

Análisis de 1.000 casos de estudios metabólicos en Chile con PET ^{18}F -deoxiglucosa (FDG)

Teresa Massardo^{1,2,3}, M. Josefina Jofré²,
Paulina Sierralta², José Canessa^{2,3,4},
Patricio González^{1,2,3}, Pamela Humeres^{2,5},
Robert Valdebenito^{2a}.

Chilean experience with the use of ^{18}F -deoxyglucose positron emission tomography

Background: Clinical oncology is the main application of ^{18}F -deoxyglucose (FDG) positron emission tomography (PET). **Aim:** To evaluate the first 1,000 patients studied with FDG PET in Chile. **Material and methods:** Retrospective analysis of 1,000 patients (aged between 1 and 94 years, 550 females) studied with FDG PET, since 2003. All studies were performed in a high resolution Siemens Ecat-Exact HR (+). All reports were based on the visual analysis of three plane and three-dimensional images. **Results:** Ninety seven percent of exams were done for oncological indications, mainly lung lesions, lymphoma, colorectal and gastroesophageal, cancer and breast tumors. Only 1% of patients had brain tumors. Non tumor neurological indications corresponded to 1.7%. Cardiac studies were only 0.3% and inflammatory process corresponded to 1%. The 5.6% corresponded to pediatric population. Six percent of patients were aged less than 18 years and in 50% of them, the indication was oncological, mainly lymphomas, brain tumors, endocrine cancers and sarcomas. The remaining 50% had a neurological indications, mainly for refractory epilepsy. **Conclusions:** PET FDG imaging was effective in the management of diverse diseases of children and adults (Rev Méd Chile 2007; 135: 375-83).

(Key words: Oncology, radiation; Positron-emission tomography; Tomography, emission-computed)

Recibido el 6 de abril, 2006. Aceptado el 3 de julio, 2006.

¹Sección Medicina Nuclear, Departamento de Medicina, Hospital Clínico Universidad de Chile. ²Centro PET de Imágenes Moleculares, Hospital Militar de Santiago. ³Centro Radiológico Fleming. ⁴Medicina Nuclear Hospital Dipreca. ⁵Medicina Nuclear, Clínica Santa María.

^aTecnólogo Médico

Correspondencia a: Dra. Teresa Massardo. Sección Medicina Nuclear, Departamento de Medicina, Hospital Clínico Universidad de Chile. Santos Dumont 999-1E, Independencia, Santiago, Chile. Fono: 7770569. Fax: 7777618. E mail: tmassardo@redclinicauchile.cl; centropet@hosmil.cl

La principal aplicación de las imágenes metabólicas con tomografía de positrones (PET) es oncológica. La mayoría de los tumores invasivos o de alto grado tienen avidéz por la ^{18}F -deoxiglucosa (FDG). Su uso está demostrado para caracterizar lesiones pulmonares, en tumores de esófago, mama, linfomas, colorrectales, cabeza y cuello, melanoma y tiroides. Los renales, ginecológicos y de origen desconocido son otras indicaciones. Los poco agresivos no son adecuados para evaluación con FDG (prostático, linfomas de bajo grado o testiculares diferenciados). En general, en tumores metabólicamente activos la sensibilidad y especificidad es alrededor o sobre 90%. Los falsos negativos se asocian a lesiones bajo la resolución del equipo, a tumores de bajo grado o mucinosos; los falsos positivos, a proceso inflamatorio activo, por lo que deben considerarse cuidadosamente todos los antecedentes: quimioterapia o radioterapia recientes, cirugías y cuadros infecciosos¹⁻⁷.

El PET-FDG tiene un claro papel demostrado en la etapificación, reetapificación, evaluación de actividad tumoral en masa residual y control precoz o al término de terapia, además del valor pronóstico. Con equipos híbridos PET-Tomografía Computada (TC) es posible localizar mejor las alteraciones y definir campos de radioterapia.

Aunque la mayor experiencia ha sido en población adulta, la FDG tiene utilidad en tumores pediátricos prevalentes: sistema nervioso central, linfomas y sarcomas^{1,2,8-10}.

El objetivo fue analizar el grupo inicial de pacientes estudiados con FDG en nuestro país, enfatizando indicaciones en adultos y pediátricas.

MATERIAL Y MÉTODO

Población. Se analizaron, retrospectivamente, los primeros 1.000 casos consecutivos desde el año 2003 incluyendo todas las solicitudes de diversos especialistas, principalmente, oncólogos y cirujanos de clínicas y centros hospitalarios chilenos, con 5% latinoamericanos. La edad del grupo varió entre 1 y 94 años; 94,4% correspondió a mayores de 18 años con 55% de sexo femenino. La glicemia en ayunas preinyección de FDG fue <160 mg/dl en 99% de los casos. El 7% era diabético, la mayoría tipo II, en control. Se requirió insulina cristalina en 24% (glicemia preinyección: 111 ± 26 mg/dl). En los

pacientes cardiológicos se indicó colación (150 g de hidratos de carbono) y acipimox.

Radiofármaco. FDG producto de ciclotrón IBA Cyclone 18/9 (Comisión Chilena de Energía Nuclear). Dosis promedio: 13 ± 3 mCi; en niños, promedio: 8 ± 4 mCi (rango: 1-15 mCi).

Equipo y adquisición. PET dedicado de alta resolución Siemens Ecat-Exact HR(+); imágenes con múltiples campos de emisión y transmisión de cuerpo entero desde cráneo a tercio proximal de muslos y segmentarias complementarias, según necesidad.

Interpretación. Informes consensuados basados en análisis visual de imágenes en 3 planos y tridimensionales. La cuantificación SUV (*Standardized Uptake Value*) se usó para seguimiento. Se realizaron imágenes fusionadas con TC o resonancia magnética disponibles, que permitió mejor correlación anatómica, especialmente, en tórax.

Análisis. Se determinaron las características de la población y sus indicaciones, algunos detalles técnicos, resultados histológicos, seguimiento y cambios de conducta, en los subgrupos en que estuvieron disponibles.

RESULTADOS

A. Generales. En sólo 1,1% de los casos se requirió sedación o anestesia: en síndromes convulsivos pediátricos o en claustrofobia. Se debió repetir el examen en 2 diabéticos mal controlados, a pesar de uso de insulina, por captación muscular elevada y en 1 caso por presencia de grasa parda. El 16% de los estudios correspondió a seguimiento en patología colorrectal (21%), linfomas (18%) y cáncer pulmonar (16%). Se confirmaron histológicamente 7 segundos tumores primarios no conocidos, 5 de ellos malignos (Figura 1).

En los pacientes oncológicos, la FDG fue positiva en 59% para tumor maligno; se planteó efectuar correlación con imágenes anatómicas o histología en 8% de todos los informes.

B. Experiencia de imágenes con PET-FDG en adultos. Las principales indicaciones están descritas en Tabla 1. Los pacientes oncológicos corres-

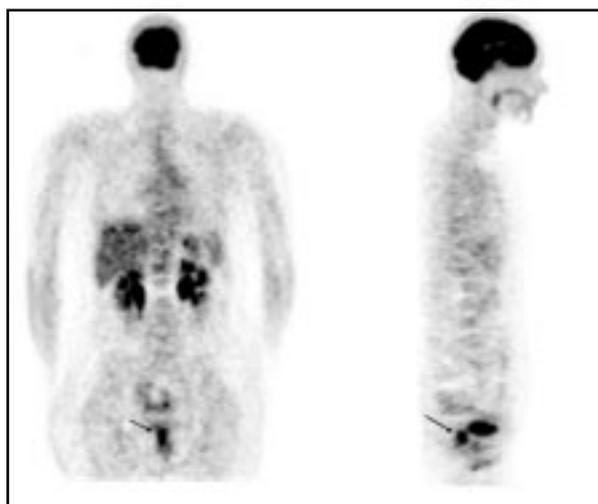


Figura 1. Paciente de sexo femenino de 60 años con antecedente de cáncer cervicouterino y melanoma. Se desea reetapificación. PET FDG: foco hipermetabólico rectal (flecha, en imágenes coronal y sagital). La histología confirma adenocarcinoma, que corresponde a hallazgo de tumor primario rectal.

pondieron a 97%. En tumores cerebrales, la solicitud fue evaluación de recidiva y, en la neurológica no tumoral (1,7%) para trastornos del ánimo, cognitivos o epilepsia. La solicitud cardiológica, para confirmar viabilidad miocárdica por eventual revascularización coronaria fue 0,3%.

Además, hubo exámenes por *screening* de cáncer y síndromes paraneoplásicos. En 2 casos con fiebre prolongada de origen desconocido se encontró hipermetabolismo ganglionar hiliar y mediastínico, con histología de tipo granulomatoso, compatible con sarcoidosis (Figura 2).

Tabla 1. Causa de solicitud de PET FDG en patología de adultos

Solicitud	Patología	n	Subtotal (%)	Total (%)
Oncológica	Cáncer pulmonares y NPS	201	22	
	Cáncer colorrectal	96		
	Gastroesofágico	26		
	Otros digestivos	31	17	
	Hepatoma	3		
	Hematológicos	115	13	
	Genito-urinaros	109	12	
	Melanomas	81	9	
	Mamaria	63	7	97
	Tiroideos/Neuroendocrinos	58	6	
	Primarios desconocidos	38	4	
	Sarcomas	33	3	
	Tumores cabeza y cuello	26	3	
	Otros tumores	14	2	
	Tumores cerebrales	9	1	
	<i>Screening</i> tumoral	5	1	
	S. paraneoplásicos	5		
Neurológica	Demencia, epilepsia y trastornos ánimo	16		1,7
Cardiológica	Viabilidad miocárdica	3		0,3
Otras causas	Tumores benignos	6		
	Inflamaciones y fiebre	4		1
Total		944		100

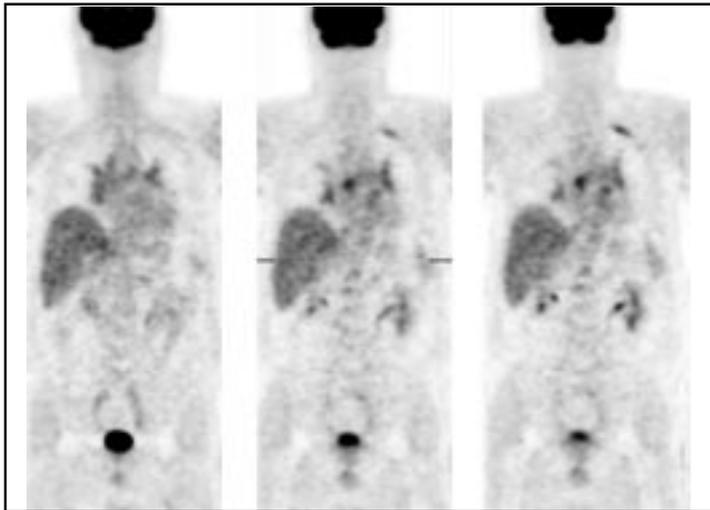


Figura 2. Hombre de 65 años, en evaluación por nódulos pulmonares bilaterales, mediastínicos e hiliares encontrados en TC, se requería descartar sarcoidosis versus proceso neoplásico. PET FDG: múltiples focos de moderada intensidad con aspecto de linfonodos en mediastino, hilios pulmonares, pleurocostal, supraclavicular izquierdo y lumboaórticos que sugieren compromiso inflamatorio como primera posibilidad. Punción biopsia bajo TC: alteración linfática tipo sarcoidosis.

• *Lesiones pulmonares:* Fue la principal indicación en adultos con 22%: evaluación de cáncer pulmonar conocido en 63% y nódulos pulmonares solitarios (NPS) en 37%. El seguimiento se obtuvo en 47 pacientes; 80% de 35 estudiados por sospecha de recidiva o reetapificación de cáncer conocido tuvo FDG positivo, los que recibieron nuevos tratamientos. En 4 casos, sometidos a cirugía posterior, se confirmó resultado del PET. En 49% de 39 pacientes, con NPS o masa pulmonar, que tenían FDG negativo, la conducta ha sido seguimiento con TC. En pacientes con FDG positivo, la histología confirmó el resultado del PET en 88%: con sólo 2 falsos positivos: un schwannoma abscedado y un gran hamartoma. Un paciente con cáncer gástrico y nódulos pulmonares de hasta 8 mm no demostró captación anormal; sin embargo, la histología fue positiva para metástasis.

• *Tumores digestivos y hepáticos:* Correspondieron a 17% de los pacientes oncológicos adultos: 44% cáncer colónico, 17% rectal, 10% gástrico, 8% pancreático, 6% esofágico y 15% restante a otros tipos, que incluían de vía biliar y estromales (GIST). El 74% de los estudios fue positivo con FDG.

En cáncer colorrectal, 57% fue enviado por sospecha de recidiva, elevación de CEA con

imágenes anatómicas negativas. En 75% se encontraron focos hipermetabólicos tumorales. En 31%, la indicación fue reetapificación; 68% fueron positivos, 60% en hígado, con lesiones confirmadas; la mayoría inició nuevos esquemas de quimioterapia.

En páncreas, 38% fue referido para caracterización de lesión; se confirmó actividad maligna en 4/6. Asimismo, 44% fue referido por sospecha de recidiva en imágenes o elevación de CA 19-9, observándose 85% con hipermetabolismo, especialmente hepático y abdominal, confirmados en 57%.

En estómago y esófago fueron positivos para tumor en 85% y 89%, respectivamente. Las indicaciones fueron etapificación, reetapificación, sospecha de recurrencia y control terapéutico.

En los cánceres biliares referidos por sospecha de recidiva, 67% mostró nuevos focos de actividad maligna. En hepatocarcinomas, referidos por sospecha de recidiva y elevación de alfa-fetoproteínas, hubo nuevos focos en 75%. Los 9 tumores GIST estudiados correspondieron a 8 casos operados; 6/9 para evaluar terapia con Imatinib y el resto para reetapificación y eventual uso de éste: 67% fueron positivos (Figura 3).

• *Patología hematológica:* Correspondió a 13% de las indicaciones oncológicas en adultos. Los linfo-

mas fueron 96% y el resto plasmocitoma solitario y leucemia crónica. En los linfomas, 37% fue de tipo Hodgkin. Las indicaciones fueron etapificación (19%), reetapificación incluyendo evaluación pretrasplante de médula ósea (36%), evaluación de masa residual (12%) y control de terapia (34%). El 68% de los estudios fueron positivos para actividad tumoral maligna. En control de terapia, 55% fue positivo, lo que apoyó continuar o modificar esquemas. Los con seguimiento en 85% fueron linfoma no Hodgkin (LNH), para reetapificación, control de masa residual y evaluación terapéutica. Varios LNH, a pesar de ser de bajo grado, mostraron focos hipermetabólicos; 5/7 linfomas foliculares fueron positivos multifocales y uno negativo con FDG anormal previo correspondió a buena respuesta terapéutica. En uno de los casos iniciales, se informó actividad a nivel tímico que correspondió histológicamente a hiperplasia.

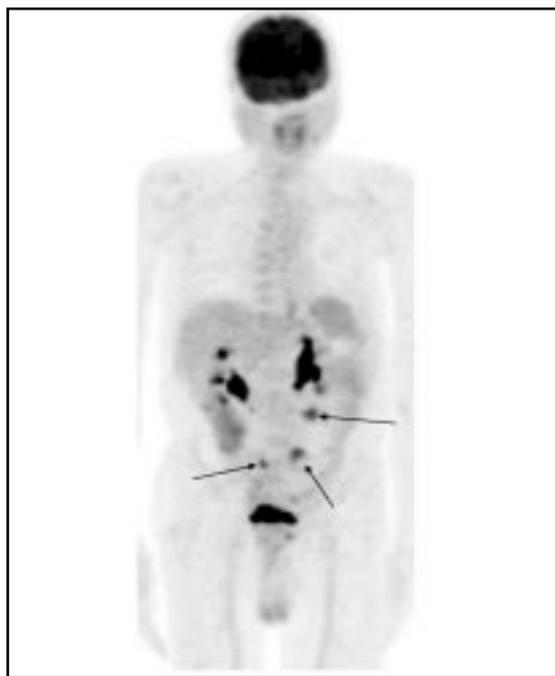


Figura 3. Paciente de sexo masculino de 72 años, con antecedente de GIST irreseccable diagnosticado y tratado con Glivec® por 3 meses con respuesta >50%. Operado posteriormente con enfermedad peritoneal. Continúa con tratamiento; el FDG de control demuestra 3 focos compatibles con actividad metabólica en implantes peritoneales (flechas).

- **Melanoma:** Fue 9% del total oncológico adulto enviados principalmente para reetapificación. El 39% tuvo FDG positivo para actividad maligna, 58% con múltiples focos hipermetabólicos. En seguimiento de un subgrupo, se confirmó tumor histológicamente en 7/11 casos; en los restantes, hubo concordancia con clínica e imágenes anatómicas. El PET demostró lesiones no sospechadas por otros estudios (no confirmadas). Hubo 2 falsos positivos: hematoma organizado y adenopatía inflamatoria. Se estudiaron 4 pacientes con melanoma ocular, 3 negativos a pesar del tumor *in situ* y otro con lesiones hepáticas compatibles con hemangiomas en ecografía y RM, captantes con FDG, considerándose como diseminación.

- **Cáncer de mama:** Correspondió a 7% del grupo oncológico adulto, todos de sexo femenino. Las indicaciones fueron: reetapificación (47%), sospecha de recidiva (27%), control de tratamiento (17%), diagnóstico (5%) y etapificación postcirugía mamaria (3%). En reetapificación, 61% tuvo FDG negativo con buena evolución con seguimiento de hasta 24 meses. El 63% de los estudios positivos presentaron focos no sospechados; hubo buena correlación en lesiones conocidas. La mayoría continuó con quimioterapia u hormonoterapia. Las sospechas de recidiva fueron por: nódulos pulmonares (31%), alteraciones mamográficas (25%) o aumento del CA 15-3 (19%). El FDG fue positivo en 56%, con nuevas lesiones en 67% y recidivas locales en 33%, confirmadas. Del grupo de control terapéutico, el FDG fue negativo en 10%, las pacientes con regresión parcial o progresión, continuaron tratamiento. En 66% de las pacientes referidas para diagnóstico, se confirmó el foco primario.

- **Tumores génito-urinario:** Correspondieron a 13% del total de tumores del adulto. De ellos, en conjunto: 28% ováricos, 31% cervicouterinos y sólo 3% de endometrio, 17% testiculares, 8% prostático, 8% renales, 6% vesicales y 2% restante a trompa de Falopio, vulvar, vaginal y uretral. Se obtuvo seguimiento en 32 pacientes con patología ovárica y uterina, 81% con FDG positivo. En 96%, existió buena correlación con imágenes, laboratorio, exploración quirúrgica o manejo clínico referente a presencia de neoplasia. De las con examen negativo, hubo correlación con la evolución en 83%.

En tumores testiculares, sólo 11% tuvo FDG positivo, a pesar de masas sugerentes de actividad, probablemente diferenciadas. En cambio, de los tumores prostáticos, 56% tenían lesiones hiperme-

tabólicas concordantes con otras imágenes respecto a diseminación ósea, linfática y pulmonar. En 2 casos se visualizó tumor prostático *in situ*.

Los tumores renales fueron 8 casos, 2 recientemente operados, para etapificación, con FDG negativo, y los demás para reetapificación o control de terapia: 4 fueron positivos, 3 sospechosos de lesiones pulmonares y esqueléticas observadas con FDG y uno con lesiones no conocidas confirmadas (Figura 5).

• **Tumores endocrinológicos:** Correspondieron a 6% del total oncológico adulto (excluyendo pancreáticos y gonadales). Los cánceres tiroideos diferenciados tratados fueron 81%: 71% papilares, 11% foliculares y 13% mixtos. La indicación del FDG fue la reetapificación por elevación de tiroglobulinas en 55%, de anticuerpos anti-tiroglobulina en 8% o nodos cervicales u otras lesiones sospechosas en 32%; la mitad de ellos con antecedentes de exploración sistémica con ^{131}I negativa reciente; hubo 4 casos con ^{131}I positivo (2 en lecho tiroideo). El 50% de los estudios con FDG fue positivo en cáncer tiroideo diferenciado, 3 tenían exploración sistémica positiva. En los cánceres medulares tratados (19% de los tiroideos) la indicación fue reetapificación (calcitonina elevada o sospecha de lesión cervical u ósea); el FDG fue positivo en 67%.

Entre los tumores neuroendocrinos, 57% carcinoides, el FDG fue positivo en 57% de ellos. En

un carcinoma paratiroideo, hallazgo poscirugía de nódulo tiroideo con PTH elevada, el FDG fue negativo, concordante con imágenes anatómicas y estudio con $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi; se completó cirugía oncológica, con buena evolución.

C. Experiencia con PET-FDG en patología pediátrica. La población pediátrica correspondió sólo a 6% de la población total y la patología oncológica fue 50% (Tabla 2). El grupo de linfomas fue el mayor, con 29% del total oncológico, 6/8 LNH estudiados para reetapificación y control. El 75% de los linfomas tuvo FDG negativo, con buena evolución. En los 2 casos con FDG positivo, se cambió esquema de quimioterapia (Figuras 4a y 4b).

El 18% fue cáncer tiroideo, al igual, que en adultos, la mayoría presentaba tiroglobulina elevada y exploración sistémica negativa. El FDG mostró focos cervicales en 3 de 5 casos, uno confirmado histológicamente.

Los sarcomas de partes blandas fueron estudiados para reetapificación, al igual que los tumores neuroendocrinos (neuroblastomas y ganglioneuroma). Se estudiaron para etapificación dos melanomas y un sarcoma de Ewing, que resultaron negativos y con buena evolución posterior.

Casos interesantes correspondieron a un carcinoma de parótida con histología de adenoma

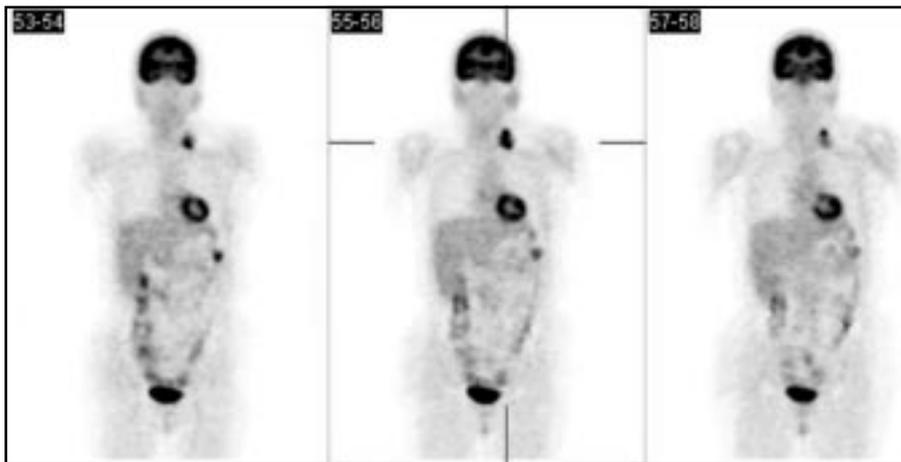


Figura 5. Mujer de 48 años con cáncer renal izquierdo (carcinoma transicional invasor de pelvis renal, con compromiso linfonodos hiliares y grasa perinodal). Operada y tratada con quimio y radioterapia. Doce meses postterapia, TC tórax, abdomen y pelvis sin recidiva tumoral. Se reetapifica con FDG al año siguiente: actividad hipermetabólica tumoral en linfonodos supra e infraclaviculares izquierdos, sin otras alteraciones. Biopsia ganglionar supraclavicular: metástasis. En vaciamiento ganglionar de 12 linfonodos, se demostró metástasis de cáncer de células transicionales renales. Sometida a quimioterapia posterior. Seguimiento clínico y con PET negativos.

pleomorfo, con FDG positivo que requirió cirugía cervical adicional; un tumor de Wilms y una neurofibromatosis, ambos con FDG positivo.

Los tumores de sistema nervioso central fueron 14% de los cánceres pediátricos, todos solicitados para evaluar viabilidad posradioterapia (3/4 casos positivos con FDG fallecieron).

La solicitud de tipo neurológico no tumoral correspondió a 50%, para evaluación de epilepsia

refractaria en 86% y por causa neuropsiquiátrica en 14%.

DISCUSIÓN

El rendimiento del PET-FDG es excelente, confirmado en las revisiones de Gambhir y cols. y Rohren y cols^{1,2}, que incluyen cánceres inicial-

Tabla 2. Causa de solicitud de PET FDG en patología pediátrica

Solicitud	Patología	n	Subtotal (%)	Total (%)
Oncológica	Linfomas	8	29	50
	Tumores tiroideos	5	18	
	Tumores cerebrales	4	14	
	Neuroendocrinos	3	11	
	Sarcomas	3	11	
	Melanoma	2	7	
	Otros tumores	3	11	
Neurológica	Epilepsia refractaria	24	86	50
	Neuropsiquiátricas	4	14	
Total		56		100

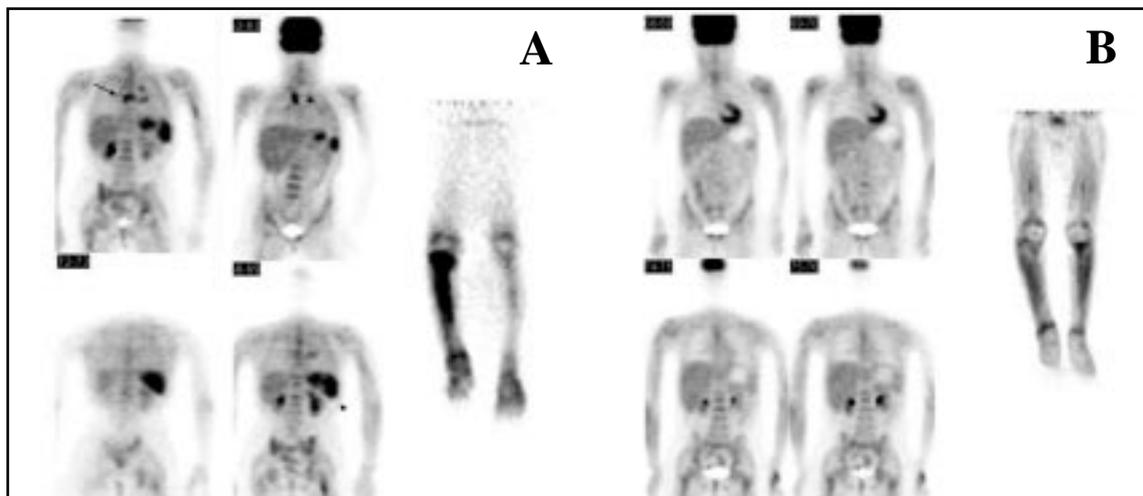


Figura 4a. Niña de 6 años, con linfoma linfoblástico de tibia derecha en quimioterapia de inducción. Las imágenes de FDG muestran compromiso supraclavicular, en hilios pulmonares y, múltiple, en esqueleto con intensa actividad tibial derecha (flecha) así como en bazo (cabeza de flecha).

Figura 4b. La misma paciente tuvo cambio de esquema de quimioterapia. Se efectúa control a los 3,5 meses, pretrasplante de médula ósea. Se observa mejoría significativa y sólo leve actividad residual en esqueleto, en extremidades inferiores, probablemente secundaria a terapia y trastornos de deambulación.

mente aceptados por *Medicare* en Estados Unidos de Norteamérica (mama, melanoma, colorrectal, pulmón, linfoma, etc.). Esas indicaciones son también utilizadas en nuestro país¹¹⁻¹⁴. En esta casuística se aprecia que, en adultos, los cánceres pulmonares y digestivos son preponderantes y, en niños, las indicaciones oncológicas y neurológicas tienen similar importancia por la mayor prevalencia de tumores cerebrales y epilepsia refractaria^{8,9}.

En revisión de cáncer pulmonar¹⁵, se muestra que el PET-FDG es más seguro que las imágenes anatómicas convencionales en etapificación general y del mediastino en candidatos quirúrgicos, útil en planificación de radioterapia y que la etapificación predice con mayor seguridad la sobrevida de pacientes con radioterapia. La tasa de detección de metástasis no sospechadas fue sobre 20%.

Debe mencionarse un metaanálisis en linfomas que demostró una mediana de sensibilidad de 90,3% y especificidad de 91,1%¹⁶.

En detección de cáncer colorrectal recurrente, el metaanálisis de Huebner y cols¹⁷, la sensibilidad global fue 97%, con especificidad de 76%. El cambio de manejo inducido por PET FDG ocurrió en 29%. En cáncer gástrico, el FDG tiene buena especificidad en evaluación nodal, incluso en casos avanzados^{18,19}. Respecto a cáncer mamario, otro metaanálisis de Isasi y cols, mostró que el FDG-PET es útil para detectar recurrencia y metástasis; la sensibilidad promedio fue 90% y con 11% de falsos positivos, mediana de sensibilidad 92,7% y de especificidad 81,6%²⁰.

La FDG también ayuda a evitar toxicidad innecesaria posterior a quimio o radioterapia a pacientes con sobrevida prolongada que puedan presentar otros procesos primarios posteriores,

limitando campos de radiación o con quimioterapia abreviada²¹, especialmente válido en linfomas de pacientes jóvenes, por los excelentes resultados terapéuticos y buen rendimiento de la técnica^{22,23}. Las dosis de irradiación a cuerpo entero en niños también pueden ser menores en seguimiento a largo plazo utilizándose imágenes metabólicas en vez de anatómicas, considerando que las dosis de FDG son bajas y la vida media corta^{10,24}.

La buena relación costo beneficio obtenida con PET-FDG se mide no sólo en términos de sobrevida, sino también en menor requerimiento de exámenes anatómicos, cirugías o quimio-radioterapias, con reducción de morbilidad asociada, optimizando el manejo de enfermedad²⁴⁻²⁶.

En esta casuística, no hubo dificultades en la adquisición ni procesamiento del PET-FDG, que no tiene contraindicaciones salvo embarazo sin interferir con otros exámenes. Observamos que después de analizar los 250 casos iniciales⁴ existieron menos dificultades en la interpretación debido a mayor experiencia individual y grupal de los médicos, especialmente, con las variantes normales causadas por la excreción urinaria y captación intestinal.

En resumen, la FDG se ha utilizado en Chile para evaluación de diversas patologías, con franco predominio oncológico del adulto. Específicamente, en lesiones pulmonares, gastrointestinales y linfomas, se han observado cambios de conducta terapéutico. En niños, el control de linfomas fue la indicación más común. En concordancia con la literatura²⁷⁻³¹, en cáncer tiroideo y neuroendocrino la utilidad es moderada, debiendo seleccionarse los pacientes; es menor en melanomas oculares, tumores testiculares diferenciados y para caracterizar lesiones <6 mm.

REFERENCIAS

1. GAMBHIR SS, CZERNIN J, SCHWIMMER J, SILVERMAN DH, COLEMAN RE, PHELPS ME. A tabulated summary of the FDG PET literature. *J Nucl Med* 2001; 42: 1S-93S.
2. ROHREN EM, TURKINGTON TG, COLEMAN E. Clinical Applications of PET in Oncology. *Radiology* 2004; 231: 305-32.
3. GONZÁLEZ P, MASSARDO T, CANESSA J, HUMERES P, JOFRÉ MJ. Aplicaciones clínicas del PET. *Rev Méd Chile* 2002; 130: 569-79.
4. MASSARDO T, JOFRÉ MJ, CANESSA J, GONZÁLEZ P, HUMERES P, SIERRALTA P ET AL. Analysis of the initial experience with first PET scanner and ¹⁸F-FDG in Chile. *Alasbimn Journal* 7(29): July 2005. Article N° AJ29-3.
5. SIERRALTA P, JOFRÉ MJ, GONZÁLEZ P, MASSARDO T, HUMERES P, CANESSA J. PET, tomografía por emisión de positrones: Presentación de un caso clínico. *Rev Chil Radiol* 2003; 9: 33-5.
6. CANESSA J, LARACH J, MASSARDO T, JOFRÉ MJ, GONZÁLEZ P, MORALES B ET AL. Estudio de imágenes PET con Flúor¹⁸-Desoxiglucosa (F¹⁸FDG) en evaluación de elevación de marcador tumoral CA 19-9 en paciente con cistoadenocarcinoma mucinoso de páncreas. *Rev Méd Chile* 2004; 132: 347-52.
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 Cancerol Hematol* 2003; 13: 9-28.
8. JADVAR H, ALAVI A, MAVI A, SHULKIN B. PET in pediatric diseases. *Radiol Clin N Am* 2005; 43: 135-52.
 9. SHULKIN B. PET imaging in pediatric oncology. *Pediatr Radiol* 2004; 34: 199-204.
 10. 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; 755-74.
 11. JOFRÉ MJ, MASSARDO T, GONZÁLEZ P, CANESSA J, SIERRALTA P, HUMERES P ET AL. Uso de la tomografía de emisión de positrones PET con F¹⁸-FDG en la evaluación de lesiones pulmonares. *Rev Méd Chile* 2005; 133: 583-92.
 11. JOFRÉ MJ, SIERRALTA P, MASSARDO T, CANESSA J, GONZÁLEZ P, HUMERES P ET AL. Valor de la tomografía de emisión de positrones con F¹⁸-fluorodeoxiglucosa (PET-FDG) en pacientes con cáncer de mama. *Rev Chil Cirugía* 2005; 57: 384-8.
 12. 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.
 14. MASSARDO T, CANESSA J, JOFRÉ MJ, GONZÁLEZ P, HUMERES P, SIERRALTA P. Utilidad de la deoxiglucosa marcada con flúor-¹⁸ (FDG) en el manejo de los linfomas. *Rev Méd Chile* 2006; 134: 910-9.
 15. MAC MANUS MP, HICKS RJ. PET scanning in lung cancer: current status and future directions. *Semin Surg Oncol* 2003; 21: 149-55.
 16. ISASI CR, LU P, BLAUFox MD. A metaanalysis of 18F-2-deoxy-2-fluoro-D-glucose positron emission tomography in the staging and restaging of patients with lymphoma. *Cancer* 2005; 104: 1066-74A.
 17. HUEBNER RH, PARK KC, SHEPHERD JE, SCHWIMMER J, CZERNIN J, PHELPS ME ET AL. A meta-analysis of the literature for whole-body FDG PET detection of recurrent colorectal cancer. *J Nucl Med* 2000; 41: 1177-89.
 18. YUN M, LIM JS, NOH SH, HYUNG WJ, CHEONG JH, BONG JK ET AL. Lymph node staging of gastric cancer using (18)F-FDG PET: a comparison study with CT. *J Nucl Med* 2005; 46: 1582-8.
 19. KIM SK, KANG KW, LEE JS, KIM HK, CHANG HJ, CHOI JY ET AL. Assessment of lymph node metastases using (18)F-FDG PET in patients with advanced gastric cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006; 33: 148-55.
 20. ISASI CR, MOADEL RM, BLAUFox MD. A meta-analysis of FDG-PET for the evaluation of breast cancer recurrence and metastases. *Breast Cancer Res Treat* 2005; 90: 105-12.
 21. NG AK, BERNARDO MY, WELLER E, BACKSTRAND K, SILVER B, MARCUS KC 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.
 22. JERUSALEM G, RIGO P. PET imaging in lymphoma. En: *Positron emission tomography. Basic Science and clinical practice*, Eds: Valk P, Bailey D, Townsend D, Maisey M. London: Editorial Springer, 2003; 547-58.
 23. HICKS RJ. PET in lymphoma and malignant melanoma. En: *Nuclear Medicine in clinical diagnosis and treatment*. Eds.: Ell PJ, Gambhir SS. Editorial Churchill Livingstone, Edinburgh, 2004; 23-34.
 24. 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.
 25. MAISEY MN. Cost-effectiveness of PET in patient management. En: *Positron emission tomography. Basic science and clinical practice*. Eds: Valk P, Bailey D, Townsend D, Maisey M. Editorial Springer, London, 2003; 795-804.
 26. KALFF V, HICKS RJ, MACMANUS MP, BINNS DS, MCKENZIE AF, WARE RE ET AL. Clinical impact of (18)F fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with non-small-cell lung cancer: a prospective study. *J Clin Oncol* 2001; 19: 111-8.
 27. JUWEID ME, CHESON BD. Positron-emission tomography and assessment of cancer therapy. *N Engl J Med* 2006; 354: 496-507.
 28. SCHODER H, LARSON SM. Positron emission tomography for prostate, bladder, and renal cancer. *Semin Nucl Med* 2004; 34: 274-92.
 29. SCHODER H, YEUNG HW. Positron emission imaging of head and neck cancer, including thyroid carcinoma. *Semin Nucl Med* 2004; 34: 180-97.
 30. KATO K, KUBOTA T, IKEDA M, TADOKORO M, ABE S, NAKANO S ET AL. Low Efficacy of 18F-FDG PET for Detection of Uveal Malignant Melanoma Compared with 123I-IMP SPECT. *J Nucl Med* 2006; 47: 404-9.
 31. KUMAR R, ZHUANG H, ALAVI A. PET in the management of urologic malignancies. *Radiol Clin North Am* 2004; 42: 1141-53, ix.