

## **MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER**

# **ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL PREOPERATORIA DEL PACIENTE ONCOLÓGICO**

*MÁSTER INTERUNIVERSITARIO DE NUTRICIÓN Y  
METABOLISMO*

*CURSO 2020-2021*

**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**AUTOR/A:** CECILIA LICETH ARTEAGA PAZMIÑO  
**TUTOR/A:** ANA MEGÍA COLET

## TABLA DE CONTENIDOS

1. Resumen del trabajo .....	3
2. Introducción .....	3
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Contextualización .....	4
3. Objetivos.....	13
3.1. Objetivos generales .....	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. Metodología. ....	14
5. Resultados.....	16
6. Discusión .....	19
7. Conclusiones .....	20
8. Bibliografía.....	21
9. Beneficios, aplicabilidad y validez .....	25

## 1. Resumen del trabajo

**Introducción:** El cáncer es una enfermedad que conduce a una alteración de la composición corporal y del estado nutricional. El análisis de los componentes corporales a través de bioimpedancia eléctrica (BIA) se ha propuesto como una herramienta válida en la evaluación nutricional preoperatoria en pacientes oncológicos. El objetivo de este trabajo fue analizar la composición corporal preoperatoria de pacientes con cáncer a través de BIA.

**Métodos:** Estudio observacional, transversal. Se evaluó a 17 pacientes (7 mujeres y 10 hombres) con diagnóstico de cáncer (colon, recto, hígado, páncreas, y vejiga) en consulta de pre habilitación nutricional previa a la resección quirúrgica oncológica en el Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona (España), desde enero hasta marzo de 2021. Se valoraron indicadores clínicos, bioquímicos y antropométricos; la composición corporal se analizó mediante BIA multifrecuencia. Se estudió la correlación entre los valores de componentes corporales y demás variables del estado nutricional.

**Resultados:** La edad media fue  $58,2 \pm 12,1$  años. La composición corporal difirió significativamente entre ambos géneros, con valores más bajos en mujeres, a excepción de la ratio ACE/ACI (H:  $0,8 \pm 0,1$  vs M:  $0,9 \pm 0,1$ ). La mayoría de pacientes se agruparon en cuadrantes de obesidad y obesidad sarcopénica crecientes, pero en percentiles disgregados. Los componentes corporales no mostraron diferencias relevantes según el tipo de cáncer agrupado. No se observó asociación entre indicadores bioquímicos y la composición corporal. Se encontró correlación entre ángulo de fase y el porcentaje de pérdida de peso ( $r = -0,557$ ), pero esta no fue estadísticamente significativa ( $p = 0,075$ ).

**Conclusión:** El análisis de composición corporal con BIA es un método no invasivo y de rápida aplicabilidad que ofrece variables objetivas del estado nutricional y de salud general en los pacientes con cáncer previa cirugía electiva.

## 2. Introducció

### 2.1. Antecedentes

El càncer en una enfermedad que conlleva a una pérdida de peso significativa, como resultado de cambios metabólicos, complicaciones clínicas y efectos secundarios de tratamientos coadyuvantes. El índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de pérdida de peso generalmente se usan como criterios de desnutrición, no obstante, no detectan diferencias subyacentes en la composición corporal que pueden ocurrir durante la progresión del cáncer (1).

Con base en la limitación de estos indicadores, las técnicas de análisis de composición corporal no invasivas como la bioimpedancia eléctrica, han resultado útiles y accesibles en la valoración de los componentes corporales en pacientes con cáncer (2). De esta manera, se han identificado cambios característicos en la distribución del agua corporal, masa grasa, y masa musculo esquelética, las cuales han llevado a la identificación de parámetros que muestran una asociación significativa con complicaciones post-quirúrgicas y pronóstico (3).

En este sentido, la pérdida de masa muscular esquelética, valorada a través del índice musculo esquelético (IME), la baja calidad e integridad celular valorada a través del ángulo de fase, y la elevada grasa visceral (4), al igual que un perfil proteico e inflamatorio alterado previo a cirugía electiva, se asocian a un mayor número de complicaciones post-quirúrgicas, estancia hospitalaria prolongada y peor pronóstico en pacientes oncológicos (5,6).

Es así que la evidencia acumulada sobre los cambios de composición corporal en pacientes con cáncer, resalta la importancia de su análisis en el período preoperatorio como una oportunidad para identificar y mitigar los factores de riesgo asociados a cirugía electiva y al pronóstico de supervivencia posterior.

### 2.2. Contextualización

#### Cáncer

El cáncer es una enfermedad caracterizada por la proliferación continua y no regulada de células anormales con potencial de volverse malignas, a través de la adquisición

de varias características aberrantes durante su desarrollo, como resultado de factores genéticos o ambientales (7).

### **Epidemiología**

A nivel mundial, la incidencia y mortalidad por cáncer ha mostrado un acelerado crecimiento en las últimas décadas, convirtiéndose en la segunda causa de mortalidad en la actualidad (8,97 millones de muertes), después de la cardiopatía isquémica (8). El cáncer de mama en mujeres es la neoplasia más comúnmente diagnosticada de todos los tipos de cáncer (11,7%), seguido del cáncer de pulmón (11,4%), colorrectal (10,0%), de próstata (7,3%) y de estómago (5,6%) (9).

En España, el cáncer colorrectal representa la mayor incidencia en ambos sexos (16%), seguido del cáncer de próstata (12%), cáncer de mama (12%) y pulmón (11%) (10).

### **Factores de riesgo**

El riesgo de desarrollar una neoplasia involucra la participación de varios factores modificables y no modificables. Entre estos últimos, la edad, el género y las mutaciones específicas en el ADN son los principales factores descritos. Entre los factores modificables se destacan el consumo de tabaco, el consumo de alcohol, una dieta baja en frutas y vegetales, inactividad física (11) y la contaminación del aire (12). Por otro lado, las infecciones crónicas también son factores de riesgo de cáncer, principalmente las causadas por la *Helicobacter pylori*, los virus del papiloma humanos, los virus de la hepatitis B y de la hepatitis C (13).

### **Fisiopatología**

La carcinogénesis es el proceso por el cual las células normales se transforman en células cancerosas. Este proceso se inicia con la mutación e inestabilidad del ADN, resultado de la interacción de factores genómicos, epigenéticos y ambientales, los cuales provocan una desregulación energética celular, señalización proliferativa sostenida, alteración de los mecanismos de senescencia, evasión de señales de crecimiento, lo cual se traduce en una diferenciación y proliferación celular descontrolada, características que se mantienen en las células de la progenie (14).

Habitualmente, el sistema inmune es capaz de eliminar estas células tumorales, en un proceso denominado inmunovigilancia tumoral. Sin embargo, varios de estos clones pueden adquirir nuevas capacidades que les permiten evadir estos mecanismos de control y se desarrolla una neoplasia (15).

En las neoplasias es frecuente que ocurran mutaciones adicionales y así el tumor progresa con una población celular heterogénea, con tasas más bajas de apoptosis, tasas más rápidas de división y menores requisitos metabólicos, que en conjunto se engloban en un proceso de adquisición de inmortalidad replicativa e inducción de angiogénesis.

Paralelamente, el tumor promueve un estado proinflamatorio, y en última instancia las células cancerígenas obtienen una ventaja de selección, asumiendo un carácter dominante sobre las células normales y se inicia la invasión a través del sistema linfático y metástasis hacia otros tejidos (14,15).

### **Impacto del cáncer en el estado nutricional**

El cáncer es una enfermedad caracterizada por una respuesta inflamatoria y un aumento del catabolismo que ocasiona un deterioro progresivo en el estado nutricional, con pérdida de peso, sarcopenia e incluso caquexia en casos graves. No obstante, la complejidad y severidad de estos problemas nutricionales varían según la ubicación y el estadio del cáncer, generando además, un impacto directo sobre la calidad de vida, la respuesta terapéutica y el pronóstico de supervivencia de los pacientes (16).

En términos generales, los procesos neoplásicos se acompañan de una ingesta reducida, una disfunción metabólica y un mayor requerimiento de energía. Las citocinas inflamatorias secretadas por las células cancerosas, como el TNF- $\alpha$  y la interleucina-6 (IL-6), se han involucrado en la anorexia, la promoción de la autofagia y la disfunción mitocondrial, lo que favorece la aparición de una atrofia muscular (17). También se ha observado una alteración del metabolismo de macronutrientes en los pacientes con cáncer. Respecto al metabolismo de los carbohidratos, las células cancerosas exhiben una alta demanda de glucosa y glucólisis, típicamente generan lactato a través de una glicólisis anaerobia. Este lactato puede ser utilizado posteriormente como precursor para la gluconeogénesis en el hígado. Sin embargo,

no siempre sigue este patrón, y en algunos casos se produce un aumento de la fosforilación oxidativa.

El metabolismo de los lípidos en pacientes con cáncer exhibe tasas más elevadas de lipólisis y oxidación de grasas, resultado de acciones de hormonas, citocinas proinflamatorias y factor movilizador de lípidos. También se ha observado un pardeamiento de la grasa, en el cual, las células del tejido adiposo blanco se convierten en células similares al tejido adiposo marrón; este proceso se observa principalmente durante la caquexia asociada al cáncer, y representa un desequilibrio de la homeostasis que contribuye al desgaste catabólico a diferencia de las condiciones fisiológicas normales (16,18).

En los procesos neoplásicos, los aminoácidos cumplen un papel clave en la supervivencia y la proliferación de las células cancerosas; en general, su absorción y metabolismo están regulados al alza de forma aberrante en muchos cánceres. De estos aminoácidos, la glutamina se ha investigado extensamente debido a que actúa como fuente principal de energía de las células cancerosas e impulsa el ciclo de Krebs para mantener la producción de ATP mitocondrial. Por otro lado, los tumores pueden silenciar la expresión de genes necesarios para la síntesis de algunos aminoácidos, produciendo una auxotrofia que requiere simbiosis metabólica con el estroma (19).

## **Tratamiento**

Los enfoques terapéuticos principales en el tratamiento oncológico incluyen la cirugía, la quimioterapia, la irradiación, y en algunos tumores concretos, la aplicación de tratamientos hormonales e inmunológicos; según la localización e historia natural del tumor, se pueden combinar varias terapias.

Respecto a la cirugía, la cirugía oncológica curativa consiste en la extirpación completa del tumor primario y suele ser un paso esencial para conseguir la curación definitiva. Por otra parte, la cirugía citorreductora radica en la extirpación casi completa del tumor para conseguir una mejor difusión de los citostáticos, mejorando así la eficacia de la radioterapia y la quimioterapia sobre los restos del tumor (20).

La radioterapia es un tratamiento local principalmente utilizado en estadios tempranos del cáncer. Se basa en la interacción de la energía, habitualmente fotones, con la materia, dando como resultado la perforación del ADN de las células cancerosas, lo

que inhibe su crecimiento y división, destruyéndolas. Sin embargo, las células normales vecinas a las células cancerosas también pueden verse afectadas por la radiación (21).

El uso de fármacos citostáticos se denomina quimioterapia. En esta terapia, los fármacos producen un daño molecular directo sobre el ADN, ARN y su metabolismo, que conduce a la apoptosis o muerte celular. La mayoría de estos compuestos actúan durante el proceso de división celular y su acción va dirigida principalmente hacia las células tumorales debido a que presentan una mayor tasa de división que las células normales.

No obstante, los tratamientos antineoplásicos y/o cirugía tienen un impacto deletéreo en el estado nutricional de los pacientes. Durante la quimioterapia, más del 50% de los pacientes experimentan disgeusia, náuseas, vómitos y mucositis, y las complicaciones relacionadas con la radioterapia también son frecuentes (22,23).

### **Composición corporal**

La composición corporal hace referencia a la descripción del cuerpo humano en términos de modelos de componentes corporales, que forman compartimentos y que representan entidades biológicamente funcionales (24). Adicionalmente, esta composición es el resultado de las influencias externas e internas sobre la fisiología humana que han llevado a la acumulación de todos estos componentes.

El factor fisiológico por excelencia que influye sobre la composición corporal es el balance energético, puesto que una ingesta inferior al gasto energético puede conducir a una composición corporal alterada como la emaciación caracterizada por la pérdida de tejido magro y graso. Por otro lado, el exceso de energía en relación a la demanda conlleva a un estado sobre-nutrición, que conduce a la obesidad, caracterizada por un exceso de masa grasa.

#### *Componentes corporales*

El cuerpo humano se compone principalmente de cuatro componentes de nivel molecular: agua, grasa, proteínas y minerales, generalmente en ese orden de cantidades decrecientes. En la valoración de composición corporal generalmente se consideran modelos conceptuales de 2 compartimentos que incluyen masa grasa

(MG) y masa libre de grasa (MLG) (25). No obstante, la evolución del estudio de la composición corporal ha llevado al desarrollo de modelos que incluyen más de 2 compartimientos, al establecimiento de relaciones cuantitativas entre sus componentes, determinar la localización y valorar sus cambios en respuesta a diferentes factores (26).

### *Masa libre de grasa*

La MLG incluye agua corporal total, minerales óseos, glucógeno y proteínas, incluidas las proteínas del tejido adiposo y representa el 75%-85% del peso corporal total (27). La MLG puede confundirse con la masa magra corporal (MMC), sin embargo, esta última consiste en MLG más la grasa esencial que puede variar del 2 al 10% de la masa MLG en individuos sin obesidad (28).

En hombres, el pico de MLG se alcanza a mediados de los 30 años y luego disminuye progresivamente; en mujeres, permanece relativamente estable hasta aproximadamente los 50 años y posteriormente decrece. Según la metodología y equipos utilizados para valorar la composición corporal, MLG se puede dividir en componentes más específicos.

- El agua corporal total (ACT) comprende aproximadamente el 60% del peso corporal total y es la suma del agua corporal extracelular (ACE) (20%) y el agua corporal intracelular (ACI) (40%), que se encuentran principalmente en los músculos y órganos internos.
- La masa músculo esquelética (MME) comprende todos los músculos del cuerpo, incluidos los músculos esqueléticos y lisos. De este compartimiento se puede derivar la masa músculo esquelética apendicular, la misma que hace referencia exclusivamente a los músculos esqueléticos de las extremidades superiores e inferiores.
- El contenido mineral del cuerpo se encuentra principalmente en los huesos y supone el 3-4% del peso corporal total.

### *Masa grasa*

Se refiere a la grasa química, es decir, principalmente a las reservas de energía en forma de triacilgliceroles; representan el 15%-25% del peso corporal total (26) y se distinguen dos componentes principales.

La grasa subcutánea se ubica directamente debajo de la piel y constituye la mayor parte de la grasa de la parte inferior del cuerpo (muslos y glúteos), así como el 80% de la grasa corporal total. A nivel celular, el tejido adiposo subcutáneo contiene adipocitos pequeños que son más sensibles a la insulina y presentan una mayor captación de ácidos grasos libres y triacilgliceroles, evitando su deposición en tejido no adiposo (1).

- El tejido adiposo visceral representa la grasa visceral intrabdominal. En hombres, la grasa visceral representa el 10–20% y en mujeres 5–8% de la grasa corporal total, y en ambos, aumenta con la edad. Este tejido se encuentra principalmente constituido por adipocitos grandes, los mismos que son resistentes a la insulina, hiperlipolíticos y resistentes al efecto anti-lipolítico de insulina (29).

### **Composición corporal en pacientes con cáncer**

El cáncer es una patología compleja que altera un sinnúmero de procesos fisiológicos e impacta de forma severa la composición corporal. La anorexia relacionada con la enfermedad, el hipermetabolismo, hipercatabolismo e hipoanabolismo, son efectos sistémicos subyacentes al proceso oncológico, que, sumado a la respuesta inflamatoria sistémica y la anorexia como efecto secundario a los tratamientos oncológicos, se destacan como los principales factores responsables de esta alteración (30).

En pacientes con cáncer se han descrito varios escenarios que comprenden la pérdida de masa muscular. La miopenia es una condición que consiste específicamente en la pérdida de masa y calidad muscular secundaria a cáncer. No obstante, la caquexia por cáncer ha sido el síndrome más estudiado al respecto, puesto que existe una pérdida de masa muscular de forma paralela al desgaste de tejido adiposo (31).

La evaluación de la sarcopenia en oncología ha tomado gran relevancia, puesto que involucra la pérdida de masa, calidad y funcionalidad muscular, en presencia o ausencia de disminución de reservas grasas. Cuando la sarcopenia coexiste con

obesidad toma la definición de obesidad sarcopénica, condición asociada a peores resultados en oncología (32).

La pérdida de masa muscular en el contexto del cáncer parece depender de la respuesta del paciente a la progresión del tumor, incluida la activación de la respuesta inflamatoria, trastornos metabólicos caracterizado por un desequilibrio en la síntesis de proteínas, mayor autofagia, inhibición de la diferenciación de mioblastos y alteraciones en el sistema renina-angiotensina que contribuyen a la degradación muscular (31).

Independientemente de la denominación en la que se englobe, la masa muscular baja está presente en hasta el 80% de los pacientes con cánceres de páncreas y gástrico, el 50% con cánceres colorrectales y pulmonares y el 40% con cánceres de mama (33). Adicionalmente, la pérdida severa de masa corporal magra se asocia a peores resultados clínicos y menor supervivencia en pacientes con cáncer.

La masa grasa, en sus diferentes compartimentos, presenta un perfil más heterogéneo en los pacientes con cáncer. La miosteatosi es una alteración del tejido muscular que comprende la retención anormal de lípidos inter e intramuscular, y se ha reportado como una condición frecuente y de peor pronóstico en oncología (34). Por otro lado, la disminución de reservas de masa grasa total se presenta en el contexto de caquexia.

Respecto al agua corporal, una ratio elevada de agua corporal extracelular/agua corporal intracelular se ha detallado como una característica en enfermedades crónicas como el cáncer, especialmente en estadios avanzados. El desequilibrio de líquidos parece estar estrechamente asociado con la inflamación, la desnutrición y la composición corporal en pacientes con cáncer (35).

Por otro lado, los cambios metabólicos y fisiopatológicos involucrados en el desarrollo y progresión del cáncer que en conjunto favorecen la desnutrición, alteran también la permeabilidad de las membranas celulares y con ello la vitalidad celular. El ángulo de fase es una medida novedosa que se relaciona directamente con la masa y función celular y, por lo tanto, con vitalidad, integridad y salud de las células. Un ángulo de fase bajo ( $<5^\circ$ ) indica la pérdida de la integridad celular y en pacientes oncológicos se ha evidenciado una marcada tendencia hacia valores bajos (36).

Por último, la composición corporal es una característica importante a considerar en la población oncológica debido a que afecta la eficacia y la toxicidad de la quimioterapia y está asociada con los resultados post-quirúrgicos de resección de tumores.

### **Valoración de la composición corporal**

El estudio de la composición corporal en oncología ha demostrado que la distribución del tejido muscular y adiposo son factores de riesgo de resultados clínicos como complicaciones posoperatorias, toxicidad relacionada con la quimioterapia y supervivencia general en pacientes con cáncer (37). Partiendo de este alcance, se han validado varias técnicas para su aplicación en pacientes con cáncer.

La absorciometría dual de rayos X (DXA) es una de las técnicas más utilizadas para la investigación de la composición corporal puesto que se puede aplicar en cualquier rango de edad y proporciona valores de grasa, hueso y tejido magro libre de hueso para cada extremidad y el tronco. Actualmente es la única técnica disponible que mide la densidad y el contenido mineral óseo y permite realizar estimaciones de tejido adiposo visceral (38).

La resonancia magnética es una técnica sin radiación que permite la cuantificación in vivo del tejido adiposo total y sus subdepósitos, así como de componentes importantes de la MLG, la MME, la masa de órganos específicos y estimaciones del tejido adiposo de la médula ósea. Su aplicación ha demostrado una mayor sensibilidad para evaluar tejidos regionales o específicos de depósito con relevancia para el pronóstico de los resultados de salud (39).

La impedancia bioeléctrica (BIA) es una técnica segura, simple, no invasiva y objetiva para evaluar el estado nutricional y los cambios en la composición corporal en pacientes con cáncer (40). La BIA mide la impedancia, es decir, la resistencia y la reactancia de los tejidos al flujo de una corriente eléctrica alterna constante, basado en el principio de que el flujo eléctrico se facilita a través del tejido hidratado y del agua extracelular (40,41).

De los componentes de la impedancia, la resistencia se correlaciona negativamente con la cantidad de soluciones iónicas y la reactancia está directamente relacionada con la cantidad de estructuras de tejidos blandos. A partir de estos parámetros, se utilizan ecuaciones empíricas que consideran otros aspectos como la etnia, edad, género y ciertos indicadores antropométricos para estimar la composición corporal.

El principio básico de valoración de la MLG se fundamenta en que esta incluye la matriz proteica del tejido adiposo y que contiene prácticamente toda el agua y electrolitos conductores en el cuerpo, por lo cual, la conductividad es mucho mayor en este compartimiento que en la masa grasa (42). En consecuencia, a partir de la determinación de este indicador, es posible la estimación de los compartimentos corporales grasos, la distribución de fluidos en el cuerpo y los subtipos MLG (41). Por último, a través de los valores de resistencia y reactancia se puede obtener el ángulo de fase.

El uso de BIA en la práctica nutricional ha demostrado ser más sensible que la antropometría, es decir, IMC, circunferencia del brazo muscular, grosor de los pliegues cutáneos, evaluar los cambios de composición corporal y detectar la pérdida de MLG (43).

### **3. Hipótesis y Objetivos**

#### **3.1 Hipótesis**

El análisis de la composición corporal de los pacientes con cáncer previa cirugía electiva reflejará valores bajos de muscular y ángulo de fase.

#### **3.2 Objetivos generales**

Analizar la composición corporal preoperatoria de pacientes con cáncer a través de bioimpedancia eléctrica multifrecuencia en consulta de pre habilitación nutricional en el Hospital Universitario Joan XXII.

#### **3.3 Objetivos específicos**

- Determinar el estado de los componentes corporales de los pacientes con cáncer.

- Valorar la relación entre parámetros de composición corporal y marcadores bioquímicos del estado nutricional.
- Explorar la relación entre porcentaje de cambio de peso y ángulo de fase.

#### 4. Metodología

##### *Pacientes*

Estudio descriptivo, observacional y transversal, en el que se evaluaron 17 pacientes (7 mujeres y 10 hombres) con diagnóstico de diferentes tipos de cáncer (colon, recto, hígado, páncreas, y vejiga) que acudieron a consulta de pre habilitación nutricional previamente a la resección quirúrgica oncológica en el Universitario Joan XXIII de Tarragona (España), desde enero hasta marzo de 2021.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años con historia clínica completa y analítica de laboratorio pre operatoria que detallara parámetros bioquímicos del estado nutricional. Los criterios de exclusión fueron: pacientes con prótesis metálicas que limitaran el uso del equipo de análisis de composición corporal y pacientes sin fecha definida para la intervención quirúrgica.

##### *Antecedentes clínicos*

Los antecedentes clínicos de los pacientes se tomaron del historial médico digital. Se consideró la presencia de patologías crónicas y tratamientos coadyuvantes para el cáncer recibidos. De no encontrarse registros de pesos anteriores en el historial médico, se preguntó al paciente sobre cambios de peso en los últimos 6 meses.

##### *Antropometría*

El peso corporal (kg) y la talla (cm) se obtuvieron utilizando una báscula-estadiómetro ATLÁNTIDA S-11 (Año Sayol, España) con el paciente parado; con estos datos se determinó el índice de masa corporal aplicando la fórmula  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla (m}^2\text{)}$ . El porcentaje de pérdida de peso (%PP) se calculó con la fórmula:  $\%PP = (\text{peso habitual} - \text{peso actual} / \text{peso habitual}) \times 100$ , donde peso habitual se definió como el peso que el paciente había mantenido por un período de 3 a 6 meses previos a la consulta de pre habilitación nutricional.

### *Análisis de composición corporal*

La composición corporal se valoró mediante BIA usando un medical *Body Composition Analyzer* (mBCA 525, SECA, Alemania), para lo cual, se ubicó al paciente en posición decúbito supino con las piernas ligeramente separadas sobre una camilla, se colocaron los electrodos en la mitad de la superficie dorsal de las manos entre la prominencia distal del radio y la estiloides cubital, y sobre los pies entre los maléolos medial y lateral, siendo un total de ocho electrodos. Posteriormente, se registró la codificación, edad y datos antropométricos del paciente en el monitor del equipo y se dio paso al análisis. Los indicadores obtenidos fueron MLG, MME, índice músculo esquelético (IME), masa grasa, índice de masa grasa (IMG), grasa visceral intrabdominal, ángulo de fase, ACT, ACI, ACE y ratio ACE/ACI.

### *Indicadores bioquímicos*

Del registro de analítica sanguínea pre-operatoria disponible, se obtuvieron indicadores bioquímicos para evaluar el estado nutricional. Estos incluyeron la proteína sérica total (mg), la albúmina sérica (mg) y la pre-albúmina sérica (mg).

### *Recopilación de datos*

Los datos obtenidos corresponden a evaluación rutinaria de prehabilitación nutricional y se incluyen en el Registro de valoración del estado nutricional del Hospital Universitario de Tarragona Joan XXIII (CEIC 4/09/2012). Las características basales, clínicas, antropométricas y de composición corporal de los pacientes se recopilaban en una hoja de cálculo de Excel 2013.

### *Análisis estadístico*

Se utilizó el programa estadístico *SPSS Statistics* versión 27 para el análisis de datos. Las variables numéricas se expresan como media y desviación estándar (DE) y las variables categóricas como frecuencias y porcentajes. La distribución normal de las variables se ensayó con la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizó la prueba U de Mann Whitney para comparar variables no paramétricas y T de Student para comparar variables paramétricas. La prueba Chi-cuadrado se aplicó para comparar variables categóricas. Debido al tamaño de la muestra, los tipos de cáncer fueron agrupados en “cáncer de color y recto”, “cáncer de páncreas e hígado” y “cáncer de vejiga” para comparar la composición corporal entre grupos, aplicando ANOVA para su análisis.

Se realizó análisis de correlación aplicando Coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la relación entre los marcadores bioquímicos del estado nutricional y las variables de composición corporal, así como entre el porcentaje de pérdida de peso y ángulo de fase. Un valor  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativo.

## 5. Resultados

Se evaluó a 17 pacientes oncológicos con edad media de  $58,2 \pm 12,1$  años. La tabla 1 muestra las características basales de los pacientes incluidos.

**Tabla 1**

*Características basales y clínicas de los pacientes estudiados*

Variables	Todos (n=17) Media $\pm$ DE	Hombres (n=10) Media $\pm$ DE	Mujeres (n=7) Media $\pm$ DE	Valor $p$
Edad, años	58,2 $\pm$ 12,1	61,8 $\pm$ 9,2	53,1 $\pm$ 14,6	0,153
Peso actual, kg	75,8 $\pm$ 14,2	81,9 $\pm$ 14	67,2 $\pm$ 9,6	0,029*
IMC, kg/m <sup>2</sup>	27,6 $\pm$ 3,8	28,5 $\pm$ 4,1	26,4 $\pm$ 3,2	0,288
Porcentaje de pérdida de peso, %	2,3 $\pm$ 8,1	1,7 $\pm$ 7,9	3,0 $\pm$ 9,0	0,764
Tipo de cáncer				
Cáncer de colon, n (%)	4 (23,5)	1 (10)	3 (42,9)	0,135
Cáncer de páncreas, n (%)	4 (23,5)	2 (20)	2 (28,6)	
Cáncer de hígado, n (%)	1 (5,9)	1 (10)	0 (0)	
Cáncer de vejiga, n (%)	5 (29,4)	5 (50)	0 (0)	
Cáncer de recto, n (%)	3 (17,6)	1 (10)	2 (28,6)	
Tratamiento coadyuvante previo, n (%)	3 (17,6)	3 (30)	0	0,125
Comorbilidades, n (%)	13 (76,5)	9 (90)	3 (42,9)	0,116
Una	6 (35,3)	5 (50)	1 (14,3)	0,175
Dos	1 (5,9)	0	1 (14,3)	
Tres o más	6 (35,3)	4 (40)	2 (28,6)	
Albúmina, mg/dL	4,4 $\pm$ 0,4	4,4 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,3	0,260
Pre-albúmina, mg/dL	23,3 $\pm$ 4,7	22 $\pm$ 5,3	23,7 $\pm$ 3,9	0,462
Proteínas totales, g/dL	7,1 $\pm$ 0,4	7 $\pm$ 0,5	7 $\pm$ 0,6	0,900

DE, desviación estándar.

IMC, índice de masa corporal.

Se consideró la opción afirmativa de la variable "tratamiento coadyuvante previo".

\* Valor  $p < 0,05$

Los antecedentes clínicos reflejaron la presencia de otras patologías (diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, dislipidemias, trombosis) en la mayoría de los estudiados. El peso actual mostró diferencia significativa ( $p = 0,029$ ) entre géneros, pero no así, el porcentaje de pérdida de peso.

La composición corporal difirió significativamente entre ambos géneros, con valores más bajos en mujeres, a excepción de la ratio ACE/ACI (H:  $0,8 \pm 0,1$  vs M:  $0,9 \pm 0,1$ ) (Tabla 2). Considerando los índices de masa libre de grasa y masa grasa, la mayoría de pacientes se agruparon en cuadrantes de obesidad y obesidad sarcopénica crecientes, pero en percentiles dispersos (Gráfico 1). Los componentes corporales no mostraron diferencias relevantes al análisis por tipo de cáncer agrupado (Tabla 3).

Los indicadores bioquímicos del estado nutricional (albúmina, pre-albúmina y proteínas totales) se encontraron dentro de valores de referencia de normalidad. No se observó asociación entre estos indicadores y la composición corporal de los pacientes.

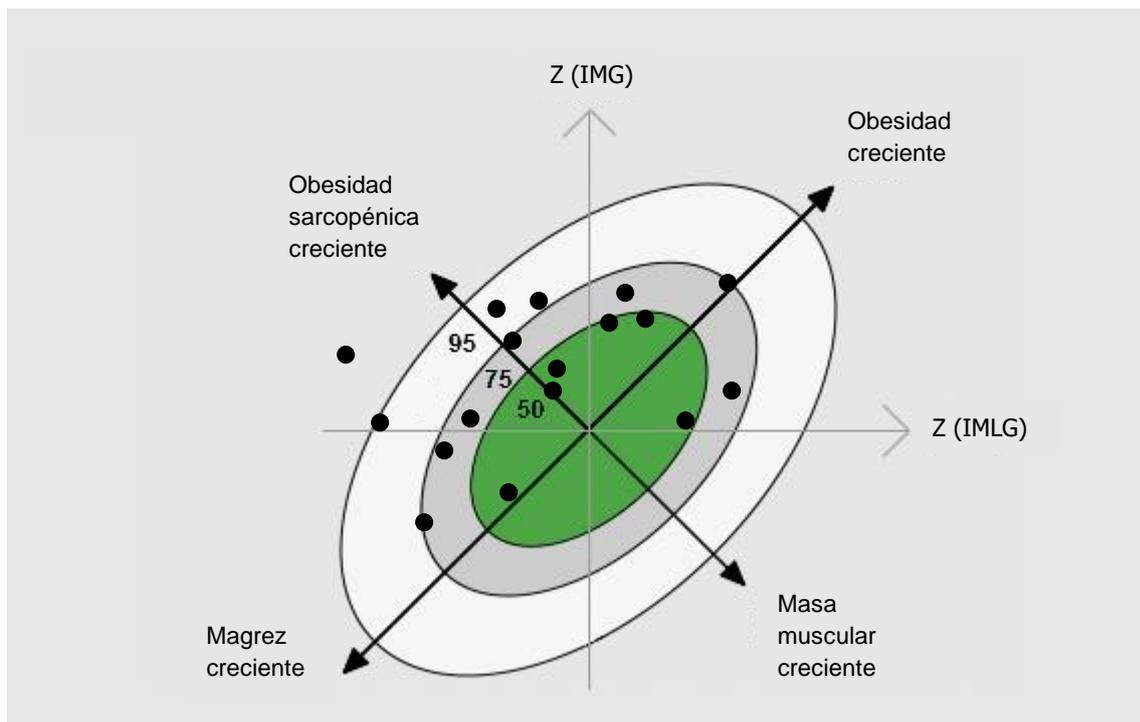
**Tabla 2**

*Indicadores de composición corporal de los pacientes estudiados*

VARIABLES	Todos (n=17) Media $\pm$ DE	Hombres (n=10) Media $\pm$ DE	Mujeres (n=7) Media $\pm$ DE	Valor p
Masa grasa, kg	26 $\pm$ 6,3	25,2 $\pm$ 6,1	27,2 $\pm$ 6,8	0,538
Índice de masa grasa, kg/m <sup>2</sup>	9,5 $\pm$ 2,3	8,7 $\pm$ 1,9	10,6 $\pm$ 2,4	0,097
Masa magra, kg	49,9 $\pm$ 11,2	56,8 $\pm$ 9,2	40 $\pm$ 3,4	0,000*
Índice de masa magra, kg/m <sup>2</sup>	18 $\pm$ 2,9	19,6 $\pm$ 2,7	15,7 $\pm$ 1,3	0,001*
Masa muscular esquelética, kg	23,1 $\pm$ 6,6	26,9 $\pm$ 5,8	17,5 $\pm$ 2,4	0,000*
Grasa visceral, l	2,6 $\pm$ 1,3	3,4 $\pm$ 2,7	1,5 $\pm$ 0,7	0,000*
Agua corporal total, l	36,6 $\pm$ 7,9	41,2 $\pm$ 7,1	30,1 $\pm$ 2,6	0,000*
Ratio ACE/ACI	0,8 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	0,003*
Ángulo de fase, °	5,6 $\pm$ 1	5,8 $\pm$ 1,1	5,3 $\pm$ 0,6	0,306

ACE/ACI, Agua corporal extracelular/Agua corporal intracelular

\* Valor  $p < 0,05$



**Gráfico 1.** Composición corporal distribuida en cuadrantes y percentiles según valores de índice de masa grasa (IMG) e índice de masa libre de grasa (IMLG).

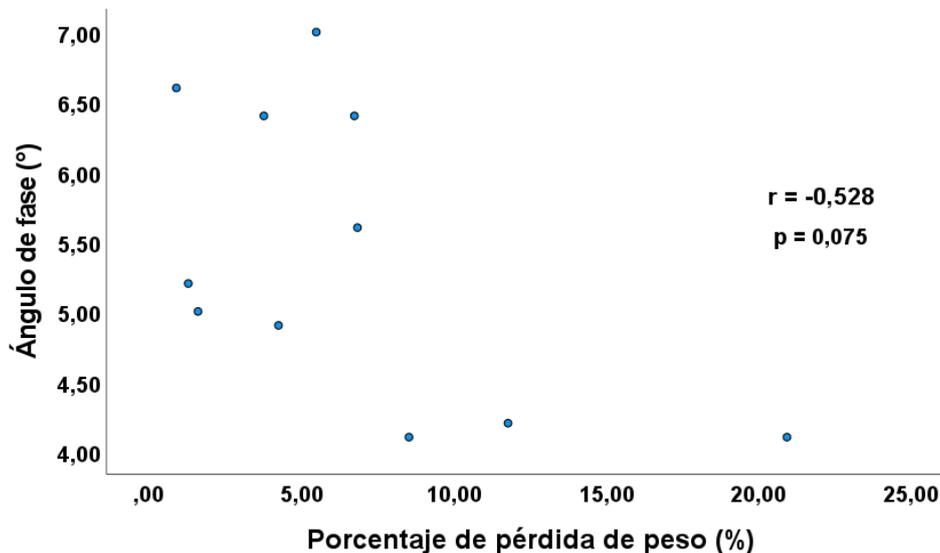
**Tabla 3**

*Indicadores de composición corporal según tipo de cáncer*

VARIABLES	Todos (n=17) Media ± DE	CA colon y recto (n=7) Media ± DE	CA páncreas e hígado (n=5) Media ± DE	CA de vejiga (n=5) Media ± DE	Valor p
Masa grasa, kg	26 ± 6,3	28,1 ± 7,6	27 ± 3,9	21,9 ± 5	0,228
Índice de masa grasa, kg/m <sup>2</sup>	9,5 ± 2,3	10,7 ± 2,3	9,8 ± 1,9	7,7 ± 1,6	0,062
Masa magra, kg	49,9 ± 11,2	46,9 ± 11,7	49,3 ± 10,7	54,6 ± 11,7	0,521
Índice de masa magra, kg/m <sup>2</sup>	18 ± 2,9	17,8 ± 2,9	17,7 ± 3,1	18,7 ± 3,4	0,816
Masa muscular esquelética, kg	23,1 ± 6,6	21,9 ± 6,6	22,4 ± 6,7	25,5 ± 7,3	0,653
Grasa visceral, l	2,6 ± 1,3	2,5 ± 1,7	2,8 ± 1,5	2,7 ± 0,4	0,898
Ratio AE/AI	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,2	0,8 ± 0,1	0,318
Ángulo de fase, °	5,6 ± 1	6 ± 0,6	5,3 ± 1,3	5,4 ± 1,1	0,518

AE/AI = Agua extracelular/Agua intracelular  
CA = Cáncer

Se encontró correlación entre ángulo de fase y el porcentaje de pérdida de peso ( $r = -0,557$ ), pero esta no fue estadísticamente significativa ( $p = 0,075$ ). El Gráfico 2 ilustra este hallazgo.



**Gráfico 2.** Correlación entre ángulo de fase (°) y porcentaje de pérdida de peso (%) de los pacientes con cáncer.

## 6. Discusión

En este estudio se utilizó BIA para analizar la composición corporal de pacientes con diferentes tipos de cáncer. Los indicadores evaluados fueron masa grasa, índice de masa grasa, masa magra, índice de masa magra, masa muscular esquelética, agua corporal total, ratio ACE/ACI, grasa visceral y ángulo de fase. Los resultados mostraron diferencias entre géneros y una mayor proporción de pacientes en cuadrantes de obesidad y obesidad sarcopénica crecientes, pero distribuidos en forma dispersa en los percentiles.

La composición corporal en pacientes con cáncer se ha descrito de forma variada dependiendo del tipo y localización del cáncer. No obstante, la literatura disponible describe un patrón caracterizado por una baja masa libre de grasa y baja masa muscular definida como pre sarcopenia o sarcopenia establecida, independiente del género (44,45). En el presente estudio, tanto la masa libre de grasa como la masa muscular, fueron más bajas en mujeres, pero sin definición de sarcopenia por

ausencia de los indicadores necesarios. Los valores del ángulo de fase tendieron a ser más bajos en aquellos pacientes que presentaban una mayor pérdida de peso, sugiriendo una peor integridad celular en este grupo de pacientes (36).

Los marcadores bioquímicos del estado nutricional pueden verse alterados en el cáncer. En pacientes varones con cáncer colorrectal, los valores de albúmina sérica se han relacionado con la masa muscular esquelética y puntuaciones bajas de escalas funcionales (46), sin embargo, en este estudio no hemos observado ninguna correlación significativa. Esta diferencia podría ser debida a la buena situación nutricional de nuestros pacientes, ya que la media de albúmina y proteínas totales, así como de pre-albúmina era normal, a la heterogeneidad de los cánceres y al bajo número de pacientes incluidos.

Balderas-Peña et al., han sugerido que una ratio ACE/ACI elevada ( $>1,0$ ) puede asociarse con peor pronóstico en cánceres en estadios avanzados (47). Nosotros hemos observado una media de la ratio ACE/ACI de  $0,8 \pm 0,1$ , que podría estar en el contexto de pacientes con estadios poco avanzados, de hecho, ninguno de los pacientes incluidos presentaba metástasis a distancia.

Respecto a las limitaciones de este estudio, se destaca el reducido tamaño muestral y la heterogeneidad de los pacientes incluidos, derivado de la condición sanitaria por Covid-19 que disminuyó la programación de cirugías oncológicas y las consultas de pre-rehabilitación nutricional. Otra limitante fue la obtención retrospectiva de datos obtenidos de la práctica clínica habitual, lo que podría generar una variabilidad en los resultados obtenidos.

## 7. Conclusiones

El análisis de composición corporal con BIA es un método no invasivo y de rápida aplicabilidad que puede ofrecer medidas objetivas del estado nutricional y de salud general en los pacientes con cáncer previa cirugía electiva. Su realización de forma estandarizada en la práctica clínica habitual puede ser útil en la toma de decisiones clínicas y predecir los resultados de pacientes oncológicos.

## 8. Bibliografia

1. Caan BJ, Cespedes Feliciano EM, Kroenke CH. The importance of body composition in explaining the overweight paradox in cancer. *Cancer Res.* 2018;78(8):1906–12.
2. Matthews L, Bates A, Wootton SA, Levett D. The use of bioelectrical impedance analysis to predict post-operative complications in adult patients having surgery for cancer: A systematic review. *Clin Nutr.* 2021;
3. Brown JC, Feliciano EMC, Caan BJ. The evolution of body composition in oncology— epidemiology, clinical trials, and the future of patient care: Facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018;9(7):1200–8.
4. Heus C, Bakker N, Verduin WM, Doodeman HJ, Houdijk APJ. Impact of Body Composition on Surgical Outcome in Rectal Cancer Patients, a Retrospective Cohort Study. *World J Surg.* 2019;43(5):1370–6.
5. Lundberg M, Dickinson A, Nikander P, Orell H, Mäkitie A. Low-phase angle in body composition measurements correlates with prolonged hospital stay in head and neck cancer patients. *Acta Otolaryngol.* 2019;139(4):383–7.
6. Powell A, Mulla M, Eley C, Patel N, Abdelrahman T, Blake P, et al. Prognostic significance of low muscle volume in patients undergoing surgery for oesophageal cancer. *Clin Nutr ESPEN.* 2020;40:220–5.
7. Hassanpour SH, Dehghani M. Review of cancer from perspective of molecular. *J Cancer Res Pract.* 2017;4(4):127–9.
8. Mattiuzzi C, Lippi G. Current cancer epidemiology. *J Epidemiol Glob Health.* 2019;9(4):217–22.
9. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209–249.
10. Sociedad Española de Oncología Médica. Las cifras del cáncer en España 2020 [Internet]. 2020. Available from: [https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/Cifras\\_del\\_cancer\\_2020.pdf](https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/Cifras_del_cancer_2020.pdf)
11. Akinyemiju T, Wiener H, Pisu M. Cancer-related risk factors and incidence of

- major cancers by race, gender and region; analysis of the NIH-AARP diet and health study. *BMC Cancer*. 2017;17(1):597.
12. Coleman NC, Burnett RT, Higbee JD, Lefler JS, Merrill RM, Ezzati M, et al. Cancer mortality risk, fine particulate air pollution, and smoking in a large, representative cohort of US adults. *Cancer Causes Control*. 2020;31(8):767–76.
  13. de Martel C, Georges D, Bray F, Ferlay J, Clifford GM. Global burden of cancer attributable to infections in 2018: a worldwide incidence analysis. *Lancet Glob Heal*. 2020;8(2):e180–90.
  14. He M, Rosen J, Mangiameli D, Libutti SK. Cancer Development and Progression. In: *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2007. p. 117–33.
  15. Sarkar S, Horn G, Moulton K, Oza A, Byler S, Kokolus S, et al. Cancer development, progression, and therapy: An epigenetic overview. *Int J Mol Sci*. 2013;14(10):21087–113.
  16. Kim DH. Nutritional issues in patients with cancer. *Intest Res*. 2019;17(4):455–62.
  17. Cohen S, Nathan JA, Goldberg AL. Muscle wasting in disease: Molecular mechanisms and promising therapies. Vol. 14, *Nature Reviews Drug Discovery*. 2014. p. 58–74.
  18. Tsoli M, Swarbrick MM, Robertson GR. Lipolytic and thermogenic depletion of adipose tissue in cancer cachexia. *Semin Cell Dev Biol*. 2016;54.
  19. Vettore L, Westbrook RL, Tennant DA. New aspects of amino acid metabolism in cancer. *Br J Cancer*. 2020;122(2):150–6.
  20. Correa JC, Figueroa JD, Castaño R, Madrid J, Calle M, Sanabria Á. Principios de cirugía oncológica. *Rev Colomb Cirugía*. 2016;31(3).
  21. Chen HHW, Kuo MT. Improving radiotherapy in cancer treatment: Promises and challenges. *Oncotarget*. 2017;8(37):62742–58.
  22. Ziętańska M, Krawczyk-Lipiec J, Kraj L, Zaucha R, Małgorzewicz S. Chemotherapy-related toxicity, nutritional status and quality of life in precachectic oncologic patients with, or without, high protein nutritional support. A prospective, randomized study. *Nutrients*. 2017;9(10):1108.

23. Shadad AK, Sullivan FJ, Martin JD, Egan LJ. Gastrointestinal radiation injury: symptoms, risk factors and mechanisms. *World J Gastroenterol.* 2013;19(2):185–98.
24. Mazzocchi G. Body composition: Where and when. *Eur J Radiol.* 2016;85(8):1456–60.
25. Ward LC. Human body composition: yesterday, today, and tomorrow. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72(9):1201–7.
26. Müller MJ, Braun W, Pourhassan M, Geisler C, Bösby-Westphal A. Application of standards and models in body composition analysis. *Proc Nutr Soc.* 2016;75(2):181–7.
27. Lebedowska A, Hartman-Petrycka M, Błońska-Fajfrowska B. How reliable is BMI? Bioimpedance analysis of body composition in underweight, normal weight, overweight, and obese women. *Ir J Med Sci.* 2020;
28. Scafoglieri A, Clarys JP. Dual energy X-ray absorptiometry: gold standard for muscle mass? *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018;9(4):786–7.
29. Verboven K, Wouters K, Gaens K, Hansen D, Bijnen M, Wetzels S, et al. Abdominal subcutaneous and visceral adipocyte size, lipolysis and inflammation relate to insulin resistance in male obese humans. *Sci Rep.* 2018;8(1):4677.
30. Pring ET, Malietzis G, Kennedy RH, Athanasiou T, Jenkins JT. Cancer cachexia and myopenia – Update on management strategies and the direction of future research for optimizing body composition in cancer – A narrative review. *Cancer Treat Rev.* 2018;70:245–54.
31. Armstrong VS, Fitzgerald LW, Bathe OF. Cancer-associated muscle wasting—candidate mechanisms and molecular pathways. *Int J Mol Sci.* 2020;21(23):1–20.
32. Peterson SJ, Mozer M. Differentiating Sarcopenia and Cachexia among Patients with Cancer. *Nutr Clin Pract.* 2017;32(1):30–9.
33. Argilés JM, Busquets S, Stemmler B, López-Soriano FJ. Cancer cachexia: Understanding the molecular basis. *Nat Rev Cancer.* 2014;14(11):754–62.
34. Aleixo GFP, Shachar SS, Nyrop KA, Muss HB, Malpica L, Williams GR. Myosteatosis and prognosis in cancer: Systematic review and meta-analysis.

Crit Rev Oncol Hematol. 2020;145:102839.

35. Lee JY, Ryu HS, Yoon SS, Kim EH, Yoon SW. Extracellular-to-Intracellular Fluid Volume Ratio as a Prognostic Factor for Survival in Patients With Metastatic Cancer. *Integr Cancer Ther.* 2019;18.
36. Arab A, Karimi E, Vingrys K, Shirani F. Is phase angle a valuable prognostic tool in cancer patients' survival? A systematic review and meta-analysis of available literature. *Clin Nutr.* 2021;40(5):3182–90.
37. Shachar SS, Williams GR, Muss HB, Nishijima TF. Prognostic value of sarcopenia in adults with solid tumours: A meta-analysis and systematic review. *Eur J Cancer.* 2016;57:58–67.
38. Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2017;24(5):310–4.
39. Faron A, Sprinkart AM, Kuetting DLR, Feisst A, Isaak A, Endler C, et al. Body composition analysis using CT and MRI: intra-individual intermodal comparison of muscle mass and myosteatosis. *Sci Rep.* 2020;10(1):11765.
40. Małecka-Massalska T, Powrózek T, Mlak R. Bioelectrical impedance analysis and malnutrition in cancer. In: *Handbook of Famine, Starvation, and Nutrient Deprivation: From Biology to Policy.* 2019. p. 809–29.
41. Grundmann O, Yoon SL, Williams JJ. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients - A comprehensive review. Vol. 69, *European Journal of Clinical Nutrition.* 2015. p. 1290–7.
42. Marra M, Sammarco R, De Lorenzo A, Iellamo F, Siervo M, Pietrobelli A, et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (bia) and dual energy x-ray absorptiometry (dxa): A critical overview. *Contrast Media Mol Imaging.* 2019;2019:3548284.
43. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. *J Investig Med.* 2018;66(5):887–95.
44. Fujiwara N, Nakagawa H, Kudo Y, Tateishi R, Taguri M, Watadani T et al. Sarcopenia, intramuscular fat deposition, and visceral adiposity independently predict the outcomes of hepatocellular carcinoma. *Journal of Hepatology.*

2015;63(1):131-140.

45. Ræder H, Henriksen C, Bøhn S, O`de Fey Vilbo A, Henriksen H, Kværner A et al. Agreement between PG-SGA category and fat-free mass in colorectal cancer patients. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2018;27:24-31.
46. Balderas-Peña L, González-Barba F, Martínez-Herrera B, Palomares-Chacón U, Durán-Anguiano O, Salazar-Páramo M et al. Body Composition and Biochemical Parameters of Nutritional Status: Correlation with Health-Related Quality of Life in Patients with Colorectal Cancer. *Nutrients*. 2020;12(7):2110.

## 9. Beneficios, aplicabilidad y validez

El uso de BIA en pacientes con cáncer, previa cirugía electiva, aporta información objetiva de indicadores de composición corporal que permiten determinar el estado nutricional y de salud de forma más completa que con métodos antropométricos tradicionales.

Al ser un método no invasivo y de rápida aplicabilidad, puede formar parte de la evaluación de reservas y componentes corporales de las consultas de nutrición y oncología de rutina, con el fin de mantener un seguimiento periódico de los cambios de composición corporal que precisen modificar la terapéutica planteada. Realizar este seguimiento es crucial para optimizar el estado nutricional previo a la intervención quirúrgica.

Por otro lado, los indicadores de composición corporal pueden ser importantes variables pronósticas de las complicaciones y supervivencia post-quirúrgicas, así como reflejar el impacto de los tratamientos oncológicos sobre el estado nutricional y de salud general.

La información aportada por este trabajo puede ser la primera etapa de un estudio de seguimiento de composición corporal previa y posterior a la intervención quirúrgica oncológica, aportando información relevante para la toma de decisiones relacionadas con la pre-habilitación y posterior seguimiento nutricional.