic complications. *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2020 Oct 23;11:2042018820958298. doi: 10.1177/2042018820958298.
- Martínez-Almoyna E, Tomás-Gil P, Coll-Villalonga JL, Ramírez-Manent JL, Riera-Routon K, López-González AA. Variables that influence the values of 7 scales that determine the risk of nonalcoholic fatty liver disease and liver fibrosis in 219,477 spanish workers. *Academic Journal of Health Sciences* 2023; 38 (4): 9-16 doi: 10.3306/AJHS.2023.38.04.9
- Okamura T, Hashimoto Y, Hamaguchi M, Obora A, Kojima T, Fukui M. The visceral adiposity index is a predictor of incident nonalcoholic fatty liver disease: A population-based longitudinal study. *Clin Res Hepatol Gastroenterol*. 2020 Jun;44(3):375-383. doi: 10.1016/j.clinre.2019.04.002.
- Petta S, Amato MC, Di Marco V, Cammà C, Pizzolanti G, Barcellona MR, et al. Visceral adiposity index is associated with significant fibrosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Aliment Pharmacol Ther*. 2012 Jan;35(2):238-47. doi: 10.1111/j.1365-2036.2011.04929.x.
- Carazo A, Salmerón J. La enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) asociada a obesidad: un proceso multifactorial. *Rev. esp. enferm. dig*. 2014 dic ;106 (8):501-4.
- Xu C, Ma Z, Wang Y, Liu X, Tao L, Zheng D, et al. Visceral adiposity index as a predictor of NAFLD: A prospective study with 4-year follow-up. *Liver Int*. 2018 Dec;38(12):2294-2300. doi: 10.1111/liv.13941.
- Reyes-Barrera J, Sainz-Escárrega VH, Medina-Urritia AX, Jorge-Galarza E, Osorio-Alonso H, Torres-Tamayo M, et al. Dysfunctional adiposity index as a marker of adipose tissue morpho-functional abnormalities and metabolic disorders in apparently healthy subjects. *Adipocyte*. 2021 Dec;10(1):142-52. doi: 10.1080/21623945.2021.1893452.
- Lind L, Johansson L, Ahlström H, Eriksson JW, Larsson A, Risérus U, et al. Comparison of four non-alcoholic fatty liver disease detection scores in a Caucasian population. *World J Hepatol*. 2020 Apr 27;12(4):149-159. doi: 10.4254/wjh.v12.i4.149.
- Targher G, Day C, Bonora E. Risk of cardiovascular disease in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *N Engl J Med* 2010;363:1341-50.
- Chan WK, Nik Mustapha NR, Mahadeva S. Controlled attenuation parameter for the detection and quantification of hepatic steatosis in nonalcoholic fatty liver disease. *J Gastroenterol Hepatol*. 2014;29(7):1470-6. doi: 10.1111/jgh.12557.
- Graffigna M, Catoira N, Soutelo J, Azpelicueta A, Berg G, Perel C. Diagnosis of hepatic steatosis using clinical, biochemical and imaging method. *Rev argent endocrinol metab*.2017;54(1):37-46