

Nuklearmedizin

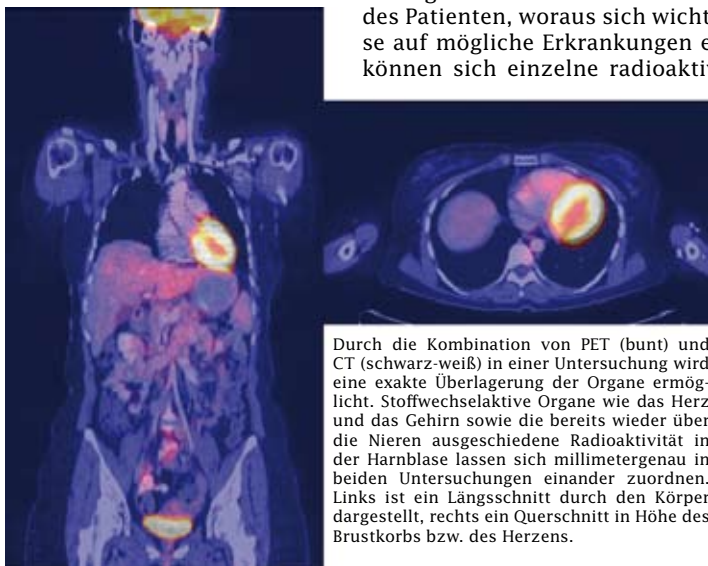
Radioaktivität für die Gesundheit - Ein Paradoxon?

Am Klinikum Passau betreiben Herr Priv. Doz. Dr. Wolfgang Römer und Herr Dr. Helmut Sigl die Nuklearmedizinische Gemeinschaftspraxis, in der allen ambulanten und stationären Patienten das gesamte Spektrum der modernen Nuklearmedizin in Diagnostik und Therapie angeboten wird. Zusätzlich verfügt die Nuklearmedizin über eine Therapiestation für die Radiojodtherapie von Schilddrüsenerkrankungen mit 6 Betten.

Unter Nuklearmedizin versteht man die Anwendung offener radioaktiver oder radioaktiv markierter, das heißt radioaktive Strahlung aussendender Substanzen (Radiopharmaka), für die Diagnostik und Therapie von Krankheiten. Die Nuklearmedizin stellt in erster Linie die Funktion von Organen, wie beispielsweise Stoffwechselfvorgänge, durch Verwendung dieser Radiopharmaka bildlich dar. Die mit so genannten Gammakameras durchgeführten Untersuchungen nennt man Szintigraphien.

Auf den Spuren des Stoffwechsels

Der besondere Vorzug der Nuklearmedizin liegt darin, dass sich Radionuklide, die sich im Stoffwechsel ebenso wie ihre stabilen, nicht strahlenden Isotope verhalten, aufgrund ihrer Strahlung schon in kleinsten Mengen nachweisen lassen. Die kurzlebigen radioaktiven Stoffe werden den Patienten entweder intravenös oder als Kapsel zugeführt. Spezialisierte Messgeräte, vor allem die so genannten Gammakameras, erlauben dann eine Darstellung der Radioaktivitätsverteilung im Körper des Patienten, woraus sich wichtige Rückschlüsse auf mögliche Erkrankungen ergeben. Ebenso können sich einzelne radioaktive Stoffe in bestimmten Geweben anreichern und durch die gezielte Bestrahlung einen therapeutischen Effekt erzielen. Letzteres macht man sich insbesondere bei der Radiojodtherapie von Schilddrüsenerkrankungen zunutze.



Durch die Kombination von PET (bunt) und CT (schwarz-weiß) in einer Untersuchung wird eine exakte Überlagerung der Organe ermöglicht. Stoffwechselaktive Organe wie das Herz und das Gehirn sowie die bereits wieder über die Nieren ausgeschiedene Radioaktivität in der Harnblase lassen sich millimetergenau in beiden Untersuchungen einander zuordnen. Links ist ein Längsschnitt durch den Körper dargestellt, rechts ein Querschnitt in Höhe des Brustkorbs bzw. des Herzens.

Vergleichbar mit dem Röntgen können mit der nuklearmedizinischen Methodik sehr viele Organe des Körpers dargestellt und ihre Stoffwechselfunktionen analysiert werden. So lässt sich beispielsweise der Stoffwechsel des Knochens mit dieser Methode abbilden. Der wesentliche Unterschied zum Röntgen besteht darin, dass

nuklearmedizinische Verfahren Informationen über den Stoffwechsel bzw. die Funktion liefern, während radiologische Verfahren vor allem die Morphologie, das heißt die Struktur, des Körpers abbilden.

Nuklearmedizinische Diagnostik

Das Spektrum der durchgeführten Untersuchungen reicht von verhältnismäßig einfachen, technisch weniger anspruchsvollen Untersuchungen wie der Schilddrüsenszintigraphie bis hin zu den nuklearmedizinischen Computertomographien SPECT und PET. Die radioaktiven Substanzen, die im Rahmen der nuklearmedizinischen Untersuchung verabreicht werden, sind speziell für das zu untersuchende Organ oder Organsystem ausgerichtet. Bei der Schilddrüsenszintigraphie kommt das dem Jod eng verwandte Technetium-99m zum Einsatz, das zum einen deutlich günstigere Strahlungseigenschaften als Jod aufweist und zum anderen in einem sogenannten Generator jederzeit direkt am Ort der Untersuchung hergestellt werden kann. Radioaktives Jod muss speziell für die Untersuchung bestellt werden. Die bei der Nierenszintigraphie verwendete Substanz MAG-3 wird sofort nach der intravenösen Injektion über die Nieren ausgeschieden. Mit der Gammakamera kann für jede Niere getrennt die Funktion und der Anteil an der Gesamtleistung ermittelt werden, um Funktionsausfälle oder Abflussstörungen besser einstufen zu können. Im Rahmen der Herzsintigraphie wird dem Patienten bei maximaler körperlicher Belastung, in der Regel auf einem TrimmDich-Rad, ein radioaktiver Durchblutungsmarker gespritzt. Eine verminderte Radioaktivitätsanreicherung in einzelnen Abschnitten der Herzkammerwand unter Belastung spricht für eine Herzkranzgefäßverengung in diesem Bereich. Bei unklaren Schmerzzuständen im Muskel- und Skelettsystem kann durch die Skelettszintigraphie der Knochenstoffwechsel des gesamten Körpers mit einer einzigen Untersuchung und damit nur einer einmaligen Strahlenbelastung erfasst werden. Der bei Abnutzungserscheinungen und Entzündungen erhöhte Knochenstoffwechsel kann aufgrund der vermehrten Radioaktivitätsanreicherung in diesem Bereich leicht erkannt werden. Dieses Verfahren wird außerdem zum Nachweis oder Ausschluss von Absiedelungen bösartiger Tumoren im Knochen, die ebenfalls eine Knochenstoffwechselerhöhung verursachen, eingesetzt.

Die Genauigkeit der nuklearmedizinischen Untersuchungsverfahren kann durch die zusätzliche Anfertigung von dreidimensionalen Aufnahmen mit dem sogenannten Einzelphotonen-Emissions-Computertomographen (SPECT) deutlich verfeinert werden. Dabei kommt es zu keiner zusätzlichen Strahlenbelastung, die bereits im Körper vorhandene Radioaktivität wird lediglich gezielt in bestimmten Körperregionen ausgenutzt. Insgesamt entspricht die Strahlenbelastung einer Schilddrüsenszintigraphie der einer Röntgenaufnahme der Lunge, die Strahlenbelastung einer Herzsintigraphie der einer Computertomographie der Lunge.

Ein großer Vorteil der Nuklearmedizinischen Praxis am Klinikum Passau besteht darin, dass aufgrund der Ansiedelung im Klinikum und der damit verbundenen kurzen Wege zu den Kollegen anderer Disziplinen der Behandlungsprozess deutlich beschleunigt wird. Befunde und Bilder von Voruntersuchungen (Röntgenaufnahmen, Herzkatheter, Opera-



Herr Priv. Doz. Dr. Wolfgang Römer ist seit Januar 2007 in der Nuklearmedizinischen Praxis am Klinikum Passau als leitender Arzt tätig. Seine nuklearmedizinische Ausbildung absolvierte er in der Nuklearmedizinischen Klinik rechts der Isar in München und seine radiologische Weiterbildung am Radiologischen Institut des Universitätsklinikums Erlangen. Er ist Facharzt für Nuklearmedizin und Diagnostische Radiologie. An der Universität Pittsburgh in USA hat er 2002 wissenschaftlich an dem weltweit ersten PET/CT-Scanner gearbeitet. Von Juli 2003 bis Ende 2006 war er als leitender Oberarzt in der Nuklearmedizinischen Klinik der Universität Erlangen tätig. Im Frühjahr 2006 hat er sich im Fach „Nuklearmedizin“ an der Universität Erlangen-Nürnberg habilitiert. Er ist Autor und Mitautor von mehr als 30 Veröffentlichungen und mehr als 200 Fachvorträgen insbesondere zu den Themen Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und nuklearmedizinisch-radiologische Bildfusion.

Bei Fragen zur Nuklearmedizin steht er unter **Tel. 0851-5300-2223**, wolfgang.roemer@klinikum-passau.de, www.klinikum-passau.de zur Verfügung.

tionsberichte, etc.) stehen unmittelbar bei der nuklearmedizinischen Untersuchung zur Verfügung. Durch regelmäßige interdisziplinäre Befundkonferenzen wird eine hohe medizinische Qualität von Diagnostik und Therapie gewährleistet.

Schilddrüsenprechstunde

In der Nuklearmedizinischen Praxis am Klinikum Passau werden insbesondere Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen medizinisch versorgt. Die Patienten werden in der Regel vom Hausarzt zu einer Abklärung der Schilddrüse aufgrund einer Schilddrüsenfunktionsstörung, einer Schilddrüsenvergrößerung (Struma) oder aufgrund von Schilddrüsenknoten überwiesen. Ein kompletter Schilddrüsen-Checkup beinhaltet eine Bestimmung der Schilddrüsenhormonwerte, die im abteilungseigenen Labor durchgeführt wird, eine Ultraschalluntersuchung sowie bei entsprechender Notwendigkeit eine Schilddrüsenzintigraphie. In der Schilddrüsenambulanz werden auch Patienten betreut, die sich in der Nachsorge wegen Schilddrüsenkrebs befinden.

Nuklearmedizinische Therapiestation

Aus strahlenschutzrechtlichen Gründen müssen Behandlungen von Schilddrüsenerkrankungen mit radioaktivem Jod in Deutschland stationär durchgeführt werden. Die mit sechs Betten ausgestattete nuklearmedizinische Therapiestation ist in der Station 32 im Klinikum Passau untergebracht. Hier werden jährlich ca. 350 Patienten behandelt. Die Radiojodtherapie wird zum einen bei gutartigen Erkrankungen der Schilddrüse (heiße Knoten und Morbus Basedow), aber auch bei Patienten mit Schilddrüsenkrebs eingesetzt. Schilddrüsenkrebs ist insofern einzigartig, als dass der Tumor und seine Absiedlungen radioaktives Jod in sich anreichern. Hierdurch lassen sich Reste und Absiedlungen dieses Tumors frühzeitig erkennen und auch behandeln, so dass die langfristigen Heilungs- und Überlebenschancen für Patienten mit diesem Tumortyp als ausgesprochen gut anzusehen sind. Die Langzeitüberlebensraten betragen etwa 90 %.

Die Patienten mit gutartigen Schilddrüsenerkrankungen, die mit Radiojod behandelt werden, leiden unter einer sogenannten Überfunktion oder Hyperthyreose. Die Schilddrüsenüberfunktion ist klinisch durch vermehrte Nervosität, schnellen Herzschlag oder Herzrhythmusstörungen, Gewichtsabnahme und Durchfälle gekennzeichnet. Durch Einsatz des radioaktiven Jod-131 lassen sich diese Überfunktionszustände ohne Operation mit zu vernachlässigenden Nebenwirkungsraten und hervorragenden Erfolgsaussichten behandeln.

Die durch diese Therapie verursachte Strahlenbelastung des Patienten ist mit der einer Herzkatheteruntersuchung oder einer Computertomographie des Bauchraums vergleichbar.

ten PET/CT gekoppelt. Jetzt können hochempfindliche Aufnahmen des Zuckerstoffwechsels mit die Körperstrukturen hochauflösenden Computertomographien in einem einzigen Gerät in einem Untersuchungsgang kombiniert durchgeführt werden, ohne dass sich der Patient dabei bewegt. Durch das Übereinanderlegen der beiden Bilder können dann Herde mit erhöhtem Zuckerstoffwechsel exakt einer anatomischen Struktur zugeordnet werden. Zahlreiche wissenschaftliche Studien konnten bereits belegen, dass bei verschiedenen Tumorarten durch den Einsatz dieses Kombigerätes die diagnostische Sicherheit vor einer Tumortherapie deutlich verbessert werden kann. Oftmals muss aufgrund zusätzlicher Informationen aus der PET/CT die Therapiestrategie angepasst werden. Bei Patienten, die bereits wegen eines Tumors behandelt wurden, können frühzeitig kleine Rezidivtumoren erkannt werden oder es lassen sich narbige Strukturen von lebendem Tumorgewebe unterscheiden.

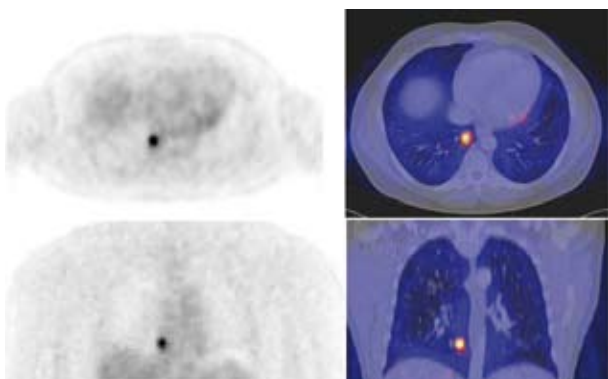
Bisher sind in Deutschland erst wenige solcher PET/CT-Geräte installiert und die Patienten müssen oft mehr als 100 km Wegstrecke zurücklegen, um mit diesem innovativen Untersuchungsverfahren untersucht werden zu können. Am Klinikum Passau wurde am 20.11.2007 ein leistungsfähiges PET/CT-Gerät in Betrieb genommen. Ab sofort können dann Untersuchungen des Zuckerstoffwechsels bei entsprechender Indikation angeboten werden. Da es sich bei der PET/CT um ein fachgebietübergreifendes Untersuchungsverfahren handelt, wird diese Methode in der Regel in Kooperation zwischen Nuklearmedizinern und Radiologen betrieben. Der Leiter des Nuklearmedizin am Klinikum Passau, Herr Priv. Doz. Dr. Römer vereint die beiden Qualifikationen als Facharzt für Nuklearmedizin und Diagnostische Radiologie in einer Person. Er beschäftigt sich bereits seit 5 Jahren mit dieser kombinierten Bildgebung. Aufbauend auf den Erfahrungen aus einem Forschungsaufenthalt an der Universität Pittsburgh, wo 1998 der Prototyp des PET/CT gebaut und in Betrieb genommen wurde, hat er in den vergangenen Jahren an der Universität Erlangen als Oberarzt zahlreiche PET/CT-Untersuchungen durchgeführt und dadurch eine große Erfahrung auf diesem Gebiet.

Das PET/CT-Gerät, welches am Klinikum Passau seit einigen Tagen zur Verfügung steht, (bild unten) vereint die modernste Technologie einer hochauflösenden PET-Kamera mit einem 40-Zeilen-CT. Als eines der ersten Geräte in Deutschland wird dieses Gerät in der Lage sein, PET- und CT-Bilder in unterschiedlichen Atemphasen aufzunehmen. Die Organe im Brustkorb und Oberbauch sind stark atembeweglich. Um hier Ungenauigkeiten durch die Atembeweglichkeit zu verhindern, wurde eine spezielle Einrichtung zur Aufnahme in unterschiedlichen Atemphasen entwickelt. Insbesondere für Patienten, die in unserem Haus eine Hochpräzisionsbestrahlung erhalten, ist diese exakte atemgesteuerte Aufnahmetechnik von großer Wichtigkeit, da auch dort die Atemverschieblichkeit in die Therapieplanung einbezogen wird.

Hochauflösende Analyse des Zuckerstoffwechsels mittels PET/CT

Die PET (Positronen-Emissions-Tomographie) ist ein sehr aufwändiges, aber auch sehr leistungsfähiges nuklearmedizinisches Verfahren. Hierbei wird radioaktiv markierter Zucker, die Fluor-18-Desoxyglukose (FDG), dem Patienten injiziert und danach mit der PET-Kamera

die Anreicherung bzw. der Verbrauch dieses Zuckers im Körper über das an den Zucker gebundene radioaktive Fluor-18 gemessen. Aufgrund einer etwas anderen Aufnahmetechnik der radioaktiven Strahlen wird mit der PET eine deutlich bessere räumliche Auflösung als bei den übrigen nuklearmedizinischen Untersuchungen erreicht. Ein genereller Nachteil von nuklearmedizinischen Untersuchungsverfahren ist die schlechte räumliche Zuordenbarkeit von Auffälligkeiten, da in der Regel auf nuklearmedizinischen Bildern anatomische Strukturen nicht oder nur schlecht dargestellt werden. Somit ist eine exakte Lokalisation des Krankheitsherdes oftmals nur schlecht möglich. Um diesen Nachteil zu kompensieren wurde vor etwa 8 Jahren erstmals eine PET-Kamera direkt mit einem Computertomographen in einem so genann-



Bei diesem Patienten war in der Röntgenuntersuchung ein Rundherd in der Lunge aufgefallen. Die PET-Bilder links zeigen einen Herd mit deutlich erhöhtem Zuckerstoffwechsel, der aber keiner eindeutigen anatomischen Struktur zugeordnet werden kann. Durch die Kombination mit dem CT-Bild in Form einer Überlagerung gelingt eine exakte Lokalisation des Herdes. (oberer Reihe: Querschnitt durch den Brustkorb, untere Reihe Längsschnitt durch den Oberkörper).

