



Hintergrund

Informationen zu PET und PET/CT

Was ist PET

(Berlin, 6. April 2006) Die PET – Positronen-Emissions-(Computer-) Tomographie – wurde Mitte der 70er Jahre entwickelt und zunächst im Wesentlichen in der Hirnforschung eingesetzt. Anfang der 90er Jahre waren die methodischen und apparativen Voraussetzungen für eine breitere klinische Anwendung geschaffen. Dabei verlagerte sich die Anwendung sehr stark auf die Krebsdiagnostik.

Wie jede nuklearmedizinische Methode basiert die PET darauf, die Verteilung so genannter Radiotracer abzubilden. Das sind radioaktiv markierte Stoffe, die am Stoffwechsel teilnehmen und kranke Stellen, beispielsweise Tumore und Metastasen, aber auch mangel durchbluteten Herzmuskel darstellen können. Im Falle der PET handelt es sich stets um Positronenstrahler. Nur mit diesen ist es möglich, körpereigene Moleküle radioaktiv zu markieren (siehe Erläuterung 1).

Durch das Abbilden der Verteilung dieser Tracer im Körper ist es möglich, Krankheitsherde zu entdecken. Besonders verbreitet ist bei der PET die Verwendung des radioaktiv-markierten Zuckers FDG, (Fluor-18 markierte Deoxyglukose) mit dem eine Vielzahl von Krebsarten entdeckt werden kann (z.B. Lungen-, Brust-, Darmkrebs, Lymphome). Hinzu kommen aktuell die Cholin-PET beim Prostata-Karzinom, die DOTATOC-PET bei neuroendokrinen Tumoren und die Iod-PET beim Schilddrüsenkarzinom. Die beiden letztgenannten ermöglichen nicht nur eine spezifische Tumordarstellung, sondern können auch den Erfolg einer Radionuklidtherapie vorhersagen und sind somit unmittelbar entscheidend für die Therapiestrategie.

Der Vorteil der PET gegenüber CT und Kernspinresonanztomographie (auch MRT oder MRI genannt) liegt dabei nicht nur in der häufigen Überlegenheit bezüglich des Nachweises eines Tumors, sondern auch in der damit verbundenen Fähigkeit, das Stadium eines Tumors genau

bestimmen zu können. So kann frühzeitig erkannt werden, ob ein Patient auf eine Therapie (Bestrahlung, Chemotherapie) anspricht und ob das gewählte Therapieverfahren angemessen ist.

Die PET ist bei vielen Tumorerkrankungen in der Lage, die Krankheit sehr empfindlich zu erfassen, hat jedoch Mängel in der genauen topographischen Zuordnung. Es ist also nicht möglich, die **genaue** Beziehung zu beispielsweise einem Gefäß oder Nerven zu erkennen und es ist auch nicht immer möglich, zu entscheiden, ob der Tumor in oder nur nahe einem bestimmten Organ liegt. Durch diese Einschränkung kann die volle Potenz der Methode PET nicht immer ausgenutzt werden.

PET/CT

Die Kombination aus PET und einem (Röntgen) Computer Tomographen (CT) stellt eine Fortentwicklung der PET dar. Durch die feste Kombination, deren Realisierung erheblich aufwändiger ist als nur das Zusammenschrauben von zwei Geräten, ist es möglich, die Patientebilder der beiden Geräte exakt zu überlagern. Die Überlagerung von PET- und CT-Bildern, die an verschiedenen Geräten gewonnen werden, ist dagegen lediglich im Bereich des Schädels mit brauchbarer Präzision möglich (siehe Erläuterung 2).

Durch die präzise Zuordnung der Schnittbilder der beiden Verfahren in der PET/CT lässt sich gewissermaßen das CT als Landkarte dem PET-Funktionsbild unterlegen.

Die Anwendung der PET/CT hat darüber hinaus gelehrt, dass sich PET und CT bei der Befundung gegenseitig befruchten und dass die Befunde der beiden Methoden präziser werden.

Zukunft

In den vergangenen zehn Jahren hat die PET erhebliche Erfolge sowohl in der klinischen Forschung als auch in der klinischen Routine erzielen können. Ferner wurden für die drei Hauptanwendungsgebiete Hirndiagnostik, Herzdiagnostik und Onkologie wissenschaftlich abgesicherte Konsensuspapiere zwischen den Nuklearmedizinern und den jeweils betroffenen anderen Fachdisziplinen bezüglich der klinischen Anwendung verfasst.

Zur näheren Erläuterung:

(1) Die PET erzeugt Schnittbilder durch den Nachweis der Vernichtungsquanten, die beim Zerfall von Positronen entstehen. Diese werden fast exakt auf einer Linie in entgegengesetzter Richtung ausgesandt. Bei gleichzeitigem Nachweis (Koinzidenz) ist festgelegt, dass der Zerfallsort des Positrons auf der Linie liegt. Werden ausreichend viele solche Ereignisse gesammelt, kann daraus ein Bild der Positronenverteilung in allen drei Dimensionen errechnet werden. Mit vergleichsweise geringer Strahlenexposition werden hochwertige Bilder generiert.

Die Koinzidenztechnik ist hocheffizient, aber nur für Positronenstrahler verwendbar.

Neben dem messtechnischen Vorteil sind die Positronenstrahler auch biologisch sehr günstig, da alle biologisch wichtigen Atome – Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff – geeignete Positronen-emittierende Isotope haben. Die PET ist damit prädestiniert, Stoffwechselfvorgänge nicht invasiv sichtbar zu machen.

Radiotracer, sie zählen formal zu Medikamenten, werden in den Stoffwechsel von Gewebe eingeschleust, der dann mit Hilfe des PET sichtbar gemacht wird. Dabei kann entweder der normale physiologische oder der krankhafte Stoffwechsel dargestellt werden. Letzterer Weg ist attraktiver. Idealerweise wird ein Radiotracer eingesetzt, der ausschließlich die krankhafte Funktion beispielsweise eines Tumors abbildet. Dieser Idealzustand ist für manche Tumoren schon fast erreicht. Bei solchen Untersuchungen ist dann zwar der Krankheitsherd hochsensitiv nachgewiesen, mit der PET ist jedoch die Lokalisation vage. Gerade bei der Anwendung dieser idealen Tracer ist der Einsatz von PET/CT besonders nützlich.

Es gibt mehrere hundert PET-Radiopharmaka, die für unterschiedliche Krankheiten erprobt sind. Das gebräuchlichste ist die FDG, daneben sind verschiedene Aminosäuren wie Methionin, Fettsäuren, Rezeptor-substanzen Fluordopa oder das hochspezifische Iod-124 für das Schilddrüsenkarzinom in Verwendung. Auch radioaktives Wasser (Sauerstoff-15) wird verwendet und zählt als Radiopharmakon.

Wegen der Zulassungsproblematik ist kommerziell nur FDG erhältlich.

Eine weitere wichtige Anwendung der PET besteht darin, radioaktiv markierte „konventionelle“ Pharmaka wie Chemotherapeutika zu untersuchen und den Nachweis zu führen, ob das Chemotherapeutikum überhaupt in den Tumor gelangt und wenn ja, wie die Verteilung

innerhalb des Tumor ist. Für letztere Frage hat dann PET/CT wegen der genauen Ortsbestimmung wieder eine besondere Bedeutung.

(2) Bildüberlagerungen von Untersuchungen, die an verschiedenen Geräten durchgeführt wurden, können vergleichsweise präzise erfolgen, wenn das Untersuchungsobjekt starr ist und wenn in beiden Bildern gut identifizierbare Ankerpunkte existieren bzw. wenn beide Bilder sehr ähnlich sind. Oft werden dafür auch äußere Markierungen angebracht. In diesen Fällen müssen beide Untersuchungen dann koordiniert werden und tunlichst am selben Tag erfolgen. Die Methode funktioniert nur dort gut, wo es keine Verschiebung zwischen den natürlichen oder künstlichen Markern und dem Untersuchungsobjekt gibt.

Im Bereich des Abdomens beispielsweise kann es erhebliche Veränderungen geben. Der Patient kann und wird bei verschiedenen Untersuchungen unterschiedlich gelagert sein, die Wirbelsäule verdrillt sich, der Darm liegt nicht immer an derselben Stelle. Daher sind gute Überlagerungen von verschiedenen Untersuchungen außerhalb des Schädels (und dort nur mit größtem Aufwand) derzeit nicht möglich und für die Zukunft kaum vorstellbar.

Ansprechpartner für die Redaktion:
DGN e.V., c/o vokativ GmbH
Heike Jordan
Hospitalstraße 7, D-37073 Göttingen
Tel. +49(0)551 / 48857-402, info@nuklearmedizin.de
www.nuklearmedizin.de