

Utilidad de la tomografía de emisión de positrones en oncología pediátrica

M. JOSEFINA JOFRÉ M.¹, TERESA MASSARDO V.¹, JOSÉ CANESSA G.¹, PAULINA SIERRALTA C.¹, PATRICIO GONZÁLEZ E.¹, PAMELA HUMERES A.¹, ROBERT VALDEBENITO B.²

1. Médico Nuclear. Centro PET de Imágenes Moleculares, Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Militar de Santiago.

2. Tecnólogo Médico. Centro PET de Imágenes Moleculares, Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Militar de Santiago.

ABSTRACT

Utility of positron emission tomography in pediatric oncology

FDG PET is a technique that evaluates glucose cell metabolism. Its main utility is in oncology. PET scan is useful distinguishing benign from malignant neoplasms, selecting the site for biopsy, malignancy staging, response to therapy and distinguishing scar from residual neoplasm in children who complete therapy. Indications for PET in children are lymphoma, central nervous system tumors, soft tissue sarcoma, osteosarcoma, Ewing sarcoma, neuroblastoma and nephroblastoma. Other less common tumors are: plexiform neurofibroma, hepatoblastoma, Wilms tumor and thyroid cancer. There are few reports in children due to less cases reported and low cancer incidence. It is important to consider normal FDG distribution and children variations to optimize interpretation. The main goal of this article is to review FDG PET indications, as well as present our initial casuistry in pediatric population.

(**Key words:** FDG PET, children, tumors).

Rev Chil Pediatr 2007; 78 (3): 301-310

RESUMEN

El PET-FDG es una técnica que evalúa el metabolismo glucídico celular. Su mayor utilidad es en oncología, ya que permite distinguir tumores malignos de benignos, seleccionar los sitios de biopsia, etapificar las neoplasias, determinar la respuesta a tratamiento y distinguir entre cicatriz y enfermedad residual post tratamiento. En niños, las principales indicaciones son linfomas, tumores del sistema nervioso central, sarcomas de tejidos blandos, osteosarcoma y sarcoma de Ewing, neuroblastoma y nefroblastoma. Existen otros tumores menos comunes que también pueden ser evaluados eficazmente con FDG tales como: tumores de la vaina de nervios periféricos, hepatoblastomas, tumor de Wilms y cáncer de tiroides. Hay pocas publicaciones en esta población debido al pequeño número de pacientes estudiados y la baja incidencia de cáncer. Es importante considerar las variaciones en la distribución normal del trazador respecto al adulto para optimizar la interpretación de las imágenes. El objetivo de este artículo es efectuar una revisión de las indicaciones del PET-FDG y presentar nuestra casuística inicial en población pediátrica.

(**Palabras clave:** FDG, tomografía de positrones, tumores, niños).

Rev Chil Pediatr 2007; 78 (3): 301-310

Trabajo recibido el 14 de marzo de 2006, devuelto el 11 de julio de 2006, segunda versión el 13 de julio de 2006, aceptado para publicación el 25 de diciembre de 2006.

Correspondencia a:

Dra. M. Josefina Jofré M.

E-mail: mjojfre@hosmil.cl

Holanda 050, Providencia, Santiago, Chile

Introducción

La tomografía de emisión de positrones (PET) es una técnica de imágenes no invasiva, que utiliza moléculas marcadas con isótopos emisores de positrones. La más utilizada es la F18-fluorodeoxiglucosa (FDG) que permite evaluar el metabolismo celular. Sus principales indicaciones en pediatría son la localización de focos epileptógenos en pacientes con epilepsias parciales con indicación quirúrgica y en patología oncológica.

La utilización del PET-FDG en oncología se basa en el aumento del metabolismo glucídico de las células tumorales. Su ingreso a la célula es a través de los transportadores Glut-1 de membrana y luego la molécula es fosforilada por la hexoquinasa, quedando atrapada en la célula; existe una correlación entre el grado de captación y el grado de malignidad tumoral.

En adultos, el rol del PET-FDG está ampliamente demostrado y sus indicaciones en casi toda la patología oncológica han sido bien documentadas^{1,2}, lo cual es comparable con la experiencia chilena³⁻¹⁰. Sin embargo, existen menos publicaciones en niños, siendo la principal extrapolación del adulto al niño en linfomas y tumores del sistema nervioso central (SNC)¹¹. Se requiere de estudios complementarios para definir el rol exacto del PET en cada una de las patologías oncológicas pediátricas, considerando los avances tanto en tecnología como en la aparición de nuevos radiofármacos, existiendo

algunas publicaciones que han establecido buenos resultados tanto para linfomas como tumores óseos¹².

El objetivo de este trabajo es revisar algunos conceptos básicos sobre la técnica del estudio, sus principales indicaciones en niños, y comunicar nuestra experiencia local en tumores infantiles.

Distribución normal

La distribución normal del FDG en niños puede tener algunas variantes respecto del adulto que es importante considerar al momento de interpretar las imágenes. Los principales sitios de captación fisiológica que se diferencian del adulto son el timo y los cartílagos de crecimiento. Puede existir mayor actividad tímica después de tratamientos con quimioterapia por hiperplasia reactiva, aunque es posible visualizarlo en niños menores sin antecedentes de quimioterapia (figura 1).

Otras localizaciones de captación de FDG variable son los músculos, el corazón, la glándula tiroidea, el tracto gastrointestinal, así como la excreción en pelvis renales, uréteres y vejiga. Puede existir captación en la grasa parda, la que se puede minimizar con premedicación con diazepam oral. Existe igualmente captación difusa de la glucosa marcada en médula ósea y bazo cuando se utilizan factores estimuladores de la hematopoyesis, que pueden persistir hasta 4 semanas después de finalizado el tratamiento^{11,13}.

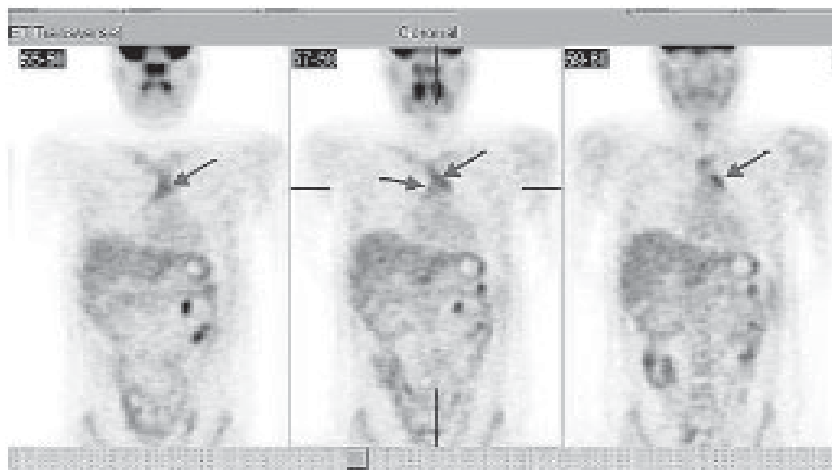


Figura 1. Paciente de 16 años con diagnóstico de Linfoma no Hodgkin tratado. **PET-FDG (cortes coronales)** de control muestra actividad en timo (flechas) en contexto de estudio normal, compatible con adecuada respuesta a tratamiento.

Técnica

La preparación para el estudio consiste sólo en ayuno mínimo de 6 horas y se utiliza sedación anestésica en los casos en que no hay seguridad de la inmovilización adecuada del menor, siendo muy importante explicar el procedimiento a los padres para su cooperación, así como la firma del consentimiento informado.

La inyección del F18-FDG se realiza en forma endovenosa calculando la dosis por kilo de peso con un máximo de 555 MBq (15 mCi) con un rango entre 5-10 MBq/kg, aunque también se han planteado dosis menores (2,5MBq/kg). Sin embargo, no debiera usarse dosis inferiores a 1 mCi en total para asegurar imágenes interpretables¹⁴. Ocasionalmente, se realiza la medición de glicemia previa a la inyección en niños. Las imágenes se adquieren 45 a 60 minutos postinyección del trazador, permaneciendo el menor en reposo con luz tenue. Se adquieren imágenes de cuerpo entero, desde cráneo a región proximal de muslos, incluyendo las extremidades inferiores según el diagnóstico de referencia.

Existen diversos equipos con capacidad de efectuar estudios con emisores de positrones: a) gamma cámaras híbridas que utilizan detección por coincidencia, cuya desventaja es una menor sensibilidad y límite de resolución espacial sobre 1-1,5 cm; b) cámaras PET dedicadas que pueden visualizar lesiones captantes desde 6 mm; c) cámaras PET dedicadas con equipo de tomografía computada (TC) con adquisición inmediatamente diferida, lo que facilita la ubicación anatómica, sin embargo, implican mayor costo y radiación.

La duración del examen bajo cámara depende del equipo y de la longitud del niño y es inferior a una hora en total, siendo menor en equipos PET-TC. El procesamiento digital de las imágenes se realiza con softwares habituales, obteniendo cortes coronales, sagitales, transaxiales e imágenes en 3D. El análisis de las imágenes es visual y semicuantitativo con índice de captación estandarizada de glucosa o SUV.

Indicaciones

En general, el PET-FDG en niños permite

distinguir tumores malignos de benignos, seleccionar los sitios de biopsia, etapificar las neoplasias, determinar la respuesta a tratamiento y distinguir entre cicatriz y enfermedad residual post tratamiento¹⁵. Las principales indicaciones son: linfomas, tumores del SNC, sarcomas de tejidos blandos: especialmente rabdomiosarcoma, tumores óseos: osteosarcoma y sarcoma de Ewing, neuroblastoma y nefroblastoma. Otros tumores menos comunes que pueden ser evaluados con PET-FDG son: tumores de la vaina de nervios periféricos, hepatoblastomas, tumor de Wilms y cáncer de tiroides.

Wegner y cols¹⁶, estudiaron una población de 165 pacientes pediátricos con patología oncológica, de 11 meses a 17 años de edad, en los que realizaron 237 estudios para evaluar el impacto del PET-FDG. Encontraron un cambio en el manejo en un 24% de los casos y demostraron que el PET es útil en el 75% de los casos, ya sea porque reafirmó el plan de manejo, localizó el mejor sitio de biopsia o ayudó a determinar el mejor volumen de radioterapia (RT). Los resultados del PET fueron confirmados en el 75% de los casos por histología, otras imágenes y/o por seguimiento clínico de al menos 12 meses; sólo en 11% de los casos, el resultado del PET fue refutado. Además, encontraron que el valor pronóstico no puede ser determinado fácilmente por la posibilidad de recaídas varios años después de la remisión. Las principales causas de falsos positivos fueron la captación en grasa parda y el timo, especialmente en pacientes con linfomas.

Neuro-oncología

Los tumores del SNC representan el 20% de los cánceres pediátricos y la mayoría corresponde a tejido neuroepitelial, su clasificación histológica se realiza según el tipo celular y el grado de malignidad. Tanto la resonancia magnética (RM) como la TC son útiles en la etapificación y seguimiento, sin embargo, su mayor limitación es diferenciar el tejido viable recurrente o residual de los cambios post tratamiento.

El PET-FDG permite localizar el mejor sitio para biopsia en tumores heterogéneos o necróticos, determinar el grado de malignidad, evaluar la respuesta a tratamiento y determinar

la presencia de recurrencia *versus* radionecrosis (figura 2). La mayor utilidad del PET-FDG es en tumores de alto grado de malignidad, sin embargo, puede existir desarrollo de hipermetabolismo en tumores de bajo grado que indica transformación a alto grado¹¹.

La fusión del PET con RM o CT es útil en tumores cerebrales ya tratados con cirugía y/o RT. Existen otros radioisótopos, como el Carbono11-metionina (C11-MET), que podría ser utilizado como complemento del estudio con F18-FDG en la evaluación de tumores cerebrales, debido a que su captación en tejido cerebral normal es mínima, pero este trazador aún no está disponible en nuestro país¹⁶.

Linfomas

Los linfomas representan el 10-15% de los cánceres pediátricos y corresponden al 2-3% de todos los cánceres. En niños, la enfermedad de Hodgkin corresponde al 40% de los casos y se presenta especialmente en la adolescencia, mientras que el linfoma no Hodgkin es más frecuente entre los 5 a 9 años.

El PET-FDG ha demostrado gran utilidad en adultos en etapificación, reetapificación, control tratamiento y en el diagnóstico diferencial de masa residual en todo tipo de linfoma. En niños, el pronóstico es mejor que en adultos y el PET-FDG aparece más específico que las imágenes convencionales con mayores valores pre-

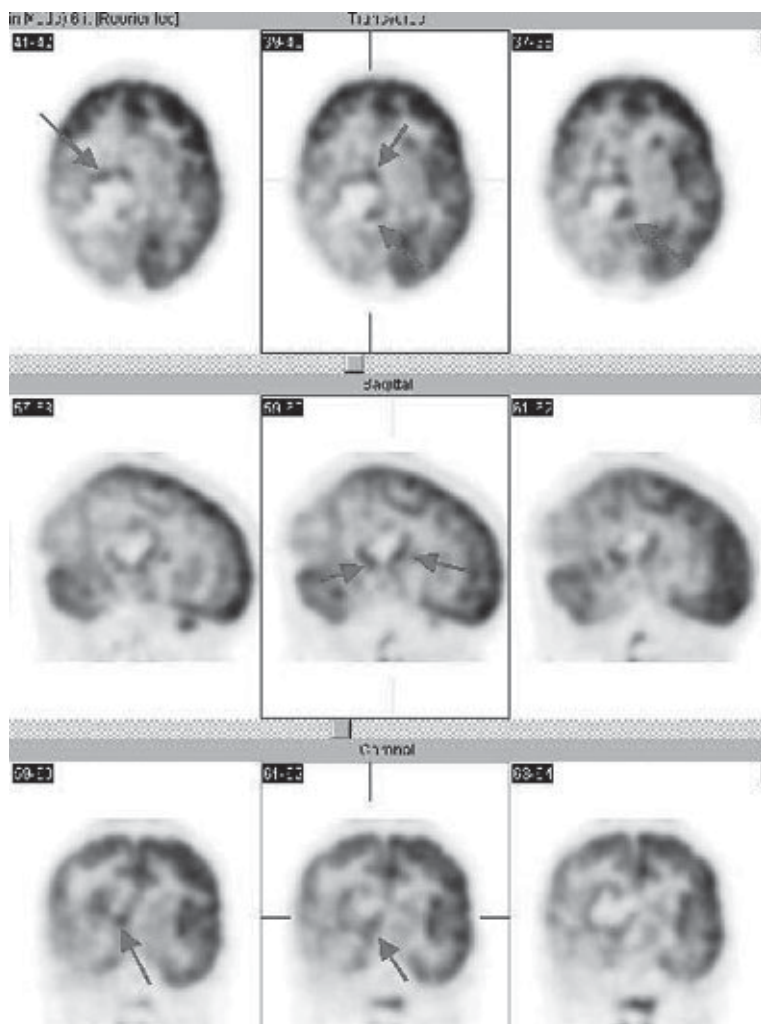


Figura 2. Paciente de 4 años con Glioblastoma multiforme tratado con cirugía, radioterapia y quimioterapia. La RM de cerebro demuestra cambios inespecíficos postquirúrgicos y postradioterapia. Se realiza PET de cerebro para evaluar presencia de recidiva *versus* radionecrosis. **PET-FDG (cortes transaxiales, sagitales y coronales):** áreas de hipermetabolismo perilesionales compatibles con recidiva tumoral (flechas); el centro hipocaptante sugiere necrosis central del tumor.

dictivos (positivo y negativo) al final del tratamiento. Sus principales indicaciones en linfoma pediátrico son: etapificación, identificación de áreas de intensa captación en médula ósea para dirigir biopsia o incluso eliminar necesidad de biopsia para etapificación, evaluar masas residuales en TC después de tratamiento, evaluar respuesta a tratamiento y planificar campos de radioterapia (RT)¹¹ (figura 3). Los falsos positivos pueden ser consecuencia de actividad en el timo, en el anillo de Waldeyer y a nivel de los cartílagos de crecimiento.

Depas y cols, evaluaron 28 niños con linfoma (17 Hodgkin y 11 no Hodgkin) realizando 113 estudios PET-FDG al inicio, durante y al final del tratamiento, además de un seguimiento a largo plazo, y demostraron un cambio de etapa en 10,5%, con gran implicancia en pronóstico y tratamiento. La buena respuesta y pronóstico

explican la baja tasa de recaída¹⁷. Wegner y cols estudiaron 60 pacientes con linfoma (46 Hodgkin y 14 no Hodgkin) y encontraron un cambio en el manejo de 32% de los casos, consistente más frecuentemente en cambio de tratamiento activo a no hacer tratamiento, disminuyendo el riesgo de complicaciones a corto y largo plazo. Es importante destacar que en pacientes con PET negativo, sin PET de etapificación previo, se debe tener precaución en la interpretación del resultado por la presencia de eventual enfermedad microscópica. La fusión con imágenes de TC o RM tiene su mayor utilidad en pacientes con masas residuales después del tratamiento¹⁶.

En relación a las imágenes con citrato de Galio 67, el PET-FDG tiene varias características que lo hacen preferible: es un estudio más corto, con resultados en el mismo día a diferen-

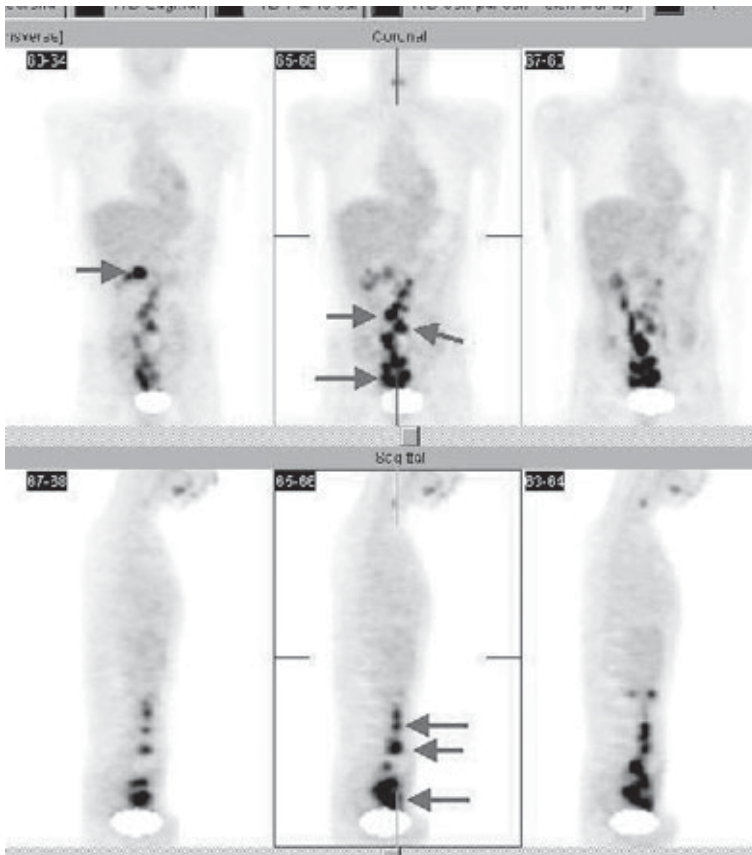


Figura 3. Paciente de 16 años con Linfoma linfoblástico cervical diagnosticado en 1999 y tratado hasta el año 2001. Actualmente, es hospitalizado por obstrucción intestinal. Se solicita PET de cuerpo entero para reetapificación. **PET-FDG (cortes coronales y sagitales):** múltiples focos hipermetabólicos en región abdominal prevertebral alineados y confluentes compatibles con linfonodos con actividad tumoral.

cia del Galio-67 citrato que requiere de imágenes a las 48 y a veces hasta 96 horas para una adecuada interpretación. Además, el PET-FDG tiene mejor resolución, produce menor radiación, con menos presencia de actividad intestinal y permite cuantificar evolutivamente el grado de actividad tumoral¹⁸.

Específicamente en Linfoma Hodgkin, el PET-FDG es de gran utilidad en el monitoreo de respuesta a QT con imágenes de control después de finalizado el tratamiento y hasta 1-2 años o con sospecha clínica de recurrencia¹⁹.

Tumores óseos

Los tumores óseos de la infancia corresponden a osteosarcoma o sarcoma de Ewing. El osteosarcoma se presenta principalmente en adolescentes, siendo raro en menores de 7 años y compromete huesos largos, en tanto que el sarcoma de Ewing se manifiesta desde los 5 a los 30 años, con predominio en la segunda década y compromete principalmente el esqueleto apendicular, siendo los sitios más frecuentes pelvis, costillas y vértebras.

Entre los estudios de imágenes, la RM permite una evaluación local del tumor y el cintigrama óseo evalúa la presencia de metástasis óseas de tipo blástico al momento del diagnóstico y durante el seguimiento. El principal rol del PET-FDG en estos tumores es para la monitorización de terapia y en la evaluación de pacientes con sospecha de enfermedad metastásica¹¹. Asimismo, la captación del FDG en osteosarcoma provee de información pronóstica y podría ser complementaria a otros factores conocidos²⁰, existiendo una potencial aplicación en este campo del PET con fluoruro F18 de sodio.

Sarcomas

En sarcomas, el PET-FDG es útil en el 80% de los casos y sus indicaciones son evaluar el grado tumoral, guiar el sitio de biopsia, detectar metástasis a distancia y recurrencia local y evaluar la respuesta a quimioterapia (QT). Los falsos negativos pueden corresponder a metástasis pulmonares, especialmente pequeñas, en las que el TC multicorte tendría un mayor rendimiento¹⁶ (figura 4).

El rhabdomioma es el tumor de partes

blandas más frecuente de la infancia con una incidencia máxima entre los 3 a 6 años, las localizaciones más frecuentes son en cabeza, a nivel de órbita y seno paranasal, cuello y tracto genitourinario. El estudio con imágenes del rhabdomioma se realiza con TC/RM para evaluar la extensión local y la presencia de metástasis pulmonares. El cintigrama óseo permite la evaluación de metástasis óseas, no estando aún definido el rol del PET-FDG, pudiendo ser útil en monitorización de terapia¹¹.

Neuroblastomas

El neuroblastoma es el tumor sólido extracranial más frecuente en niños y su localización más común es en las glándulas suprarrenales, con un 70% de casos con diseminación al momento del diagnóstico, especialmente en huesos y médula ósea. El tratamiento de estos tumores es cirugía asociada a QT.

En la evaluación de los neuroblastomas, se utilizan TC/RM y cintigrama óseo, así como las cintigrafías con meta-yodo-benzil-guanidina Iodo131-MIBG o Indio-111 con análogos de la somatostatina In111-Octreoscan, las que presentan una sensibilidad mayor al 85%, superior a la del PET-FDG. Este último permite evaluar tumores metabólicamente activos y su principal rol sería la evaluación de neuroblastoma sospechado o conocido que no capta MIBG¹¹.

Neurofibroma plexiforme

El neurofibroma plexiforme presenta síntomas muy inespecíficos, tales como dolor, síntomas neurológicos y aumento de tamaño local, que no permiten diferenciarlo del neurofibroma benigno. Se ha planteado que la utilidad del PET-FDG es demostrar malignidad sin procedimientos invasivos y guiar la biopsia al área más activa, produciendo un cambio en el manejo de 56% de los casos. La fusión PET/TC es útil en neurofibromas plexiformes con sospecha de malignización¹⁶. La utilización de la cuantificación con SUV pudiera ser útil para la diferenciación entre maligno y benigno²¹.

Tumor de Wilms

Es el más común de los tumores renales de la infancia, especialmente antes de los 5 años y puede ser bilateral en 5% de los casos. Una

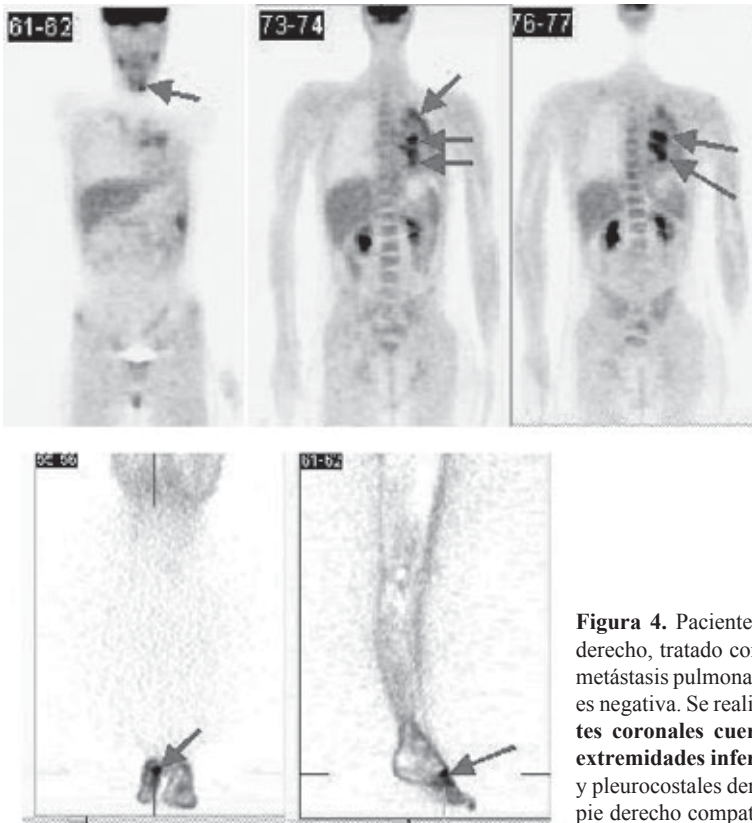


Figura 4. Paciente de 16 años con sarcoma sinovial plantar derecho, tratado con cirugía, RT y QT. Tiene antecedentes de metástasis pulmonares tratadas. Actualmente, la biopsia pleural es negativa. Se realiza PET-FDG de reetapificación. **PET (cortes coronales cuerpo entero; cortes coronales y sagitales extremidades inferiores):** focos hipermetabólicos pulmonares y pleurocostales derechos, en linfonodo cervical izquierdo y en pie derecho compatibles con recidiva local y a distancia.

masa abdominal asintomática es la presentación más frecuente y la nefrectomía con QT son el tratamiento de elección. La eliminación normal del FDG por los riñones es un factor que dificulta para la evaluación inicial de estos tumores con PET, sin embargo, su mayor utilidad es la identificación de tumor activo en masas residuales que persisten post RT-QT¹¹.

Hepatoblastomas

Recientemente, Philip y cols demostraron la utilidad del PET-FDG en hepatoblastoma recurrente debido a que mejora la localización anatómica de los sitios metabólicamente activos y permite orientar el enfoque quirúrgico, con mejor rendimiento que las imágenes de TC y RM²².

Cáncer de tiroides

Tanto en adultos como en niños, la indicación del PET-FDG en recurrencia de cáncer

diferenciado de tiroides es en pacientes con rastreo sistémico con I131 negativo y elevación de niveles de tiroglobulina. Los cánceres de tiroides altamente diferenciados presentan estudio con I131 positivo y PET-FDG negativo, mientras que los cánceres de tiroides pobremente diferenciados presentan I131 negativo y PET-FDG positivo. Algunos tumores inicialmente diferenciados pierden esta diferenciación en el tiempo, haciéndose negativo el rastreo con yodo y positivo el PET-FDG, fenómeno llamado “flip-flop”²³.

Melanoma

No hay publicaciones a la fecha con PET-FDG en melanoma en niños, y su utilización se basa en los hallazgos encontrados en adultos. Una revisión reciente de Kumar y cols demostró que el uso del PET es limitado en etapas precoces de melanoma (I y II), sin embargo,

puede mostrar metástasis en sitios infrecuentes que podrían no ser detectados con las imágenes convencionales. El PET es más sensible que la TC en detectar lesiones de piel, linfonodos y abdomen, pero la TC es equivalente o más sensible en metástasis pulmonares pequeñas. Asimismo, el PET es de gran utilidad para planificar cirugías en etapas III y IV²⁴.

Evaluación de terapia

Existen muy pocos trabajos que evalúan la respuesta a terapia con PET-FDG en niños con patología oncológica. Franzius y cols encontraron en una revisión de la literatura que el valor clínico del PET-FDG en la evaluación de terapia es especialmente útil en sarcomas óseos y probablemente en tumores cerebrales de alto grado. En otros tumores como linfoma, sarcomas de tejidos blandos, tumores de células germinales o neuroblastomas, la utilidad clínica se puede homologar al adulto²⁵.

Planificación de radioterapia

En la actualidad, la RT incorpora la información de las imágenes diagnósticas para la planificación y manejo de pacientes oncológicos. La simulación, proceso en el que se define la región que va a ser irradiada, está dirigida al uso de la definición funcional del objetivo a irradiar. El PET-FDG puede mejorar la delimitación de este volumen, ya que otorga información funcional y resolución espacial de las masas malignas. Específicamente en el manejo de linfomas, como ya se mencionó, el PET permite diferenciar grandes volúmenes de tejido residual activo de tumor no viable o tejido no maligno^{26,27}.

Dosimetría

Las dosis administradas en niños se calculan por peso como se especificó en la técnica. Las dosis efectivas calculadas en milisievert (mSv) son: en recién nacido 1,9 mSv, al año 2,5 mSv, a los 5 años 2,8 mSv, a los 10 años 3,2 mSv y a los 15 años 4,3 mSv mientras que en adultos es de 4,4 mSv¹⁶. Debido a la baja dosis de FDG administrada en niños, la dosis de radiación absorbida en todo el cuerpo es menor o similar a la de adultos y a la derivada de otros procedimientos radiográficos y cintigráficos¹⁴.

El órgano blanco, es decir el órgano que

recibe la mayor cantidad de radiación, es la vejiga con una dosis absorbida de $1,03 \pm 2,1$ mGy/MBq ($3,81 \pm 7,7$ rad/mCi), casi 4 veces mayor que la resultante por unidad administrada en los adultos. Una buena hidratación y una micción precoz reducen la radiación en la pared vesical¹¹. Un trabajo con estimación de dosis de FDG en neonatos demostró que estos reciben leve mayor dosis en cerebro con menos actividad excretada a orina asociada a variaciones importantes en la dosis recibida en la pared vesical. Concluye que la dosis efectiva de 0,43 mSv/MBq fue menor comparada a la recibida en adultos y a la de imágenes convencionales de medicina nuclear en niños²⁸.

La utilidad del PET FDG no sólo está en su capacidad de obtener mejor identificación de actividad tumoral en distintas etapas de evolución de la enfermedad, sino también en evitar toxicidad innecesaria a pacientes con sobrevida prolongada que pudieran presentar nuevos procesos primarios, a través de limitar campos de radiación y/o usando esquemas de QT abreviada²⁹.

Experiencia pediátrica local

La población pediátrica oncológica estudiada en el primer Centro PET de Chile corresponde al 8% (de un total de 1 100 pacientes) y de ellos, la mitad corresponde a PET de cerebro para estudio de epilepsias y el resto a patología oncológica (n = 46 estudios).

Del grupo oncológico pediátrico, el 30% correspondió a linfoma, 64% de ellos a Linfoma no Hodgkin, los que fueron referidos para reetapificación, control de masa residual y control de tratamiento. En 58% de los casos, el PET fue negativo, los que hasta la fecha han tenido buena evolución clínica. En los PET positivos, se efectuó cambio del esquema de tratamiento.

Un 13% de los pacientes presentaba tumores cerebrales los que fueron derivados para evaluación de recidiva *versus* radionecrosis; el 75% de ellos presentó viabilidad tumoral y todos fallecieron. Otro 11% de los menores fue referido por cáncer de tiroides con elevación de tiroglobulinas y rastreos con I131 negativos,

encontrando focos hipermetabólicos cervicales en 3/5 y todos recibieron más tratamiento con radioyodo lo que es controvertido pues el fenómeno flip-flop orienta a desdiferenciación tumoral.

Hubo algunos pacientes referidos para reetapificación de melanoma, sarcomas de partes blandas, neurofibromatosis maligna (figura 5), en orden decreciente, y de tumores neuroendocrinos, así como algunos casos de sarcoma de Ewing, tumores de parótida, de Wilms y testicular. En estos últimos, el PET ha permitido determinar la presencia de tumor residual y/o recidiva en algunos casos, lo que ha significado nuevos tratamientos.

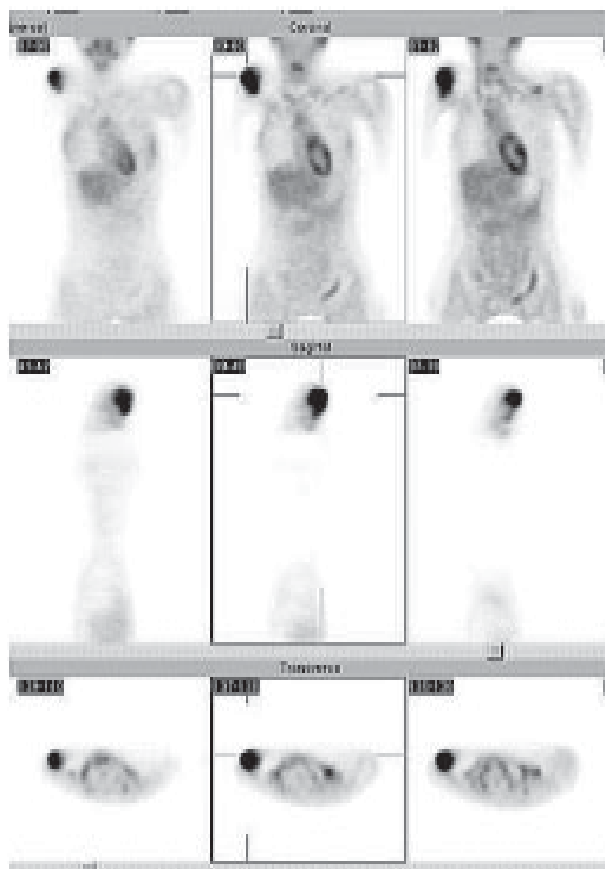


Figura 5. Paciente de 18 años con fibromatosis maligna de hombro y axila derecha, tratado con cirugía y RT, en plan corrección escoliosis cervical. La RM demuestra formación quística del húmero, cambios en planos adiposos postquirúrgicos e hipotrofia muscular. En TC existe sospecha de compromiso apical pulmonar derecho. **PET (cortes en 3D):** sólo intensa actividad hipermetabólica en hombro derecho, sin otras localizaciones. La paciente fue derivada a cirugía.

Conclusión

El PET-FDG en oncología pediátrica es una herramienta útil, práctica y segura y puede cambiar el manejo en un número significativo de pacientes. Nuestra experiencia preliminar ha sido similar a lo publicado, sin embargo, aún se requiere de mayor investigación para evaluar el rendimiento según cada patología.

Referencias

- 1.- Gambhir SS, Czernin J, Schwimmer J, Silverman D, Coleman E, Phelps ME: A tabulated summary of the FDG PET literature. *J Nucl Med* 2001; 42: 1-93.
- 2.- Czernin J: Clinical applications of FDG-PET in oncology. *Acta Med Austriaca* 2002; 29: 162-70.
- 3.- Jofré MJ, Sierralta P, Massardo T, et al: Valor de la tomografía de emisión de positrones con F8-fluorodeoxiglucosa (PET-FDG) en pacientes con cáncer de mama. *Rev Chil Cirugía* 2005; 57: 384- 8.
- 4.- Massardo T, Jofré MJ, Sierralta P, et al: Análisis general de 1 000 casos de estudios metabólicos en Chile con PET 18 Flúor-Deoxiglucosa (FDG). *Rev Méd Chile* 2007; 135: 375-83.
- 5.- Jofré MJ, Massardo T, González E, et al: Uso de la tomografía de emisión de positrones PET con F¹⁸-FDG en la evaluación de lesiones pulmonares sospechosas de neoplasia. *Rev Méd Chile* 2005; 133: 583-92. Pubmed.
- 6.- Canessa JA, Larach JA, Massardo T, et al: Estudio de imágenes PET con Flúor 18 deoxiglucosa (F18FDG) en evaluación de elevación de marcador tumoral con CA19-9 en paciente con cistoadenoma mucinoso de páncreas. *Rev Méd Chile* 2004; 132: 347-52. Pubmed.
- 7.- Massardo T, Canessa J, Jofré MJ, Humeres P, González P, Sierralta P: Utilidad de la tomografía de emisión de positrones (PET) con fluorodeoxiglucosa (FDG) en patología oncológica. *Rev Chil Cancerología y Hematología* 2003; 13: 9-28.
- 8.- Sierralta P, Jofré J, González P, et al: PET, tomografía por emisión de positrones: Presentación de un caso clínico. *Rev Chil Radiol* 2003; 9: 33-35. SciELO.
- 9.- González P, Jofré J, Massardo T, Humeres P, Canessa J, Sierralta P: Uso de la tomografía de emisión de positrones en el cáncer colorrectal. *Rev Chil Radiol* 2002; 8: 72-9. SciELO.
- 10.- González P, Massardo T, Canessa J, Humeres P, Jofré MJ: Aplicaciones clínicas de la

- Tomografía de emisión de positrones PET. Rev Méd Chile 2002; 130: 569-79. Pubmed.
- 11.- *Jadvar H, Alavi A, Mavi A, Shulkin B*: PET in pediatric diseases. Radiol Clin N Am 2005; 43: 135-52.
 - 12.- *Foehrenbach H, Edeline V, Bonardel G, Neuen-schwander S*: Technique and indications in pediatric oncology positron emission tomography with F18-Fluorodeoxyglucose. Archives de pediatrie 2004; 2: 378-82.
 - 13.- *Gelfand MJ, O'Hara SM, Curtwright LA, Maclean JR*: Premedication to block F18-FDG uptake in the brown adipose tissue of pediatric and adolescent patients. Pediatr Radiol 2005; 35: 984-90.
 - 14.- *Jadvar H, Connolly LP, Shulkin BL*: PET imaging in pediatric disorders. En: Positron emission tomography. Basic science and clinical practice. Eds: Valk P, Bailey D, Townsend D, Maisey M. Editorial: Springer, London 2003; 755-774.
 - 15.- *Shulkin B*: PET imaging in pediatric oncology. Pediatr Radiol 2004; 34: 199-204.
 - 16.- *Wegner EA, Barrington SF, Kingston JE, et al*: The impact of PET scanning on management of paediatric oncology patients. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2005; 32: 23-30.
 - 17.- *Depas G, De Barse C, Jerusalem G, et al*: 18F-FDG PET in children with lymphomas. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2005; 32: 31-8.
 - 18.- *Bar-Shalom R, Yefremov N, Haim N, et al*: Camera-based FDG PET and 67Ga SPECT in evaluation of lymphoma: comparative study. Radiology 2003; 227: 353-60.
 - 19.- *Hudson MM, Krasin MJ, Kaste SC*: PET imaging in pediatric Hodgkin's lymphoma. Pediatr Radiol 2004; 34: 190-8.
 - 20.- *Franzius C, Bielack S, Flege S, Sciuk J, Jürgens H, Schober O*: Prognostic significance of F18-FDG and Tc99m-methylene diphosphonate uptake in primary osteosarcoma. J Nucl Med 2002; 43:1012-7.
 - 21.- *Ferner RE, Lucas JD, O'Doherty MJ, et al*: Evaluation of (18) fluorodeoxyglucose positron emission tomography ((18)FDG PET) in the detection of malignant peripheral nerve sheath tumours arising from within plexiform neurofibromas in neurofibromatosis 1. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2000; 68: 353-7.
 - 22.- *Philip I, Shun A, McCowage G, Howman-Giles R*: Positron emission tomography in recurrent hepatoblastoma. Pediatr Surg Int 2005; 21: 341-5.
 - 23.- *Armstrong S, Worsley D, Blair GK*: Pediatric surgical images: PET evaluation of papillary thyroid carcinoma recurrence. J Pediatr Surg 2002; 37: 1648-9.
 - 24.- *Kumar R, Mavi A, Bural G, Alavi A*: Fluorodeoxyglucose-PET in the management of malignant melanoma. Radiol Clin North Am. 2005; 43: 23-33.
 - 25.- *Franzius C, Schober O*: Assessment of therapy response by FDG PET in pediatric patients. Q J Nucl Med 2003; 47: 41-5.
 - 26.- *Swift P*: Novel techniques in the delivery of radiation in pediatric oncology. Pediatr Clin N Am 2002; 42: 1107-29.
 - 27.- *Krasin MJ, Hudson MM, Kaste SC*: Positron emission tomography in pediatric radiation oncology: integration in the treatment-planning process. Pediatr Radiol 2004; 34: 214-21.
 - 28.- *Ruotsalainen U, Suhonen-Polvi H, Eronen E, et al*: Estimated radiation dose to the newborn in FDG-PET studies. J Nucl Med 1996; 37: 387-93.
 - 29.- *Ng Ak, Bernardo MY, Weller E, et al*: Second malignancy after Hodgkin disease treated with radiation therapy with or without chemotherapy: long-term risks and risk factors. Blood 2002; 100: 1989-96.