

Allgemeine Informationen zur Nuklearmedizin

Einleitung

In dieser Übersicht werden die Grundprinzipien der Nuklearmedizin patientengerecht, aber etwas tiefergehend erklärt. Wir wollen mit diesen Hintergrundinformationen Ihr Verständnis für die bei uns durchgeführten Maßnahmen unterstützen und dazu beitragen, unnötige Ängste abzubauen, die mitunter beim medizinischen Einsatz von Radioaktivität entstehen.

Die Nuklearmedizin ist ein relativ junges Teilgebiet der Medizin. Sie ist gekennzeichnet durch die Anwendung offener radioaktiver Stoffe zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken. Offen heißt hier, dass die radioaktive Stoffe von keiner festen Hülle umschlossen ist, sondern (für diagnostische Zwecke) meist flüssig vorliegen.

In der nuklearmedizinischen Diagnostik werden den Patientinnen und Patienten radioaktive Arzneimittel (Radiopharmaka) verabreicht, die sich je nach ihren pharmakologischen Eigenschaften in unterschiedlicher Konzentration in den Organen oder Geweben des Menschen anreichern. Sie sind auf Grund ihrer Radioaktivität mit geeigneten Messgeräten von außen in ihrer zeitlichen und räumlichen Verteilung im Körper nachweisbar und werden so sichtbar gemacht.

Was bedeutet Radioaktivität?

Die Welt ist aufgebaut aus kleinsten Teilchen, den Atomen, welche einen Kern und eine Hülle besitzen. Manche dieser Kerne sind stabil, andere dagegen instabil. Radioaktivität ist die Eigenschaft von instabilen Atomkernen, sich unter Abgabe von Energie umzuwandeln. Die freiwerdende Energie wird überwiegend als sog. ionisierende Strahlung abgegeben.

Einige Arten von ionisierender Strahlung sind relativ geläufig, z.B. UV-Strahlung (Sonne, Sonnenbank), Röntgenstrahlung oder die Strahlen aus medizinischen Bestrahlungsgeräten. In der nuklearmedizinischen Diagnostik wird mit sog. Gamma-Strahlen gearbeitet, die vom Grundprinzip her mit Radiowellen vergleichbar sind, aber eine höhere Frequenz besitzen und das Körpergewebe ähnlich wie Röntgenstrahlen ohne wesentliche Wechselwirkungen durchdringen, so dass sie von außen messbar sind. In der nuklearmedizinischen Therapie arbeitet man dagegen mit Strahlen, die aus kleinsten Teilchen bestehen (noch winziger als Atomkerne), und durch die gezielt eine Gewebeschädigung (beispielsweise von bösartigem Tumorgewebe) herbeigeführt wird.

In Abhängigkeit von der Art und Dosis kann ionisierende Strahlung auch Körpergewebe schädigen, deshalb muss vor jeder Anwendung der Einsatz sorgfältig geprüft werden (die sogenannte rechtfertigende Indikation gestellt werden). Der Nutzen der Strahlung (rechtzeitige Erkennung einer Erkrankung) muss stets das Risiko der Anwendung übertreffen.

Die für die nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie verwendeten, instabilen Atomkerne (sog. Radionuklide) werden künstlich erzeugt und besitzen überwiegend eine nur relativ kurze Halbwertszeit, d.h. sie zerfallen recht schnell und verlassen zusätzlich den Körper über die natürlichen Ausscheidungswege. Weniger bekannt ist, dass Radioaktivität bzw. ionisierende Strahlen nicht nur künstliche, sondern auch absolut natürliche Phänomene sind und überall in unserer Umgebung vorkommen. Einige Gesteine enthalten radioaktive Stoffe wie Uran oder Thorium. Aus dem Boden gelangen die natürlichen Radionuklide in Wasser, Pflanzen und Tiere und damit in die Nahrung des Menschen. Alle Nahrungsmittel und auch das Wasser enthalten geringe Konzentrationen natürlicher Radionuklide. Zudem atmen wir täglich das radioaktive Edelgas Radon ein, welches aus dem Boden oder aus Baustoffen freigesetzt wird. Die natürlichen radioaktiven Stoffe besitzen (im Gegensatz zu den in der Nuklearmedizin verwendeten) überwiegend Halbwertszeiten von vielen Millionen Jahren. Darüber hinaus sind wir der natürlichen kosmischen Strahlung aus dem Weltall ausgesetzt, die in größeren Höhen intensiver ist (Berge, Flugzeug). Seit Anbeginn steht alles Leben auf der Erde unter dem Einfluss von Radioaktivität bzw. ionisierender Strahlung.

Die verwendeten, radioaktiven Substanzen (sog. Radiopharmazeutika) werden fast immer durch eine Armvene in den Körper eingebracht. Im Gegensatz zu klassischen Röntgenkontrastmitteln werden diese Substanzen vom Patienten in der Regel nicht verspürt, da es sich nur um kleinste Stoffmengen handelt, welche lediglich die natürlichen Stoffwechselfvorgänge des Körpers begleiten.

Bei der nuklearmedizinischen Diagnostik wird nun die Verteilung des injizierten Radiopharmazeutikums im Körper bzw. in den Organen verfolgt. Bei der hierfür verwendeten Gammakamera finden Aufnahmen je nach Art der Untersuchung in liegender oder sitzender Position des Patienten statt (s. Abbildungen 1 und 2). Für einige Untersuchungen werden mehrere Aufnahmen unmittelbar nach der Injektion angefertigt, bei anderen können die Aufnahmen erst nach einer gewissen Verteilungszeit des Radiopharmazeutikums erfolgen. Die Gammakamera sendet selbst keine Röntgenstrahlung aus, sondern ist lediglich ein hochempfindliches Messsystem, welcher die Verteilung des Radiopharmazeutikums im Körper anhand der Gammastrahlung erkennt und bildlich darstellt. Die bildliche Darstellung dieser Verteilung nennt man Szintigramm. Wenn von uns pro Untersuchung mehrere Aufnahmen angefertigt werden, erhöht sich somit – im Gegensatz zu Röntgenaufnahmen - nicht die Strahlenexposition des Patienten.

Einige Aufnahmen erfolgen mit unbewegter Gammakamera, bei anderen gleitet die Kamera über Ihren Körper oder dreht sich langsam um ihn herum (Ganzkörper- oder Schichtbildaufnahmen). Bei dem Gerät handelt es sich um keine geschlossene Röhre; es ist zu den Seiten hin offen und macht keinen Lärm. Daher werden die Aufnahmen auch bei bestehender Platzangst in aller Regel gut toleriert. Während der gesamten Untersuchung werden Sie durch unsere technischen Assistenten betreut, die sich ständig in Rufweite befinden.

Was kann durch die nuklearmedizinische Diagnostik dargestellt werden?

Im Gegensatz zur sonstigen bildgebenden Diagnostik (Ultraschall- und Röntgenaufnahmen, Computertomographie, Kernspintomographie), bei der Krankheitsprozesse in erster Linie durch Veränderungen der Struktur, Form und Größe des Gewebes erkannt werden, erkennt die Nuklearmedizin solche Prozesse durch Veränderungen der funktionellen Eigenschaften des Gewebes (z.B. des Stoffwechsels von Organen). Radiologische und nuklearmedizinische Verfahren können sich sinnvoll ergänzen und mitunter erst durch ihre gemeinsame Anwendung zur richtigen Diagnose führen.

Nachstehend finden Sie eine Tabelle, in der beispielhaft wichtige nuklearmedizinische Untersuchungen zusammengefasst sind.

Untersuchung	Prinzip (Beispiele)
Schilddrüsenszintigraphie	Sichtbarmachung von Veränderungen des Jodstoffwechsels von Schilddrüsenknoten
Nebenschilddrüsenszintigraphie	Aufspüren von überaktivem Nebenschilddrüsengewebe
Skelettszintigraphie	Sichtbarmachung von umschriebenen Veränderungen des Knochenumbaus
Herzmuskelszintigraphie	Sichtbarmachung einer gestörten Durchblutung des Herzmuskelgewebes
Lungenszintigraphie	Aufspüren von - infolge eines Gerinnsels - vermindert durchblutetem Lungengewebe
Nierenszintigraphie	Seitengetrennte Ermittlung der Filterfunktion sowie des Harnabflusses beider Nieren
Hirnszintigraphie	Darstellung einer gestörten Übertragung von Botenstoffen bei Parkinsonerkrankung
Entzündungsszintigraphie	Lokalisation von vermehrt vorhandenen spezifischen Entzündungszellen
Tumorszintigraphie	Aufspüren von Tumorherden durch Darstellung des bei Ihnen vermehren Zuckerstoffwechsels mittels Positronenemissionstomographie (PET, PET/CT)

Wie hoch ist die Strahlenexposition bei nuklearmedizinischen Untersuchungen?

Die Strahlenexposition, welche der Mensch erhält, kann gemessen bzw. berechnet werden, und zwar sowohl für bestimmte Organe (Organdosis) als auch für das gesamte Individuum (effektive Dosis). Die Einheit für diese Dosis ist das Sievert (abgekürzt Sv), genauso wie beispielsweise das Meter die Einheit für die Entfernung ist. Ein mSv (Millisievert) ist ein Tausendstel von einem Sievert (wie ein mm ein Tausendstel von einem Meter ist).

Die durchschnittliche natürliche effektive Strahlenexposition - also die Dosis, welcher wir immer ausgesetzt sind - beträgt für einen in Deutschland lebenden Menschen um 2,1 mSv pro Jahr, wobei sie regional abhängig von 2 bis 10 mSv schwanken kann. Im Vergleich hierzu sind die Strahlendosen für viele nuklearmedizinische Untersuchungen niedriger. Wenig bekannt ist übrigens, dass auch Raucher einer radioaktiven Strahlenexposition ausgesetzt sind, hauptsächlich verursacht durch das im Tabak enthaltene Radioisotop 210-Polonium. Bei einem Konsum von 30 Zigaretten pro Tag werden jährlich zusätzliche effektive Dosen bis 13 mSv aufgenommen.

In der nachstehenden Tabelle ist die Strahlenexposition für einige nuklearmedizinische Untersuchungen aufgeführt sowie zum Vergleich Strahlendosen, die durch anderweitige Situationen entstehen (repräsentative bzw. durchschnittliche Werte). Die am häufigsten angewendete Schilddrüsenszintigraphie weist eine recht niedrige effektive Dosis von durchschnittlich 0,9 mSv pro Untersuchung auf. Nierenszintigraphien sind durch eine noch geringere Strahlenexposition gekennzeichnet. Fasst man die Dosis durch Herzsintigraphien in Ruhe und unter Belastung zusammen, so erhält man eine vergleichsweise hohe Dosis von etwa 8 mSv pro Untersuchung, die jedoch noch niedriger ist bei einer Computertomographie des Bauchraumes.

Nuklearmedizin:

- Schilddrüsenszintigraphie	0,9 mSv
- Skelettszintigraphie	3,6 mSv
- Herzsintigraphie (Herzmuskelgewebe)	8 mSv
- Lungendurchblutungsszintigraphie	1,5 mSv
- Nierenszintigraphie	0,6 mSv

Röntgendiagnostik:

- Mammographie	0,2 – 0,4 mSv
- Röntgen Lendenwirbelsäule	0,6 - 1,1 mSv
- Nierenkontrastmitteluntersuchung	2,5 mSv
- Computertomographie (CT) des Brustraumes	6 - 10 mSv
- Computertomographie (CT) des Bauchraumes	10 - 25 mSv
- Herzkatheteruntersuchung (mit zusätzl. therapeutischen Maßnahmen)	10 (- 30) mSv

Sonstige Strahlenexpositionen:

- natürliche jährliche Strahlenexposition in Deutschland	2,1 mSv
- zusätzl. jährliche Strahlenexposition durch 30 Zigaretten pro Tag	bis 13 mSv
- Flug Frankfurt-Tokio und zurück	0,12 mSv

Sicherlich ist es unstrittig, dass eine unüberlegte und übermäßige Anwendung von ionisierender Strahlung schädlich sein kann und daher vermieden werden muss. Andererseits ist ein gewisses Maß ionisierender Strahlung sogar Bestandteil des natürlichen Lebens. Einmal mehr gilt es also, die „richtige“ bzw. vertretbare Strahlendosis zu finden. Bei den üblichen, heutzutage in der Nuklearmedizin angewandten radioaktiven Substanzen überwiegt der medizinische Nutzen für den Patienten deutlich das Strahlenrisiko. Durch den ständigen technischen Fortschritt ist es möglich, die Strahlenexposition in der medizinischen Diagnostik immer weiter zu vermindern bei gleichbleibender oder sogar noch verbesserter diagnostischer Aussagekraft. Alle medizinischen Einrichtungen, die ionisierende Strahlung anwenden, werden in Deutschland engmaschig von unabhängigen Instanzen kontrolliert auf Einhaltung des Strahlenschutzes und der Qualitätskriterien.

Liebe Patientinnen!

Wenn Sie schwanger sind oder glauben, dass Sie schwanger sein könnten, sollten Sie uns dies bitte vor der Untersuchung unbedingt mitteilen. Zum Schutz des Ungeborenen sollten in dieser Situation nuklearmedizinische Untersuchungen möglichst nicht durchgeführt werden. Bitte teilen Sie uns auch mit, falls sie derzeit stillen sollten.