



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

FACULTAD DE MEDICINA

**“EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL Y GASTO ENERGÉTICO EN
REPOSO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON TUMORES SÓLIDOS DE
RECIÉN DIAGNÓSTICO”**

Tesis presentada para obtener el grado de:

Licenciatura en Medicina

Alumna:

Sandra Nayeli Becerra Morales

Director experto

Dra. Isabel de Jesús Medina Vera

Director metodológico

José Carmelo Peña Pérez

Instituto Nacional de Pediatría
Ciudad de México; agosto 2025.

ÍNDICE.

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. ANTECEDENTES	5
3.1 Antecedentes generales.	5
3.2 Antecedentes específicos.	7
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
5. OBJETIVOS	16
5.1 Objetivo general.	16
5.2 Objetivos específicos.....	16
6. MATERIAL Y MÉTODOS	17
6.1 Diseño del estudio.	17
6.2 Ubicación espacio temporal.	17
6.3 Muestreo.....	17
6.3.1. Definición de la unidad de población.....	17
6.3.2. Criterios de selección	17
6.3.3. Diseño y tipo de muestreo.	18
6.3.4. Tamaño de la muestra.	18
6.4. Definición de las variables y escalas de medición.	18
6.5. Método de recolección de datos.	24
6.6. Técnicas y procedimientos.	25
6.7. Análisis de datos.	28
7. RESULTADOS	28
7.1 Características clínicas y demográficas de los participantes.....	28
7.2 Variables clínicas y antropométricas.....	29
7.3 Ángulo de fase.....	30
7.4 Parámetros de composición corporal.	32
7.5 Dinamometría (Fuerza de Preensión de mano).....	32
7.6 Masa muscular en los diferentes estratos de nutrición.	33
7.7 Composición corporal por estrato de nutrición.	33
7.9 Correlación entre Impedancia y Calorimetría Indirecta.	36
7.10 Comparación del gasto energético en reposo entre estratos de nutrición.....	37

7.11 Determinación y estimación de GER por CI y Fórmula Schofield por estrato de nutrición.	38
8. DISCUSIÓN.....	39
9. CONCLUSIONES.....	46
10. BIBLIOGRAFÍA.....	47
11. ANEXOS.....	55

1. RESUMEN

Antecedentes: En pediátricos con algún tipo de tumor sólido, existe deterioro en el estado nutricional, esto se asocia a mayor riesgo de complicaciones y mortalidad. El Gasto Energético en Reposo (GER) es la medida para estimar los requerimientos de energía en el contexto nutricional. El análisis de la composición corporal, incluido el ángulo de fase, es fundamental en la evaluación clínica para valorar el estado nutricional y la integridad de la membrana celular, lo que se ha asociado al pronóstico clínico.

Objetivo: Evaluar el estado nutricional y el gasto energético en reposo en pacientes pediátricos con tumores sólidos de recién diagnóstico.

Material y métodos: Estudio transversal, observacional y analítico, pacientes de 6 a 18 años, con recién diagnóstico de tumor sólido atendidos en el INP de agosto 2023 a diciembre 2024. Se les realizó historia clínica, evaluación del estado nutricional, determinación de composición corporal y ángulo de fase por impedancia eléctrica de multifrecuencia, prueba de funcionalidad (dinamometría), evaluación de actividad física y medición de GER mediante calorimetría indirecta.

Resultados: Se evaluaron 147 pacientes, con una edad de 13 (10-14) años, el 55.8% corresponde al género masculino. El estado de nutrición de normopeso estuvo presente en el 40.8%, el 29.9% algún tipo de exceso de peso y 29.3% desnutrición. El promedio de GER fue de 1160.8 ± 355.4 kcal/día. Se observó un mayor GER en pacientes con exceso de peso y menor en desnutrición (1304.2 ± 401.9 vs 1054 ± 304.2 kcal/día, $p=0.004$), al ajustarlo por MME, fue mayor en el estado de desnutrición en comparación con normopeso (80.1 ($59.3 - 97.7$) vs 62 ($49.6 - 79.1$) kcal, $p=0.04$). En cuanto a composición corporal existe una similitud de MME entre pacientes con normopeso y exceso de peso (17.9 ($12 - 23.7$) kg vs 20 ($16.5 - 27.2$) kg, $p=0.08$), el estrato de desnutrición presentó menor MME con 10.6 ($8.4 - 18.2$) kg. ($p < 0.05$). La presencia de baja masa muscular está en todos los estratos de nutrición.

Conclusiones: El GER es diferente entre los estratos de nutrición, es mayor en pacientes con exceso de peso y menor en desnutrición, al realizar un ajuste por kg de MME ocurre lo contrario. La condición de baja masa muscular está presente en todos los estratos de nutrición, con mayor prevalencia en pacientes con desnutrición.

Palabras clave: Gasto energético en reposo, composición corporal, desnutrición, tumores sólidos, pediátricos,

2. INTRODUCCIÓN

En contraste con la población adulta, el cáncer en pediatría no tiene una prevención primaria y por tal motivo, en muchos casos el diagnóstico se realiza cuando el cáncer ya se ha diseminado, se estima que la supervivencia para niños en los países de ingresos medios o bajos apenas alcanza un 20%.

Los pediátricos con diagnóstico oncológico tienen una mayor probabilidad de presentar desnutrición, porque, una de las características que se afecta en esta enfermedad es el estado de nutrición, el cual influye en los resultados clínicos, la supervivencia global, supervivencia libre de eventos, tolerancia al tratamiento, riesgo de infecciones, costo de atención y la calidad de vida.

Se requiere de una evaluación correcta y personalizada del metabolismo energético para lograr un balance en el requerimiento energético de cada paciente, y nuestra piedra angular para esto es la determinación del GER, sin embargo, en pediatría hay poca información sobre el GER en pacientes pediátricos con tumores sólidos.

Otro punto importante es la evaluación de la composición corporal, es necesario ir más allá de medidas antropométricas tradicionales como peso, talla e IMC, que, si bien no se les resta importancia, existen herramientas como la bioimpedancia eléctrica que sin ser un método invasivo nos brinda parámetros de composición corporal muy importantes con las que clínicamente podemos brindar una intervención más completa mejorando la calidad de vida.

En este estudio se analiza el gasto energético en reposo, la composición corporal y el estado nutricional en pediátricos con tumores sólidos con la finalidad de mejorar las intervenciones nutricionales y así evitar resultados clínicos desfavorables o un mal pronóstico. Se refleja la importancia del seguimiento nutricional en oncología pediátrica para formar parte de una atención integral.

3. ANTECEDENTES

3.1 Antecedentes generales.

- *Cáncer en pediatría*

Una de las principales causas de mortalidad en niños y adolescentes alrededor del mundo es el cáncer¹, en muchos países se coloca como la segunda causa de muerte en niños mayores de un año, después de los accidentes². A nivel internacional en la población entre 5 y 14 años es la 6º causa de muerte y la mortalidad más alta es en la edad de 0 a 4 años¹⁴. Algo importante es que, a diferencia del cáncer en los adultos, se desconocen las causas de la mayoría de los cánceres en pediátricos¹¹.

En esta etapa de la vida hay muy pocos cánceres que son causados por factores ambientales o ligados al modo de vida, por lo tanto, no existe la prevención primaria, ni detección mediante cribado³. Lo que se ha mencionado que podría ser un factor de riesgo son, sustancias químicas y medicamentos como plaguicidas, solventes como benceno, el componente N-nitroso y tabaco. También se habla de la exposición a rayos X durante el embarazo, o a virus como Epstein Barr, virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), hepatitis B y C, virus linfotrópico humano tipo 1 (HTLV1) y el virus de papiloma están asociados con cánceres específicos. Si bien como ya se mencionó el cáncer infantil no es prevenible, sí se puede hacer un diagnóstico oportuno. Se ha visto que la demora en la remisión de un paciente con cáncer y la iniciación tardía o suspensión del tratamiento pueden significar la diferencia entre la vida y la muerte⁴.

El tipo de patología oncológica pediátrica más común será diferente según la edad, pero de manera general los tipos más comunes a nivel mundial son leucemias en primer lugar, seguido de tumores del sistema nervioso central y linfoma no hodgkin²⁵. Esto genera un problema de Salud Pública ya que es una de las principales causas de mortalidad por enfermedad en este grupo de edad y tiene un gran impacto físico, social, psicológico y económico, tanto para el paciente como para sus familiares⁵. Representa una de las principales causas con mayor número de años de vida potencialmente perdidos⁷.

Según las estimaciones hechas por el Observatorio de Cáncer Global (Globocan) 2022 fueron diagnosticados aproximadamente más de 19 millones de casos nuevos de cáncer

en todo el mundo de los cuales 275 713 corresponden a menores de 19 años con un reporte de 105 345 defunciones ⁸.

Como panorama nacional, la asociación mexicana de ayuda a niños con cáncer (AMANC) mostró que la primera causa de muerte en pacientes de 5 a 14 años fue algún tipo de cáncer ³. De acuerdo con el Registro de Cáncer en Niños y Adolescentes (RCNA) en México, las tasas de incidencia (por millón) en 2017 fueron 89.6, siendo 111.4 casos en niños (0 a 9 años) y 68.1 casos en adolescentes (10-19 años) ⁶. Por otro lado, los registros de Globocan 2022, reportan que en México los tipos más frecuente de cáncer son: 34.1% Leucemia, 10.3 % Tumores de Sistema Nervioso Central, 9.2 % testicular y 6.5% Linfoma No Hodgkin ⁸. De acuerdo con las proyecciones obtenidas de esta plataforma, a nivel mundial, México es el 7° país que reportó una mayor incidencia de casos de cáncer con 7 101 casos nuevos y 2 209 muertes en 2022, la mayoría de los casos de incidencia y muertes ocurren en el sexo masculino ¹³, mientras que a nivel América latina y el Caribe nuestro país aparece como el segundo lugar, después de Brasil, y si comparamos México con Centroamérica, nos encontramos en primer lugar con casos de incidencia y mortalidad por cáncer de 0 a 19 años ¹⁴.

En los países de ingresos bajos o medianos, hay una sobrevida que apenas alcanza un 20%, en comparación con la de países de ingresos altos donde la probabilidad de que una niña, niño o adolescente con cáncer sobreviva es de más del 80% ². Algunas de las principales causas que repercuten en las bajas tasas de supervivencia son la incapacidad para tener un diagnóstico preciso y oportuno, poco o nulo acceso a los tratamientos, abandono del tratamiento, defunciones por toxicidad y exceso de recidivas, entre otras ³.

Otro punto importante para mencionar es que las tasas de incidencia en los países de ingresos bajos o medianos suelen ser más bajas, en primera instancia esto puede estar relacionado a la diferencia en la exposición ambiental o susceptibilidad biológica, sin embargo, se sabe que existe una deficiente cobertura sobre los datos de registro, por lo tanto, tenemos dos puntos negativos en esta población, la existencia de subdiagnóstico y subregistro ⁹.

Las medidas de prevención del cáncer en los niños deben centrarse en los comportamientos que impedirán que más adelante, en la vida adulta, sufran cánceres

prevenibles³. La estrategia más eficaz para reducir la carga de morbilidad y mejorar la evolución clínica es centrarse en un diagnóstico precoz y correcto, seguido de un tratamiento eficaz y científicamente contrastado que se acompañe de medidas de apoyo personalizado ⁷.

3.2 Antecedentes específicos.

- ***Tumores sólidos en pediatría***

Los Tumores Sólidos corresponden a la presencia de una masa sólida formada por células neoplásicas, ubicada en cualquier sitio anatómico y de diferentes tipos histológicos, son neoplasias que se originan en tejidos no hematopoyéticos. Pueden ser benignos o malignos. Los diferentes tipos de tumores sólidos reciben su nombre por el tipo de células que los forman. Como tumores sólidos tenemos los sarcomas, carcinomas y linfomas ^{10,28}.

A pesar de los avances en diagnóstico y tratamiento la mayoría de los tumores sólidos alcanzan una supervivencia global a 5 años de hasta 70%, pero, se han observado que hasta el 80% de los pacientes tratados por enfermedad de alto riesgo presentan efectos adversos severos, esto incluye toxicidad grave ¹⁶.

La incidencia y tipo de tumor sólido varía según el grupo etario, entre los 15 y 19 años el tipo de cáncer más frecuente varía dependiendo el sexo ¹⁴. En niños menores de 5 años predominan tumores embrionarios como el neuroblastoma, retinoblastoma y algunos del sistema nervioso central, mientras que en adolescentes son más frecuentes los linfomas, tumores óseos y cáncer de tiroides ^{12, 13}.

En México según los registros del RCNA durante el año 2021 se reportaron 1 356 casos de tumores sólidos, el 56.1% corresponden a sexo masculino y el 43.8% al sexo femenino ⁶. Dentro de estos el 52% (711) fueron casos de Tumores Sólidos, de estos los linfomas representan el 17.8% del total de tumores sólidos, siendo más común Linfoma No Hodgkin ¹⁴.

Con respecto la Clasificación Internacional de Cáncer Infantil (ICCC) para Tumores Sólidos, la incidencia por tipo de cáncer fue: IIa Enfermedad de Hodgkin con el 9.4% y en segundo lugar VIIIa Osteosarcoma con el 9.3% de los casos totales ¹⁵.

- *Nutrición y cáncer.*

Existe un alto riesgo de que los niños con algún tumor sólido presenten problemas nutricionales a corto y largo plazo, relacionados con su enfermedad y los efectos secundarios de los tratamientos, particularmente de sufrir déficits nutricionales. Lo que se ha informado sobre la incidencia de desnutrición en niños y a adolescentes que cursan por un tratamiento contra cáncer es de hasta un 70%, por otro lado, la incidencia de malnutrición por exceso es del 25 al 75%. El estado nutricional por el que curse un niño con cáncer puede afectar la supervivencia general, la supervivencia libre de eventos, la tolerancia al tratamiento, el riesgo de desarrollar infecciones y la calidad de vida ¹⁷, sin embargo, sigue siendo un tema subestimado dentro de la oncología pediátrica ¹⁸. Estas alteraciones pueden deberse tanto a la propia carga tumoral como a los efectos colaterales del tratamiento (náuseas, vómitos, mucositis, alteraciones del gusto, anorexia) ²⁹.

Para la organización mundial de la salud (OMS) el estado de nutrición en niños se divide en dos: desnutrición y malnutrición por exceso. La desnutrición se subdivide en aguda o emaciación, la cual está definida por la OMS como peso para la talla <-2 desviaciones estándar (DE) y desnutrición crónica o retraso del crecimiento, definida por la OMS como altura para la edad <-2 DE. Es necesario tener en cuenta la edad al definir el sobrepeso y la obesidad. Para los niños de 5 a 19 años, el sobrepeso se define como un Índice de masa corporal (IMC) para la edad de $> +2$ DE y la obesidad se define como un IMC para la edad $> +3$ DE ¹⁷.

La desnutrición es un término inespecífico que se utiliza para definir una condición nutricional inadecuada. Se caracteriza por una deficiencia o un exceso de energía con efectos adversos mensurables en el resultado clínico. La desnutrición describe las consecuencias de una ingesta insuficiente de proteínas y energía, también comprende circunstancias de elevado suministro de energía que resultan en una malnutrición por exceso con un aumento del tejido adiposo ¹⁸.

Aunque la desnutrición se ha definido o descrito de muchas maneras, no existe consenso con respecto a una definición específica para identificar a los niños en riesgo. Se propone que una pérdida de peso corporal $\geq 5\%$ constituye desnutrición aguda y un valor de altura para la edad inferior al percentil 5 puede reflejar desnutrición crónica en los niños. Irónicamente, muchos niños que padecen cáncer no cumplen con estos criterios. En

particular, aquellos con grandes masas abdominales sólidas pueden presentar un peso normal a pesar de una desnutrición grave. Además, el agotamiento nutricional puede quedar enmascarado en los niños por el edema debido al tratamiento con corticosteroides¹⁸.

En pacientes pediátricos con cáncer está influenciada por varios factores como son las diferentes técnicas de diagnóstico para evaluar el estado nutricional; el tipo histológico y estadio de malignidad durante la evaluación; la susceptibilidad individual del niño a la desnutrición y a los regímenes anticancerígenos durante la clasificación; y finalmente la definición bastante inespecífica de desnutrición¹⁸.

- ***Patogénesis de la desnutrición en tumores sólidos***

Varios mecanismos fisiopatológicos contribuyen al desarrollo de desnutrición y retraso del crecimiento en el cáncer infantil, como interacciones complejas entre el metabolismo energético y del sustrato; componentes hormonales e inflamatorios; y alteraciones de los compartimentos metabólicos¹⁸.

Los pacientes con cáncer tienen un estado catabólico y los conduce a cambios en el metabolismo. El tumor libera citocinas proinflamatorias (TNF- α , IL-1, IL-6, IFN- γ) que provoca una movilización acelerada y oxidación de sustratos energéticos, aumento de lipólisis y pérdida de proteínas en todo el cuerpo¹⁷.

La ingesta de alimentos se regula en el núcleo ventromedial del hipotálamo. Los modelos animales han demostrado que los neuropéptidos como las citoquinas proinflamatorias (IL1 α , IL-1 β , IL-6) liberadas por el tejido tumoral, las células inmunes y del estroma, el TNF α y el INF γ en combinación con otros mediadores afectan la ingesta de alimentos y el gasto de energía¹⁸.

Los efectos secundarios de los distintos tratamientos como cirugía, radioterapia, quimioterapia y/o la combinación de estos, afectan el SNC al disminuir el apetito y la ingesta oral o inducir náuseas y vómitos. Esto puede provocar pérdida de líquidos, alteración de electrolitos y deficiencia de proteínas y macro y micronutrientes. Los efectos citotóxicos de la quimioterapia y radioterapia pueden causar mucositis, que puede afectar la mucosa de la cavidad bucal y el tracto gastrointestinal. Las lesiones de la mucositis oral

suelen ser muy dolorosas y comprometen la ingesta y la higiene bucal, lo que aumenta el riesgo de infecciones locales y sistémicas ¹⁷.

El estrés oxidativo celular está asociado tanto con la ingesta dietética como con la terapia contra el cáncer. Se cree que el estrés oxidativo, que puede causar progresión de la enfermedad y daño al ADN inducido por el estrés en condiciones normales, mejora la eficacia de ciertos regímenes de quimioterapia en el tratamiento de pacientes pediátricos con leucemia y linfoma. La relación entre ciertos compuestos dietéticos y el nivel de estrés oxidativo durante la quimioterapia puede proporcionar alguna base molecular de cómo la nutrición afecta los resultados de los pacientes durante el tratamiento. Se investigó la correlación entre el estado nutricional de pacientes pediátricos con cáncer y los cambios en las medidas directas del estrés oxidativo. Los resultados mostraron que los niveles de estrés oxidativo aumentaron con el tiempo durante el período de seguimiento y estaban relacionados con el consumo de proteínas, incluidas proteínas animales y vegetales ¹⁷.

El agotamiento del músculo esquelético se produce debido a una alteración del equilibrio entre la síntesis y degradación de proteínas y al aumento de la apoptosis de los miocitos. La pérdida de masa corporal magra puede ocurrir rápidamente en pacientes pediátricos con cáncer, lo que lleva a alteraciones significativas, como reducción de la fuerza muscular, función inmune debilitada, retraso en la cicatrización de heridas y aumento de la morbilidad. Esta pérdida de masa magra puede ir acompañada de un aumento de las reservas de grasa corporal, como se observa con dosis grandes y prolongadas de terapia con glucocorticoides ¹⁸.

- ***Prevalencia de desnutrición.***

La prevalencia de desnutrición varía según el tipo de tumor (su localización/estadificación y su comportamiento biológico), el tipo de intervención, la edad de los pacientes y los métodos y puntos de corte utilizados para la evaluación del estado nutricional. En general, la desnutrición prevalece en el momento del diagnóstico y empeora durante la terapia debido al propio cáncer y su tratamiento, mientras que la malnutrición por exceso es más prevalente al final del tratamiento, pero también puede estar presente al inicio, especialmente en pacientes con problemas cerebrales, tumores sólidos o aquellos que reciben altas dosis de esteroides ¹⁷.

Se encontró una menor prevalencia de desnutrición en pacientes con tumores locales no metastásicos, y en pacientes en remisión sometidos a quimioterapia de mantenimiento. Es un desafío estimar la prevalencia de la desnutrición en pacientes con tumores sólidos debido a la falta de estudios apropiados ¹⁷.

Los estudios de tumores sólidos tienen datos limitados; un estudio informó una prevalencia de desnutrición del 50% en el momento del diagnóstico de tumores sólidos, que disminuye al 33% después de dos ciclos de QHT y al 20% después de la escisión del tumor ¹⁷.

- ***Composición corporal en tumores sólidos.***

La composición corporal ha ganado cada vez más atención en oncología en los últimos años debido al hecho de que se ha revelado que la sarcopenia es un fuerte indicador de pronóstico de supervivencia en múltiples etapas y tipos de cáncer y un factor predictivo de toxicidad y complicaciones quirúrgicas ¹⁹.

En los niños con cáncer, el peso corporal puede verse influenciado por la masa tumoral y la hidratación, particularmente durante la quimioterapia, enmascarando la pérdida de grasa y músculo esquelético. La medición de compartimentos corporales proporciona información útil sobre el estado nutricional en el momento del diagnóstico, presenta información adicional a la obtenida de la antropometría y las evaluaciones nutricionales subjetivas ¹⁸.

Durante mucho tiempo se ha sugerido que el estado nutricional influye en los resultados del tratamiento en oncología pediátrica. Las medidas antropométricas como IMC, el grosor de los pliegues cutáneos, la circunferencia de la parte media del brazo y la circunferencia de la cintura a menudo se utilizan para evaluar el agotamiento del almacenamiento corporal en el entorno clínico. Sin embargo, estas modalidades sin imágenes están limitadas. Además, el IMC no distingue entre masa magra y adiposidad, por lo que su uso como variable de pronóstico puede dar lugar a una clasificación errónea de los pacientes. Actualmente, la composición corporal en pacientes pediátricos con tumores sólidos es un área poco estudiada. ²⁰.

Existe una amplia variedad de modalidades que permiten delimitar y cuantificar el tejido corporal en pacientes pediátricos, las más utilizadas son el análisis de bioimpedancia, la pletismografía por desplazamiento de aire (ADP), la exploración corporal tridimensional,

la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) ²⁰.

Métodos para estudiar composición corporal		
Bioimpedancia y ADP	DXA	TC y RM
Técnicas sin imágenes, estiman masas de tejido adiposo y masa magra. Aplicación limitada en pacientes pediátricos críticamente enfermos.	Técnica con imágenes que diferencia los tejidos de masa grasa y masa magra, pero, no distingue grasa visceral de la subcutánea.	Técnicas que crean imágenes tridimensionales. Distinguen tejido adiposo visceral y subcutáneo, así como masa del músculo esquelético de otros tejidos magros.

La resonancia magnética determina la composición corporal total, mientras que la tomografía computarizada generalmente se limita al abdomen o el muslo para reducir la exposición a la radiación. La evaluación de imágenes de cortes múltiples proporciona una medida del volumen completo de los distintos compartimentos tisulares y por lo tanto se considera el método más preciso para medir composición corporal. En el cáncer de adultos se ha utilizado con gran éxito, para evaluar la composición corporal, el uso de un solo corte (p. ej. A nivel de L3) ²⁰.

El análisis de este corte proporciona un medio de evaluación más disponible, práctico y rentable en estudios transversales. Se ha validado el punto de corte L3 que define la sarcopenia en la población adulta con cáncer, sin embargo, este punto no ha sido validado en pediatría. Se necesitan estudios longitudinales que validen el uso de imágenes de corte único en pediatría para determinar la viabilidad y utilidad de implementar estas técnicas en el cáncer pediátrico. La viabilidad de realizar tales investigaciones está limitada por la exposición a la radiación asociada ²⁰.

La sarcopenia se describió por primera vez en 1989 como una pérdida de masa muscular relacionada con la edad. Posteriormente, la definición se amplió a un síndrome que combina tres criterios: 1) pérdida de masa muscular esquelética, 2) pérdida de función y 3) pérdida de rendimiento físico ²⁰.

A pesar de la sólida evidencia que vincula la composición corporal con resultados desfavorables en la población adulta con tumores sólidos, y la demostración de cambios adversos similares en niños y adolescentes sometidos a tratamiento para la LLA, hasta la fecha, ha habido solo dos publicaciones destacadas que examinan la composición corporal en pacientes con tumores sólidos. Los hallazgos de estos estudios sugieren que los pacientes sometidos a tratamiento para tumores sólidos experimentan una disminución estadísticamente significativa en la masa libre de grasa y un aumento de la masa grasa en comparación con sujetos de control de la misma edad y sexo. Aunque cada uno de estos estudios está limitado por el tamaño de su muestra, sus hallazgos son convincentes y justifican más investigaciones ²⁰.

- ***Componentes del gasto energético total***

El conocimiento del metabolismo energético es necesario para diseñar estrategias nutricionales correctas. Cobra especial importancia en el tratamiento de los pacientes críticamente enfermos, sobre todo en niños ²¹. El gasto energético total (GET) consiste en el gasto energético en reposo, la actividad física y el efecto térmico de los alimentos ²².

Gasto Energético en Reposo (GER)

Es considerado el componente más grande (65-75% del GET) y se refiere a la energía gastada por un individuo en estado de ayuno, en condiciones de reposo y en un ambiente termo estable. Para estimar los requerimientos energéticos, el GER frecuentemente se mide por métodos calorimétricos o se evalúa por ecuaciones de estimación de energía ²³.

En pacientes con cáncer avanzado, la carga tumoral y la inflamación sistémica asociada pueden aumentar el gasto energético en reposo ²². Un tumor maligno induce cambios generalizados en el metabolismo de un niño, incluido su metabolismo energético. El GER puede aumentar, como se ha demostrado en varios estudios con pacientes adultos con cáncer. Otros estudios han documentado que aproximadamente el 50% de todos los pacientes de cáncer tuvieron una pérdida de peso y esto se relacionó a un estado hipermetabólico en comparación con sujetos controles, además de que la comparación los sujetos fueron similares en actividad física, composición corporal, edad y pérdida de peso. Del mismo modo, en pacientes con recién diagnóstico de Cáncer alrededor del 48% fueron hipermetabólicos y presentaban mayor proporción de GER medido versus la estimación hecha por kg de grasa masa. Comparando el GER en pacientes con diferentes

tipos de cáncer, algunos los autores han informado un GER normal en pacientes con cánceres gástricos o colorrectales y un GER más alto de lo esperado en sujetos con cánceres pancreáticos o pulmonares. Existen pocos e inconsistentes datos sobre los efectos de tumores sólidos en el GER.

Las variaciones en el GER están en relación con el peso (la influencia de la altura es controvertida), la masa corporal magra, el sexo, la edad, factores genéticos incluyendo el peso de los padres y el grupo étnico y factores medioambientales tales como la temperatura. Influyen, asimismo, la actividad simpática y la situación clínica y nutricional²¹.

Actividad física

Es altamente variable e incluye tanto la ocupacional como la recreativa, la actividad física puede expresarse tanto de manera cuantitativa como estratificarla de acuerdo con su intensidad. De manera cuantitativa el valor se aplica al nivel de gasto de energía alcanzado durante el desempeño de una actividad específica a una intensidad designada y proporciona una forma de expresar el costo calórico total de la actividad que frecuentemente es expresado en METs (Metabolic Equivalent of Task), el cual equivale a una tasa de consumo de O₂ de 3.5 mililitros por kilogramo de peso corporal por minuto (ml/kg/min), estas medidas se pueden estratificar para conocer el nivel de actividad física de un individuo tomándose en cuenta que aquellas actividades que manejen niveles de METs < 3.3 son consideradas como leves, > 4 < 8 METs son moderadas, y aquellas > 8 METs como vigorosas o intensas, por lo tanto es considerado una actividad física baja si se tiene <600 METs/min/semana, una actividad física moderada entre 600-3000 METs/min/semana y una actividad física Alta si se tiene >3000 METs/min/semana. Esto es importante porque de acuerdo con la FAO/OMS/ONU para complementar el GET es necesario agregar la energía de acuerdo con la actividad física para aquellos patrones de actividad física estratificada como leve se ha determinado un factor del 10% con respecto al GER, para patrones moderados va de un 20-30%, y para patrones con actividad física alta va de un 40-50%.

Durante los tratamientos oncológicos, los niños suelen reducir, tanto el contacto social, como la participación en actividades físicas, ya sea estructuradas o no, debido al aislamiento al que frecuentemente están propensos en el hospital o en sus casas, lo que

causa atrofia muscular y pérdida de fuerza muscular, aumentando el riesgo de fatiga, obesidad y baja salud ósea y mental, lo que repercute en la reintegración a sus actividades físicas y sociales diarias tras el tratamiento. Diversos estudios han reportado una menor actividad física, así como fuerza muscular, equilibrio y condición cardiovascular en niños con cáncer durante y después del tratamiento, comparados con controles sano.

Efecto térmico de los alimentos (ETA)

Se conoce así a la energía asociada con un aumento posprandial en la tasa metabólica y cubre la energía gastada para procesar la digestión, absorción, transporte, metabolismo y almacenamiento de los macronutrientes. Depende de factores como cantidad y composición de los alimentos consumidos. Supone un aumento aproximado de 10% en el gasto energético diario, esta estimación puede variar ya que el ETA difiere entre los macronutrientes, siendo más alto en proteínas de 20-30%, intermedio para carbohidratos de 5-10%, y en menor porcentaje para grasas 0-5% ^{26,27}.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Al momento del diagnóstico o durante el proceso de tratamiento, el deterioro del estado nutricional de los pacientes pediátricos con diagnóstico de tumores sólidos está relacionado con altas tasas de recaída y mortalidad por diversas complicaciones. Se ha visto que en esta población existe una prevalencia alta de malnutrición (desnutrición o malnutrición por exceso) de hasta 75%.

Alguno de los tipos de malnutrición puede llevar a poca tolerancia al tratamiento y por consecuencia un resultado no favorable, también existe un impacto significativo en la masa y función muscular, afectando la calidad de vida y rendimiento físico. Estas repercusiones negativas, no solo son malas para el paciente sino también para su entorno familiar, por tal motivo es considerado un problema de salud pública.

Actualmente no existe evidencia suficiente sobre el GER y composición corporal en pediátricos con algún diagnóstico de tumor sólido, es un área poco estudiada y algunos estudios existentes fueron hechos en poblaciones con características diferentes.

Este estudio es de los primeros reportes en informar sobre GER para pediátricos con algún tumor sólido y también en población mexicana. Actualmente las guías de nutrición en pacientes con cáncer carecen de información sobre los requerimientos del gasto energético para esta población en específico, por lo tanto, podemos decir que estamos brindando un balance energético alterado, porque no existe una adecuada relación entre la ingesta de energía (consumo de calorías) y el requerimiento energético, que hoy en día se ha visto puede aumentar riesgo de complicaciones y mala respuesta al tratamiento.

Por tal motivo nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el estado nutricional y el gasto energético en reposo (GER) en pacientes pediátricos con tumores sólidos de reciente diagnóstico, y cómo varía el GER según el estado nutricional en una población mexicana?

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo general.

Evaluar el estado nutricional y el gasto energético en reposo en pacientes pediátricos con tumores sólidos de recién diagnóstico.

5.2 Objetivos específicos.

1. Describir las características clínicas y demográficas de los participantes.
2. Determinar el GER en pacientes pediátricos con tumores sólidos de recién diagnóstico.
3. Determinar la masa libre de grasa, masa grasa, masa músculo esquelética, masa celular corporal, área de grasa visceral y ángulo de fase en pacientes pediátricos con tumores sólidos de recién diagnóstico.
4. Determinar la prevalencia de desnutrición en pacientes pediátricos con tumores sólidos de recién diagnóstico.
5. Correlacionar la composición corporal con calorimetría indirecta.
6. Comparar el GER y la composición corporal entre los diferentes estratos nutricionales de los pacientes con tumores sólidos de recién diagnóstico.
7. Comparar el GER medido por calorimetría y la ecuación de Schofield: peso (kg).

6. MATERIAL Y MÉTODOS.

6.1 Diseño del estudio.

Por el objetivo: analítico

Por maniobra que realizará el investigador: observacional

Por la recolección de los datos: ambispectivo

Por la temporalidad: transversal

6.2 Ubicación espacio temporal.

Niñas y niños que ingresen al departamento de Oncología Médica del Instituto Nacional de Pediatría de agosto 2023 a diciembre 2024.

6.3 Muestreo.

6.3.1. Definición de la unidad de población.

Pacientes pediátricos de 6 años a 17 años 11 meses con recién diagnóstico de tumor sólido.

6.3.2. Criterios de selección

6.3.2.1. Criterios de inclusión.

- Masculino y femenino.
- 6 años a 17 años 11 meses
- Reciente diagnóstico de tumor sólido (considerado como reciente de 0 a 2 semanas del diagnóstico)
- Firma del consentimiento informado y/o asentimiento informado.

6.3.2.2. Criterios de exclusión.

- Que hayan iniciado con su tratamiento de quimioterapia.
- Uso de antihistamínicos, suplementos herbales.
- Diagnóstico de hipotiroidismo
- Pacientes con requerimiento de oxígeno suplementario
- Pacientes con afectación de vías áreas

6.3.2.3. Criterios de eliminación.

- Participantes que durante la medición del GER presenten un cociente de variación \geq al 10%

6.3.3. Diseño y tipo de muestreo.

No probabilístico por conveniencia.

6.3.4. Tamaño de la muestra.

N=147

Se consideró que el GER del paciente con tumor sólido es mayor del 11.6%, en comparación con su referencia. Por lo tanto, considerando un error tipo 1 (α) = 0.05, y un error tipo II (β) de 0.2, con una desviación estándar de 6.7%, utilizando la fórmula

$$N = 2s^2 (Z\alpha + Z\beta)^2 / \Delta$$

$$N = 2 (6.7)^2 (1.96 + 0.84)^2 / 11.6$$

$$N = 72 \times 7.84 / 11.6$$

$$N = 564 / 11.6 = 48.6 \text{ por estrato}$$

$$N = 49 \times 3 = 147$$

6.4. Definición de las variables y escalas de medición.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Unidad de medición	Instrumento de medición
Gasto energético en reposo	Medición del gasto energético calculada por la medición de la cantidad de oxígeno utilizado y el dióxido de carbono liberado por el cuerpo	Se toma por medio calorimetría indirecta, donde el paciente se acuesta en la camilla y le es colocada la mascarilla para las mediciones de O ₂ y CO ₂ , se le deja descansar por 20 minutos antes de realizar la medición	Cuantitativa continua	Kcal/día	Calorímetro

		para que esté en un rango basal, las mediciones de los gases se les hace por 20 minutos.			
Diagnóstico Oncológico	Reconocimiento, análisis y evaluación de tumores benignos o malignos.	El diagnóstico oncológico será el emitido por el oncólogo del área médica.	Cualitativa nominal politómica	<ul style="list-style-type: none"> • Linfoma Hodgkin. • Linfoma No Hodgkin • Tumores de tejidos blandos • Tumores óseos • Tumores de células germinales • Tumores de piel • Tumores neuroblásticos periféricos • Tumor de ojo • Tumor sistema digestivo • Tumor genital femenino • Tumores de cabeza y cuello • Tumores endocrinos • Tumores renales y 	Oncólogo pediatra

				genitales masculinos	
Actividad física	Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que tiene como resultado un gasto energético que se añade al metabolismo basal	Movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos medido mediante los cuestionarios PAQ-C y PAQ-A	Cualitativa ordinal	Bajo (1 – 2.33 ptos) Moderado (2.34 – 3.66 ptos) Alto (3.67 – 5 ptos)	Cuestionarios PAQ-C y PAQ-A
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Años o meses cumplidos a partir de la fecha de nacimiento hasta el momento del interrogatorio	Cuantitativa continua	Años	Calendario
Edades vitales	Etapas de crecimiento y desarrollo de los niños desde el nacimiento hasta la adolescencia.	Años o meses cumplidos a partir de la fecha de nacimiento hasta el momento del interrogatorio	Cualitativa ordinal	preescolar (de 2 a 4 años) escolar (de 5 a 9 años) adolescente (de 10 a 19 años)	Calendario
Peso	Fuerza con la que la tierra atrae un cuerpo	Cifra obtenida de la medición en ayuno con la menor cantidad de ropa posible y por la mañana, mediante una báscula o pesabebés.	Cuantitativa continua	Kg	Báscula

Estatura	Distancia del piso al plano más alto de la cabeza medio en el sujeto de pie con un estadímetro	Se evalúa parado recto contra el tablero con el peso del cuerpo distribuido uniformemente y ambos pies planos sobre la plataforma, con los talones juntos y separados. Los dedos de los pies deben apuntar ligeramente hacia afuera a aproximadamente 60° de ángulo. La cabeza debe estar alineada en el plano horizontal de Frankfort	Cuantitativa continua	Centímetros	Estadímetro
Masa magra	Compartimento corporal libre de grasas que mide en kilogramos y químicamente se compone de proteínas, agua y hueso	Medido por resistencia de la corriente eléctrica por bioimpedanciometro.	Cuantitativa continua	Kg	Analizador de composición corporal
Masa grasa	La masa del cuerpo compuesta sólo por grasa	Medido por resistencia de la corriente eléctrica por bioimpedanciometro.	Cuantitativa continua	Kg	Analizador de composición corporal

Masa musculo esquelética	Músculos unidos al esqueleto, responsables de los movimientos voluntarios (se excluyen cardíaco y liso)	Medido por resistencia de la corriente eléctrica por bioimpedanciometro.	Cuantitativa continua	Kg	Analizador de composición corporal
Área de grasa visceral	Grasa que se acumula en el abdomen y envuelve los órganos internos.	Medido por resistencia de la corriente eléctrica por bioimpedanciometro.	Cuantitativa continua	cm ²	Analizador de composición corporal
Masa celular corporal	Masa libre de grasa sin masa mineral ósea ni agua extracelular, compartimento corporal de mayor actividad metabólica, contiene componentes celulares ricos en oxígeno, glucosa, potasio.	Medido por resistencia de la corriente eléctrica por bioimpedanciometro.	Cuantitativa continua	Kg	Analizador de composición corporal
Contenido mineral óseo	Cantidad de sal ósea, que consiste principalmente en fosfato de calcio y carbonato de calcio, presente en un hueso o en una región	Medido por resistencia de la corriente eléctrica por bioimpedanciometro	Cuantitativa continua	Kg	Analizador de composición corporal

	específica de un hueso.				
Índice musculo esquelético	Medida que relaciona la masa musculo esquelética con la talla	$IMME = \frac{MME \text{ kg}}{\text{altura m}^2}$	Cuantitativa continua	Kg/m^2	Analizador de composición corporal
Índice de masa corporal	Medida para evaluar la adecuación del peso corporal de una persona en relación con su altura.	$IMC = \frac{\text{Peso (kilogramos)}}{\text{Talla (metros cuadrados)}}$	Cuantitativa continua	Kg/m^2	Analizador de composición corporal
Angulo de fase	Indicador que evalúa la integridad de la membrana celular asociada al pronóstico	$\text{Ángulo de fase} = \frac{\text{reactancia/reactivididad}}{P} * (180/P)$	Cuantitativa continua	°	Analizador de composición corporal
Estrato nutricional	Estado de salud de una persona resultante de la ingesta y utilización de nutrientes.	De acuerdo con la interpretación de los indicadores antropométricos IMC/Edad	Cualitativa nominal dicotómica	Obesidad (≥ 3) Sobrepeso (2, 2.99) Normopeso (-1, -1.99) Desnutrición leve (-2, -2.99) Desnutrición moderada (≤ -3) Desnutrición severa	Guía de atención nutricional para el cáncer pediátrico (tabla de parámetros)

Dinamometría de mano	Presión manual medida de fuerza muscular estática máxima.	Cifra obtenida de la presión ejercida con la mano medida a través de un dinamómetro.	Cuantitativa continua.	kg	Dinamómetro
-----------------------------	---	--	------------------------	----	-------------

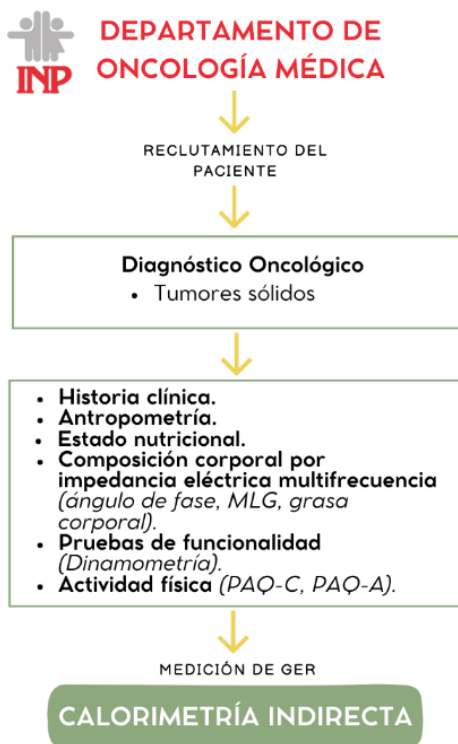
6.5. Método de recolección de datos.

Cuando sea ingresado al departamento de oncología médica un nuevo paciente de recién diagnóstico se nos notificará, se verifica que cumpla con los criterios de inclusión y se invita a participar en el protocolo, a los padres o tutores se les dará a leer la carta de consentimiento informado y la de asentimiento informado, esta última también se muestra y explica al paciente. Se resuelven dudas referentes al protocolo y al terminar se firman las cartas.

Una vez teniendo las cartas de asentimiento y consentimiento informado firmadas se procederá con lo siguiente:

- a) Se les realiza historia clínica y nutricional (Anexo 1)
- b) Mediciones antropométricas y estado de nutrición (peso, talla, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, circunferencia de muñeca, circunferencia de cuello, perímetro braquial, pliegue cutáneo tricipital, pliegues corporales) y determinación de composición corporal y ángulo de fase por análisis de bioimpedancia, estado de nutrición y fuerza de la mano medida por dinamometría.
- c) Medición del GER por calorimetría indirecta.

Diagrama de diseño de estudio.



6.6. Técnicas y procedimientos.

Historia Clínica.

Únicamente se pregunta al padre o tutor sobre antecedentes heredofamiliares y personales del paciente (Anexo 1).

Determinación de la composición corporal (masa grasa y masa libre de grasa), peso corporal, ángulo de fase y fuerza de mano.

Como requisito para llevar a cabo esta medición el paciente necesita estar en ayuno, para composición corporal (masa grasa, área de grasa visceral, masa libre de grasa y masa muscular) y ángulo de fase serán determinados con un equipo analizador de impedancia bioeléctrica de multifrecuencias Inbody s10, el cual realiza 30 mediciones de impedancia mediante el uso de 6 frecuencias diferentes (1kHz, 5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz, 1MHz) y 15 de reactancia y ángulo de fase mediante el uso de 3 frecuencias (5kHz, 50kHz, 250kHz), en los 5 segmentos del cuerpo (Brazo Derecho, Brazo Izquierdo, Tronco, Pierna Derecha, Pierna Izquierda). Los participantes serán posicionados en decubitosupino durante la medición mediante la aplicación de electrodos táctiles en pies y manos, se les pedirá estar descalzos, sin accesorios o artículos que pudieran interactuar

con el análisis de bioimpedancia (metales, llaves, monedas). Para la medición de peso corporal se pedirá al paciente estar descalzo y usar ropa ligera, sin accesorios o artículos que pudieran alterar la medición propia de peso corporal, serán posicionados en bipedestación durante la medición,

La fuerza de la mano será medida con un Dinamómetro hidráulico análogo modelo Jamar (modelo J00105 Lafayette Instrument Company. USA. Capacidad de 90 kg y peso de 727g) se le pedirá al participante que con cada mano apriete el dinamómetro por aproximadamente 3 segundos.

Antropometría y estado de nutrición

La valoración antropométrica incluirá peso (kg) con bascula marca SECA modelo 0813, talla (cm) utilizando estadímetro marca SECA 213, circunferencias (cm) de: cintura, cadera, muñeca, cuello; perímetros de brazo relajado, brazo flexionado y en contracción, pierna y muslo con una cinta Lufkin.

El estado de nutrición será evaluado por el indicador de Índice de Masa Corporal (IMC) para la edad, se clasificarán de acuerdo con los valores establecidos en la Declaración de consenso de la Academia de Nutrición y Dietética/Sociedad Estadounidense de Nutrición Parenteral y Enteral: indicadores recomendados para la identificación y documentación de la malnutrición pediátrica (desnutrición) y la guía de atención nutricional para el cáncer pediátrico de la OPS.

Los puntos de corte de acuerdo con el puntaje Z, son los siguientes:

Puntaje Z de índice de masa corporal para la edad
(≥ 3) Obesidad
(2–2.99) Sobrepeso
(–0.99–1.99) Normal
(–1, –1.99) Desnutrición leve
(–2, –2.99) Desnutrición moderada
(≤ -3) Desnutrición grave

Determinación de Gasto energético en reposo.

El gasto energético en reposo será medido por calorimetría indirecta utilizando el equipo Calorímetro CardioCoach CO2 (KORR Medical Technologies, Salt Lake City, UT), en

el piso de oncología médica del Instituto Nacional de Pediatría, ubicado en el tercer piso. Las mediciones se realizarán por la mañana de 7:00 am – 9:00 am con un ayuno de 8-10 horas, se les pedirá a los participantes acudir sin haber realizado actividad física vigorosa un día previo a la medición, y abstenerse del consumo de café, chocolate, o bebidas energizantes.

Una vez que el participante se encuentre listo, donde se harán las mediciones, se le pedirá permanecer 5 min en reposo acostado antes de comenzar con la medición. La medición se efectuarán por un lapso de 10 minutos mientras el participante permanece en posición supina relajada y despierto, en la cama de hospitalización en un ambiente termo estable (20 a 25° C) silencioso y tranquilo, se utilizará un mascarilla la cual estará conectada a una turbina en donde se medirá el consumo de oxígeno (VO₂) y la producción de dióxido de carbono (VCO₂), esta mascarilla sólo tendrá que ser colocada tapando boca y nariz del participante (con la cual se puede respirar sin problema) y permanecerá con ella estando acostado hasta que terminen los 10 minutos del estudio, una vez que finalicé se le quitará la mascarilla y se le pedirá al paciente se siente para posteriormente pararse. La mascarilla será perfectamente lavada y desinfectada con solución de cloro al 6% entre cada una de las mediciones. Antes de cada medición, el equipo será auto calibrado de acuerdo con la temperatura y a la presión barométrica. Se descartarán los primeros 5 minutos de la medición o aquellos que tuvieran un cociente de variación \geq al 10%. El GER será determinado de acuerdo con la ecuación de Weir sin utilizar los niveles de Nitrógeno ureico: REE (kcal/min) = 3.941 [VO₂ (l/min)] + 1.11 [VCO₂ (l/min)] × 1.44. (Anexo 2)

Evaluación de la Actividad física.

Para determinar la actividad física de los participantes se aplicará 2 cuestionarios de actividad física si el participante es menor de 14 años se utilizará PAQ-C (Anexo 3) y para mayores de 14 años PAQ-A (Anexo 4) que han sido validados previamente²⁴. Estos cuestionarios constan de 9 y 10 ítems, y cada ítem tiene una escala de respuesta de 5 puntos que varía desde una actividad baja (puntaje de 1) hasta una actividad alta (puntaje de 5). El nivel de actividad física se clasificará como bajo, moderado y alto según los puntajes promedio obtenidos del cuestionario (1–2.33: bajo, 2.34–3.66: moderado y 3.67–5: alto).

6.7. Análisis de datos.

Se usará la prueba de Kolmogórov-Smirnov para evaluar la distribución de las variables cuantitativas continuas.

Las variables cuantitativas continuas serán expresadas en promedios y en desviación estándar si presentan distribución normal o como mediana y percentil 25-75 si presentan distribución no normal; las variables cualitativas como frecuencias y porcentajes.

Para las variables de GER y composición corporal (masa musculo esquelética, masa libre de grasa, masa grasa corporal, área de grasa visceral, contenido mineral óseo, ángulo de fase, índice musculo esquelético) que se compararon entre los diferentes estados de nutrición (desnutrición, normopeso, exceso de peso), se utilizó la prueba estadística de ANOVA de 1 vía para aquellas con distribución normal y para aquellas variables de distribución no normal se utilizó el estadístico Kruskal Wallis.

Para conocer la asociación entre las variables de calorimetría indirecta en comparación con las variables de composición corporal, se realizaron correlaciones de Pearson para aquellas con distribución normal y correlaciones de Spearman para las de distribución no normal, ambas se plasmaron en un mapa de calor.

7. RESULTADOS

7.1 Características clínicas y demográficas de los participantes.

Se evaluaron 147 pacientes con diagnóstico de algún tumor sólido, de los cuales más de la mitad corresponden al género masculino con un 55.8% (n=82) y el 44.2% (n=65) pertenece al género femenino. En cuanto a la edad, se observó una mediana de 13 (10-14) años. Al analizar el estado de nutrición se observó que el 40.8% (n=60) se encontraban en un estado de nutrición normal, el 29.3% (n=43) presentaron desnutrición y el 29.9% (n=44) tenía algún tipo de exceso de peso (sobrepeso u obesidad).

Es importante mencionar algunas de las características demográficas, obtuvimos que el 47.6% (n=70) presenta antecedentes heredofamiliares de sobrepeso/obesidad, el 58.5% (n=86) diabetes tipo 2 y el 47.6% (n=70) hipertensión arterial. **Cuadro 1.**

Cuadro 1. Características clínicas y demográficas de los participantes.

<i>Clínicas n=147</i>	
Edad, años *	13 (10 – 14)
Sexo F/M, %	44.2 / 55.8
Estado de Nutrición, %	
Desnutrición	29.3
Normal	40.8
Sobrepeso y obesidad	29.9
<i>Demográficas</i>	
Antecedentes familiares, (n) %	
Sobrepeso/obesidad	70 (47.6)
Cáncer	50 (34.0)
Diabetes tipo 2	86 (58.5)
Dislipidemia	36 (24.5)
Hipertensión arterial	70 (47.6)
Enfermedad renal	14 (9.5)
Problemas cardíacos	20 (13.6)

*F/M: Femenino/Masculino. Los datos están expresados como porcentaje (%); * y como mediana (p25-p75).*

7.2 Variables clínicas y antropométricas.

Para evaluar la actividad física de los pacientes se les realizó el cuestionario internacional de actividad física IPAQ, se puede observar que la mayoría de los pacientes (80.3%) reportaron una actividad física leve y solo el 7.5% reportaron actividad física moderada. También se evaluó el estado nutricional mediante el puntaje Z para el indicador Talla/Edad, este se utilizó como indicador de crecimiento, teniendo un promedio de -0.51 ± 1.07 DE. En cuanto al estrato diagnóstico, el 68% de los pacientes se encontraban en la normalidad, 24.5% clasificados en riesgo de talla baja, 6.1% con presencia de talla baja y solo el 1.4% presentaron talla baja severa. Por último, en el puntaje Z de IMC/Edad se obtuvo un promedio de -0.11 ± 1.69 DE. **Cuadro 2.**

Cuadro 2. Variables clínicas y antropométricas.

<i>Clínicas</i>	
Actividad física, IPAQ *	1 (1 – 1.47)
Nivel de actividad física, %	
Actividad leve	80.3
Actividad moderada	7.5
Actividad intensa	1.4
Faltantes	10.8
<i>Antropométricas</i>	
Peso, kg	44.49 ± 17.43
Talla, m *	1.54 (1.37 – 1.61)
IMC/Edad, Z score	-0.11 ± 1.69
Circunferencia de cintura, cm	70.3 ± 12.8
Circunferencia de cadera, cm *	79 (67.1 – 87.2)
P. de muslo, cm	39.9 ± 8.6
P. de pierna, cm	28.4 ± 5.7
P. brazo (relajado), cm	22.3 ± 4.7
P. de brazo (contracción), cm	23.4 ± 5
Perímetro Braquial, Z score *	74 (-1.91 - .067)
Talla/Edad, Z score	-0.51 ± 1.07
Diagnóstico Talla/Edad, %	
Talla baja severa	1.4
Talla baja	6.1
Normal	68
Riesgo de talla baja	24.5

*P: perímetro; IMC: índice de masa corporal. Los datos están expresados como promedio ± desviación estándar; * y como mediana (p25-p75).*

7.3 Ángulo de fase.

Se determinó el ángulo de fase total y por extremidades en los 147 pacientes, el valor de la mediana para ángulo de fase total fue de 5.0 (4.3 - 5.9) °, interesantemente al analizar de manera individual, las extremidades inferiores obtuvieron el valor más alto de ángulo

de fase con una mediana por arriba de 5.5° . **Cuadro 3.** Cuando se analizó el ángulo de fase total y por extremidades para cada estrato de nutrición; en el estrato de exceso de peso se observó un promedio para ángulo de fase total de $5.6 \pm 1^\circ$, en tronco de $5.9 \pm 1.5^\circ$, para extremidades, las inferiores que corresponden a ambas piernas tuvieron un ángulo de fase mayor que las superiores, mostrando en pierna izquierda un promedio de $7.1 \pm 4.1^\circ$ y en pierna derecha $6.3 \pm 1.8^\circ$. El siguiente estrato diagnóstico son los pacientes con normopeso, ellos obtuvieron un promedio en ángulo de fase total de $5.2 \pm 0.9^\circ$ y en tronco $5.43 \pm 2^\circ$, en cuanto a las extremidades, al igual que el caso anterior, las extremidades inferiores presentan un mayor ángulo de fase que las superiores. Por último, para los pacientes que presentan desnutrición tuvieron un ángulo de fase total de $4.39 \pm 0.9^\circ$, siendo el ángulo menor que los otros estratos de nutrición. Es importante mencionar que para este estrato tanto el ángulo de tronco y por extremidades respeta la tendencia que su ángulo de fase total y siguen siendo menores que los otros tipos de estrato de nutrición **figura 1.**

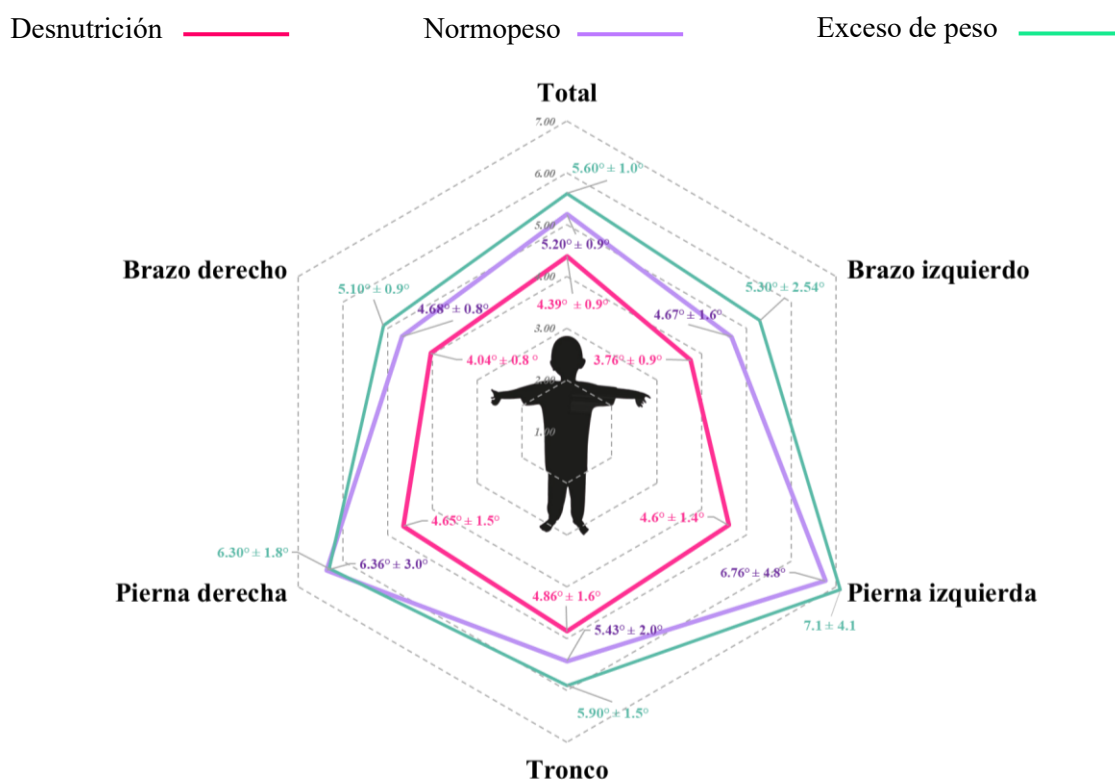


Figura 1. Ángulo de fase total y por extremidades. El valor de ángulo de fase está expresado en grados.

7.4 Parámetros de composición corporal.

En cuanto a la composición corporal observamos que la masa libre de grasa obtuvo una media de 33.4 (22.5- 42.9) kg. y la masa músculo esquelética 17.8 (11.9- 23.7) kg. También obtuvimos el promedio del índice músculo esquelético con un valor de 5.3 ± 2 kg/m². **Cuadro 3.**

7.5 Dinamometría (Fuerza de Prensión de mano).

Se evaluó la fuerza de agarre en extremidades superiores mediante dinamometría de mano y obtuvimos que para el brazo dominante se tuvo una media de 15 (9.1 - 27.3) kg/m². **Cuadro 3.**

Cuadro 3. Variables de ángulo de fase, composición corporal y dinamometría.

<i>Ángulo de fase</i>	
Ángulo de fase total, *	5.0 (4.3 – 5.9)
Ángulo de fase brazo derecho	4.6 ± 0.9
Ángulo de fase brazo izquierdo, *	4.4 (3.8 – 5.1)
Ángulo de fase tronco	5.4 ± 1.8
Ángulo de fase pierna derecha, *	5.6 (4.6 – 7.0)
Ángulo de fase pierna izquierda, *	5.8 (4.6 – 6.9)
<i>Composición corporal</i>	
Agua corporal total, L *	24.4 (16.4 – 31.5)
Agua intracelular, L	15.2 ± 5.4
Agua extracelular, L	9.3 ± 3.2
Masa grasa corporal, kg *	8.9 (4.5 – 16.7)
Masa grasa corporal, %	22.8 ± 11.5
Masa libre de grasa, Kg *	33.4 (22.5 – 42.9)
Masa músculo esquelética, kg *	17.8 (11.9 – 23.7)
Área de grasa visceral, cm ² *	40.3 (26.9 - 77.3)
Masa celular corporal, kg *	21.8 (15.2 – 28.2)
Contenido mineral óseo, kg	2.04 ± 0.6
Índice músculo esquelético.	5.3 ± 2.0
<i>Dinamometría</i>	

Dinamometría mano derecha, kg/m² *	14.5 (8 – 25.7)
Dinamometría mano izquierda, kg/m² *	14.5 (8 – 20.5)
Dinamometría mano dominante, kg/m² *	15 (9.1 – 27.3)

*La medición de ángulo de fase fue en 50 KHz. Los datos están expresados como promedio ± desviación estándar, * y como mediana (p25-p75).*

7.6 Masa muscular en los diferentes estratos de nutrición.

Es muy interesante ver que en todos los estratos de nutrición se encontró la presencia de baja masa muscular, de manera general en la **figura 2** se observa cómo más de la mitad de los pacientes de cada estrato de IMC tiene presente esta característica. En cuanto al estrato eutrófico (normopeso) la presencia de baja masa muscular es del 66.7%, para pacientes con exceso de peso el 56.8% y, por último, el estrato de desnutrición presenta el porcentaje más alto siendo el 86% de pacientes con baja masa muscular.

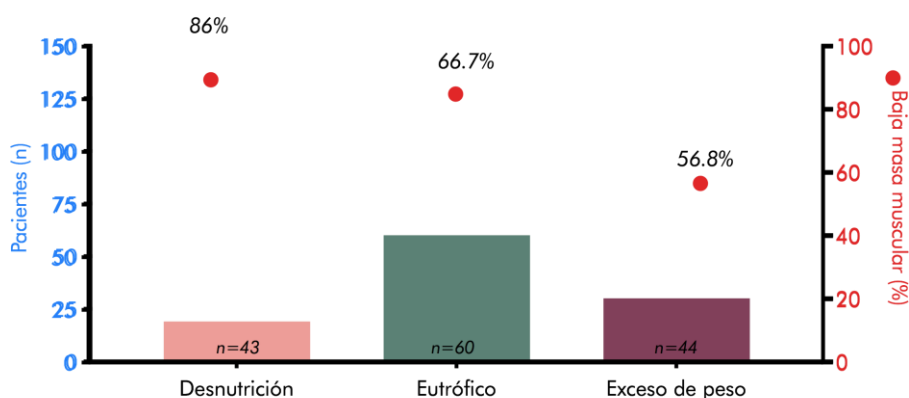


Figura 2. Baja masa muscular en todos los estratos de nutrición. Las gráficas representan el número de pacientes (n); el porcentaje de pacientes con presencia de baja masa muscular se representa con puntos rojos.

7.7 Composición corporal por estrato de nutrición.

Se realizó un análisis de la composición corporal por estrato de nutrición. En la comparación de masa músculo esquelética se muestra una similitud entre los pacientes con normopeso y exceso de peso ya que no hubo una diferencia significativa entre ellos (17.9 (12.1 - 23.7) kg vs 20 (16.5 - 27.2) kg, $p= 0.08$), sin embargo, el estrato de desnutrición fue el que presentó menor masa músculo esquelética con 10.6 (8.4 – 18.2) kg. **Figura 3A.** En cuanto al índice músculo esquelético sí existe diferencia significativa entre los 3 estratos, el estrato de desnutrición presentó 4 ± 1.7 kg/m², para normopeso fue de 5.4 ± 1.6 kg/m² y en pacientes con exceso de peso 6.5 ± 2.1 kg/m² ($p < 0.05$) siendo el

estrato de desnutrición el de menor valor. **Figura 3B.** Respecto a masa libre de grasa y ángulo de fase corporal total, no existió una diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes con normopeso y exceso de peso, pero sí lo existe con el estrato de desnutrición, donde de la misma manera obtiene el menor valor y el estado de exceso de peso es el más alto en ambos casos. **Figura 3C, Figura 3D.** En el análisis de masa libre de grasa no hay una diferencia significativa entre normopeso y exceso de peso (34.1 (23.9 - 43) kg vs 36.8 (30.9 - 48.5) kg $p= 0.08$) por el contrario el estrato de desnutrición presentó un valor de 22.5 (18.5 - 34.5) kg teniendo una diferencia significativa con normopeso y exceso de peso ($p < 0.05$). **Figura 3C.** El ángulo de fase corporal total para pacientes con desnutrición fue de 4.3 (3.9 - 4.8) °, tuvo diferencia significativa con normopeso (5.2 (4.4 - 5.9) °) ($p=0.0005$) y con exceso de peso (5.6 (4.8 - 6.3) °) ($p < 0.0001$). **Figura 3D.** En el análisis de área de grasa visceral se obtuvo que para el estrato de desnutrición y normopeso no existió una diferencia significativa (32.2 (19 - 38) cm² vs 36.4 (21.6 - 59.4) cm² $p= 0.24$), pero, exceso de peso sí tiene una diferencia estadísticamente significativa con normopeso y exceso de peso ($p < 0.0001$), este último presenta la mayor área de grasa visceral. **Figura 3E.** Finalmente tenemos el análisis de contenido mineral óseo, el promedio en desnutrición fue 1.8 ± 0.5 kg, para normopeso 2 ± 0.6 kg y en exceso de peso 2.2 ± 0.6 kg, únicamente se observó que existe diferencia significativa entre desnutrición y exceso de peso (1.81 ± 0.5 vs 2.2 kg ± 0.6 ($p= 0.003$)) **Figura 3F.**

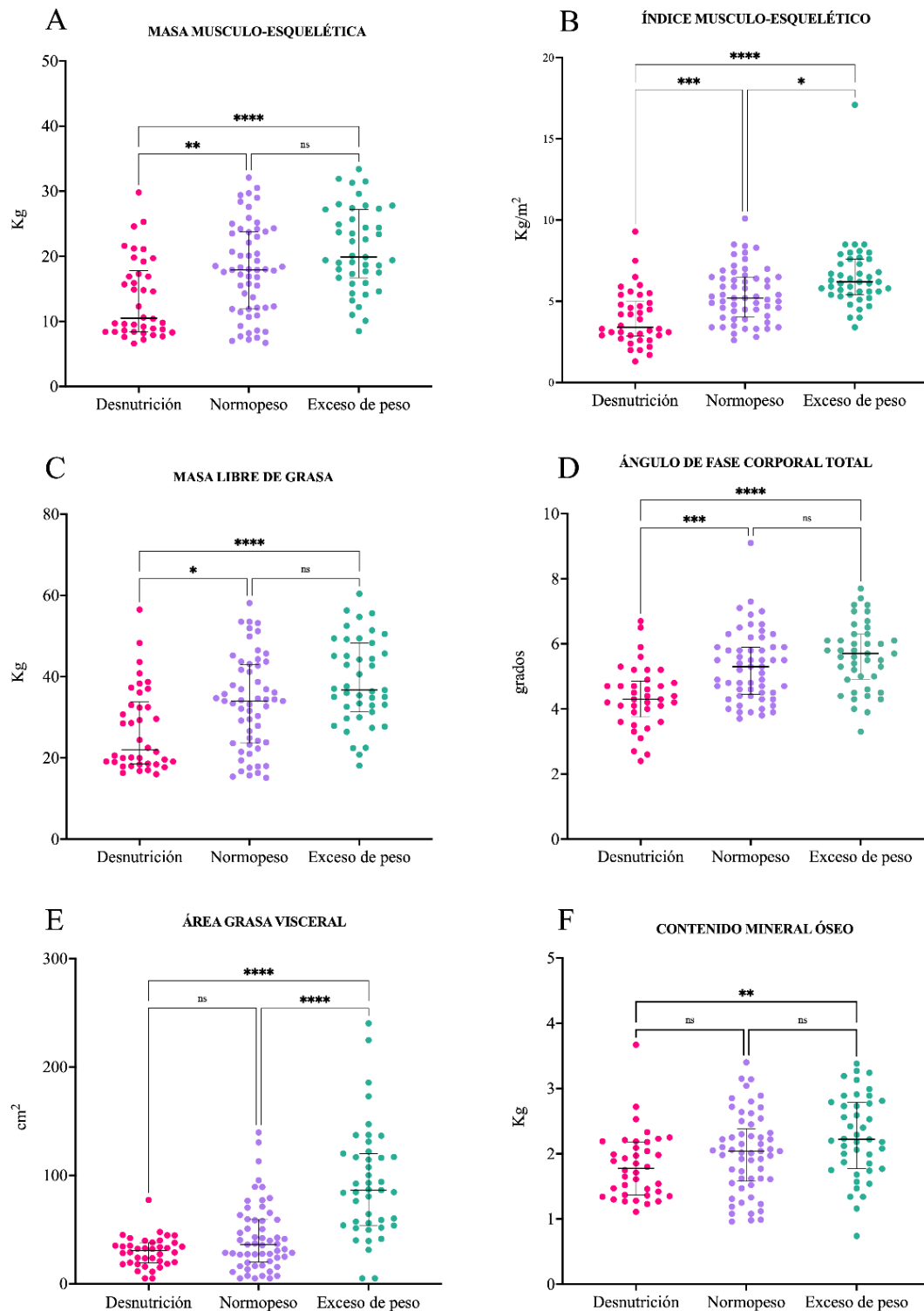


Figura 3. Análisis de la composición corporal por estrato de nutrición. Parámetros obtenidos mediante BIA. *ns*= no significativo. * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; **** $p \leq 0.0001$.

7.8 Determinación del GER y coeficiente respiratorio.

Se determinó el GER por CI en los 147 pacientes y el promedio fue de 1160.8 ± 355.4 kcal/día, además se analizó el GER por Kg de peso corporal y obtuvimos una mediana de

26.8 (21.6 – 34.1) kcal/día, de igual manera se hizo el análisis ajustado por Kg de masa músculo esquelética y la mediana fue de 66.8 (55.2 – 88.1) kcal/día. El valor del coeficiente respiratorio fue de 0.74 (0.68 – 0.79) lo que nos indica que el sustrato utilizado era principalmente grasas. **Cuadro 4.**

Cuadro 4. Determinación del gasto energético en reposo y coeficiente respiratorio.

Variables de calorimetría indirecta	
GER, kcal	1160.8 ± 355.4
GER, kcal/kg de peso *	26.8 (21.6 – 34.1)
GER, kcal/kg de MME*	66.8 (55.2 – 88.1)
GER, kcal/kg de MLG	36.6 ± 11.4
GER, kcal/kg de MCC	56.8 ± 18.6
VO ₂ , ml/min	167.7 ± 52.07
VCO ₂ , ml/min *	127.8 (96.0 – 150.7)
Coeficiente respiratorio *	0.74 (0.68 – 0.79)

GER: gasto energético en reposo; MME: masa musculoesquelética; MLG: masa libre de grasa; MCC: masa celular corporal; VO₂: volumen de Oxígeno; VCO₂: volumen de dióxido de carbono. Los datos están expresados como promedio ± desviación estándar y como mediana (p25-p75).

7.9 Correlación entre Impedancia y Calorimetría Indirecta.

Se realizaron correlaciones entre variables de impedancia eléctrica y calorimetría indirecta, en la **figura 4** tenemos las diferentes correlaciones representadas en un mapa de calor. El Gasto energético en reposo tuvo una correlación positiva con agua corporal total, masa libre de grasa y masa músculo esquelética ($p < 0.01$) pero existe una correlación negativa entre GER kcal/kg de peso y estas mismas. De manera interesante se mostró que el RQ no tuvo correlación con alguna variable.

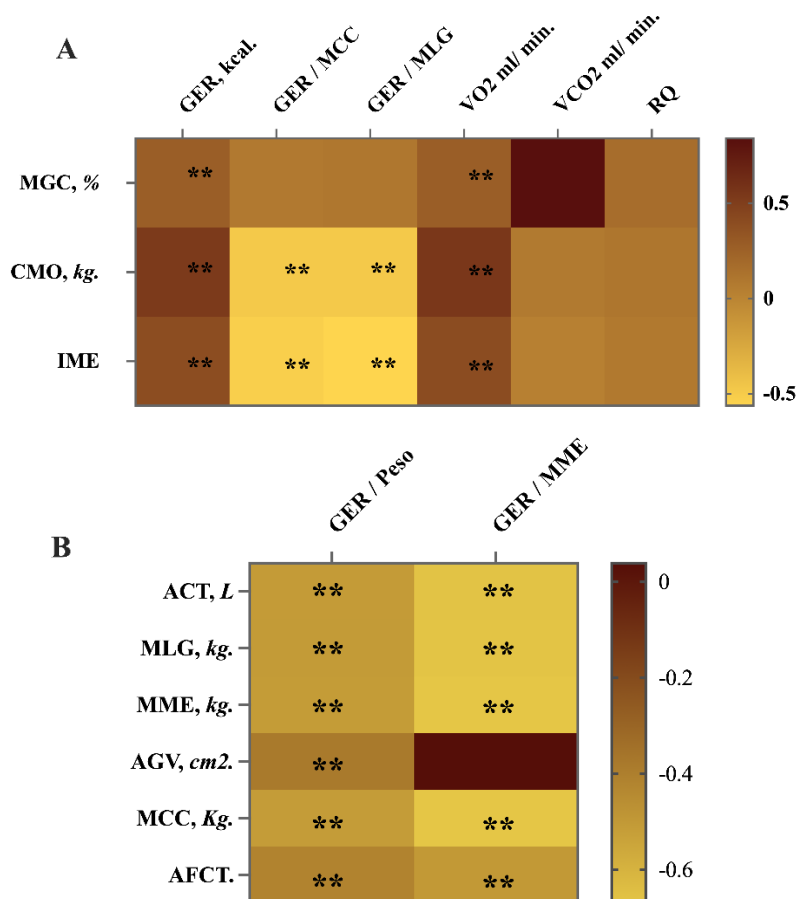


FIGURA 4. Correlaciones de GER y Composición corporal. Figura A. Correlación de Pearson, figura B. Correlación de Spearman. GER: Gasto Energético en Reposo; VO2: Volumen de oxígeno; VCO2: Volumen de Dioxido de Carbono; RQ: Cociente respiratorio; MLG: Masa Libre de Grasa; MGC: Masa Grasa Corporal; CMO: Contenido Mineral Óseo; IME: Índice Musculoesquelético; MME: Masa Musculoesquelética; ACT: Agua Corporal Total; MLG: Masa Libre de Grasa; AGV: Área de Grasa Visceral; Masa Celular Corporal; AFCT: Ángulo de Fase Corporal Total; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

7.10 Comparación del gasto energético en reposo entre estratos de nutrición.

Se realizó un análisis del GER por estrato de nutrición. Como podemos ver en la **Figura 5A** para el GER se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes con desnutrición y exceso de peso (1054 ± 304.2 vs 1304.2 ± 401.9 kcal, $p = 0.004$), por el contrario, no se observó una diferencia significativa entre los estratos de desnutrición y normopeso (1054 ± 304.2 vs 1136.5 ± 326.2 kcal, $p = 0.73$) así como en exceso de peso con normopeso (1304.2 ± 401.9 vs 1136.5 ± 326.2 kcal, $p = 0.06$). En cuanto al GER por kg de peso corporal sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre el estrato de desnutrición con normopeso (33.3 (24.9 - 40.3) vs 26.1 (21.4 - 32.3) kcal, $p < 0.0001$) y con el estrato de exceso de peso (33.3 (24.9 - 40.3) vs 24.1 (20.2 - 28) kcal, $p < 0.0001$). Un caso diferente ocurre entre los estratos de normopeso y exceso de peso ya que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ellos (26.1 (21.4 - 32.3) vs 24.1 (20.2 - 28) kcal, $p > 0.99$). **Figura 5.B.** Finalmente respecto a

GER por kg de masa musculoesquelética se obtuvo entre los estratos de desnutrición y normopeso una diferencia estadísticamente significativa (80.1 (59.3 – 97.7) vs 62 (49.6 – 79.1) kcal, $p= 0.04$), sin embargo, no ocurrió lo mismo entre desnutrición y exceso de peso (80.1 (59.3 – 97.7) vs 65.3 (55.6 – 79.1) kcal, $p= 0.15$), así como el estrato de normopeso y exceso de peso (62 (49.6 – 79.1) vs 65.3 (55.6 – 79.1) kcal, $p>0.9$).

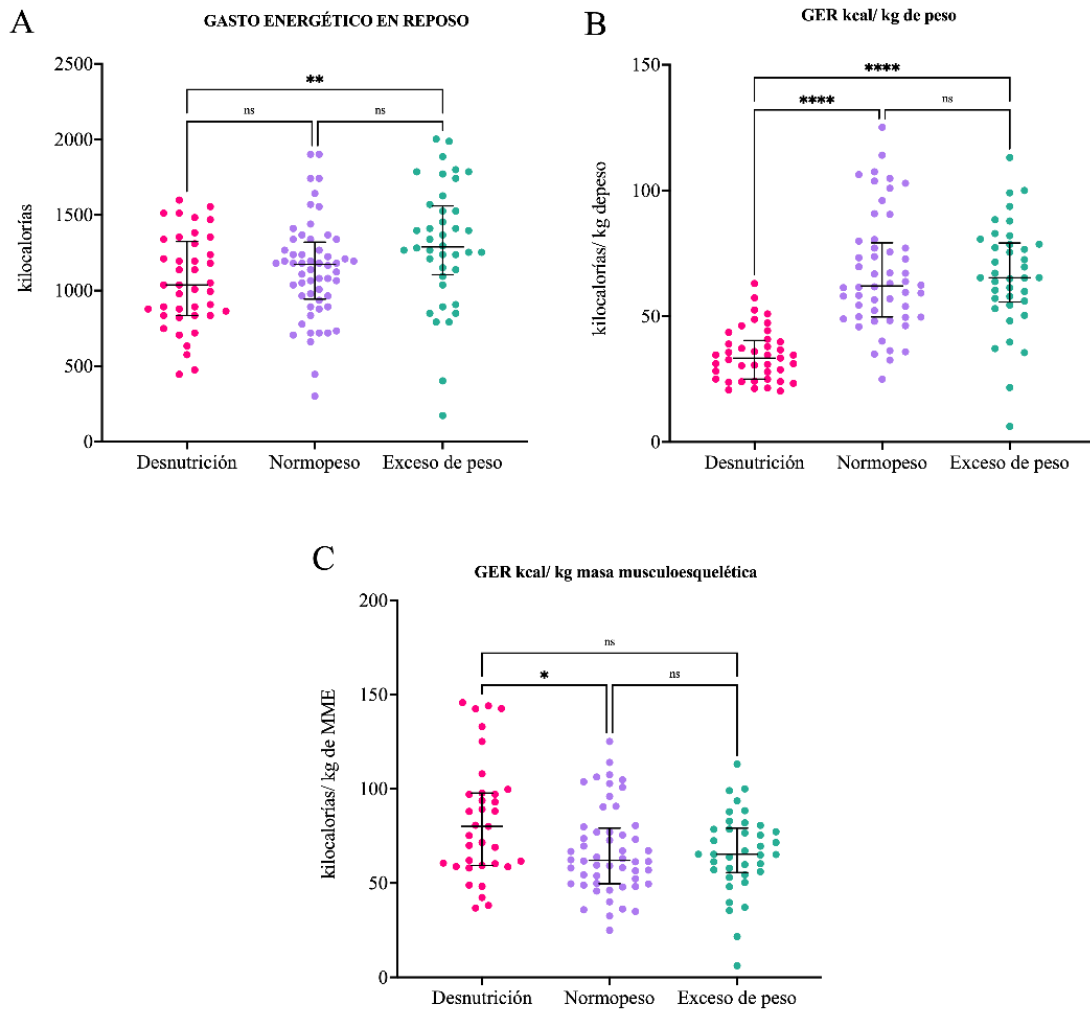


Figura 5. Análisis del Gasto Energético en reposo por estrato de nutrición. *ns*= no significativo. * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; **** $p \leq 0.0001$.

7.11 Determinación y estimación de GER por CI y Fórmula Schofield por estrato de nutrición.

Ante la investigación ya existente, pero con un pequeño número de pacientes, decidimos hacer una comparación entre el GER medido por calorimetría y la ecuación de Schofield.

Cuadro 5. Obtuvimos diferencias estadísticamente significativas (1352.9 ± 263.9 vs

1160.8 ± 355.4 kcal/día, $p < 0.0001$) mostrando un mayor GER con la ecuación de Schofield. Al comparar por estado de nutrición, los resultados fueron estadísticamente significativos para todos, el estrato de desnutrición con la ecuación de Schofield nos muestra un mayor GER (1165.2 ± 199.3 vs 1054 ± 304.2 kcal/día $p < 0.0001$) teniendo la misma tendencia para normopeso (1345.5 ± 211.2 vs 1136.5 ± 326.2 kcal/día, $p = 0.001$) y exceso de peso (1555.6 ± 245 vs 1304.2 ± 401.9 kcal/día, $p = 0.012$), el GER por calorimetría indirecta es menor.

Cuadro 5. Comparación GER por CI y fórmula Schofield

Estrato de nutrición	GER calorimetría, kcal/día	GER Schofield, kcal/día	<i>p</i>
Todos	1160.8 ± 355.4	1352.9 ± 263.9	< 0.0001
Desnutrición	1054 ± 304.2	1165.2 ± 199.3	< 0.0001
Normopeso	1136.5 ± 326.2	1345.5 ± 211.2	0.001
Exceso de peso	1304.2 ± 401.9	1555.6 ± 245	0.012

GER: Gasto Energético en Reposo; **CI:** Calorimetría Indirecta; **kcal:** Kilocalorías; Los datos están expresados como promedio ± desviación estándar.

Ante nuestro análisis anterior, mostrando que con la ecuación de Schofield se requiere un mayor GER, decidimos determinar el porcentaje de pacientes con una adecuada estimación de energía. **Cuadro 6.** Se observó que el 24.5% de los pacientes se encuentra en una estimación energética adecuada, el 12.9% se encuentran en una estimación subestimada, y el 55.8% en sobreestimación.

Cuadro 6. Adecuación de energía.

Adecuación energética	Total
Adecuado, <i>n</i> (%)	35 (25.5)
Sobreestimación, <i>n</i> (%)	82 (59.9)
Subestimación, <i>n</i> (%)	20 (14.6)

Los datos están expresados como porcentaje (%)

8. DISCUSIÓN.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el gasto energético en reposo, la composición corporal y la prevalencia de desnutrición en pacientes pediátricos con tumores sólidos de recién diagnóstico. Nuestra población en estudio presentó características clínicas y demográficas importantes a mencionar, como son, un porcentaje mayor para pediátricos del sexo masculino, lo que apoya la evidencia ya existente para población mexicana. Según los resultados del Registro de Cáncer en niños y adolescentes

2019 en México, de los 973 tumores sólidos registrados para ese año, el 56.12% fueron sexo masculino y 43.8% al sexo femenino⁶.

No se ha encontrado en la literatura información suficiente sobre el GER en pediátricos con algún diagnóstico oncológico y la evidencia existente se refiere principalmente a niños con diagnóstico de leucemia³⁸, por lo tanto, este es de los primeros reportes en informar el GER para pediátricos con tumor sólido. El promedio obtenido fue de 1160.8 ± 355.4 kcal/día como requerimiento energético para las funciones vitales en reposo. Se ha estudiado el gasto energético en reposo comparado con grupos control de niños sanos y con ecuaciones de predicción, una de las limitantes principales en estos estudios es el pequeño número de pacientes, con no más de treinta^{26, 43-45}.

Den Broeder et al.²⁶, realizaron un estudio de la tasa metabólica basal en 13 pacientes pediátricos con algún tumor sólido, compararon el GER medido por calorimetría con el valor de las ecuaciones de Schofield (Schofield 1985) encontrando como resultado una tasa metabólica basal elevada al momento del diagnóstico, el 44% se consideraron hipermetabólicos al tener un aumento del 11.6% mayor a la referencia, también mencionan que la justificación para ocupar Schofield como referencia es porque ha demostrado las estimaciones más precisas en población pediátrica sana, lo mismo se confirma en la revisión sistemática de Fuentes et al.³⁰, la diferencia es que en esta última también agregan la ecuación de FAO/OMS como una de las más precisas, sin embargo, nos dan a conocer que hasta el momento no se ha encontrado una ecuación para pacientes con diagnóstico oncológico y población mexicana, ante esta situación y tomando en cuenta que una de las causas del agotamiento nutricional relacionado a cáncer está involucrado el GER una buena acción es dar a conocer si existe una sobre o subestimación al ocupar estas ecuaciones.

Si bien nosotros estamos determinando el valor de GER con el estándar de referencia, también decidimos estimar el GER con la ecuación de Schofield. Obtuvimos que el promedio de GER es de 1352.9 ± 263.9 vs 1160.8 ± 355.4 kcal/día por calorimetría indirecta, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$), nuestros resultados se contraponen a la evidencia existente. En el estudio de Barbosa et al.³⁸, donde evaluaron a 14 pediátricos con tumor sólido de recién diagnóstico, mencionan dos puntos importantes: En primer lugar, que no existe diferencia estadísticamente significativa entre

el promedio de la determinación de GER por calorimetría indirecta y la estimación por Schofield (1201 ± 329 vs 1114 ± 290 kcal/día, $p = 0.4$); En segundo lugar, que, más de la mitad tienen una adecuada estimación energética con Schofield (10 pacientes) y solo 4 una subestimación, a los cuales consideraron hipometabólicos. Por el contrario, nosotros diferimos a este resultado porque ante el mismo análisis obtuvimos que el 55.8% de nuestra población se encuentra en una sobreestimación, (siguiendo su tendencia de definición llamándolos hipermetabólicos), menos de la mitad (24%) adecuada estimación de requerimiento energético y solo el 12.9% con una subestimación (hipometabólicos).

Dichos nuestros resultados, habría que cuestionar si Den Broeder et al, en su estudio, debieron considerar Schofield como valor de referencia, si bien, sabemos que es una de las ecuaciones con mayor precisión para estimación de GER en pediátricos sanos, hemos demostrado que los promedios entre Schofield y calorimetría muestran diferencia estadísticamente significativa, así como una mayor sobreestimación de requerimiento energético para pacientes pediátricos con tumor sólido.

Otros estudios que también mencionan no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en el GER estimado y determinado, se encuentran, Delbecque et al.³⁹, ellos estudiaron a 15 niños con leucemia linfoblástica aguda (LLA) y realizaron un estudio con controles sanos, pareado por edad y sexo. Muñoz et al.⁴⁰, incluyeron a 27 pacientes de entre 5 y 15 años con diagnóstico de leucemia (66%) y algún tipo de tumor en sistema nervioso central (SNC), les realizaron determinación de GER por CI y estimación energética con Schofield y OMS, de la misma manera sin encontrar diferencias significativas pero algo importante a mencionar de ellos es que entre sus limitantes dejan claro que puede verse influenciado por el pequeño número de pacientes y que al tener una concordancia <90% entre GER por CI vs el estimado con las ecuaciones Schofield y la OMS, no es posible confiar en estas ecuaciones.

Delbecque et al. Estudió la concordancia entre las ecuaciones de estimación (Harris-Benedict, Schofield, Ireton-Jones y Mifflin-St.Jeor) y CI, incluyó 61 pacientes con algún tipo de cáncer abdominal mayores de 18 años, menciona que todas las ecuaciones subestiman el GER. Para nuestro análisis con la fórmula de estimación, que fue Schofield, obtuvimos resultados diferentes (sobreestimación energética) sin embargo, podemos decir que existe una mayor diferencia entre nuestras poblaciones de estudio.

Por otro lado, Bond et al.⁴², tampoco reportan diferencias significativas entre la determinación de GER en niños diagnosticados con LLA y con algunos tipos de tumores sólidos en relación con un grupo control (niños sanos pareados por edad y sexo), sin embargo, a pesar de ser pacientes pediátricos, estaban en fase de remisión lo cual podría ser un motivo de estos resultados aunado al pequeño número de pacientes en su estudio.

La utilidad de hacer estas comparaciones es dar un panorama sobre lo que podría estar pasando con el requerimiento energético de niños con tumor sólido, mostrar si existe una sobre o subestimación de las recomendaciones energéticas actuales, realizar los ajustes necesarios y brindar un adecuado y mejorado aporte a nivel individual, porque, como podemos ver son pocos los estudios que verdaderamente solo hayan estudiado GER en un tipo de cáncer que no sea leucemia, y como mencionamos antes, el número tan pequeño de pacientes es la principal limitante.

En cuanto a la determinación de GER, se realizó un análisis ajustado por kg de peso corporal y por kg de masa musculoesquelética ya que una de las variables que influye en el valor de GER es la composición corporal²⁹, sabiendo que en pacientes oncológicos el peso corporal puede fluctuar significativamente, al hacer un ajuste por MME estamos tomando en cuenta que este es considerado un predictor más preciso para GER ya que la masa muscular es un tejido metabólicamente más activo que otros y por esta razón tiene un valor más elevado en comparación con GER ajustado por kg de peso corporal⁴⁵. Con esto quitamos una duda que podría existir al pensar que un paciente con mayor superficie corporal tendrá un mayor gasto energético en reposo, aún sin conocer su composición corporal.

También se analizó el GER por estrato de nutrición, de manera general obtuvimos un mayor GER en pacientes con exceso de peso, y menor valor para los pacientes con desnutrición. Sancho et al.²¹, mencionan que la desnutrición condiciona una disminución del GER, pero al corregirlo por kg de peso llega a ser mayor aún cuando el global es menor, esto se puede llegar a presentar en adultos y niños. Por otro lado, Barbosa et al. reporta que los pacientes con desnutrición presentan un mayor GER, pero es un valor no significativo. Se podría pensar que una posible explicación para nuestro resultado es que

pacientes con desnutrición también presentan una menor MME lo que los lleva a un menor GER.

Ante la duda anterior, realizamos un ajuste de GER por kg de peso corporal, donde observamos que los pacientes con desnutrición presentan de igual manera el menor GER, los valores más altos los tuvieron el estrato de normopeso y exceso de peso, pero, al tener una muy pequeña diferencia, no es estadísticamente significativo. Sancho et al. menciona que, en pacientes con enfermedad, la desnutrición causa diferencias importantes en el gasto energético, siendo mayor en pacientes con desnutrición^{47, 48}. Para nosotros, el resultado de GER por kg de MME fue muy interesante, porque a diferencia de nuestros resultados anteriores, en este caso obtuvimos que los pacientes con desnutrición tienen un mayor GER, este estrato muestra diferencias estadísticamente significativas con los pacientes de normopeso y exceso de peso. El valor más bajo de GER fue para el estrato de exceso de peso, evidenciando que estos pacientes tienen una mayor cantidad de tejido adiposo, pero también menor masa muscular, lo que nos podría hacer pensar en una posible obesidad sarcopénica. Con este análisis se confirma lo que nos menciona Sancho et al. Es importante recordar que no por tener una mayor superficie corporal se debe tener un mayor gasto GER o viceversa, que por tener menor superficie corporal se tendrá menor GER.

Por otro lado, se determinó el coeficiente respiratorio, la importancia de saberlo es que nos indica el tipo de sustrato (carbohidratos, lípidos, proteínas o mixto) que está siendo utilizado como la principal fuente de energía en el paciente²⁷. En el cáncer, al existir un metabolismo alterado que lleva fácilmente a una desnutrición en los pacientes, debido a que las células tumorales consumen una gran cantidad de nutrientes es importante identificar qué sustratos está metabolizando el cuerpo y diseñar una dieta personalizada que priorice la nutrición sin favorecer el crecimiento tumoral⁴¹. Obtuvimos un valor de coeficiente respiratorio de 0.74 (0.68 – 0.79) lo que nos indica que el sustrato energético predominante utilizado fueron grasas, esto podría ser atribuible a que estaban en un estado de ayuno y sus reservas de glucosa o glucógeno ya estaban agotadas, pero también pensar que, al ser pacientes con tumor sólido, el tumor utiliza principalmente glucosa^{47, 48}.

Al ajustar la dieta en función del sustrato utilizado también se podría ayudar a preservar la masa corporal y mejorar la calidad de vida del paciente. Por su parte Savino et al.²⁸, recomiendan no utilizar el cociente respiratorio como un indicador del sustrato, sino como

validación de la calorimetría indirecta, teniendo en cuenta que los niveles fisiológicos del cociente respiratorio están entre 0.67 y 1.3, y cuando aparecen valores fuera de este rango se puede considerar que la calorimetría indirecta es inválida. Si bien esta no es una verdad absoluta, recordemos que siempre hay que relacionar con la clínica del paciente.

Se evaluó el estado de nutrición al momento del diagnóstico, obtuvimos que de los 147 participantes el 40.8% presentaban normopeso, 29.3% desnutrición y 29.9% algún tipo de exceso de peso. Joffe et al.¹⁶, indican que hasta el 62% de los pacientes pediátricos con tumores sólidos presentan algún tipo de malnutrición al momento del diagnóstico, tomando en cuenta como malnutrición a algún tipo de desnutrición o algún tipo de exceso de peso³¹, nosotros en este estudio obtuvimos que el 59.2% de los pacientes se encuentran en ese estrato, obteniendo resultados similares a los mencionados. Haciendo mención únicamente del estrato de desnutrición, Gaynor et al.³³, nos dicen que el porcentaje de desnutrición en niños con algún diagnóstico oncológico varía, desde un 7% para leucemias y hasta un 50% para neuroblastoma. Algo interesante al evaluar el estado de nutrición es la similitud de porcentajes entre desnutrición y exceso de peso, tal vez de primera instancia no se esperaría que, aunque por mínima la diferencia, el porcentaje de niños con exceso de peso sea mayor, esto nos lleva a tomar en cuenta varios puntos, como, mencionar que para el diagnóstico de desnutrición se utilizó puntaje Z de IMC. En la revisión sistemática de Joffe et al. mencionan que utilizar IMC para un diagnóstico nutricional puede ser un mal indicador, de igual manera Gaynor et al. mencionan no tomar puntaje Z de IMC para evaluar el estado nutricional porque en esta población podrían existir cambios en el peso corporal debido al tumor sólido existente, por lo tanto, no se recomienda el IMC como único indicador del estado nutricional en oncología pediátrica. Ante esto, consideramos importante evaluar la composición corporal.

La desnutrición se ha llegado a considerar una característica común en pacientes con cáncer, pero tiene repercusiones importantes como lo es una estancia intrahospitalaria prolongada, mayores complicaciones de cirugía y/o tratamiento, discapacidad funcional y una menor tasa de supervivencia³². La mayoría de las veces la calidad de vida y actividades de la vida diaria se ven afectadas por el aislamiento al que están propensos en hospitalización o por la propia limitación de sus padres en casa. Al evaluar la actividad física, se encontró que más de tres cuartas partes de nuestra población obtuvo puntuación para actividad física leve, que concuerda con los resultados obtenidos por Cruz et al.

determinado también puntuación para actividad física baja en la mayoría de sus pacientes. Este resultado también es un foco de atención para tomar en cuenta durante el tratamiento oncológico, ya que en estudios previos se demostró deterioro de la condición física, atrofia muscular y pérdida de la fuerza debido a una actividad física deficiente. Las recomendaciones en pacientes oncológicos es evitar la inactividad física durante y después del tratamiento³⁴.

Evidenciando que más del 50% de nuestra población en estudio presenta una baja actividad física, y que esto puede provocar una menor masa muscular, es importante el análisis de la masa muscular. Al realizarlo, obtuvimos que la baja masa muscular está presente en todos los estratos de estado de nutrición. El porcentaje más alto fue para los pacientes con desnutrición con un 86%, que si bien, podría ser un resultado a esperarse, de manera muy interesante también está presente en los pacientes con exceso de peso y eutróficos, ambos con una presencia de más del 50%. Este resultado puede ser atribuible a diferentes factores, como son la baja ingesta dietética, cambios hormonales, gasto energético alterado, proceso inflamatorio e inactividad física³⁵. Es importante evaluar la masa muscular, debido a que, en esta población, la baja masa muscular va directamente relacionado con el éxito o fracaso del tratamiento médico. Se podría considerar como parte de un tratamiento integral el brindar terapia física y evitar lo menos posible el deterioro muscular.

También se determinó la masa libre de grasa, masa grasa, masa músculo esquelética, masa celular corporal y ángulo de fase. Actualmente no hay estudios que hablen sobre la composición corporal en pediátricos con tumores sólidos y que evalúen el estado nutricional. En este estudio se determinó la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica, encontramos un promedio de masa libre de grasa de 33.4 (22.5-42.9) kg. y masa músculo esquelética 17.8 (11.9- 23.7) kg. También obtuvimos el promedio del índice músculo esquelético de 5.3 ± 2.0 kg/m². Estos valores pueden verse influenciados por el estado nutricional y actividad física del paciente.

En diversos artículos, se habla sobre el uso del índice músculo esquelético, algunas investigaciones en enfermedad oncológica pero no relacionado a pediatría. Encontramos un estudio que se hizo a población pediátrica, el de Somasundaram et al.³⁶, ellos utilizan el área músculo esquelética e índice músculo esquelético, estimados en TAC como

marcadores de sarcopenia en niños, sin embargo, se necesitan más estudios en esta población para resultados más contundentes.

De igual forma se realizó la medición de ángulo de fase total obteniendo un valor de 5.0 (4.3 - 5.9) °, tomando en cuenta lo que menciona Franco et al.³⁷, se considera un marcador de la cantidad y calidad de la masa de tejido blando, así como del estado de hidratación y un marcador útil de pronóstico clínico-nutricional. En nuestro análisis de ángulo de fase por estrato de nutrición quien presenta un ángulo mayor son los pacientes con exceso de peso, seguido de normopeso y por último desnutrición, tanto para ángulo de fase total como por extremidades se mantuvo la misma tendencia. Se cree que cuando se tiene una buena integridad de membrana los ángulos de fase son más altos por el contrario cuando se tienen una integridad de membrana deficiente hay menos resistencia y reactividad, por consecuencia un ángulo de fase es más pequeño, este resultado puede verse afectado negativamente el tipo de patología presente o la existencia de desnutrición^{37, 49-51}.

9. CONCLUSIONES.

Con los resultados de este estudio podemos concluir que se observó un GER diferente entre los estratos de nutrición, siendo mayor en pacientes con exceso de peso y menor en desnutrición, sin embargo, al realizar un ajuste por kg de MME ocurre lo contrario.

Más de la mitad de los pacientes presentan algún tipo de malnutrición (desnutrición o malnutrición por exceso), en donde desnutrición y exceso de peso presentan prácticamente la misma frecuencia de casos. La condición de baja masa muscular está presente en todos los estratos de nutrición, con mayor prevalencia en pacientes con desnutrición.

Nos damos cuenta de que la MME tiene un papel importante para la determinación de GER y podemos decir que el estrato de desnutrición presenta un menor GER debido a que también en su mayoría presentan menor MME.

Utilizar la calorimetría indirecta para determinar el GER, hasta el día de hoy, siempre será la mejor opción, pero, como esta herramienta aún no es viable en todos los niveles de sector salud es importante encontrar que fórmula de estimación es la más adecuada para nuestros pacientes pediátricos con tumor sólido, brindando así un tratamiento más personalizado.

Tener en mente que en la población pediátrica mexicana los tumores sólidos en su mayoría se presentan en adolescentes de sexo masculino, llevarlo a la consulta de primer

contacto, donde muchas veces ocurre una omisión en diagnóstico y por lo tanto un retardo en la referencia a tercer nivel de atención.

Fortalezas

Este estudio es de los primeros reportes en informar sobre GER y composición corporal para pediátricos con algún tumor sólido en población mexicana, utilizamos el Gold estándar para determinar el GER y nuestro tamaño de muestra fue mayor que en estudios similares.

Limitaciones y recomendaciones futuras.

Se utilizó mascarilla para la determinación de GER mediante calorimetría indirecta. Aunque se trata de una técnica no invasiva, algunos pacientes rechazaron participar debido al miedo o la incomodidad que les generaba el procedimiento. Además, la mascarilla de menor tamaño no fue suficiente para algunos de los pacientes más pequeños, lo que ocasionó la pérdida de participantes. En futuras investigaciones sería recomendable emplear un sistema de canopy, el cual resulta más tolerable y amigable para la población pediátrica, lo cual permitiría incrementar el tamaño de muestra.

Para la estimación de composición corporal se utilizó el método de BIA, sabemos que no es el estándar de oro, pero, se considera una herramienta no invasiva, accesible y adecuada para población pediátrica en entornos clínicos.

Finalmente, con un mayor tamaño de muestra por grupo de tumor sólido sería posible realizar un análisis más detallado del gasto energético en reposo por grupo de tumor sólido, lo que permitiría explorar si existen diferencias significativas entre los distintos grupos.

10. BIBLIOGRAFÍA.

1. El cáncer infantil [Internet]. Who.int. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer-in-children>
2. Cáncer en la niñez y la adolescencia [Internet]. Paho.org. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/cancer-ninez-adolescencia>
3. 15 de febrero - Día Internacional del Cáncer infantil [Internet]. gob.mx. Disponible en: <https://www.gob.mx/insabi/articulos/15-de-febrero-dia-internacional-del-cancer-infantil-263815?idiom=es>

4. Diagnóstico Temprano del Cáncer en la Niñez [Internet]. Paho.org. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34851/9789275318461-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Centro Nacional para la Salud de la Infancia y Adolescencia. Cáncer Infantil en México [Internet]. gob.mx. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud%7Ccensia/articulos/cancer-infantil-en-mexico-130956>
6. Registro de Cáncer en Niños y Adolescentes [Internet]. gob.mx. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632369/RNCA_2019.pdf
7. 15 de febrero, Día Internacional del Cáncer Infantil [Internet]. Insp.mx. Disponible en: <https://www.insp.mx/avisos/15-de-febrero-dia-internacional-del-cancer-infantil>
8. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Soerjomataram I, Bray F (2024). Observatorio mundial del cáncer: el cáncer hoy (versión 1.1). Lyon, Francia: Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer. Disponible en: <https://gco.iarc.who.int/today>
9. Gupta S, Howard SC, Hunger SP, Antillon FG, Metzger ML, Israels T, et al. Treating childhood cancer in low- and middle-income countries. En: Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 3): Cancer. The World Bank; 2015. p. 121–46.
10. Diccionario de cáncer del NCI [Internet]. Cancer.gov. 2011. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/tumor-solido>
11. A Summary of the Inaugural WHO Classification of Pediatric Tumors: Transitioning from the Optical into the Molecular Era [Internet].

- Aacrjournals.org. Disponible en:
<https://aacrjournals.org/cancerdiscovery/article/12/2/331/678448/A-Summary-of-the-Inaugural-WHO-Classification-of>
12. Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, Moreno F, Dolya A, Bray F, et al. international incidence of childhood cancer, 2001–10: a population-based registry study. *Lancet Oncol* [Internet]. 2017;18(6):719–31. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470204517301869>
13. Overview of Common Presenting Signs And Symptoms of Childhood Cancer [Internet]. Uptodate.com. Disponible en:
https://www.uptodate.com/contents/overview-of-common-presenting-signs-and-symptoms-of-childhood-cancer?search=cancer%20en%20pediatria&source=search_result&selectedTitle=1%7E150&usage_type=default&display_rank=1
14. Centro Nacional para la Salud de la Infancia y Adolescencia. Guía de Detección Temprana y Referencia Correcta y Oportuna Ante la Sospecha de Cáncer en la Infancia y la Adolescencia 2022 [Internet]. gob.mx. Disponible en:
<https://www.gob.mx/salud/censia/articulos/guia-de-deteccion-temprana-y-referencia-correcta-y-oportuna-ante-la-sospecha-de-cancer-en-la-infancia-y-la-adolescencia-2022?idiom=es>
15. Lineamientos del Cáncer en la Infancia y la Adolescencia 2024 [Internet]. Gob.mx. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/923500/Lineamientos_PCIA_2024.pdf
16. Joffe L, Dwyer S, Glade Bender JL, Frazier AL, Ladas EJ. Nutritional status and clinical outcomes in pediatric patients with solid tumors: A systematic review of the literature. *Semin Oncol* [Internet]. 2019;46(1):48–56. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093775418302070>

17. Pedretti L, Massa S, Leardini D, Muratore E, Rahman S, Pession A, et al. Role of nutrition in pediatric patients with cancer. *Nutrients* [Internet]. 2023;15(3):710. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9920596/>
18. Bauer J, Jürgens H, Frühwald MC. Important aspects of nutrition in children with cancer. *Adv Nutr* [Internet]. 2011;2(2):67–77. Disponible en: <http://academic.oup.com/advances/article-pdf/2/2/67/23734989/67.pdf>
19. Hilmi M, Jouinot A, Burns R, Pigneur F, Mounier R, Gondin J, et al. Body composition and sarcopenia: The next-generation of personalized oncology and pharmacology? *Pharmacol Ther* [Internet]. 2019;196:135–59. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0163725818302195>
20. Body Composition in Pediatric Solid Tumors: State of the Science and Future Directions [Internet]. *Oup.com*. Disponible en: <https://academic.oup.com/jncimono/article/2019/54/144/5567547?login=false>
21. Sancho Martínez A, Dorao Martínez-Romillo P, Ruza Tarrío F. Valoración del gasto energético en los niños. Implicaciones fisiológicas y clínicas. Métodos de medición. *An Pediatr (Barc)* [Internet]. 2008;68(2):165–80. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403308749105>
22. Pharmacokinetics of cancer therapeutics and energy balance: the role of diet intake, energy expenditure, and body composition [Internet]. *Oup.com*. Disponible en: <https://academic.oup.com/jncimono/article/2023/61/3/7150911?login=false>
23. Suverza A. Karime Haua Navarro, Isabel Gómez Simón. El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. México: Mcgraw-Hill; 2010.
24. Kowalski KC, Crocker PRE, Faulkner RA. Validation of the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Pediatr Exerc Sci* [Internet]. 1997;9(2):174–86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1123/pes.9.2.174>

25. Gloria González G. Tumores sólidos en niños: diagnóstico y terapéutica quirúrgica. Rev médica Clín Las Condes [Internet]. 2010;21(1):120–9. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0716-8640\(10\)70514-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0716-8640(10)70514-9)
26. Den Broeder E, Oeseburg B, Lippens RJ, van Staveren WA, Sengers RC, van't Hof MA, et al. Basal metabolic rate in children with a solid tumour. Eur J Clin Nutr. 2001;55(8):673–81. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601199>
27. de la Torre AM, Pérez García y. A. Cálculo de necesidades en el paciente oncológico. Seom.org. Disponible en: https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/soporteNutricional/pdf/cap_08.pdf
28. Savino P, Patiño JF. Metabolismo y nutrición del paciente en estado crítico. Rev Colomb Cir. el 2 de abril de 2016;31(2):108–27.
29. Purcell SA, Elliott SA, Walter PJ, Preston T, Cai H, Skipworth RJE, et al. Total energy expenditure in patients with colorectal cancer: associations with body composition, physical activity, and energy recommendations. Am J Clin Nutr. 2019;110(2):367–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/nqz112>
30. Fuentes-Servín J, Avila-Nava A, González-Salazar LE, Pérez-González OA, Servín-Rodas MDC, Serralde-Zuñiga AE, et al. Resting energy expenditure prediction equations in the pediatric population: A systematic review. Front Pediatr. 2021;9:795364. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2021.795364>
31. Malnutrición <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
32. Cao D-X, Wu G-H, Zhang B, Quan Y-J, Wei J, Jin H, et al. Resting energy expenditure and body composition in patients with newly detected cancer. Clin

- Nutr. 2009;29(1):72–7. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2009.07.001>
33. Gaynor EPT, Sullivan PB. Nutritional status and nutritional management in children with cancer. *Arch Dis Child* [Internet]. 2015;100(12):1169–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-306941>
34. Cruz-Villalba V, García-Guzmán AD, Pinzón-Navarro BA, Gris-Calvo JI, Zapata-Tarres M, Cárdenas-Cardos R, et al. Estado nutricional y actividad física en pacientes pediátricos con diagnóstico oncológico. *Rev Nutr Clin Metab*. 2020;3(1):66–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35454/rncm.v3n1.068>
35. Prado CM, Purcell SA, Laviano A. Nutrition interventions to treat low muscle mass in cancer. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2020 Apr;11(2):366-380. doi: 10.1002/jcsm.12525. Epub 2020 Jan 8. PMID: 31916411; PMCID: PMC7113510.
36. Somasundaram E, Castiglione JA, Brady SL, Trout AT. Defining normal ranges of skeletal muscle area and skeletal muscle index in children on CT using an automated deep learning pipeline: Implications for sarcopenia diagnosis. *AJR Am J Roentgenol*. 2022;219(2):326–36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.21.27239>
37. Franco-Oliva A, Ávila-Nava A, Rodríguez-Aguilar EA, Trujillo-Mercado A, García-Guzmán AD, Pinzón-Navarro BA, et al. Association between phase angle and the nutritional status in pediatric populations: a systematic review. *Front Nutr* [Internet]. 2023;10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2023.1142545>
38. Social S. *Revista Médica del Instituto Mexicano del*. Redalyc.org. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4577/457745520007.pdf>
39. Delbecque-Boussard L, Gottrand F, Ategbo S, Nelken B, Mazingue F, Vic P, Farriaux JP, Turck D. Nutritional status of children with acute lymphoblastic

- leukemia: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr.* 1997 Jan;65(1):95-100. doi: 10.1093/ajcn/65.1.95. PMID: 8988919.
40. Muñoz Benavides E, Cordero ML, Castro M, Derado M. Medición del Gasto energético de reposo en pacientes oncológicos pediátricos: concordancia entre calorimetría indirecta y ecuaciones predictivas. *Nutr Hosp* [Internet]. 2018 [citado el 19 de diciembre de 2024];35(3):538–42. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112018000300538&lng=es&nrm=i
41. Barcellos PS, Borges N, Torres DPM. Resting energy expenditure in cancer patients: Agreement between predictive equations and indirect calorimetry. *Clin Nutr ESPEN.* 2021;42:286–91. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.01.019>
42. Bond SA, Han AM, Wootton SA, Kohler JA. Energy intake and basal metabolic rate during maintenance chemotherapy. *Arch Dis Child.* 1992 Feb;67(2):229-32. doi: 10.1136/adc.67.2.229. PMID: 1543386; PMCID: PMC1793405.
43. Kien CL, Camitta BM. Close association of accelerated rates of whole body protein turnover (synthesis and breakdown) and energy expenditure in children with newly diagnosed acute lymphocytic leukemia. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1987 Mar-Apr;11(2):129-34. doi: 10.1177/0148607187011002129. PMID: 3473242.
44. Stallings VA, Vaisman N, Chan HS, Weitzman SS, Hahn E, Pencharz PB. Energy metabolism in children with newly diagnosed acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Res.* 1989 Aug;26(2):154-7. doi: 10.1203/00006450-198908000-00018. PMID: 2771522.
45. Bond SA, Han AM, Wootton SA, Kohler JA. Energy intake and basal metabolic rate during maintenance chemotherapy. *Arch Dis Child.* el 1 de febrero de 1992;67(2):229–32.

46. Composición corporal <https://www.brisport.com/valoracion-fisica/composicion-corporal/>
47. Marsé MP, Díez PM, Ma Raurich PJ. Calorimetría: aplicaciones y manejo. nutrición clínica en medicina. diciembre de 2008;155–66.
48. Lee-lynn C, Stralovich-Romani RD A. Critical Care Secrets (Fourth edition) [Internet]. 2007. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/respiratory-quotient>
49. Carreira J, Cornejo I, Vegas I, García C, García JM, Bellido D. Aplicaciones del ángulo de fase de la bioimpedancia en la nutrición clínica. nutrición clínica en medicina. 2022;33–46.
50. Topete-Reyes JF, López-Lozano CA, López-Báez SL, Barbarín-Vázquez AV, Cervantes-Villalobos ML, Navarro-Rodríguez J, et al. Determinación del estado nutricional mediante el ángulo de fase en pacientes en hemodiálisis. Gac Med Mex. 2019;155(3). Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132019000300004
51. Llames L, Baldomero V, Iglesias M, Rodota L. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. Nutrición Hospitalaria. 2013;286–95.

11. ANEXOS.



Diseño de una fórmula de estimación del gasto energético en reposo en pacientes pediátricos con diagnóstico oncológico

HISTORIA CLINICA

Fecha de la Evaluación |__|_|/|__|_|/|__|_|_|_|_| ID de participante: |__|_|_|_|_|_|_|

1.-DATOS PERSONALES

Nombre: _____ Sexo: |__| (M/F)

Fecha de Nacimiento: |__|_|/|__|_|/|__|_|_|_|_| (dd/mm/aaaa) Edad: |__|_|_|_|_| meses

2.-ANTECEDENTES HEREDO-FAMILIARES (AHF)

() Sobrepeso u Obesidad () Cáncer () Diabetes () Dislipidemia
() Hipertensión Arterial () Enfermedad renal () Problemas cardiacos Otra _____

3.-ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS (APP)

Diagnóstico Oncológico: _____

Fecha de Diagnóstico de Oncológico: _____

Medicamentos actuales: _____

5.- INDICADORES ANTROPOMETRICOS Y ESTADO DE NUTRICIÓN

Pérdida de peso en los últimos 3 meses _____ % Pérdida de peso: _____

INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR
Peso (Kg)		Z-score Talla/Edad	
Talla (cm)		Dx Talla/Edad	
C. Cintura (cm)		Z-score IMC	
C. Cadera (cm)		Dx IMC	
C. Muñeca (cm)		Z-score Peso/Talla	
C. Cuello (cm)		Dx Peso/Talla	
P. muslo (cm)		Z-score de perímetro braquial	
P. Pierna (cm)		Dx perímetro braquial	
P. brazo relajado (cm)		P. brazo contracción (cm)	
Dinamometría mano derecha (Kg)		Dinamometría mano izquierda (Kg)	
INBODY			
Tasa Metabólica Basal (INBODY)		Agua intracelular (L)	
Masa grasa (Kg)		Agua extracelular (L)	
Grasa corporal (%)		Ángulo de Fase Corporal total (φ)	
Área de grasa visceral (cm ²)		Ángulo de Fase brazo derecho (φ)	
Contenido mineral óseo (Kg)		Ángulo de Fase brazo izquierdo (φ)	
Masa celular corporal (kg)		Ángulo de Fase de tronco (φ)	
Masa muscular Esquelética (Kg)		Ángulo de Fase pierna derecho (φ)	
Agua corporal total (L)		Ángulo de Fase pierna izquierda (φ)	



CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA NIÑOS (PAQ-C)

Fecha de la Evaluación |__|_|/|__|_|/|__|_|_|_|

ID de participante: |__|_|_|_|_|_|

DATOS PERSONALES

Nombre: _____ Sexo: |__| (M/F)

Queremos conocer cuál ha sido tu nivel de actividad física en los últimos 7 días (última semana). Esto incluye todas aquellas actividades como deportes, gimnasia o danza que te hacen sudar o sentirte cansado, o juegos que hagan que se acelere tu respiración como jugar a "las traes," saltar la cuerda, correr, trepar y otras. Recuerda que no hay respuestas buenas o malas, no es un examen. Contesta las preguntas de la forma más honesta y sincera posible. *Esto es muy importante.*

1. Actividad física en tu tiempo libre: ¿Has hecho alguna de estas actividades en los últimos 7 días (última semana)? Si tu respuesta es sí, ¿cuántas veces las has hecho? Marca un solo recuadro por actividad.

Actividades	No	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces o más
Saltar la cuerda					
Patinar					
Jugar juegos como "las traes"					
Andar en bicicleta					
Caminar (como ejercicio)					
Correr/trotar					
Aeróbics/spinning					
Natación					
Bailar/danza					
Bádminton					
Rugby					
Andar en patineta					
Fútbol					
Voleibol					
Hockey					
Basquetbol					
Esquiar					
Otros deportes de raqueta					
Hándbol/Balonmano					
Atletismo					
Pesas					
Artes marciales (judo, karate, etc.)					
Otros (especificar)					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física, ¿cuántas veces estuviste muy activo durante las clases jugando intensamente, corriendo, saltando, haciendo lanzamientos? (Indica sólo una opción)

No hice/hago educación física _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____
A menudo _____ Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste en el tiempo de descanso? (Indica sólo una opción)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) _____ . Estar o pasear por los alrededores _____
Correr o jugar un poco _____ Correr y jugar bastante _____
Correr y jugar intensamente todo el tiempo _____



4. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste normalmente a la hora de la comida (antes y después de comer), además de comer? (Indica sólo una opción)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) _____ Estar o pasear por los alrededores _____
Correr o jugar un poco _____ Correr y jugar bastante _____
Correr y jugar intensamente todo el tiempo _____

5. En los últimos 7 días, ¿cuántos días inmediatamente después de la escuela hiciste deportes, baile o jugaste a juegos en los que estuvieras muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2-3 veces en la última semana _____
4 veces en la última semana _____ 5 veces o más en la última semana _____

6. En los últimos 7 días, ¿cuántas tardes (6-10 pm) hiciste deporte, baile o jugar a juegos en los que estuviste muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2-3 veces en la última semana _____
4-5 veces en la última semana _____ 6-7 veces o más en la última semana _____

7. El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, baile o jugar a juegos en los que estuviste muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____ 1 vez _____ 2-3 veces _____ 4-5 veces _____ 6 o más veces _____

8. ¿Cuál de las siguientes frases describe mejor tu última semana? Lee las cinco antes de decidir cuál te describe mejor e indica sólo una opción.

- Todo o la mayoría de mi tiempo libre lo dediqué a actividades que suponen poco esfuerzo físico. _____
- Algunas veces (1-2 veces en la última semana) hice actividades físicas en mi tiempo libre (hacer deportes, correr, nadar, andar en bicicleta, hacer aeróbics). _____
- A menudo (3-4 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre.
- Bastante a menudo (5-6 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre.
- Muy a menudo (7 o más veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre.

9. Señala con que frecuencia hiciste actividad física para cada día de la última semana (hacer deporte, jugar, bailar o cualquier otra actividad física).

Días	Ninguna	Poca	Normal	Bastante	Mucha
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

10. ¿Estuviste enfermo esta última semana o algo impidió que hicieras normalmente actividades físicas? (Indica sólo una opción). Sí _____ No _____

Si la respuesta fue sí, ¿qué lo impidió?



CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA NIÑOS (PAQ-A)

Fecha de la Evaluación / / ID de participante:

DATOS PERSONALES Nombre: _____ Sexo: (M/F)

Queremos conocer cuál ha sido tu nivel de actividad física en los últimos 7 días (última semana). Esto incluye todas aquellas actividades como deportes, gimnasia o danza que te hacen sudar o sentirte cansado, o juegos que hagan que se acelere tu respiración como jugar a "las traes," saltar la cuerda, correr, trepar y otras. Recuerda que no hay respuestas buenas o malas, no es un examen. Contesta las preguntas de la forma más honesta y sincera posible. *Esto es muy importante.*

1. Actividad física en tu tiempo libre:

¿Has hecho alguna de estas actividades en los últimos 7 días (última semana)?

Si tu respuesta es sí, ¿cuántas veces las has hecho? Marca un solo recuadro por actividad.

Actividades	No	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces o más
Saltar la cuerda					
Patinar					
Jugar juegos como "las traes"					
Andar en bicicleta					
Caminar (como ejercicio)					
Correr/trotar					
Aeróbics/spinning					
Natación					
Bailar/danza					
Tenis					
Andar en patineta					
Fútbol					
Voleibol					
Basquetbol					
Hándbol/Balonmano					
Atletismo					
Pesas					
Artes marciales (judo, karate, etc.)					
Otros (especificar)					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física, ¿cuántas veces estuviste muy activo durante las clases jugando intensamente, corriendo, saltando, haciendo lanzamientos? (Indica sólo una opción)

No hice/hago educación física _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____
A menudo _____ Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste normalmente a la hora de la comida (antes y después de comer)? (Indica sólo una opción)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) _____ Estar o pasear por los alrededores _____
Correr o jugar un poco _____ Correr y jugar bastante _____
Correr y jugar intensamente todo el tiempo _____



4. En los últimos 7 días, inmediatamente después de la escuela, ¿cuántos días jugaste a algún juego, hiciste deporte o bailes en los que estuvieras muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2-3 veces en la última semana _____
4 veces en la última semana _____ 5 veces o más en la última semana _____

5. En los últimos 7 días, ¿cuántos días a partir de las 6 pm y 10 pm hiciste deportes, baile o jugaste juegos en los que estuvieras muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2-3 veces en la última semana _____
4 veces en la última semana _____ 5 veces o más en la última semana _____

6. El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, baile o jugaste juegos en los que estuviste muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2-3 veces en la última semana _____
4 veces en la última semana _____ 5 veces o más en la última semana _____

7. ¿Cuál de las siguientes frases describe mejor tu última semana? Lee las cinco alternativas antes de decidir cuál te describe mejor e indica sólo una opción.

- Todo o la mayoría de mi tiempo libre lo dediqué a actividades que suponen poco esfuerzo físico. _____
- Algunas veces (1-2 veces) hice actividades físicas en mi tiempo libre (hacer deportes, correr, nadar, andar en bicicleta, hacer aeróbics). _____
- A menudo (3-4 veces a la semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
- Bastante a menudo (5-6 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
- Muy a menudo (7 o más veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____

8. Señala con que frecuencia hiciste actividad física para cada día de la semana (hacer deporte, jugar, bailar o cualquier otra actividad física).

<i>Días</i>	<i>Ninguna</i>	<i>Poca</i>	<i>Normal</i>	<i>Bastante</i>	<i>Mucha</i>
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

9. ¿Estuviste enfermo esta última semana o algo impidió que hicieras normalmente actividades físicas? (Indica sólo una opción)

Sí _____. No _____



INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Investigador Principal: Dra. Isabel Medina Vera.

Investigadores participantes: L. NB Alda García Guzmán, Dra. Marta Zapata Tarres, Dra. Rocio del Socorro Cárdenas-Cardos, L.N Beatriz Adriana Pinzon- Navarro, L.N Judith Ileana Gris Calvo, Dra. Martha Guevara Cruz.

Documento de Consentimiento informado para padres o tutores de menores participantes en el estudio “Diseño de una ecuación de estimación del gasto energético en reposo en pacientes pediátricos con diagnóstico oncológico”, versión 1.

PARTE I: Información

Introducción

Soy el Dra. Isabel Medina Vera adscrita al departamento de Metodología de la Investigación, y le realizo una atenta invitación para que su hijo(a)/tutorado(a) pueda participar en este proyecto de investigación, que tiene como objetivo crear una nueva fórmula de predicción de gasto energético en reposo para niños con diagnóstico oncológico lo que nos permitirá contar con esta nueva fórmula para valorar el estado nutricional de pacientes pediátricos con diagnóstico oncológico con mayor exactitud.

Por favor, lea el siguiente formato y no dude en preguntar acerca de la forma en que se realizará el estudio. Pueden hablar con alguien con quien se sientan cómodos acerca de la investigación y que pueden tomarse el tiempo que deseen para reflexionar si desean participar o no. Si usted no comprende alguna de las palabras o conceptos que se muestran en este documento, usted puede preguntarnos y nosotros nos tomaremos el tiempo necesario para explicárselo, de igual manera si usted tiene dudas al momento de firmar este consentimiento informado o si tiene dudas durante la participación de este estudio.

Propósito

El objetivo de este estudio es crear una fórmula de estimación del gasto de energía en reposo en pediátricos con diagnóstico oncológico, esta fórmula se hace a partir de la medición de variables que pueden predecir el gasto de energía en reposo como son las variables antropométricas, es decir el peso, la talla, la masa grasa corporal, la cantidad de músculo etc. y de variables clínicas como la edad, el sexo.

Tipo de Intervención de la Investigación

La participación de su hijo(a)/tutorado(a) en esta investigación es realizarle una historia clínica, determinación de su estado nutricional a través de mediciones antropométricas de rutina como peso, talla, circunferencia de cintura, cadera y muñeca. Medición de composición corporal y pliegues corporales. Además, la medición del gasto energético en reposo a través de un aparato que se llama calorímetro indirecto de la marca ReeVue. Estas mediciones se realizarán sólo una vez. Este protocolo es un protocolo institucional, no pertenece a un protocolo desarrollado y/o patrocinado por la industria farmacéutica. Esperamos contar con 300 participantes.

Selección de participantes

Los pacientes incluidos a participar en el estudio son:

- ◆ Con reciente diagnóstico oncológico (considerado como reciente de 0 a 2 semanas del diagnóstico)

- ◆ Hombres o mujeres
Tener edad entre 6 años a < 18 años
- ◆ Mexicanos mestizos: padres y abuelos nacidos en México.

Los pacientes que hayan iniciado con su tratamiento de quimioterapia o que tengan tratamiento con antihistamínicos o suplementos herbales, así como diagnóstico de hipotiroidismo no podrán ser incluidos en el estudio, debido a que bajo con estas características el gasto energético en reposo es diferente y podríamos tener un error en el resultado de la nueva fórmula.

Participación Voluntaria

La participación en este estudio es voluntaria, usted es libre de elegir su participación, por lo que usted puede negarse a participar en el estudio o retirarse del mismo cuando así lo desee, sin consecuencia o repercusión alguna para continuar tratamiento y/o consultas en el Instituto Nacional de Pediatría.

Procedimientos y Protocolo

Si su hijo(a) o tutorado(a) cumple con los criterios inclusión arriba mencionados, se le hará una invitación a participar en el estudio, una vez que acepte participar se le realizará una historia clínica en donde se le preguntaron datos de antecedentes familiares, además se la tomaran mediciones antropométricas como peso, talla, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, circunferencia de muñeca, circunferencia de cuello, perímetro braquial, pliegue cutáneo tricipital, pliegues corporales las cuáles son medidas de rutina, con ellos se calcularan los siguientes índices: Talla para la edad, Peso para la talla, Índice de Masa Corporal, perímetros de brazo, cintura para evaluar el estado nutricional de su hijo(a) o tutorado(a). Además, deberá contestar un cuestionario de la actividad física que realiza de manera frecuente.

De manera adicional se le medirá la composición corporal y ángulo de fase por análisis de bioimpedancia, estas mediciones se realizarán en ayuno de 8-10 horas, se le pedirá su hijo(a) o tutorado(a) estar descalzos y usar ropa ligera, sin accesorios o artículos de metal (metales, llaves, monedas) que pudieran alterar la medición. Los participantes serán acostados durante la medición, y se le pondrán 4 electrodos (son unos cuadritos de metal) táctiles o adhesivos en pies y manos, se les pedirá que no se muevan y esta duración sólo durará 5 minutos.

Para la medición del gasto energético en reposo se le dará cita para asistir o se realizará el mismo día si cumple con las indicaciones con las cuáles se debe hacer. Esta medición se realizará con un aparato que se llama calorímetro indirecto, las mediciones se realizarán por la mañana 7:00 am – 9:00 am con un ayuno de 8-10 horas, se les pedirá a los participantes acudir sin haber realizado actividad física vigorosa un día previo a la medición, y abstenerse del consumo de café, chocolate, o bebidas energizantes. Una vez que el participante se encuentre en la unidad metabólica donde se harán las mediciones, se le pedirá permanecer 5 min en reposo antes de comenzar con la medición, las mediciones se efectuarán por un lapso de 10 minutos mientras el participante permanece acostado relajado y despierto, en un ambiente con temperatura estable (20 a 25° C) silencioso y tranquilo, se utilizará un mascarilla la cuál se deberá poner cubriendo la boca y nariz (con la que se puede respirar sin ningún problema) esta estará conectada al aparato con una manguera.

Las mediciones mencionadas sólo se realizarán una vez en este estudio.

¿Cuáles son los riesgos al participar en el estudio?

No existe riesgo alguno al participar en este estudio.

Beneficios

La información generada con la participación de este estudio nos servirá para crear una nueva fórmula de predicción de gasto de energía en reposo, la cual servirá para evaluar su estado de nutrición de manera completa a los pacientes pediátricos con diagnóstico oncológico. El beneficio individual de su participación será que conoceremos de manera exacta el gasto energético en reposo a través de la medición en el calorímetro y con ello será más específica sus recomendaciones en cuanto a la energía que debe consumir por los alimentos.

Incentivos

La participación en este protocolo no genera costo para el paciente, no se cobrará ninguna tarifa por participar en el estudio, pero tampoco se la hará pago alguno.

Confidencialidad

Toda la información será confidencial, por lo que no le diremos a nadie los resultados o respuestas; sólo los conoceremos los investigadores del estudio, y la publicación de éstos no incluirá el nombre del participante. En caso de que autoridades regulatorias o Comités de Ética soliciten verificar los procedimientos y datos de la investigación, ellos también tendrán acceso a los registros médicos, pero bajo las mismas condiciones de confidencialidad.

Entrega y divulgación de resultados

Cuando haya finalizado el estudio, les daremos a conocer los resultados a usted y a su hijo(a)/tutorado(a), y les daremos recomendaciones pertinentes para mejorar sus hábitos de alimentación. Así mismo, se utilizarán los datos de los estudios y los resultados para ser mostrados en congresos nacionales e internaciones, sin que se divulguen datos personales como nombre.

Derecho a negarse y/o retirarse

La participación en este estudio es voluntaria, a través de la libre elección, por lo que usted puede negarse a participar en el estudio o retirarse del mismo cuando así lo desee, sin consecuencia o repercusión alguna. Es importante recalcar que el investigador puede retirar al participante del estudio en caso de que incumpla con los rubros de participación que se le solicitaron (por ejemplo, no acude a su cita). En caso de retirar a un paciente del estudio por las razones mencionadas, continuará con los tratamientos en el Instituto Nacional de Pediatría sin consecuencia o repercusión alguna.

Alternativas de la participación

En caso de que no desee formar parte del estudio o desee retirarse de él en cualquier momento, continuará con la atención médica de la enfermedad en el Instituto.

A quién contactar

Si llegas a tener preguntas, puedes contactarnos en los siguientes teléfonos:

Isabel Medina Vera, 5510840900 ext. 1705

Alda Daniela García Guzmán, 5510840900 ext. 1339

Adriana Pinzón Navarro, 5510840900 ext. 1732

Esta propuesta ha sido revisada y aprobada por el Comité de Ética en Investigación, cuya tarea es asegurarle que se protegerá de daños a los participantes en la investigación. Si usted desea averiguar más sobre este comité, o tiene alguna dudas de los derechos de su hijo/tutorado como participante del estudio comunicarse con el Presidente del Comité de Ética en Investigación Dr. Alberto Olaya Vargas 5510840900 ext. 1581.

PARTE 2: Formulario de Consentimiento

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____ Fecha: _____

[Si es analfabeto nombre y firma del testigo que sabe leer y escribir (si es posible esta persona debe ser seleccionada por el participante y no tener conexión con el equipo de investigación). Los participantes analfabetos deben incluir su huella dactilar también.]

Nombre del padre: _____ Firma del padre: _____

Nombre de la madre: _____ Firma de la madre: _____

Fecha: _____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre del testigo 1: _____ Firma del testigo: _____

Dirección: _____

Relación con el participante: _____ Fecha: _____

Nombre del testigo 2: _____ Firma del testigo: _____

Dirección: _____

Relación con el participante: _____ Fecha: _____

Investigador o quien recoge el consentimiento informado: _____

Firma: _____ Fecha: _____

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de consentimiento informado (iniciales del investigador)