



TESIS

# PET/CT en Pediatría Patología oncológica y no oncológica.

AUTOR: DRA. GABRIELA PILAR ANDREA MUNDACA SOTO

Residente 3° Año Medicina Nuclear  
Hospital Clínico de la Universidad de Chile  
Sección de Medicina Nuclear, Departamento de Medicina  
Convenio Docente: Clínica Santa María  
Contacto: gpa.muso@gmail.com

TUTOR DE TESIS: DR. PATRICIO GONZÁLEZ ESPINOZA

COLABORACIÓN: Dr. Juan Tordecilla Cadiu. Dra. Pamela Humeres Apra. Dra. Javiera González Araya.

Fecha: julio de 2024

# Índice

Introducción .....	2
Marco Teórico	
Tomografía por emisión de positrones .....	3
Tomografía computada .....	3
Radiofármacos .....	4
Preparación .....	5
Adquisición .....	6
Protección radiológica.....	7
Biodistribución normal y variantes fisiológicas del 18F-FDG .....	8
Artefactos .....	10
Patología oncológica	
- Tumores del SNC .....	11
- Linfoma .....	12
- Neuroblastoma .....	14
- Sarcomas óseos	
- Osteosarcoma .....	15
- Sarcoma de ewing .....	16
- Rabdomyosarcoma .....	17
- Histiocitosis de Langerhans .....	17
Patología no oncológica	
- Fiebre de origen desconocido .....	19
- Osteomielitis .....	20
- Encefalitis .....	21
- Epilepsia .....	22
Métodos .....	24
Resultados .....	25
- Patología oncológica .....	26
- Casos clínicos patología oncológica .....	28
- Patología no oncológica .....	37
- Casos clínicos patología no oncológica .....	39
Discusión .....	47
Conclusión .....	48
Bibliografía .....	49

# *Introducción*

La imagen PET CT con 18F-FDG es una herramienta imagenológica utilizada en pediatría, principalmente en el ámbito oncológico, pero también, en neurología, procesos infecciosos e inflamatorios.

En los últimos años, el PET CT ha evolucionado como una modalidad establecida para el diagnóstico, la estadificación, la evaluación de la respuesta y la sospecha de recidiva en tumores sólidos como linfoma, sarcomas de huesos y tejidos blandos, neuroblastomas y tumores malignos de la vaina del nervio periférico en niños. Esto a través del uso de diferentes radiotrazadores, siendo el más utilizado la fluordesoxiglucosa radiomarcada con Fluor-18.

El objetivo principal es evaluar la experiencia de un centro de referencia con la utilización PET/TC realizado en menores de 16 años; además, ver sus indicaciones en nuestro medio, características demográficas de los pacientes y los hallazgos metabólicos según patología benigna o maligna y su concordancia con los antecedentes concomitantes (clínica, biopsia e imágenes morfológicas/ funcionales) así como la evolución de cada paciente, disponibles en la ficha clínica.

A la fecha, no hemos encontrado publicaciones que consideren estos aspectos en población pediátrica chilena.

# *Marco teórico*

## **Tomografía por emisión de positrones**

El PET por sus siglas en inglés (positron emission tomography), es una técnica de medicina nuclear en el que se utilizan isótopos radiactivos como el Fluor 18 (18F), Galio 68 (68Ga), Carbono 11, Nitrogeno 13, oxígeno 15, entre otros; a los cuales se les une un fármaco como la flordesoxiglucosa (FDG), análogos de somatostatina (DOTATATE, FAN), inhibidor de la proteína de activación de fibroblastos (FAPI), el antígeno de membrana específico de próstata (PSMA), colina, entre otros(1). En conjunto el isótopo y el fármaco a través de distintos mecanismos de acción, atrapamiento intracelular, unión a receptores o proteínas de membrana; según el funcionamiento de los distintos tejidos se produce una acumulación de este radiofármaco o radiotrazador y con el decaimiento del radionúclido se emite un positrón el cual al interactuar con los electrones del tejido circundante, se aniquilan emitiendo dos fotones de igual intensidad y en sentido contrario (2), los que son detectados en un anillo de cristal y transformado por la electrónica en una imagen funcional que expresa la biología e interacción entre el radiofármaco y las células. En esta imagen debe corregirse la atenuación de los fotones que atraviesan las diferentes estructuras corporales que tienen densidad variable, generalmente se realiza con el CT.

## **Tomografía computada**

La tomografía computada (CT) es una técnica imagenológica, que utiliza los rayos X, los cuales son emitidos desde un tubo de tungsteno que fue impactado por electrones acelerados con corriente eléctrica. De este voltaje y el colimador dependerá la cantidad de rayos X que lleguen al paciente. En contraposición del tubo existe un detector de rayos X, los cuales giran alrededor del paciente en 360° adquiriendo múltiples imágenes planares que posteriormente son reconstruidas en 3 dimensiones. Esta técnica se puede utilizar para tres propósitos, corrección de atenuación, localización anatómica o para una interpretación diagnóstica, en las cuales varía la dosis de radiación administrada. (4)

## Radiofármacos

La fluordesoxiglucosa es un análogo de glucosa, que ingresa a las células a través de los receptores GLUT fosforilándose, pero debido a la presencia del Flúor no puede metabolizarse y se acumula.

Algunos tumores dependen del glicólisis para la obtención de energía, por lo que el radiofármaco se acumula en las células de forma proporcional a su metabolismo. Del mismo modo, los neutrófilos y macrófagos también presentan mayor metabolismo, los cuales migran en presencia de procesos inflamatorios e infecciosos. (5)

Los análogos de somatostatina, como el DOTA-OCTREOTATE (DOTATATE) y el AIF-NOTA-OCTREOTIDE (FAN), se unen a los receptores de somatostatina.

Los tumores neuroendocrinos, principalmente los de bajo grado y bien diferenciados, sobreexpresan estos receptores, permitiendo la acumulación del radiofármaco. (6)

Por la sensibilidad del sistema de detección, se introducen cantidades mínimas del fármaco, que no perturban el proceso biológico que se investiga. La actualización de 2016 de la guía de consenso norteamericana para actividades radiofarmacéuticas administradas en pediatría recomienda dosis de FDG de 0,1 a 0,14 mCi/kg (3,7 a 5,2 MBq/kg), con una actividad mínima de 0,7 mCi (26 MBq)(7).

## Preparación

**Ayuno:** Los pacientes no deben ingerir alimentos 4 horas antes de la inyección, 12 horas si van a recibir sedación. De igual modo, se debe suspender alimentación por sonda nasogástrica y soluciones intravenosas glucosadas. Debido a que la secreción de insulina es estimulada por la ingesta calórica, pueden ocurrir niveles altos de absorción de FDG tanto en el músculo esquelético como en el cardíaco (8).

**Ejercicio:** se evita el ejercicio extenuante durante las 24 h previas al examen para minimizar la captación de fondo en el músculo esquelético. (9)

**Glicemia:** Antes de la inyección los niveles sanguíneos de glucosa deben ser menor a 200mg/dL. Los pacientes insulino requirente o dependiente deben aplicarse la dosis nocturna de acción prolongada. Por lo mismo es ideal que el examen se realice dentro de los primeros de la mañana. Los niveles altos de glucosa sérica pueden competir con las cantidades mínimas de FDG que se administran, reduciendo así la sensibilidad del examen PET/CT. (10)

**Sedación:** Se debe establecer una comunicación directa adicional con el equipo de sedación o anestesia antes de realizar el examen PET/CT. Para evitar el movimiento durante la adquisición. (11)

**Acceso intravenoso:** Debe ser realizado por personal experimentado para evitar múltiples intentos. Además, debe ser asegurada. (12)

**Temperatura:** Se debe mantener a los pacientes siempre abrigados, con una temperatura cálida previo la inyección y la adquisición para evitar la activación de la grasa parda. (11)

**Sonda vesical:** La sonda no se debe utilizar de rutina. Debido a la eliminación del radiofármaco por el sistema renal, puede favorecer el uso de sonda en pacientes con tumores pélvicos. Por otro lado, ayudará a disminuir la dosis de radiación en vejiga y pelvis. (12)

## Adquisición

Las imágenes deben realizarse según las pautas de la EANM (European Association of Nuclear Medicine) y el consenso de Norte América. (13)  
La correcta distribución del radiotrazador y disminución del fondo, en el caso del 18F-FDG 60 min. y para el 18F-FAN 90 min.; el PET cerebral se adquiere a los 30 min.

El PET/CT generalmente se realiza de cuerpo completo o según la patología de vertex craneal o base de cráneo hasta los muslos.

La posición del paciente es en decúbito dorsal (supino) con los brazos sobre la cabeza, si se quiere evaluar un tumor de cabeza y cuello se realiza con los brazos abajo.

Se inicia con la tomografía computada que se lleva a cabo en unos segundos, posteriormente la tomografía por emisión de positrones la cual tarda 15-20 minutos en los equipos convencionales según la extensión. (14)

Los niños deben ser evaluados individualmente para determinar si la TC se debe utilizar sólo para la corrección de la atenuación y la localización anatómica (TC de dosis muy baja), o si se necesita calidad diagnóstica (TC de dosis de rutina). (15)

## Protección radiológica

La población pediátrica es más sensible a la radiación ionizante que los adultos, esto se debe a la constante proliferación celular por el crecimiento y a la proyección de vida más larga.

Como el PET/CT es una imagen híbrida, es necesario considerar los parámetros que reflejan los aspectos de radiación ionizante (rayos gamma y X). Por lo tanto, estos factores se pueden minimizar siguiendo el principio de ALARA (As Low As Reasonably Achievable) tan bajo como sea razonablemente posible, sin sacrificar la calidad de la imagen. Por lo tanto, la dosis del radiofármaco debe ser la precisa para el peso del paciente y la mínima posible, así como con la CT la cual debe realizarse idealmente en dosis baja (disminución del 50-65%), si el paciente ya cuenta con estudios previos, para la corrección de atenuación y utilizar contraste cuando se requiere una CT diagnóstica. (16)

También se ha estimado que las niñas tienen aproximadamente un 50% más de riesgo de sufrir cáncer inducido por radiación en comparación con los niños, en gran parte debido a una mayor incidencia de cáncer de mama.

Según el modelo lineal sin umbral, cada examen que involucra radiación ionizante aumenta el riesgo de causar algún efecto biológico, aumentando esencialmente el riesgo de cáncer. Cada intento de disminuir la exposición a la radiación relacionada con un estudio de imágenes, después del modelo lineal sin umbral prudente, disminuirá los riesgos de la radiación. (17)

### *Estrategias de optimización:*

1. Eliminar exámenes innecesarios
2. Reducir la cantidad/dosis inyectada del radio trazador: Usar dosis apropiadas de radiofármacos. Considerar el aumento de los tiempos de obtención de imágenes por posición de cama para facilitar una mayor reducción de las dosis de radiofármacos administradas.
3. Reducir las dosis de los parámetros de las imágenes de TC: Disminuir mAs, Reducir kVp, Utilizar la posición adecuada del paciente mediante el centrado automático.  
Elegir la metodología de TC más adecuada para cada paciente y su situación clínica (diagnóstico, sin contraste de dosis baja para corrección de atenuación y localización, corrección de atenuación únicamente.
4. Reducir la extensión de las áreas adquiridas. (18)



## Biodistribución normal y variantes fisiológicas

El PET/CT con 18F-FDG es el radio trazador más utilizado en neoplasias y procesos infecciosos/inflamatorios, es por ello, que mencionaremos específicamente de este.

El metabolismo glucídico no solo está presente en lesiones, si no también, en muchos procesos fisiológicos y el patrón de los niños es único, por estar en un proceso continuo de crecimiento.

### - *Cerebro y médula espinal*

Cerebro metabolismo glucídico como fuente de energía, absorbiendo aproximadamente el 6% de la dosis inyectada. La sustancia gris, el tálamo y los ganglios basales presenta un gran metabolismo, por ello la captación fisiológica del FDG es muy intensa, en los lactantes, varía constantemente a medida que aumenta la edad, pero en los niños más grandes el patrón es similar a los adultos. (19)

En el cono medular se aprecia una captación difusa y de bajo grado y en los cortes axiales se puede ver como un aumento focal a nivel de L1-L2.

### - *Cabeza y cuello*

En el anillo de Waldeger se aprecia una intensa captación simétrica que va disminuyendo con la edad. Las glándulas salivales presentan un metabolismo leve y simétrico. tejidos linfáticos que alcanza su punto máximo entre los 6 y los 8 años de edad. Ocasionalmente, se puede observar captación simétrica difusa incidental en glándula tiroidea en pacientes clínicamente eutiroideos. (20)

La musculatura masticatoria, laríngea y cervical, así como también las cuerdas vocales pueden tener un aumento de la actividad por sobreuso.

### - *Mediastino*

El timo es un órgano linfoide que va involucionando con la edad, en los lactantes y niños pequeños es habitual ver un tejido triangular hipermetabólico. En ocasiones puede extenderse hacia superior y parecer un nódulo independiente, este se ubica anteromedial a la vena braquiocefálica izquierda. La captación es bilobulada con forma de V invertida en las vistas coronales (21). La hiperplasia tímica (o "rebote") se observa después de la quimioterapia con más frecuencia en niños que en adultos. (22)

En el miocardio la actividad cardíaca es variable, desde ninguna actividad discernible por encima de la actividad del fondo de la sangre hasta una actividad intensa en todo el miocardio del ventrículo izquierdo.

- *Mama*

Se puede observar una captación moderada y difusa de FDG en la mama normal debido al tejido glandular proliferativo. (23)

- *Tracto gastrointestinal*

La unión gastro esofágica presenta una captación difusa y de bajo grado, la válvula puede tener una captación focal por presencia de tejido linfoide. El intestino delgado y grueso es más variable, la captación puede ser focal, difusa o segmentaria. (24)

- *Tracto urinario*

El 18F-Fluordesoxiglucosa se elimina por los riñones, por lo que es común observar intensa actividad en sistema pielocalicial, uréteres y vejiga. La actividad urinaria en los divertículos de la vejiga puede simular una linfadenopatía o tumores de ovario. Las variantes congénitas, como el riñón ectópico o el riñón en herradura, y las distorsiones anatómicas, como la desviación urinaria, también pueden dar lugar a resultados falsos positivos. (25)

- *Órganos reproductivos*

En la postmenarquia la captación del útero y ovarios varía según la fase del ciclo menstrual. En útero en la ovulación y menstruación, en ovarios en la ovulación o un quiste de cuerpo lúteo (26). Los niños en la pubertad pueden tener una captación intensa difusa y simétrica en los testículos. (27)

- *Grasa parda*

La activación del tejido adiposo pardo presenta una intensa captación bilateral y simétrica en las regiones cervical posterior, supraclavicular, paravertebral, interescapular, axilar y perirrenal, esta última poco frecuente. (21)

- *Musculoesquelético*

Es común observar captación en los pilares diafragmáticos, intercostales y músculos laríngeos por el llanto. Cuando no hay ayuno adecuado, la insulina activa los GLUT 4 en la musculatura generando una captación difusa del FDG. De manera similar, ocurre al realizar ejercicio previo a la inyección. (28)

- *Cartílago de crecimiento*

Los niños y adolescentes que son esqueléticamente inmaduros se observa captación lineal entre la diáfisis y epífisis correspondiente a las placas de crecimiento, que varían con la edad. (29)

- *Médula ósea*

Comúnmente hay una actividad homogénea, simétrica y de bajo grado en la médula ósea. La actividad de la médula ósea que es más intensa que la actividad del hígado se debe considerar anormal. Se puede observar un aumento de la actividad glucídica después de la quimioterapia, que generalmente se resuelve en 1 mes. También posterior al tratamiento con factor estimulante de colonias de granulocitos o eritropoyetina. Una captación reducida en médula ósea se puede observar varios meses después de la radioterapia de haz externo. (30)

## **Artefactos**

- *Movimiento*

Debido a los movimientos fisiológicos como la respiración, se puede realizar un corregistro incorrecto del PET y el CT, esto se refleja comúnmente cerca del diagrama. En los niños pequeños que no siguen indicaciones o no cooperan, es necesario sedación para evitar estos artefactos

- *Material de alta densidad*

Implantes metálicos, medios de contraste oral o endovenoso de alta densidad pueden alterar la corrección de atenuación, sobreestimando la captación del radiotrazador. (31)

## Patología oncológica

Las neoplasias más frecuentes en la población pediátrica son la leucemia, los tumores del sistema nervioso central, linfomas, neuroblastoma, tumor de Willms, rhabdomyosarcoma, retinoblastoma y los tumores óseos.

A continuación mencionaremos las neoplasias en donde el PET tiene un mejor rendimiento.

### ***Tumores del Sistema Nervioso Central***

Los tumores cerebrales son las neoplasias sólidas más comunes en niños, constituyendo entre el 20% y el 25% de todos los cánceres infantiles (32). Entre ellos, los astrocitomas pilocíticos (26.2%) y los meduloblastomas (21.9%) son los más prevalentes. Otros tipos incluyen gliomas (19.4%), ependimomas (7.8%), astrocitomas (12.3%), glioblastomas (3.5%), oligodendrogliomas (1.9%). La mayoría de estos tumores se originan en el tejido neuroepitelial. (33)

**Etapificación:** El PET/CT con 18F-FDG no es de uso rutinario en la evaluación de tumores cerebrales pediátricos debido a la alta captación fisiológica del cerebro normal, que dificulta la detección, especialmente en gliomas de bajo grado (34), por lo que se prefiere la RM. No obstante, esta técnica puede ofrecer información pronóstica basada en la actividad metabólica del tumor. En astrocitomas anaplásicos pediátricos, una mayor captación de 18F-FDG se correlaciona con el grado histopatológico del tumor y la supervivencia libre de progresión (35).

Algunos tumores benignos, también pueden mostrar alta captación de 18F-FDG. Los gliomas de alto grado tienden a tener una mayor captación de FDG en comparación con los de bajo grado, lo que puede ser útil para diferenciarlos. Además, el FDG-PET puede ayudar en la identificación del sitio óptimo para biopsias en tumores heterogéneos o con edema circundante. (36)

**Recidiva:** La FDG-PET es útil para diferenciar entre necrosis por radiación y recurrencia de gliomas, aunque su especificidad es limitada. Después de la radiación, la alta absorción de FDG puede imitar una recurrencia debido a la inflamación (hasta 6 meses). La combinación de imágenes anatómicas utilizadas convencionalmente (RM) y metabólicas (PET) mejora el diagnóstico y la precisión de las biopsias en niños con lesiones cerebrales infiltrativas (37). La alta captación de FDG indica la presencia de tumor residual o recurrente, mientras que la baja captación sugiere necrosis.

Los tumores de alto grado muestran mayor captación de FDG que los de bajo grado, los cuales pueden parecer isometabólicos o hipometabólicos en comparación con el tejido cerebral normal. Un aumento en la captación de FDG en un tumor inicialmente hipometabólico indica progresión a un grado superior. No obstante,

algunos gliomas de bajo grado pueden no detectarse claramente, lo que dificulta la evaluación precisa de su malignidad. (38)

## **Linfoma**

El linfoma es la tercera neoplasia maligna más común en la población pediátrica, representando casi el 15% de todos los cánceres infantiles, después de la leucemia y los tumores cerebrales malignos. (39)

El linfoma no Hodgkin (LNH) puede presentarse en cualquier etapa de la infancia. Los tipos histológicos más frecuentes en niños son el linfoma de Burkitt (45%), el linfoma linfoblástico (35%) y el linfoma de células grandes anaplásico (10%). Esta enfermedad suele estar diseminada al momento del diagnóstico y es un grupo heterogéneo de neoplasias linfoides que pueden originarse en células B, células T o células asesinas naturales, siendo estas maduras o inmaduras. (40)

Por otro lado, la enfermedad de Hodgkin (LH) tiene una mayor incidencia durante la adolescencia, con la variedad clásica representando más del 85% de los casos y el de predominio linfocítico nodular. Este tipo se caracteriza por la presencia de grandes células B mononucleares de Hodgkin y células de Reed-Sternberg multinucleadas en un fondo de células inflamatorias mixtas. Rara vez se encuentra diseminado al momento del diagnóstico. (41)

**Etapificación:** El PET/CT con FDG se recomienda para todos los subtipos de linfoma ávidos de FDG según la clasificación de Lugano (42). La mayoría de los subtipos histológicos de LNH en niños son de alto grado histológico y muestran una fuerte captación de 18 F-FDG. Los linfomas indolentes, son menos frecuentes y generalmente muestran poca o ninguna captación de 18 F-FDG. (43)

Se ha demostrado que la FDG-PET puede revelar sitios de enfermedad no detectados mediante métodos convencionales, aumentando el estadiaje y potencialmente alterando el tratamiento en el 10%-23% de los niños con linfoma. (44)

Las sensibilidades y especificidades del PET/CT con 18F-FDG en la estadificación inicial de linfomas malignos son del 96%-99% y del 95%-100%, respectivamente. (45) El PET con 18F-FDG es más sensible que la TC para detectar lesiones ganglionares y extraganglionares en LH y LNH, incluida la afectación del bazo y la médula ósea. La detección de la afectación de la médula ósea es crucial, ya que eleva el estadiaje a etapa IV, cambiando el pronóstico y tratamiento. El PET/CT con 18F-FDG puede incluso reemplazar la biopsia de médula en la estadificación. (46).

**Respuesta a tratamiento:** El tratamiento estándar del linfoma de Hodgkin pediátrico generalmente implica quimioterapia, que puede ser seguida por radioterapia del campo afectado en algunos pacientes. Identificar a los pacientes que no responden

tempranamente permite evitar tratamientos ineficaces y optar por opciones intensificadas o alternativas. La FDG-PET/CT es más precisa que las imágenes convencionales para evaluar la respuesta a la terapia, permitiendo ajustes tempranos en la quimioterapia. (47)

Un resultado negativo en el PET/CT con FDG al final del tratamiento predice una remisión completa, aunque los resultados positivos deben interpretarse con cautela debido a su menor valor predictivo positivo. (40)

**Recidiva:** El PET/CT con 18F-FDG tiene alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de recaída en LH y LNH (95%-100% y 90%-100%, respectivamente) (48). Sin embargo, pueden ocurrir falsos positivos debido a rebote tímico, ganglios linfáticos inflamados, captación cardíaca fisiológica, infecciones o inflamación, y médula reconvertida. Por tanto, una PET con 18F-FDG negativa es un fuerte indicador de ausencia de recaída, mientras que una positiva debe validarse con otras modalidades de imagen o biopsia. (49)

La FDG-PET también evalúa las masas residuales de tejido blando post-tratamiento, donde la ausencia de captación de FDG indica remisión y una alta captación sugiere tumor residual o recurrente.

### **Criterios de interpretación del PET con 18F-FDG**

Tabla 1. Criterios de Deauville y escala de cinco puntos (5PS) (50)

Puntuación 1	No hay captación más allá del fondo
Puntuación 2	Captación $\leq$ mediastino (actividad del depósito de sangre)
Puntuación 3	Captación $>$ mediastino, pero $\leq$ hígado
Puntuación 4	La captación es ligeramente a moderadamente superior a la del hígado (menos del doble)
Puntuación 5	La captación es marcadamente mayor que en el hígado (más del doble) o con lesiones nuevas
X	Es poco probable que las nuevas áreas de captación estén relacionadas con el linfoma

Tabla 2. Clasificación de Lugano (51)

Respuesta completa (RC)	Se define como una puntuación de Deauville de 1 o 2, sin una lesión de médula ósea ávida de FDG, independientemente de la presencia de una masa persistente en la TC durante o después de la finalización de la terapia. Una puntuación de Deauville de 3 también suele ser un indicador de una respuesta metabólica completa, aunque existe cierto debate sobre si realmente se puede asumir una remisión completa cuando existe este nivel de actividad residual al final de la terapia, en particular en pacientes de alto riesgo.
Respuesta parcial (RP)	Una puntuación de Deauville de 4 o 5 con una captación inferior a la inicial y sin hallazgos anatómicos que sugieran progresión en la TC.
Enfermedad estable (EE)	Una puntuación de Deauville de 4 o 5 sin cambios significativos en la captación de FDG en comparación con el valor inicial.
Enfermedad progresiva (EP)	Puntuación de Deauville 4 o 5 con mayor captación en comparación con el valor inicial o desarrollo de al menos una nueva lesión patológica ávida de FDG.

### **Neuroblastoma**

El neuroblastoma es el tumor maligno sólido extracraneal más frecuente en niños, con una edad media de presentación entre los 20 y 30 meses, siendo raro después de los 5 años. Este tumor surge de neuroblastos primitivos de la cresta neural embrionaria y puede desarrollarse en cualquier parte a lo largo del sistema nervioso simpático. (52) Las glándulas suprarrenales son el sitio más común, aunque también puede originarse en la cadena simpática paravertebral y presacra, el órgano de Zuckerkandl, los ganglios simpáticos mediastínicos posteriores y los plexos simpáticos cervicales. (53)

Frecuentemente, el neuroblastoma presenta calcificaciones macroscópicas o microscópicas. Al momento del diagnóstico, puede existir enfermedad diseminada, afectando principalmente ganglios linfáticos, el hueso cortical y la médula ósea, y en menor medida el hígado, la piel y los pulmones. Este tipo de cáncer representa el 8% de todas las neoplasias malignas infantiles. (54)

Las imágenes con metayodobencilguanidina (MIBG) marcada con <sup>123</sup>I o <sup>131</sup>I, se consideran superiores a la FDG-PET, especialmente para delimitar la enfermedad residual. Una ventaja de la FDG-PET, además de la alta resolución, es que las imágenes se obtienen 30 a 60 minutos después de la administración de FDG, mientras que las

imágenes MIBG, cintigrama o SPECT, se realizan un día o más después del marcador. Alrededor del 10% de los neuroblastomas no captan MIBG; en estos casos, las gammagrafías óseas y las exploraciones PET con 18F-FDG son útiles para la estadificación. (55)

La alta actividad metabólica de la médula ósea hematopoyética en niños pequeños puede enmascarar las metástasis en las exploraciones PET con 18F-FDG, por lo que la gammagrafía con 123I-MIBG es superior en neuroblastomas en estadio IV. La FDG-PET/CT ofrece imágenes de alta resolución con excelente delimitación anatómica y no requiere bloqueo de la tiroides ni suspensión de medicamentos (56). Los neuroblastomas no dependen del receptor de somatostatina, lo que impide la selección de pacientes para tratamiento con lutecio DOTATATE sin realizar imágenes con análogos de somatostatina radiomarcados. (57)

Aproximadamente el 94% de los neuroblastomas muestran avidéz por el 18F-FDG. En un estudio con 25 pacientes con neuroblastoma, se observó que los pacientes con baja captación de 18F-FDG mostraron una supervivencia libre de progresión y una supervivencia general a dos años superiores al 80%, mientras que aquellos con alta captación de FDG fueron del 30% y 55%, respectivamente. (58)

El FDG-PET/CT también puede ser más preciso en la evaluación de la respuesta al tratamiento en pacientes con neuroblastomas que son tanto MIBG como 18F-FDG (+). (57)

## ***Sarcomas óseos***

### ***Osteosarcoma***

El osteosarcoma es la neoplasia ósea primaria más común en la infancia, afectando predominantemente a adolescentes y adultos jóvenes, con una segunda alza en adultos mayores, especialmente aquellos con antecedentes de radiación ósea o enfermedad de Paget. Este tumor rara vez afecta a niños menores de 7 años y suele localizarse en los huesos largos. Las metástasis en la médula ósea y los pulmones, por vía hematogéna, son comunes en el momento del diagnóstico (20-30% de los pacientes). Las lesiones satélites también son frecuentes, y alrededor del 20% de los pacientes presentan metástasis dispersas. (59)

**Etapificación:** F-FDG-PET se ha utilizado en la evaluación inicial y estadificación del osteosarcoma, su avidéz es más alta que en los otros sarcomas. En niños con baja captación de FDG se asocia con una mayor supervivencia general y sin complicaciones. (60)

**Respuesta a tratamiento:** Posterior a la quimioterapia neoadyuvante, con una necrosis superior al 90%, se asocia con una tasa significativamente menor de



recurrencia local. Los estudios para correlacionar la captación del FDG con la histología posterior a la quimioterapia son contradictorios. El SUVmax en el PET en asociación con el tamaño tumoral en la RM, tendría una mejor correlación preoperatoria. (61)

**Recidiva:** la RM suele ser más sensible que la FDG-PET para identificar recurrencias locales, aunque el PET de cuerpo entero puede encontrar sitios adicionales de enfermedad metastásica recurrente fuera del campo de visión de la RM. (62)

### ***Sarcoma de Ewing***

El sarcoma de Ewing, una neoplasia ósea primaria, ocurre principalmente entre los 5 y los 30 años, con la mayor incidencia entre los 10 y los 19 años. En pacientes menores de 20 años, este sarcoma afecta con mayor frecuencia al esqueleto apendicular. Se cree que el sarcoma de Ewing es de origen neuroectodérmico y, junto con el tumor neuroectodérmico primitivo, forma parte de un espectro biológico único (63).

**Estadificación:** La RM se utiliza para definir la extensión local del sarcoma de Ewing en huesos y tejidos blandos, aunque las anomalías de la señal causadas por el edema peritumoral pueden dar lugar a una sobreestimación de la extensión del tumor (57). El PET con 18F-FDG puede desempeñar un papel importante en la evaluación de la extensión de la enfermedad, principalmente a nivel óseo y pulmonar. (64). En un análisis de pacientes pediátricos con sarcoma de Ewing, el PET tuvo una precisión del 91%, mientras que las imágenes convencionales tuvieron solo un 47% de precisión en la localización de sitios de enfermedad distante y estos hallazgos provocaron cambios en el control local o la quimioterapia en aproximadamente la mitad de los pacientes. (65).

**Respuesta a tratamiento:** Un estudio demostró que la captación del FDG previo a la cirugía predijo la respuesta histológica a la quimioterapia; así como también, la disminución de actividad metabólica posterior a la quimioterapia neoadyuvante (SUVmax <2,5) predijo una sobrevida libre de progresión prolongada. (66)

**Recidiva:** Un estudio de 32 pacientes mostro una sensibilidad 93,7 %, especificidad 87,5 %, precisión 91,7 % del PET/CT con FDG para el diagnóstico de progresión; la sobrevida libre de progresión fue significativamente menor en los pacientes con hallazgos positivos. (67)

## ***Rabdomiosarcoma***

El rabdomiosarcoma es la neoplasia maligna de tejidos blandos más frecuente en la infancia, con una incidencia máxima entre los 3 y 6 años de edad. Este tumor puede desarrollarse en cualquier órgano o tejido. Las localizaciones más comunes son la cabeza (particularmente la órbita y los senos paranasales), el cuello y el tracto genitourinario. (68) Existen dos tipos rabdomiosarcoma, el embrionario, que es el más frecuente, representando el 80% de los casos y generalmente se diagnostica en niños menores de 6 años; y el alveolar, representa el 20% de los casos y se presenta típicamente en niños mayores de 6 años. (69)

**Estadificación:** el PET/TC con 18F-FDG ha mostrado altas sensibilidades y especificidades, siendo especialmente efectiva en la detección de lesiones ganglionares (93.8%-100% y 100%, respectivamente) y metástasis a distancia (100% y 91%, respectivamente). (70). Lesiones metastásicas se detectan con mayor frecuencia en los pulmones, la médula ósea, los huesos, el hígado, el cerebro y los ganglios linfáticos regionales

**Respuesta al Tratamiento:** El uso del PET/TC con 18F-FDG para evaluar la respuesta al tratamiento del rabdomiosarcoma ha sido limitado, pero podría tener utilidad similar a la observada en otros sarcomas. El PET/TC puede identificar adenopatías regionales no detectadas en las imágenes convencionales, afectando el abordaje quirúrgico y ayudando a aclarar hallazgos ambiguos. (71)

**Recidiva:** En pacientes con rabdomiosarcoma no metastásico, la recurrencia local representa el 85% de los fracasos del tratamiento, mientras que el resto se produce en sitios distantes. Aunque la CT es más precisa que el PET con 18F-FDG para identificar metástasis pulmonares, el PET/TC con 18F-FDG ha demostrado ser más precisa (89%) que las imágenes convencionales (54%) para detectar metástasis a distancia. (72)

## ***Histiocitosis de células de Langerhans***

La histiocitosis surge de las células de Langerhans son células presentadoras de antígeno que se encuentran en la piel, mucosas y ganglios linfáticos. La enfermedad surge de la proliferación monoclonal anormal de células dendríticas y su acumulación en los tejidos, lo que desencadena una intensa respuesta inmune al reclutar células inflamatorias (73). La enfermedad puede variar desde afectaciones localizadas hasta una implicación multisistémica. El sistema esquelético es el más comúnmente afectado, impactando al 90% de los niños con HCL. La piel está involucrada en aproximadamente el 33% de los casos y la glándula pituitaria en el 25%. Otras localización son el hígado, el

bazo, la médula ósea y pulmón (74). Según el compromiso se clasifica en monosistémica con compromiso multifocal o unifocal y multisistémica (75).

Las lesiones tienen células gigantes multinucleadas similares a osteoclastos que causan necrosis del hueso y, en consecuencia, conducen a la formación de lesiones osteolíticas con masas de tejido blando. Los sitios óseos más comunes de afectación son el cráneo y los huesos planos. La afectación del tallo hipofisario puede provocar diabetes insípida. (76)

Se ha encontrado que la mayoría de las lesiones de histiocitosis de células de Langerhans son ávidas de FDG; sin embargo, también se han reportado algunas lesiones no ávidas de FDG. (77)

**Etapificación:** El PET-CT se ha utilizado para evaluar las lesiones de HCL metabólicamente activas, siendo altamente sensible y específica. Es potencialmente útil para una evaluación integral de la actividad y extensión de la enfermedad ósea y extraósea, al ser un examen de cuerpo completo (77). Estudios previos que comparan imágenes convencionales han demostrado 18F-FDG PET/TC para ser más sensible y específico para la detección de lesiones (78).

**Respuesta tratamiento:** En la actualidad, la respuesta terapéutica de la HCL en los niños se vigila mediante cambios morfológicos en radiografías, imágenes de TC y RM. Sin embargo, se ha visto que los cambios metabólicos ocurren antes que los morfológicos, tanto para resolución como progresión (79).

**Recidiva:** Un estudio demuestra la del PET/CT FDG en el seguimiento de los pacientes con HCL, siendo una técnica precisa para la detección de recurrencia. El falso positivo más frecuente fueron las fracturas óseas. Por otro lado, significa una reducción de la radiación para los pacientes al realizar una exploración de cuerpo completo. (80)

## Patología no oncológica

Las patologías más frecuentes en pediatría en donde se utiliza el PET/CT en el síndrome febril sin foco, infecciones osteoarticulares (osteomielitis, artritis séptica), enfermedad inflamatoria (enfermedades granulomatosas, vasculitis, enfermedad inflamatoria intestinal) y evaluación de complicaciones infecciosas.

Por otro lado, en neurología el PET/CT se puede utilizar para evaluación de la inflamación cerebral en una encefalitis o cuando se sospecha que la causa de esta es neoplásica. Además, en los pacientes con epilepsia refractaria a tratamiento, puede ayudar a identificar el foco epileptogénico previo a la cirugía.

### ***Fiebre de origen desconocido***

La fiebre de origen desconocido (FOD) en la población pediátrica se define como una fiebre con temperatura central de 38°C o superior, que dura más de una semana y cuyo estudio inicial es negativo. En los niños, las causas de FOD son infecciosa (40-50%), inflamatoria (10-20%) malignas (10-20%) y el resto son desconocidas. (81)

Las enfermedades reumáticas, autoinmunes, sistémicas, vasculares del colágeno, vasculitis, enfermedades del tejido conectivo y enfermedades granulomatosas son causas posibles de FOD, así como otras causas, por ejemplo, fiebre relacionada con medicamentos (82). La FDG-PET/CT ha demostrado ser superior a la TC sola en la evaluación de FOD (83), siendo actualmente la prueba con mejor rendimiento por su evaluación multisistema, mayor sensibilidad y mejor resolución de imagen (84). Se sugiere realizar la FDG-PET/CT mientras el paciente está febril, ya que tiene un mayor rendimiento en pacientes con fiebre de menos de 3 meses, pruebas de laboratorio anormales (PCR y VSG elevados) y células sanguíneas anormales (leucocitosis y neutrofilia).

Una lesión positiva en FDG-PET/CT puede ser una anomalía focal o no focal. Las anomalías no focales suelen presentar una distribución fisiológica alterada de la FDG sin una lesión definida. Las anomalías focales requieren más investigación para llegar a una conclusión y cambiar el tratamiento. El aumento difuso de la actividad de la FDG en la médula ósea suele deberse por el tratamiento con factor estimulante de colonias de granulocitos. Sin embargo, en algunos casos de FOD, puede ser necesario excluir la infiltración de un tumor maligno o una infección (85). La captación difusa de FDG en el bazo es más intensa en enfermedades autoinmunes que en infecciosas, y la alta absorción de grasa subcutánea puede deberse a una infección por el virus de Epstein-Barr (VEB). La linfadenopatía generalizada ávida de FDG incluye no solo malignidad, comúnmente en forma de linfoma, sino también causas benignas como infección viral y enfermedad autoinmune. (86)

Un estudio de Pijl, et al. con 110 niños con FDO mostró que la FDG-PET/CT identificó la causa de la fiebre en el 48% de los pacientes y cambió el plan de tratamiento en el 53% de los casos, con una sensibilidad del 85,5%, una especificidad del 79,2%, VPP de 84,1% y VPN de 80,9%. (87)

Las causas infecciosas incluyen tromboflebitis, embolia pulmonar séptica, bronquitis, neumonía, infecciones por *Pneumocystis jiroveci*, VEB, endocarditis, pericarditis por tuberculosis, infecciones de reservorios, colitis, colangitis, apendicitis crónica, abscesos intraabdominales, úlceras por presión, erupciones granulomatosas cutáneas, infecciones cutáneas, osteomielitis, infecciones bacterianas ocultas, infecciones bacterianas sistémicas, infecciones fúngicas invasivas, candidiasis, tuberculosis, infecciones por *Mycobacterium kansasii*, *Clostridium difficile*, virus del herpes, CMV y tifus de los matorrales. (81)

Las causas inflamatorias no infecciosas (autoinmunes y no autoinmunes) incluyen enfermedad de Crohn, lupus eritematoso sistémico, poliartritis, poliartritis en vasculitis de Henoch-Schönlein, artritis reumatoide juvenil idiopática, enfermedad de Still, síndrome SAPHO, enfermedad de Castleman, enfermedad de Kawasaki, enfermedad de Kikuchi-Fujimoto, enfermedad granulomatosa crónica y osteítis no bacteriana. (87)

Las malignidades incluyen leucemia mieloide aguda, linfoma de células T, linfoma periférico de células T, enfermedad linfoproliferativa postrasplante, histiocitosis de células de Langerhans, linfocitosis hemofagocítica, enfermedad de Rosai-Dorfman, carcinoma suprarrenal, neuroblastoma, feocromocitoma y neoplasia endocrina múltiple tipo 2. (87)

La FDG-PET/CT también se utiliza para evaluar la respuesta al tratamiento de FOD y enfermedades infecciosas/inflamatorias, y ya está establecida en el manejo de enfermedades malignas. La técnica híbrida tiene un alto valor predictivo negativo en la evaluación de FOD, y un resultado negativo en PET/CT con F18-FDG realizada tras el estudio inicial, excluyendo enfermedades sistémicas no focales, es altamente indicativo para establecer una estrategia de espera y evitar más investigaciones. Aunque la FDG-PET/CT no puede distinguir entre etiología infecciosa, inflamatoria u oncológica, puede guiar pruebas diagnósticas adicionales para diferenciarlas. (88)

Una técnica de imágenes de todo el cuerpo podría reducir el tiempo hasta el diagnóstico y tratamiento, especialmente en casos de infección metastásica, cuya incidencia varía entre el 16% y el 36%. La detección y tratamiento tempranos de focos metastásicos son importantes debido a la mayor morbilidad y mortalidad en pacientes con enfermedad infecciosa metastásica. (89)

## ***Osteomielitis***

La osteomielitis aguda es una afección común que afecta a lactantes y niños en diversos sitios del esqueleto. La causa más frecuente es la diseminación hematológica tras una infección bacteriana inespecífica, siendo *Staphylococcus aureus* responsable del 90% de las infecciones en todos los grupos de edad. (90)

Debido a su sensibilidad del 97% al 98%, la resonancia magnética se considera el estándar de oro para el diagnóstico inicial en niños con osteomielitis aguda. Sin embargo, está asociado con una especificidad relativamente baja. (91)

La tomografía por emisión de positrones (PET) con 18F-FDG es útil en la evaluación de osteomielitis, ya que muestra regiones con aumento del metabolismo de la glucosa, indicativo de inflamación activa. Se ha demostrado previamente que la FDG se acumula intensamente a través de granulocitos, macrófagos, tejido de granulación y linfocitos. Supera a la RM cuando posterior al tratamiento no hay cambios o incluso hay signos de progresión con clínica negativa. (92) Por otro lado, debido a la extensión de la exploración PET/CT puede añadir información en la extensión sistémica o multifocal

PET/TC con 18F-FDG tiene la mayor sensibilidad y especificidad en comparación con otras exploraciones, en el diagnóstico de osteomielitis crónica, debido a la acumulación de FDG en los macrófagos activados. Uno de los desafíos de este tipo de exploración es que puede ser difícil distinguir entre infección activa, inflamación y neoplasias malignas. (93)

## ***Encefalitis***

La encefalitis autoinmune (EA) se refiere a un grupo de enfermedades inflamatorias graves del cerebro, causadas por un mecanismo de autoinmunidad anormal, que afecta principalmente a niños y jóvenes, la terapia de inmunosupresión y el inicio temprano del tratamiento son cruciales para un resultado clínico óptimo (94). Los síntomas típicos de EA incluyen cambios neuropsiquiátricos y conductuales, psicosis, convulsiones, déficits cognitivos y de memoria, movimientos anormales, disautonomía y disminución del nivel de conciencia (95). Los criterios diagnósticos incluyen síntomas clínicos, muestreo de líquido cefalorraquídeo, muestreo de suero, electroencefalograma y resonancia magnética. En más de la mitad de los casos de EA, la RMN cerebral muestra cambios normales o no específicos (96). El PET/TC con 18F-FDG tiene una sensibilidad mucho mayor para detectar anomalías subyacentes que la RMN, especialmente en las etapas tempranas de EA. El metabolismo cerebral anormal detectado por PET/TC con FDG se observa con mayor frecuencia en estas etapas tempranas.

La anomalía predominante en las imágenes de PET FDG cerebrales es el hipometabolismo lobar, que afecta principalmente a los lóbulos parietal y occipital, con

algunos casos de hipermetabolismo, principalmente en los ganglios basales y el lóbulo cortical parcial (94).

En un estudio de Yafu Yin, et al. Se evaluaron 103 niños con sospecha diagnóstica de EA, en el PET se observó hipometabolismo lobar grande con o sin hipermetabolismo focal en 61 niños, de los cuales 54 (88,5%) fueron finalmente diagnosticados con EA. La sensibilidad, especificidad y precisión de FDG PET/CT para el diagnóstico de EA fueron 93,1% (54/58), 84,4% (38/45) y 89,3% (92/103), respectivamente, con un valor predictivo positivo de 88,5% (54/61) y un valor predictivo negativo de 90,5% (38/42). (97)

## ***Epilepsia***

En pediatría, aproximadamente el 20% de los pacientes sufren de epilepsia resistente a los medicamentos, lo que conlleva un mayor riesgo de resultados intelectuales y psicosociales adversos a largo plazo, así como una baja calidad de vida relacionada con la salud debido al inadecuado control de las convulsiones y los efectos adversos de los medicamentos antiepilépticos en la función cognitiva (98).

La cirugía de la epilepsia es beneficiosa para los pacientes pediátricos, y la clave para su éxito radica en la precisa definición del foco epileptogénico, ya sea anatómico o funcional, como ocurre en la epilepsia no lesional.

Algunos pacientes, especialmente niños menores de 2 años, pueden no mostrar lesiones cerebrales visibles en la TC o la RM debido a la mielinización inmadura y la escasa diferenciación entre materia gris y blanca. Esta limitación es significativa dado que las malformaciones corticales constituyen una causa importante de epilepsia en niños. Además, algunos pacientes pueden tener múltiples lesiones estructurales, de las cuales solo una o dos son epileptogénicas, convulsiones que se originan lejos de la lesión visible o hallazgos electroencefalográficos discordantes.(99)

La tomografía por emisión de positrones, específicamente con 18 F-FDG, es una herramienta importante en la evaluación prequirúrgica de pacientes con epilepsia focal resistente a fármacos. El PET interictal juega un papel crucial en la localización no invasiva del foco epileptogénico y refleja cambios dinámicos en las funciones cerebrales relacionados con las convulsiones. (100)

El PET interictal realizado con 18 F-FDG generalmente muestra hipometabolismo en la región epileptogénica, asociado con la duración, frecuencia y gravedad de las convulsiones (101). El PET puede mostrar un área extensa de hipometabolismo que se extiende más allá del foco epileptogénico, por lo que, no es totalmente fiable para determinar el margen quirúrgico. Sin embargo, puede ser útil para la lateralización y la localización general del foco de crisis, proporcionando

información valiosa para la planificación quirúrgica, especialmente cuando los resultados de la RM son normales. (99)

El análisis detallado de los datos de PET, como el índice de asimetría (del 10%) y métodos de mapeo paramétrico estadístico (análisis del cerero completo basado en vóxeles), puede mejorar aún más el rendimiento diagnóstico y ser útil en casos difíciles de interpretar. (101)



# *Materiales y métodos*

Se realizó una evaluación retrospectiva en la base de datos de exámenes PET/CT realizados entre mayo 2015 y mayo 2024 en la Clínica Santa María, disponibles en la plataforma Agfa Medical Imaging. La selección de los casos se realizó aplicando filtro de edad, considerando sólo los pacientes menores de 16 años.

Posteriormente se evaluaron los antecedentes disponibles al momento de la adquisición de la exploración, en las órdenes médicas, registro clínico electrónico (RCE, Lyra) y estudios imagenológicos previos (CT, RM, ecografía y/o radiografías); además el seguimiento hasta mayo del 2024 en la ficha clínica cuando estaba disponible (evolución, biopsias, protocolos operatorios) o en imágenes posteriores atingentes al diagnóstico que motivó la realización del PET/CT.

## **Criterios de inclusión:**

Se incluyeron todos los pacientes menores de 16 años que fueron derivados al servicio de Medicina Nuclear que se realizaron PET/CT con 18F-FDG, 68Ga-DOTATATE o 18F-FAN.

## **Criterios de exclusión:**

aquellas imágenes disponibles en el sistema informático que fueron realizadas en otros centros.

Los datos fueron tabulados en una planilla de Microsoft Excel® incluyendo género, edad, dosis (mCi) y radiofármaco administrado (18F-FDG, 68Ga-DOTATATE y 18F-FAN), uso de contraste yodado para el CT, diagnóstico o sospecha diagnóstica iniciar, longitud de adquisición (cuerpo entero, vertex muslo y cerebro), número de PET/CT realizados, biopsia, superioridad del PET o PET/CT y diagnóstico final.

Se consideró que el PET y el PET/CT tuvieron un mejor rendimiento cuando:

- Mostró lesiones hipermetabólicas/hipercaptantes sin correlato anatómico.
- Guió la biopsia.
- Demostró enfermedad activa por hipermetabolismo sin variación anatómica.
- Localizó procesos inflamatorios/infecciosos.
- Generó una conducta clínica explicitada en la ficha clínica.

Este estudio cuenta con la aprobación del comité de ética de la Clínica Santa María. Todos los pacientes poseen consentimiento informado firmado por representante legal mayor de 18 años para la adquisición de las imágenes como parte del protocolo del Servicio de Medicina Nuclear.

# Resultados

Se incluyeron 72 pacientes derivados al servicio de Medicina Nuclear, con un total de 167 exploraciones PET/CT realizadas. Edad entre 2 meses y 15 años, con 9 años como promedio. La proporción entre hombres y mujeres fue muy similar (Figura 1.).

Según el diagnóstico o sospecha diagnóstica los pacientes fueron clasificados como enfermedad neoplásica confirmada, sospecha de neoplasia, proceso infeccioso/inflamatorio y epilepsia. El 47% (34/72) de los pacientes fue derivado con diagnóstico confirmado de neoplasia principalmente linfoma y sarcoma. El 25 % (18/72) corresponde a patología inflamatoria/infecciosa lo más frecuente fue estudio por síndrome febril y encefalitis. El resto de la distribución diagnóstica se puede apreciar en la figura 2.

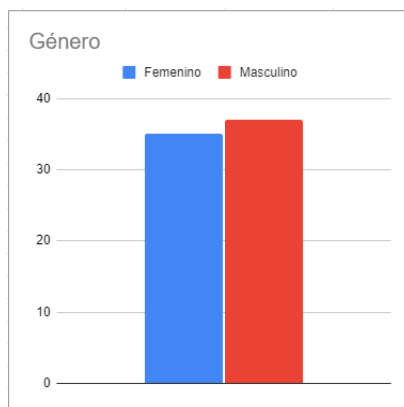


Figura 1. Distribución de los pacientes según género

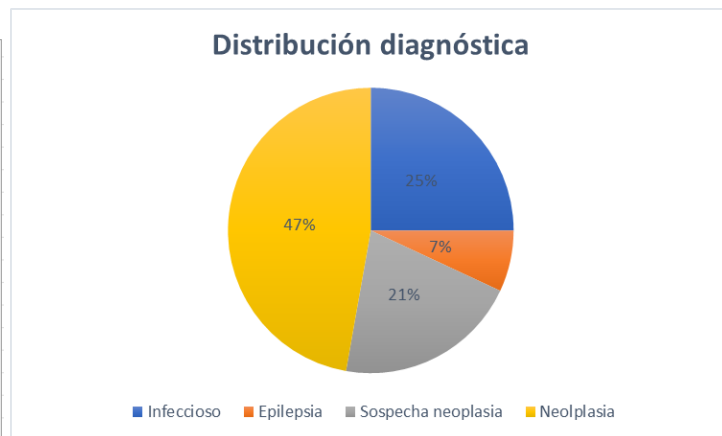


Figura 2. Distribución de los diagnóstico que generaron la petición del PET/CT

De las 167 exploraciones el 79% fue de cuerpo completo, 17% vertex muslo y 4% de cerebro. En cuanto a los radiotrazadores utilizados, el 95% fue realizada con análogo de glucosa marcado con 18 Flúor, el resto con análogos de somatostatina marcado con Galio 68 o con Flúor 18. La dosis administrada de los distintos radiofármacos fue calculada según peso (Kg) del paciente, con un promedio de 4,5 mCi (166,5 MBq).

## Patología oncológica

Aproximadamente la mitad de los pacientes eran portadores de neoplasia, con un total de 110 exploraciones realizadas. De estos 34 pacientes, el 65% (22/34) el PET/CT fue de etapificación. Por otro lado, 20 pacientes tenían más de un PET/CT, con un promedio de 5 estudios (rango 2-13), como evaluación de respuesta a tratamiento, reestadificación, sospecha de recidiva o de seguimiento.

Se evaluaron 10 tipos distintos de neoplasias. 11 pacientes presentaban linfoma (Hodgkin y No Hodgkin) y 11 pacientes con sarcoma óseo o de partes, las demás neoplasias se precisan en la figura 3.

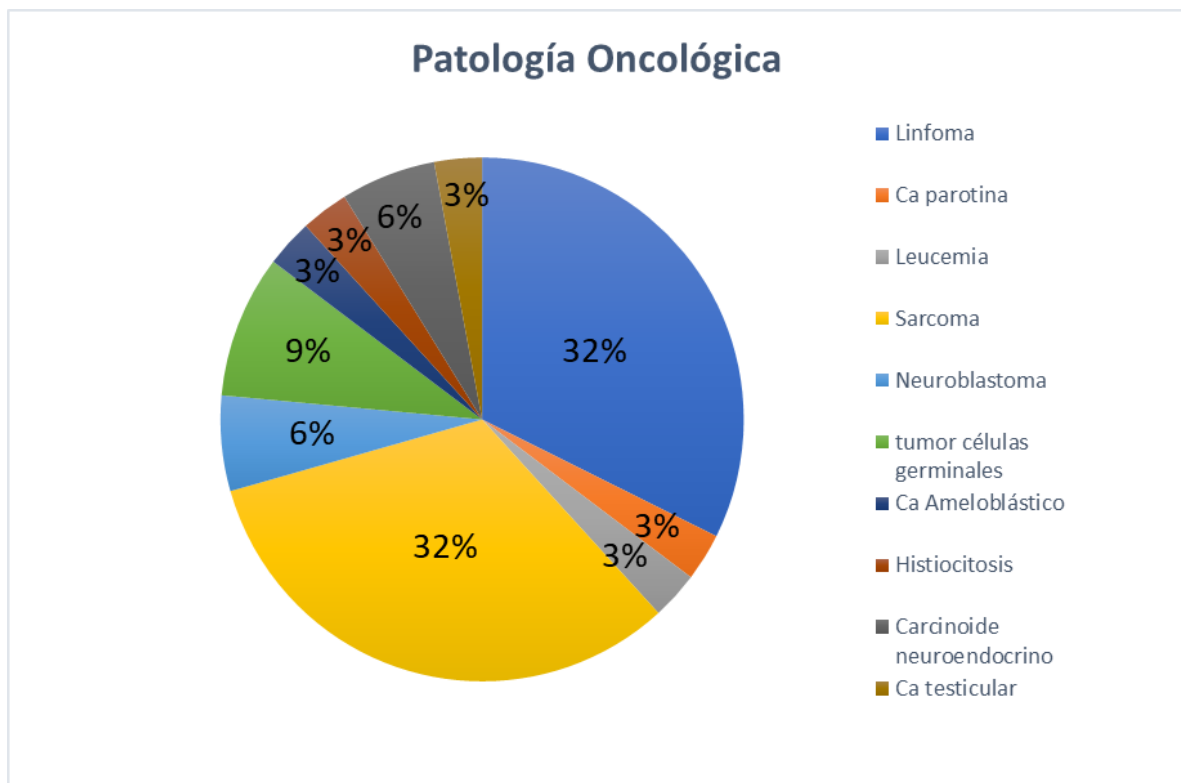


Figura 3. Distribución de las diversas neoplasias estudiadas con PET/CT

Los 15 pacientes con sospecha de neoplasia, la presentación clínica fue muy variada, desde lesiones morfológicas sospechosas visualizadas en exámenes convencionales (masas, adenopatías, lesiones osteolíticas) o sintomatología que podría ser de origen secundario (sangrado, hipoglicemia, poliuria).

En el seguimiento de los 3 pacientes con adenopatías, en dos se confirma Linfoma de Hodgkin, el PET/CT evaluó la extensión de la enfermedad y en uno evidenció compromiso esplénico y de médula ósea.

Los 3 pacientes con sintomatología sugerente de proceso neoplásico el PET/CT descartó neoplasia en todos los casos. Sólo en uno de ellos se contaba con registro evolutivo en ficha clínica, que correspondía a un paciente con sospecha de insulinoma por hipoglicemia severa, se confirmó hiperinsulinemia, sin embargo, resolvió espontáneamente en el tiempo.

Los diagnósticos iniciales y finales se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Diagnóstico inicial (orden de derivación para el PET/CT) de todos los pacientes con sospecha de neoplasia y el diagnóstico final por imagen y/o biopsia.

<b>Diagnóstico inicial</b>	<b>Diagnóstico final</b>
Tumor neurogénico	Schwannoma
Síndrome linfoproliferativo	Linfoma de Hodgkin
Epistaxis	PET/CT negativo, sin seguimiento
Síndrome linfoproliferativo	Linfoma Hodgkin variedad esclerosis nodular
Tumor cerebral	Cordoma desdiferenciado
Sospecha neuroblastoma	Histiocitosis no Langerhans
Lesión osteolítica	Histiocitosis de Langerhans
Tumor óseo	Sarcoma de Ewing
Engrosamiento hipofisiario	PET/CT negativo, hipófisis ectópica
Sospecha tumor neuroendocrino	<i>PET/CT negativo, sin seguimiento</i>
Masa mediastínica	Linfangioma
Diabetes insípida	PET/CT negativo, sin seguimiento
Sospecha de insulinoma	PET/CT negativo, resolución espontánea
Masa torácica	Sarcoma de Ewing
Adenopatías	PET/CT negativo, resolución post tratamiento antibiótico.

Se realizaron 93 exploraciones PET/CT de control. En un paciente con histiocitosis de Langerhans, con estudio de estadificación con PET/CT, inicia tratamiento con quimioterapia, evaluación de respuesta muestra persistencia de actividad metabólica en lesiones, por lo que se realiza dos ciclos más de quimioterapia, PET/CT de seguimientos negativos.

Otro paciente con antecedente de linfoma de Hodgkin con masa Bulky mediastínica tratado hace 5 años con quimioterapia. Paciente asintomático examen de control rx de tórax que muestra masa mediastínica y nódulo pulmonar, se realiza PET/CT que confirma recidiva de SLP con masa mediastínica y múltiples adenopatías supreadiafragmáticas hipermetabólicas, con confirmación histológica de recidiva.

## Casos Clínicos Oncológicos

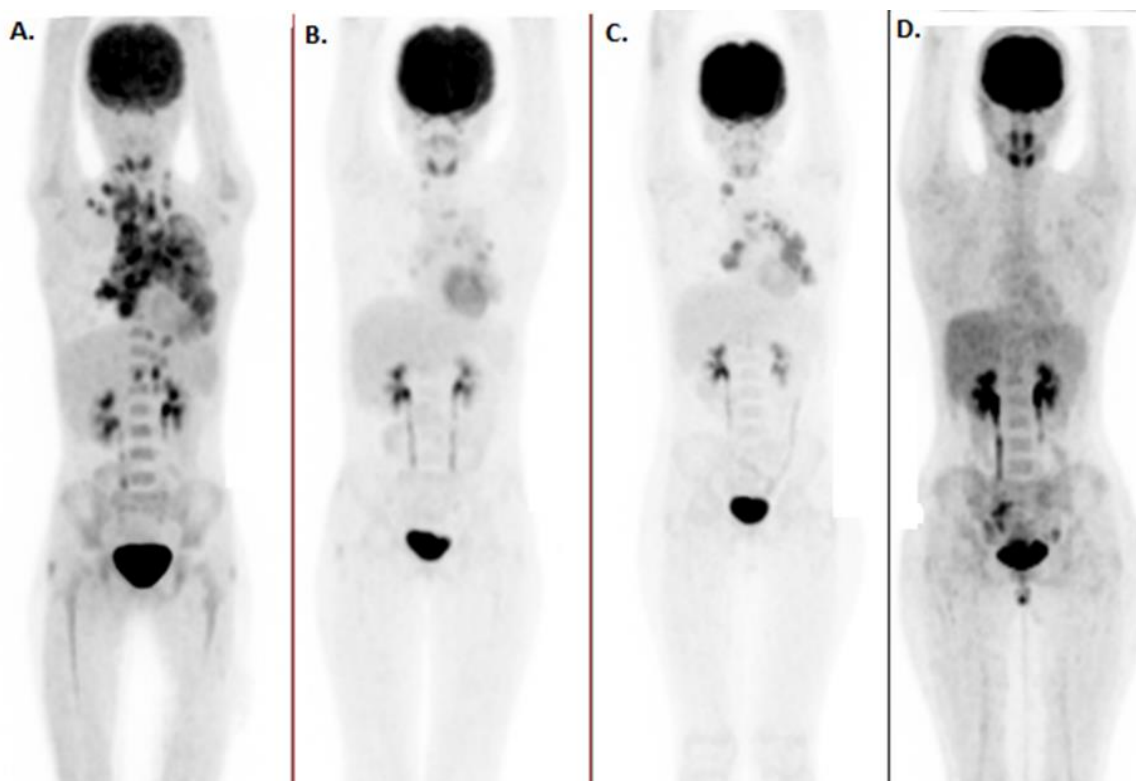


Figura 4. Paciente de sexo femenino de 11 años, con Linfoma de Hodgkin. Imagen A. MIP PET FDG de etapificación que muestra adenopatías hipermetabólicas supra e infradiafragmáticas. B. Control posterior a 2 ciclos de QMT con significativa disminución de tamaño y metabolismo de adenopatías (RMP). C. Control de fin de terapia con aumento del metabolismo y volumen de adenopatías mediastínicas (RMP), por lo que se realizó cambio de terapia. D. Control posterior a cambio de terapia, disminución de tamaño y metabolismo de adenopatías mediastínicas.

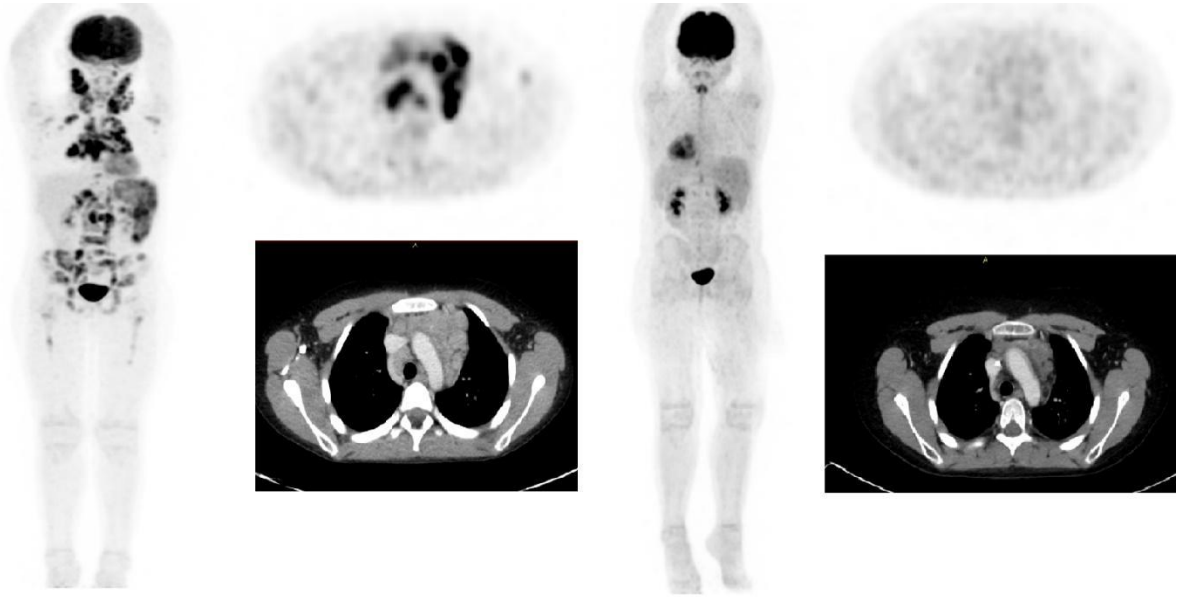


Figura 5. Paciente varón de 8 años con Linfoma de Hodgkin tratado con quimioterapia. Imagen A. PET/CT de etapificación con MIP que muestra adenopatías hipermetabólicas supra e infradiafragmática con compromiso esplénico y óseo, con cortes axiales a nivel mediastínico. B. PET/CT post tratamiento con disminución de tamaño y metabolismo de todas las lesiones.

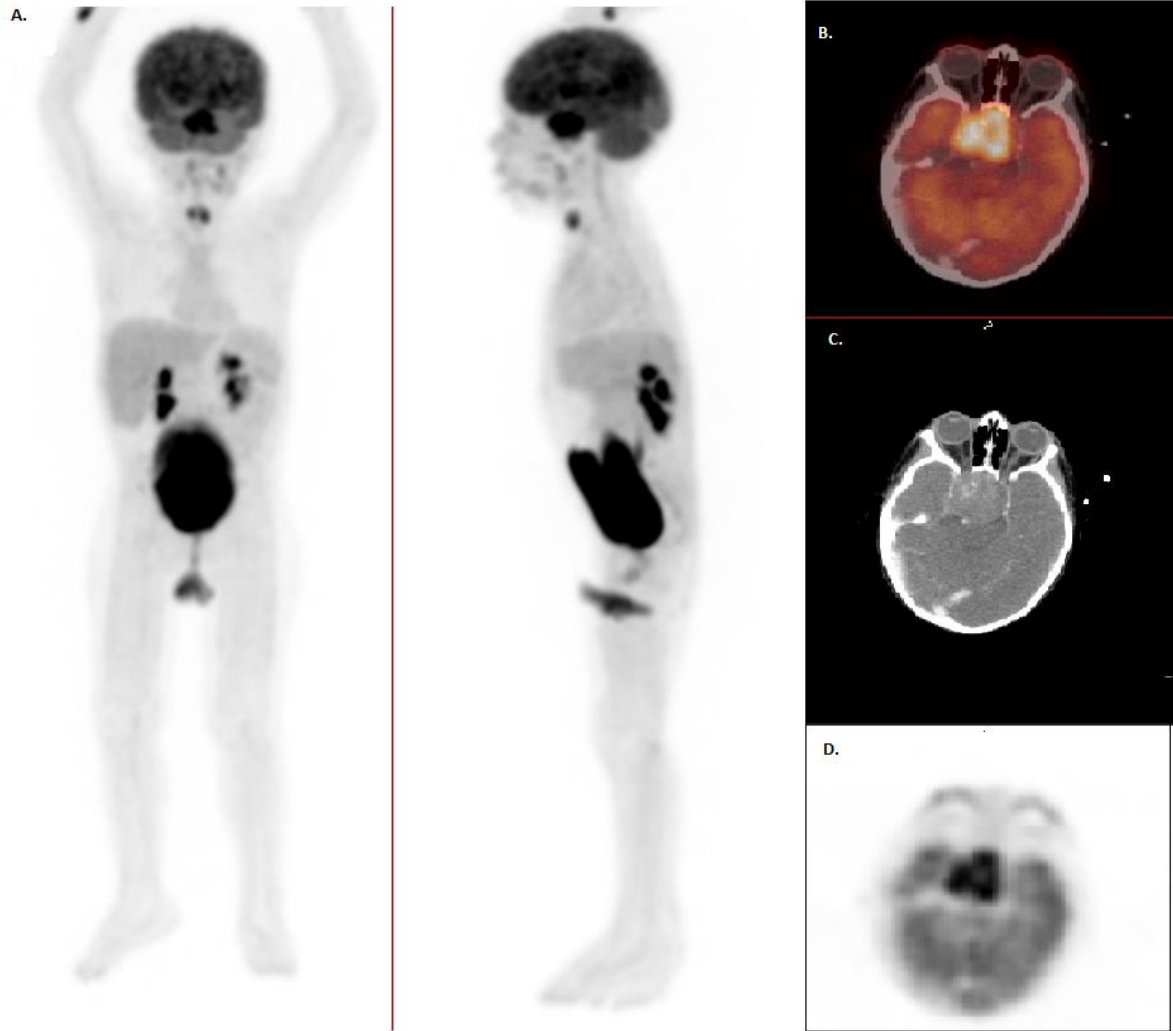


Figura 6. Paciente de masculino de 6 años con cordoma desdiferenciado en región selar. Imagen A. MIP PET FDG proyección AP y lateral con intensa lesión hipermetabólica en la región basal de cráneo y línea media. B. Fusión PET/CT corte axial en base de cráneo con masa expansiva hipermetabólica selar. C. CT con contraste D. PET FDG.

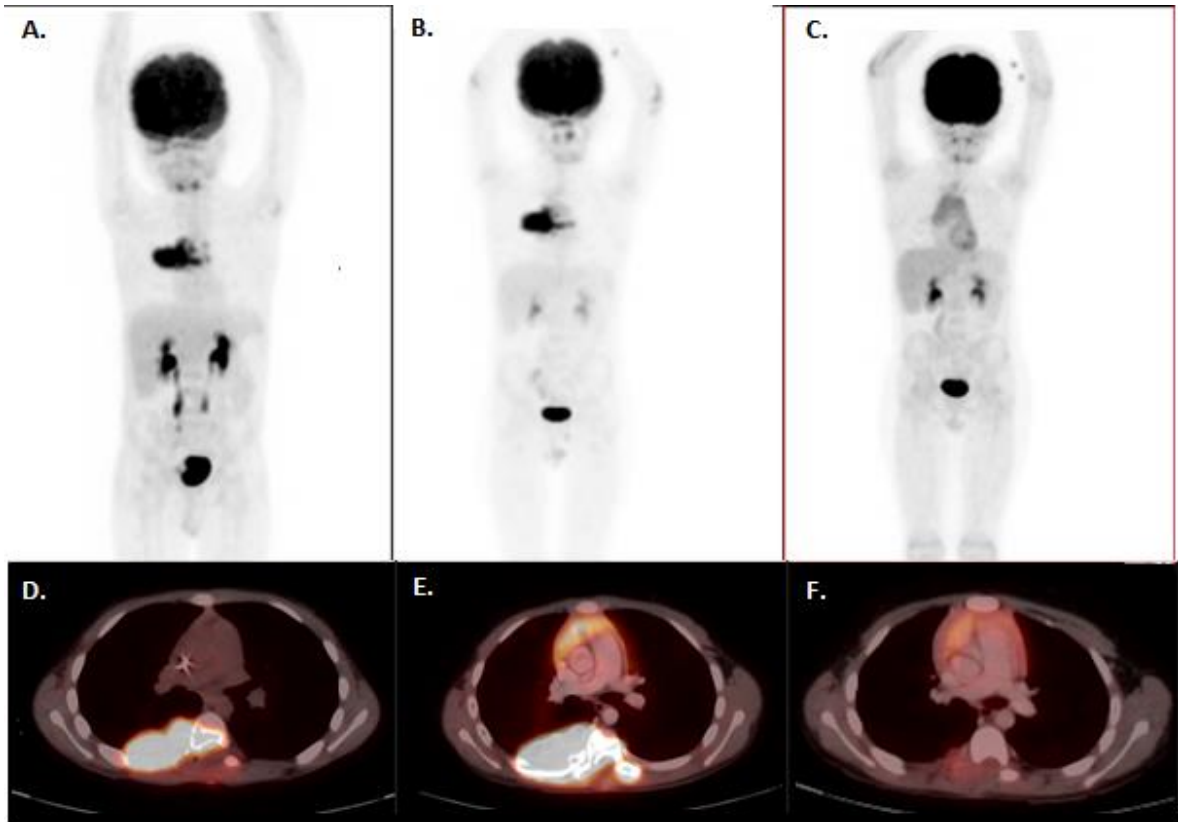


Figura 7. Paciente sexo masculino de 8 años con masa dorsal paravertebral derecha sospechosa de neuroblastoma, la biopsia confirma Histiocitosis no Langerhans (Enfermedad Erdheim Chester). Imagen A y D. MIP y fusión axial de PET/CT FDG que muestra masa hipermetabólica paravertebral dorsal derecha. B y E. MIP y fusión axial de PET/CT FDG control posterior a quimioterapia que muestra aumento de tamaño y metabolismo de lesión neoplásica. C y F. MIP y fusión axila de PET/CT FDG posterior al cambio de tratamiento, muestra significativa disminución de tamaño y metabolismo.



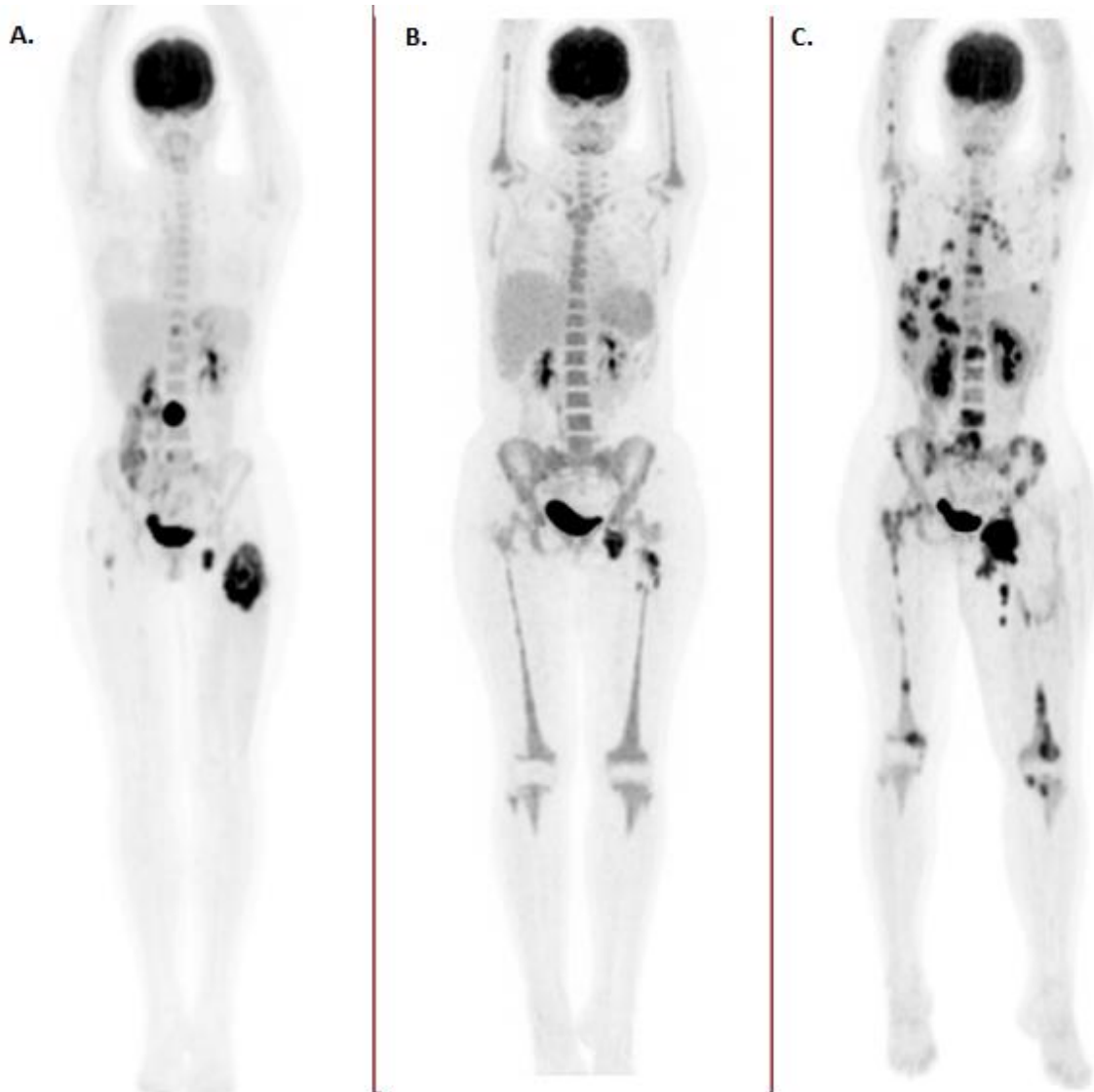


Figura 8. Paciente sexo femenino de 15 años con sarcoma de Ewing metastásico. Imagen A MIP PET FDG que muestra masa hipermetabólica heterogénea en diáfisis proximal de fémur izquierdo, con extensión a partes blandas; otras lesiones óseas y adenopatías hipermetabólicas. B. MIP de PET posterior a quimioterapia con disminución de tamaño y metabolismo de lesión neoplásica y compromiso secundarios. Posteriormente presenta síndrome febril sin foco, se sospecha de recidiva al mes. C. MIP de PET con extenso compromiso hipermetabólico en esqueleto axial y apendicular, aparición de adenopatías, lesiones hepáticas y nódulos pulmonares hipermetabólicos.



Figura 9. Paciente de sexo femenino de 13 años con carcinoide apendicular incidental. MIP PET 68Ga-GOTATETE sin lesiones con sobreexpresión de receptores de somatostatina sugerentes de diseminación.

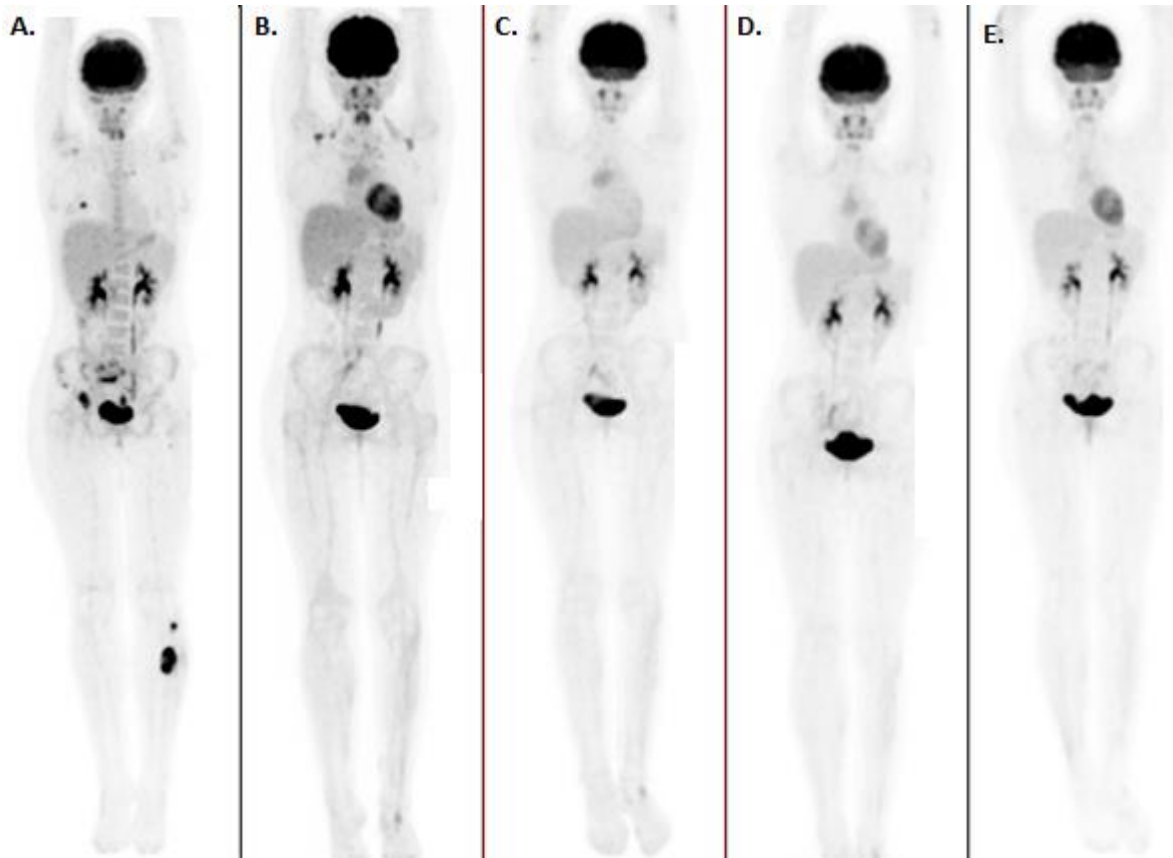


Figura 10. Paciente de sexo femenino de 13 años con sarcoma de Ewing metastásico. Imagen A MIP PET FDG estudio basal muestra masa neoplásica hipermetabólicas en peroné izquierdo, lesiones óseas y nódulo pulmonar hipermetabólicos secundarios. B. MIP PET FDG posterior a quimioterapia, con importante disminución de tamaño y metabolismo de lesión primaria y metastásicas, además captación grasa parda a nivel supraclavicular. C, D y E. MIP de PETs FDG de seguimiento anual sin evidencia de recidiva de enfermedad.

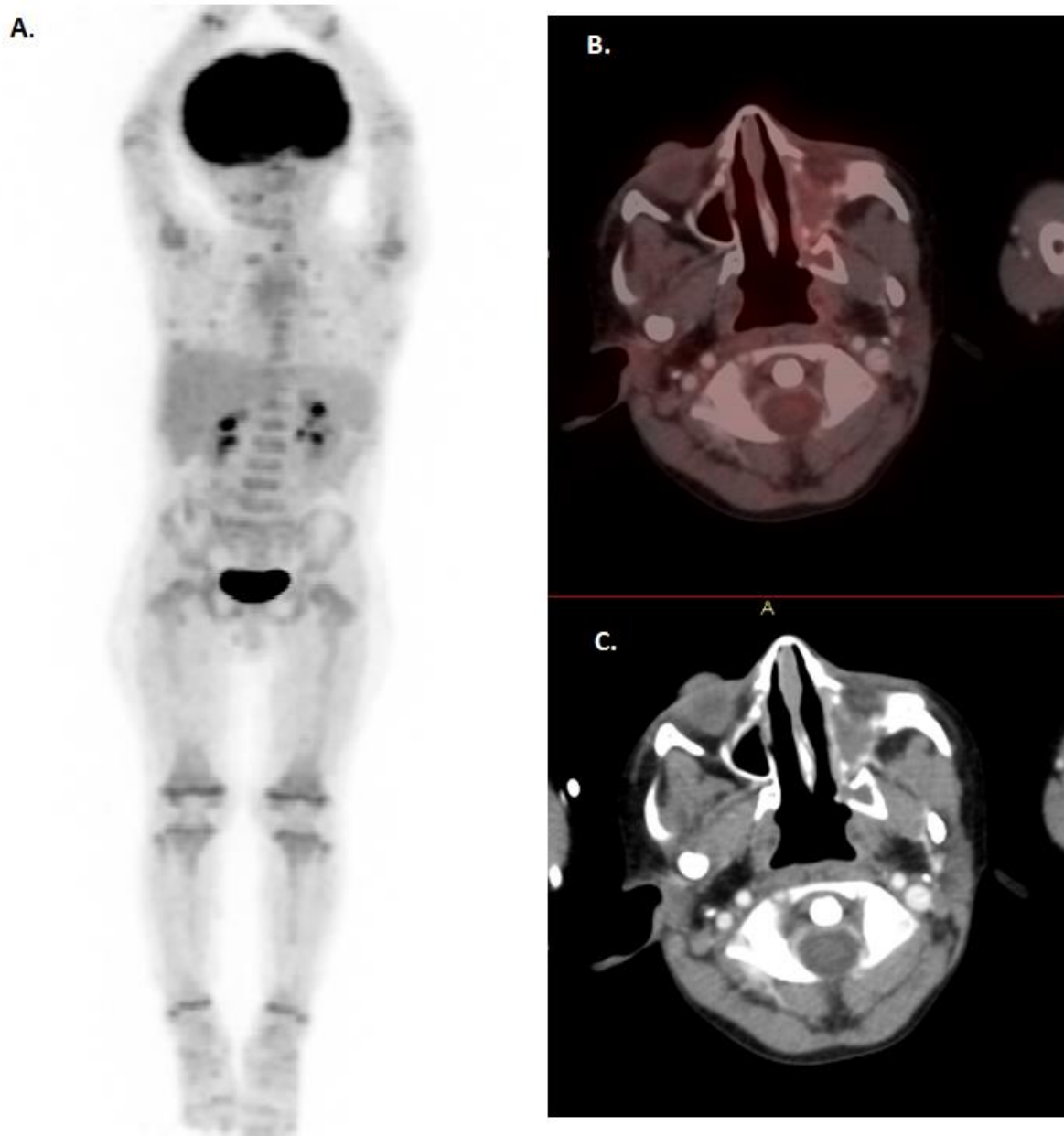


Figura 11. Paciente de sexo masculino de 3 años de edad con Rbdomiosarcoma infraorbitario izquierdo tratado con radio-quimioterapia y posterior cirugía. Se realiza PET/CT de seguimiento. Imagen A. MIP PET FDG sin lesiones hipermetabólicas sospechosas. B y C. Fusión PET/CT y CT con contraste con cambios postquirúrgicos en seno maxilar izquierdo sin hipermetabolismo sugerente de viabilidad tumoral.

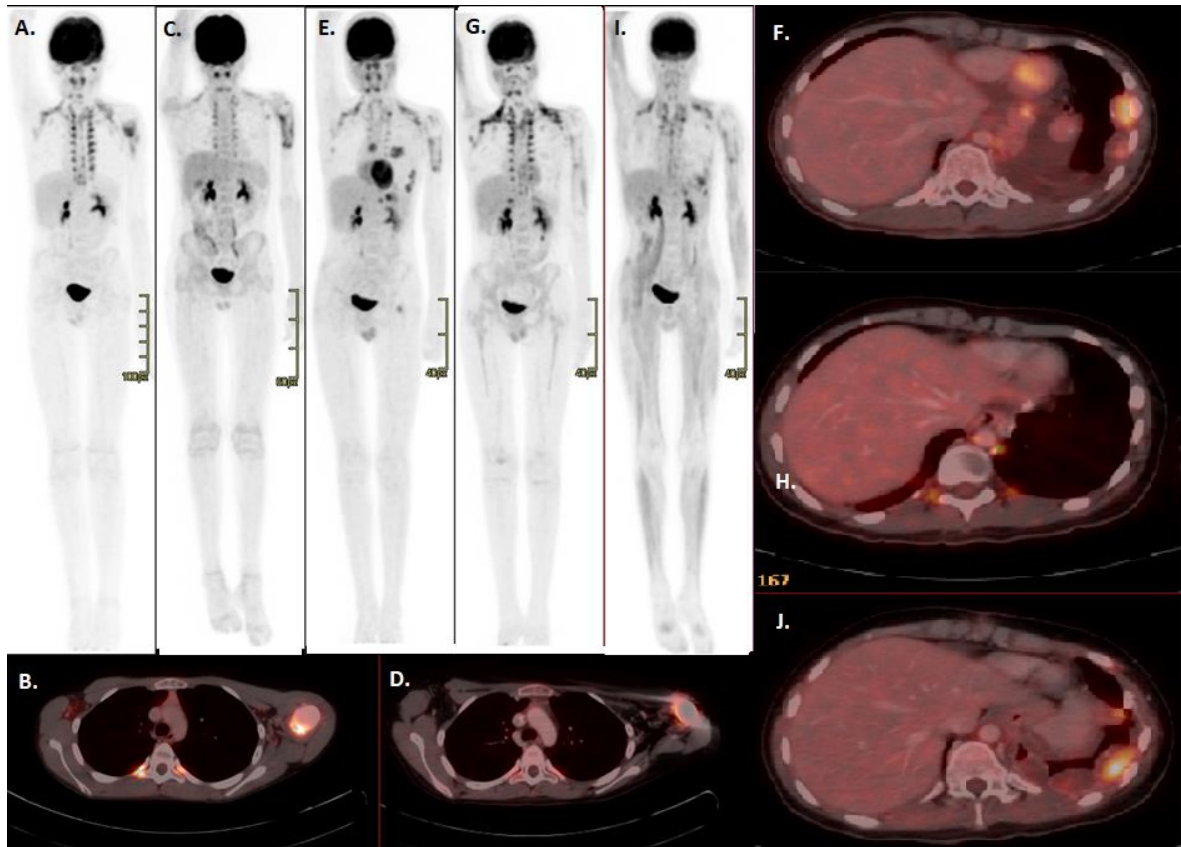


Figura 12. Paciente de sexo masculino de 14 años de edad con osteosarcoma de húmero izquierdo. Imagen A y B. MIP de PET FDG y fusión PET/CT corte axial que muestran lesión hipermetabólica en húmero izquierdo, sin signos de diseminación. Recibe quimioterapia con posterior cirugía conservadora. C y D. Cambios postquirúrgicos periprotésicos con leve actividad metabólica, sin signos de recidiva. E y F. Lesiones nodulares hipermetabólicas subpleurales izquierdas correspondientes a implantes secundarios de osteosarcoma; recibió quimioterapia y posterior resección quirúrgica. G y H. Estudio sin signos de recidiva. I y J. Recidiva de compromiso pleural izquierdo con lesiones nodulares hipermetabólicas. En todos los MIP se aprecia activación de grasa parda en región cervical, supraclavicular y paravertebral bilateral.

# *Patología no oncológica*

## **Proceso infeccioso/inflamatorio**

De los PET/CT-FDG realizados por diagnósticos relacionados con procesos inflamatorios y/o infecciosos corresponde a 18 pacientes, de los cuales el 50% (9 pacientes) se solicitó por síndrome febril persistente pese al tratamiento antibiótico. 3 Pacientes por encefalitis, 2 por endocarditis y los otros por shock séptico, infección por VEB, meningitis y osteomielitis.

En 7/9 exploraciones se evidenciaron lesiones hipermetabólicas, de estas, en dos pacientes orientó al diagnóstico final. De los estudios negativos (2/9) en uno se descartó endocarditis, se completó tratamiento antibiótico con buena respuesta y no fue necesario más estudios, en el otro no se encontró causa de la fiebre y a los dos meses fue operado de apendicitis.

En los pacientes que se contaba con seguimiento, los diagnósticos finales fueron muy variados; enfermedad de Kikuchi–Fujimoto, bartonelosis, síndrome linfoproliferativo por virus Epstein Barr, leucemia megacarioblástica aguda, artritis reumatoide juvenil y osteomielitis.

Cuando el diagnóstico inicial era encefalitis, todas las exploraciones PET/CT de cuerpo completo fueron negativas, pacientes fueron dados de alta con etiología autoinmune; no se cuenta con datos de seguimiento.

Un paciente con leucemia, infección reciente por VEB, enfermedad de injerto contra huésped, ingresa por Shock séptico, HC (+) para E. coli y K. Pneumoniae y PCR en líquido cefalorraquídeo (+) para VEB; por deterioro clínico pese a tratamiento se solicitó PET/CT que mostró diseminación hematológica del proceso infeccioso comprometiendo hígado, pulmón y tejido subcutáneo, las lesiones hepáticas no fueron evidenciadas en CT previa.

Otro paciente con síndrome febril y adenopatías cervicales y axilares, se realiza PET/CT para estudio, que muestra múltiples adenopatías supradifragmáticas, la de mayor metabolismo en región cervical derecha, en protocolo operatorio de describe que guió biopsia. El diagnóstico final fue Enfermedad de Kikuchi–Fujimoto

## **Epilepsia**

De los pacientes derivados con diagnóstico de epilepsia, fueron 6 PET FDG de cerebro con CT de baja dosis, los cuales fueron procesados con el programa NeroQ. Sólo en un paciente las imágenes eran normales. En un paciente se contaba

con seguimiento en el registro clínico el cual fue derivado para estudio electrofisiológico invasivo ya que el foco de alteración metabólica no coincidía con el del electroencefalograma.

## Casos clínicos no oncológicos

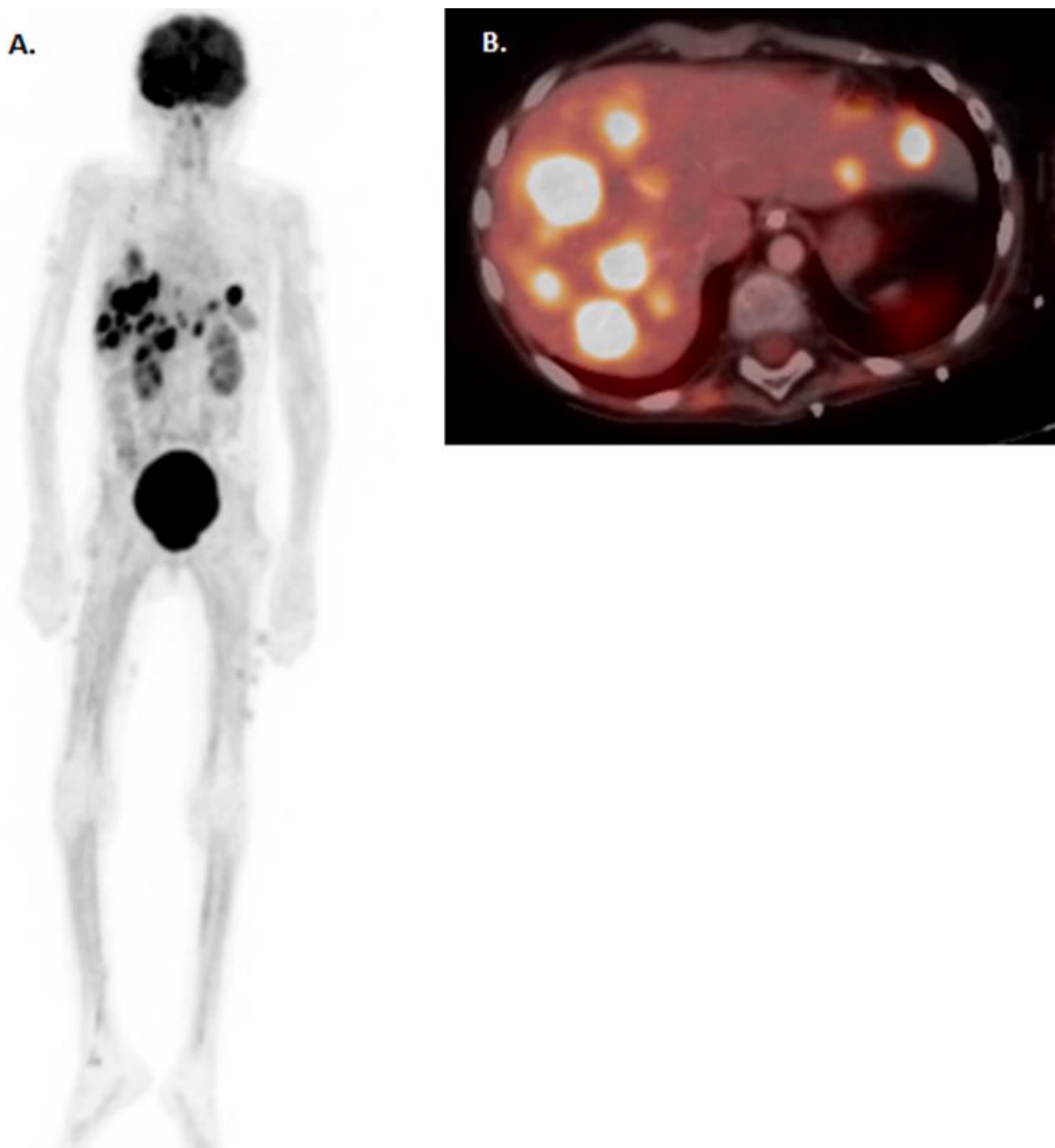


Figura 13. Paciente de sexo femenino de 10 años, con LMC, que presentó shock séptico, con HC positivo para E. Coli y líquido cefalorraquídeo positivo para VEB. imagen A. MIP de PET FDG que demuestra focos de intenso hipermetabólicos hepáticos bilobares y pulmonares, de menor intensidad múltiples nódulos subcutáneos en extremidades superiores e inferiores. B fusión PET/CT corte axial a nivel hepático; estas lesiones no fueron evidenciadas en CT previo realizado sin medio de contraste, se sugirió considerar síndrome linfoproliferativo por VEB. (diagnóstico de alta).



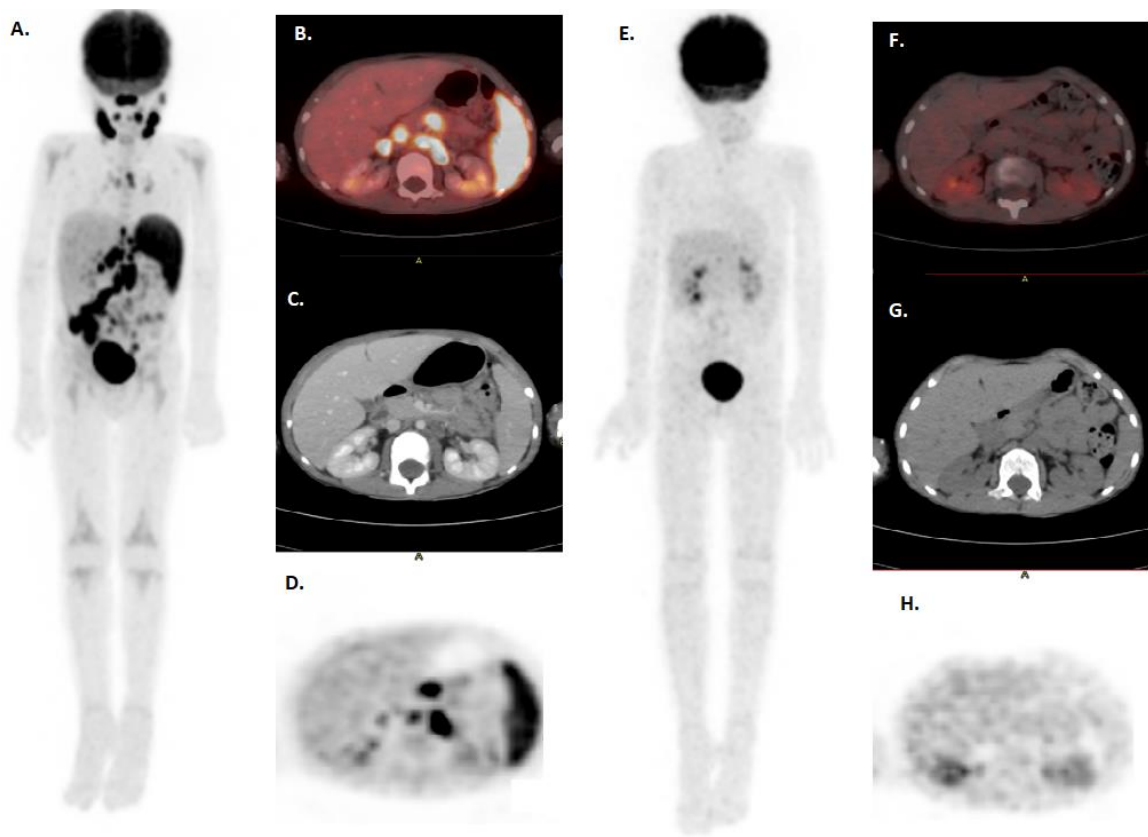


Figura 14. Paciente de sexo masculino de 6 años con leucemia mieloide aguda, tratado con quimioterapia y trasplante de médula ósea. Ingresa por síndrome febril con serología positiva para VEB. Imagen A. MIP PET FDG que muestra Tejido linfonodal nasofaríngeo, adenopatías hipermetabólicas supra e infradiafragmáticas asociadas a esplenomegalia con intensa actividad metabólica en bazo y focos hipermetabólicos óseos, en contexto de síndrome linfoproliferativo por VEB. B. MIP PET FDG posterior a tratamiento con Ritucimab, con disminución de tamaño y metabolismo de adenopatías supra e infradiafragmáticas.

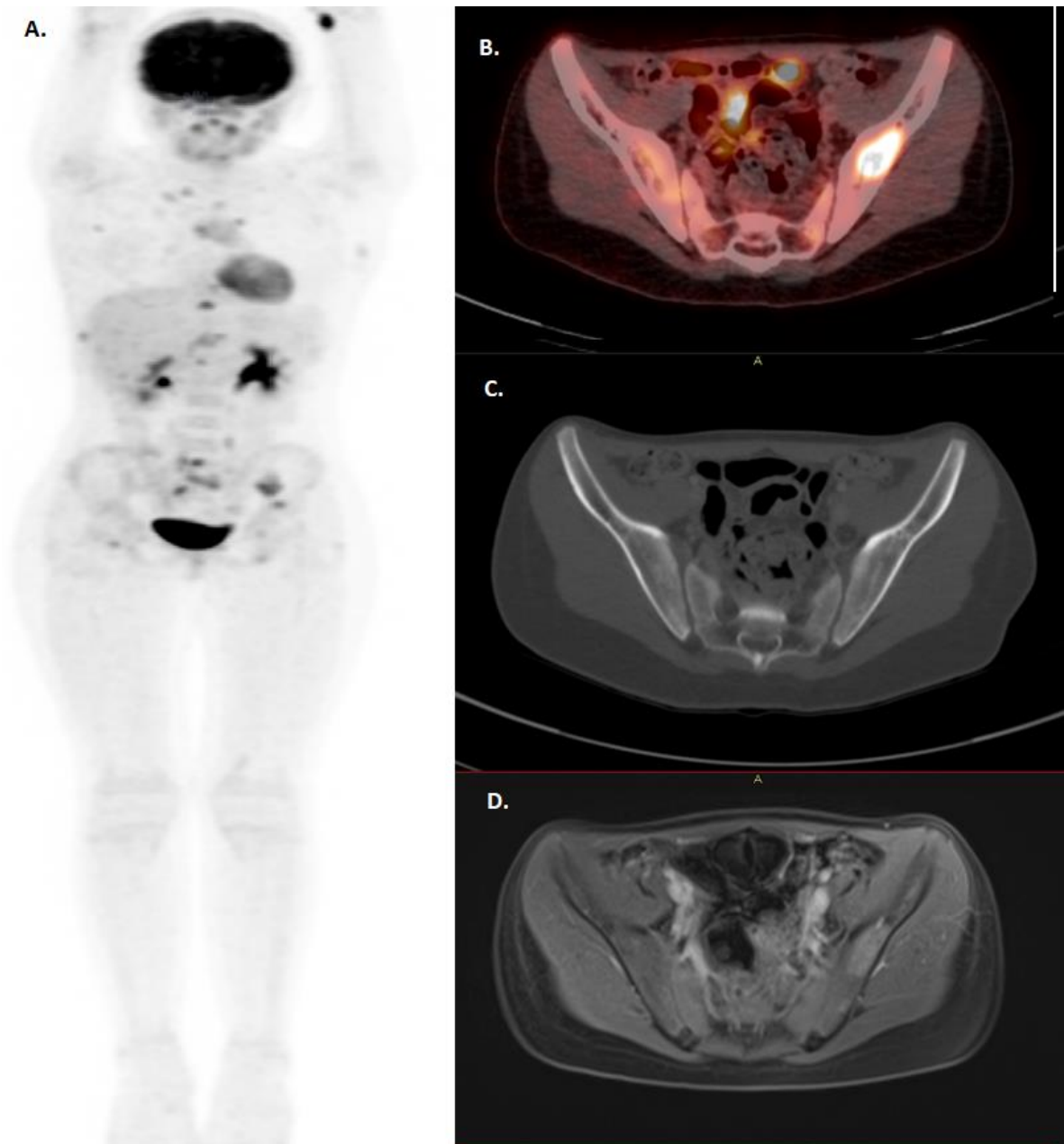


Figura 15. Paciente de sexo femenino de 11 años de edad, ingresa con diagnóstico de Enfermedad de arañazo de gato, con serología Barnotella (+), persiste febril después de 5 días de antibioterapia. A. MIP de PET FDG que demuestra múltiples focos hipermetabólicos óseos. B. PET/CT corte axial en pelvis, con foco hipermetabólico en hueso ilíaco izquierdo. C. CT sin lesiones morfológicas en relación a hipermetabolismo. D. RM de abdomen y pelvis previa a PET/CT que fue informada como sin evidencias de lesiones óseas. Se realizó biopsia en hueso ilíaco izquierdo confirma tejido de granulación y reacción granulomatosa, focalmente con aspecto necrótico.

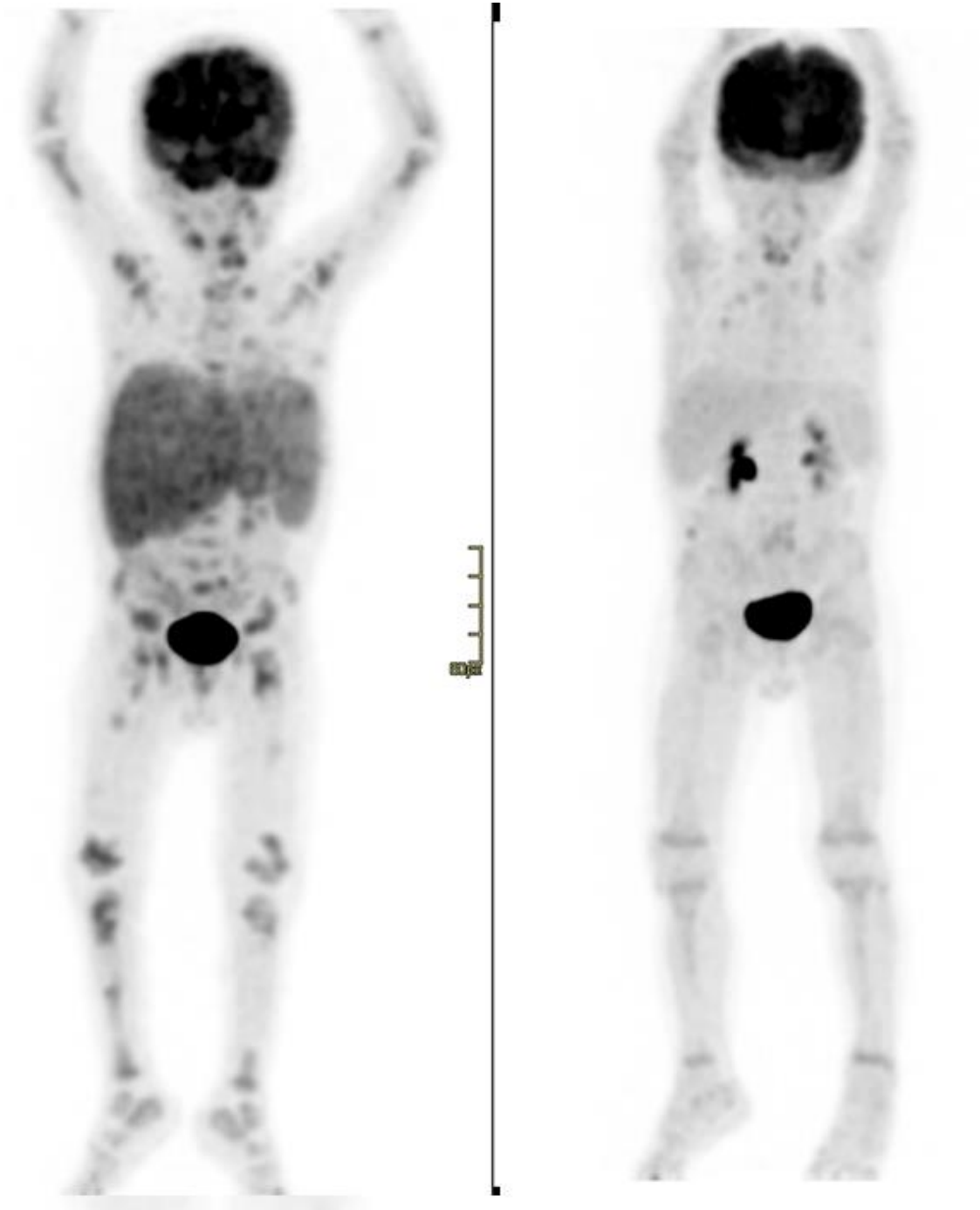


Figura 16. Paciente sexo masculino de 2 años que presenta síndrome febril sin foco y bicitopenia, CT muestra múltiples lesiones óseas líticas y hepatoesplenomegalia, con mielograma no diagnóstico por morfología y biopsia de médula ósea no diagnóstica. Imagen A. MIP PET FDG con múltiples lesiones hipermetabólicas en esqueleto axial y apendicular. Guio la biopsia a nivel femoral que concluye leucemia megacarioblastica aguda, inicia quimioterapia. Imagen B. MIP PET FDG post tratamiento con significativa disminución morfológica y metabólica de lesiones óseas, así como de hepatoesplenomegalia.

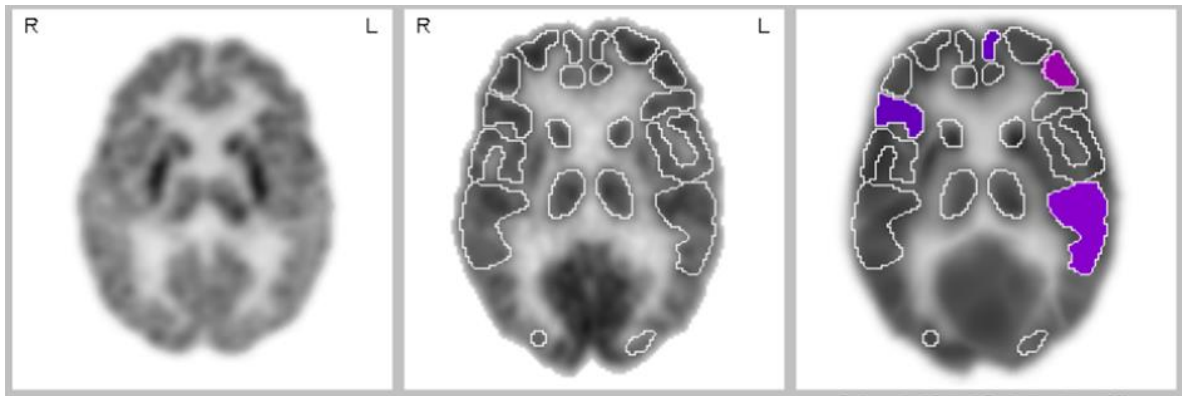


Figura 17. Paciente mujer de 1 año y 10 meses de edad con Epilepsia focal refractaria a tratamiento para estudio de foco epileptogénico se realiza PET FDG cerebral. Imagen A. PET FDG corte axial a nivel de ganglios de la base. B. procesamiento con software NeuroQ, que demuestra hipometabolismo en la región temporoparietal izquierda.

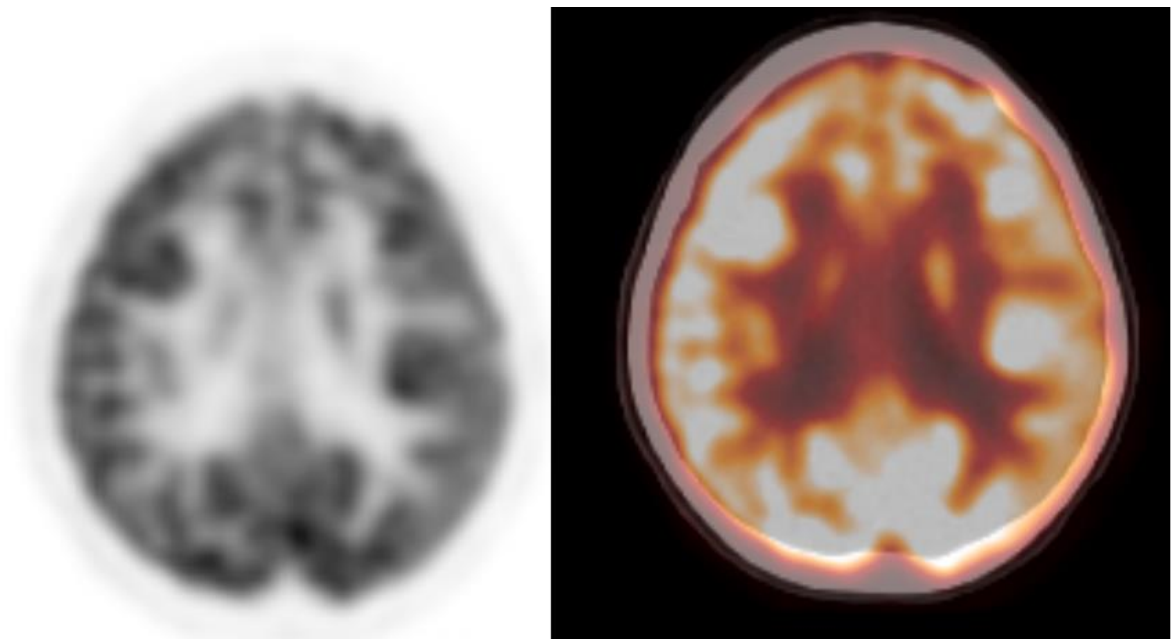


Figura18. Paciente de sexo femenino de 2 años con epilepsia refractaria. A. Corte axial de PET FDG que muestra Hipoperfusión focal temporal mesial derecha.B. Fusión PET/CT hipometabolismo no presentaba correlato anatómico.

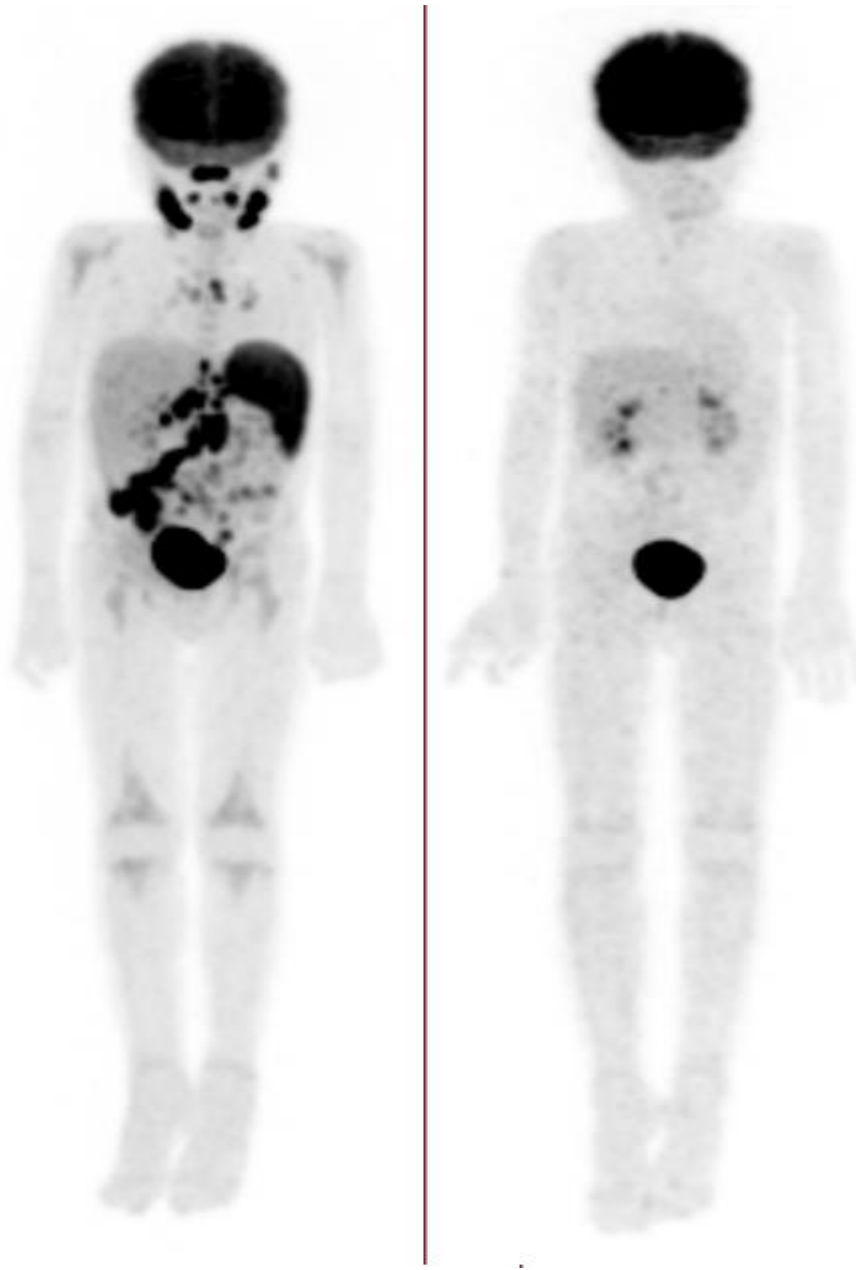


Figura 19. Paciente de sexo masculino de 6 años con leucemia mieloide aguda, tratado con quimioterapia y trasplante de médula ósea. Ingresó por síndrome febril con serología positiva para VEB. Imagen A. MIP PET FDG que muestra Tejido linfonodal nasofaríngeo, adenopatías hipermetabólicas supra e infradiafrágicas asociadas a esplenomegalia con intensa actividad metabólica en bazo y focos hipermetabólicos óseos, en contexto de síndrome linfoproliferativo por VEB. B. MIP PET FDG posterior a tratamiento con Rituximab, con disminución de tamaño y metabolismo de adenopatías supra e infradiafrágicas.

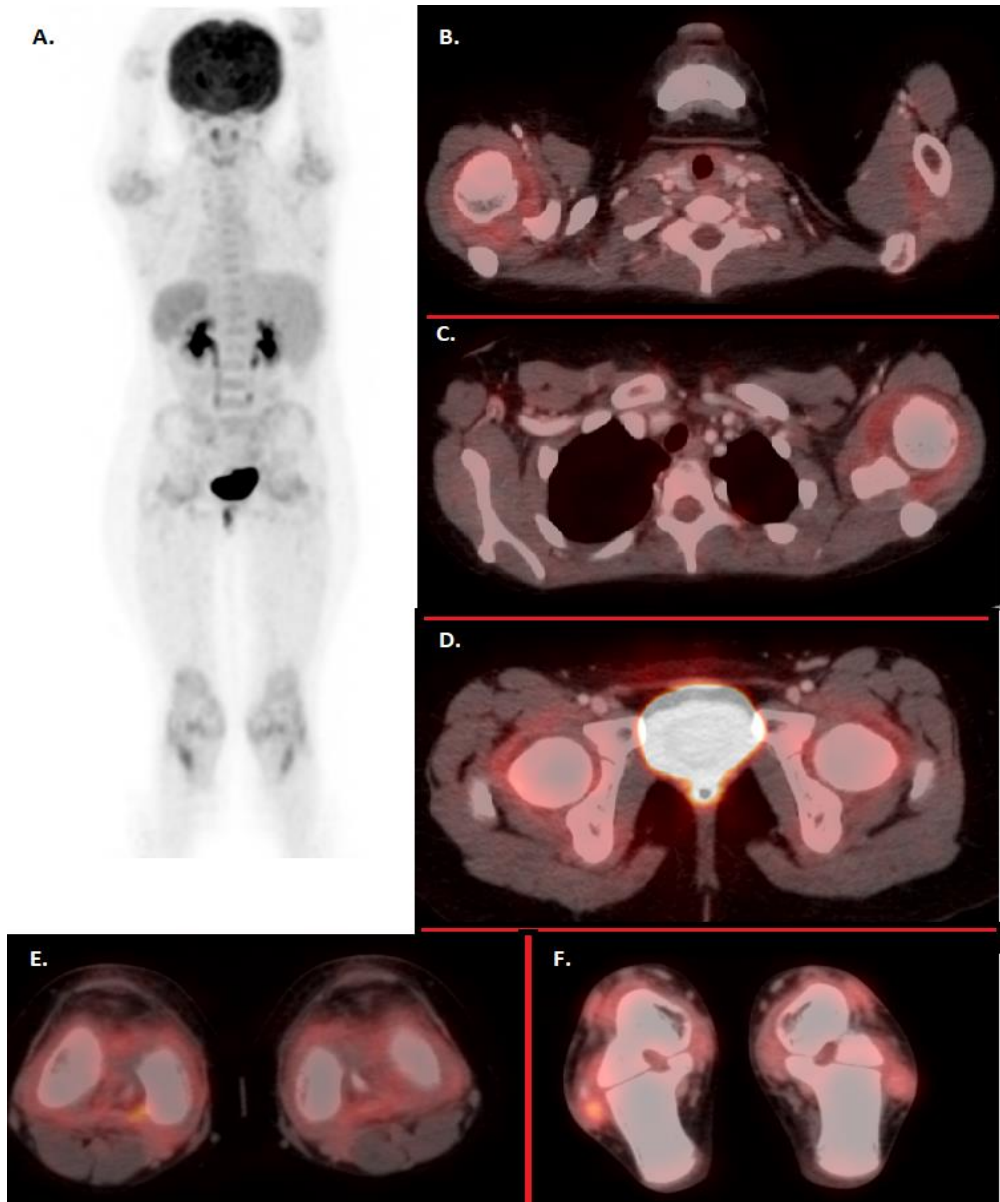


Figura 20. Paciente de sexo femenino de 8 años con síndrome febril con estudio inicial negativo. Imagen A. MIP PET FDG con aumento de la actividad metabólica en grandes articulaciones de forma simétrica. Fusión PET/CT con leve derrame y realce periarticular asociado a aumento de la actividad glucídica B. hombro derechos C. hombro izquierdo D. caderas E. Rodillas F. Tobillos

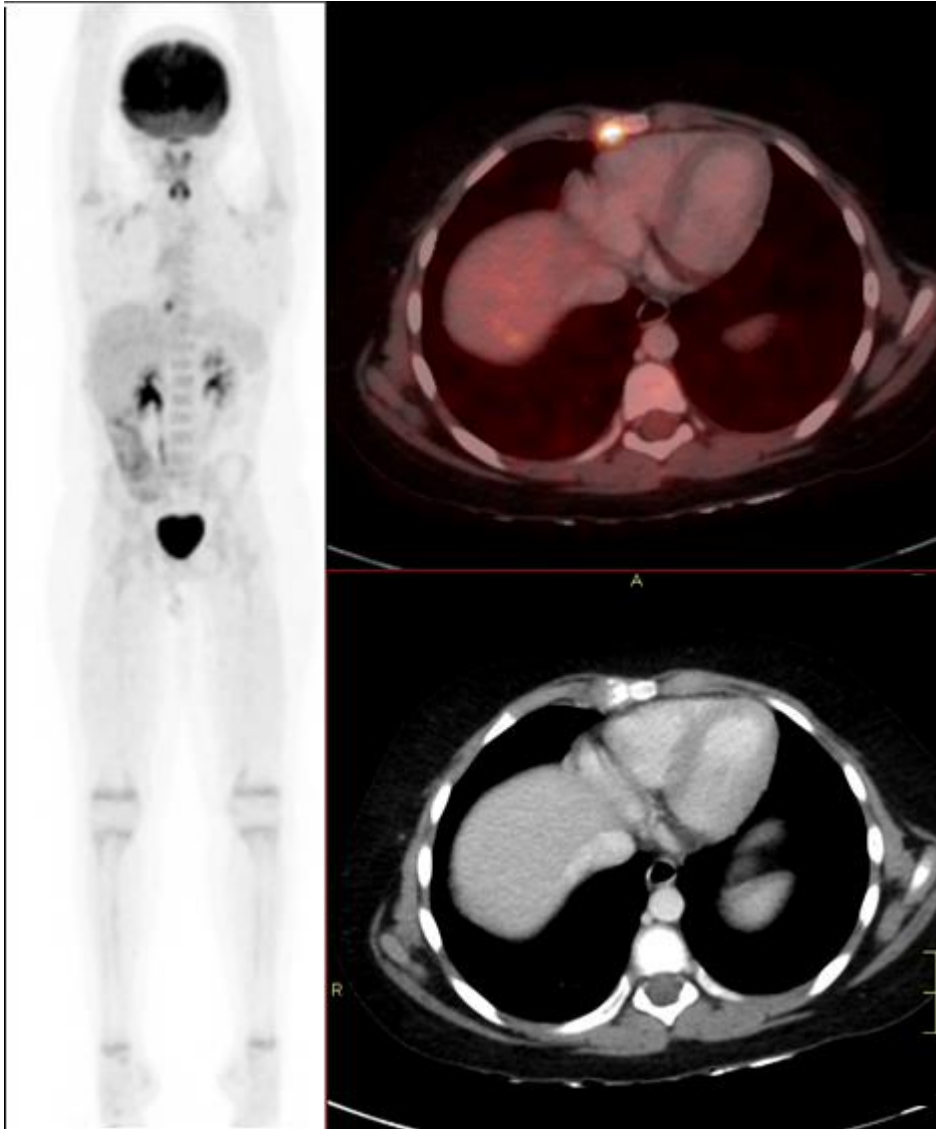


Figura 21. Paciente varón de 8 años con síndrome febril y debilidad de extremidades inferiores. Imagen A. MIP PET FDG pequeño foco en región torácica derecha que corresponde osteomielitis. B. Fusión PET/CT corte axial a nivel de la 4ta unión costoesternal derecha donde se ubica foco hipermetabólico. C, Tomografía computada que muestra lesión erosiva.

## *Discusión*

La tomografía por emisión de positrones complementada con la tomografía computada tiene sus usos establecidos con una sólida evidencia en pacientes adultos, en embargo los estudios en pediatría son escasos y la mayoría retrospectivos, lo que genera que esta técnica no sea incluida en las guías de manejo de distintas patologías. Pese a esto, son claras sus ventajas; al ser un estudio híbrido, nos proporciona información funcional de los distintos tejidos, en diversidad patologías los cambios metabólicos pueden ocurrir antes que los morfológicos. La adquisición de cuerpo completo favorece analizar segmentos corporales cuya afección no había sido sospechada o evaluada con estudios convencionales. La intensidad de la captación de los distintos radiotrazadores refleja una mayor celularidad metabólica (Fluorodeoxiglucosa) o densidad de receptores de somatostatina (análogos de somatostatina), estos focos guían la biopsia para que tenga un mejor rendimiento y evitar los falsos positivos.

Lo antes mencionado hace que el PET/CT tenga una alta sensibilidad y sea un aporte para el clínico, como ha quedado comprobado en este estudios en donde la primera exploración fue significativamente superior en el 18% de los pacientes, a las técnicas convencionales mostrando lesiones hipermetabólicas sin correlato anatómico, guiando biopsias, demostrando enfermedad activa por su funcionalidad cuando no hubo variación anatómica, localizó procesos inflamatorios infecciosos no apreciados previamente y generó una conducta clínica.

Pero, además, ayudó a evaluar la extensión de las lesiones tanto neoplásicas como infecciosas, la respuesta a los quimioterapéuticos y radioterapia, detectar recidiva tumoral, orientar en el diagnóstico y en el caso de la epilepsia, evaluar cambios metabólicos esperables por la patología.



## *Conclusión*

La tomografía por emisión de positrones/tomografía computada es cada vez más utilizada en pediatría, principalmente en patologías oncológicas, pero también, en patología infecciosa, inflamatoria y neurológica.

Las ventajas de esta técnica funcional e híbrida quedan claras y manifiestas, en este estudio inicial en la población pediátrica chilena; siendo en ocasiones superior y en otras complementaria a las técnicas convencionales.

# *Bibliografía*

- (1) Ferdinando Calabria, Orazio Schillaci. Radiopharmaceuticals. A Guide to PET/CT and PET/MRI. 2° Edition (2020). Springer.
- (2) Kanhaiyalal Agrawal, Annah Skillen, Abdulredha Esmail, Sharjeel Usmani. PET/CT imaging. Basic and Practice. 1° Edition (2022). Springer.
- (3) Rachel A. Powsner, Edward R. Powsner. Essential Nuclear Medicine Physics. 2° Edition (2006). Wiley Blackwell.
- (4) R. A. Powsner, M. R. Palmer, E. R. Powsner. Essentials of Nuclear Medicine Physics, Instrumentation, and Radiation Biology. 4° edition (2022). Wiley Blackwell
- (5) S. Dresel, R M. Schlag, H.-J. Senn. PET in Oncology. (2008). Springer
- (6) Eugene C. Lin, Abass Alavi. PET and PET/CT. A Clinical Guide. 3° edition (2019) Thieme.
- (7) Treves ST, Gelfand MJ, Fahey FH, et al. 2016 update of the North American consensus guidelines for pediatric administered radiopharmaceutical activities. J Nucl Med 2016;57:15n–8n.
- (8) Grant FD. Normal variations and benign findings in pediatric 18F-FDG-PET/CT. PET Clin. 2014;9(2):195–208.
- (9) Hamblen SM, Lowe VJ. Clinical 18F-FDG oncology patient preparation techniques. J Nucl Med Technol. 2003;31:3–10
- (10) Delbeke D, Coleman RE, Guiberteau MJ, et al. Procedure guideline for tumor imaging with 18F-FDG PET/CT 1.0. J Nucl Med 2006;47(5):885–895
- (11) Stauss J, Franzius C, Pfl uger T, et al. Guidelines for 18F-FDG PET and PET-CT imaging in paediatric oncology. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008;35(8):1581–1588.
- (12) Barrington SF, Begent J, Lynch T, et al. Guidelines for the use of PET-CT in children. Nucl Med Commun 2008;29(5):418–424.
- (13) Vali R, Alessio A, Balza R, Borgwardt L, Bar-Sever Z, Czachowski M, Jehanno N, Kurch L, Pandit-Taskar N, Parisi M, Piccardo A, Seghers V, Shulkin BL, Zucchetta P, Lim R. SNMMI Procedure Standard/EANM Practice Guideline on Pediatric 18F-FDG PET/CT for Oncology 1.0. J Nucl Med. 2021 Jan;62(1):99-110.
- (14) Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, Giammarile F, Tatsch K, Eschner W, Verzijlbergen FJ, Barrington SF, Pike LC, Weber WA, Stroobants S, Delbeke D, Donohoe KJ, Holbrook S, Graham MM, Testanera G, Hoekstra OS, Zijlstra J, Visser E, Hoekstra CJ, Pruim J, Willemsen A, Arends B, Kotzerke J, Bockisch A, Beyer T, Chiti A, Krause BJ;

European Association of Nuclear Medicine (EANM). FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2015 Feb;42(2):328-54.

(15) Gelfand MJ. Dose reduction in pediatric hybrid and planar imaging. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;54:379–388.

(16) Gelfand MJ, Lemen LC. PET/CT and SPECT/CT dosimetry in children: the challenge to the pediatric imager. *Semin Nucl Med*. 2007;37:391–398

(17) Parisi MT, Bermo MS, Alessio AM, Sharp SE, Gelfand MJ, Shulkin BL. Optimization of Pediatric PET/CT. *Semin Nucl Med*. 2017 May;47(3):258-274.

(18) Kaste SC. PET-CT in children: where is it appropriate? *Pediatr Radiol*. 2011 Sep;41 Suppl 2(0 2):509-13.

(19) London K, Howman-Giles R: Normal cerebral FDG uptake during childhood. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 41:723-735, 2014

(20) Shammas A, Lim R, Charron M. Pediatric FDG PET/CT: physiologic uptake, normal variants, and benign conditions. *Radiographics*. 2009 Sep-Oct;29(5):1467-86.

(21) Cook GJ, Wegner EA, Fogelman I. Pitfalls and artifacts in 18FDG PET and PET/CT oncologic imaging. *Semin Nucl Med* 2004;34(2):122–133.

(22) Brink I, Reinhardt MJ, Hoegerle S, Althoefer C, Moser E, Nitzsche EU. Increased metabolic activity in the thymus studied with FDG PET: age dependency and frequency after chemotherapy. *J Nucl Med* 2001;42(4):591–595.

(23) Lin CY, Ding HJ, Liu CS, Chen YK, Lin CC, Kao CH. Correlation between the intensity of breast FDG uptake and menstrual cycle. *Acad Radiol* 2007;14(8):940–944.

(24) Reavey HE, Alazraki AL, Simoneaux SF: Normal patterns of 18F-FDG appendiceal uptake in children. *PediatrRadiol* 44:398-402, 2014

(25) Subhas N, Patel PV, Pannu HK, et al: Imaging of pelvic malignancies with in-line FDG PET-CT: Case examples and common pitfalls of FDG PET. *RadioGraphics* 25:1031-1043, 2005

(26) Lerman H, Metser U, Grisaru D, et al: Normal and abnormal 18F-FDG endometrial and ovarian uptake in pre- and postmenopausal patients: assessment by PET/CT. *J Nucl Med* 45:266-271, 2004

(27) Kitajima K, Nakamoto Y, Senda M, et al: Normal uptake of 18F-FDG in the testis: an assessment by PET/CT. *Ann Nucl Med* 21:405-410, 2007

- (28) Jackson RS, Schlarman TC, Hubble WL, Osman MM. Prevalence and patterns of physiologic muscle uptake detected with whole-body 18F-FDG PET. *J Nucl Med Technol* 2006;34(1):29–33.
- (29) Otani T, Nakamoto Y, Ishimori T: Physiological FDG uptake in growth plate on pediatric PET. *Asia Ocean J Nucl Med Biol* 9:15-20, 2021.
- (30) Agrawal A, Shah S, Gnanasegaran G, Rajkotia S, Purandare N, Puranik A, Rangarajan V. PET/CT Normal Variants and Pitfalls in Pediatric Disorders. *Semin Nucl Med*. 2021 Nov;51(6):572-583.
- (31) Sureshbabu W, Mawlawi O: PET/CT imaging artifacts. *J Nucl Med Technol* 33:156-161, 2005
- (32) Baldwin RT, Preston-Martin S. Epidemiology of brain tumors in childhood: a review. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004;199:118–131
- (33) McKean-Cowdin R, Razavi P, Barrington-Trimis J, et al. Trends in childhood brain tumor incidence, 1973-2009. *J Neurooncol*. 2013;115:153–160.
- (34) Kim S, Salamon N, Jackson HA, Bluml S, Panigrahy A. PET imaging in pediatric neuroradiology: current and future applications. *Pediatr Radiol*. 2010;40:82–96.
- (35) Borgwardt L, Hojgaard L, Carstensen H, et al. Increased fluorine-18 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG) uptake in childhood CNS tumors is correlated with malignancy grade: a study with FDG positron emission tomography/magnetic resonance imaging coregistration and image fusion. *J Clin Oncol*. 2005;23:3030–3037.
- (36) Padma S, Sundaram PS, Tewari A. PET/CT in paediatric malignancies - An update. *Indian J Med Paediatr Oncol*. 2016 Jul-Sep;37(3):131-40.
- (37) Levivier M, Becerra A, De Witte O, Brotchi J, Goldman S. Radiation necrosis or recurrence. *J Neurosurg* 1996;84:148-9.
- (38) Olivero WC, Dulebohn SC, Lister JR. The use of PET in evaluating patients with primary brain tumours: Is it useful? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995;58:250-2.
- (39) Percy CL, Smith MA, Linet M, Gloecker Ries LA, Friedman DL. Lymphomas and reticuloendothelial neoplasms. In: Ries LAG, Smith MA, Gurney JG, et al., eds. *Cancer Incidence and Survival Among Children and Adolescents: United States SEER Program 1975-1995*. Bethesda, MD: National Cancer Institute; 1999. NIH publication 99-4649
- (40) Kip E. Guja, Helen Nadel, Andrei Iagaru, Overview and Recent Advances in 18F-FDG PET/CT for Evaluation of Pediatric Lymphoma, *Seminars in Nuclear Medicine*, Volume 53, Issue 3, 2023, Pages 400-412.

- (41) S.C. Kaste, S.C. Howard, E.B. McCarville, et al. 18F-FDG-avid sites mimicking active disease in pediatric Hodgkin's. *Pediatr Radiol*, 35 (2005), pp. 141-154
- (42) BD Cheson, RI Fisher, SF Barrington, et al. Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of Hodgkin and non-Hodgkin lymphoma: The Lugano classification. *J Clin Oncol*, 32 (2014), pp. 3059-3068
- (43) Weiler-Sagie M, Bushelev O, Epelbaum R, y otros. Se reevalúa la avidéz por 18 F-FDG en el linfoma: un estudio de 766 pacientes. *J Nucl Med*. 2010; 51 : 25 – 30
- (44) E Kabickova, D Sumerauer, E Cumlivska, et al. Comparison of 18F-FDG-PET and standard procedures for the pretreatment staging of children and adolescents with Hodgkin's disease. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 33 (2006), pp. 1025-1031
- (45) Uslu L, Donig J, Link M, Rosenberg J, Quon A, Daldrup-Link HE. Value of 18F-FDG PET and PET/CT for evaluation of pediatric malignancies. *J Nucl Med*. 2015 Feb;56(2):274-86.
- (46) Agrawal K, Mittal BR, Bansal D, et al. Role of F-18 FDG PET/CT in assessing bone marrow involvement in pediatric Hodgkin's lymphoma. *Ann Nucl Med*. 2013;27:146–151
- (47) Miller E, Metser U, Avrahami G, et al. Role of 18F-FDG PET/CT in staging and follow-up of lymphoma in pediatric and young adult patients. *J Comput Assist Tomogr*. 2006;30:689–694
- (48) Depas G, De Barse C, Jerusalem G, et al. 18F-FDG PET in children with lymphomas. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2005;32:31–38
- (49) Hernandez-Pampaloni M, Takalkar A, Yu JQ, Zhuang H, Alavi A. F-18 FDG-PET imaging and correlation with CT in staging and follow-up of pediatric lymphomas. *Pediatr Radiol*. 2006;36:524–531
- (50) John JR, Oommen R, Hephzibah J, Mathew D, Korula A, Shanthly N, Eapen A. Validation of Deauville Score for Response Evaluation in Hodgkin's Lymphoma. *Indian J Nucl Med*. 2023 Jan-Mar;38(1):16-22.
- (51) SF Barrington, NG Mikhaeel, L Kostakoglu, et al. Role of imaging in the staging and response assessment of lymphoma: Consensus of the International Conference on Malignant Lymphomas Imaging Working Group. *J Clin Oncol*, 32 (2014), pp. 3048-3058
- (52) A. Bousvaros, D.R. Kirks, H. Grossman Imaging of neuroblastoma: An overview *Pediatr Radiol*, 16 (1986), pp. 89-106
- (53) L.M. McGregor, B.N. Rao, A.M. Davidoff, C.A. Billups, S. Hongeng, V.M. Santana, et al. The impact of early resection of primary neuroblastoma on the survival of children older than 1 year of age with stage 4 disease. *Cancer*, 15 (2005)

- (54) Hossein Jadvar, Leonard P. Connolly, Frederic H. Fahey, Barry L. Shulkin. PET and PET/CT in Pediatric Oncology. *Seminars in Nuclear Medicine*, Volume 37, Issue 5, 2007, Pages 316-331
- (55) Chawla M ,Kumar R ,Agarwala S ,Bakhshi S ,Gupta D.K. ,Malhotra A. Función de la tomografía por emisión de positrones-tomografía computarizada en la estadificación y la evaluación de la respuesta temprana a la quimioterapia en niños con neuroblastoma . *Indian J Nucl Med*. 2010 ; 25 : 147 – 155
- (56) Sharp SE, Shulkin BL, Gelfand MJ, Salisbury S, Furman WL. 123I-MIBG scintigraphy and 18F-FDG PET in neuroblastoma. *J Nucl Med*. 2009;50:1237–1243
- (57) Lu MY, Liu YL, Chang HH, Jou ST, Yang YL, Lin KH, Lin DT, Lee YL, Lee H, Wu PY, Luo TY, Shen LH, Huang SF, Liao YF, Hsu WM, Tzen KY; National Taiwan University Neuroblastoma Study Group. Characterization of neuroblastic tumors using 18F-FDOPA PET. *J Nucl Med*. 2013 Jan;54(1):42-9.
- (58) Wen Z, Zhang L, Zhuang H. Roles of PET/Computed Tomography in the Evaluation of Neuroblastoma. *PET Clin*. 2020 Jul;15(3):321-331.
- (59) V. Mialou, T. Philip, C. Kalifa, D. Perol, J.C. Gentet, P. Marec-Berard, et al. Metastatic osteosarcoma at diagnosis: prognostic factors and long-term outcome-the French pediatric experience. *Cancer*, 104 (2005), pp. 1100-1109
- (60) Franzius C, Bielack S, Flege S, et al. Prognostic significance of 18F-FDG and 99mTc-methylene diphosphonate uptake in primary osteosarcoma. *J Nucl Med* 2002;43:1012–7.
- (61) Grant FD, Drubach LA, Treves ST. (18)F-Fluorodeoxyglucose PET and PET/CT in Pediatric Musculoskeletal Malignancies. *PET Clin*. 2010 Jul;5(3):349-61.
- (62) Franzius C, Daldrup-Link HE, Wagner-Bohn A, et al. FDG-PET for detection of recurrences from malignant primary bone tumors: comparison with conventional imaging. *Ann Oncol* 2002;13:157–60.
- (63) T.J. Triche Pathology of pediatric malignancies P.A. Pizzo, D.G. Poppo (Eds.), Principles and Practice of Pediatric Oncology ((ed 2)), JB Lippincott, Philadelphia (1993), pp. 115-152
- (64) N.P. Lenzo, B. Shulkin, V.P. Castle, et al. FDG-PET in childhood soft tissue sarcoma. *J Nucl Med*, 41 (5 suppl) (2000), p. 96P
- (65) Volker T, Denecke T, Steffen I, et al. Positron emission tomography for staging of pediatric sarcoma patients: results of a prospective multicenter trial. *J Clin Oncol* 2007;25:5435–41.

- (66) Barker LM, Pendergrass TW, Sanders JE, et al. Survival after recurrence of Ewing's sarcoma family of tumors. *J Clin Oncol* 2005;23:4354–62.
- (67) Sobic Saranovic DP, Nikitovic M, Saponjski J, Grozdic Milojevic I, Paripovic L, Saranovic D, Beatovic S, Artiko VM. Post-treatment FDG PET/CT predicts progression-free survival in young patients with small round blue cell tumors: Ewing sarcoma and PNET. *Eur J Radiol*. 2020 Aug;129:109076.
- (68) Mody RJ, Bui C, Hutchinson RJ, Yanik GA, Castle VP, Frey KA, Shulkin BL. FDG PET imaging of childhood sarcomas. *Pediatr Blood Cancer*. 2010 Feb;54(2):222-7.
- (69) Nanni C, Rubello D, Castellucci P, Farsad M, Franchi R, Rampin L, Gross MD, Al-Nahhas A, Fanti S. 18F-FDG PET/CT fusion imaging in paediatric solid extracranial tumours. *Biomed Pharmacother*. 2006 Nov;60(9):593-606.
- (70) Nanni C, Rubello D, Castellucci P, Farsad M, Franchi R, Rampin L, Gross MD, Al-Nahhas A, Fanti S. 18F-FDG PET/CT fusion imaging in paediatric solid extracranial tumours. *Biomed Pharmacother*. 2006 Nov;60(9):593-606.
- (71) Bredella MA, Caputo GR, Steinbach LS. Value of FDG positron emission tomography in conjunction with MR imaging for evaluating therapy response in patients with musculoskeletal sarcomas. *Am J Radiol* 2002;179:1145–50.
- (72) Tateishi U, Hosono A, Makimoto A, et al. Comparative study of FDG PET/CT and conventional imaging in the staging of rhabdomyosarcoma. *Ann Nucl Med* 2009;23:155–61.
- (73) Chu T, Jaffe R. The normal Langerhans cell and the LCH cell. *Br J Cancer Suppl*. 1994 Sep;23:S4-10. PMID: 7521202; PMCID: PMC2149705.
- (74) Haupt R, Minkov M, Astigarraga I, et al. Langerhans cell histiocytosis (LCH): guidelines for diagnosis, clinical work-up, and treatment for patients till the age of 18 years. *Pediatr Blood Cancer*. 2013;60:175-184.
- (75) Luo ZH, Lu PX, Qi WL, Liao FX, Jin AF, Zen QY. Role of 18F-FDG PET/CT in the diagnosis and management of patients with Langerhans cell histiocytosis. *Quant Imaging Med Surg*. 2022 Jun;12(6):3351-3363.
- (76) Agarwal KK, Seth R, Behra A, Jana M, Kumar R. 18F-Fluorodeoxyglucose PET/CT in Langerhans cell histiocytosis: spectrum of manifestations. *Jpn J Radiol*. 2016 Apr;34(4):267-76.
- (77) Phillips M, Allen C, Gerson P, McClain K. Comparison of FDG-PET scans to conventional radiography and bone scans in management of Langerhans cell histiocytosis. *Pediatr Blood Cancer*. 2009;52:97-101.

- (78) Albano D, Bosio G, Giubbini R, Bertagna F. Role of 18F-FDG PET/CT in patients affected by Langerhans cell histiocytosis. *Jpn J Radiol* 2017;35:574-83. 10.1007/s11604-017-0668-1
- (79) Kaste SC, Rodriguez-Galindo C, McCarville ME, Shulkin BL. PET-CT in pediatric Langerhans cell histiocytosis. *Pediatr Radiol*. 2007 Jul;37(7):615-22.
- (81) Chamroonrat W. PET/Computed Tomography in the Evaluation of Fever of Unknown Origin and Infectious/Inflammatory Disease in Pediatric Patients. *PET Clin*. 2020 Jul;15(3):361-369.
- (82) Antoon JW, Potisek NM, Lohr JA. Pediatric Fever of Unknown Origin. *Pediatr Rev*. 2015 Sep;36(9):380-90; quiz 391.
- (83) Balink H, Verberne HJ, Bennink RJ, van Eck-Smit BL. A Rationale for the Use of F18-FDG PET/CT in Fever and Inflammation of Unknown Origin. *Int J Mol Imaging*. 2012;2012:165080.
- (84) Rosenbaum J, Basu S, Beckerman S, Werner T, Torigian DA, Alavi A. Evaluation of diagnostic performance of 18F-FDG-PET compared to CT in detecting potential causes of fever of unknown origin in an academic centre. *Hell J Nucl Med*. 2011 Sep-Dec;14(3):255-9.
- (85) Hung BT, Wang PW, Su YJ, et al. The efficacy of (18)F-FDG PET/CT and (67)Ga SPECT/CT in diagnosing fever of unknown origin. *Int J Infect Dis* 2017;62:10–7.
- (86) Okuyucu K, Alagoz E, Demirbas S, et al. Evaluation of predictor variables of diagnostic [18F] FDG-PET/CT in fever of unknown origin. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2018;62:313–20.
- (87) Pijl JP, Kwee TC, Legger GE, Peters HJH, Armbrust W, Schölvinc EH, Glaudemans AWJM. Role of FDG-PET/CT in children with fever of unknown origin. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2020 Jun;47(6):1596-1604.
- (88) Balink H, Verberne HJ, Bennink RJ, van Eck-Smit BL. A Rationale for the Use of F18-FDG PET/CT in Fever and Inflammation of Unknown Origin. *Int J Mol Imaging*. 2012;2012:165080.
- (89) Kouijzer IJ, Blokhuis GJ, Draaisma JM, Oyen WJ, de Geus-Oei LF, Bleeker-Rovers CP. 18F-FDG PET/CT in Detecting Metastatic Infection in Children. *Clin Nucl Med*. 2016 Apr;41(4):278-81.
- (90) Warmann SW, Dittmann H, Seitz G, Bares R, Fuchs J, Schäfer JF. Follow-up of acute osteomyelitis in children: the possible role of PET/CT in selected cases. *J Pediatr Surg*. 2011 Aug;46(8):1550-6.



- (91) Mazur JM, Ross G, Cummings J, et al. Usefulness of magnetic resonance imaging for the diagnosis of acute musculoskeletal infections in children. *Pediatr Orthop* 1995;15:144-7.
- (92) Koort JK, Mäkinen TJ, Knuuti J, et al. Comparative 18F-FDG PET of experimental *Staphylococcus aureus* osteomyelitis and normal bone healing. *J Nucl Med* 2004;45:1406-11
- (93) Valero-Martínez C, Castillo-Morales V, Gómez-León N, Hernández-Pérez I, Vicente-Rabameda EF, Uriarte M, Castañeda S. Application of Nuclear Medicine Techniques in Musculoskeletal Infection: Current Trends and Future Prospects. *J Clin Med*. 2024 Feb 13;13(4):1058.
- (94) Dale RC, Gorman MP, Lim M. Autoimmune encephalitis in children: clinical phenomenology, therapeutics, and emerging challenges. *Curr Opin Neurol*. 2017;30:334–344.
- (95) Dalmau J, Graus F. Antibody-Mediated Encephalitis. *N Engl J Med*. 2018;378:840–851.
- (96) Baumgartner A, Rauer S, Mader I, Meyer PT. Cerebral FDG-PET and MRI findings in autoimmune limbic encephalitis: correlation with autoantibody types. *J Neurol*. 2013;260:2744–2753.
- (97) Yin Y, Wu J, Wu S, Chen S, Cheng W, Li L, Wang H. Usefulness of brain FDG PET/CT imaging in pediatric patients with suspected autoimmune encephalitis from a prospective study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2022 May;49(6):1918-1929.
- (98) Rosati A, De Masi S, Guerrini R. Antiepileptic Drug Treatment in Children with Epilepsy. *CNS Drugs*. 2015;29(10):847-63.
- (99) Kumar A, Chugani HT. The role of radionuclide imaging in epilepsy, Part 1: Sporadic temporal and extratemporal lobe epilepsy. *J Nucl Med*. 2013 Oct;54(10):1775-81.
- (100) Tian M, Watanabe Y, Kang KW, Murakami K, Chiti A, Carrio I, Civelek AC, Feng J, Zhu Y, Zhou R, Wu S, Zhu J, Ding Y, Zhang K, Zhang H; Molecular Imaging-based Precision Medicine Task Group of A3 (China-Japan-Korea) Foresight Program. International consensus on the use of [18F]-FDG PET/CT in pediatric patients affected by epilepsy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2021 Nov;48(12):3827-3834.
- (101) Van Bogaert P, Massager N, Tugendhaft P, et al. Statistical parametric mapping of regional glucose metabolism in mesial temporal lobe epilepsy. *Neuroimage*. 2000;12:129–138

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE POST GRADO  
PROGRAMAS DE ESPECIALISTAS

**CALIFICACION MINITESIS**

**Nombre** DRA. GABRIELA MUNDACA SOTO  
**Programa** ESPECIALISTA EN MEDICINA NUCLEAR  
**Departamento** MEDICINA  
**Hospital** CLINICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE  
**Asignatura** CLINICA III

---

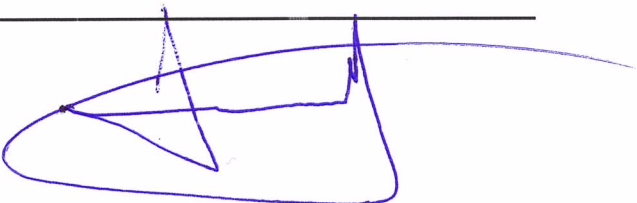
Hizo minitesis referente a: **PET-CT EN PACIENTES MENORES DE 16 AÑOS  
CON PATOLOGÍA ONCOLÓGICA Y NO ONCOLÓGICA.**

Para lo anterior se obtuvo aprobación de Comité de Ética de Clínica Santa María,  
se adjunta acta

Esta será incorporada al Repositorio Académico de la Universidad de Chile.  
Se adjunta pdf.

**Nota:** 7.0 ( siete )

---

  
**Dr. PATRICIO GONZALEZ ESPINOZA**  
**Profesor Titular**  
**Tutor Tesis**

Santiago, julio 2024