

La Imagen Molecular y el Cerebro

¿Qué es la imagen molecular?

La imagen molecular (IM) es una técnica de diagnóstico por imágenes que proporciona imágenes detalladas sobre lo que sucede dentro del cuerpo humano a nivel molecular y celular. Mientras que otros procedimientos de diagnóstico por imágenes, como los rayos X, la tomografía computarizada (TAC) o la ecografía, ofrecen predominantemente imágenes anatómicas, la imagen molecular permite que los médicos puedan ver cómo funciona el cuerpo humano y puedan medir sus procesos químicos y biológicos.

Las tecnologías de la imagen molecular están desempeñando un papel importante en las neuroimágenes, una rama de las imágenes médicas, al proporcionar una "ventana" al cerebro vivo. Mientras que la tomografía computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM) convencional proporcionan información estructural y anatómica importante sobre el cerebro, las tecnologías de la imagen molecular permiten que los científicos visualicen y midan la función cerebral.

Los investigadores utilizan la IM para conocer y entender mejor al cerebro y desarrollar tratamientos para enfermedades y trastornos, que incluyen:

- Enfermedades neurodegenerativas, tales como la enfermedad de Parkinson, la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), la enfermedad de Huntington, la enfermedad de Alzheimer y otras formas de demencia.
- Tumores cerebrales.
- Traumatismo cerebral.
- Accidente cerebrovascular y ataque isquémico transitorio (AIT).
- Epilepsia.
- Enfermedades mentales, como la esquizofrenia.
- Trastornos del desarrollo, como el trastorno por déficit de atención y los trastornos del espectro autista.
- Adicciones a drogas y alcohol.

Usando las tecnologías de la imagen molecular, se realizan investigaciones para:

- Comprender las relaciones entre las áreas específicas del cerebro y las funciones que desarrollan.
- Localizar las áreas del cerebro que están afectadas por trastornos neurológicos y psiquiátricos.
- Desarrollar nuevas estrategias para el tratamiento de los trastornos cerebrales
- Desarrollar fármacos y terapias nuevas.

- Encontrar maneras de identificar a las personas que puedan estar en riesgo de padecer trastornos cerebrales.
- Optimizar la atención al paciente.
- Trastornos del desarrollo, como el trastorno por déficit de atención y los trastornos del espectro autista.
- Adicciones a drogas y alcohol.

¿Qué es la imagen molecular y cómo ayuda a las personas con trastornos cerebrales?

La imagen molecular ofrece un conocimiento único del cuerpo humano que permite a los médicos personalizar la atención al paciente. Desde el punto de vista del diagnóstico, la imagen molecular puede:

- Brindar información que no sería posible obtener con otro tipo de tecnología por imágenes, o que requeriría métodos más invasivos (como una biopsia o cirugía).
- Identificar la enfermedad en sus estadios más tempranos y determinar la ubicación exacta de un tumor, a menudo antes de que aparezcan síntomas o de que otras pruebas diagnósticas puedan detectar anomalías.

Como herramienta para evaluar y brindar atención al paciente, los estudios de imagen molecular ayudan a los médicos a:

- Determinar la extensión o gravedad de la enfermedad.
- Seleccionar la terapia más efectiva en base a las características biológicas únicas del paciente y a las propiedades moleculares de un tumor u otra enfermedad.
- Determinar la respuesta del paciente a fármacos específicos.
- Evaluar con precisión la eficacia de un régimen de tratamiento.
- Implementar rápidamente nuevos tratamientos al poder observar los cambios en la actividad celular.
- Evaluar la evolución de la enfermedad.
- Identificar la recurrencia de la enfermedad y ayudar a brindar atención médica continua.

Los procedimientos de la imagen molecular no son invasivos ni dolorosos y son muy seguros.

¿Cómo funciona la imagen molecular?

En las primeras etapas de la enfermedad, las células comienzan a sufrir cambios bioquímicos. Por ejemplo, las células cancerosas se multiplican a un ritmo mucho más rápido y son más activas que las células normales; las células cerebrales afectadas por la demencia empiezan a consumir menos energía que las células cerebrales normales; o las células cardíacas sin un flujo sanguíneo adecuado comienzan a morir.

A medida que la enfermedad evoluciona, esta actividad celular anormal comienza a afectar a los tejidos y las estructuras del cuerpo, causando cambios anatómicos que pueden ser vistos con escaneos de TAC o Resonancia Magnética (RM). Por ejemplo, las células cancerosas pueden formar un bulto o tumor que puede observarse con estas técnicas; con la pérdida de células cerebrales, se produce una disminución del volumen total del cerebro o las partes

afectadas del cerebro pueden mostrar una densidad diferente que la de las áreas normales; y, de manera similar, las células cardíacas que están afectadas dejan de contraerse y, por consiguiente, la función general del corazón se deteriora.

La imagen molecular se destaca principalmente por su capacidad para detectar los cambios celulares que ocurren en estadios tempranos de la enfermedad, a menudo, mucho antes de que en las imágenes de TAC o RM puedan verse cambios estructurales. De manera similar, la imagen molecular puede detectar los cambios en la actividad celular inducidos por un tratamiento antes que los cambios estructurales.

La mayoría de los procedimientos de la imagen molecular utiliza un dispositivo detector de imágenes y un agente de imágenes o sonda. Se utilizan varios agentes de imágenes para visualizar la actividad celular, tal como los procesos químicos implicados en el metabolismo, el uso de oxígeno o el flujo sanguíneo. En el caso de la medicina nuclear, una rama de la imagen molecular, el agente de imágenes es un radiotrazador, un compuesto químico que incluye un átomo radioactivo o isótopo. Otras modalidades dentro del campo de la imagen molecular, como la imagen óptica o la ecografía molecular, utilizan una variedad de agentes diferentes. Por otro lado, la resonancia magnética espectroscópica es capaz de medir los niveles químicos del cuerpo humano sin utilizar un agente de imágenes.

Una vez que se introduce el agente de imágenes en el cuerpo, éste se acumula en un órgano determinado o se adhiere a células específicas. El dispositivo de imágenes detecta la señal emitida por el agente de imágenes y crea imágenes que muestran la distribución del mismo en el cuerpo. El patrón de distribución del agente en el cuerpo humano permite que los médicos distingan cómo están funcionando los órganos y tejidos.

¿Qué tecnologías de la imagen molecular se utilizan en las neuroimágenes?

La tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) son los procedimientos de la imagen molecular más comúnmente utilizados para el cerebro.

¿Qué es PET?

La PET implica el uso de un dispositivo detector de imágenes (escáner de PET) y un radiotrazador que se inyecta en el torrente sanguíneo del paciente. Un radiotrazador que se utiliza con bastante frecuencia en la PET es la fluorodesoxiglucosa-F18 (FDG), un compuesto derivado de un azúcar simple y una pequeña cantidad de flúor radioactivo. Generalmente, la FDG demora entre 30 y 60 minutos en distribuirse por todo el cuerpo.

Una vez que el radiotrazador de FDG se acumula en los órganos y tejidos del cuerpo, su decaimiento natural incluye la formación de unas pequeñas partículas llamadas positrones que reaccionan con los electrones del cuerpo. Esta reacción, conocida como aniquilación, produce energía con la forma de un par de fotones. El escáner de PET, que detecta estos fotones, crea imágenes tridimensionales que muestran la distribución de la FDG en el área específica del cuerpo que se está estudiando.

Las áreas donde se acumula una gran cantidad de FDG tienen una apariencia más intensa que el tejido que las rodea, indicando que allí ocurre un alto nivel de actividad química o metabólica. Las áreas de baja actividad metabólica aparecen menos intensas. Con estas imágenes y la información que suministran, los médicos pueden evaluar cómo están funcionando los órganos y tejidos, y detectar anomalías.

Debido a que las células cerebrales afectadas por la demencia son menos activas, éstas consumen o metabolizan menos glucosa que las células normales y aparecerán menos brillantes en los escaneos de PET. Los investigadores están analizando el uso de sondas adicionales de neuroimágenes que se unan a las placas anormales asociadas con la enfermedad de Alzheimer y les permitan ser visualizadas en un escaneo de PET. Algunas de estas sondas han sido aprobadas recientemente por la FDA, mientras que muchas otras todavía están siendo evaluadas.

Además de la demencia, el escaneo de PET se utiliza para diagnosticar otros trastornos cerebrales que causan

cambios en el metabolismo y en el flujo sanguíneo. Por ejemplo, un área con disminución en el metabolismo de la glucosa puede indicar el origen de una epilepsia. La disminución del uso de oxígeno y flujo sanguíneo puede indicar un accidente cerebrovascular. Patrones anormales del metabolismo de la glucosa y una acumulación de aminoácidos pueden indicar la presencia de un tumor cerebral.

¿Cómo se utiliza la PET?

El procedimiento comienza con la inyección intravenosa de un radiotrazador, como la FDG, que generalmente demora entre 30 y 60 minutos en distribuirse por todo el cuerpo. Luego, se lleva al paciente al escáner de PET, donde se utilizan detectores especiales para crear una imagen tridimensional de la distribución de la FDG.

Los escaneos son revisados e interpretados por un profesional especializado en imágenes, como un médico especializado en medicina nuclear o un radiólogo, que discute los resultados con el médico del paciente.

¿Qué es SPECT?

Un escaneo de SPECT utiliza una gammacámara que gira alrededor del paciente para detectar un radiotrazador en el cuerpo. La SPECT, que trabaja con una computadora, crea imágenes tridimensionales del área de estudio. Para mayor precisión, la SPECT puede combinarse con la TAC.

Al igual que la PET, la SPECT también puede utilizarse para distinguir entre los diferentes procesos que producen demencia y se usa cada vez más con este propósito. Además, la SPECT desempeña un papel importante en las imágenes de la epilepsia y el tratamiento quirúrgico de la epilepsia severa.

¿Cuáles son las ventajas de la imagen molecular para personas con trastornos cerebrales?

- La imagen molecular permite visualizar de manera directa la actividad molecular, y no inferirla. Los estudios de PET permiten la detección de las funciones anormales del cerebro antes de que los cambios estructurales que surgen de la muerte de las células cerebrales puedan observarse en la TAC o RM.
- Los escaneos de PET son capaces de detectar el inicio temprano de algunos trastornos neurológicos, como la enfermedad de Alzheimer, y son muy útiles para diferenciar los tipos específicos de demencia, tales como la enfermedad de Alzheimer y la demencia frontotemporal.
- La PET y SPECT son métodos muy precisos para localizar las áreas del cerebro que causan los ataques de epilepsia y para evaluar la cirugía como una opción de tratamiento.

La imagen molecular es muy útil para la orientación sobre cómo tratar los tumores cerebrales. Los médicos usan los estudios de PET y SPECT para determinar la extensión de la enfermedad, definir el grado del cáncer y detectar las recurrencias del cáncer.

¿Cubre el seguro la imagen molecular?

Medicare y las compañías de seguros privadas cubren el costo de muchas tecnologías de la imagen molecular. Consulte con su compañía de seguro para obtener información específica sobre su plan.

¿Cuál es el papel de la imagen molecular en las enfermedades de demencia?

- La PET-FDG puede ayudar a distinguir la enfermedad de Alzheimer de la demencia frontotemporal.

- Las imágenes de dopamina de la SPECT pueden identificar la deficiencia dopaminérgica en la demencia con cuerpos de Lewy y la enfermedad de Parkinson con demencia.
- La PET de amiloide puede determinar si la patología de amiloide clínicamente significativa está presente o no.

¿Cuál es el futuro de la imagen molecular y las neuroimágenes?

Entre las importantes investigaciones que se están llevando a cabo, se encuentra la Iniciativa de neuroimagen de la enfermedad de Alzheimer en el envejecimiento (ADNI) del Instituto Nacional sobre el Envejecimiento, que está realizando un seguimiento de cientos de personas cognitivamente sanas, y de otras con deterioro cognitivo leve (DCL) y con la enfermedad de Alzheimer (EA) temprana, durante al menos cinco años. A los participantes se les realizan escaneos anuales de RM y PET para que los investigadores puedan evaluar los cambios en el envejecimiento del cerebro normal y en las personas con DCL y EA.

Al correlacionar estas imágenes con los resultados de otras pruebas de los participantes del estudio, como evaluaciones cognitivas y muestras de fluidos, los investigadores esperan identificar biomarcadores valiosos del proceso de la enfermedad.

Mientras las tecnologías de la imagen molecular avanzan hacia la práctica clínica y ayudan a los médicos a diagnosticar la EA con mayor precisión, hay otras áreas que requieren de más investigaciones, tales como el uso de PET para:

- Identificar individuos que están en alto riesgo de desarrollar la enfermedad de Alzheimer.
- Monitorear la evolución de la enfermedad.
- Evaluar la respuesta del paciente al tratamiento farmacológico.
- Contribuir con el desarrollo de fármacos y terapias enfocadas en la demencia y la enfermedad de Alzheimer.

Edición revisada abril 2016.

Acerca de la SNMMI

La Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SNMMI) es una organización científica y médica internacional dedicada a aumentar el conocimiento del público acerca de los beneficios de la terapia y las imágenes nucleares y moleculares, y de qué manera pueden ayudar a brindar a los pacientes la mejor atención médica posible. Con más de 19 000 miembros, la SNMMI ha sido líder en la unificación, el avance y la optimización de la medicina nuclear y la imagen molecular desde 1954.

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 realizará su tratamiento si desea obtener más información acerca de éste u otros procedimientos de medicina nuclear.