

[r e v i s i ó n]

Utilidad del análisis de composición corporal por tomografía computarizada en pacientes oncológicos

Usefulness of CT-based body composition analysis in patients with cancer

Andrés Jiménez Sánchez

Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Servicio Andaluz de Salud (SAS). Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBiS). Fundación Pública Andaluza para la Gestión de la Investigación en Salud de Sevilla (FISEVI), Sevilla. España

Cómo citar este trabajo

Jiménez Sánchez A. Utilidad del análisis de composición corporal por tomografía computarizada en pacientes oncológicos. Nutr Clin Med 2025;19(2):96-105

Palabras clave

Mioesteatosis, tejido adiposo visceral, supervivencia, complicaciones, individualización.

>>RESUMEN

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagen médica que puede utilizarse de forma oportunista para analizar la composición corporal de pacientes oncológicos mediante un proceso llamado segmentación. Estas imágenes se almacenan con metadatos en formato DICOM (digital imaging and communications in medicine) y son segmentadas mediante diversos programas informáticos para obtener resultados precisos. La TC es una técnica de referencia para el análisis de composición corporal, pero como cualquier otra herramienta no está exenta de limitaciones y fuentes de error a controlar. La TC puede mejorar la calidad del diagnóstico nutricional al analizar la cantidad y calidad muscular. De esta forma, facilita el diagnóstico de atrofia muscular, obesidad sarcopénica y mioesteatosis, condiciones que, en mayor o menor medida, pueden asociarse con múltiples eventos de interés en oncología. Su uso puede mejorar la calidad de la atención a estos pacientes no solo en la evaluación inicial, sino también facilitando un análisis longitudinal que detecte de forma precoz cambios en la composición corporal. Además, la TC permite una medición directa del tejido adiposo visceral, un tejido con un comportamiento dual: su exceso al momento del diagnóstico puede crear un microambiente oncogénico y comprometer los resultados quirúrgicos, mientras que su pérdida durante el tratamiento, por caquexia cancerosa, puede ser predictor de menor supervivencia. El análisis de la individualización de dosis y predicción de toxicidad en tratamientos médicos antineoplásicos según composición corporal por TC es un

Correspondencia

Andrés Jiménez Sánchez
Email: andres.jimenez.endocrinologia@gmail.com

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

Más información:

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



tema complejo que todavía no está completamente dilucidado. Aunque hay estudios que sugieren que el ajuste de dosis por composición corporal (bien sea por masa muscular o magra) puede ser más preciso que el uso de superficie corporal total para predecir la toxicidad limitante de dosis en algunas quimioterapias, seguimos necesitando evidencia más robusta para determinar si este ajuste es superior al actual y cómo puede afectar a mayor variedad de tratamientos y tipos de cáncer. La TC también puede valorar la presencia y desarrollo de complicaciones secundarias a la enfermedad y tratamiento oncológico y que entran dentro del paraguas de conocimiento del especialista en nutrición clínica. Aunque el soporte nutricional y el ejercicio físico pueden mejorar los resultados de salud en pacientes oncológicos, todavía no disponemos de evidencia clara sobre la superioridad de la individualización de estas recomendaciones según la composición corporal basada en TC de cada paciente. Futuros estudios analizarán la relación entre el fenotipo muscular de los pacientes y la mejora de resultados en salud con el objetivo de desarrollar un soporte nutricional y de ejercicio físico más personalizado.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 96-105
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0012

Key words

Myoesteatosis;
visceral adipose
tissue; survival;
complications;
individualization.

<<ABSTRACT

Computed tomography (CT) is a medical imaging technique that can be used opportunistically to analyze the body composition of cancer patients through a process called segmentation. These images are stored with metadata in DICOM format and are segmented using various computer programs to obtain accurate results. CT is a reference technique for body composition analysis, but just like with any other tool, it comes with its own limitations and sources of error that must be controlled. CT can improve the quality of nutritional diagnosis by analyzing muscle quantity and quality. In this way, it facilitates the diagnosis of muscle atrophy, sarcopenic obesity, and myosteosis –conditions that, to a greater or lesser extent, can be associated with multiple events of interest in Oncology. Its use can improve the quality of care for these patients not only in the initial evaluation, but also by facilitating a longitudinal analysis that may detect changes in body composition at an early stage. In addition, CT allows direct measurement of visceral adipose tissue (VAT), a tissue with dual behaviour: its excess at the time of diagnosis can create an oncogenic microenvironment and compromise surgical outcomes, while its loss during treatment due to cancer cachexia can be a predictor of lower survival. The analysis of dose individualization and toxicity prediction during antineoplastic medical treatments based on body composition by CT is a complex issue that has not yet been fully elucidated. Although studies suggest that dose adjustment based on body composition (either by muscle or lean mass) may be more accurate than the use of total body surface area (BSA) for predicting dose-limiting toxicity (DLT) in some chemotherapies, we still need more robust evidence to determine whether this adjustment is superior to the current one and how it may affect a wider variety of treatments and types of cancer. CT can also assess the presence and development of complications secondary to the disease and cancer treatment that fall within the scope of knowledge of a Clinical Nutrition specialist. Although nutritional support and physical exercise can improve health outcomes in cancer patients, there is no clear evidence yet on the superiority of the individualization of these recommendations according to the CT-based body composition of each patient. Future studies will analyze the relationship between patients' muscle phenotype and improved health outcomes, with the aim of developing more personalized nutritional and physical exercise support.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 96-105
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0012

>>INTRODUCCIÓN

La *tomografía computarizada* (TC) es una técnica de imagen médica por la cual se obtienen imágenes transversales de alta resolución del organismo humano tras atravesarlo por haces de rayos X. Para el examen, el paciente se coloca en una camilla motorizada que se desplaza a través del hueco central de un gantry. Este anillo consta de un tubo de rayos X que rota alrededor del eje principal del paciente, mientras detectores fotosensibles localizados en el extremo opuesto del anillo captan la radiación emitida una vez que ha atravesado los tejidos del organismo. Los datos obtenidos de múltiples ángulos se procesan mediante algoritmos informáticos para reconstruir cortes axiales, permitiendo visualizar estructuras anatómicas. Una de sus principales limitaciones es la exposición a radiación ionizante, si bien existe una continua reducción de dosis gracias al desarrollo de nuevos protocolos de adquisición y reconstrucción de imágenes¹.

Estas imágenes se almacenan en un formato estándar de intercambio y almacenamiento llamado DICOM (digital imaging and communications in medicine), que aúna imágenes y metadatos con información sobre el paciente, prescriptor de la prueba, lugar y hora de la exploración, equipo utilizado, protocolo y características de adquisición de la imagen, resolución, etc.

La TC es considerada una técnica de referencia para el análisis de composición corporal^{2,3} en aquellas poblaciones clínicas en las que podemos disponer de ella de forma oportunista (debido a que se ha solicitado con otro fin diagnóstico-terapéutico, en el caso de oncología para realizar una estadificación tumoral y valorar la presencia de complicaciones o criterios de respuesta al tratamiento). Al ser una técnica indirecta, cuenta con gran precisión y es intrínsecamente superior en términos de calidad a otras técnicas de uso clínico y doblemente indirectas. Para poder hacer un análisis de composición corporal a partir de estas imágenes, necesitamos visualizar los archivos DICOM para dividir la imagen del organismo humano en diferentes tejidos de interés, en un proceso llamado segmentación, utilizando un programa informático dedicado o un visor DICOM con dicha capacidad. En este sentido, actualmente existe una plétora de opciones de segmentación⁴. Este proceso no está exento de limitaciones y fuentes de error que se deben

controlar (tabla I) para asegurar la fidelidad de los resultados. En los próximos apartados se desglosan los principales usos clínicos y de investigación para esta herramienta, tanto aquellos que ya son una realidad hoy en día, como aquellos que plausiblemente lo serán en un futuro cercano.

>>PRINCIPALES USOS DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA EL ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN ONCOLOGÍA

Optimización del diagnóstico nutricional en la valoración inicial

Debido a su capacidad de segmentación, la TC permite el diagnóstico de la afectación muscular no solo en términos cuantitativos (atrofia), sino también de calidad: la mioesteatosis es la acumulación patológica de lípidos en el interior del miocito, demostrada bioquímica e histológicamente mediante biopsia muscular. No obstante, es común su operativización mediante una variable subrogada: el descenso de la atenuación del músculo esquelético en imágenes de TC, cuantificada en forma de unidades Hounsfield (UH). Esto es debido a que la variabilidad de UH en fantasmas rellenos de lípidos dentro del rango de la densidad del tejido muscular esquelético puede explicarse casi perfectamente por esta concentración de lípidos⁵.

El diagnóstico de atrofia muscular mediante TC puede mejorar el diagnóstico clínico de desnutrición, al detectar casos de desnutrición por afectación muscular (ya sea en calidad o en cantidad) que serían pasados por alto por otros medios. Por ejemplo, en el cáncer colorrectal y de forma preoperatoria, la TC consiguió diagnosticar de atrofia muscular a un 31,5 %⁶ y a un 48,9 %⁷ de pacientes con valoración global subjetiva negativa, incrementando en ambos casos la prevalencia de desnutrición en la muestra en aproximadamente +38,5 %. Los diagnósticos de desnutrición por atrofia muscular⁸ y mioesteatosis^{9,10} en TC cuentan con capacidad pronóstica para supervivencia, complicaciones, toxicidad por tratamiento y otros eventos de interés en oncología bajo múltiples modalidades de tratamiento, y de hecho podrían asociar una mayor mortalidad que los casos diagnosticados por valoración global subjetiva¹¹.

TABLA I. PROPUESTA DE CHECKLIST DURANTE LA SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Elemento	Descripción
Entrenamiento del operador	Como en todo proceso con implicaciones clínicas, es aconsejable formar, entrenar e inicialmente supervisar al operador.
Uso de software validado	Aunque todavía no dispongan actualmente de aprobación de la FDA o la AEMPS, ciertos programas informáticos cuentan con evidencia de utilidad clínica en humanos (Slice-o-Matic, 3DSlicer, Focused-ON, DAFS, ImageJ, AutoMATICA, etc.) y por tanto su uso parece más justificado sobre otras opciones.
Comprobación de características de adquisición de la imagen	La presencia de contraste intravenoso, voltaje y amperaje de la imagen afectan con mayor o menor intensidad a los parámetros de interés. No analizar imágenes artefactadas por movimiento o malposición del paciente.
Comprobación de resolución espacial	El programa informático que se utilice para segmentar deberá tener en cuenta (de forma automática o introducida por el usuario) el tamaño de pixel (espaciado) en la imagen.
Ventana de visualización	Para los tejidos habitualmente analizados en análisis de composición corporal, se utilizará una ventana para tejidos blandos, pudiendo cambiar de ventana para analizar artefactos.
Demarcación anatómica	Seleccionar el corte anatómico correcto según estructuras óseas de referencia. La renderización tridimensional (3DVR) puede ser de especial utilidad en personas con variantes anatómicas.
Rango de valores de atenuación	Utilizar umbrales estandarizados de protocolo Alberta, de cara a permitir comparabilidad de resultados: -29 a +150 UH para tejido muscular esquelético, -190 a -30 UH para tejido adiposo subcutáneo e intermuscular, -150 a -50 UH para tejido adiposo visceral.
Exclusión de artefactos	No incluir elementos de tejido conectivo, implantes o material metálico quirúrgico.
Diferenciación de compartimentos adiposos	Diferenciar tanto por valores de atenuación como por localización anatómica (de profundo a superficial, respectivamente) el tejido adiposo visceral, intermuscular y subcutáneo.
Normalización de datos	Ajustar superficie del tejido de interés (principalmente muscular esquelético) por altura, superficie de otro tejido de interés u otros parámetros antropométricos si se realizan comparaciones entre sujetos.

La TC es especialmente útil para diagnosticar la obesidad sarcopénica. Esta conjunción de obesidad con atrofia muscular podría no ser diagnosticada por otras técnicas (aquellas basadas en el índice de masa corporal) o presentar un grado de error excesivo debido a la amplia desviación que esta condición supone con respecto al arquetipo fisiológico (en técnicas doblemente indirectas). El interés de diagnosticar la obesidad sarcopénica mediante TC radica en que asocia una peor supervivencia y tolerancia al tratamiento quimioterápico y quirúrgico, aunque con matices según el tipo de neoplasia y situación clínica¹². La evidencia en este sentido ya es clásica¹³, y la guía de práctica clínica de la European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)/European Association for the Study of Obesity (EASO) de obesidad sarcopénica recomienda valorar de forma oportunista con TC a personas de índice de masa corporal elevado¹⁴.

El doble análisis muscular simultáneo (en términos de cantidad y calidad) no parece ser redundante. En un reciente estudio retrospectivo con TC en pacientes intervenidos de cáncer colorrectal en entorno EHRAS (enhanced recovery after surgery), se encontró que los criterios GLIM (global leadership in malnutrition) de desnutrición conseguían fenotipar adecuadamente a pacientes con menor área muscular e índice muscular esquelético, pero paradójicamente diagnosticaban como desnutridos a pacientes con una mayor densidad muscular (y por tanto, menor mioesteatosis)¹⁵. Por tanto, el uso de TC permite ampliar el diagnóstico nutricional a otro fenotipo de desnutrición, con implicaciones pronósticas similares o peores al fenotipo clásico de atrofia muscular y que, además, puede sinergizar con el mismo. En poblaciones oncológicas, un doble fenotipo de atrofia muscular y mioesteatosis se ha asociado de forma significativa a niveles máximos de

proteína C reactiva¹⁶, dinapenia¹⁶, mortalidad¹⁶⁻¹⁸ y complicaciones posoperatorias¹⁷.

Monitorización longitudinal de cambios en la composición corporal

Múltiples estudios asocian longitudinalmente pérdida de masa y calidad muscular con quimioterapia en diferentes neoplasias y esquemas de tratamiento¹⁹⁻²². El origen de esta intensificación se debe principalmente, a nivel molecular, a la degradación proteosómica de proteínas estructurales miocitarias, de origen multifactorial y favorecida por un desequilibrio en la secreción de miocinas proinflamatorias y anabólicas²³, causado a su vez por el propio ambiente tumoral y estimulada por el tratamiento a través de los siguientes mecanismos:

- Ingesta reducida por síntomas gastrointestinales²⁴, de forma que no se alcanzan los requerimientos nutricionales.
- Menor actividad física por una peor tolerancia al esfuerzo²⁵, lo que condiciona desacondicionamiento físico y puede crear un círculo de retroalimentación negativo.
- Efecto miotóxico. Esta miotoxicidad puede provenir vía estimulación del receptor de glucocorticoides, activable a su vez por ciertos agentes quimioterápicos²⁶ o el ambiente proinflamatorio²⁷, que también puede causar miotoxicidad²² vía receptores toll-like y otros sensores de daño²³.

La pérdida de cantidad y calidad muscular de forma longitudinal durante el tratamiento oncológico, bien sea por quimioterapia¹⁹⁻²¹ o cirugía^{28,29}, se asocia a una mayor incidencia de complicaciones y peor supervivencia en múltiples neoplasias. Además de este importante ensombrecimiento pronóstico a corto plazo, esta afectación muscular también podría dificultar a posteriori la realización de actividad física, que se ha demostrado mejora la supervivencia a largo plazo en ciertas formas de cáncer³⁰⁻³².

Como probable aplicación futura en la práctica clínica rutinaria, la medición seriada de las TC utilizadas durante el seguimiento rutinario de estos pacientes mediante segmentación basada en inteligencia artificial permitiría de forma operativa diagnosticar a pacientes con pérdidas

rápidas de cualquier tejido de interés o con una pérdida de calidad muscular, candidatos por tanto a una valoración nutricional precoz y/o a una revaloración del plan terapéutico, además de potencialmente servir para mejorar la supervisión de los programas de intervención nutricional y con ejercicio físico.

Análisis del tejido adiposo visceral

La TC ofrece, de forma exclusiva junto con la resonancia magnética, la posibilidad de segmentar la totalidad del tejido adiposo visceral (TAV), un tejido que despierta un interés creciente y con asociaciones aparentemente contradictorias según el momento en que sea analizado.

Existe un cuerpo de evidencia traslacional progresivamente creciente que demuestra que el exceso crónico de TAV puede crear un microambiente que estimule el desarrollo y progresión tumoral a través de la transmisión de ácidos grasos libres, citocinas proinflamatorias, factores de crecimiento y factores angiogénicos³³, potencialmente maximizando el efecto proinflamatorio de la agresión quirúrgica local. Otros estudios también apuntan a que un exceso abdominal de TAV puede asociar una peor evolución en enfermedades proinflamatorias no abdominales a través de una mayor inflamación sistémica³⁴. El exceso de TAV al diagnóstico oncológico, pero también su pérdida durante el tratamiento por una caquexia cancerosa, han resultado predictores de menor supervivencia en cánceres de cabeza y cuello, cérvix, colorrectal, esófago, estómago, mama, melanoma, ovario, páncreas y próstata bajo diferentes modalidades de tratamiento³⁵. También parece que la capacidad predictiva del área de TAV para complicaciones podría presentar una curva en J, de forma análoga al índice de masa corporal. De esta manera, las personas tanto con un exceso de adiposidad visceral (definido como área de TAV ≥ 105 cm²) como un déficit ($\leq 29,5$ cm²) de forma basal presentaron una mayor incidencia de complicaciones relacionadas con quimioterapia y cirugía en un amplio estudio retrospectivo multicéntrico con pacientes con cáncer colorrectal intervenidos tras quimioterapia neoadyuvante. Además, el riesgo atribuible al déficit de TAV fue todavía mayor en los pacientes con TAV inicialmente disminuido y que continuaron perdiendo durante el seguimiento, como expresión de caquexia cancerosa³⁶. Sin embargo,

el exceso de TAV presenta un efecto mecánico detractor sobre el tiempo de intervención quirúrgica en cirugía rectal que parece ser directamente proporcional y lineal³⁶. En este sentido, un exceso de adiposidad visceral definido como un área de TAV $\geq 100 \text{ cm}^2$ se ha identificado como predictor significativo de complicaciones posoperatorias de perfil infeccioso, mecánico y médico (OR: 2,52 [1,58-4,00]; $I^2 = 39\%$; $p = 0,18$), así como de abordaje vía laparotomía (OR: 2,61 [1,40-4,85]; $I^2 = 0\%$; $p = 0,64$), en un reciente metaanálisis en cáncer colorrectal. Si bien esta asociación no se encontró en estudios que utilizan puntos de corte propios o que consideran al área de TAV como una variable cuantitativa continua, los resultados del metaanálisis fueron igualmente significativos cuando se analizaron todos los estudios en conjunto, independientemente de su forma de definir el exceso de adiposidad visceral³⁷.

Individualización de dosis y predicción de toxicidad por tratamientos médicos antineoplásicos

En quimioterapia, la capacidad de predicción de intensidad terapéutica subóptima por peor tolerancia, definida como una intensidad relativa de dosis $< 85 \%$, ha resultado ser similar en un estudio longitudinal en cáncer colorrectal para la atrofia muscular medida tanto por TC como por densitometría (DEXA)³⁸. Estos hallazgos refrendan el uso oportunista de la TC en esta población, evitando una solicitud complementaria para el análisis de la composición corporal con un coste y radiación extra. Con respecto a la modalidad de análisis, otro estudio en cáncer colorrectal ha encontrado que el volumen de tejido muscular esquelético en el análisis tridimensional de imágenes de TC puede proporcionar una mejor capacidad para la predicción de toxicidad limitante de dosis que el análisis bidimensional de superficie de tejido muscular esquelético o el uso de superficie corporal total actualmente utilizado para el ajuste de dosis de quimioterapia³⁹. Pese a ello, un metaanálisis reciente no ha encontrado que el análisis de composición corporal por TC pueda predecir toxicidad limitante de dosis en cáncer colorrectal⁴⁰. Esto podría deberse a la heterogeneidad en cuanto a definición de atrofia muscular y características de adquisición de las imágenes entre estudios, que potencialmente reduce la precisión de los hallazgos y limita la comparabilidad, así como a las propias características morfométricas de esta población. En

este sentido, un estudio pionero⁴¹ encontró que el ajuste de capecitabina, sin tener en cuenta el análisis de composición corporal, se asociaba a mayor toxicidad en cáncer de mama avanzado en mujeres con atrofia muscular según el índice muscular esquelético basado en la masa muscular total estimada a partir de la TC. De forma análoga, un estudio en cáncer de nasofaringe ha encontrado que la administración de quimioterapia por superficie corporal total produjo una sobredosificación en mujeres en relación con su masa magra total estimada a partir de la TC, y que esta sobredosificación se asoció en análisis multivariante a neutropenia severa cuando se combinada cisplatino con docetaxel, pero no al combinarse con gemcitabina⁴². La mioesteatosis también puede ser predictora de retraso de tratamiento en el cáncer de ovario⁴³. En inmunoterapia, existe evidencia que tanto afirma⁴⁴ como desmiente la posible relación de atrofia muscular con eventos adversos de interés^{45,46}, por lo que se necesitan más estudios en este sentido. Futuras investigaciones necesitarán continuar profundizando en si el ajuste por composición corporal (bien sea masa muscular o magra) es o no superior al actual ajuste por superficie corporal total, teniendo en cuenta la farmacocinética de cada tratamiento, con una técnica pulcra de adquisición de imágenes, controlando por mayor número de factores de confusión y analizando con mayor detalle la composición corporal de cada sujeto.

Optimización de comorbilidades

La medición oportunista en TC de variables complementarias como el grado de calcificación de placas de ateroma, esteatosis hepática y densidad mineral ósea vertebral pueden proporcionar información útil para valorar el riesgo cardiovascular y de fracturas en estos pacientes supervivientes⁸, y así optimizar el manejo de estas comorbilidades producidas o empeoradas por la caquexia y los tratamientos antineoplásicos⁴⁷⁻⁵¹. El enfoque crónico de control del riesgo cardiovascular parece de especial relevancia si se tiene en cuenta que el estudio ARIC (Atherosclerosis Risk In Communities) de cohortes prospectivas demostró un $+42 \%$ de riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular en participantes con diagnóstico incidente de cáncer durante el período de seguimiento. En comparación con la cohorte sin cáncer, el cáncer de mama, pulmón, colorrectal y las neoplasias hematológicas se asociaron a un mayor riesgo de insuficiencia cardíaca congestiva, mientras que el cáncer de

pulmón se asoció a un mayor riesgo de accidente cerebrovascular⁵². De forma complementaria, datos provenientes del registro SEER (National Cancer Institute's Surveillance, Epidemiology, and End Results) del año 2021 señalan que los supervivientes de cáncer de colon, próstata y mama (las formas de cáncer más prevalentes en países industrializados) no avanzados tenían a la muerte cardíaca como principal forma de muerte no cancerosa, con incidencias del 24 al 29 %, aproximadamente. Esta incidencia de mortalidad no oncológica llegó a ser hasta tres veces superior a la mortalidad específica por cáncer a los 10 años tras el diagnóstico⁵³. Pero esta información también podría ser de interés durante el tratamiento activo del cáncer. Por ejemplo, personas con un alto riesgo para aparición de eventos adversos cardíacos por antraciclinas tuvieron una mayor puntuación de calcio en arterias coronarias, con una relación directa y lineal con los niveles de péptido natriurético cerebral⁵⁴. Aunque son necesarios más estudios que demuestren su utilidad en este aspecto, el calcio coronario podría ser un marcador para la estratificación oportunista de este riesgo.

Individualización de las recomendaciones nutricionales y de ejercicio físico

Si bien ya disponemos de evidencia de que el soporte nutricional durante el tratamiento quimioterápico puede mitigar la atrofia muscular y reducir la incidencia de complicaciones asociadas al mismo⁵⁵, no existe bajo nuestro conocimiento evidencia hasta el momento que demuestre que el ejercicio físico y el soporte nutricional completamente individualizado según la composición corporal de pacientes oncológicos mediante TC pueda mejorar resultados en salud. Este fenotipado podría permitir una mejor individualización de las recomendaciones nutricionales y de ejercicio físico, de especial interés debido a la heterogeneidad inherente en cuanto a la composición corporal de cada paciente por dimorfismo sexual, edad, tratamientos, estilo de vida, semiología e inflamación sistémica producida por la enfermedad de base. Futuros trabajos deberán abordar esta línea de investigación en detalle.

>> REFLEXIONES

Nos encontramos en un momento de continua génesis y optimización de aplicaciones de la TC

a la atención multimodal (y, en nuestro caso, con un enfoque centrado en la nutrición clínica) de las personas con cáncer, si bien queda un largo camino por recorrer en cuanto a estandarización y validación para afinar estrategias de uso. Algunas áreas de interés futuro podrían ser:

- Continuar profundizando en la relación entre diferentes parámetros de la composición corporal por TC de estos pacientes, la necesidad de individualización y la respuesta a diferentes modalidades terapéuticas.
- Evaluar el impacto en términos de salud y económicos de la potencial capacidad de la segmentación tisular por TC para realizar medicina de precisión masiva en un entorno asistencial mediante la evaluación longitudinal exhaustiva semiautomatizada o completamente automatizada de la composición corporal antes, durante y tras los tratamientos.
- El desarrollo y optimización de programas informáticos de análisis automatizado de imágenes para analizar de forma precisa y eficiente en entornos de vida real la densidad mineral ósea vertebral, y la presencia y grado de calcificación de placas de ateroma en pacientes con cáncer, con el objetivo de identificar el riesgo cardiovascular y de fractura de forma preclínica, y demostrar que el tratamiento precoz de estas comorbilidades evita desenlaces adversos.
- Analizar con mayor detalle el impacto en términos de salud y económicos de la administración de recomendaciones e intervenciones nutricionales (biomoléculas, micronutrientes y nutraceuticos) y de ejercicio físico más personalizadas en diferentes situaciones clínicas según los resultados del análisis de composición corporal por TC.

En conclusión, la investigación en el campo del análisis de composición corporal por TC en pacientes oncológicos es un área efervescente y que cuenta con un cuerpo de evidencia amplio. El horizonte cercano augura múltiples oportunidades para mejorar los resultados en salud y calidad de vida de estas personas mediante esta técnica.

Conflictos de intereses

Ninguno que aplique al presente manuscrito.

>>BIBLIOGRAFÍA

1. Lell M, Kachelrieß M. Computed Tomography 2.0: New Detector Technology, AI, and Other Developments. *Invest Radiol*. 2023;58(8):587-601.
2. Barazzoni R, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Higashiguchi T, Shi HP, et al. Guidance for assessment of the muscle mass phenotypic criterion for the Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM) diagnosis of malnutrition. *Clin Nutr*. 2022;41(6):1425-33.
3. 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(1):16-31.
4. Jiménez-Sánchez A, García-Luna PP. Body composition analysis on computed tomography scans using easy-to-access segmentation software. *Nutr Hosp* [Internet]. 2025 [consultado 5/09/2025]. Disponible en: <https://www.nutricionhospitalaria.org/articles/05699/show>
5. Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, He J, Ross R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):104-10.
6. Klassen P, Baracos V, Gramlich L, Nelson G, Mazurak V, Martin L. Computed-Tomography Body Composition Analysis Complements Pre-Operative Nutrition Screening in Colorectal Cancer Patients on an Enhanced Recovery after Surgery Pathway. *Nutrients*. 2020;12(12):3745.
7. Djordjevic A, Deftereos I, Carter VM, Morris S, Shannon R, Kiss N, et al. Ability of malnutrition screening and assessment tools to identify computed tomography defined low muscle mass in colorectal cancer surgery. *Nutr Clin Pract*. 2022;37(3):666-76.
8. Bates DDB, Pickhardt PJ. CT-Derived Body Composition Assessment as a Prognostic Tool in Oncologic Patients: From Opportunistic Research to Artificial Intelligence-Based Clinical Implementation. *Am J Roentgenol*. 2022;219(4):671-80.
9. Ahn H, Kim DW, Ko Y, Ha J, Shin YB, Lee J, et al. Updated systematic review and meta-analysis on diagnostic issues and the prognostic impact of myosteatosis: A new paradigm beyond sarcopenia. *Ageing Res Rev*. 2021;70:101398.
10. Sahin TK, Guven DC. Prognostic impact of myosteatosis on survival with immune checkpoint inhibitors: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2024;63:829-36.
11. Vashi PG, Gorsuch K, Wan L, Hill D, Block C, Gupta D. Sarcopenia supersedes subjective global assessment as a predictor of survival in colorectal cancer. *Kato M, editor. PLoS One*. 2019;14(6):e0218761.
12. Silveira EA, Da Silva Filho RR, Spexoto MCB, Haghighatdoost F, Sarrafzadegan N, De Oliveira C. The Role of Sarcopenic Obesity in Cancer and Cardiovascular Disease: A Synthesis of the Evidence on Pathophysiological Aspects and Clinical Implications. *Int J Mol Sci*. 2021;22(9):4339.
13. Martin L, Birdsell L, Macdonald N, Reiman T, Clandinin MT, McCargar LJ, et al. Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol*. 2013;31(12):1539-47.
14. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Clin Nutr*. 2022;41(4):990-1000.
15. Palmas FX, Ricart M, Lluch A, Mucarzel F, Cartiel R, Zabalegui A, et al. Prognostic Value of Computed Tomography-Derived Muscle Density for Postoperative Complications in Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) and Non-ERAS Patients. *Nutrients*. 2025;17(14):2264.
16. Calixto-Lima L, Wiegert EVM, Oliveira LCD, Chaves GV, Bezerra FF, Avesani CM. The association between low skeletal muscle mass and low skeletal muscle radiodensity with functional impairment, systemic inflammation, and reduced survival in patients with incurable cancer. *J Parenter Enter Nutr*. 2023;47(2):265-75.
17. Guo H, Chen S, Zheng T, Ding P, Yang J, Wu H, et al. Association of low skeletal muscle mass and radiodensity with clinical outcomes in patients undergoing robotic radical gastric cancer surgery: a population-based retrospective cohort study. *BMC Cancer*. 2025;25(1):741.
18. Rodrigues CS, Chaves GV. Skeletal Muscle Quality Beyond Average Muscle Attenuation: A Proposal of Skeletal Muscle Phenotypes to Predict Short-Term Survival in Patients with Endometrial Cancer. *J Natl Compr Canc Netw*. 2018;16(2):153-60.
19. Xu T, Li Z, Li H, Hou J, Li J, Jin G, et al. Dynamic changes in the body composition during chemotherapy for gastrointestinal tumors in the context of active nutrition intervention. *Front Oncol*. 2022;12:965848.
20. Li ZH, Xu T, Zhang YJ, Jiang JH, Mi YZ, Li JX, et al. Dynamic changes in body composition during XELOX/SOX chemotherapy in patients with gastric cancer. *Front Oncol*. 2024;14:1309681.
21. Nattenmüller J, Wochner R, Muley T, Steins M, Hummler S, Teucher B, et al. Prognostic Impact of CT-Quantified Muscle and Fat Distribution before and after First-Line-Chemotherapy in Lung Cancer Patients. *Singh PK, editor. PLoS One*. 2017;12(1):e0169136.
22. Amitani M, Oba T, Kiyosawa N, Morikawa H, Chino T, Soma A, et al. Skeletal muscle loss during neoadjuvant chemotherapy predicts poor prognosis in patients with breast cancer. *BMC Cancer*. 2022;22(1):327.
23. Rausch V, Sala V, Penna F, Porporato PE, Ghigo A. Understanding the common mechanisms of heart and skeletal muscle wasting in cancer cachexia. *Oncogenesis*. 2021;10(1):1.

24. Alonso Domínguez T, Civera Andrés M, Santiago Crespo JA, Malpartida KG, Botella Romero F. Toxicidad digestiva en los tratamientos oncológicos. Revisión bibliográfica. Influencia en el estado nutricional. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2023;70(2):136-50.
25. Mallard J, Hucteau E, Hureau TJ, Pagano AF. Skeletal Muscle Deconditioning in Breast Cancer Patients Undergoing Chemotherapy: Current Knowledge and Insights from Other Cancers. *Front Cell Dev Biol.* 2021;9:719643.
26. Braun TP, Szumowski M, Levasseur PR, Grossberg AJ, Zhu X, Agarwal A, et al. Muscle Atrophy in Response to Cytotoxic Chemotherapy Is Dependent on Intact Glucocorticoid Signaling in Skeletal Muscle. *PLoS One.* 2014;9(9):e106489.
27. Cole CL, Kleckner IR, Jatoi A, Schwarz EM, Dunne RF. The Role of Systemic Inflammation in Cancer-Associated Muscle Wasting and Rationale for Exercise as a Therapeutic Intervention. *JCSM Clin Rep.* 2018;3(2):e00065.
28. Tan S, Zhuang Q, Zhang Z, Li S, Xu J, Wang J, et al. Postoperative Loss of Skeletal Muscle Mass Predicts Poor Survival After Gastric Cancer Surgery. *Front Nutr.* 2022;9:794576.
29. Zhang L, Guan J, Ding C, Feng M, Gong L, Guan W. Muscle loss 6 months after surgery predicts poor survival of patients with non-metastatic colorectal cancer. *Front Nutr.* 2022;9:1047029.
30. Van Blarigan EL, Fuchs CS, Niedzwiecki D, Zhang S, Saltz LB, Mayer RJ, et al. Association of Survival With Adherence to the American Cancer Society Nutrition and Physical Activity Guidelines for Cancer Survivors After Colon Cancer Diagnosis: The CALGB 89803 / Alliance Trial. *JAMA Oncol.* 2018;4(6):783.
31. Courneya KS, Vardy JL, O'Callaghan CJ, Gill S, Friedenreich CM, Wong RKS, et al. Structured Exercise after Adjuvant Chemotherapy for Colon Cancer. *N Engl J Med.* 2025;393(1):13-25.
32. Pierce JP, Stefanick ML, Flatt SW, Natarajan L, Sternfeld B, Madlensky L, et al. Greater survival after breast cancer in physically active women with high vegetable-fruit intake regardless of obesity. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol.* 2007;25(17):2345-51.
33. Chaplin A, Rodriguez RM, Segura-Sampedro JJ, Ochogavía-Seguí A, Romaguera D, Barceló-Coblijn G. Insights behind the Relationship between Colorectal Cancer and Obesity: Is Visceral Adipose Tissue the Missing Link? *Int J Mol Sci.* 2022;23(21):13128.
34. McGovern J, Dolan R, Richards C, Laird BJ, McMillan DC, Maguire D. Relation Between Body Composition, Systemic Inflammatory Response, and Clinical Outcomes in Patients Admitted to an Urban Teaching Hospital with COVID-19. *J Nutr.* 2021;151(8):2236-44.
35. Tolonen A, Pakarinen T, Sassi A, Kyttä J, Cancino W, Rinta-Kiikka I, et al. Methodology, clinical applications, and future directions of body composition analysis using computed tomography (CT) images: A review. *Eur J Radiol.* 2021;145:109943.
36. Li H, Chen Y, Jia H, Ye R, Li T. Visceral adipose tissue predicts perioperative complications of total neoadjuvant therapy for locally advanced rectal cancer: A multicenter real-world study. *Surgery.* 2025;185:109548.
37. Van Helsdingen CPM, Van Wijlick JGA, De Vries R, Bouvy ND, Leeftang MMG, Hemke R, et al. Association of computed tomography-derived body composition and complications after colorectal cancer surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2024;15(6):2234-69.
38. Cheng E, Caan BJ, Cawthon PM, Evans WJ, Hellerstein MK, Shankaran M, et al. Body Composition, Relative Dose Intensity, and Adverse Events among Patients with Colon Cancer. *Cancer Epidemiol Biomark Prev Publ Am Assoc Cancer Res Cosponsored Am Soc Prev Oncol.* 2023;32(10):1373-81.
39. Cao K, Yeung J, Arafat Y, Choi C, Wei MYK, Chan S, et al. Can AI-based body composition assessment outperform body surface area in predicting dose-limiting toxicities for colonic cancer patients on chemotherapy? *J Cancer Res Clin Oncol.* 2023;149(15):13915-23.
40. Choi CS, Kin K, Cao K, Hutcheon E, Lee M, Chan STF, et al. The association of body composition on chemotherapy toxicities in non-metastatic colorectal cancer patients: a systematic review. *ANZ J Surg.* 2024;94(3):327-34.
41. Prado CMM, Baracos VE, McCargar LJ, Reiman T, Mourtzakis M, Tonkin K, et al. Sarcopenia as a determinant of chemotherapy toxicity and time to tumor progression in metastatic breast cancer patients receiving capecitabine treatment. *Clin Cancer Res Off J Am Assoc Cancer Res.* 2009;15(8):2920-6.
42. Xing X, Zhou X, Yang Y, Li Y, Hu C, Shen C. The impact of body composition parameters on severe toxicities in patients with locoregionally advanced nasopharyngeal carcinoma undergoing neoadjuvant chemotherapy. *Ann Transl Med.* 2021;9(14):1180-1180.
43. Del Grande M, Rizzo S, Nicolino GM, Colombo I, Rossi L, Manganaro L, et al. Computed Tomography-Based Body Composition in Patients With Ovarian Cancer: Association With Chemotoxicity and Prognosis. *Front Oncol.* 2021;11:718815.
44. Xue D, Li N, Yang J, Men K, Li L, Jiang H, et al. Sarcopenia predicts immune-related adverse events due to anti-PD-1 / PD-L1 therapy in patients with advanced lung cancer. *Front Oncol.* 2024;14:1450020.
45. Cavdar VC, Aric M, Rakici IT, Gulturk I, Karaca ZB, Afsar CU, et al. The impact of sarcopenia on adverse effects and survival in patients with metastatic hormone receptor-positive breast cancer treated with CDK4/6 inhibitors. *Medicine (Baltimore).* 2025;104(28):e43374.

46. Li S, Wang T, Lai W, Zhang M, Cheng B, Wang S, et al. Prognostic impact of sarcopenia on immune-related adverse events in malignancies received immune checkpoint inhibitors: a systematic review and meta-analysis. *Transl Cancer Res.* 2021;10(12):5150-8.
47. Wyart E, Bindels LB, Mina E, Menga A, Stanga S, Porporato PE. Cachexia, a Systemic Disease beyond Muscle Atrophy. *Int J Mol Sci.* 2020;21(22):8592.
48. Choi A, Kim S, Kim S, Cho I, Cha MJ, You SC. Atherosclerotic Cardiovascular Disease in Cancer Survivors: Current Evidence, Risk Prediction, Prevention, and Management. *J Lipid Atheroscler.* 2025;14(1):30.
49. Paternostro R, Sieghart W, Trauner M, Pinter M. Cancer and hepatic steatosis. *ESMO Open.* 2021;6(4):100185.
50. Nisha Y, Dubashi B, Bobby Z, Sahoo JP, Kayal S, Ananthakrishnan R, et al. Cytotoxic chemotherapy is associated with decreased bone mineral density in postmenopausal women with early and locally advanced breast cancer. *Arch Osteoporos.* 2023;18(1):41.
51. Ali MM, Simmons P, Warren A, Gatrell LB, Resende-Coelho A, McElroy T, et al. The adverse effects of chemotherapy on bone mass are not prevented by senolytics. *Sci Rep.* 2025;15(1):17279.
52. Florido R, Daya NR, Ndumele CE, Koton S, Russell SD, Prizment A, et al. Cardiovascular Disease Risk Among Cancer Survivors. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(1):22-32.
53. Kc M, Fan J, Hyslop T, Hassan S, Cecchini M, Wang SY, et al. Relative Burden of Cancer and Noncancer Mortality Among Long-Term Survivors of Breast, Prostate, and Colorectal Cancer in the US. *JAMA Netw Open.* 2023;6(7):e2323115.
54. Borowiec A, Ozdowska P, Rosinska M, Zebrowska AM, Jagiello-Gruszfeld A, Jasek S, et al. Coronary artery calcium score and other risk factors in patients at moderate and high risk of cancer therapy-related cardiovascular toxicity. *Cardio-Oncol.* 2024;10(1):64.
55. Zhao SR, Li XR, Li ZH, Ren XJ, Hou JX, Zhao J, et al. A prospective non-randomized interventional study of dynamic changes of L3SMI in patients with gastric cancer undergoing ambulatory chemotherapy with active nutrition combined with exercise. *Front Oncol.* 2025;15:1620115.