

PET

Por qué solicitar PET y no PET/CT

Arístides H. Sarmiento

Hospital Militar Central Servicio de Medicina Nuclear

Presentado en las 2das. Jornadas Interdisciplinarias de Oncología y
Hematología del Hospital Militar Central 28-29 marzo 2012

ADVERTENCIA

- **Esta presentación no tiene como objetivo devaluar el avance técnico que ha representado la aparición de los equipos híbridos PET/CT sino revalorizar al FDG PET tradicional.**
- **La invasión del mercado por los equipos PET/CT ha llevado al concepto erróneo de que el FDG PET es una técnica obsoleta e inferior a nivel diagnóstico.**
- **Esto ha implicado que aún entre especialistas de medicina nuclear sin experiencia en PET crean que un estudio PET es sinónimo de PET/CT.**
- **Las diapositivas que siguen demuestran sin lugar a dudas que el FDG PET tiene una capacidad diagnóstica equivalente a los PET/CT, al menos los que están actualmente en uso en nuestro país.**

CONSIDERACIONES PRACTICAS

- **La TC combinada con el FDG es una forma técnica de corregir por la atenuación corporal de la radiación emitida por la FDG.**
- **Los equipos FDG PET corrigen por atenuación con una fuente radioactiva. Su desventaja es que la adquisición del estudio requiere más tiempo que la corrección por atenuación con la CT.**
- **La adquisición simultánea del FDG PET y la CT tiene el valor adicional de que ambas imágenes se pueden comparar en forma simultánea.**
- **El inconveniente del PET/CT es que aumenta la irradiación el paciente y al menos duplica la producida por el FDG PET. Dado que la mayoría de los pacientes se les solicita el FDG PET luego de haber sido estudiados con CT, RM o ecografías. La repetición de la CT agrega radiación y costos.**

CONSIDERACIONES PRACTICAS

- Otra desventaja de la CT asociada con el FDG PET es de que en muchos estudios de FDG PET/CT la CT se hace con una técnica de inferior calidad con el único objetivo de corregir por la atenuación de la radiación y correlacionar anatómicamente los focos hipermetabólicos.
- No es raro que algunos focos hipermetabólicos no son identificados en la TC. Los nuevos equipos y técnicas de MDCT permiten maximizar la capacidad diagnóstica pero son técnicas que normalmente no se usan asociadas al FDG/CT.
- Los focos hipermetabólicos no identificados en la MDCT pueden ser estudiados con técnicas de RM adecuadas al problema diagnóstico y las imágenes pueden ser fusionadas visual o con software con las imágenes del FDG PET.
- En el Oncologic PET Registry, en una evaluación de más de 40.000 pacientes, se encontró que no hubo diferencias significativas a nivel, clínico o sea en el cambio de decisión terapéutica usando FDG PET o el FDG/CT.

CONSIDERACIONES PRACTICAS

- **Nuestro criterio de interpretación es correlacionar las imágenes de FDG PET con la clínica, la TC, la RM y otros estudios que aporte el paciente. Si el FDG PET es normal, no son necesarios estudios complementarios. En ausencia de lesiones anatómicas, el estudio se considera normal.**
- **La asociación con los estudios anatómicos y la correlación clínica debe hacerse siempre porque hay neoplasias con baja captación de FDG: tumores NET bien diferenciados, carcinomas broncoalveolares, adenocarcinomas muy bien diferenciados, adenocarcinomas con alto contenido de mucina, neoplasias con un gran componente necrótico y escaso volumen de células viables.**
- **Si el FDG PET es anormal, usualmente es posible la localización de la anomalía aún con la baja resolución anatómica del PET o por correlación visual con la TC y la RM o con la fusión con software de las imágenes.**
- **En los casos en los que el foco hipermetabólico no puede ser anatómicamente localizado o es dudoso y no hay alteraciones anatómicas, recomendamos seguimiento. Esta situación ocurre también utilizando los PET/TC.**

CONSIDERACIONES PRACTICAS

- **El FDG PET está sub-utilizado. Una vez que se complete la evaluación de la técnica, se compruebe y divulgue el ahorro en costos de morbilidad, mejoría de la calidad de vida de los pacientes, reducción en los tiempos de diagnóstico, tiempos médicos en la toma de decisiones, el FDG PET será indicado en la mayoría de las patologías oncológicas.**
- **A nivel económico el ahorro de costos que implica su capacidad como marcador biológico "in vivo" al informar al oncólogo si hay o no respuesta al tratamiento lo que le permite decidir continuarlo para consolidar la respuesta o en ausencia de respuesta cambiarlo por otro esquema terapéutico sin esperar a terminar un tratamiento ineficaz. En otras situaciones de clara respuesta, permite al oncólogo suspender el tratamiento evitando ciclos complementarios adicionales**
- **El aumento de la demanda del FDG PET obligará a utilizar FDG/CT porque estos equipos permiten duplicar o incluso triplicar la capacidad de atención en el mismo espacio físico.**

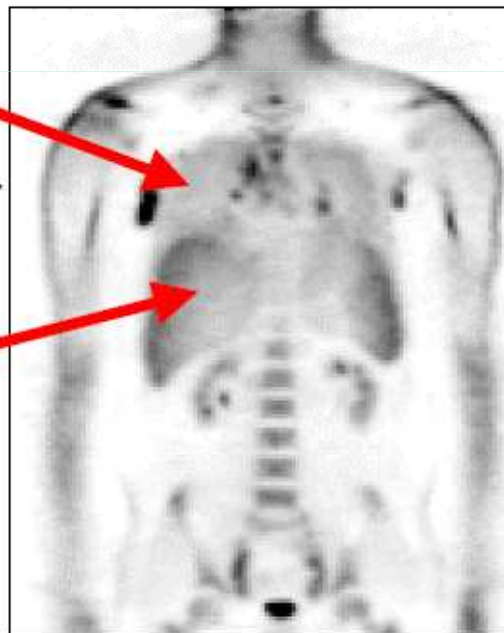
Attenuation correction - PET images

Can reconstruct PET images with or without attenuation correction applied:

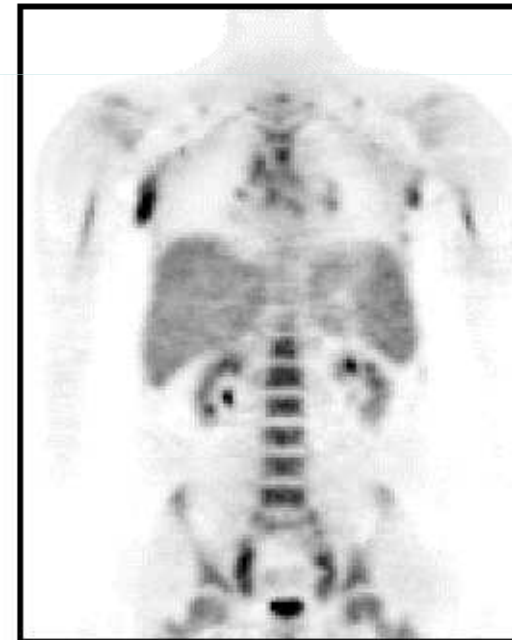
Features (non AC):

- not quantitative
- lungs appear "hot"
- suppression of inner activity relative to outer surface
e.g. in the liver, also skin is relatively hot
- focal uptake still apparent

Without attenuation correction

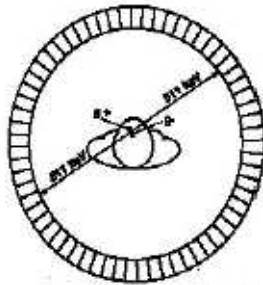


With attenuation correction



Principles of CT-based attenuation correction

PET: Transmission-based AC:



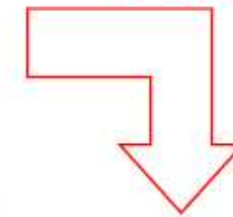
measure line integrals
at (or near) 511 keV

reconstruct to
control noise



noisy 511 keV
attenuation map

may segment
image and replace
with known values
to reduce noise



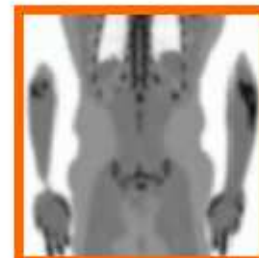
reproject
ACFs

PET/CT: CT-based AC:

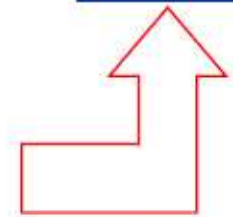


CT images correspond to
attenuation map at ~ 70 keV

energy scaling
up to 511 keV



noiseless 511 keV
attenuation map



downsample and
smooth to PET
resolution

Relationship Between Cancer Type and Impact of PET and PET/CT on Intended Management: Findings of the National Oncologic PET Registry

Bruce E. Hillner^{1,2}, Barry A. Siegel^{3,4}, Anthony F. Shields⁵, Dawei Liu⁶, Ilana F. Gareen⁶, Ed Hunt⁶, and R. Edward Coleman⁷ **J Nucl Med 2008; 49:1928–1935**

- **Methods:** The NOPR collected questionnaire data from referring physicians on intended management before and after PET. **Data were available from 40,863 PET studies done at 1,368 centers.** The impact of PET was assessed for 18 cancer types in patients with pathologically confirmed cancer by type and indication for testing (initial staging, restaging, or detection of suspected recurrence), other than treatment monitoring.
- **For each testing indication, the frequency of a change in intended management with PET/CT was slightly but not significantly greater than that with PET alone (data not shown).**

Relationship Between Cancer Type and Impact of PET and PET/CT on Intended Management: Findings of the National Oncologic PET Registry

Bruce E. Hillner^{1,2}, Barry A. Siegel^{3,4}, Anthony F. Shields⁵, Dawei Liu⁶, Ilana F. Gareen⁶, Ed Hunt⁶, and R. Edward Coleman⁷

J Nucl Med 2008; 49:1928–1935

TABLE 5
Impact of PET on Intended Management for Initial Staging by Cancer Type*

Cancer type	No. of scans	% of cases with change in management [†]	95% CI	Imaging-adjusted impact (%) [‡]	95% CI
Prostate	2,042	32.0	30.0–34.1	13.5	12.0–15.0
Stomach	1,556	40.5	38.0–42.9	14.8	13.1–16.6
Pancreas	1,491	39.2	36.8–41.7	13.4	11.7–15.1
Bladder	1,461	39.9	37.4–42.4	14.2	12.4–16.0
Small cell lung	1,082	43.3	40.4–46.3	8.1	6.5–9.8
Kidney	895	41.1	37.9–44.3	17.1	14.6–19.6
Uterus	746	41.6	38.0–45.1	14.1	11.6–16.6
Liver and intrahepatic bile ducts	607	44.2	40.2–48.1	14.3	11.5–17.1
Connective tissue	534	44.6	40.4–48.8	15.9	12.8–19.0
Nonmelanoma skin	526	37.5	33.3–41.6	10.1	7.5–12.6
Gallbladder	409	41.3	36.5–46.1	14.2	10.8–17.6
Myeloma	402	52.2	47.4–57.1	10.2	7.2–13.2
Ovary	378	43.1	38.1–48.1	16.1	12.4–19.8
Cervix	341	36.1	31.0–41.2	9.1	6.0–12.1
Other female genital	331	37.8	32.5–43.0	10.6	7.3–13.9
All other	1,564	40.4	38.0–42.8	13.4	11.7–15.1
Total	14,365	39.8	39.0–40.6	13.4	12.8–13.9

*Specific cancer types are listed when there were at least 200 cases.

[†]Defined as change from treatment to nontreatment or as change from nontreatment to treatment.

[‡]No benefit from PET was assumed for cases with imaging plan before PET.

Relationship Between Cancer Type and Impact of PET and PET/CT on Intended Management: Findings of the National Oncologic PET Registry

Bruce E. Hillner^{1,2}, Barry A. Siegel^{3,4}, Anthony F. Shields⁵, Dawei Liu⁶, Ilana F. Gareen⁶, Ed Hunt⁶, and R. Edward Coleman⁷

J Nucl Med 2008; 49:1928–1935

- **As a result of seeing the PET scans, clinicians changed their intended management of the cancer as follows:**
- **From nontreatment to treatment in 30% of cases**
- **From treatment to nontreatment in 8% of cases**
- **Change in goal from curative to palliative (or viceversa) in 14% of cases**
- **Change to supportive care or observation in 15.1% of cases**
- **Major change (eg, from surgery to chemotherapy) in 8.6% of cases**
- **Minor change (eg, addition or deletion of a mode of therapy) in 23.3% of cases**
- "We believe that the NOPR results show the impact of PET to be strikingly consistent for a wide range of cancers," the researchers conclude. "Accordingly, the use of PET in management for patients with known cancer should not be restricted by cancer type or testing indication."



IAEA HUMAN HEALTH SERIES

No. 9

Appropriate Use of FDG-PET
for the Management
of Cancer Patients



IAEA Library Cataloguing in Publication Data

Appropriate use of FDG-PET for the management of cancer patients. — Vienna :

International Atomic Energy Agency, 2010.

p. ; 24 cm. — (IAEA human health series, ISSN 2075-3772 ; no. 9)

STL/PUB/1438

ISBN 978-92-0-101610-2

Includes bibliographical references.

IAEA – Appropriate use of FDG-PET for the management of cancer patients - 2010

- **The purpose of this publication is to develop a consensus based on evidence from existing systematic reviews, to make health care providers aware of the value and the appropriateness of the introduction of positron emission tomography (PET), either alone or in combination with computed tomography (PET/CT) using 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG) labelled with ^{18}F , in the management of patients affected by cancer.**

2. CLINICAL SCENARIOS FOR FDG-PET/CT INDICATIONS

Overall, 21 different types of cancer are considered here, with seven different possible indications for each. It should be noted that the recommendations refer to 'average individuals'. Specific clinical conditions may require the referring physician to take decisions that may differ from the evaluations included in this publication.

2.1. SUMMARY OF RESULTS

The following cancers have been considered:

- (1) Non-small cell lung cancer (NSCLC)
- (2) Small cell lung cancer (SCLC)
- (3) Lymphoma
- (4) Breast cancer
- (5) Melanoma
- (6) Ovarian cancer
- (7) Cancer of the uterus and cervix
- (8) Head and neck cancers
- (9) Kidney cancer
- (10) Germinal tumours
- (11) Cancer of unknown primary (CUP)
- (12) Colorectal cancer
- (13) Gastric carcinoma
- (14) Sarcomas (soft tissue and bone)
- (15) Primary tumours of the central nervous system
- (16) Nasopharyngeal carcinomas
- (17) Gastrointestinal stromal tumours (GISTs)
- (18) Pancreatic adenocarcinoma
- (19) Cholangio- and gallbladder carcinomas
- (20) Oesophageal cancer
- (21) Thyroid cancer.

Cancers for which FDG-PET has no established role, such as prostate and hepatocellular carcinoma, are not discussed in this publication. Also, as most gastro-entero-pancreatic tumours (GEPTs) and mucinous adenocarcinomas are not FDG avid, FDG-PET is usually inappropriate for them.

FDG PET and PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour PET imaging: version 1.0 Eur J Nucl Med Mol Imaging 2009

Ronald Boellaard & Mike J. O'Doherty & Wolfgang A. Weber & Felix M. Mottaghy & Markus N. Lonsdale & Sigrid G. Stroobants & Wim J. G. Oyen & Joerg Kotzerke & Otto S. Hoekstra & Jan Pruim & Paul K. Marsden & Klaus Tatsch & Corneline J. Hoekstra & Eric P. Visser & Bertjan Arends & Fred J. Verzijlbergen & Josee M. Zijlstra & Emile F. I. Comans & Adriaan A. Lammertsma & Anne M. Paans & Antoon T. Willemsen & Thomas Beyer & Andreas Bockisch & Cornelia Schaefer-Prokop & Dominique Delbeke & Richard P. Baum & Arturo Chiti & Bernd J. Krause

The Author(s) 2009. This article is published with open access at Springerlink.com

Tener en cuenta que estas guías de procedimiento son las aprobadas por la European Association of Nuclear Medicine en 2009 y que no hacen especial diferencia en cuanto a la calidad diagnóstica de un FDG PET y un PET/CT. El objetivo de las guías es normatizar el uso del FDG PET y del PET/CT

PET/CT: Panacea, Redundancy, or Something in Between?

Wouter V. Vogel, MD1; Wim J.G. Oyen, MD1; Jelle O. Barentsz, MD2; Johannes H.A.M. Kaanders, MD3; and Frans H.M. Corstens, MD1

J Nucl Med 2004; 45:15S–24S

CONCLUSION: PET/CT: Panacea, Redundancy, or Something in Between?

Without reservation, the answer to the question of whether we need CT in combination with PET is yes.

However, questions about the required level of image fusion are far from settled. In the authors' opinion, side-by-side reading of PET and CT (meaning visual image fusion) is sufficient and adequate in many cases. Moreover, scientific data are unavailable to demonstrate unequivocally that state-of-the-art software fusion is less accurate than the hardware fusion provided in current PET/CT scanners. Suggesting the primacy of a combined PET/CT scanner over stand-alone PET and CT is more a matter of belief than of science.

The possession of a PET/CT scanner does not automatically upgrade an institution to the top of its class, and, perhaps more important, an institution with a state-of-the-art PET scanner, state-of-the-art CT scanner, and state-of-the-art software for image fusion is definitely not second class. High quality should be defined by state-of-the-art PET, CT, adequate software for image fusion, and knowledgeable multidisciplinary interpretation.

Those institutions starting with clinical PET can perform very well with a stand-alone, dedicated PET scanner, in combination with software fusion when needed. The extra expense of a PET/CT scanner should be weighed against other, possibly more urgent, needs.

- Wouter V. Vogel, MD1; Wim J.G. Oyen, MD1; Jelle O. Barentsz, MD2; Johannes H.A.M. Kaanders, MD3; and Frans H.M. Corstens, MD1

Rev Esp Med Nucl 2004; 23: 311 – 312

Francisco Lomeña (Presidente de la Sociedad Española de Medicina Nuclear)

CONSIDERACIONES SOBRE PET – TAC (PET simultánea con la tomografía computada)

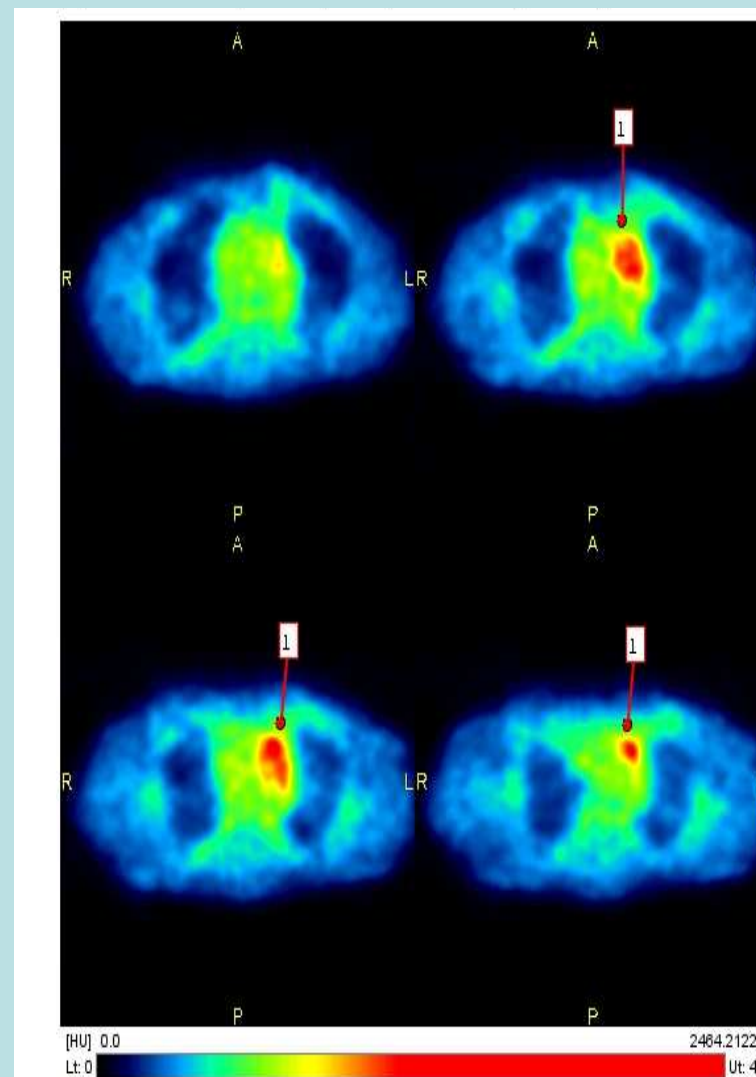
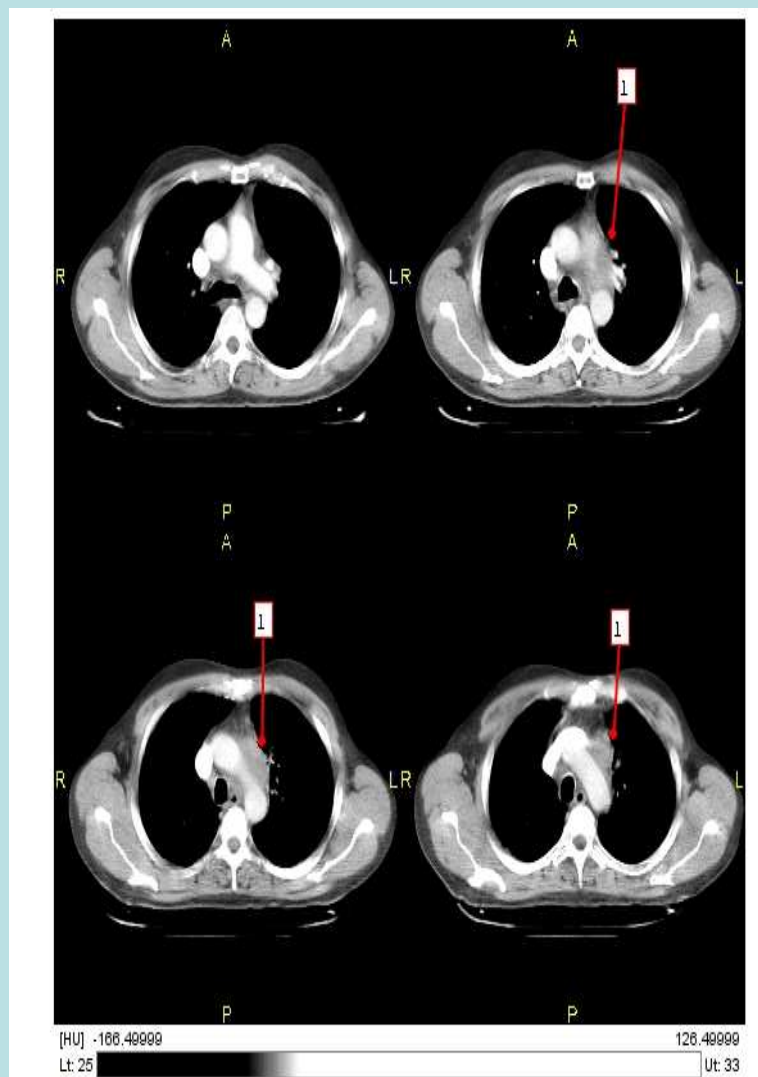
- **La incorporación de un TAC en los tomógrafos PET ha representado una mejora notable en la información anatómica de la PET. Sin embargo, no es el único método de complementar imagen anatómica y metabólica. Los sistemas de fusión de co-registros PET y TAC, obtenidos en tomógrafos distintos, son totalmente válidos.**
- **La gran ventaja de la incorporación de un TAC helicoidal en el tomógrafo PET es la significativa reducción del tiempo total de la exploración PET, consiguiendo una corrección de la atenuación de excelente calidad.**

EJEMPLO DE FUSION POR SOFTWARE DE UN FDG PET CON UNA CT ADQUIRIDA EN UN EQUIPO INDEPENDIENTE

- **En nuestra experiencia en la mayoría de los casos es suficiente la fusión visual de ambas imágenes.**
- **En casos de dudas revisamos nuevamente las imágenes de CT con los radiólogos.**
- **Cuando los focos hipermetabólicos son claramente anormales (no fisiológicos) y el radiólogo no encuentra patología. Se sugiere complementar el estudio con MDCT de alta resolución con contraste IV adquirida en forma dinámica o con una RM. En todos los casos. el radiólogo optimiza su técnica para resolver el problema diagnóstico. El estudio se limita a la región con el problema diagnóstico y se evita la irradiación del resto del cuerpo.**

IMÁGENES INDEPENDIENTES FUSIONADAS

Hospital Militar Central



IMÁGENES INDEPENDIENTES FUSIONADAS

Hospital Militar Central

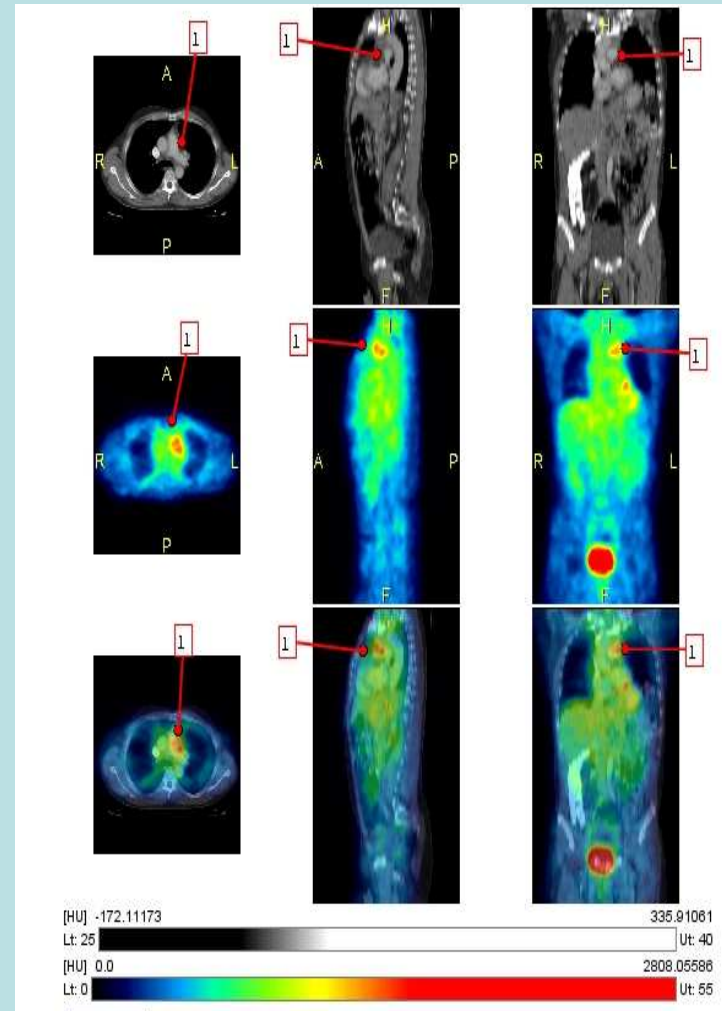
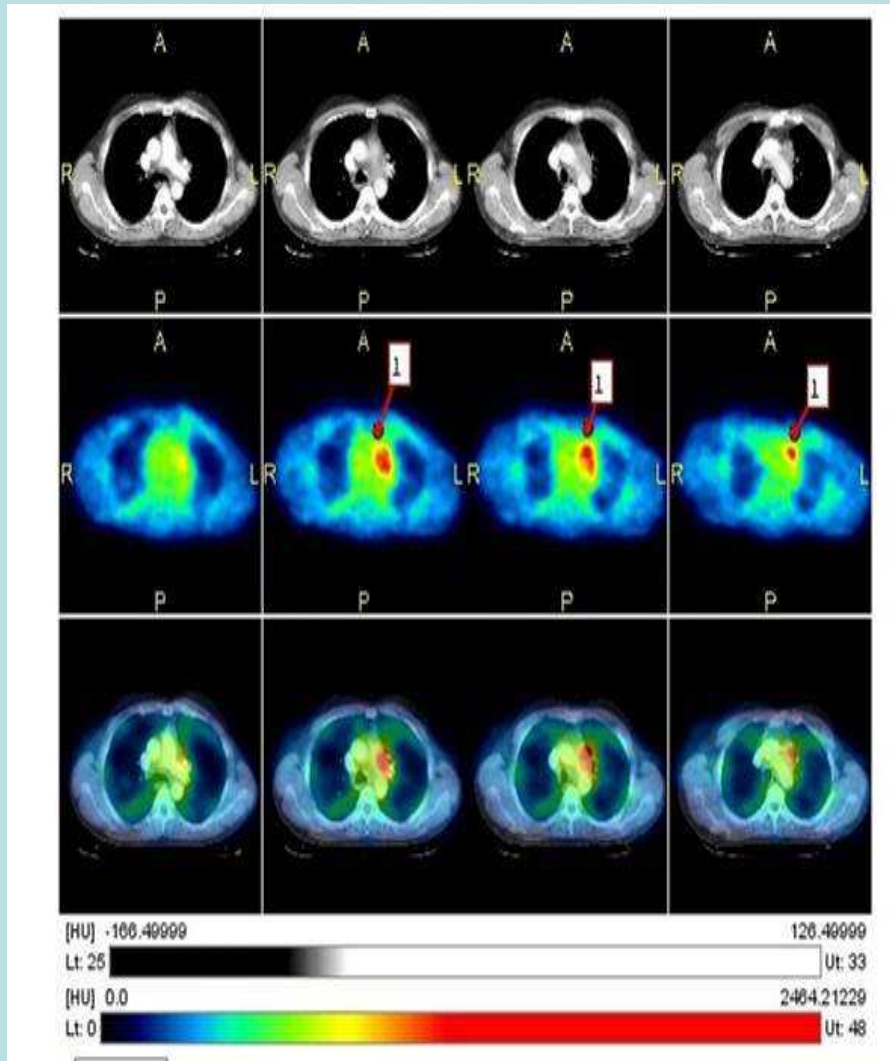
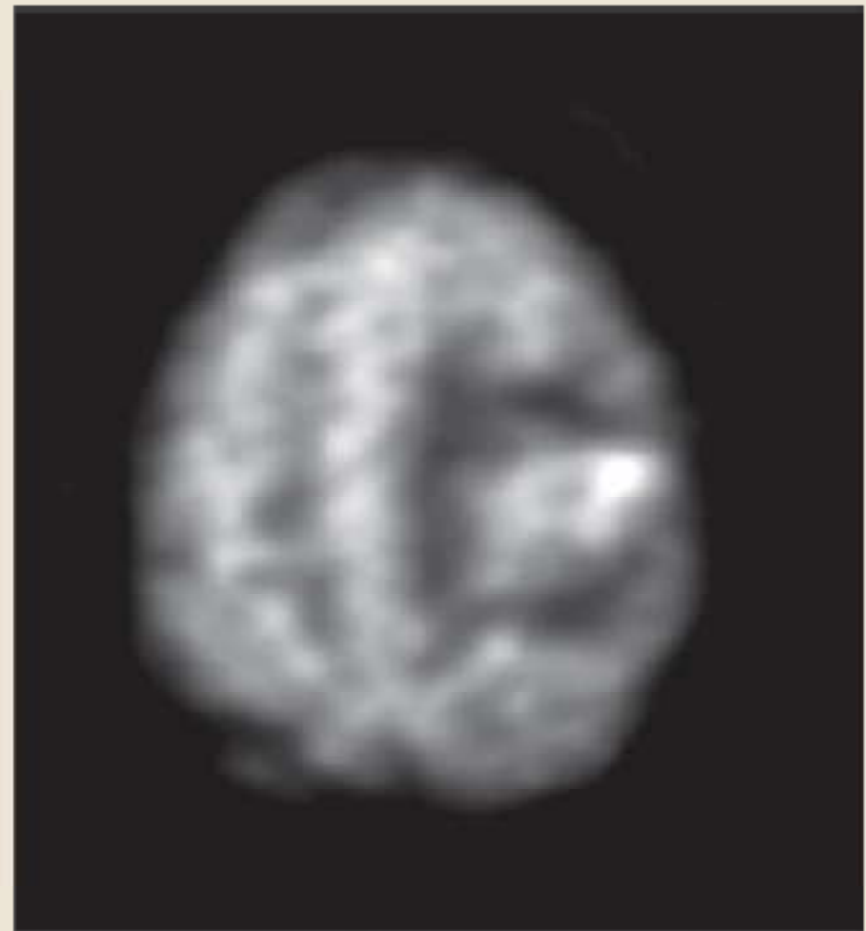
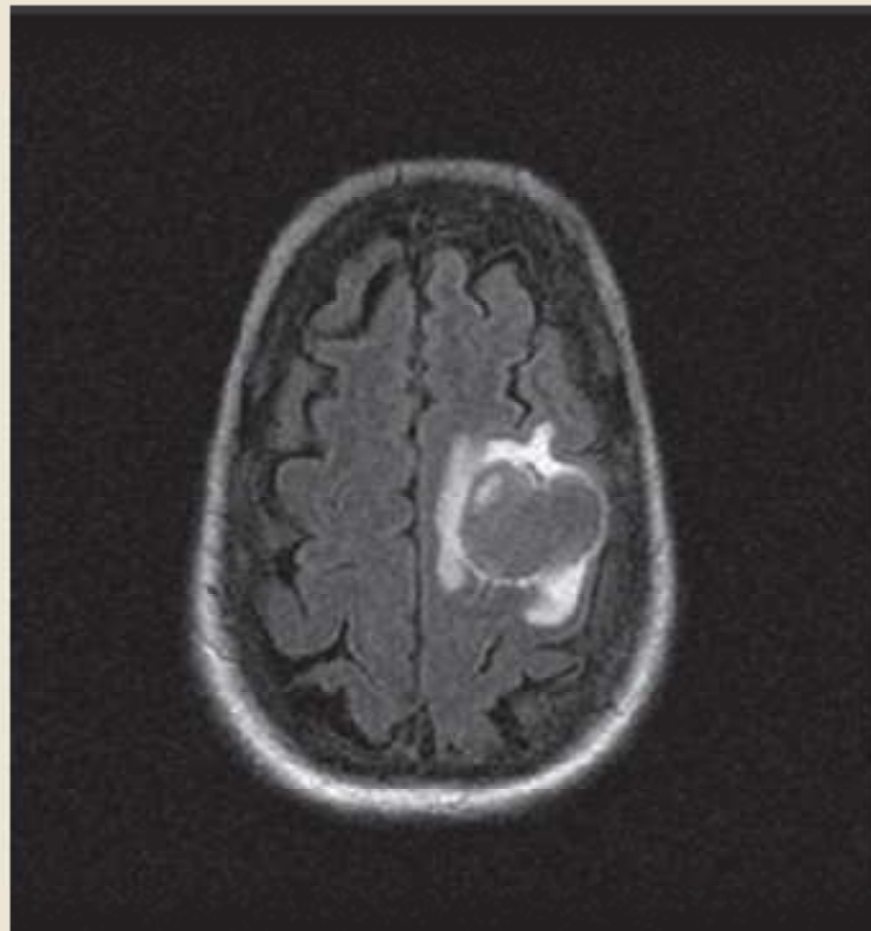


Figure 6 MCL Patient with Left Frontal Lobe Mass In MRI. PET Showing a Large Focus Left Frontoparietal Region of Brain



Abass Alavi, Sankaran Shrikanthan, Aysel Aydin, Roland Talanow,
Stephen Schuster

Clinical Lymphoma, Myeloma & Leukemia, Vol. 11, No. 3, 261-6 © 2011 Els
Keywords: Mantle cell lymphoma, FDG PET

CONCLUSIONES - 1

- **El FDG PET está sub-utilizado.**
- **Cuando las indicaciones del FDG PET aumenten el PET/CT será una necesidad porque permite triplicar la capacidad de atención de pacientes y porque facilita la interpretación de los estudios.**
- **Servicios con número bajo de requerimientos de FDG PET (hasta 6 estudios diarios) pueden responder con eficiencia y con buena correlación clínica con equipos PET dedicados.**
- **Los pacientes que concurren con RM o CT recientes no requieren repetir la CT para interpretar los estudios PET.**
- **Si el FDG PET es normal, queda a criterio del oncólogo solicitar estudios complementarios, lo que dependerá del caso clínico o del objetivo de la indicación del FDG PET (dado que hay neoplasias falso negativas en el FDG PET)**
- **Si el FDG PET es anormal en alguna región y no define la localización anatómica o surgen dudas sobre la significación del foco con actividad aumentada, se solicitarán estudios complementarios de la región maximizando la potencialidad diagnóstica de las técnicas anatómicas (RM, MDTC).**
- **No es inusual que luego del FDG PET anormal, la revisión de la CT previa demuestre un hallazgo patológico que pasó inadvertido, esto es especialmente frecuente en el caso de adenopatías metastásicas.**

CONCLUSIONES - 2

- **El FDG PET tiene a nivel clínico un rendimiento diagnóstico similar al PET/CT.**
- **La mayoría de las veces debe ser correlacionado con las imágenes anatómicas (CT o RM) pero esa correlación puede ser hecha con los estudios que el paciente ya se ha hecho, sin necesidad de repetir la CT corporal aumentando la irradiación y el costo del procedimiento.**
- **Si luego del FDG PET hay dudas diagnósticas se puede estudiar en detalle y con la mejor técnica que actualmtn se dispone con los modernos tomógrafos (ej. estudios dinámicos con contraste IV con MDCT y estudios de RM con contraste) de solamente la región en que hay la duda diagnóstica, sin emplear una técnica tomográfica corporal generalmente de una calidad diagnóstica inferior.**
- **En las siguiente diapositiva se muestra el método de estudio en un trabajo publicado en 2011. Se puede ver que los pacientes son primero estudiados con una MDCT de 64 secciones con contraste IV y técnicas dinámicas y luego con el PET/CT. El FDG PET sin la CT puede ser perfectamente interpretado usando la MDCT previa, reduciendo la irradiación del paciente a la mitad y los costos.**

Clinical impact of FDG PET-CT in patients with potentially operable metastatic colorectal cancer R.H. Briggs a, F.U. Chowdhury b, J.P.A. Lodge c, A.F. Scarsbrook Clinical Radiology 66 (2011) 1167e1174

- Imaging for each patient was retrieved from the institutional picture archiving and communications system (PACS; IMPAX, AGFA Healthcare, Mortsel, Belgium). The mean time between the previous contrast-enhanced CT (CECT) examination of the thorax/abdomen/pelvis and PET-CT was 39 days (range 8e92 days). Four patients were excluded as no recent CECT (within 3 months) was available for comparison. Prior CECT was most commonly performed at our institution after referral from the regional oncology team on a 64 section CT system (Siemens Sensation, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) using a contiguous 3 mm reconstruction following a bolus of 100 ml of iodinated contrast medium [ioversol (300 mg iodine/ml; Optiray 300; Covidien, Hazlewood, Missouri, USA) if the plasma creatinine was <150 mmol/l or iodixanol (270 mg iodine/ml; Visipaque 270; GE Healthcare Canada Ltd, Mississauga, Ontario, Canada) if the plasma creatinine was >150 but <200 mmol/l] injected at 3 ml/s (n¼42) or a 16 section CT system (Siemens 16, Siemens Healthcare) using the same acquisition parameters (n¼17). The remaining CECT images were acquired at one of several referring hospitals on multisection CT systems using similar acquisition parameters.
- All PET-CT examinations were performed on a 16 section Discovery STE PET-CT system (GE Healthcare, Amersham, UK) 60 min following a 400 mBq dose of intravenous FDG. Images were acquired from skull base to upper thigh. The CT component of the PET-CT was performed according to a standardized protocol with the following settings: 140 kV; 80 mAs; 0.5 s per rotation tube rotation time; pitch 6; 3.75 mm section thickness (to match the PET section thickness). Patients maintained normal shallow respiration during the CT acquisition. No iodinated contrast material was administered. If patients had been on chemotherapy a minimum gap of 4 weeks off treatment prior to performing PET-CT was ensured to reduce false-negative results. Imaging was reviewed on a specialized PET-CT workstation (XD3, Mirada-Medical, Oxford, UK).

CONSIDERACIONES REFERENTES A LA
FUSIÓN DE LAS IMÁGENES
ANATÓMICAS CON LAS METABÓLICAS

Ventajas de la fusión por co-registro comparativo visual de las imágenes

- **El 90% de nuestros pacientes ya tienen una CT o una RM. El repetir la CT añade costos e irradiación. Si hay dudas en la interpretación del PET se puede indicar una CT o RM limitados a la región con dudas, utilizando todas las capacidades técnicas que brindan los modernos equipos de TC y RM**
- **Es el método más sencillo y de menor costo**
- **Si el estudio PET es normal no es necesario el corregistro de las imágenes**
- **No aumenta la irradiación del paciente al no requerir la duplicación de estudios tomográficos**
- **Permite estudiar los focos hipermetabólicos con técnicas de imágenes de alta resolución con utilización de contraste oral y IV en forma dinámica, adecuando el estudio anatómico a resolver la duda diagnóstica. Esto permite optimizar la técnica del método anatómico y dirigir el diagnóstico a la región con el foco hipermetabólico. Los estudios anatómicos no necesitan ser una tomografía computada sino que también pueden ser resonancia magnética.**

Desventajas de la fusión con co-registro comparativo visual de las imágenes

- **Es el método menos preciso. Lesiones pequeñas o de difícil localización anatómica no pueden ser correlacionadas con seguridad.**
- **Es dependiente del observador.**
- **La interpretación requiere más tiempo y mayor conocimiento de las variaciones fisiológicas de la distribución de la FDG.**
- **Si el PET es normal, usualmente no son necesarios estudios adicionales.**
- **Si el PET es anormal, en nuestra experiencia, salvo estudios aislados, es posible identificar correctamente la localización de la lesión y su significación.**
- **De necesitarse, la fusión visual o por software se puede hacer no sólo con imágenes de CT sino también de RM.**

La fusión por hardware (PET/TC) tiene las siguientes ventajas (equipos híbridos)

- ***Permite corregir por atenuación con la TC con lo que se reduce el tiempo de adquisición del estudio y aumenta la capacidad de atención de pacientes.***
- La imagen de corrección por atenuación tiene menos ruido porque utiliza más fotones, al costo de mayor irradiación del paciente.
- Es el método más preciso de corregistro de imágenes de CT y PET pero está sujeto a artefactos propios de la técnica y también se producen errores de co-registro por movimientos del paciente (voluntarios o fisiológicos).
- Si el paciente no ha sido estudiado previamente con una CT y hay indicación de ambos estudios, se pueden hacer ambos estudios en un solo procedimiento ("one stop shop"), pero en este caso la CT debe hacerse con técnicas de alta resolución y contraste IV y oral y no sólo con fines de corrección por atenuación y fusión de imágenes. En este protocolo, el FDG PET se usa como contraste metabólico. Puede ocurrir que en el análisis posterior de las imágenes se observen focos hipermetabólicos que no tienen expresión anatómica y que requieren de técnicas adicionales

La fusión por hardware (PET/CT) tiene las siguientes desventajas

- Cuando el paciente tiene una CT previa el PET/CT repite la adquisición tomográfica aumentando la irradiación del paciente y los costos de atención.
- Si el paciente tiene una RM y se desean correlacionar el PET con la RM debe recurrirse a la fusión por software.
- **No debe olvidarse que los equipos híbridos no adquieren en forma simultánea la CT y el FDG PET por lo tanto también hay inexactitudes en la fusión de las imágenes. La fusión con PET/CT es imperfecta en los órganos con movimientos respiratorios, movimientos peristálticos, lleno vesical o movimientos del paciente.**
- Hay artefactos en las imágenes corregidas por atenuación en zonas de alta densidad (contraste oral concentrado, contraste IV, prótesis y objetos metálicos en general) o en los bordes del campo por diferencias en el tamaño de los campos de visión de la CT y el PET (artefactos por truncación).
- La CT adquirida puede tener sólo como objetivos fusionar la imagen PET y corregir por atenuación y en ese caso la CT no es de calidad diagnóstica. Si se necesitare una CT de calidad diagnóstica se debe repetir la CT usando las técnicas adecuadas para ello. También debe decidirse si se va a usar contraste IV o no. Si se utiliza contraste IV rutinariamente puede o no estar indicado su uso y los pacientes son expuestos al riesgo del contraste IV, la mayor irradiación y los mayores costos. Las técnicas actuales con MDCT permiten adquirir estudios en forma dinámica optimizando la información que se obtiene con el contraste IV.

ES IMPORANTE DISMINUIR LA DOSIS DE RADIACIÓN **NO NECESARIA
POR RAZONES DE SALUD Y PREVENCIÓN DEL AUMENTO DEL RIESGO
DE NEOPLASIAS Y NO SOLMENTE POR RAZONES ECONOMICAS**

- Las siguientes diapositivas son resúmenes de unas pocas publicaciones sobre el tema.
- Esencialmente lo que se enfatiza es que hay que evitar todos aquellos estudios que impliquen radiación que no contribuyan a las decisiones clínicas. En la relación costo-beneficio o riesgo-beneficio, no debe haber limitaciones en la indicación de estudios que contribuyan al diagnóstico o a las decisiones clínicas pero deben evitarse estudios redundantes e innecesarios.

Study evaluates radiation dose, cancer risk for whole-body PET/CT

By [Wayne Forrest](#) AuntMinnie.com staff writer

A new study from Hong Kong suggests that whole-body PET/CT scans and excessive radiation doses can increase the risk of cancer, especially among young patients and women.

The researchers found that the effective radiation dose for a **CT scan is 7.22 mSv for women and 7.42 mSv for men.** The effective dose for a **PET scan was calculated to be 6.23 mSv** for both women and men. Huang noted a high radiation PET dose of 59.20 mSv in the bladder, attributing the finding to the accumulation of FDG in the bladder. The purpose of the study, presented at the 2008 American Roentgen Ray Society (ARRS) meeting in Washington, DC, was to estimate the radiation dose of an adult whole-body PET/CT with a diagnostic CT scan and clinically evaluate the cancer risk to the Hong Kong population caused by the radiation exposure.

Results: CT dose

organ	dose/mSv	
	female	male
gonad	8.80	8.43
colon	7.77	8.36
stomach	7.40	7.56
lung	6.73	6.78
bone marrow	5.98	6.00
breast	5.73	7.33
thyroid	10.61	10.06
liver	8.45	8.02
esophagus	7.63	7.45
bladder	6.40	6.18
skin	7.04	6.92

organ	female	male
bone surface	5.97	5.99
brain	7.74	8.40
kidney	8.00	7.90
spleen	6.92	7.56
adrenal	7.95	7.12
uterus/prostate	7.33	7.44
pancreas	7.23	7.07
small intestines	7.30	6.45
large intestines	7.49	6.84
thymus	7.49	7.17
muscle	6.38	6.74
Heart	7.00	7.92

effective dose: 7.22 mSv (female), 7.42 mSv (male)

- **Exposure to high doses of ionizing radiation has been shown to increase the risk for cancer, and recent reports have highlighted the potential risk for cancer associated with the lower radiation exposure inherent in CT examinations.**
- Although these reports have aroused concerns in pediatricians, patients, and families, literature review suggests widely differing opinions regarding the cancer risk associated with diagnostic imaging studies.
- ***Despite the variety of statements on ionizing-radiation risk in the literature, all seem to agree that the estimated risk from a CT scan is far less than the likely benefit to the patient for indicated examinations.***
- **In terms of radiation dose, a head CT is equivalent to 200 chest x-rays, a chest CT to 150 chest x-rays, and an abdominal CT to 250 chest x-rays.**

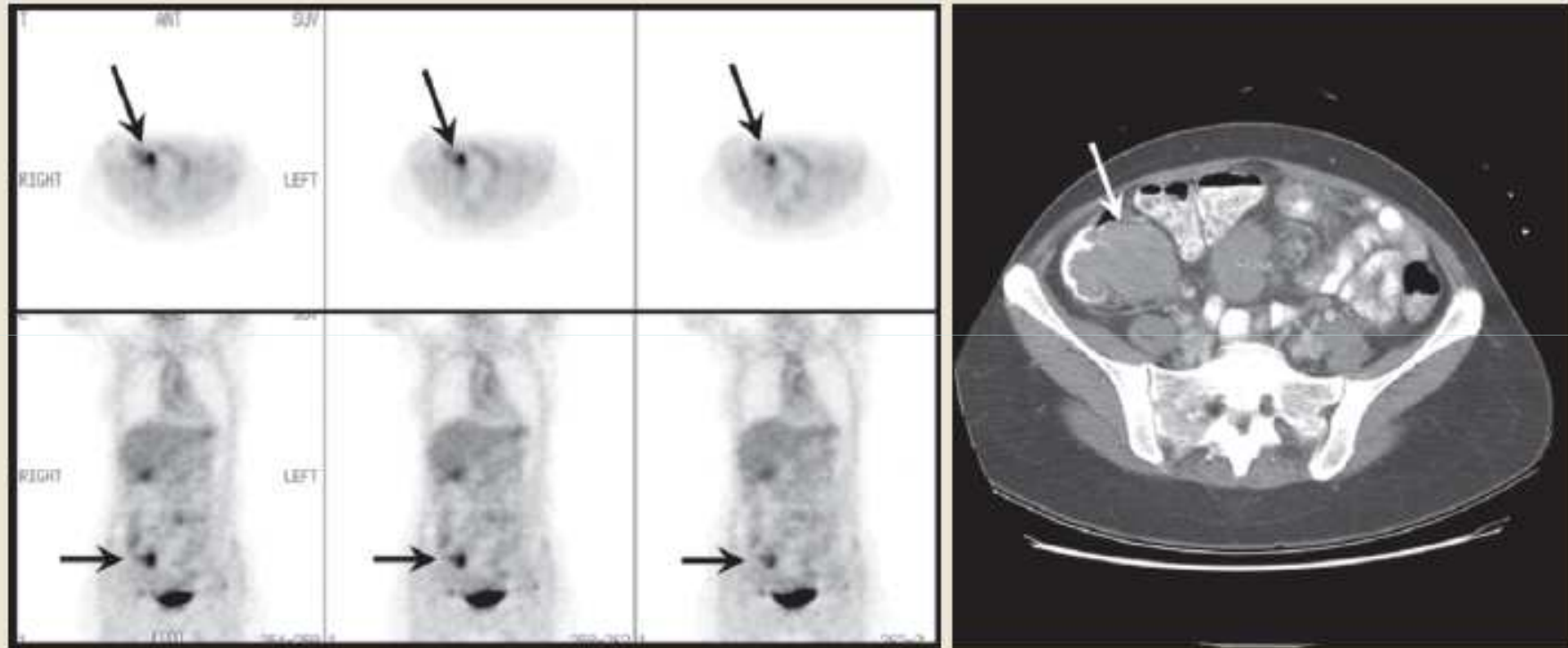
Fluorodeoxyglucose-Positron-Emission Tomography Findings in Mantle Cell Lymphoma

Abass Alavi, Sankaran Shrikanthan, Aysel Aydin, Roland Talanow,
Stephen Schuster

Abstract

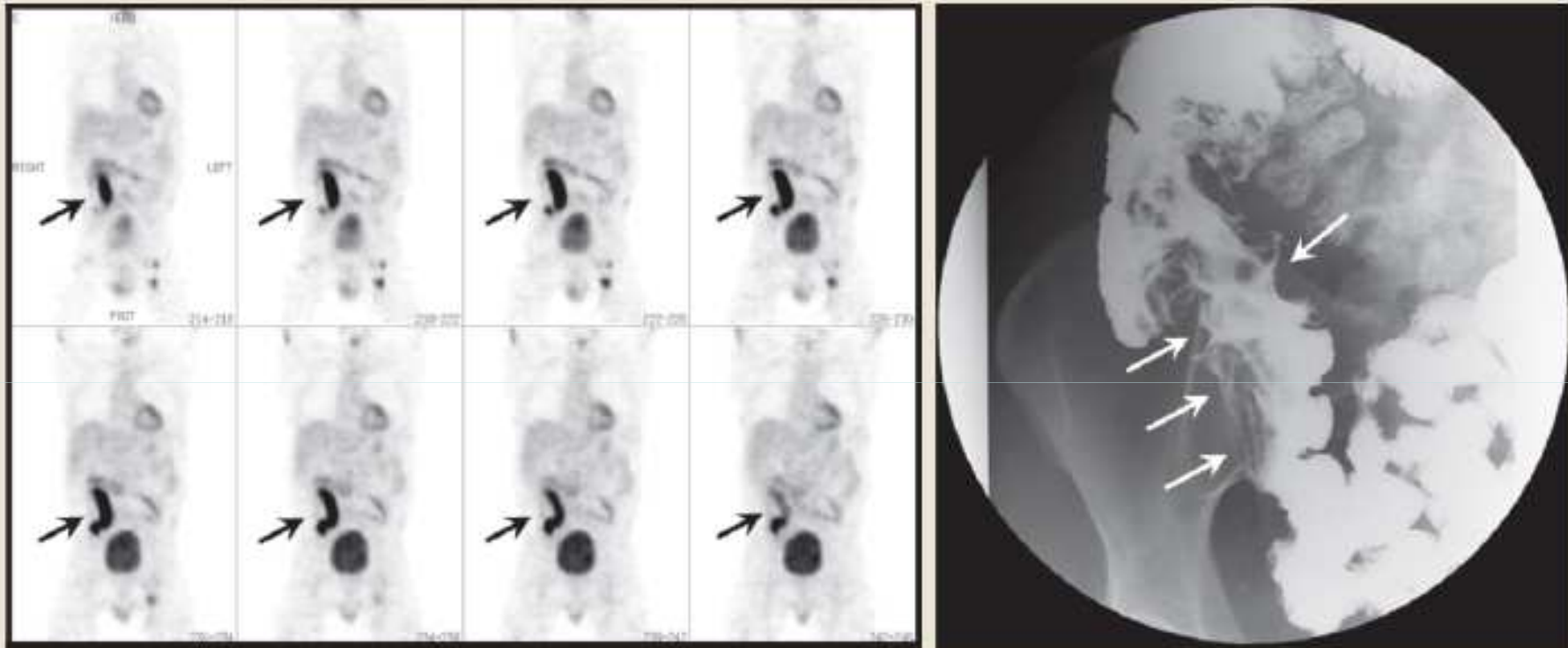
Objective: Mantle cell lymphoma (MCL) is an aggressive type of non-Hodgkin lymphoma with a propensity for extranodal involvement. The role of fluorodeoxyglucose (FDG)-positron emission tomography (PET) imaging in common types of lymphoma has been well-established. However, there is limited information in the literature about the utility of FDG-PET imaging in patients who have MCL. The aim of this study was to determine the role of FDG-PET imaging in assessment of disease activity in MCL compared with conventional imaging techniques such as computerized tomography/magnetic resonance imaging (CT/MRI). **Methods:** FDG-PET images of 20 patients with MCL who were referred to our center for assessment of extent of disease were reviewed retrospectively. The FDG-PET findings were compared with those of CT/MRI and were correlated with clinical information, histopathology, and outcome. **Results:** The diagnostic sensitivity for PET was 90% (17/19), and specificity was 100% (1/1). For CT/MRI, the sensitivity was 87% (14/16) and specificity was 50% (2/4). PET was better than CT/MRI in detecting nodal involvement. With respect to extranodal involvement, PET detected more cases of spleen involvement than CT/MRI. PET was equivalent to conventional imaging in detecting bowel involvement. **Conclusions:** PET imaging has a high sensitivity in detecting both nodal and extranodal involvement in patients who have MCL. Based on the available data in patients who had other subtypes of non-Hodgkin lymphoma, the specificity of PET also appears to be superior to anatomic imaging techniques. FDG-PET imaging may prove to be the single most effective method for detection.

Figure 1 MCL with Involvement of Ileal Region on the CT Scan and PET Scan Showing Increased FDG Uptake in the Same Region



Clinical Lymphoma, Myeloma & Leukemia, Vol. 11, No. 3, 261-6 © 2011 Elsevier Inc.
Abass Alavi y colab.

Figure 2 Patient with MCL with Small Bowel Disease: PET Scan Showing Uptake in the Region of the Terminal Ileum and Small Bowel Follow Through Showing Diseased Terminal Ileum



Clinical Lymphoma, Myeloma & Leukemia, Vol. 11, No. 3, 261-6 © 2011 Elsevier Inc.
Abass Alavi y colab.

Figure 3 Patient with MCL with Gastric Involvement. PET Showing Intense FDG Uptake Corresponding to the Circumferential Thickening of the Stomach on CT

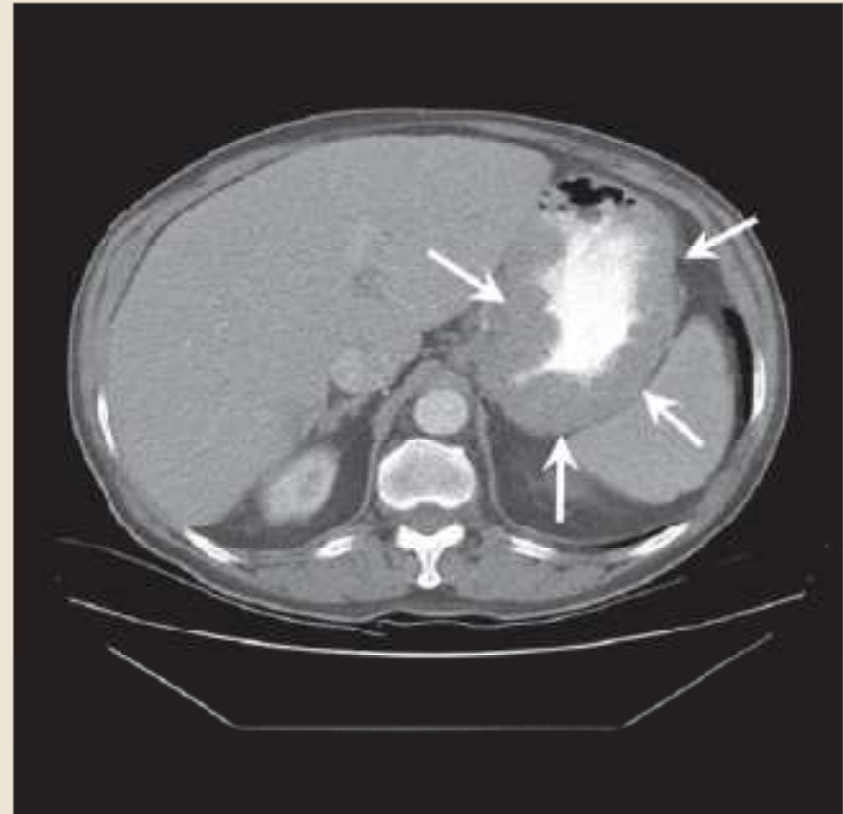
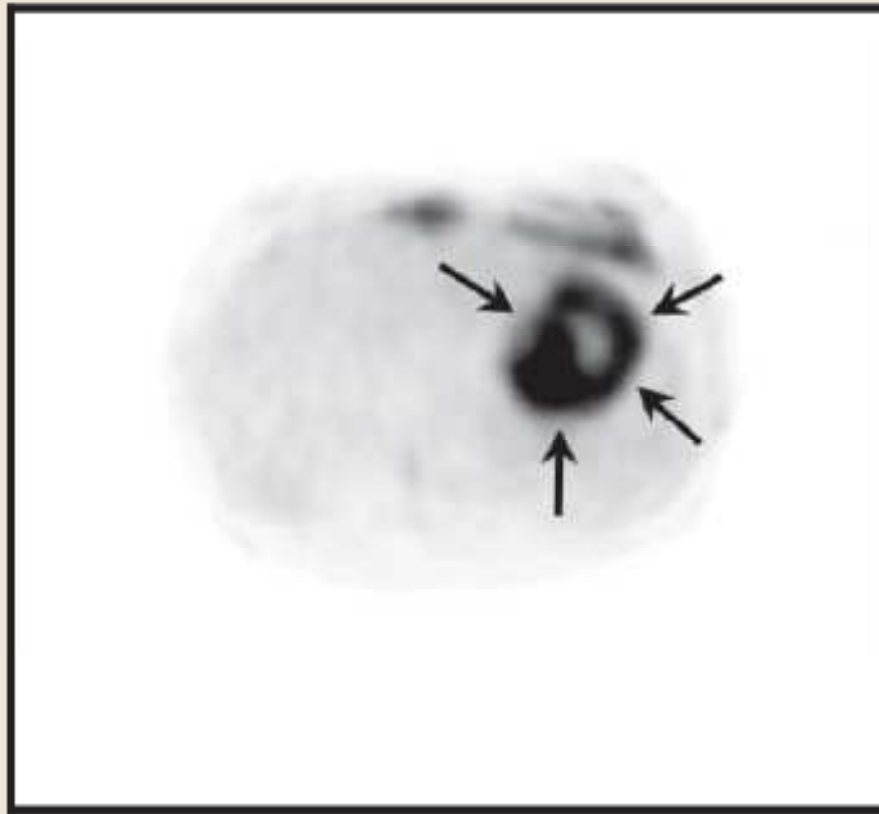


Figure 4 Patient with MCL Before (A) and After Chemotherapy (B) Showing Resolution of Lesions on PET Scan

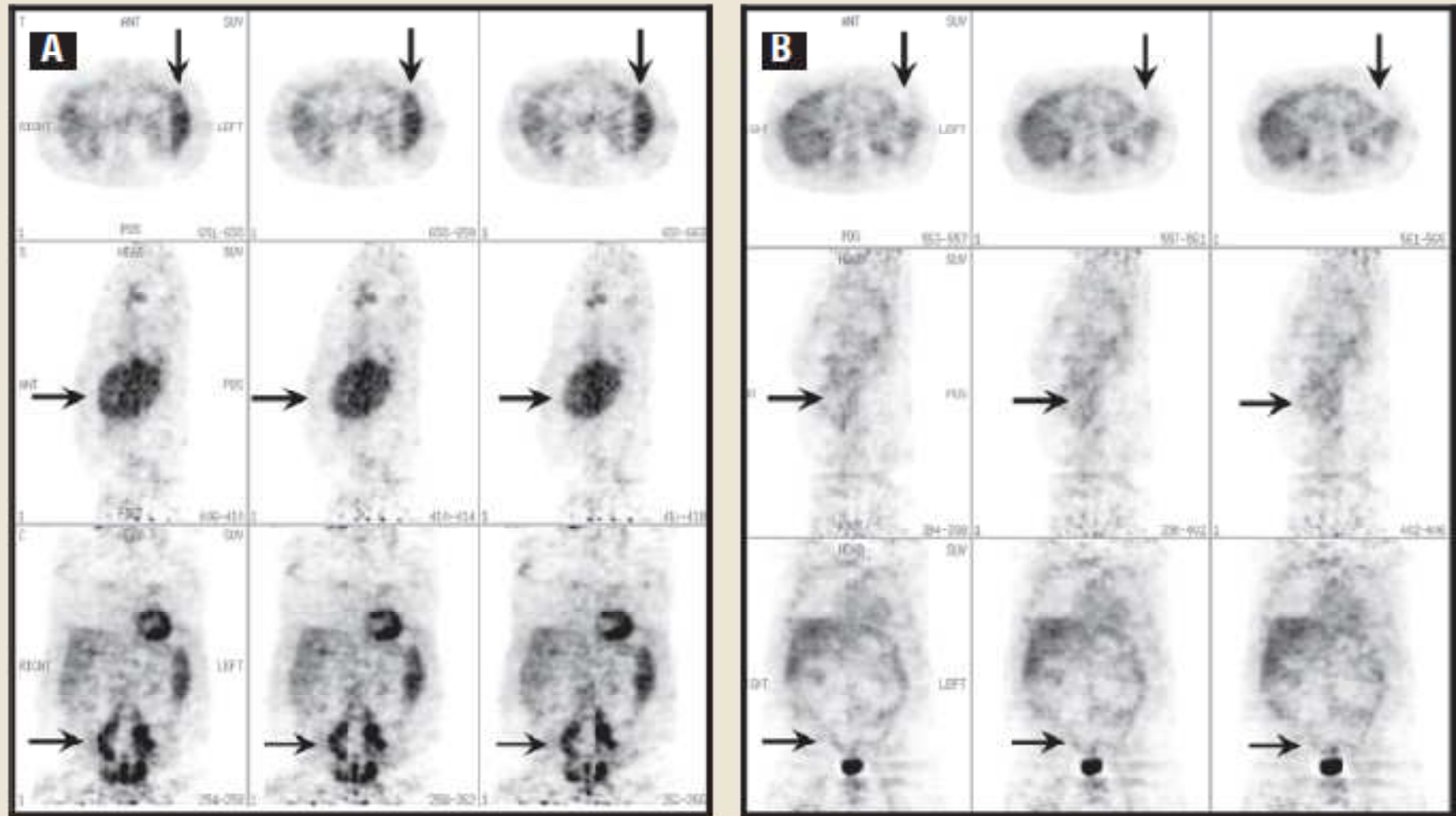
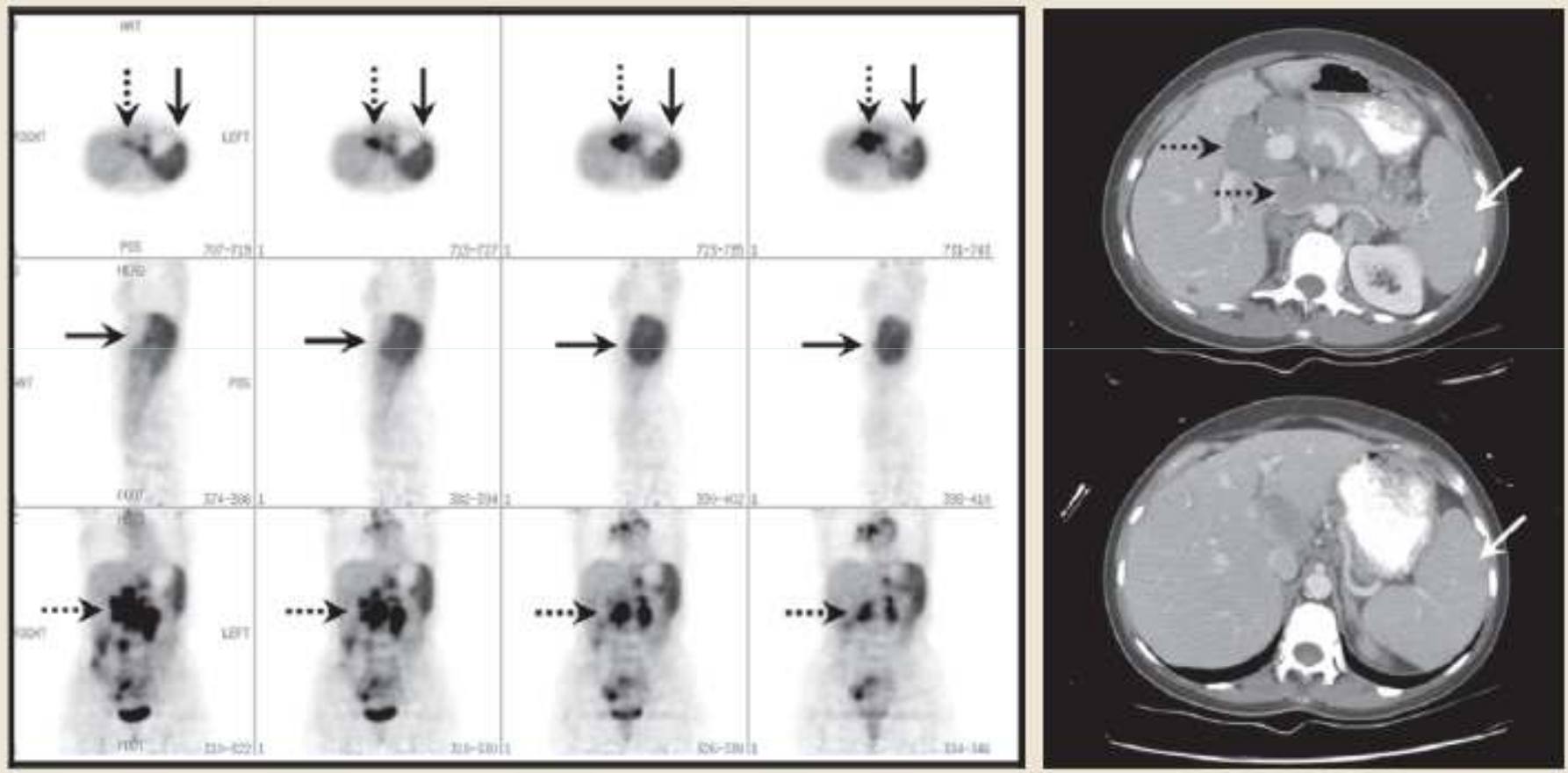
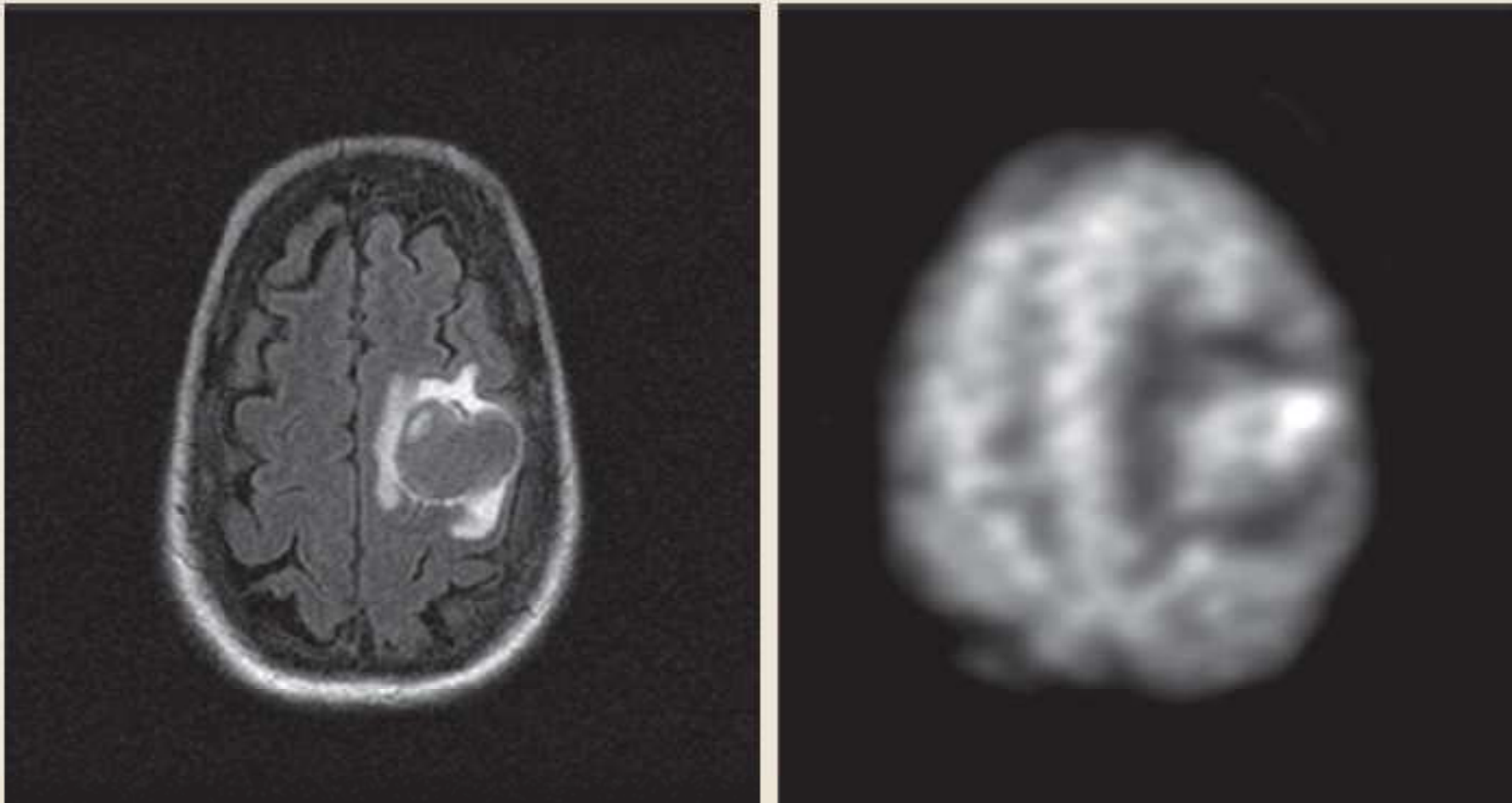


Figure 5 CT Scan in Patient with MCL Showing Enlarged Para-Aortic Lymph Nodes, but Equivocal for Splenic Involvement. PET Shows Involvement of Spleen and Lymph Nodes



Fluorodeoxyglucose-Positron-Emission Tomography Findings in Mantle Cell Lymphoma *Clinical Lymphoma, Myeloma & Leukemia*, Vol. 11, No. 3, 261-6
2011 Abass Alavi, Sankaran Shrikanthan, Aysel Aydin, Roland Talanow,
Stephen Schuster

Figure 6 MCL Patient with Left Frontal Lobe Mass In MRI. PET Showing a Large Focus Left Frontoparietal Region of Brain



ES IMPORANTE DISMINUIR LA DOSIS DE RADIACIÓN **NO NECESARIA
POR RAZONES DE SALUD Y PREVENCIÓN DEL AUMENTO DEL RIESGO
DE NEOPLASIAS Y NO SOLAMENTE POR RAZONES ECONOMICAS**

- Las siguientes diapositivas son resúmenes de unas pocas publicaciones sobre el tema.
- Esencialmente lo que se enfatiza es que hay que evitar todos aquellos estudios que impliquen radiación que no contribuyan a las decisiones clínicas. En la relación costo-beneficio o riesgo-beneficio, no debe haber limitaciones en la indicación de estudios que contribuyan al diagnóstico o a las decisiones clínicas pero deben evitarse estudios redundantes e innecesarios.

Study evaluates radiation dose, cancer risk for whole-body PET/CT

By [Wayne Forrest](#) AuntMinnie.com staff writer

A new study from Hong Kong suggests that whole-body PET/CT scans and excessive radiation doses can increase the risk of cancer, especially among young patients and women.

The researchers found that the effective radiation dose for a **CT scan is 7.22 mSv for women and 7.42 mSv for men.** The effective dose for a **PET scan was calculated to be 6.23 mSv** for both women and men. Huang noted a high radiation PET dose of 59.20 mSv in the bladder, attributing the finding to the accumulation of FDG in the bladder. The purpose of the study, presented at the 2008 American Roentgen Ray Society (ARRS) meeting in Washington, DC, was to estimate the radiation dose of an adult whole-body PET/CT with a diagnostic CT scan and clinically evaluate the cancer risk to the Hong Kong population caused by the radiation exposure.

Results: CT dose

organ	dose/mSv	
	female	male
gonad	8.80	8.43
colon	7.77	8.36
stomach	7.40	7.56
lung	6.73	6.78
bone marrow	5.98	6.00
breast	5.73	7.33
thyroid	10.61	10.06
liver	8.45	8.02
esophagus	7.63	7.45
bladder	6.40	6.18
skin	7.04	6.92

organ	female	male
bone surface	5.97	5.99
brain	7.74	8.40
kidney	8.00	7.90
spleen	6.92	7.56
adrenal	7.95	7.12
uterus/prostate	7.33	7.44
pancreas	7.23	7.07
small intestines	7.30	6.45
large intestines	7.49	6.84
thymus	7.49	7.17
muscle	6.38	6.74
Heart	7.00	7.92

effective dose: 7.22 mSv (female), 7.42 mSv (male)

- **Exposure to high doses of ionizing radiation has been shown to increase the risk for cancer, and recent reports have highlighted the potential risk for cancer associated with the lower radiation exposure inherent in CT examinations.**
- Although these reports have aroused concerns in pediatricians, patients, and families, literature review suggests widely differing opinions regarding the cancer risk associated with diagnostic imaging studies.
- ***Despite the variety of statements on ionizing-radiation risk in the literature, all seem to agree that the estimated risk from a CT scan is far less than the likely benefit to the patient for indicated examinations.***
- **In terms of radiation dose, a head CT is equivalent to 200 chest x-rays, a chest CT to 150 chest x-rays, and an abdominal CT to 250 chest x-rays.**