

**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA LEÓN**  
**LIC. EN NUTRICIÓN Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**



**“Evaluación de la composición corporal en pacientes oncopediátricos por medio de DXA”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**Taller de Síntesis y Evaluación III**

**AUTORA:**  
**Paola Flores Troncoso**

**INSTITUCIÓN:**  
*Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío*

*León, Gto.; a 7 de mayo de 2020.*

## Introducción

El cáncer es una enfermedad genética (no necesariamente hereditaria), en la cual, alteraciones cromosómicas condicionan que las células pierdan su estructura, tamaño y función, atacan cualquier órgano del cuerpo y con capacidad de migrar a cualquier otro (metástasis). A diferencia del cáncer en adultos, los niños pueden desarrollar cáncer por una alteración genética. <sup>(1)</sup>

Las enfermedades neoplásicas en la infancia son relativamente poco frecuentes, ocupan entre un 2 y un 5% del total de los casos de cáncer reportados, y se estima que en México cada año se diagnostican alrededor de 5,000 casos nuevos de cáncer en personas menores de 18 años. Aún con su baja prevalencia, son la segunda causa de muerte en niños mayores de 4 años en México, sólo antecedido por los accidentes. Las enfermedades oncológicas más frecuentes en los niños incluyen las leucemias, linfomas, tumores del sistema nervioso central y al resto de los tumores sólidos. <sup>(2,3)</sup>

La pérdida de peso y la desnutrición son complicaciones comunes y frecuentes en niños con enfermedades crónicas, los sujetos con cáncer y desnutrición tienen a menudo un alto recambio proteínico y pérdida de nitrógeno, una pérdida notoria de masa muscular y capacidad física deficiente. La nutrición inadecuada desplaza las reservas de proteínas y, por tanto, causa pérdida de masa corporal magra donde el catabolismo es promovido por factores tumorales, como factor inductor de proteólisis, factor de necrosis tumoral y factor movilizador de lípidos. Esta utilización alterada de nutrientes provoca intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina y mayor recambio proteínico. Hasta donde se sabe, la masa muscular esquelética también se ve afectada por la enfermedad y su tratamiento no está bien descrito. <sup>(4)</sup>

Rayal y colaboradores<sup>(5)</sup> reportaron la incidencia de baja masa magra apendicular (conocida también como pre-sarcopenia<sup>(6)</sup>) en niños con leucemia linfoblástica aguda que presentaron una reducción notable en la masa del músculo esquelético durante el tratamiento, y se asoció con la duración de la hospitalización, menor crecimiento comparado con niños sanos, menos densidad ósea y riesgo de fracturas. <sup>(4)</sup>

El mal estado nutricional, representado por la composición corporal, es una consideración importante en el tratamiento de pacientes pediátricos con cáncer, está relacionado con una tolerancia reducida a la quimioterapia, una mayor susceptibilidad a infecciones y un peor resultado clínico. Los problemas nutricionales variarán según el tipo de cáncer y la modalidad de

tratamiento, y pueden ser motivo de preocupación en el diagnóstico, durante el tratamiento e incluso años después de concluirlo.<sup>(7)</sup> Durante el tratamiento, la desnutrición puede conducir a complicaciones clínicas, y a largo plazo para los sobrevivientes de cáncer infantil la desnutrición se asocia con el desarrollo de complicaciones endocrinas, gastrointestinales, músculo-esqueléticas y cardiovasculares, así como una mala calidad de vida.<sup>(8)</sup>

Debido a las consecuencias funcionales de la desnutrición antes descritas, es esencial comprender los cambios que ocurren en el estado nutricional a través de la medición de la composición corporal en este grupo de pacientes. Los niños con cáncer requieren un estado nutricional óptimo para hacer frente a las demandas de la enfermedad y del régimen de tratamiento, así como para promover un crecimiento saludable durante el periodo crítico de la infancia.<sup>(8)</sup>

El conocimiento actual de la desnutrición en niños que reciben o recibieron quimioterapia se ha basado principalmente en estudios que han definido la desnutrición mediante el uso del peso o el IMC. Estos estudios se han restringido en la información puesto que estas medidas simples no pueden distinguir entre compartimentos corporales.<sup>(8)</sup>

Los métodos efectivos para el análisis de la composición corporal ayudan a la identificación, el tratamiento y la prevención de afecciones caracterizadas por cambios en la masa grasa y/o en la masa magra.<sup>(9)</sup> Entre las técnicas de análisis de composición corporal, la absorciometría dual de rayos X (DXA por sus siglas en inglés) es el instrumento más utilizado para medir diferentes parámetros de la composición corporal como la masa muscular, la masa grasa, la densidad mineral ósea (DMO) y el tejido magro apendicular. Las ventajas de este método tienen que ver con ser una técnica no invasiva con una radiación muy leve, así como un tiempo de aplicación muy reducido y que mide diferentes regiones corporales, estima la grasa abdominal y es capaz de cuantificar la masa grasa con un coeficiente de variación del 2%. Su principal desventaja es que no es posible realizar mediciones en menores de 8 años.<sup>(10)</sup>

Por lo anteriormente mencionado, conocer y evaluar la composición corporal de los niños que están o estuvieron bajo un tratamiento de quimioterapia nos permitirá compararlo con estándares internacionales, y que resulte de utilidad para la correcta creación de estrategias nutricias que permitan mejorar la calidad de los elementos de la composición corporal.

## **Justificación**

La alteración de los elementos de la composición corporal son un problema derivado de la desnutrición durante el cáncer que conlleva una serie de problemas que pueden afectar al individuo en las siguientes etapas de la vida; por lo tanto, su composición resulta un predictor útil de malos resultados para el tratamiento con la quimioterapia.

De los métodos de composición corporal que existen, la absorciometría dual de rayos X (DXA) es considerado como estándar de oro para la evaluación corporal en pacientes pediátricos por ser un método de tres compartimientos y poder evaluar como elemento adicional el tejido magro apendicular.

El Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío está comprometido con la investigación en beneficio de sus pacientes, haciendo uso de equipo de vanguardia. La información recabada en este protocolo permitirá que el Departamento de Nutrición evalúe la composición corporal en los pacientes oncopediátricos.

La Licenciada en Nutrición y Ciencia de los Alimentos (LNCA) cuenta con las herramientas y conocimientos para realizar una adecuada valoración del estado nutricional. Con la información generada en el presente estudio se podrá conocer la afectación a la composición corporal, producto del tratamiento y de la misma enfermedad, y dar pie a futuras investigaciones sobre más estrategias de intervención.

## **Planteamiento del problema**

¿Es adecuada la composición corporal de los pacientes del servicio de oncopediatria; en el HRAEB de noviembre 2019 a abril 2020?

## **Objetivos**

**General:** Evaluar la composición corporal por medio de DXA en pacientes pediátricos con cáncer.

### **Específicos:**

- Cuantificar los elementos de la composición corporal mediante la medición de peso, talla, grasa, músculo, densidad mineral ósea, tejido magro apendicular.
- Evaluar los resultados obtenidos comparando con tablas y estándares internacionales.

## **VARIABLES DE ESTUDIO**

VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS: peso, talla, IMC, masa grasa, masa magra, densidad mineral ósea, tejido magro apendicular.

### VARIABLES DESCRIPTIVAS:

- Edad (pre púberes y púberes).
- Tipo de cáncer.
- Tipo y tiempo del tratamiento.

### VARIABLES CONFUSORAS:

- Sexo.
- Etapa de tratamiento (nuevo diagnóstico, tratamiento con quimioterapia o radioterapia, vigilancia, recaída).

## **METODOLOGÍA**

Se realizó un estudio descriptivo transversal y prospectivo con el objetivo de evaluar la composición corporal por medio de DXA en los pacientes de oncopediatria del HRAEB, en el periodo comprendido de noviembre de 2019 a abril de 2020. Participaron 39 pacientes pediátricos. Se incluyeron niños y niñas, entre 8 y 18 años de edad, con diagnóstico de algún tipo de cáncer, en cualquier etapa de tratamiento, que tanto sus padres como ellos hubieran aceptado participar y firmaron el consentimiento y asentimiento informado, respectivamente. No se incluyeron pacientes con algún síndrome cromosómico u otra enfermedad genética asociada a cambios en la composición corporal.

Se realizó un muestreo no probabilístico por simple disponibilidad, los niños fueron enviados por medio del servicio de Oncohematopediatria a su alta hospitalaria o por medio de consulta externa. A los niños se les invitó a participar en el estudio, en presencia de un familiar, explicando el objetivo del proyecto, el procedimiento y las herramientas que se utilizarían, al acceder, firmaron el consentimiento y el asentimiento informado (ANEXOS 1 y 2). El protocolo fue aprobado previamente por el Departamento de Unidad de Metabolismo y Nutrición y el Comité Ético del HRAEB.

Una vez que fue firmada la carta de consentimiento y asentimiento, en la Unidad de Metabolismo y Nutrición, la Pasante de la Licenciatura en Nutrición y Ciencia de los Alimentos (PLNCA) procedió a tomar los datos de ficha de identificación, en la cual se determinó también la etapa de

desarrollo sexual (Estadio de Tanner) tomado del expediente clínico, esto con el fin de definir su ubicación como prepúber o púber. (ANEXO 3).

La PLNCA realizó continuamente la calibración del equipo y previa estandarización de todas las medidas antropométricas (peso, talla) mediante el uso del método Habicht, <sup>(11)</sup> dichas medidas fueron necesarias dado que el análisis DXA necesita esos datos para la realización del estudio.

Para la obtención del peso, se utilizó la báscula digital SECA GmbH con capacidad de 250 kg y con una precisión de  $\pm 50$ g. Los participantes del estudio fueron pesados mediante el uso de la técnica ISAK<sup>(12)</sup> y con la menor cantidad de ropa posible o en bata quirúrgica; el peso se registró en kilogramos. Para la medición de la estatura se utilizó la báscula digital integrada con estadímetro SECA GmbH con longitud máxima de 200cm, utilizando la técnica ISAK<sup>(12)</sup> y tomando en consideración el plano de Frankfort para obtener un resultado más preciso; la talla se registró en metros.

Se calculó el IMC por medio de la fórmula:

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / \text{talla (m}^2\text{)}$$

Para su evaluación, se aplicaron los criterios descritos por la CDC para percentiles y puntaje Z IMC/E, <sup>(13)</sup> las categorías se muestran en la siguiente tabla:

<b>Categoría diagnóstica de peso</b>	<b>Rango del percentil</b>
Bajo peso	Menos del percentil 5
Peso saludable	Percentil entre 5 y 85
Sobrepeso	Percentil entre 85 y 95
obesidad	Igual o mayor al percentil 95

Para la obtención de masa muscular, masa grasa, densidad mineral ósea y tejido magro apendicular por medio de DXA con el modelo Hologic ASY-00409 se calibró previamente el equipo, se le pidió al paciente que subiera a la cama, se le acomodó la posición corporal y se le solicitó no moverse ni hablar por los 6 minutos que duró el análisis de cuerpo completo.

Los resultados se analizaron con base a lo establecido en el documento “Dual Energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES”. <sup>(14)</sup> La densidad mineral ósea se reportó como “baja masa mineral ósea” cuando en el reporte BMD Z-score fue igual o menor

a -2SD. El porcentaje de masa grasa fue evaluado mediante el uso de valores de McCarthy et al. <sup>(15)</sup> que se encuentra como anexo 4. La Masa muscular fue evaluada mediante las curvas de referencia para el índice de masa muscular en niños de Weber *et al* <sup>(16)</sup>, y clasificada como Baja en el percentil  $\leq 5$ , media-baja del percentil 5-25, normal entre el percentil 25-75, media-alta entre el percentil 75-95, y alta en el percentil  $\geq 95$ . <sup>(17)</sup>

Para el tejido magro apendicular y determinar el diagnóstico de pre-sarcopenia se realizaron los siguientes cálculos: <sup>(5)</sup>

La relación entre la masa muscular esquelética y el tejido magro apendicular es diferente para los niños pre púberes y post púberes, para los adolescentes en la etapa 5 de Tanner o más se realizó la siguiente ecuación:

$$\text{SMM (kg)} = (1.19 \times \text{ALM(kg)}) - 1.65$$

Para los niños que aún no alcanzaban la etapa 5 de Tanner la ecuación utilizada fue:

$$\text{SMM (kg)} = (1.115 \times \text{ALM(kg)}) - 1.135$$

A partir del dato obtenido, se utilizó la siguiente fórmula para el diagnóstico de sarcopenia:

$$\text{SMM (Z-score)} = (\text{SMM medido} - \text{SMM predictor}) / (G + (H \times \text{edad}))$$

$$\text{SMM}_{\text{predicted}} = \frac{A}{1 + (B \times e^{-C \times \text{Age}})} + \frac{D}{1 + e^{-E \times (\text{Age} - F)}}$$

Donde SMM predictor:

	A	B	C	D	E	F	G	H
Mujer	7.0	6.5	0.55	13	0.75	11.5	0.10	0.16
Hombre	12.4	11	0.45	19.7	0.85	13.7	0.005	0.325

El diagnóstico de sarcopenia se confirma si el Z-score es menor o igual a -2 (Z-score  $\leq -2$ ) <sup>(5)</sup>

Con los datos obtenidos se elaboró una base de datos en Excel para su posterior análisis estadístico.

## **Análisis estadístico**

Las variables cuantitativas, edad, talla, peso, percentil IMC/E, masa muscular esquelética (SMM), densidad mineral ósea, masa grasa y masa magra, tejido magro apendicular se presentaron como media, desviación estándar, dato mínimo y dato máximo.

Los datos cualitativos de acuerdo con el sexo, IMC clasificación, se presentaron como frecuencia y proporción.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Minitab19. <sup>(18)</sup>

## **Consideraciones éticas**

La presente investigación se ajustó a las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación en seres humanos <sup>(19)</sup> y con la Declaración de Helsinki <sup>(20)</sup> y sus posteriores enmiendas, así como los códigos y normas internacionales vigentes para las buenas prácticas en la investigación clínica, en esta investigación se cuidará en todo momento la seguridad y bienestar de los pacientes.

La investigación se llevó a cabo al obtener la aprobación del comité de ética en investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío y el consentimiento y asentimiento Informado de los padres y de los participantes.



## Resultados

El estudio incluyó a 39 pacientes, 24 niños (61.5%) y 15 (38.4%) niñas, con una edad promedio de  $12.6 \pm 2.59$  años (entre 8 y 18 años).

En la Tabla 1 se presentan la distribución de los participantes de acuerdo con su diagnóstico, estadio de la enfermedad y etapa de maduración sexual.

**Tabla 1. Datos generales de los participantes por sexo**

<b>Diagnóstico</b>	<b>Niños n=24 n (%)</b>	<b>Niñas n=15 n (%)</b>
Leucemia	10(41%)	8(53.3%)
Linfoma	1(4.1%)	1(6.6%)
Tumores cerebrales y del SNC	5(20.8%)	1(6.6%)
Osteosarcoma y otros sarcomas	6(25%)	4(26.6%)
Otros tumores	2(8.3%)	1(6.6%)
<b>Estadio de la enfermedad</b>		
<b>Clasificación para tumores sólidos</b>		
I	3(12.5%)	1(6.6%)
II	5(20.8%)	4(26.6%)
III	1(4.1%)	0
IV	5(20.8%)	2(13.3%)
<b>Clasificación de riesgo para leucemias</b>		
RH	1(4.1%)	0
MR	1(4.1%)	0
AR	8(33.3%)	8(53.3%)
<b>Tanner</b>		
I	3(12.5%)	2(13.3%)
II	5(20.8%)	3(20%)
III	4(16.6%)	3(20%)
IV	5(20.8%)	3(20%)
V	7(29.1%)	4(26.6%)
SNC= Sistema nervioso central, RH= riesgo habitual, MR= moderado riesgo, AR= alto riesgo		

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por medio del análisis de composición corporal por medio de DXA. En las gráficas subsecuentes se muestran los diagnósticos obtenidos para las diferentes variables analizadas.

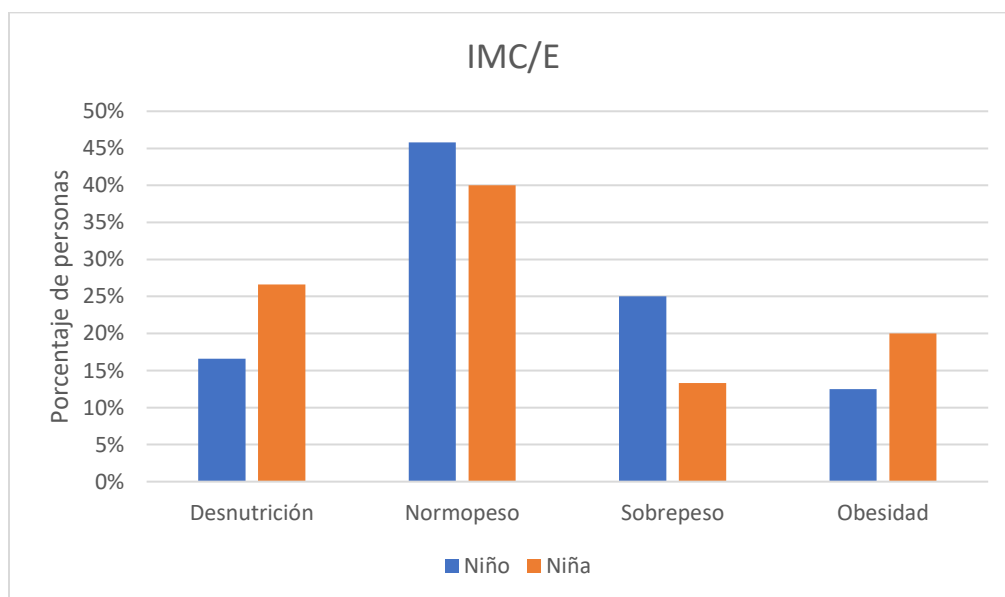
**Tabla 2. Variables antropométricas por sexo**

Variable	Niños n=24 X±DE (min-máx)	Niñas n=15 X±DE (min-máx)
Edad (años)	12.78 ± 2.73 (8-17.2)	12.43 ± 2.43 (8.15-16.6)
Peso (kg)	46.77 ± 15.50 (26.2-71.5)	44.87 ± 15.6 (25.6-79.3)
Talla (m)	1.52 ± 0.14 (1.26-1.72)	1.47 ± 0.12 (1.18-1.62)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19.77 ± 4.63 (13.23-28.8)	20.51 ± 6.13 (13.5-34.77)
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	0.78 ± 0.23 (0.52-1.57)	0.73 ± 0.08 (0.547-0.87)
Masa grasa (%)	30.04 ± 9.56 (14.2-51.5)	35.2 ± 9.17 (22.6-49.9)
Masa grasa (g)	14188 ± 8651 (5025-35526)	16352 ± 9877 (7557-38456)
Masa magra (g)	29154 ± 8552.35 (16281-41227)	25982 ± 6098.7 (15910-37286)
ALM (kg/m <sup>2</sup> )	5.02 ± 1.09 (2.83-6.81)	4.74 ± 1.24 (2.75-7.34)

*IMC= Índice de masa muscular, DMO= Densidad Mineral Ósea, ALM= Masa muscular apendicular (apendicular lean mass)*

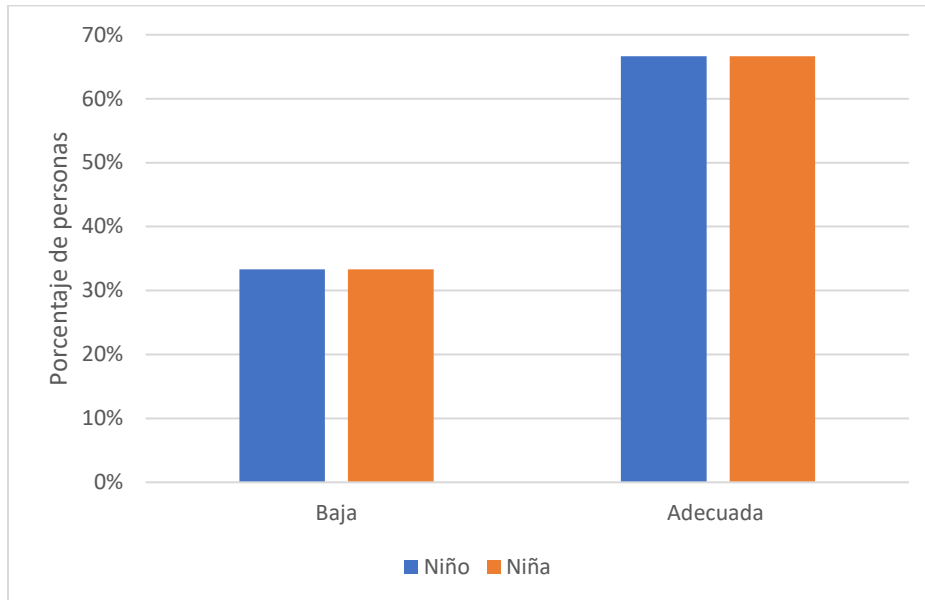
En la Gráfica 1 se presenta el diagnóstico de IMC de los participantes, se puede apreciar que el diagnóstico más frecuente es el normopeso.

**Gráfica 1. Diagnóstico nutricio por IMC según sexo**



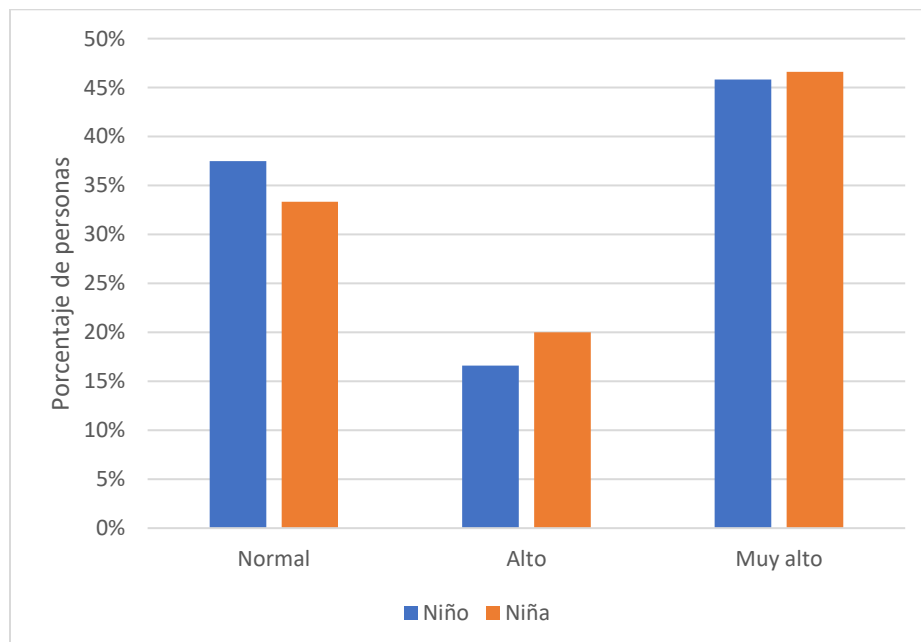
La Gráfica 2 muestra el diagnóstico de Densidad Mineral Ósea de los participantes donde se observa una tendencia general hacia niveles adecuados.

**Gráfica 2. Diagnóstico de DMO por sexo**



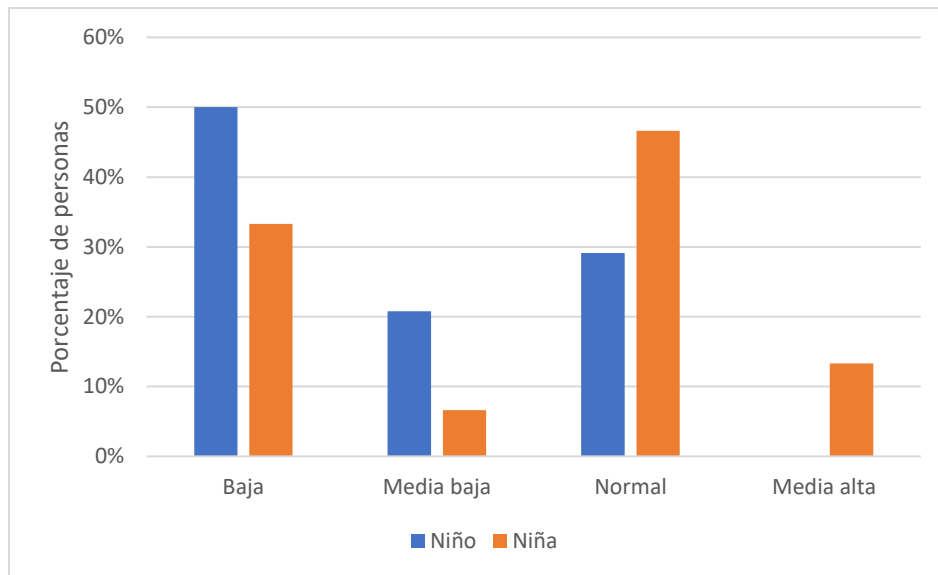
En la Gráfica 3 se compara el diagnóstico de masa grasa por sexo, se evidencia que hay tendencia hacia los niveles de reserva de grasa altos y muy altos para ambos sexos.

**Gráfica 3. Diagnóstico de masa grasa por sexo**



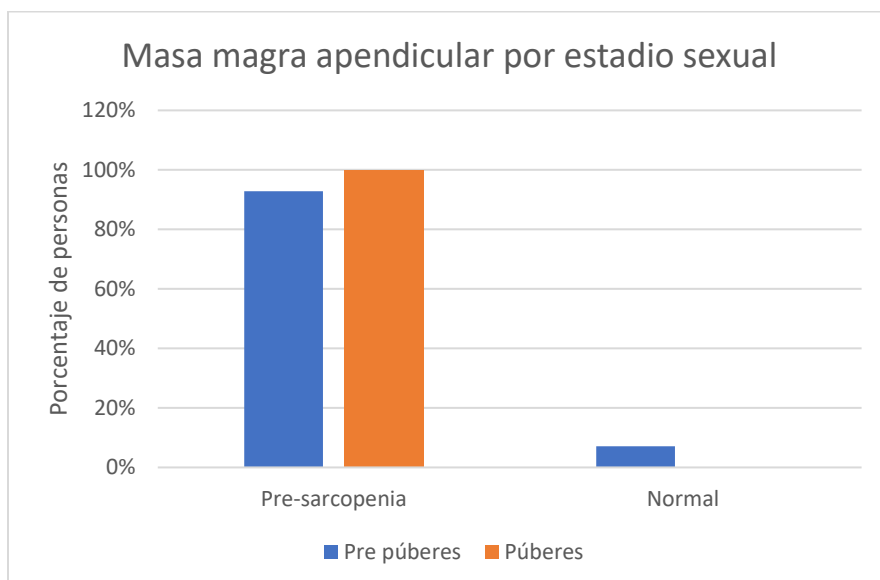
La Gráfica 4 presenta el diagnóstico de masa magra de los participantes, donde se puede apreciar que los niños presentaron, en su mayoría, niveles bajos; en comparación con las niñas que tuvieron tendencia hacia niveles normales e incluso más altos.

**Gráfica 4. Diagnóstico de masa magra por sexo**



Por último, la Gráfica 5 demuestra la presencia de pre-sarcopenia por medio de la evaluación de masa magra apendicular, se observa que el total de los púberes presentaron esta situación.

**Gráfica 5. Diagnóstico pre-sarcopenia de acuerdo con estadio sexual (pre púberes y post-púberes)**



## Discusión

Este estudio describe la composición corporal en pacientes pediátricos con cáncer, mediante DXA, lo que permite conocer las reservas de grasa, cantidad de masa magra, densidad mineral ósea y masa magra apendicular. Estas medidas son importantes para el correcto análisis de la composición corporal y para la creación de adecuadas estrategias de intervención por parte del equipo médico.

Una consecuencia común y clínicamente importante del cáncer y su tratamiento es la morbilidad nutricional que afecta la tríada de composición corporal: masa grasa, masa libre de grasa y el contenido mineral óseo.<sup>(21)</sup> Los resultados obtenidos en el presente estudio descriptivo reflejan un cambio de estos elementos. Es importante considerar otros factores que se ven involucrados en esta alteración corporal que son el tipo de cáncer, tiempo de diagnóstico, diversidad de tratamientos, para poder discutir el panorama completo de la patología.

Las medidas e índices antropométricos como la altura, el peso y el Índice de Masa Corporal (IMC) pueden proporcionar un panorama general del estado de crecimiento y composición corporal. Sin embargo, el utilizar otros métodos que aportan más detalle, como el DXA, se observa que el porcentaje de grasa corporal resultó en niveles muy elevados a expensas de la masa magra, que tuvo una tendencia hacia valores bajos en hombres, aun cuando el diagnóstico por IMC/E refleja una prevalencia de normopeso. Las mediciones antropométricas no logran identificar con precisión a los pacientes que tienen algún grado de desnutrición, coincidiendo de esta forma con lo descrito en varios estudios.<sup>(7,8,22)</sup> Se observa que las niñas presentaron valores de desnutrición y obesidad superiores a la de los niños, y estos últimos tuvieron una tendencia hacia el sobrepeso.

La prevalencia de la densidad mineral ósea (DMO) resultó, en general, adecuada para ambos sexos, si bien, 33% de los participantes presentaron baja DMO. El impacto de la terapia antineoplásica sobre el contenido mineral óseo está bien documentado,<sup>(5)</sup> la etiología de la disminución de la DMO se puede atribuir a múltiples factores, como la carga genética, estilos de vida, actividad física, el proceso de la enfermedad y las exposiciones al tratamiento, especialmente a los corticoesteroides y la radioterapia craneal.<sup>(23)</sup>

El porcentaje de masa grasa de la población estudiada resultó en niveles altos o muy altos, dando en conjunto 64% para niños, y 67% para las niñas, lo que nos arroja que 6 de cada 10 pacientes en esta población tiene una tendencia al sobrepeso y obesidad por masa grasa acumulada. Hay

muchas razones por las cuales los niños con cáncer pueden tener una mayor cantidad de masa grasa. Uno de los principales efectos secundarios de la terapia con glucocorticoides, un tratamiento esencial de la leucemia es el aumento excesivo de peso. Además, es frecuente que haya una mayor ingesta de energía y un menor gasto energético, producto de la baja actividad física que a su vez es provocado por lo extenuante que resulta el tratamiento, aunado a estilos de vida sedentarios y estados emocionales que favorecen la poca actividad física y el consumo de alimentos poco saludables y altamente energéticos. <sup>(7, 32)</sup>

En cuanto a la cantidad de masa magra, los niños presentaron niveles bajos de ésta, y las niñas tuvieron tendencia hacia niveles normales y altos. La disminución de la masa muscular se explica por los factores desencadenantes patológicos de los tumores y leucemias, la falta de una alimentación adecuada y la inactividad prolongada. Se ha visto que los efectos de la quimioterapia se asocian con una pérdida promedio del 10% de la masa muscular total en los primeros 2 meses de tratamiento, y su pérdida gradual y progresiva a largo plazo puede desencadenar en atrofia muscular. <sup>(5)</sup>

El estudio de la sarcopenia en pacientes pediátricos con cáncer ha tomado gran importancia en los últimos años. Esta se define como la disminución de la cantidad y calidad de la masa muscular esquelética descrita principalmente en población adulta mayor, pero se ha registrado su presencia en niños con enfermedades neoplásicas. La sarcopenia es considerada como un predictor útil de malos resultados después del tratamiento con quimioterapia, La importancia clínica de diagnosticar de manera oportuna esta condición favorece la intervención para aumentar o preservar la masa muscular esquelética y que no se vea severamente afectada durante el tratamiento quimioterapéutico. <sup>(4,5)</sup>

En el presente trabajo tanto pre-púberes como púberes presentaron pre-sarcopenia (definida así por sólo evaluar la cantidad de masa magra apendicular), lo que, aunado al resultado de masa grasa se puede definir como obesidad sarcopénica, que es la presencia de masa grasa elevada con una masa muscular esquelética baja. A medida que estos niños con enfermedades crónicas pierden masa muscular, aumentan simultáneamente las reservas de grasa y mantienen su peso e IMC. La obesidad sarcopénica tiene implicaciones importantes para las complicaciones clínicas que los niños con cáncer pueden experimentar, futuros trabajos deberán abordar más a fondo sobre esta comorbilidad.

## **Conclusiones**

El uso de DXA permitió la evaluación y diagnóstico de los compartimentos que conforman la composición corporal en niños con algún tipo de cáncer. Demostró que esta población presenta alteraciones en su composición corporal que van más allá del IMC.

En el estado nutricional evaluado por IMC/E el diagnóstico normal tuvo mayor prevalencia en la población estudiada, seguido por desnutrición y sobrepeso.

La evaluación de la masa grasa, magra y masa magra apendicular evidenció la tendencia hacia la obesidad sarcopénica.

La evaluación de sarcopenia en el tratamiento de las enfermedades neoplásicas en niños es valiosa y práctica. Su diagnóstico oportuno aportará información valiosa para su cuidado y contribuir a mejorar el pronóstico de los pacientes, así como su calidad de vida.

## Referencias bibliográficas

1. Secretaría de Salud [internet]. Centro Nacional para la Salud de la Infancia y Adolescencia: Comportamiento epidemiológico del Cáncer en menores de 18 años. México 2008-2014. [consultado el 11 de octubre 2019]. Disponible en: <https://guiastematicas.bibliotecas.uc.cl/normasvancouver/enlinea/paginaweb>
2. González, F. Enfermedades malignas del niño y el adolescente. 8th. ed. Manual Moderno; 2017.
3. Secretaría de Salud. Programa de Acción Específico, Cáncer en la Infancia y la Adolescencia. [Internet] [consultado el 4 de Sep 2019]. Disponible en: [http://www.censia.salud.gob.mx/contenidos/descargas/transparencia/especiales/PAE\\_Cancer.pdf](http://www.censia.salud.gob.mx/contenidos/descargas/transparencia/especiales/PAE_Cancer.pdf)
4. Suzuki D, Kobayashi R, Sano H, Hori D, Kobayashi K. Sarcopenia after induction therapy in childhood acute lymphoblastic leukemia: its clinical significance. *Int J Hematol.* 2018 Apr 1;107(4):486–9.
5. Rayar M, Webber C, Nayiager T, Sala A, Barr R. Sarcopenia in Children with acute lymphoblastic leukemia. *Journal of Pediatric Hematology/Oncology.* 2013; 35(2): 98-102.
6. Cruz-Jentoft A, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. Vol. 48, *Age and Ageing.* Oxford University Press; 2019. p. 16–31.
7. Murphy A, White M, Davis P. Body composition of children with cancer. *Am J Clin Nutr.* 2010; 92:55-60.
8. Murphy A, White M, Elliot S, Lockwood L, Hallahan A, Davies P. Body composition of children with cancer during treatment and in survivorship. *Am J Clin Nutr* 2015; 102:891-6.
9. Helba M, Binkovitz L. Pediatric body composition analysis with dual-energy X-ray absorptiometry. *Pediatr Radiol* 2009; 39:647-656.
10. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics.” *Clin Nutr.* 2010;29(2):154–9.
11. Habicht JP. Estandarización de Métodos Epidemiológicos Cuantitativos Sobre el Terreno. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* [en línea] 1974 mayo [fecha de acceso 14 de octubre de 2019]; 76:375-385. URL disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/10766/v76n5p375.pdf?sequence=1>



12. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International Standards for Anthropometric Assessment. Australia: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2001. [fecha de acceso 08 de octubre de 2019]. URL disponible en: <http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf>.
13. Centros para el Control y Prevención de enfermedades. Sitio web mundial: acerca del índice de masa corporal en niños y adolescentes. 2020. [fecha de acceso 21 de febrero 2020]. URL disponible en: [https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/childrens\\_bmi/acerca\\_indice\\_masa\\_corporal\\_ninos\\_adolescentes.html](https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/childrens_bmi/acerca_indice_masa_corporal_ninos_adolescentes.html)
14. Kelly T, Wilson K, Heymsfield S. Dual Energy X-ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. PLoS ONE 4(9): e7038. Doi:10.1371/journal.pone.0007038.
15. Mccarthy, et al. Interpretación de los resultado del porcentaje de grasa corporal. International Journal of Obesity. 2006; 30(72). URL disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/110-2014-10-28-tablas%20masa%20corporal.pdf>
16. Weber D, Moore R, Leonard M, Zemel B. Fat and lean BMI reference curves in children and adolescents and their utility in identifying excess adiposity compared with BMI and percentage body fat. Am J Clin Nutr 2013;98:49-56.
17. Peralta G, Fuertes E, granell R, Mahmoud O, Roda C, Serra I, et al. Childhood body composition trajectories ans adolescent lung function. Am J Respir Crit Care Med 2019;200:75-83.
18. Minitab 19. Software análisis estadístico [fecha de acceso 27 de octubre de 2019]. URL disponible en: <https://www.minitab.com/es-mx/>
19. Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Diario Oficial de la Federación 2 de abril de 2014. URL disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/comp/rlgsmis.html>
20. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios Éticos para las Investigaciones Médicas en Seres Humanos [sede web]. Finlandia: Asociación Médica Mundial; junio 1967 [actualizada 21 marzo 2017; citado 27 octubre 2019]. URL disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
21. Orgel E, Mueske N, Sposto R, Gilsanz V, Freyer D, Mittelman S. Limitations of body mass index to assess body composition due to sarcopenic obesity during leukemia therapy. Leuk Lymphma. 2018; 59(1):138-145. Doi: 10.3109/10428194.2015.1136741.

22. Jansen H, Postma A, Stolk RP, Kamps WA. Acute lymphoblastic leukemia and obesity: increased energy intake or decreased physical activity? *Support Care Cancer* 2009;17:103–6.
23. Hiroto I et al. Bone mineral density in children with acute lymphoblastic leukemia. *Cancer*. 2018 March 01; 124(5):1025-1035. doi:10.1002/cncr.1184.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

#### **FORMA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Título del estudio: Evaluación de la composición corporal en pacientes oncopediátricos por medio de DXA

Número de protocolo: CEI-52-17

Lugar: Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Dirección: Blvd. Milenio No 130, San Carlos la Roncha, León Guanajuato, C.P. 37660.

Investigador: LNCA Evelia Apolinar Jiménez, MIC

Teléfono del investigador: 477 392 3693

#### **Introducción.**

Durante los procedimientos de atención a los niños, niñas y adolescentes que padecen algún tipo de cáncer, se hacen evaluaciones para conocer el estado de nutrición. Hay métodos de análisis corporal que sirven para identificar cuáles niños tienen más riesgo de desnutrición. Este documento es para invitar a su hijo o hija a participar en un trabajo de investigación, para saber si por medio de un estudio llamado DXA, su hijo o hija tiene riesgo de presentar alteraciones en su composición corporal.

En este documento queremos explicarle de qué se trata el estudio para que usted tome una decisión informada sobre si quiere que su hijo o hija participe en este estudio. Es muy importante que lea cuidadosamente antes de tomar una decisión y si usted desea, puede comentarlo con quien lo considere necesario, como su doctor, un amigo o un familiar de confianza. Si usted tiene preguntas puede hacerlas directamente con el personal del estudio o también con su médico tratante, quienes le ayudarán a resolver cualquier duda.

Después de leer y de que todas las preguntas que tenga hayan sido contestadas, se le pedirá que firme este documento para que su hijo o hija pueda participar.

La decisión de participar es completamente voluntaria y es libre de elegir si quiere que su hijo o hija participen en el estudio. Además, si ustedes o su hijo deciden que ya no quieren seguir participando, puede retirarse en cualquier momento, sin tener que explicar las razones. Si decide que ya no quiere participar en el estudio, aunque haya firmado, no cambiará la atención médica que su hijo o hija recibe en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío (el HRAEB). Puede platicar con su médico sobre los cuidados que su hijo o hija necesita.

#### **Propósito del estudio.**

Este estudio servirá para conocer si un niño tiene riesgo de sarcopenia por medio de la evaluación de su músculo, producto de su misma condición de salud y el tratamiento que tiene.

#### **¿Qué sucederá durante el estudio de investigación?**

Para obtener los datos que son necesarios en esta investigación se revisarán los expedientes de cada niño o niña que participe, se medirá su peso, su estatura, y un estudio que se hará por una sola ocasión llamado composición corporal mediante un aparato que se llama Densitómetro mediante Absorciometría Dual de Rayos X (DeXA).

El estudio de composición corporal sirve para saber cuánta grasa, músculo y densidad ósea tiene cada niño. Se hace en un equipo que se llama DeXA, en el que cada niño o niña tiene que estar acostado sin moverse durante unos 6 minutos, mientras el equipo registra cómo está distribuida la grasa y el músculo en cada paciente. Este estudio emite rayos X, pero a una intensidad mucho más pequeña que la de los equipos que sirven para hacer una radiografía.

### **¿Participar en esta investigación tiene riesgos para mi hijo(a)?**

Si su hijo o hija participa en esta investigación no tendrá riesgos adicionales a la propia enfermedad y su tratamiento.

### **¿Participar en esta investigación tiene beneficios para mi hijo(a)?**

El hecho de que su hijo o hija participe en esta investigación no cambiará el curso de su enfermedad, y puede o no haber un beneficio directo. Las valoraciones de nutrición se hacen de forma rutinaria durante cada hospitalización. Al participar en este estudio, esas pruebas de su hijo(a) serán utilizadas para saber si se identifica el riesgo de sarcopenia en niños con cáncer. Todos los niños y niñas recibirán información sobre su estado nutricional y recomendaciones para mejorar su alimentación. En caso de que alguna prueba indique que su estado de nutrición no es adecuado, se le darán recomendaciones para mejorarlo.

### **¿Participar en el estudio es voluntario?**

Sí, la participación de su hijo o hija en este estudio de investigación es decisión de sus padres y del paciente mismo. Sus padres pueden decidir que su hijo o hija participe o cambiar de opinión y después retirarse del estudio. No habrá ninguna repercusión y ni usted ni su hijo o hija perderán ningún beneficio que reciba ahora o que tenga necesidad de recibir en el HRAEB.

### **Costo de la participación.**

No habrá ningún costo por participar en este estudio.

### **¿Me pagarán porque mi hijo(a) participe en este estudio?**

No recibirá ningún pago porque su hijo o hija participe en este estudio.

### **Si participo en este estudio de investigación, ¿Cómo se protegerá la privacidad de mi hija o hijo?**

Todos los datos de su hijo o hija recabados serán sólo conocidos por sus médicos tratantes, por el personal de salud que lo atiende y por los investigadores del estudio. Todos los registros que identifican a cada participante se mantendrán de forma estrictamente confidencial en todo momento, sin embargo, tendrán que estar disponibles para los miembros del Comité de Ética en Investigación del HRAEB y las Autoridades Médicas Regulatorias. Cuando se publiquen en revistas científicas no se dará a conocer el nombre de ningún paciente, tampoco cualquier dato que pueda identificarlo.

Al firmar la forma de consentimiento, usted otorga este acceso para el estudio actual y cualquier investigación posterior que pueda llevarse a cabo utilizando esta información. Sin embargo, los investigadores del estudio tomarán las medidas necesarias para proteger la información personal de su hijo o hija, y no incluirá su nombre en ningún formato, publicaciones o divulgación. Si se retira del estudio, no obtendremos más información personal acerca de su hijo o hija, pero se podría requerir seguir utilizando la información ya recopilada.

**SUS DERECHOS NO SON AFECTADOS BAJO NINGUNA LEY DE PROTECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

### **¿A quién podré contactar si tengo preguntas o acerca de mis derechos?**

Antes de que usted firme este documento, deberá preguntar acerca de cualquier duda o tema que no haya entendido. El equipo del estudio responderá sus preguntas antes, durante y después del estudio. Si usted piensa que su pregunta no ha sido contestada completamente o si no entiende la respuesta, por favor continúe preguntando hasta que esté satisfecho.

Si tiene alguna preocupación o queja acerca de este estudio o sobre cómo se está realizando, por favor no dude en preguntarle a Paola Flores Troncoso quien estará disponible para contestar

sus preguntas sobre este estudio, en el teléfono 473 1171234, o bien, con la LNCA Evelia Apolinar Jiménez en el teléfono 477 3923693.

Firme este formato hasta que usted haya tenido la oportunidad de hacer preguntas y de que haya obtenido respuestas satisfactorias a todas éstas.

Este Consentimiento ha sido revisado por las Comisiones de Investigación y Ética en Investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Marcar con una X si se cumplió con lo que se menciona.

\_\_\_\_\_ He sido informado acerca del estudio y tuve mi primer diálogo con el personal de la investigación el (Fecha) \_\_\_\_\_ la hora (si es necesario) \_\_\_\_\_ (la hora es necesaria solamente si la información y el consentimiento fueron entregados el mismo día.)

\_\_\_\_\_ He leído y entendido la información en este documento de consentimiento informado.

\_\_\_\_\_ He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas fueron contestadas a satisfacción.

\_\_\_\_\_ Consiento voluntariamente participar en este estudio. No renuncio a ninguno de mis derechos legales al firmar este documento de consentimiento.

Entiendo que recibiré un duplicado firmado y fechado de este documento.

Papá del participante:

Nombre \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ apellidos: \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ huella \_\_\_\_\_ dactilar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Mamá del participante:

Nombre \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ apellidos: \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ huella \_\_\_\_\_ dactilar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Representante o tutor legal (sólo si aplica):

Nombre \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ apellidos: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Primer testigo:

Nombre \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ apellidos: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relación \_\_\_\_\_ con \_\_\_\_\_ el \_\_\_\_\_ participante: \_\_\_\_\_

Domicilio:

---

Segundo testigo:

Nombre \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ apellidos:

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relación \_\_\_\_\_ con \_\_\_\_\_ el \_\_\_\_\_ participante:

Domicilio:

---

Investigador del estudio y/o responsable de llevar a cabo el proceso de consentimiento informado:

He explicado al (la) participante este estudio de investigación. He respondido a todas las preguntas del participante,

Nombre \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ apellidos:

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Matrícula \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ cédula \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ sello:

---

## ANEXO 2. CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO

### CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Título: Evaluación de la composición corporal en pacientes oncopediátricos por medio de DXA

Número de protocolo: CEI-52-17

Lugar: Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Investigador: LNCA Evelia Apolinar Jiménez.

Con esta carta queremos invitarte a participar en un estudio que va a servir para si los niños y niñas que padecen cáncer tienen riesgo de presentar alteraciones en su composición corporal. Tu participación en el estudio consistiría en que cuando vengas al hospital te van a pesar y medir la estatura. Después se te hará un estudio de composición corporal en un aparato que se llama Densitómetro por DEXA.

En este aparato lo único que necesitas hacer, es permanecer acostado sin moverte durante unos 6 minutos.

Tu participación en el estudio es sólo si tú quieres hacerlo, o sea, aún cuando tu papá y mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio. También es importante que sepas que una vez iniciado si decides que no quieres continuar o no quieres responder alguna pregunta, no habrá ningún problema.

Toda la información que nos digas, también las mediciones que realicemos nos ayudarán a saber si tus músculos se han debilitado por el tratamiento médico y por la misma enfermedad. Esta información será confidencial, esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas, ni los resultados de las mediciones que te hagamos. Los resultados sólo los podrán conocer las personas que son del equipo de esta investigación y los doctores que te atienden en el hospital. Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una (X) en la línea de abajo que dice "Sí quiero participar" y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna (X), ni escribas tu nombre.

\_\_\_\_\_ Sí quiero participar

Nombre: \_\_\_\_\_

Nombre y firma de la persona que obtiene el consentimiento:

\_\_\_\_\_

Fecha: a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO 3. FICHA DE IDENTIFICACIÓN**

Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre del paciente: \_\_\_\_\_  
Número de expediente: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico: \_\_\_\_\_  
Estadio Tanner: \_\_\_\_\_

**DATOS ANTROPOMÉTRICOS**

Peso: \_\_\_\_\_  
Talla: \_\_\_\_\_

**ANÁLISIS DXA**

ALM (apendicular lean mass): \_\_\_\_\_  
Porcentaje de masa grasa: \_\_\_\_\_  
Masa muscular: \_\_\_\_\_  
Densidad mineral ósea: \_\_\_\_\_



## ANEXO 4. Interpretación de los resultados del porcentaje de grasa corporal

### *Interpretación de los resultados del porcentaje de grasa corporal*

La tabla que se ofrece a continuación está basada en las investigaciones de H. D. McCarthy y col., en International Journal of Obesity, Vol. 30, 2006, y de Gallagher y col., American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 72, Sept. 2000, junto con una clasificación en cuatro niveles por parte de Omron Healthcare.

Sexo	Edad	- (Bajo)	0 (Normal)	+ (Alto)	++ (Muy alto)
Mujer	6	< 13,8%	13,8 - 24,9%	25,0 - 27,0%	≥ 27,1%
	7	< 14,4%	14,4 - 27,0%	27,1 - 29,6%	≥ 29,7%
	8	< 15,1%	15,1 - 29,1%	29,2 - 31,9%	≥ 32,0%
	9	< 15,8%	15,8 - 30,8%	30,9 - 33,8%	≥ 33,9%
	10	< 16,1%	16,1 - 32,2%	32,3 - 35,2%	≥ 35,3%
	11	< 16,3%	16,3 - 33,1%	33,2 - 36,0%	≥ 36,1%
	12	< 16,4%	16,4 - 33,5%	33,6 - 36,3%	≥ 36,4%
	13	< 16,4%	16,4 - 33,8%	33,9 - 36,5%	≥ 36,6%
	14	< 16,3%	16,3 - 34,0%	34,1 - 36,7%	≥ 36,8%
	15	< 16,1%	16,1 - 34,2%	34,3 - 36,9%	≥ 37,0%
	16	< 15,8%	15,8 - 34,5%	34,6 - 37,1%	≥ 37,2%
	17	< 15,4%	15,4 - 34,7%	34,8 - 37,3%	≥ 37,4%
	18 - 39	< 21,0%	21,0 - 32,9%	33,0 - 38,9%	≥ 39,0%
	40 - 59	< 23,0%	23,0 - 33,9%	34,0 - 39,9%	≥ 40,0%
60 - 80	< 24,0%	24,0 - 35,9%	36,0 - 41,9%	≥ 42,0%	
Hombre	6	< 11,8%	11,8 - 21,7%	21,8 - 23,7%	≥ 23,8%
	7	< 12,1%	12,1 - 23,2%	23,3 - 25,5%	≥ 25,6%
	8	< 12,4%	12,4 - 24,8%	24,9 - 27,7%	≥ 27,8%
	9	< 12,6%	12,6 - 26,5%	26,6 - 30,0%	≥ 30,1%
	10	< 12,8%	12,8 - 27,9%	28,0 - 31,8%	≥ 31,9%
	11	< 12,6%	12,6 - 28,5%	28,6 - 32,6%	≥ 32,7%
	12	< 12,3%	12,3 - 28,2%	28,3 - 32,4%	≥ 32,5%
	13	< 11,6%	11,6 - 27,5%	27,6 - 31,3%	≥ 31,4%
	14	< 11,1%	11,1 - 26,4%	26,5 - 30,0%	≥ 30,1%
	15	< 10,8%	10,8 - 25,4%	25,5 - 28,7%	≥ 28,8%
	16	< 10,4%	10,4 - 24,7%	24,8 - 27,7%	≥ 27,8%
	17	< 10,1%	10,1 - 24,2%	24,3 - 26,8%	≥ 26,9%
	18 - 39	< 8,0%	8,0 - 19,9%	20,0 - 24,9%	≥ 25,0%
	40 - 59	< 11,0%	11,0 - 21,9%	22,0 - 27,9%	≥ 28,0%
60 - 80	< 13,0%	13,0 - 24,9%	25,0 - 29,9%	≥ 30,0%	