

¿Qué son la Medicina Nuclear y la Imagen Molecular?

El descubrimiento de los rayos X hace más de un siglo cambió profundamente la práctica de la medicina al hacer posible que médicos y científicos pudiesen ver lo que ocurría dentro del organismo con vida. Hoy en día, la medicina moderna está pasando por una nueva etapa de transformación, y la medicina nuclear y la imagen molecular están en la vanguardia, investigando profundamente dentro del cuerpo para revelar su funcionamiento interno.

A diferencia de los estudios de imagen convencional, los cuales proporcionan principalmente imágenes anatómicas estructurales, la medicina nuclear y la imagen molecular son capaces de visualizar el funcionamiento del cuerpo con vida, proporcionando información a nivel celular y molecular. La evolución del diagnóstico por la imagen- desde la producción de imágenes anatómicas hasta la posibilidad de visualizar y medir procesos fisiológicos en el cuerpo con vida- es crucial para todas las facetas de la medicina actual, desde el diagnóstico de la enfermedad en su etapa más inicial y el desarrollo de terapias más efectivas, hasta la personalización del tratamiento médico.

Gracias a la ayuda de la medicina nuclear y la imagen molecular, científicos y proveedores de salud están:

- Consiguiendo entender los mecanismos de enfermedad
- Descubriendo rápidamente nuevos fármacos
- Mejorando la selección de tratamientos personalizados
- Evaluando cercanamente la respuesta del paciente al tratamiento
- Encontrando nuevas maneras de identificar individuos a riesgo de contraer determinadas enfermedades.

¿Por qué son la medicina nuclear y la imagen molecular únicas?

En el diagnóstico por imagen convencional, una fuente de energía externa (como los rayos x, campos magnéticos u ondas de ultrasonido) es utilizada para producir imágenes de los huesos y tejidos blandos. En los procedimientos de medicina nuclear e imagen molecular, la fuente de energía es introducida dentro del organismo, donde se incorpora específicamente a un tejido, órgano o proceso molecular determinado y luego detectada mediante un dispositivo externo (gammacámara, cámara de SPECT o cámara de PET) para proporcionar información acerca de la función de un órgano y de su actividad celular.

Puesto que las enfermedades comienzan con cambios microscópicos celulares, la medicina nuclear y la imagen molecular tienen el potencial de identificar la enfermedad en una etapa muy temprana, cuando el tratamiento es más efectivo, y a menudo antes de que las técnicas de imagen convencional y otras pruebas sean capaces de revelar anomalías.

La obtención de esta información sin la ayuda de pruebas de la Medicina Nuclear y la Imagen Molecular requeriría procedimientos invasivos- como biopsias o cirugía- o simplemente sería imposible de obtener.

Con su habilidad única de identificar los signos tempranos de enfermedad y otras anomalías, la medicina nuclear y la imagen molecular ofrecen la posibilidad de cambiar la atención médica al paciente y convertirla en una atención

proactiva en vez de reactiva, lo que permitirá salvar y mejorar innumerables vidas.

¿Cómo se utilizan la medicina nuclear y la imagen molecular?

La medicina nuclear y la imagen molecular están desempeñando un papel cada vez más importante en la atención médica al paciente, la investigación médica, y el desarrollo farmacéutico.

Hoy en día, existen estudios nucleares y de diagnóstico molecular disponibles para casi todos los sistemas y órganos principales del organismo. El número de terapias basadas en la medicina nuclear para el tratamiento de cáncer y trastornos no cancerosos sigue ampliándose.

La medicina nuclear y la imagen molecular son componentes esenciales del cuidado médico de pacientes con cáncer, enfermedades cardíacas y trastornos cerebrales:

- Cáncer de esófago, colon, pulmón y linfoma son sólo algunos de los muchos tipos de cáncer en los que la imagen molecular y nuclear puede ayudar a cambiar el rumbo de la enfermedad y el resultado final de la atención médica.
- La medicina nuclear -gracias a la imagen de perfusión miocárdica- ofrece una prueba de gran precisión en el diagnóstico de la enfermedad arterial coronaria de pacientes que están a riesgo de un ataque cardíaco.
- Además de ayudar a los médicos a diagnosticar la demencia, la imagen nuclear es capaz de ofrecer ahora agentes de la imagen que pueden identificar con éxito los cambios moleculares iniciales en los cerebro con la enfermedad de Alzheimer.

En los laboratorios, las técnicas de imagen nuclear y de imagen molecular están ayudando a los científicos de distintas disciplinas a obtener un mejor entendimiento de las rutas metabólicas moleculares y de los mecanismos de enfermedad. La medicina nuclear y la imagen molecular ayudan a los científicos a encontrar nuevas terapias, contribuyendo de esta manera al desarrollo acelerado de fármacos nuevos y más eficaces.

¿Cómo funcionan la medicina nuclear y la imagen molecular?

La medicina nuclear y la imagen molecular utilizan un agente de la imagen que una vez introducido en el cuerpo (por lo general mediante inyección intravenosa) es capaz de emitir una señal (radiofármaco o sonda de imagen); y un dispositivo de detección de imagen capaz de detectar las señales que provienen desde dentro del organismo y de usarlas para crear imágenes detalladas de lo que ocurre dentro del cuerpo con vida. Las sondas de imagen, que están diseñadas para acumularse en un órgano específico, o para unirse a ciertas células, permiten la visualización y medición de procesos biológicos así como de actividad celular.

En la medicina nuclear, el agente de la imagen es un compuesto molecular que incluye una cantidad diminuta de material radioactivo. Este agente es llamado un radiotrazador. Los radiotrazadores (también llamados radiofármacos o radionucleidos) producen una señal que puede ser detectada mediante una gammacámara o una cámara de PET (Tomografía por Emisión de Positrones).

Las técnicas de Imagen Molecular que no son nucleares, como la imagen óptica o la ecografía focalizada, utilizan como sondas de imagen la luz o el sonido. La espectroscopia de Resonancia Magnética (RM) utiliza los cambios en el campo magnético del organismo para medir niveles químicos sin la necesidad de una sonda de imagen.

Obtención de imágenes mediante la técnica PET

Las imágenes de PET obtenidas con el radiotrazador fluorodesoxiglucosa (FDG) es una de las herramientas de diagnóstico por la imagen más significativas que se han desarrollado nunca. Hoy en día, la mayoría de los estudios de PET se combinan con estudios de tomografía computarizada (CT o TAC) para localizar mejor las áreas de actividad celular anómala.

La FDG es un compuesto molecular similar a la glucosa (azúcar), que se acumula en aquellas áreas del cuerpo que poseen una actividad metabólica más elevada (al necesitar consumir más azúcar). Una vez la FDG se ha inyectado en el torrente sanguíneo del paciente y se le ha permitido acumular en los diferentes tejidos del organismo durante un corto periodo de tiempo, la cámara de PET será capaz de crear imágenes que mostraran la distribución de la FDG por todo el cuerpo, lo que permitirá identificar la existencia de anomalías. Por ejemplo, las células cancerosas suelen mostrar niveles altos, o "captación" elevada de FDG, mientras que las células del cerebro afectadas por demencia consumen menos glucosa y por lo tanto presentan una captación disminuida de FDG.

Además de la FDG, existen otros radiotrazadores de PET que permiten visualizar una gran variedad de procesos cancerosos, así como no cancerosos.

Obtención de imágenes mediante la técnica SPECT

La Tomografía Computarizada por Emisión de fotón único o monofónica (SPECT) es una técnica de imagen muy significativa y común que también requiere la inyección de un radiotrazador en el torrente sanguíneo del paciente, que posteriormente se acumulara en un órgano determinado o se unirá a un tipo celular específicas. En la técnica SPECT, una gammacámara gira alrededor del paciente, recopilando información que permitirá crear una imagen tridimensional de la distribución del radiotrazador en el organismo, lo cual permitirá revelar información acerca del flujo sanguíneo y la función de diferentes órganos. Muchos estudios de SPECT se combinan con estudios de TAC.

Usos de las técnicas PET y SPECT

La técnica PET es una técnica de la imagen con un gran poder diagnóstico del cáncer, así como de su severidad y nivel de diseminación. Los estudios de PET son unos de los más efectivos en la detección de la recurrencias.

Los estudios de PET están siendo utilizados cada vez más en la valoración precoz de la respuesta del paciente al tratamiento canceroso. En algunos casos, la técnica PET puede determinar pocos días después del inicio del tratamiento si la terapia está funcionando, lo que tardaría meses en evaluar una disminución del tamaño de la masa tumoral mediante la TAC.

Los investigadores esperan que la información proporcionada por los estudios de PET permitan dentro de poco ayudar a los médicos a predecir que pacientes van a responder a un tratamiento específico de quimioterapia. También, están siendo diseñados radiotrazadores nuevos para identificar diferentes condiciones biológicas del cuerpo humano (llamados biomarcadores) que indicant la presencias de cancer y permitirán recopilar información específica pertinente al cáncer que permitirá guiar a los médicos en la selección del plan de tratamiento más efectivo.

Los estudios de PET y SPECT son utilizados cotidianamente en la detección de la enfermedad cardiaca coronaria, para determinar el daño miocárdico tras un ataque cardiaco, y para saber si el corazón es capaz de impulsar la sangre al resto del organismo adecuadamente- especialmente en situaciones de estrés. Nuevos radiotrazadores ofrecen la capacidad de identificar individuos a riesgo de paro cardiaco inminente o mostrando signos de fallo cardiaco congestivo.

PET y SPECT son extremadamente útiles en el diagnóstico de demencia, en la evaluación del deterioro cognitivo progresivo, y en la identificación del área del cerebro directamente relacionada con trastornos convulsivos. Recientemente, los investigadores hicieron un descubrimiento drástico y de enorme importancia en la demencia al identificar los cambios cerebrales asociados con las etapas más iniciales de la enfermedad de Alzheimer.

Las imágenes de PET obtenidas con agentes de visualización de la placa de a amiloide (como los ya recientemente aprobados Amyvid®, VizamyL®, y Neuraceq®) revelan la extensión y ubicación de las placas de amiloide en el cerebro, lo que permite, junto con una evaluación clínica y otras pruebas diagnósticas, ayudar significativamente en el diagnóstico de la enfermedad de Alzheimer.

La técnica de SPECT también ayuda a identificar la ubicación y la causa de un accidente cerebrovascular, así como áreas del cerebro que están a riesgo de sufrir un accidente cerebrovascular. DaTscan® es un radiotrazador de SPECT recientemente aprobado que se espera permitirá ayudar en la evaluación de la causa de temblores y en la diferenciación entre temblores esenciales y síndromes Parkinsonismos.

Gracias al uso de técnicas de PET y SPECT, los investigadores están obteniendo un mayor conocimiento acerca de los cambios biológicos relacionados con la enfermedad psiquiátrica, la drogadicción y los trastornos neurológicos. El entendimiento de las alteraciones de los circuitos cerebrales en las personas con trastornos del cerebro es crucial para poder desarrollar nuevos tratamientos y estrategias de prevención.

Hoy en día, la imagen óptica y la ecografía molecular focalizada se utilizan principalmente en laboratorios de investigación. Sin embargo, varias técnicas ópticas están siendo sometidas a pruebas clínicas iniciales y nuevos procedimientos podrían estar disponibles para uso en pacientes en un futuro próximo.

Imagen óptica

La rama de imagen óptica incluye numerosas tecnologías que utilizan la luz para medir la función celular y sus características. Los científicos son capaces de producir moléculas diminutas, como proteínas que emiten luz de un modo natural, para unirlas a células o productos químicos específicos dentro del cuerpo humano. Los detectores ópticos poseen alta sensibilidad y son capaces de detectar el movimiento y la actividad de estos agentes de imagen, así como medir cómo la luz es absorbida por los tejidos.

La imagen óptica es una herramienta esencial para la investigación básica y tiene el potencial de ayudar a los pacientes en el futuro a través de:

- La detección de linfoma y cáncer de ovario, piel y mama
- La evaluación de la respuesta del paciente al tratamiento
- La administración de medicamentos directamente a las células cancerosas
- Guiar la cirugía

Ecografía molecular focalizada

La imagen ecografía convencional, la cual utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes del interior del organismo, es un procedimiento de imagen estándar con muchas aplicaciones.

En la ecografía molecular focalizada, microburbujas- estructuras huecas y extremadamente pequeñas- u otras partículas microscópicas (llamadas nanopartículas) son utilizadas como agentes de la imagen. Los científicos son capaces de modificar químicamente las microburbujas para que se unan a tejidos específicos dentro del organismo, desde donde emitirán señales que revelaran información molecular.

La ecografía molecular focalizada puede ser útil para:

- El diagnóstico de cáncer de mama, ovario, cabeza y cuello y otros tipos de cáncer
- El medir del flujo sanguíneo en el corazón, así como otros órganos
- El diagnóstico de la enfermedad arterial coronaria y otras anomalías de los vasos sanguíneos.
- La técnica de la ecografía molecular focalizada también tiene el potencial de enviar y administrar fármacos a tejidos específicos, mediante su encapsulamiento dentro de las microburbujas.

Espectroscopia de resonancia magnética

La espectroscopia de resonancia magnética (RMN) es una variedad de la imagen de resonancia magnética convencional (RM) que proporciona información acerca de la concentración de compuestos químicos específicos- llamadas metabolitos- dentro del organismo. La RM espectroscópica es capaz de ayudar en el diagnóstico y tratamiento del cáncer y trastornos metabólicos- especialmente los que afectan al cerebro. Los investigadores también esperan que la RM espectroscópica sea útil en el futuro en la detección de la recurrencia del cáncer, como guía para la radioterapia y en la distinción entre tejido maligno y tejido sano en la mama y la próstata.

Terapia

La capacidad de los agentes de la imagen nuclear y molecular de localizarse específicamente en un tipo de células determinadas ofrece una capacidad sin igual de administrar y proporcionar tratamientos.

De hecho, una de las primeras aplicaciones de la medicina nuclear – el tratamiento con yodo radioactivo (¹³¹I)- ha sido un tratamiento que se ha llevado a cabo con muy buenos resultados en el tratamiento del cáncer de tiroides y del hipertiroidismo durante más de medio siglo. En el tratamiento localizado con radionúclidos (TRT) usando ¹³¹I, el yodo radioactivo es introducido dentro del cuerpo humano y absorbido específicamente por las células tiroideas y o las células del cáncer de tiroides, a las que específicamente acabara convenciendo a que dejen de vivir.

El tratamiento localizado con radionúclidos está siendo utilizado hoy en día en el tratamiento de otros tipos de cáncer, así como para específicamente aliviar el dolor del cáncer cuando afecta el hueso. El tratamiento del linfoma no Hodgkin mediante radioinmunoterapia (Zevalin®) es otro ejemplo de terapia localizada con radionuclidos.

Los científicos están también investigando maneras de incorporar medicamentos de quimioterapia dentro de agentes de la imagen que han sido diseñados para unirse únicamente a las células cancerosas, y de este modo evitar el tejido sano adyacente con sus efectos tóxicos.

¿Son la medicina nuclear y la imagen molecular seguras?

Los procedimientos de medicina nuclear y de imagen molecular son no-invasivos y muy seguros. Los procedimientos de diagnóstico de la medicina nuclear utilizan cantidades diminutas de radioactividad, a veces más o menos la misma cantidad de radiación que una persona recibe en un año de vida en el planeta. Como resultado, el riesgo de la radiación

utilizada en estos procedimientos es muy bajo en comparación con los beneficios potenciales que puede proporcionar.

Los médicos especializados en medicina nuclear utilizan el principio ALARA (tan bajo como razonablemente posible) para seleccionar cuidadosamente la cantidad de radiotrazador que proporcionará un estudio diagnóstico con la mínima radiación necesaria al paciente. La dosis se determina teniendo en cuenta el peso corporal del paciente, el objeto del estudio y la parte del cuerpo que se desea evaluar. Además, nueva tecnología dedicada a la reducción de radiación manteniendo la calidad diagnóstica está emergiendo constantemente.

Los procedimientos médicos nucleares han sido utilizados durante los últimos 50 años en adultos y los últimos 40 años en niños sin evidencia de efectos adversos.

¿Están los procedimientos de medicina nuclear e imagen Molecular cubiertos por el seguro?

Medicare y las compañías de seguros privados cubren el coste de la mayoría de los procedimientos de medicina nuclear e imagen molecular. Consulte con su compañía de seguros para obtener información específica acerca de su plan.

¿Cuál es el futuro de la imagen molecular y nuclear?

Cada día, los procedimientos de imagen molecular y nuclear cambian la vida de un paciente al contribuir en la detección, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de enfermedades.

Con el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos agentes de la imagen, muchos de los cuales están ahora ensayos clínicos, la medicina nuclear y molecular prometen continuar proporcionando mejoras en la atención médica al paciente. Información acerca de los ensayos clínicos puede ser encontrada en la página web www.clinicaltrials.gov and www.discovermi.org.

Novedades para un futuro próximo incluyen:

- **Imagen híbrida**

La combinación de dos tecnologías de la imagen, llamada coregistración, imagen de fusión o imagen híbrida, permite visualizar la información proporcionada por dos tipos diferentes de imágenes en un solo set. PET/CT y SPECT/CT, la combinación de PET o SPECT con la TAC (CT), se han convertido en técnicas diagnósticas de uso cotidiano al proporcionar información detallada tanto de la anatomía como de la funcionalidad de órganos y tejidos. Nuevos tipos de imagen híbrida están en uso o en desarrollo, como la PET/RMN, la PET/ecografía, y varias técnicas ópticas combinadas con tecnologías de imagen convencional.

- **Nuevos agentes de imagen molecular y nanopartículas**

Además de diseñar nuevos agentes de imagen molecular capaces de detectar procesos cancerosos determinados, los científicos están también trabajando en otro tipo de agentes- como agentes de la imagen capaces de identificar placas a riesgo de ruptura en los vasos arteriales coronarios o nanopartículas que una vez activadas con láser son capaces de buscar y destruir grasa corporal.

- **Biomarcadores**

Los científicos están investigando el uso de biomarcadores de imagen molecular- condiciones bioquímicas específicas del cuerpo que pueden ser plasmadas en imágenes- que ayudarán a los médicos adaptar los planes de tratamiento específicamente al paciente y su enfermedad, así como evaluar rápidamente la eficacia

de su terapia. En el futuro, los científicos esperan que estos biomarcadores también ayudarán en la detección de enfermedad y en la identificación de pacientes a riesgo de enfermedad.

La elevación del metabolismo glicolítico en el organismo - señal de posible cáncer u otra anomalía funcional- es un ejemplo de biomarcador de imagen molecular utilizado actualmente por los médicos.

Tratamiento personalizado

La medicina nuclear y la imagen molecular están en la vanguardia de la tendencia hacia el tratamiento personalizado del cáncer y la enfermedad cardíaca. En la atención médica personalizada, los tratamientos son creados individualmente dependiendo de los marcadores bioquímicos específicos encontrados en el paciente y de las características únicas de su enfermedad. El objetivo es identificar pacientes que pueden responder a terapias individualizadas y optimizar la respuesta al tratamiento minimizando a la vez los efectos secundarios.

Para aprender más acerca de la medicina nuclear y la imagen molecular, incluyendo las últimas novedades, visite la página web DiscoverMI en www.discovermi.org.

Este folleto es una publicación de la Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SNMMI), con sede en Reston, Va, una organización científica y profesional sin fines de lucro que promueve la ciencia, tecnología, y aplicación práctica de la imagen y terapia molecular. La misión de la SNMMI es mejorar la salud mediante el avance de la imagen y la terapia molecular.

El material presentado en este folleto tiene sólo propósitos informativos y no pretende ser un sustituto de las conversaciones entre usted y su médico. Asegúrese de consultar con su médico o el departamento de medicina nuclear donde tendrá lugar su tratamiento si desea más información acerca de este u otros procedimientos de medicina nuclear.

Acerca de la SNMMI

La Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SNMMI) es una organización científica y médica internacional dedicada a la sensibilización del público acerca de los beneficios de la imagen y terapia nuclear y molecular, y a proporcionar a los pacientes la mejor asistencia sanitaria posible. Con más de 18.000 miembros, la SNMMI ha tenido una posición de liderazgo en la unificación, el avance y la optimización de la medicina nuclear y la imagen molecular desde 1954.