

## PET/CT: Técnica, consideraciones e indicaciones en el estudio oncológico de pacientes pediátricos

### PET/CT: Technique, considerations and indications in the oncology study of pediatric patients

Andrés Retamal C.<sup>a</sup>, Giancarlo Schiappacasse F.<sup>b</sup>, Lizbet Pérez M.<sup>b</sup>, Pablo Alvayay Q.<sup>c</sup>, Isabel Schild W.<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Médico Radiólogo, Clínica Alemana de Valdivia, Chile.

<sup>b</sup>Médico Radiólogo, Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

<sup>c</sup>Médico Residente Postgrado Programa de Especialidad en Radiología, Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile

<sup>d</sup>Interna de Medicina, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile

Recibido el 29 de mayo de 2017; aceptado el 4 de julio de 2017

#### Resumen

El cáncer en la población pediátrica representa la segunda causa de muerte en niños mayores de 5 años en nuestro país, después del trauma. La tomografía por emisión de positrones/tomografía computada (PET/CT) es una técnica híbrida que involucra radiación y que progresivamente se está implementando en niños. Esta técnica permite hacer evaluaciones morfológicas y funcionales del cuerpo con aplicaciones en patología neoplásica y no neoplásica. Su principal rol en la oncología se encuentra en la evaluación y control de linfomas, sarcomas y neuroblastomas, entre otros. La calidad de los resultados depende de la realización de procesos rigurosos para obtener las imágenes. En este artículo se revisan los pasos para la obtención de las imágenes, los aspectos técnicos involucrados, las fuentes de mala interpretación y las principales indicaciones que debe conocer el médico radiólogo y pediatra.

#### Abstract

Pediatric cancer is the second cause of death in children older than 5 years in our country, after trauma. Positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) is a hybrid technique that involves radiation, which has been used for some time in adults and is being progressively implemented in children. This technique allows morphological and functional assessments of the body with applications in neoplastic and non-neoplastic pathology. Its main role in oncology is in the evaluation and control of lymphomas, sarcomas and neuroblastomas, among others. The quality of the results is determined by a number of rigorous processes to obtain the images. In this article we describe the steps in obtaining the images, the technicalities involved, sources of misinterpretation and what the main current indications that must be known by radiologists and pediatricians are.

#### Palabras clave:

Tomografía por emisión de positrones; PET, CT, Tomografía computada helicoidal; linfoma; sarcoma; neuroblastoma

#### Keywords:

Positron-Emission Tomography; PET, CT, Helical computed tomography; lymphoma; sarcoma; neuroblastoma

Correspondencia:  
Isabel Schild W.  
ischildw@gmail.com

## Introducción

El cáncer en la población pediátrica chilena es un problema relevante, siendo la segunda causa de muerte en niños mayores de 5 años, después de los accidentes. Esto ha generado el desarrollo de distintos programas nacionales para su enfrentamiento. En 1998 se desarrolló el programa del cáncer infantil (PINDA), generando una red de centros a lo largo de Chile con protocolos de tratamiento comunes. Posteriormente y desde el año 2003 se han implementado unidades de alivio del dolor y cuidados paliativos para los casos más avanzados de la enfermedad.

La incidencia esperada de neoplasias en Chile en menores de 15 años es de 110-150/1.000.000 de niños por año<sup>1</sup>. Los cánceres más frecuentes son las leucemias (40%), tumores del sistema nervioso central (17%), linfomas (13%) y tumores óseos (7%)<sup>2</sup>.

Sin duda, los procesos de diagnóstico y etapificación son fundamentales para un manejo oportuno y buen pronóstico de esta clase de patologías. Es aquí donde la técnicas de imagen juegan un papel fundamental.

La ecografía y la radiología simple son las técnicas de primera línea en el estudio de la patología general del niño; sin embargo, se han desarrollado nuevas tecnologías para el estudio anatómico y funcional que se utilizan en adultos hace un tiempo y que actualmente han encontrado un rol en el estudio de la patología del niño.

La técnica de Tomografía por Emisión de Positrones (*PET*, *Positron Emission Tomography*) fusionada con las imágenes obtenidas de una Tomografía computada (*CT*), denominada *PET/CT*<sup>3</sup>, proporciona información de la actividad metabólica de la persona y de las alteraciones en estudio, proporcionado además una resolución espacial superior a aquellas que convencionalmente se obtienen con la *CT*.

La imagen de *CT* se obtiene al administrar una dosis de fotones de radiación a través de un tubo de rayos X hacia el paciente, algunos de estos son absorbidos y los que pasan son leídos por una fila de detectores ubicados en el lado opuesto. El movimiento giratorio que realiza el tubo y los detectores permite la realización de cortes para formar la imagen anatómica mientras avanza la mesa. El *PET* por su parte mide la emisión de radiación desde el organismo después haber inyectado un radiotrazador, representando la actividad metabólica celular.

Durante la última década el uso del *PET/CT* se ha incrementado de forma significativa, sobre todo por sus aplicaciones en oncología, tanto en la detección de cáncer como también en su seguimiento y evaluación de respuesta al tratamiento.

En la obtención de imágenes híbridas, como el *PET/CT*, se ha estado trabajando para disminuir las dosis de radiación y el tiempo de exploración (actualmente de aproximadamente 20 min), así como en mejorar la calidad de la imágenes, hechos que han ayudado a un aumento en la utilización de este método de estudio.

Es importante tener consideraciones especiales en los niños sometidos a este tipo de examen, ya que pueden cometerse errores en la interpretación de los hallazgos por confusión con lesiones benignas o por las zonas de alta actividad metabólica normales en los pacientes pediátricos, que los diferencian del adulto.

El objetivo de este artículo es dar a conocer los aspectos técnicos del *PET/CT*, consideraciones al momento de la realización e interpretación del estudio y las principales patologías oncológicas pediátricas en las que el *PET/CT* debe considerarse como parte del algoritmo de estudio y seguimiento.

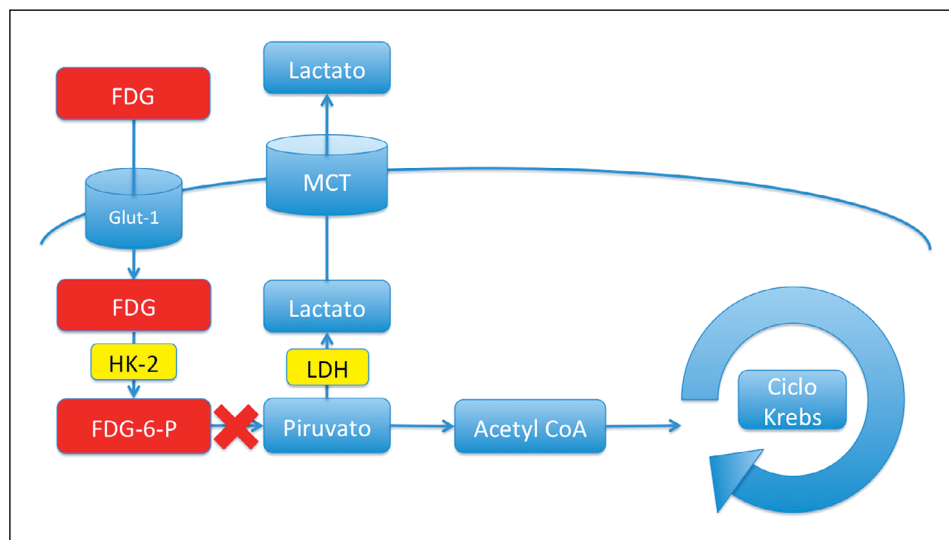
## Aspectos técnicos del *PET/CT*

El *PET/CT* se compone de dos equipos completamente distintos en un solo *gantry*, es decir, se juntan en una misma máquina los equipos de una tomografía axial computarizada y el equipo de emisión de positrones para la obtención y posterior fusión de las imágenes. Esto hace posible contar con información metabólica proveniente del *PET* y anatómica aportada por la *TC* de todo el cuerpo en un solo examen, con obtención de imágenes que se pueden acoplar y fusionar en distintos planos<sup>3,4</sup>.

En el *PET/CT* las dosis mayores de radiación son aportadas por la tomografía computada. Un *PET/CT* representa una dosis de radiación promedio entre 15 a 20 mili-sieverts (mSv) en el adulto, es decir aproximadamente 7 años de radiación natural; sin embargo, en pacientes pediátricos es posible disminuir estos parámetros ajustando la dosis según protocolos específicos para la edad, por peso y talla, llegando en promedio a aportar aproximadamente entre 7 a 10 mSv<sup>5</sup>.

Las imágenes del *PET* se obtienen al administrar un radiotrazador por vía intravenosa al paciente. Este es capaz de acoplarse a las células metabólicamente activas, emitiendo positrones que en última instancia permitirán calcular la actividad metabólica de los distintos segmentos explorados.

Existen distintos radiotrazadores, los más usados son la 18-Fluoro-deoxiglucosa (FDG), la 18-Fluorocolina (principalmente en cáncer de próstata en adultos) y los análogos de la somatostatina marcados con Galio-68<sup>6</sup>. Estos últimos se distribuyen principalmente en aquellos tumores o metástasis que expresen receptores de somatostatina, principalmente tumores neuroendocrinos y neoplasias derivadas de las crestas neurales como el neuroblastoma.



**Figura 1.** Switch glicolítico. La célula introduce la glucosa para su metabolismo a través de canales especializados llamados GLUT, luego esta sigue puede seguir por una vía aerobia por el ciclo de Krebs o anaerobia hacia la generación de lactato. La glucosa marcada con flúor, también ingresa por canales GLUT y puede ser fosforilada por una hexoquinasa a FDG-6-P; sin embargo, no puede ser degradada. De esta forma se acumula en las células que tienen mayor demanda de glucosa, como algunas células neoplásicas.

EL FDG es el trazador más comúnmente usado y corresponde a un análogo de la glucosa marcado con un radio-isotopo. En la glucólisis normal del organismo la glucosa es incorporada dentro de la célula por transportadores de membrana (GLUT 1) siendo dentro de ella fosforilada por una hexoquinasa, pudiendo seguir el ciclo del lactato o de la acetilcolina para la obtención de energía por parte de la célula<sup>4</sup>.

La glucosa marcada con flúor (FDG) se introduce en la célula por transporte activo acorde a la demanda de azúcar (figura 1). Una vez dentro también es fosforilada, pero su degradación es bloqueada y se acumula en el citoplasma, es decir no sigue la vía normal de la degradación de la glucosa<sup>4</sup>. Esto genera la acumulación de FDG en el interior de la célula y nos permite obtener imágenes de su captación entre los 45 a 60 min de inyectado el radiotrazador.

Los tejidos malignos acumulan FDG ya que estos poseen mayor avidez por glucosa que los tejidos normales debido a su alto metabolismo. Además, en estos últimos hay expresión aumentada de los transportadores de glucosa y una mayor actividad de la hexoquinasa a nivel mitocondrial<sup>7</sup>.

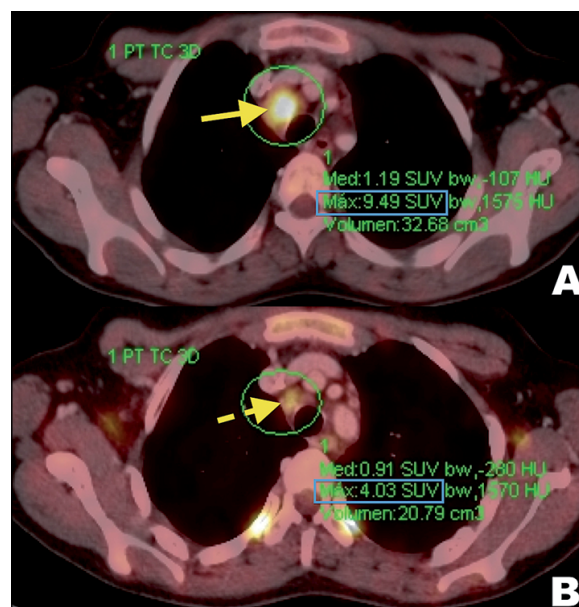
También en los casos de inflamación e infección habrá más requerimiento de glucosa por la célula ya que aumenta la afinidad y número de transportadores de glucosa y los granulocitos y macrófagos incrementan la utilización de esta.

### Medición de la actividad metabólica

Para mejorar la apreciación sobre una determinada lesión hipermetabólica, existe la evaluación del índice semicuantitativo de captación del trazador, conocido como SUV (*Standard Uptake Value*), que se define

como la cantidad de radiotrazador presente en una lesión según la dosis administrada, pudiéndose comparar este valor entre controles sucesivos, objetivando apreciaciones visuales<sup>3,8</sup> (figura 2).

No existe un valor normal para este índice, pero se sabe que un SUV máximo (máx) mayor de 2,5 orienta con mayor probabilidad a que una lesión sea de origen neoplásico.



**Figura 2.** Paciente de 14 años con linfoma de Hodgkin. **A)** En el primer PET/CT se detectó adenopatías mediastínicas (flecha) con SUV máx (Standard Uptake Value máximo) de 9,5. **B)** A los 3 meses de iniciado el tratamiento, el PET/CT de control muestra menor tamaño de las adenopatías (flecha discontinua) y una disminución del SUV máx a 4. Corroborando la apreciación visual de disminución del metabolismo celular.

## Realización del examen

En cualquier examen de imágenes y en particular en pacientes pediátricos es fundamental explicar el procedimiento al niño y a sus padres. Se realiza una entrevista previa en la cual se les explica cómo se realiza el examen y la duración de éste. Considerando desde que el paciente ingresa al servicio hasta que el examen finaliza, la duración aproximada es de 2 a 4 h dependiendo de la necesidad de anestesia.

Para una interpretación adecuada es importante contar con la historia clínica completa y comparar con exámenes previos si se dispone de ellos.

La preparación comienza el día previo al examen, realizando una dieta sin muchos carbohidratos y evitando actividad física intensa, como deportes o educación física. Se requiere ayunas de entre 4 a 6 h dependiendo de la edad y condiciones del niño. En pacientes con nutrición parenteral, ésta se debe interrumpir al menos 6 h previo a la inyección de FDG. En pacientes que están siendo sometidos a quimioterapia se requiere un lapso mínimo de 6 h entre el fin del ciclo y la administración del radio-trazador.

Para poder realizar el examen se necesita una glicemia no superior a 150 mg/dl, ya que niveles superiores podrían disminuir el rendimiento del examen. En pacientes diabéticos debe estabilizarse la glicemia antes de realizar el estudio. Lo ideal es que el paciente orine previo a la inyección del radiotrazador y antes de adquirir las imágenes.

Se deben retirar las joyas, aros y todos los elementos que pudiesen generar artefactos.

Para la administración del radiotrazador se requiere una vía venosa permeable, calculando la dosis según el peso del paciente (0,12 mCi/kg, total mínimo de 2,5 mCi y máximo de 8 mCi).

Durante y después de la administración intravenosa del FDG es necesario que el paciente esté tranquilo, en un ambiente grato y a temperatura adecuada, permaneciendo en reposo por aproximadamente una hora.

La opción de administrar contraste intravenoso para la TC debe ser tomada en conjunto con el médico tratante de acuerdo a la indicación del examen y lo que desea evaluar.

Es importante destacar en este punto la importancia del reposo; debemos recordar que un aumento de la actividad muscular, por ejemplo al realizar ejercicio o simplemente hablar, demanda por parte del organismo más glucosa y al ser el FDG un análogo de ésta, puede existir un aumento de su captación y ser erróneamente interpretado en el examen o dificultar la visualización de las alteraciones.

En niños que no pueden permanecer en la camilla del PET/CT suficientemente quietos para la adquisi-

ción, será necesario utilizar algún grado de sedación. En la mayoría de los casos la sedación se realizará sólo durante la adquisición (toma de imágenes) del estudio. Algunas indicaciones para el uso anestésico son los pacientes que no puedan tolerar el examen, pacientes con discapacidad intelectual y pacientes claustrofóbicos.

El cateterismo vesical está indicado en situaciones en que la vejiga llena o el pañal contaminado no permitan evaluar adecuadamente una estructura ubicada en la pelvis o el periné y cuando se aplica anestesia general. Entre sus indicaciones se encuentran pacientes con urgencia miccional, evaluación de estructuras adyacentes a la vejiga, paciente sin control de esfínteres, o anestias prolongadas.

La obtención de los imágenes se realiza normalmente desde la base del cráneo hasta la porción proximal de los muslos; también se pueden obtener imágenes de cuerpo completo desde el vértex a los pies en caso de patologías en que puedan metastazarse a cualquier región del cuerpo como en el caso del neuroblastoma, sarcoma, melanoma o linfoma en que se sospeche compromiso óseo.

Posterior al procedimiento y una vez obtenidas las imágenes se mide la radiación emitida por el paciente, el FDG tiene una vida media corta de aproximadamente 110 min. El paciente puede comer y beber inmediatamente finalizado el examen, pero se recomienda aislamiento relativo por 4 h. Por mayor seguridad se sugiere no acercarse a otros niños ni personas embarazadas en el plazo de 20 h. En pacientes sometidos a cirugía, radioterapia o quimioterapia pueden generarse efectos falsos positivos debido a la inflamación, por lo tanto se recomienda en estos casos la obtención de este examen entre 4 a 6 semanas postquimioterapia, entre 8 a 12 semanas en caso de radioterapia y de 1 a 2 meses posterior a una cirugía.

## Indicaciones en patología oncológica pediátrica

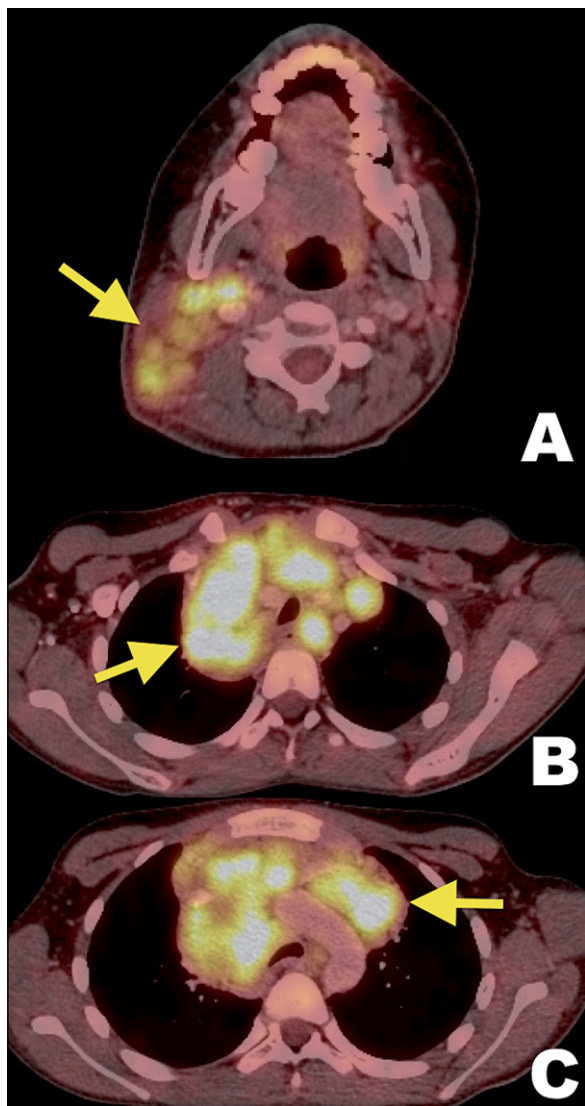
### Linfoma

La mayor experiencia en los estudios de PET/CT en pediatría se ha dado en el estudio de Linfoma de Hodgkin (LH) y no Hodgkin (LNH)<sup>9</sup> (figura 3), principalmente en la etapificación del paciente<sup>10</sup>. Según se ha descrito en algunos estudios, se logra cambiar la etapificación en un 32-40% de los casos.

El PET/CT tiene un rol en la evaluación de respuesta a tratamiento, en la re-etapificación, en la evaluación de masas residuales en la que se quiere medir si aún hay actividad metabólica para diferenciar una lesión activa de una inactiva y para planear incluso la obtención de biopsias o radioterapia<sup>11</sup>. Las guías de la National Comprehensive Cancer Network (NCCN) en adultos no recomiendan el uso de PET/CT para ciertos linfo-

mas no Hodgkin no ávidos de FDG<sup>12</sup>; sin embargo, en niños no hay literatura al respecto y las guías del Reino Unido recomiendan ampliamente su uso<sup>13</sup>.

En cuanto a los tipos de linfoma validados en adultos, se encuentran: linfoma de Hodgkin, linfoma no Hodgkin de células T anaplásico, linfoma no Hodgkin difuso de células grandes y folicular de alto grado; en estos se encuentra recomendado el uso de PET/CT para el estadiaje inicial, para evaluar masas residuales y como fin de tratamiento<sup>14</sup>. Sin embargo, para aquellos metabólicamente menos captantes de glucosa, como los linfomas de tejido linfático asociado con la mucosa (linfoma MALT) y leucemia linfocítica crónica (LLC) su uso aun no ha sido validado completamente, situación similar y extrapolable a la población infantil<sup>12</sup>.



**Figura 3.** Paciente de 12 años. Se realiza estudio para etapificación de linfoma de Hodgkin. Existen múltiples adenopatías hipermetabólicas (flechas) en cuello (A), mediastino superior (B) y mediastino inferior (C).

### Osteosarcoma y sarcoma de partes blandas

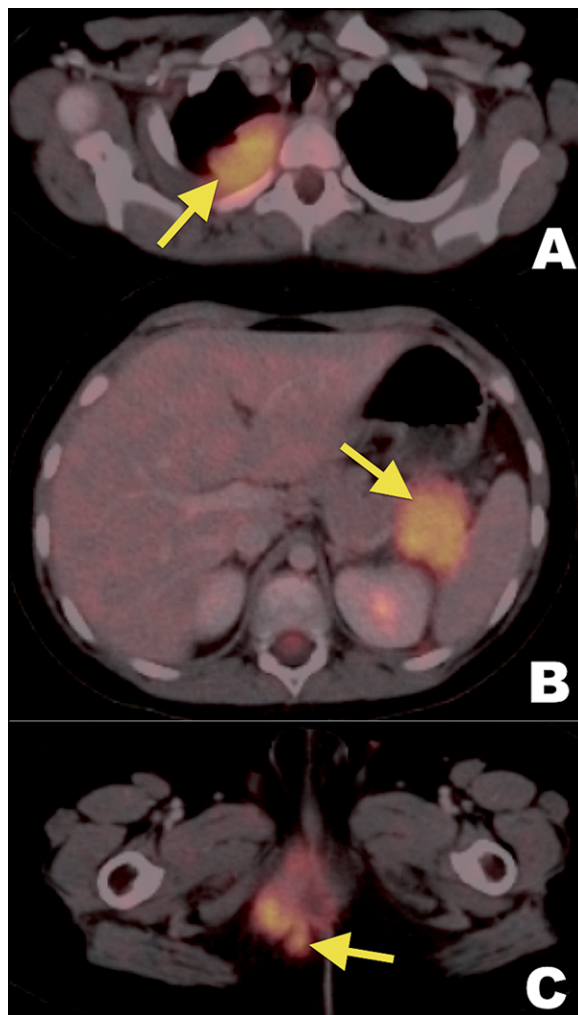
En el osteosarcoma, sarcoma de Ewing y rabdomiosarcoma (figura 4) el PET/CT juega un rol en el proceso de etapificación, evaluación de la respuesta a tratamiento (especialmente en quimioterapia) y en la re-etapificación<sup>15,16</sup>.

También puede ser de utilidad en la detección de metástasis óseas y pulmonares, recomendándose como estudio complementario, ya que la mejor evaluación de la lesión primaria se logra con resonancia magnética.

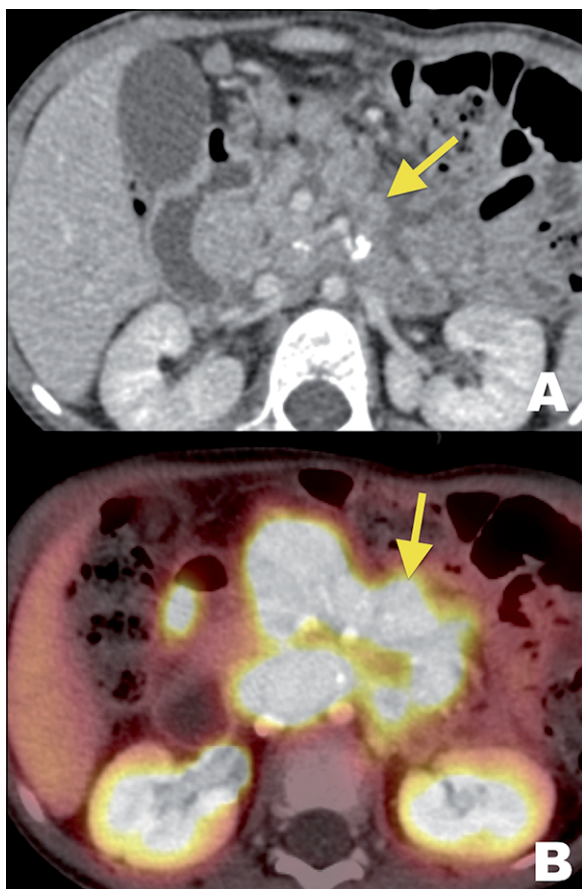
La medición del SUV máx. pre y post tratamiento es predictor de aquellos tumores quimio-sensibles.

### Neuroblastoma

Otra indicación es en los pacientes con neuroblastoma (figura 5), especialmente aquellos con cintigrafía con MIBG (yodo-131-metayodobenzilguanidina)



**Figura 4.** Paciente de 10 años con diagnóstico de rabdomiosarcoma alveolar perineal tratado cirugía, quimioterapia y radioterapia. Se realiza PET/CT para re-etapificación, que muestra masas residuales hipermetabólicas (flechas) en vértice pulmonar derecho (A), hilio esplénico (B) y en región perianal a derecha (C).

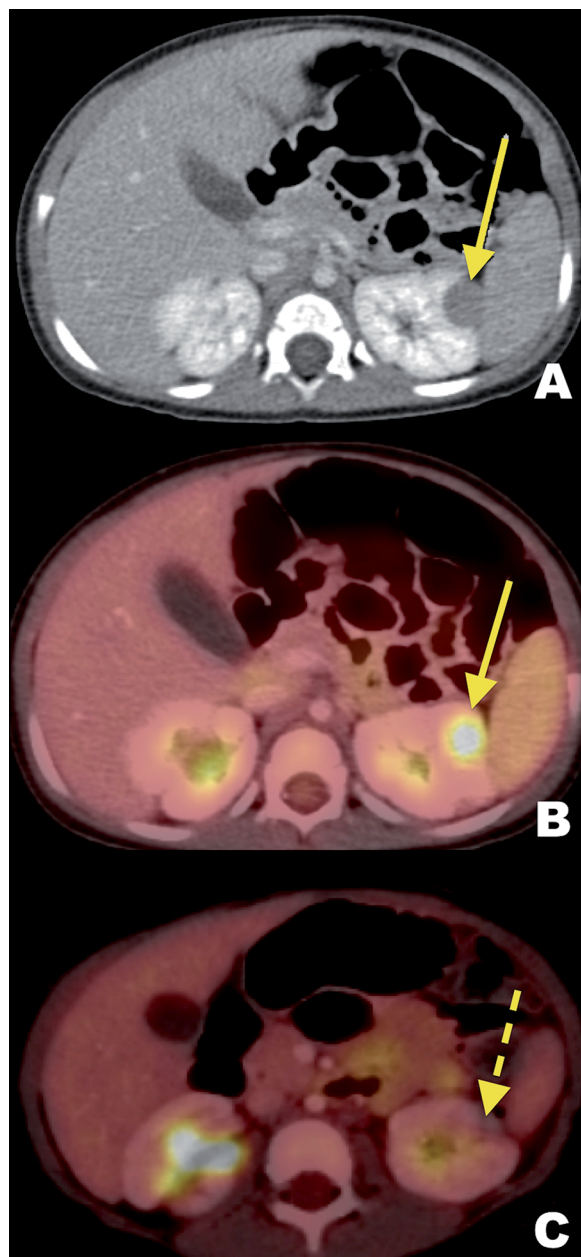


**Figura 5.** Paciente de 3 años. Neuroblastoma abdominal tratado inicialmente con cirugía y quimioterapia. La recidiva se trató con radioterapia. Se controla con PET/CT, mostrando múltiples lesiones intra-abdominales en CT (A) que muestran gran metabolismo (B). Nótese la distribución fisiológica del trazador a nivel intestinal y renal bilateral, que no hay que confundir con patología.

negativa<sup>17</sup>. El FDG tiene avidéz por el tumor primario y sus metástasis, pero puede variar luego del tratamiento. Sería de mayor utilidad en los estadios I y II, mientras que la cintigrafía con MIBG sería de mayor utilidad en estadios más avanzados de la enfermedad. Existen estudios que están evaluando el uso de trazadores especiales para este tipo de pacientes.

#### Otras indicaciones oncológicas y no oncológicas menos comunes

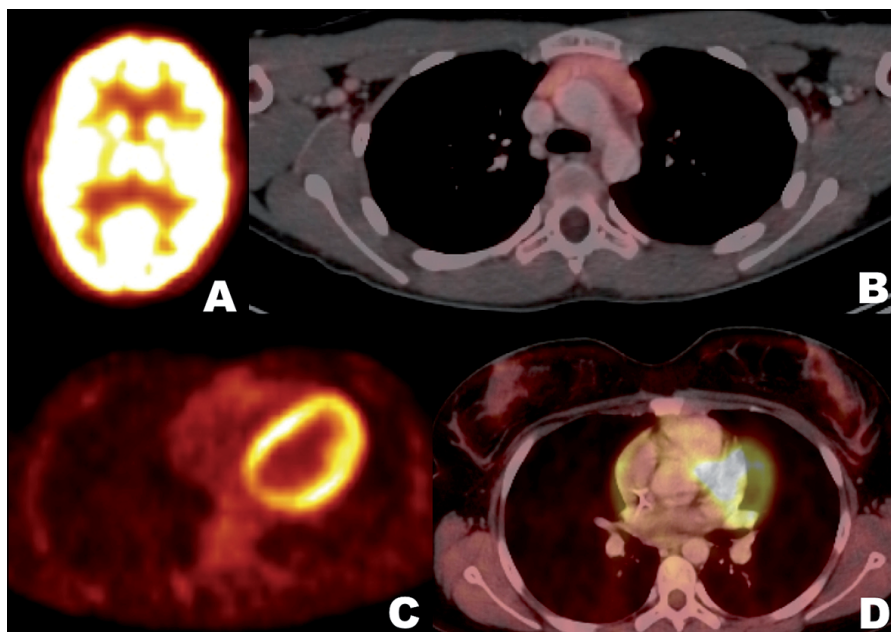
Existen otras indicaciones menos frecuentes (figura 6) como hepatoblastoma, síndromes linfoproliferativos post trasplante, tumor de células germinales, metástasis de primario desconocido, síndrome febril sin foco, neurofibromatosis tipo I, granuloma eosinófilo y tumor de Wilms<sup>7</sup>. En este último, el PET/CT nos sirve para confirmar la enfermedad metastásica, evaluar el sitio de biopsia y la planificación quirúrgica, aunque el estudio puede verse limitado por la excreción urinaria del radiotrazador y por falsos positivos en presencia de infección o inflamación.



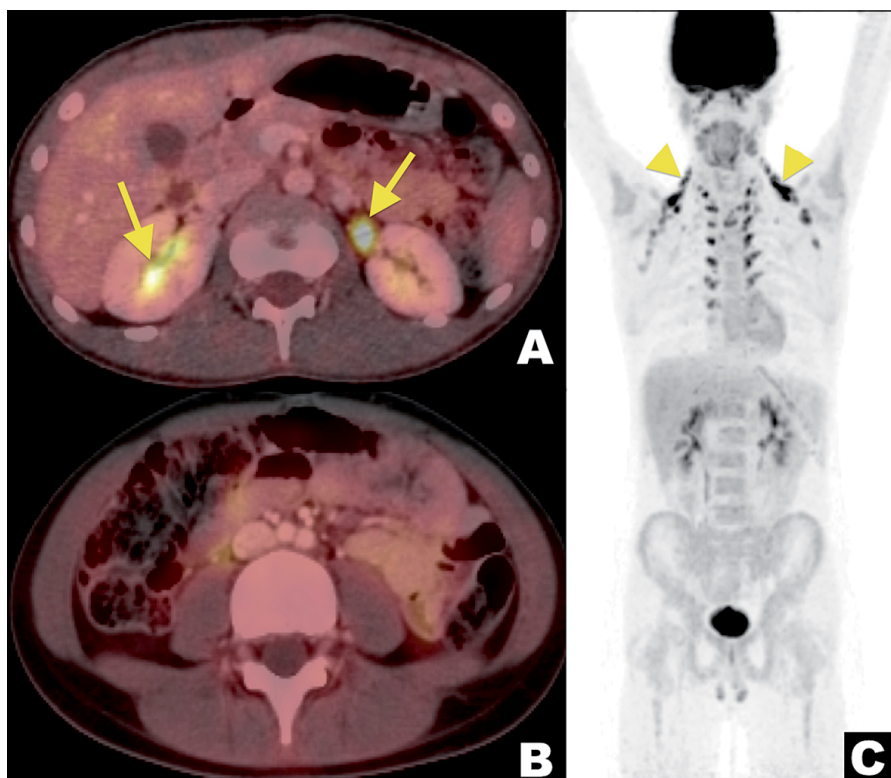
**Figura 6.** Paciente de 20 meses portadora de nefroblastomatosis. En el riñón izquierdo se observa una lesión redondeada (flecha) de baja densidad que simula un quiste en la TC (A), pero que posee alto metabolismo de la glucosa en el PET (B), confirmando una lesión neoplásica. Se realiza control a los 7 meses (C) después del tratamiento, evidenciándose la presencia de una lesión irregular asociada a retracción del parénquima renal hipometabólica (flecha discontinua) compatible con una cicatriz.

#### Pitfalls y limitaciones del PET/CT en oncología pediátrica

Es importante reconocer como se distribuye normalmente el trazador en el organismo a fin de evitar errores en la interpretación de las imágenes al confundirlas con patología<sup>7</sup> (figuras 7 y 8).



**Figura 7.** Captaciones fisiológicas del trazador. El cerebro (A) debido a su alto metabolismo basado en glucosa, muestra una alta captación del FDG, disminuyendo la posibilidad de detectar una lesión a ese nivel. El timo (B) muestra una captación homogénea del trazador en niños, que disminuye en la adolescencia. El corazón (C) muestra mayor captación del trazador sobre todo en el ventrículo izquierdo, debido a su mayor metabolismo. La mama (D) en adolescentes puede captar el trazador levemente dependiendo de la fase del ciclo ovulatorio.



**Figura 8.** Captaciones fisiológicas del trazador. El FDG no es reabsorbido por los túbulos renales, por lo tanto es posible observar el trazador en el sistema excretor tempranamente (flechas en A). El tracto gastrointestinal muestra una captación variable (B), que depende de la actividad de la musculatura intestinal, de la mucosa y de la flora intestinal. La grasa parda (C) distribuida en el cuello, axilas, mediastino, región paravertebral y perineférica puede aumentar la captación de glucosa (cabezas de flecha) en condiciones de frío. Suele ser bilateral y simétrica.

### Cabeza y cuello

El cerebro presenta una captación aumentada en forma normal sobre todo en la corteza y ganglios de la base por su alto metabolismo basal (que es aproximadamente 20% del organismo) y por lo tanto en el caso de lesiones encefálicas el rendimiento del examen se ve disminuido. En el cuello hay moderada captación

de las estructuras linfoides que constituyen el anillo de Waldeyer y de la raíz de la lengua. También pueden captar en forma normal las glándulas submandibulares y sublinguales, estas últimas pueden presentar aumento de la captación en el período post-quimioterapia o radioterapia.

La laringe y las cuerdas vocales pueden aumentar

su captación del radiotrazador al hablar, por esto es importante mantener silencio posteriormente a la inyección del trazador<sup>18</sup>.

### Timo

En el timo hay captación difusa y homogénea, la que es normal en niños sanos y que desaparece paulatinamente a medida que el timo involuciona, por lo que es posible ver captación hasta la adultez temprana. También podemos ver aumento marcado de su captación posterior a la quimioterapia<sup>7,18</sup>.

### Corazón

La actividad cardíaca es mayor en el ventrículo izquierdo, lo que se expresa por un aumento de su captación del radiotrazador. Puede existir aumento de la captación en hipertrofia lipomatosa del septum interatrial<sup>18</sup>.

### Mama

La mama en adolescentes puede captar en forma tenue, dependiendo del período del ciclo ovulatorio en que se adquieran las imágenes<sup>18</sup>.

### Tracto gastrointestinal (TGI)

En el TGI la captación es variable<sup>18</sup>. Existe moderada a importante captación focal, difusa o segmentaria dependiendo de la actividad de la capa muscular intestinal, de la mucosa y de la flora del TGI. El esófago presenta leve captación y puede estar elevada en caso de esofagitis por reflujo gastro-esofágico, esófago de Barrett o hernia hiatal. A nivel gástrico hay una captación intermedia, que puede verse aumentada en caso de infección por *Helicobacter pylori*. En el intestino delgado y colon la captación es variable y segmentaria, siendo mayor en el ciego, probablemente por la presencia de linfonodos en la región íleo-cecal. Un aumento de la captación focal puede verse en enfermedad inflamatoria intestinal<sup>19</sup>.

### Tracto genitourinario (TGU)

A diferencia de la glucosa, el FDG no es reabsorbido por los túbulos renales, resultando una actividad aumentada en todo el TGU<sup>17</sup>. En los testículos la captación es difusa y homogénea, simétrica y su intensidad decrece con la edad. El endometrio presenta una variabilidad cíclica con mayor captación en la menstruación. Los ovarios pueden simular adenopatías y su captación puede estar aumentada en procesos inflamatorios, durante la ovulación o en presencia de cuerpo lúteo.

### Grasa parda

Es importante saber que la grasa parda distribuida en cuello, región supraclavicular, axilas, mediastino,

paravertebral y perirrenal pueden presentar aumento de la captación principalmente cuando existan condiciones que produzcan su activación (exposición a temperaturas más bajas), que se presenta en forma habitual como una captación bilateral y simétrica del trazador<sup>7</sup>. Es importante disminuirla a través de una adecuada calefacción y mantención de la temperatura del paciente durante el examen.

### Sistema musculoesquelético

El aumento de la captación de los músculos es mayor cuando hay mayor actividad (causa más frecuente), incluso en días previos o al mascar chicle o utilizar un chupete, ya que aumenta la actividad de los músculos maseteros. El llanto produce el aumento de la captación del diafragma y músculos intercostales. También podemos observar aumento de la captación de los músculos respiratorios con la hiperventilación, de los músculos cervicales con la tensión y de los músculos laríngeos con la fonación<sup>8,18</sup>.

### Conclusión

La técnica del PET/CT permite una evaluación morfológica y funcional en un solo examen, lo que permite controlar, cambiar conductas y establecer pronósticos.

Los mayores beneficios actualmente se ven en pacientes con linfoma y en otros casos particulares en cuales se desea evaluar entre otras cosas respuesta a tratamiento o tejido residual.

La técnica del PET/CT es una herramienta conocida en la medicina de adultos y que progresivamente se está aplicando más en la población pediátrica. Esto implica que el médico especialista se debe instruir sobre los aspectos básicos de su adquisición, indicaciones y que sea capaz de sopesar los riesgos y beneficios que puede tener una técnica que involucra radiación sobre un paciente que está en continuo desarrollo.

### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales:** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos:** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado:** Los autores han obtenido el consentimiento in-

formado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Referencias

1. International Incidence of Childhood Cancer, Vol II. IARC Scientific Publications N° 144. Lyon: IARC 1998.
2. Ministerio de salud. Guía Clínica: linfoma y tumores sólidos en personas menores de 15 años. Santiago: Minsal, 2010.
3. Kapoor V, McCook B, Torok F. An Introduction to PET-CT Imaging. *RadioGraphics*. 2004;24:523-43.
4. Votaw J. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents. *Physics of PET*. *RadioGraphics*. 1995;15:1179-90.
5. Torrente J, Spottswood S, Seekins J, Delbeke D. PET/low-dose CT versus diagnostic CT in the follow-up of pediatric patients with lymphoma. *J Nucl Med Meet Abstr*. 2007;48:118P-a.
6. Fani M, Maecke HR, Okarvi SM. Radiolabeled Peptides: Valuable Tools for the Detection and Treatment of Cancer. *Theranostics*. 2012;2(5):481-501.
7. Samuel AM. PET/CT in pediatric oncology. *Indian J Cancer*. 2010; 47(4):360-70.
8. Mcquattie S. Pediatric PET/CT Imaging: Tips and Techniques. *J Nucl Med Technol*. 2008;36(4):171-9.
9. Sammer MBK, Shulkin BL, Alessio A, Parisi MT. Role of limited whole-body PET/CT in pediatric lymphoma. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196(5):1047-55.
10. Kazama T, Faria S, Varavithya V, Phongkitkarun S, Ito H, Macapinlac H. FDG PET in the evaluation of treatment for lymphoma: clinical usefulness and pitfalls. *RadioGraphics*. 2005;25:191-207.
11. Bhojwani D, McCarville MB, Choi JK, et al. The role of FDG-PET/CT in the evaluation of residual disease in paediatric non-Hodgkin lymphoma. *Br J Haematol*. 2014;6:1-9.
12. Non-Hodgkin's Lymphomas. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Version 3.2016.
13. Guilenes for the use of PET-CT in children, Second Edition. London: The Royal College of Radiologist, 2014.
14. Hodgkin Lymphoma. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Version 3.2016.
15. Bestic J, Peterson J, Bancroft L. Use of FDG PET in Staging, Restaging and Assessment of Therapy Response in Ewing Sarcoma. *RadioGraphics*. 2009;29:1487-501.
16. Quartuccio N, Fox J, Kuk D, Wexler LH, Baldari S, Cistaro A, et al. Pediatric Bone Sarcoma: Diagnostic Performance of (18)F-FDG PET/CT Versus Conventional Imaging for Initial Staging and Follow-Up. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;204(1):153-60.
17. Suh M, Park HJ, Choi HS, So Y, Lee BC, Lee WW. Case Report of PET/CT Imaging of a Patient With Neuroblastoma Using 18F-FPBG. *Pediatrics*. 2014;134(6):e1731-4.
18. Shamma A, Lim R, Charron M. Pediatric FDG PET/CT: Physiologic Uptake, Normal Variants, and Benign Conditions. *RadioGraphics*. 2009;29:1467-86.
19. Malham M, Hess S, Nielsen RG, Husby S, Høilund-carlsen PF. PET/CT in the diagnosis of inflammatory bowel disease in pediatric patients: a review. *Am J Nucl Med Mol Imaging*. 2014;4(3):225-30.