

Original

Evaluación del papel de la sarcopenia y de los parámetros de la PET/TC con [^{18}F]FDG en el pronóstico del adenocarcinoma ductal de páncreas

H. Önner*, M.N. Calderon Tobar, L. Perктаş, F. Yilmaz y G. Kara Gedik

Department of Nuclear Medicine, Medical Faculty, Selcuk University, Konya, Turquía

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 6 de junio de 2024

Aceptado el 16 de julio de 2024

On-line el 10 de septiembre de 2024

Palabras clave:

Adenocarcinoma ductal de páncreas

Sarcopenia

Fludeoxiglucosa

PET

RESUMEN

Este estudio investiga la relación entre los parámetros metabólicos de la PET/TC con ^{18}F -fludeoxiglucosa (^{18}F]FDG), las características clínico-patológicas y la sarcopenia en pacientes con adenocarcinoma ductal de páncreas (ACDP), así como evalúa su rol pronóstico.

Material y métodos: Se evaluaron retrospectivamente el valor máximo de captación estandarizada del tumor primario (SUVmax), el volumen tumoral metabólico (VTM) y la glucólisis total de la lesión (GTL), así como los factores clínico-patológicos. Se empleó la tomografía computarizada (TC) para evaluar el índice de masa muscular esquelética (IME). La sarcopenia se definió en base al IME calculado en la tercera vértebra lumbar (L3). Los valores de corte del IME para determinar el estatus de sarcopenia fueron de $44,77\text{ cm}^2/\text{m}^2$ para los hombres y de $32,50\text{ cm}^2/\text{m}^2$ para las mujeres. El criterio de valoración principal utilizado fue la supervivencia global (SG). Los datos de SG se analizaron mediante el método de Kaplan-Meier y se compararon mediante la prueba del orden logarítmico (log-rank). Para identificar los factores pronósticos de la sarcopenia se utilizó una regresión logística multivariable después de obtener una regresión logística univariable. Se utilizó el análisis de regresión de los riesgos proporcionales de Cox para determinar aquellos factores pronósticos de la SG.

Resultados: De los 86 pacientes incluidos en el estudio, 37 (43%) fueron diagnosticados de sarcopenia. En comparación con los pacientes sin sarcopenia, se observó sarcopenia en los pacientes de edad avanzada ($p=0,028$) y en los pacientes con un índice de masa corporal (IMC) más bajo ($p=0,001$). La edad y el IMC fueron factores pronósticos independientes de la sarcopenia. El análisis univariable identificó la sarcopenia, el estadio avanzado y un GTL del tumor primario más alto como predictores significativos de la supervivencia global. El análisis multivariado de regresión de Cox reveló que el estadio tumoral avanzado ($p=0,017$) y una GTL más elevada ($p=0,042$) predijeron de forma independiente la SG. La mediana de SG fue de 9,4 meses en los pacientes sin sarcopenia y de 5,0 meses en los pacientes con sarcopenia ($p=0,021$).

Conclusión: En esta cohorte de estudio, la enfermedad en estadio avanzado y una GTL primaria tumoral más elevada se identificaron como predictores independientes de la SG en pacientes con ACDP. Además, enfatizamos la importancia de incorporar la determinación de la sarcopenia a partir de la PET/TC con [^{18}F]FDG en la evaluación pronóstica y el manejo clínico de pacientes con ACDP. Aunque la sarcopenia se asoció con una SG más corta en el análisis univariable, no constituyó un predictor independiente en el análisis multivariable.

© 2024 Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

Evaluating the role of sarcopenia and [^{18}F]FDG PET/CT parameters in prognosis of pancreatic ductal adenocarcinoma

A B S T R A C T

Keywords:

Pancreatic ductal adenocarcinoma

Sarcopenia

Fluorodeoxyglucose

PET

This study investigates the relationship between ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}F]FDG) positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) metabolic parameters, clinicopathological characteristics, and sarcopenia in patients with pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) and evaluates their prognostic roles.

Material and methods: The primary tumor's maximum standard uptake (SUVmax), metabolic tumor volume (MTV), and total lesion glycolysis (TLG) values, as well as clinicopathological factors, were evaluated retrospectively. Computed tomography (CT) was used to assess the skeletal muscle index (SMI). Sarcopenia was defined based on SMI calculated at the third lumbar vertebra (L3). SMI cut-off values for sarcopenia were accepted as $44.77\text{ cm}^2/\text{m}^2$ for men and $32.50\text{ cm}^2/\text{m}^2$ for women. The primary endpoint

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: hasanonner@gmail.com (H. Önner).

was the overall survival (OS). OS data were analyzed by the Kaplan-Meier method and compared using the log-rank test. To identify predictive factors for sarcopenia, multivariable logistic regression was used following univariable logistic regression. Cox proportional hazards regression analyses were used to find predictors of OS.

Results: Of the 86 patients included in the study, 37 (43%) were diagnosed with sarcopenia. Compared with non-sarcopenic patients, sarcopenia was observed in older patients ($P = .028$) and patients with lower body mass index (BMI) ($P = .001$). Age and BMI independently predicted sarcopenia. Univariate analysis identified sarcopenia, advanced stage, and higher primary tumor TLG as significant predictors of overall survival. Multivariate Cox regression analysis revealed that the advanced tumor stage ($P = .017$) and higher TLG ($P = .042$) independently predicted OS. The median OS was 9.4 months in non-sarcopenic patients and 5.0 months in sarcopenic patients ($P = .021$).

Conclusion: In this study cohort, advanced-stage disease and higher primary tumor TLG were identified as independent predictors of OS in patients with PDAC. Additionally, we emphasize the importance of incorporating [^{18}F]FDG PET/CT-derived sarcopenia assessments into the prognostic evaluation and clinical management of PDAC patients. While sarcopenia was associated with shorter OS in univariate analysis, it was not an independent predictor in multivariate analysis.

© 2024 Sociedad Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

Introducción

El cáncer de páncreas continúa siendo una de las neoplasias malignas con mayor mortalidad, con una tasa de supervivencia a los 5 años del 12% únicamente¹. La insuficiencia del páncreas exocrino, que provoca malnutrición y malabsorción, está presente en la mayoría de los pacientes con cáncer de páncreas². En consecuencia, en todas las fases de la enfermedad suelen observarse la malnutrición y la pérdida de peso³. Cada vez es mayor el interés por evaluar el estado nutricional y la composición corporal de los pacientes con cáncer de páncreas a efectos de su pronóstico.

La sarcopenia, un importante problema de salud introducido por primera vez por Rosenberg en 1989, se define como la pérdida de masa y función de la musculatura esquelética, que es progresiva y generalizada⁴. En los últimos años la sarcopenia ha sido reconocida como una enfermedad problemática que se asocia a un mal pronóstico y a mortalidad, y también se ha considerado como un impedimento para el tratamiento del cáncer⁵. La sarcopenia puede exacerbar la toxicidad de la quimioterapia, prolongar las estancias hospitalarias y reducir la adherencia al tratamiento, lo que repercute negativamente en la calidad de vida y la supervivencia del paciente. Aunque no se han encontrado intervenciones eficaces, un soporte dietético oportuno podría ser de ayuda para prevenir una mayor pérdida muscular en los pacientes con cáncer de páncreas⁶.

Las causas de la sarcopenia son multifactoriales e incluyen el deterioro muscular asociado a la edad y la caquexia producida por cáncer⁷. Existen varios métodos para evaluar la sarcopenia, como las medidas directas como son la velocidad de la marcha y la fuerza de prensión, así como medidas indirectas como son la ecografía y las imágenes tomográficas⁸. Actualmente, el índice de la musculatura esquelética (IME), obtenido a partir de imágenes axiales como la tomografía computarizada (TC), constituye uno de los métodos más utilizados para evaluar la sarcopenia, debido a su precisión y reproducibilidad⁹.

La tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada (PET/TC) con ^{18}F -fludeoxiglucosa ([^{18}F]FDG) se emplea generalmente para el diagnóstico, para la estadificación, para la detección de recidivas y para la valoración del pronóstico del cáncer de páncreas. Además, puede evaluar la composición corporal sin provocar una irradiación adicional al paciente¹⁰. Sin embargo, existen muy pocos estudios sobre la evaluación de la sarcopenia determinada mediante la PET/TC con [^{18}F]FDG en los pacientes con cáncer de páncreas^{10,11}.

Este estudio investigó el papel pronóstico de la sarcopenia evaluada mediante la PET/TC con [^{18}F]FDG. Concretamente, se evaluó la relación existente entre la sarcopenia, los parámetros de la PET/TC

y los factores clínico-patológicos en pacientes con adenocarcinoma ductal de páncreas (ACDP), así como se investigó el valor pronóstico de estos factores. La determinación del papel predictivo de estos parámetros puede servir de guía en el tratamiento de esta enfermedad.

Material y métodos

Pacientes

En este estudio se incluyeron de forma consecutiva pacientes con ACDP pretratados que fueron sometidos a una PET/TC con [^{18}F]FDG para su estadificación en nuestro hospital entre febrero de 2017 y diciembre de 2023. Este estudio retrospectivo fue autorizado por el comité de ética institucional de nuestra Facultad de Medicina. Se registró la edad de los pacientes (considerando que el Instituto Nacional sobre el Envejecimiento define como adultos mayores a partir de los 65 años, los pacientes se dividieron en dos grupos, a saber: < 65 y ≥ 65 años), así como el sexo. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) y las medidas de sarcopenia. Se determinó el estadio de la enfermedad (estadios iniciales I-II y estadios avanzados III-IV), la localización del tumor (cabeza vs. cuerpo-cola del páncreas), así como los parámetros de la PET/TC con [^{18}F]FDG (SUVmax, VTM y GTL).

PET/TC con [^{18}F]FDG

Todos los pacientes permanecieron en ayunas un mínimo de 6 horas antes de recibir la inyección de [^{18}F]FDG. En el momento de la inyección, el nivel de glucemia fue inferior a 150 ng/ml. Las imágenes PET se adquirieron 60 ± 10 minutos después de la inyección de la [^{18}F]FDG, con una dosis administrada comprendida entre los 205 y los 410 MBq. El estudio se adquirió con un equipo PET/TC (Biograph mCT, Siemens Healthineers, Erlangen, Alemania). Se obtuvo la TC (120 keV, 10-90 mA) y la PET (3 minutos por cada posición de la mesa de exploración, *bed*) desde el vértice de calota craneal hasta la región media de muslos. La TC se realizó sin contraste. Las imágenes finales se obtuvieron mediante un método de reconstrucción que combinaba datos de la PET y la TC.

Parámetros de la PET/TC con [^{18}F]FDG

Un médico nuclear experto analizó las imágenes de la PET/TC de forma semicuantitativa y cualitativa, utilizando software estándar (Syngo.via; Siemens Medical Solutions). A partir de una región de

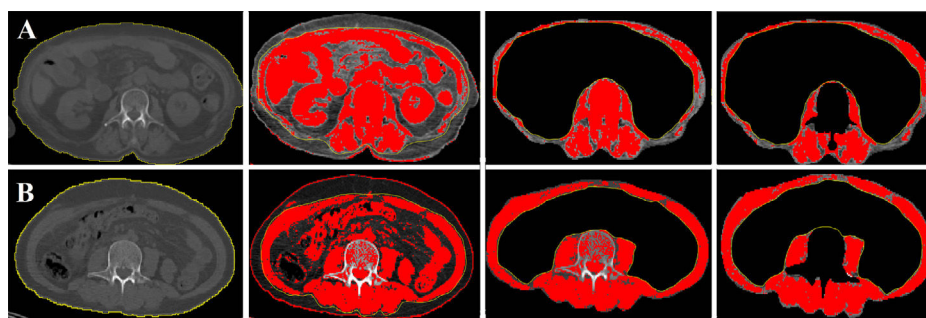


Figura 1. Demostración de las mediciones del IME en pacientes con (A) y sin (B) sarcopenia.

interés (ROI) dibujada manualmente que incluía el tumor primario, se determinó el valor máximo de captación estándar (SUVmax). Se calculó el volumen tumoral metabólico del tumor primario (VTM) empleando un umbral del 40% del SUVmax, y se determinó la glucólisis total (GTL) del tumor primario a partir de la siguiente fórmula: $GTL = SUV_{medio} \times VTM$.

Determinaciones de la sarcopenia

Para calcular las mediciones de la sarcopenia se empleó el componente TC de la exploración PET/TC. El paquete informático de imagen (ImageJ, versión 2.0, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, EE.UU.) calculó el área total de músculo esquelético (AME, en cm^2) a nivel de la tercera vértebra lumbar (L3). Se utilizaron las unidades Hounsfield para identificar la masa esquelética, con un rango umbral de -29 a 150 unidades Hounsfield. A continuación se calculó el IME normalizando el AME según la altura del paciente. Basándose en estudios previos, para determinar una sarcopenia se aceptaron como valores de corte del IME $44,77 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ para los hombres y $32,50 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ para las mujeres¹². Se calculó el IMC como $\text{masa}/\text{altura}^2$. Los pacientes se dividieron en dos grupos: aquellos con un IMC elevado (≥ 25) vs. aquellos con un IMC bajo (< 25). En la [figura 1](#) se muestran las determinaciones del IME de los pacientes con y sin sarcopenia.

Estatus de supervivencia

Se contactó con los familiares de los pacientes para recabar información sobre su supervivencia. Se determinó el criterio de valoración de la supervivencia global (SG) en base a la fecha del seguimiento para los supervivientes y a la fecha de fallecimiento de los no supervivientes. Se definió la SG por el intervalo de tiempo transcurrido desde la exploración PET/TC hasta el fallecimiento por cualquier causa o hasta finales de diciembre de 2023.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS versión 21.0 (IBM Corp., Armonk, Nueva York, EE.UU.). Las variables continuas se presentaron como mediana (rango, mínimo-máximo) y se compararon mediante una prueba t-test para datos independientes, o la prueba U de Mann-Whitney. Las variables categóricas (edad, sexo, IMC, estado sarcopénico, localización del tumor, estadio) se presentaron como frecuencias. Los pacientes se dividieron en subgrupos según un SUVmax bajo ($< 10,85$) o elevado ($\geq 10,85$), VTM bajo ($< 10,4$) o elevado ($\geq 10,4$), y GTL baja ($< 53,03$) o elevada ($\geq 53,03$) a partir de la prueba del orden logarítmico (log-rank) de la SG. Para identificar los factores pronósticos de la sarcopenia se empleó la regresión logística multivariable después de obtener la regresión logística univariable. Se utilizó el análisis de regresión de riesgos proporcionales de Cox para determinar los factores pronós-

ticos de la SG. Los datos de la SG se analizaron mediante el método de Kaplan-Meier con la prueba de orden logarítmico. Se consideró un valor de la p inferior a 0,05 como estadísticamente significativo.

Resultados

En el estudio se incluyeron 86 pacientes con ACDP (31 mujeres y 55 hombres), con una mediana de edad de 65 años (rango 43-85). La [tabla 1](#) resume los datos demográficos de los pacientes. En 49 pacientes (56%) el tumor primario se localizó en la cabeza del páncreas, mientras que en 37 (43%) se ubicó en el cuerpo-cola.

Parámetros de la PET/TC con $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$

La mediana de los valores obtenidos de SUVmax, VTM y GTL de los tumores primarios fue de 9,8, 19,9 y 177,4, respectivamente. No hubo diferencias significativas en estos parámetros entre los pacientes con y sin sarcopenia.

Determinaciones de la sarcopenia

En 37 (43%) pacientes se detectó sarcopenia, siendo esta ausente en 49 (57%) pacientes. Según el análisis de regresión logística multivariable, la sarcopenia apareció con mayor frecuencia en los pacientes de edad avanzada ($p=0,046$) y en los pacientes con un menor IMC ($p=0,002$). No hubo diferencias significativas entre los pacientes con y sin sarcopenia respecto a los siguientes parámetros: sexo, localización del tumor y su estadio. La regresión logística univariable mostró que una edad más avanzada (≥ 65 años) (cociente de riesgo o hazard ratio en inglés [HR] = 2,692; IC del 95%: 1,114-6,506; $p=0,028$) y un IMC más bajo (≤ 25) (HR = 4,476; IC del 95%: 1,789-11,201; $p=0,001$) se asociaban a sarcopenia. El análisis de regresión logística multivariable identificó además que la edad avanzada (≥ 65 años) (HR = 4,466; IC del 95%: 1,718-11,613; $p=0,046$) y un IMC bajo (≤ 25) (HR = 4,437; IC del 95%: 1,755-11,216; $p=0,002$) eran factores pronósticos independientes de sarcopenia. La [tabla 2](#) muestra los análisis de regresión logística uni y multivariable para pronosticar la sarcopenia.

Estatus de supervivencia

La mediana de seguimiento fue de 9,5 meses (rango: 0,5-70 meses). Durante este intervalo de tiempo, 73 pacientes (84,9%) causaron exitus. La mediana de la SG fue de 6,9 meses, y la tasa de SG a los 12 y 24 meses fue del 30,2% y del 19,8%, respectivamente. El análisis de regresión univariable de Cox mostró que la situación de sarcopenia, el estadio de la enfermedad, el VTM y la GTL se asociaban con la SG. El análisis de regresión multivariable de Cox reveló que un estadio avanzado (III-IV) ($p=0,017$; cociente de riesgo [HR] = 2,437; IC del 95% = 1,172-5,069) y una GTL más elevada ($\geq 53,03$) ($p=0,042$; HR = 2,046; IC del 95% = 1,026-4,083)

Tabla 1
Características de los pacientes y diferencias existentes entre los pacientes con y sin sarcopenia

Característica	Todos los pacientes (n = 86)	Pacientes con sarcopenia (n = 37, 43%)	Pacientes sin sarcopenia (n = 49, 57%)	p
Mediana de edad (rango, años)	65 (43-85)	68 (44-85)	63 (43-85)	0,046
Sexo, n				0,353
Femenino	31	12	19	
Masculino	55	25	30	
IMC				<0,001
< 25	42	10	32	
≥ 25	44	27	17	
Localización tumoral				0,243
Cabeza de páncreas	49	19	30	
Cuerpo-cola de páncreas	37	18	19	
Estadio				0,147
I-II	20	6	14	
III-IV	66	31	35	
Parámetros de la PET/TC				
SUVmax (mediana, rango)	9,8 (3,8-13,7)	9,74 (4,0-70,4)	9,7 (3,7-32,3)	0,744
VTM (mediana, rango)	19,9 (5,2-132,2)	21,1 (5,2-110,6)	18,4 (6,1-132,2)	0,565
GTL (mediana, rango)	105,5 (12,1-1209)	105,3 (22,0-1209)	105,7 (12,1-688,9)	0,892

Los valores en **negrita** indican significación estadística.

Tabla 2
Análisis de regresión logística uni y multivariable para predecir la sarcopenia

Variables	Univariable		Multivariable	
	p	HR (IC del 95%)	p	HR (IC del 95%)
Edad (≥ 65 años)	0,028	2,692 (1,114-6,506)	0,046	4,466 (1,718-11,613)
Sexo (femenino)	0,752	1,154 (0,474-2,807)		
IMC (≤ 25)	0,001	4,476 (1,789-11,201)	0,002	4,437 (1,755-11,216)
Localización tumoral (cuerpo-cola de páncreas)	0,522	1,214 (0,431-3,528)		
Estadio (III-IV)	0,150	2,196 (0,752-6,411)		
SUVmax tumoral (≥ 10,85)	0,813	1,110 (0,467-2,638)		
VTM tumoral (≥ 10,4)	0,519	1,393 (0,509-3,812)		
GTL tumoral (≥ 53,03)	0,393	1,544 (0,569 -4,188)		

Los valores en **negrita** indican significación estadística.

Tabla 3
Análisis de regresión de los riesgos proporcionales de Cox uni y multivariable para la valoración de la supervivencia global

Variables	Univariable		Multivariable	
	p	HR (IC del 95%)	p	HR (IC del 95%)
Edad (≥ 65 años)	0,486	0,920 (0,729-1,163)		
Sexo (femenino)	0,576	1,071 (0,841-1,364)		
Sarcopenia (sí)	0,041	0,616 (0,388-0,980)	0,261	1,309 (0,818-2,096)
IMC (≥ 25)	0,570	0,935 (0,741-1,179)		
Localización tumoral (cuerpo-cola de páncreas)	0,444	0,833 (0,522-1,329)		
Estadio (III-IV)	<0,001	3,674 (1,880-7,179)	0,017	2,437 (1,172-5,069)
SUVmax tumoral (≥ 10,85)	0,089	1,512 (0,941-2,429)		
VTM tumoral (≥ 10,4)	0,001	3,013 (1,597-5,682)		
GTL tumoral (≥ 53,03)	<0,001	3,157 (1,694-5,884)	0,042	2,046 (1,026-4,083)

Los valores en **negrita** indican significación estadística.

constituían factores pronósticos independientes de una mala SG. El análisis de supervivencia de Kaplan-Meier mostró que la SG de los pacientes con sarcopenia era significativamente inferior a la de los pacientes sin sarcopenia. La mediana de la SG fue de 9,4 meses (IC del 95%: 5,116-13,684) en los pacientes sin sarcopenia y de 5,0 meses (IC del 95%: 2,299-7,635) en los pacientes con sarcopenia (p=0,021). La [tabla 3](#) muestra los análisis de regresión de riesgos proporcionales de Cox uni y multivariable para la supervivencia global. La [figura 2](#) muestra las curvas de Kaplan-Meier para la SG según el estado de sarcopenia.

Discusión

Este estudio evaluó el impacto de la sarcopenia, los factores clínico-patológicos y los parámetros metabólicos de la PET/TC con [¹⁸F]FDG en la predicción de la SG en los pacientes con ACDP. Nuestros resultados mostraron que el estadio avanzado de la enfer-

medad y una GTL del tumor primario más elevada constituían factores pronósticos independientes de una mala SG. La situación de sarcopenia fue un factor pronóstico significativo de la SG en el análisis univariable, pero no en el análisis multivariable. El deterioro progresivo de la masa muscular esquelética, situación conocida como sarcopenia, se relaciona con un mayor riesgo de eventos desfavorables, como caídas, fracturas, deterioro físico e incluso la muerte¹³. Existen varios factores que se han asociado a la aparición y progresión de la sarcopenia¹⁴, incluyendo el estrés oxidativo y la inflamación molecular, que fomentan la degradación muscular^{14,15}. Además, el músculo esquelético es el responsable de la autonomía del paciente y funciona como un órgano secretor secundario, con funciones endocrinas que influyen en diversos sistemas¹⁶. La sarcopenia puede evaluarse mediante diferentes técnicas de imagen, como son la ecografía (ECO), la densitometría radiológica de energía dual, la TC y la resonancia magnética¹⁶. La TC resulta par-

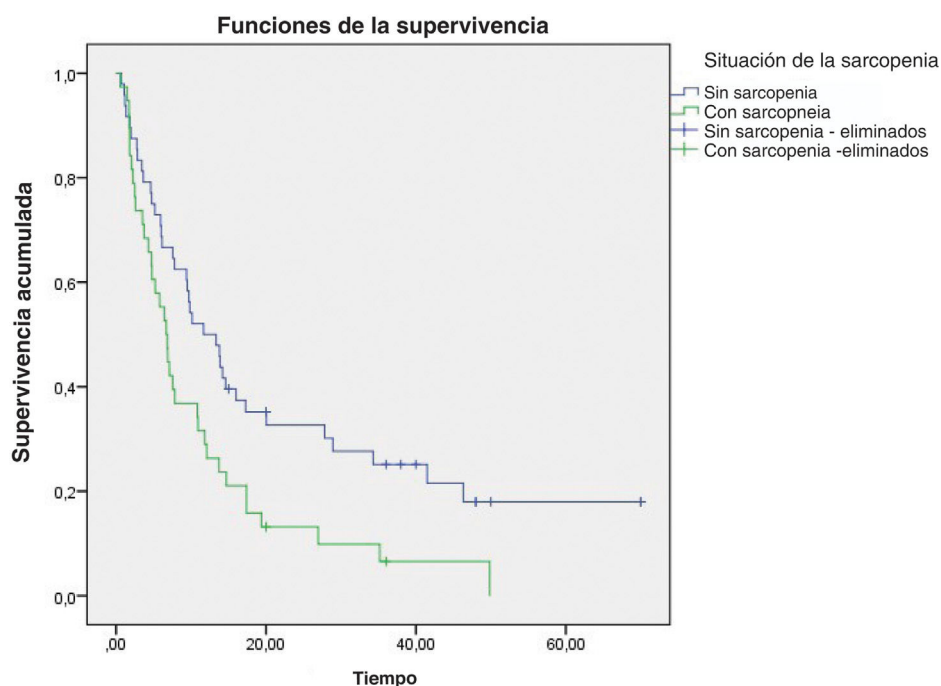


Figura 2. Curvas de Kaplan-Meier de la supervivencia global (SG) según la situación de sarcopenia.

ticularmente eficaz para evaluar la masa muscular y se considera el patrón de referencia para el análisis de composición corporal, especialmente en aquellos pacientes nutricionalmente vulnerables¹⁷. Aunque la evaluación de la masa muscular mediante TC es sumamente eficaz debido a su precisión y reproducibilidad, su principal desventaja estriba en una elevada irradiación del paciente y en la necesidad de un programa informático específico.

La PET/TC con [¹⁸F]FDG es una técnica de imagen utilizada de forma rutinaria como parte del instrumental diagnóstico en oncología: puede evaluar de forma simultánea la composición corporal y los factores pronósticos en pacientes con cáncer de páncreas sin producir una mayor exposición a la radiación ni incurrir en costes adicionales en la obtención de las imágenes, lo que proporciona ventajas diagnósticas adicionales. Se ha demostrado que las determinaciones de la sarcopenia obtenidas a partir de las imágenes de la TC a dosis bajas de la PET/TC con [¹⁸F]FDG se correlacionan estrechamente con las mediciones derivadas de la TC a dosis altas¹⁸. En diferentes neoplasias malignas se ha investigado mediante las imágenes de las PET/TC el efecto de la sarcopenia en pacientes con cáncer¹⁹⁻²¹.

La mayoría de los pacientes con cáncer de páncreas experimentan una pérdida de musculatura esquelética, lo que disminuye su tolerancia a la medicación adyuvante postoperatoria^{14,22,23}. La sarcopenia pronóstica, de forma independiente, la aparición de complicaciones tras una pancreatometomía por ACDP^{24,25}, y también es un factor independiente de mal pronóstico en los pacientes tratados, tanto con intención curativa como paliativa^{26,27}. Los estudios han demostrado que la edad avanzada se asocia a la aparición de sarcopenia en pacientes con cáncer de páncreas^{10,14,25}. Sin embargo, Choi et al.²⁸ describieron que los pacientes con sarcopenia presentaban un menor IMC en comparación con los pacientes sin sarcopenia, sin observar diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad y el sexo. En nuestro estudio, la sarcopenia fue habitual en los pacientes de edad avanzada y en aquellos con menor IMC, sin observar diferencias significativas en función del sexo.

Los estudios que han investigado la relación entre la sarcopenia y el pronóstico del cáncer de páncreas muestran una variabilidad

en los efectos de la sarcopenia sobre la supervivencia. Un estudio descubrió que la sarcopenia aumentaba el riesgo de muerte en un 63% en los 3 años posteriores a la cirugía pancreática¹⁶. Hubo otro estudio que indicó que la sarcopenia era un buen factor pronóstico en la aparición de complicaciones y de fallecimiento en el postoperatorio¹⁹. Ishii et al.¹² describieron que una reducción en la masa muscular esquelética puede ser un marcador pronóstico importante en pacientes con cáncer de páncreas irresecable sometidos a quimioterapia sistémica. En cambio, Zhang et al.¹⁰ no hallaron que la sarcopenia fuera un factor de riesgo independiente para la SG en pacientes con cáncer de páncreas. Hubo otro estudio que describió que el único factor pronóstico independiente y significativo era la finalización de todos los tratamientos, incluida la pancreatometomía²⁹. En el estudio realizado por Chan et al.¹¹, que incluyó a pacientes con tumores pancreáticos neuroendocrinos que recibieron tratamiento con receptores peptídicos marcados con radionúclidos, hallaron que la sarcopenia no afectaba a la supervivencia. En consonancia con estos hallazgos, nuestro estudio tampoco identificó la sarcopenia como un factor de riesgo independiente para la SG en pacientes con ACDP. Sin embargo, hemos observado que los pacientes con sarcopenia presentaban una SG significativamente más corta que los pacientes sin sarcopenia.

A la hora de emitir un pronóstico del ACDP, los parámetros metabólicos derivados de la PET/TC con [¹⁸F]FDG, como son el SUVmax, el VTM y la GTL, han mostrado una relevancia clínica significativa. El VTM y la GTL reflejan tanto la actividad metabólica como el volumen tumoral, proporcionando una evaluación más completa de la carga tumoral que el SUVmax por sí solo^{30,31}. Los estudios han demostrado que valores elevados de VTM y de GTL se correlacionan con una menor tasa de SG, lo que los convierte en valiosos biomarcadores con capacidad pronóstica en el ACDP. Por ejemplo, el estudio de Mohamed et al.³² reveló que los pacientes con una GTL elevada presentaban unos intervalos de supervivencia significativamente más cortos, lo que subraya el poder predictivo de dicho parámetro. Además, el estudio de Lee et al.³³ destacó el valor predictivo del VTM y la GTL, mostrando que los valores más elevados de dichos parámetros se asociaban con estadios avanzados de la enfermedad y con una peor evolución. Del mismo modo, en el presente estudio

y en nuestro estudio anterior³⁴, en el que evaluamos a pacientes con cáncer de páncreas resecable, hemos observado que la GTL era un factor pronóstico independiente de una mala SG. Además, la PET/TC con [¹⁸F]FDG puede facilitar una estadificación precisa de la enfermedad. Según las guías de la *National Comprehensive Cancer Network (NCCN)* norteamericana, la PET/TC con [¹⁸F]FDG puede reducir las cirugías innecesarias en un 20%³⁵. Además, la incorporación de las determinaciones del VTM y la GTL en el manejo clínico del ACDP puede mejorar la predicción del pronóstico de los pacientes y servir de guía para planteamientos terapéuticos más personalizados.

Este estudio también presenta varias limitaciones. En primer lugar, se trata de un estudio retrospectivo realizado en una sola institución con relativamente pocos pacientes. En segundo lugar, su diseño retrospectivo produjo una ausencia de evaluaciones de carácter funcional validadas sobre la composición muscular y corporal, así como la imposibilidad para evaluar el contenido muscular, y tampoco se tomó ninguna medida para modificar el estado de sarcopenia de los pacientes con anterioridad o en el curso de su tratamiento. Otras limitaciones residen en que no utilizamos valores de corte de la sarcopenia específicos para cada edad, y que tampoco existe un consenso sobre estos valores en la bibliografía.

Conclusión

En conclusión, este estudio destaca la importancia pronóstica de la sarcopenia y de los parámetros de la PET/TC con [¹⁸F]FDG en pacientes con ACDP. Aunque la sarcopenia se asoció a una SG más corta en el análisis univariable, no se identificó como un factor pronóstico independiente en el análisis multivariable. En cambio, sí que se identificaron como factores independientes un estadio avanzado de la enfermedad y una GTL elevada. Sin embargo, sí que observamos que los pacientes con sarcopenia tenían una SG significativamente más corta respecto a los pacientes sin sarcopenia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Salu P, Reindl KM. Advancements in preclinical models of pancreatic cancer. *Pancreas*. 2024;53:e205–L220.
- Vujasinovic M, Valente R, del Chiaro M, Permert J, Löhr JM. Pancreatic exocrine insufficiency in pancreatic cancer. *Nutrients*. 2017;9:183.
- Rovesti G, Valoriani F, Rimini M, Bardasi C, Ballarin R, di Benedetto F, et al. Clinical implications of malnutrition in the management of patients with pancreatic cancer: Introducing the concept of the nutritional oncology board. *Nutrients*. 2021;13:3522.
- Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA. Sarcopenia. *Lancet*. 2019;393:2636–46.
- Ligibel JA, Schmitz KH, Berger NA. Sarcopenia in aging, obesity, and cancer. *Transl Cancer Res*. 2020;9:5760–71.
- Basile D, Corvaja C, Caccialanza R, Aprile G. Sarcopenia: Looking to muscle mass to better manage pancreatic cancer patients. *Curr Opin Support Palliat Care*. 2019;13:279–85.
- Peterson SJ, Mozer M. Differentiating sarcopenia and cachexia among patients with cancer. *Nutr Clin Pract*. 2017;32:30–9.
- Muraki I. Muscle mass assessment in sarcopenia: A narrative review. *JMA J*. 2023;6:381–6.
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48:16–31.
- Zhang Q, Ren J, Tan X, He M, Qiu T, Jiang L. 18 F-fluorodeoxyglucose PET/computed tomography metabolic parameters and sarcopenia in pancreatic cancer. *Nucl Med Commun*. 2023;44:719–25.

- Chan DL, Clarke SJ, Engel A, Diakos CI, Pavlakis N, Roach PJ, et al. Computed tomography (CT)-defined sarcopenia and myosteatosis are prevalent in patients with neuroendocrine neoplasms (NENs) treated with peptide receptor radionuclide therapy (PRRT). *Eur J Clin Nutr*. 2022;76:143–9.
- Zeng X, Shi ZW, Yu JJ, Wang LF, Luo YY, Jin SM, et al. Sarcopenia as a prognostic predictor of liver cirrhosis: A multicentre study in China. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12:1948–58.
- Woo J, Leung J, Morley JE. Defining sarcopenia in terms of incident adverse outcomes. *J Am Med Dir Assoc*. 2015;16:247–52.
- Kim IH, Choi MH, Lee IS, Hong TH, Lee MA. Clinical significance of skeletal muscle density and sarcopenia in patients with pancreatic cancer undergoing first-line chemotherapy: A retrospective observational study. *BMC Cancer*. 2021;21:77.
- Meng SJ, Yu LJ. Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. *Int J Mol Sci*. 2010;11:1509–26.
- Tagliafico AS, Bignotti B, Torri L, Rossi F. Sarcopenia: How to measure, when and why. *Radiol Med*. 2022;127:228–37.
- Éb NB, Daly LE, Power DG, Cushen SJ, MacEneaney P, Ryan AM. Computed tomography diagnosed cachexia and sarcopenia in 725 oncology patients: Is nutritional screening capturing hidden malnutrition? *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9:295–305.
- Albano D, Camoni L, Rinaldi R, Tucci A, Zilioli VR, Muzi C, et al. Comparison between skeletal muscle and adipose tissue measurements with high-dose CT and low-dose attenuation correction CT of (18)F-FDG PET/CT in elderly Hodgkin lymphoma patients: A two-centre validation. *Br J Radiol*. 2021;94, 20200672.
- Bas V, Umit EG, Korkmaz U, Baysal M, Karaman Gulsaran S, Demirci U, et al. Sarcopenia in Hodgkin's lymphoma evaluated with 18-FDG PET/CT, focus on age, performance, and treatment. *Support Care Cancer*. 2021;29:2475–80.
- Anconina R, Ortega C, Metser U, Liu ZA, Elimova E, Allen M, et al. Combined 18F-FDG PET/CT radiomics and sarcopenia score in predicting relapse-free survival and overall survival in patients with esophagogastric cancer. *Clin Nucl Med*. 2022;47:684–91.
- Tan X, Yuan H, Li D, Sun X, Ding C, Jiang L. Clinical and prognostic role of 2-[(18)F]FDG PET/CT and sarcopenia in treatment-naïve patients with T-cell lymphoblastic lymphoma. *Ann Hematol*. 2022;101:2699–709.
- Liu C, An L, Zhang S, Deng S, Wang N, Tang H. Association between preoperative sarcopenia and prognosis of pancreatic cancer after curative-intent surgery: A updated systematic review and meta-analysis. *World J Surg Oncol*. 2024;22:38.
- Takeda T, Sasaki T, Suzumori C, Mie T, Furukawa T, Yamada Y, et al. The impact of cachexia and sarcopenia in elderly pancreatic cancer patients receiving palliative chemotherapy. *Int J Clin Oncol*. 2021;26:1293–303.
- Joglekar S, Asghar A, Mott SL, Johnson BE, Button AM, Clark E, et al. Sarcopenia is an independent predictor of complications following pancreatectomy for adenocarcinoma. *J Surg Oncol*. 2015;111:771–5.
- Peng P, Hyder O, Firoozmand A, Kneuert P, Schulick RD, Huang D, et al. Impact of sarcopenia on outcomes following resection of pancreatic adenocarcinoma. *J Gastrointest Surg*. 2012;16:1478–86.
- Joglekar S, Nau PN, Mezhr JJ. The impact of sarcopenia on survival and complications in surgical oncology: A review of the current literature. *J Surg Oncol*. 2015;112:503–9.
- Choi Y, Oh DY, Kim TY, Lee KH, Han SW, Im SA, et al. Skeletal muscle depletion predicts the prognosis of patients with advanced pancreatic cancer undergoing palliative chemotherapy, independent of body mass index. *PLoS One*. 2015;10, e0139749.
- Choi MH, Yoon SB, Lee K, Song M, Lee IS, Lee MA, et al. Preoperative sarcopenia and post-operative accelerated muscle loss negatively impact survival after resection of pancreatic cancer. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9:326–34.
- Cooper AB, Slack R, Fogelman D, Holmes HM, Petzel M, Parker N, et al. Characterization of anthropometric changes that occur during neoadjuvant therapy for potentially resectable pancreatic cancer. *Ann Surg Oncol*. 2015;22:2416–23.
- Ekmekcioglu Ö, Battal M, Bostancı Ö, Yılmaz Özgüven B. The impact of metabolic 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography parameters on the prognosis of resectable pancreatic adenocarcinoma. *Mol Imaging Radionucl Ther*. 2023;32:35–41.
- Öner H, Canaz F, Dinçer M, İşiksoy S, Sivriköz İA, Entok E, et al. Which of the fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computerized tomography parameters are better associated with prognostic factors in breast cancer? *Medicine (Baltimore)*. 2019;98, e15925.
- Mohamed E, Needham A, Psarelli E, Carroll M, Vinjamuri S, Sanghera B, et al. Prognostic value of 18FDG PET/CT volumetric parameters in the survival prediction of patients with pancreatic cancer. *Eur J Surg Oncol*. 2020;46:1532–8.
- Lee JW, Kang CM, Choi HJ, Lee WJ, Song SY, Lee JH, et al. Prognostic value of metabolic tumor volume and total lesion glycolysis on preoperative 18F-FDG PET/CT in patients with pancreatic cancer. *J Nucl Med*. 2014;55:898–904.
- Erol M, Öner H, Küçükosmanoğlu İ. Evaluation of overall survival predictions in inoperable pancreas ductal adenocarcinoma. *Genel Tıp Derg*. 2022;32:1–4.
- National Comprehensive Cancer Network. NCCN guidelines: Pancreatic adenocarcinoma. V1.2022 [consultado 11 Jul 2024]. Disponible en: <https://www.nccn.org/guidelines/guidelines-detail?category=1&id=1455>