

Dr. Javier Altamirano-Ley,<sup>1</sup>  
 Dra. Gisela del Rocío Estrada-Sánchez,<sup>1,2</sup>  
 Dr. Francisco Javier Ochoa-Carrillo<sup>3</sup>

## Aplicaciones prácticas en protección radiológica y dosimetría con PET y PET/CT

### RESUMEN

**Introducción:** La Tomografía por Emisión de Positrones sigue un proceso de implantación imparable en todo el mundo por los obvios y claros beneficios que aporta al diagnóstico por imagen. Desde el punto de vista clínico, se adentra en un terreno inalcanzable para otras técnicas de imagen, como es el aspecto funcional de enfermedades como las oncológicas, neurológicas y cardiológicas.

**Conclusiones:** Técnicamente podemos referir que la PET es una noble herramienta diagnóstica, de fácil realización, costo-eficiente y que aplicando los principios básicos de la seguridad radiológica puede ser realizada cuantas veces lo considere necesario el Médico tratante, previa valoración del riesgo-beneficio en conjunto con el Médico Nuclear.

La gran sensibilidad de los tomógrafos para detectar mínimas cantidades de compuestos

gracias a la presencia de positrones en su composición, coloca a la técnica PET en una posición de privilegio respecto a otras disciplinas diagnósticas.

**Palabras clave:** Tomografía por Emisión de Positrones, PET, <sup>18</sup>FDG y Tomografía Computarizada.

*continúa en la pág. 326*

<sup>1</sup> De la Unidad PET/CT del Hospital Ángeles de las Lomas, <sup>2</sup> De C. T. Scanner del Sur y de la 3Subdirección de Cirugía del Instituto Nacional de Cancerología. Vialidad de la Barranca s/n. Col. Valle de las Palmas, 52763, Huixquilucan, Edo. de México.  
 Copias (copies): Dr. Javier Altamirano Ley E-mail: draltaley@yahoo.com

### Introducción

La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) es una técnica de imagen molecular que mediante el uso de radiofármacos permite obtener imágenes de procesos biológicos *in vivo*. El dispositivo de detección que se encarga de ello es el tomógrafo PET, el cual registra la radiación del isótopo que ha sido ligado a una molécula de interés mediante una síntesis química, ofreciendo su distribución fisiológica o patológica en el organismo. Esta nueva visión "metabólica" de la enfermedad y de los procesos biológicos viene a sumarse a aquella definida por sus características anatómicas representadas por Tomografía Computarizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM). A ello contribuye una excelente sensibilidad, asociada en general a todos los equipos de Medicina Nuclear para detectar mínimas concentraciones de material radiactivo y que cobra, por razones de diseño y curiosidades de la física, una especial dimensión cuando nos referimos a los tomógrafos PET.

De esta forma ciertos procesos biológicos, como es el caso de los oncológicos, son sensibles a la técnica PET en estadios asintomáticos de la enfermedad cuando todavía no existe evidencia de cambios anatómicos por TC o RM, pero su metabolismo es anormalmente superior al de las células sanas. En una única prueba se obtiene información de la totalidad del organismo, lo que supone una importante ayuda para un correcto estadiaje de la enfermedad y la elección de una terapia adecuada. Con frecuencia el descubrimiento de lesiones incipientes sin síntomas clínicos o difíciles de detectar con otros métodos de imagen supone un cambio de estadio del paciente y a veces también de la actitud terapéutica a seguir. La PET representa un eficaz procedimiento de examen de la totalidad del organismo que permite un diagnóstico preciso tanto de tumores como recurrencias, determina exactamente la extensión de la enfermedad proporcionando así un mejor estadiaje del proceso tumoral y por tanto del tratamiento y por último una eficaz y rápida predicción de la repuesta al tratamiento elegido, sin esperar a lentos cambios anatómicos en los que se basan otras técnicas.

La estructura y dimensión de un centro dedicado a PET son radicalmente diferentes en función de que dis-

## ABSTRACT

**Introduction:** The Positron Emission Tomography (PET) follows a continuous implementation process world wide for the obvious and clear benefits it supplies to the imaging diagnosis. From the clinical point of view, we may attain into an unreacha-

ble field for other imaging techniques, such as the functional aspect of illnesses like oncological, neurological and cardio.

**Conclusion:** Technically, we may note that PET is a noble diagnostic tool, easy to use, cost-efficient and that using the basic principles of radiological safety, it may be carried out whatever times considered necessary by the treating doctor, previous valuation of risk-benefit

together with the Nuclear Doctor. The great sensitiveness of tomographers to detect minimum amounts of compounds thanks to the positrons presence in its composition, places the technical PET in a privilege position regarding other diagnostic disciplines.

**Key words:** The Positron Emission Tomography (PET), 18FDG and computerized Tomography.

ponga o no de su propio departamento de producción de radiofármacos. En caso de optar por ello contará con un ciclotrón para fabricar los isótopos emisores de positrones y con una Unidad de Radiofarmacia donde sintetizar químicamente los radiofármacos PET. El Departamento de Imagen estará constituido básicamente por el tomógrafo PET dedicado y/o el equipo PET/CT, una sala de control donde se encuentran las estaciones de trabajo encargadas de adquirir y procesar los estudios y salas individuales de administración de dosis a los pacientes. Las labores de Protección Radiológica y Control de Calidad de los equipos de detección en los centros de Medicina Nuclear pueden ser contratadas externamente o ser desarrolladas por un Servicio Interno de Protección Radiológica en caso de que el centro disponga de él.

La función de un ciclotrón es dotar a las partículas de suficiente energía como para desencadenar una transformación nuclear en un elemento estable que actúa como blanco (target) convirtiéndose en otro elemento distinto e inestable energéticamente. Ningún elemento puede mantener esta situación indefinidamente y una forma eficaz de buscar la estabilidad es mediante la emisión de partículas o radiación electromagnética.

El tipo de reacción nuclear que tendrá lugar depende principalmente del tipo de partícula acelerada, de su energía y del elemento bombardeado o blanco. Con un ciclotrón dedicado a producir isótopos para PET, se pretende que el elemento blanco excitado alcance la estabilidad emitiendo positrones. El equilibrio entre protones y neutrones en el núcleo de cualquier elemento estable, en especial para elementos ligeros, es muy delicado. Los núcleos que se desintegran mediante la emisión de positrones son aquellos en los que se ha alterado este equilibrio y existe un defecto de neutrones o lo que es igual, presenta un exceso de protones. Una forma de conseguir esta situación es por ejemplo

bombardear un elemento con un haz de protones. La reacción que tiene lugar en un núcleo excitado es en la que un protón da lugar a un neutrón y un positrón ( $\beta^+$ ). Esta reacción es energéticamente desfavorable (la energía o masa del primer miembro es menor que la del segundo), es decir, no puede ocurrir de forma espontánea sin una aportación energética externa al núcleo.

Para poder alterar la cantidad de nucleones (protones o neutrones) de un núcleo se necesita una energía que debe ser del orden de la que los mantiene unidos dentro de él. La energía media de enlace por nucleón en un núcleo atómico es aproximadamente de unos 8 MeV y representa el umbral energético mínimo para que se produzcan dichas transiciones con una eficiencia razonable. La mayor parte de los ciclotrones comerciales para PET proporcionan energías para las partículas aceleradas por encima de los 10 MeV suficiente para producir todos los emisores de positrones de uso médico. Otros alcanzan incluso los 18 MeV mejorando sensiblemente la eficiencia de producción, pero adentrándose en energías para las que comienzan a aparecer otras reacciones nucleares que compiten con las deseadas.

Los ciclotrones llamados "baby" proporcionan rendimientos más que suficientes como para satisfacer las más exigentes necesidades comerciales de cualquier laboratorio de radiofarmacia. Por su parte son los aceleradores más compactos, baratos, y con menores exigencias de mantenimiento. Estos ciclotrones tienen un manejo sencillo y amigable, ha permitido que dispositivos electrónicos que siempre han estado limitados a universidades y centros de investigación puedan ser instalados con relativa facilidad en instalaciones médicas sin faraónicas obras de ingeniería y sean manipulados por personal adecuadamente adiestrado.

El manejo de estos ciclotrones no está libre de riesgos ni es una tarea rutinaria más. Las tasas de dosis

implicadas en los procesos de producción de radiofármacos PET pueden llegar a ser extraordinariamente altas y exceder fácilmente los límites anuales de dosis establecidos para el personal ocupacionalmente expuesto. Sólo de esta manera se entiende el más que riguroso seguimiento al que están sometidas las instalaciones radiactivas que cuentan con ciclotrones por parte de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas, tanto en su construcción como posteriormente durante su utilización.

### **Consideraciones sobre las unidades PET**

Un centro PET sin ciclotrón no plantea diferencias significativas de construcción, medidas de seguridad radiológica o cambios en los procedimientos de trabajo respecto a otras técnicas de Medicina Nuclear.

A las elevadas cifras que requieren las inversiones en equipamiento se unen otras como la necesidad de contar con un número elevado de especialistas en diferentes disciplinas como la radiofarmacia, física médica o la medicina nuclear, costos fijos importantes en mantenimiento y calibración de equipos y por si fuera poco se asume una responsabilidad legal en el terreno de los materiales radiactivos.

Por otra parte el uso de emisores beta o radiación gamma de "alta energía" han sido históricamente características indeseables para su uso diagnóstico en medicina nuclear tanto por la exposición que sufre el paciente, como el personal ocupacionalmente expuesto especialmente inapropiadas para conseguir imágenes de calidad. Por último y no menos importante el precio medio por dosis de un radiofármaco PET, que puede superar en diez veces a las empleadas rutinariamente en un servicio de medicina nuclear.

### **Protección radiológica en PET**

Si la presencia de un ciclotrón marca la dimensión de un centro de PET, en la misma proporción define las medidas de protección radiológica a tomar. Tales medidas vienen condicionadas por aspectos fundamentales como el diseño de la instalación, la construcción y adquisición de elementos de blindaje o la definición de los procedimientos de trabajo.

### **Diseño de la instalación**

El diseño de una instalación dedicada a PET debe cumplir ciertos requisitos básicos: ser segura, funcional y cumplir con la normatividad vigente en materia de seguridad radiológica y fabricación de medicamentos.

Mientras las necesidades de producción proponen máxima precaución en la línea de producción para evitar contaminación en la fabricación del radiofármaco, las radiológicas son exactamente las contrarias para evitar posibles dispersiones de un ambiente contami-

nado por material radiactivo. Desde el punto de vista estructural es importante aprovechar si las condiciones y el espacio lo permiten instalar tanto el ciclotrón como el área de radiofarmacia por debajo del nivel del suelo. Si esto no es posible se buscarán aquellas zonas contiguas con menores factores de ocupación como garajes, pasillos, jardines o patios no accesibles. En el proceso de diseño deben también planearse sistemas de conducción internas bajo el suelo mediante canaletas debidamente blindadas para el paso de las líneas de transferencia del material radiactivo desde el ciclotrón hasta el Laboratorio. De la misma manera el sistema de ventilación debe estar concebido para mantener aisladas zonas potencialmente contaminables de aquellas de acceso al público, además de contar con las medidas necesarias para confinar en caso de ser necesario escapes de gases contaminados antes de ser expulsados al exterior de la instalación.

### **Blindajes estructurales y sistemas de confinamiento de la radiación**

El más representativo es el búnker que aloja el ciclotrón. Sus dimensiones internas y espesores varían considerablemente en función del ciclotrón instalado. Por el tipo de reacción empleada en la fabricación de emisores de positrones y más concretamente por la energía mínima necesaria para generar tales transiciones, los ciclotrones dedicados a PET podrían catalogarse de pequeños si se comparan con aquellos destinados a investigación. Esta característica permite que la mayoría de ellos cuenten con su propio autoblandaje. El nivel de eficacia de este blindaje es tal que las tasas de radiación en su entorno son compatibles con la presencia de personal ocupacionalmente expuesto durante el proceso de bombardeo. Pueden ser instalados en salas de poco más de 35 m<sup>2</sup> y pueden ser aislados de zonas del público con espesores de concreto baritado de poco más de 20 cm. Por el contrario los ciclotrones sin autoblandaje requieren espesores de concreto baritado cercanos a los 2 metros, lo que requiere en su instalación una obra civil de considerable importancia; por lo que prácticamente ya no se instalan sin autoblandaje.

El concreto baritado constituye en este caso un material de blindaje perfecto al proporcionar niveles de atenuación aceptables tanto para radiación gamma de alta energía como para los neutrones.

La presencia de partículas como protones o neutrones en el proceso de fabricación genera la activación de ciertas piezas y elementos metálicos que componen los blancos o targets donde se produce la reacción nuclear. Para evitar este proceso y con ello la aparición de isótopos de difícil manejo se emplean materiales de construcción muy nobles y extremadamente puros de forma que sean poco sensibles a

procesos de activación o si lo hacen se transformen en isótopos de vida corta.

En el interior del laboratorio de radiofarmacia se encuentran instaladas las celdas que albergan los módulos de síntesis y el dispositivo de dispensación automática de viales.

Consisten en recintos de plomo de espesores entre 5 a 7 cm que aíslan la radiación emitida por el isótopo generado en el ciclotrón una vez que llega al módulo de síntesis, instantes antes de comenzar el proceso químico que ligará al elemento radiactivo con la molécula de interés para dar lugar al radiofármaco. Puesto que en su interior se sintetiza la molécula, el aire de su interior está clasificado desde el punto de vista de su calidad (generalmente clase B). Finalizada la síntesis que ha sido controlada automáticamente por un sistema de cómputo, la producción pasa a la celda de dispensación, de características similares, donde si se cuenta con el dispositivo, también será fraccionada automáticamente en viales para su comercialización.

### **Procedimiento de trabajo**

En una actividad laboral donde el trabajo de cada individuo compromete radiológicamente a sus compañeros y pacientes y económica y socialmente a la empresa, casi no hace falta explicar la importancia que cobra el realizar todos y cada uno de los trabajos necesarios en estas instalaciones con un número cero de errores gracias al desarrollo y seguimiento de rigurosos procedimientos de trabajo, en un marco laboral donde cada proceso implicado debe ser perfecto por concepción y diseño.

Una forma de minimizar riesgos laborales y de fabricación, es automatizar la mayor parte del proceso de fabricación, aunque ciertos pasos requieren la decisión del operador.

Tanto el proceso y control de funcionamiento del ciclotrón, como el de síntesis de los radiofármacos, se hace a través de un sistema informático que evita cualquier manipulación y exposición del personal de Radiofarmacia. Estas medidas se ven incluso reforzadas por las normatividad que obliga a mantener medidas de esterilidad y pirogenicidad del material, a la vez que limita las opciones de manipular el producto manualmente.

Incluso pensando en posibles errores humanos o accesos indebidos a zonas restringidas es habitual la instalación de sistemas de bloqueo lógico (interlocks) que actúan automáticamente ante la detección de señales de anomalía durante periodos de funcionamiento críticos. Es normal controlar durante la fase de bombardeo del ciclotrón la tasa de radiación gamma y de neutrones, la temperatura de la sala, los sistemas de vacío y refrigeración o incluso el suministro eléctrico al sistema de extracción forzada del búnker. Ante la su-

peración de valores umbrales determinados, el sistema actúa automáticamente deteniendo el proceso de bombardeo y confinando posibles escapes de gases. También suele contarse con retardos temporales en la apertura del búnker, después de finalizada la fase de bombardeo, para evitar el acceso accidental de personas durante periodos de tiempo en los que ciertos componentes de los blancos permanecen activos.

Durante ciertas fases del proceso de síntesis se produce la evaporación de solventes volátiles radiactivos. Estos gases son retenidos temporalmente mediante dispositivos más o menos complejos según el módulo de síntesis en cuestión. Si por alguna razón estos gases pasan al ambiente existen sistemas automáticos que bloquean el sistema de ventilación mediante compuertas ante la superación de ciertas tasas de dosis de los monitores de radiación ambiental.

Por muchos esfuerzos que se realicen en adquirir medios de protección radiológica nunca serán suficientes si no van acompañados de una correcta formación y adiestramiento específico del personal y de forma muy especial si no se siguen con escrupulosa rigurosidad los procedimientos de trabajo establecidos. Muchos de estos procedimientos de trabajo rutinario exigen una importante manipulación y preparación de equipos de laboratorio antes de comenzar cada síntesis, lo que supone una importante fuente de potenciales errores humanos de consecuencias radiológicas o económicas graves.

### **Dosimetría en PET**

Los aspectos dosimétricos relacionados con la PET vienen condicionados fundamentalmente por el tipo de isótopos empleados. La emisión beta y la energía de los fotones de aniquilación hacen prever niveles dosimétricos bastante más elevados que los obtenidos por exposición a otros isótopos convencionales utilizados en Medicina Nuclear. Especialmente la energía de 511 KeV procedente de la aniquilación de los positrones hace poco eficaz o funcional emplear blindajes de protección personal como chalecos. Para algunas de estas situaciones la disminución de la dosis recibida por el personal ocurre al reducir el tiempo de exposición mediante la optimización de los procedimientos y el adiestramiento mediante ensayos en frío.

El personal ocupacionalmente expuesto que trabaja en una Unidad PET deben contar con dosimetría personal de cuerpo completo y localizada para manos, y la instalación debe contar con dosimetría ambiental de los puntos más críticos o difíciles de proteger. Por su parte, toda salida de gases al exterior del edificio procedente de salas potencialmente contaminables debe estar continuamente controlada por sondas de radiación conectadas automáticamente a compuertas de bloqueo.

## Personal ocupacionalmente expuesto

Los periodos de exposición del personal de las unidades PET a fuentes de radiación ya sean las monodosi- sis o el mismo paciente inyectado, son especialmente cortos, no más de unos 2 o 3 minutos por paciente entre la administración y la colocación en el tomógrafo. A pesar de ello, las tasas de dosis durante estas situaciones son muy elevadas y con pocas posibilidades de interponer blindajes. La consecuencia de ello son valores dosimétricos significativamente mayores que en Medicina Nuclear convencional. No es de extrañar, a la vista de los periodos de exposición, que mínimas optimizaciones en los procedimientos de trabajo se vean recompensados con reducciones importantes de dosis entre el personal expuesto.

Entre las tareas dosimétricamente más significativas se encuentran el fraccionamiento de la producción en monodosi- sis individuales para la administración a pacientes. De la misma forma que existen equipos capaces de fraccionar la producción en viales para su comercialización, no ocurre lo mismo para proporcionar dosis en jeringas con la precisión establecida en la ley. Aunque existen dispositivos blindados que solucionan parcialmente el problema al proteger la producción total, la medida de las monodosi- sis en el calibrador suele ser manual y por supuesto sin blindaje alguno. Soluciones caseras como hojas de cálculo que estimen el volumen a extraer en función de una medida inicial de la actividad recibida, conocido el volumen inicial y corregido el decaimiento, permite ajustar bastante bien el volumen a extraer en función del tiempo transcurrido, evitando sucesivos intentos para conseguir la dosis necesaria para cada paciente.

La administración de las dosis a los pacientes también es un proceso crítico. No es común inyectar las dosis directamente. Lo más habitual es tomar una vía al paciente mediante un catéter y un conector, comprobar que está bien canalizado con solución fisiológica e inyectar el radiofármaco, sacando la jeringa de su protector de tungsteno del contenedor individual de transporte interno del centro.

Aunque los valores medios de la dosimetría del personal expuesto en PET puede variar considerablemente en función de la carga de trabajo, del número de personas a compartir tareas, de la dosis empleada en cada tipo de tomógrafo o de si se comercializa o no dosis externamente, unos valores razonables de dosis mensuales podrían oscilar entre los 5 a 15 mSv en manos y de 0.2 a 0.8 mSv a cuerpo completo.

## Pacientes

A pesar de los inconvenientes dosimétricos del uso de emisores de positrones para el diagnóstico, sus cortos periodos de semidesintegración compensan tal desventaja hasta el punto que la dosis efectiva recibida por

los pacientes en las exploraciones son sensiblemente inferiores a pruebas convencionales de Medicina Nuclear con  $^{99m}\text{Tc}$ . Estas diferencias son aún menores si se emplean tomógrafos capaces de trabajar en modo de adquisición 3D y cristales de oxi-ortosilicato de lute- cio (LSO) que requieren la administración de menos de la dosis convencional empleada hasta ahora.

Se debe asegurar el correcto funcionamiento del calibrador de dosis asegurando precisión y exactitud, cumplir con los procedimientos de Control de Calidad establecidos para el tomógrafo de la unidad (sensibilidad, uniformidad, resolución, etc.) y administrar la dosis correcta en función al peso del paciente, el tipo de estudio o el modo de adquisición.

Un valor de referencia para un estudio de cuerpo completo con una dosis de 15 mCi de  $^{18}\text{F}$ -FDG supone una dosis efectiva al paciente cercana a los 15 mSv, y que puede reducirse para estudios adquiridos en modo 3D.

En un estudio de cuerpo entero utilizando  $^{68}\text{Ge}$  para la transmisión, la dosis de radiación efectiva dependerá del tiempo total empleado, así como de la actividad de las fuentes de transmisión; determinándose en  $1.0 \times 10^{-5}$  mSv/MBq minuto, suponiendo unos 0.20 a 0.26 mSv (para una duración de 30 minutos), dosis mínima frente a la recibida por la  $^{18}\text{F}$ -FDG. La dosis efectiva debida a la TC cuando se utiliza como fuente de transmisión en un equipo PET/CT se reporta de acuerdo con el modo en que se utiliza el estudio: 18.9 mSv para el modo de alta resolución y de 8.8 mSv para el modo de alta velocidad, utilizando en ambos casos el mismo kilovoltaje

Cuadro I

Órgano	MGy/185 MBq
Pared de la vejiga	31.45
Vejiga (vacía a los 60 min)	11.00
Vejiga (sin vaciar)	22.00
Corazón	12.03
Cerebro	04.81
Riñones	03.88
Útero	03.70
Ovarios	02.78
Testículos	02.78
Suprarrenales	02.59
Intestino delgado	02.40
Pared gástrica	02.22
Hígado	02.22
Páncreas	02.22
Bazo	02.22
Mama	02.04
Pulmón	02.04
Médula ósea	02.04
Otros tejidos	02.04
Hueso	01.85
Tiroides	01.79

**Cuadro II**

Órgano	Adulto	15 años	10 años	5 años	1 año
Suprarrenales	0.014	0.015	0.023	0.036	0.065
Pared de la vejiga	0.170	0.210	0.310	0.480	0.890
Hueso	0.010	0.012	0.019	0.030	0.056
Cerebro	0.026	0.027	0.029	0.033	0.046
Mama	0.011	0.011	0.017	0.027	0.052
Pared gástrica	0.012	0.014	0.021	0.034	0.062
Intestino delgado	0.013	0.017	0.026	0.040	0.074
Colon ascendente	0.013	0.015	0.024	0.038	0.069
Colon descendente	0.016	0.018	0.029	0.044	0.076
Corazón	0.065	0.080	0.120	0.200	0.350
Riñón	0.021	0.025	0.036	0.053	0.094
Hígado	0.012	0.014	0.022	0.035	0.064
Pulmón	0.011	0.013	0.020	0.032	0.06
Ovarios	0.015	0.020	0.030	0.046	0.082
Páncreas	0.012	0.016	0.024	0.038	0.070
Médula ósea	0.011	0.014	0.021	0.031	0.056
Bazo	0.012	0.014	0.022	0.034	0.063
Testículos	0.015	0.016	0.026	0.041	0.076
Tiroides	0.009	0.012	0.020	0.033	0.062
Útero	0.020	0.026	0.041	0.063	0.110
Otros órganos	0.011	0.013	0.021	0.032	0.061
Dosis efectiva (mSv/MBq)	0.027	0.032	0.047	0.073	0.130

(140 KV) e idéntica corriente del tubo (80 mA), dosis que son significativamente mayores que las debidas al  $^{68}\text{Ge}$  cuando se utiliza éste como fuente de transmisión. La literatura reporta que para procedimientos estándar de un equipo de TC de cortes múltiples, las dosis efectivas para estudios de tórax son de 7.2 a 12.9 mSv, mientras que para el abdomen son de 12.4 a 16.1 mSv.

### **Público en general**

El corto periodo de semidesintegración y la farmacocinética de radiofármacos como la  $^{18}\text{F}$ FDG supone un riesgo mínimo para el público. El mejor método para evitar la exposición por causa de pacientes inyectados es una correcta información sobre las indicaciones básicas a seguir después de finalizado el estudio. Estas van dirigidas a evitar o limitar el contacto durante unas horas después de terminada la exploración, en especial si se trata de grupos sensibles como niños o mujeres embarazadas.

Las estimaciones de exposición en adultos (peso medio de 70 kg), para los diferentes órganos y según los datos proporcionados por la MIRDC Commission, después de la inyección de 185 MBq de  $^{18}\text{F}$ FDG se refieren en el *cuadro I*.

Según datos de la publicación 53 de ICRP "Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals", se reportan los siguientes datos de dosis absorbida por unidad de actividad inyectada (mGy/MBq) (*Cuadro II*).

### **Conclusiones**

Por todo lo anteriormente expuesto, la PET sigue un proceso de implantación imparable en todo el mundo por los obvios y claros beneficios que aporta al diagnóstico por imagen. Desde el punto de vista clínico, se adentra en un terreno inalcanzable para otras técnicas de imagen, como es el aspecto funcional de enfermedades como las oncológicas, neurológicas y cardiológicas. Técnicamente podemos referir que la PET es una noble herramienta diagnóstica, de fácil realización, costo-eficiente y que aplicando los principios básicos de la seguridad radiológica puede ser realizada cuantas veces lo considere necesario el Médico tratante, previa valoración del riesgo-beneficio en conjunto con el Médico Nuclear.

La gran sensibilidad de los tomógrafos para detectar mínimas cantidades de compuestos gracias a la presencia de positrones en su composición, coloca a la técnica PET en una posición de privilegio respecto a otras disciplinas diagnósticas.

### **Referencias**

- Altamirano LJ, Estrada SG, Carreras DJL. PET y PET/CT en Oncología. 1ª. Ed. México: Editorial Intersistemas; 2005. p. 1-18 y 179-205.
- Carreras DJL, Lapeña GL, Asencio DBC. PET en Oncología. 1ª. Ed. Madrid: Editorial Nova Sidonia Oncología-Hematología; 2002, p. 9-31.