

Vorwort zur 7. Auflage

Nuklearmedizinische Verfahren zur Diagnostik und Therapie von Krankheiten wurden in den 1950er- und 1960er-Jahren eingeführt. Ein eigenständiger Facharzt für Nuklearmedizin wurde in Deutschland in der zweiten Hälfte der 1970er-Jahre etabliert.

Während die Nuklearmedizin und die Strahlentherapie beziehungsweise Radioonkologie noch weitgehend einheitlich definierte Fachgebiete darstellen, hat sich in der Diagnostischen Radiologie (inkl. Interventionelle Radiologie) in den letzten Jahren eine zunehmende Spezialisierung ergeben, wie die organbezogene Diagnostik in der Neuroradiologie und der Pädiatrischen Radiologie. Unterstützende theoretische Fächer sind Medizinphysik, Strahlenphysik und Strahlenbiologie, ferner Radiochemie und Radiopharmazie.

Um das Fach Nuklearmedizin und die Molekulare Bildgebung im Allgemeinen besser verstehen zu können, werden Betrachtungen, Erkenntnisse und Schlussfolgerungen aus der Molekularbiologie und Genetik herangezogen.

Gleichwohl haben wir uns erneut auf radionuklidbasierte Techniken konzentriert, wie Positronenemissionstomographie (PET) und *Single-Photon-Emissionscomputertomographie* (SPECT). Nicht radionuklidbasierte Techniken wie Magnetresonanztomographie (MRT), Magnetresonanztomographie (MRS), *Optical Imaging* (OI) und kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) werden nur angesprochen, wenn sie komplementäre Informationen liefern. Während radionuklidbasierte Techniken bereits breite klinische Anwendung finden, werden viele

nicht radionuklidbasierte Techniken noch in präklinischen Modellen validiert. So gehen wir auf Verfahren wie die Anwendung von Reportergenen oder von Tiermodellen nur kurz ein. In diesem Sinne ist die 7. Auflage des Lehrbuches traditionell klinisch, verzichtet sie doch weitgehend auf Begriffe wie Theragnostik und Translation.

Bei vielen klinischen Fragestellungen (auch Forschungsfragen) wurde eine bildgebende morphologische radiologische Diagnostik (Röntgen, Computertomographie [CT]) inzwischen durch hoch effiziente Methoden ohne Strahlenexposition für den Patienten substituiert (z. B. Ultraschall, MRT). Dennoch verbleibt ein Großteil der Diagnostik mit ionisierenden Strahlen, diese ist sogar wegen der erheblichen technischen Verbesserungen und Innovationen, aber auch der verbesserten flächendeckenden Verbreitung auf weitere klinische Indikationen ausgeweitet worden.

Hier ist der Strahlenschutz für Patient, Personal und Umwelt von Bedeutung. Der beste Strahlenschutz, insbesondere für den Patienten, ist jedoch nicht die zwar sinnvolle Verminderung der Strahlenexposition durch technische Verbesserungen und oft hiermit verbundene Reduktion der Strahlenexposition. Der beste Strahlenschutz der Patienten und der allgemeinen Bevölkerung besteht in der hohen fachlichen Kompetenz der fachkundigen Ärzte und der klinischen Zuweiser: Vermeidung unnötiger Untersuchungen und Vermeidung unnötiger Doppeluntersuchungen.

In den letzten Jahren hat sich in der Nuklearmedizin und in der Radiologie, aber

auch bei der Strahlentherapie eine Entwicklung ergeben, die zu einer erheblichen Veränderung der Definition, Organisation und Ausbildung im Bereich der „Strahlenmedizin“ führen kann. Ursache hierfür ist der zunehmende Einsatz von Hybridgeräten. In einem einzigen Gerät wird die „Morphologische Bildgebung“ (CT bzw. MRT) mit der „Molekularen Bildgebung“ (PET bzw. SPECT) kombiniert. So wird in einem PET/CT-Gerät der Patient in einem Arbeitsgang und ohne Lagewechsel mit PET und CT „gleichzeitig“ untersucht. Dies hat eine Verkürzung der Untersuchungsdauer, eine Erleichterung der Organisation der Untersuchungen und insbesondere auch eine Verbesserung der Aussagefähigkeit zur Folge, da molekulare bzw. metabolische Störungen unmittelbar und mit hoher Genauigkeit einem möglichen morphologischen oder funktionellen Korrelat zugeordnet werden können.

Allerdings besteht hier das Problem, dass bei PET/CT der Nuklearmediziner nur die PET, der Radiologe nur die CT durchführen und anschließend das Ergebnis beurteilen darf. Entweder beteiligen sich beide Fachdisziplinen kooperativ an der Untersuchung und Auswertung, oder aber es muss ein spezieller Facharzt hierfür geschaffen werden: z. B. zwei Jahre Ausbildung am PET und zwei Jahre Ausbildung am CT. Problematisch aus Sicht der Herausgeber dieses Buches wäre in diesem Falle, dass hierbei ein „Facharzt für ein Gerät“ und nicht ein „Facharzt für die Diagnostik von Krankheiten“ geschaffen würde. Aufwendig ist die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben bei einem Doppel-Facharzt (Facharzt für Radiologie und Nuklearmedizin). Möglicherweise kommt es aber auch zu wechselseitigen Fachkunden, z. B. eine „Fachkunde

PET“ für den Radiologen und eine „Fachkunde Schnittbilddiagnostik“ (CT, MRT) für den Nuklearmediziner. So wäre ein einzelner Facharzt in der Lage, ein derartiges Hybridgerät zu betreiben: z. B. eine ein- bis zweijährige Fachkunde CT/MRT für einen Facharzt für Nuklearmedizin und *vice versa* PET für einen Facharzt für Radiologie. Gesetzliche Regelungen und Absprachen zwischen den zuständigen Fachgesellschaften sind im *status nascendi*. Derzeit offen ist, was auf Ärzte, die sich in diesen Fächern derzeit in der Facharzt-Weiterbildung befinden, in Zukunft zukommen wird.

PET/CT-Geräte und SPECT/CT-Geräte sind heute an nahezu allen Universitätskliniken und Großkrankenhäusern, aber auch in vielen Arztpraxen bereits vorhanden. Derzeit werden an einigen Standorten PET/MRT-Geräte eingeführt, um Machbarkeit, Kosten und Effizienz zu prüfen. Dieses Hybridgerät hätte unter anderem den Vorteil einer deutlich niedrigeren Strahlenexposition, entfällt doch die CT-Komponente. Mit PET/CT wurden in den vergangenen Jahren große Fortschritte in der Diagnostik, im Staging und in der Verlaufskontrolle und Therapieevaluation erzielt, insbesondere in der Onkologie. Zwar ist die Untersuchung relativ teuer, jedoch kann durch eine frühe Weichenstellung die Therapie optimiert werden: So können etwa unnötige Operationen, Strahlentherapien oder aufwendige und belastende Chemotherapien vermieden werden. Das hilft letztendlich nicht nur dem Patienten, sondern bei einer ökonomischen Gesamtbetrachtung kann auch Geld eingespart werden.

Alle Kapitel der Voraufgabe wurden teilweise grundlegend überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht. Ein Kapitel über Qualitätssicherung ist neu hinzugekom-

men. Die Szintigramme wurden nahezu vollständig durch modernere ausgetauscht. Die Schemaabbildungen wurden mit Farbe versehen. Aufgenommen wurden auch die vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) im Oktober 2012 publizierten neuen „Diagnostischen Referenzwerte“ (Vorschriften für zu applizierende Aktivitäten).

Wir hoffen, dass dieses kompakte Buch der Nuklearmedizin auch weiterhin dem

bisherigen Nutzerkreis eine Hilfe sein wird: den Studierenden, medizinisch-technischen Radiologieassistentinnen (MTRAs), Naturwissenschaftlern, Ärzten anderer Fachgebiete und nicht zuletzt Ärzten in der Weiterbildung.

Köln und Münster, im November 2012

Harald Schicha
Otmar Schober

Vorwort zur 1. Auflage

Die Nuklearmedizin umfasst die Anwendung offener radioaktiver Stoffe und von Kernphänomenen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken am Menschen. Diese bieten die einzige Möglichkeit, auf eine wenig invasive Weise am intakten Organismus physiologische und biochemische Prozesse bzw. ihre krankhaften Veränderungen lokalisiert und differenziert zu untersuchen.

Der Nuklearmediziner muss sich mit folgenden Gebieten beschäftigen: Kernphysik und Gerätetechnik einschließlich elektronischer Datenverarbeitung, Biochemie und Radiopharmazeutik, Pathophysiologie, Strahlenbiologie und Strahlenschutz. Im Einsatzbereich der klinischen Medizin setzt sich die Nuklearmedizin mit allen übrigen Fächern auseinander, so z. B. mit der Endokrinologie, Onkologie, Kardiologie und Neurologie. Die Anwendung nuklearmedizinischer Methoden setzt die Kenntnis der ihnen zugrunde liegenden pathophysiologischen Prozesse voraus, ein Wissen um die Einordnung im Spektrum der gesamten Diagnostik und um therapeutische Konsequenzen. Sie erfordert die optimale technische Durchführung unterschiedlicher Untersuchungen und die richtige Interpretation der Ergebnisse im Spektrum aller übrigen Untersuchungsverfahren. Schließlich umfasst sie die Einhaltung des Strahlenschutzes für Patient, beruflich strahlenexponiertes Personal und die Allgemeinheit.

Aus folgenden Gründen hat sich die Nuklearmedizin in zahlreichen Ländern, auch in Deutschland, als eigenes Fachgebiet etabliert:

- Zusammenfassung der Fachkenntnisse: Indikationsstellung, Auswahl der geeigneten Methoden, Beurteilung der Risiken für den Patienten, fachübergreifende Interpretation der Resultate
- optimale technische Voraussetzungen: Ausnutzung und Auslastung der teuren Geräte, optimale Durchführung der z. T. komplizierten Untersuchungen
- Eigeninteresse des professionell im Strahlenschutz erfahrenen Personals, die berufliche Strahlenexposition so niedrig wie möglich zu halten und deren Überwachung in zentralen Einheiten
- möglichst niedrige Strahlenexposition der Allgemeinheit durch abgeschlossene zentrale Einheiten

Allgemeinärzte, Fachärzte und Spezialisten müssen über Grundsätze, Indikationen sowie Aussagefähigkeit und Limitierungen nuklearmedizinischer Diagnostik allgemein informiert sein und auch spezielle Kenntnisse über häufig angewandte nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren besitzen. Dies betrifft z. B. den onkologisch tätigen Arzt hinsichtlich Skelett- und Knochenmarkszintigraphie sowie Immun-Tumor-Szintigraphie, den kardiologisch tätigen Arzt hinsichtlich der Myokardszintigraphie, den endokrinologisch tätigen Arzt hinsichtlich der Szintigraphie der Schilddrüse und anderer endokriner Drüsen usw. Eine Reihe von nuklearmedizinischen Untersuchungen gehört zur Routinediagnostik, das heißt, sie werden bei bestimmten Fragestellungen frühzeitig im diagnostischen Verlauf und bei einem hohen Prozentsatz der Pati-

enten eingesetzt. Andere Untersuchungen werden selten oder nur bei diagnostischen Problemfällen angewandt, wenn andere Methoden nicht zum Ziel geführt haben. Ob und wann nuklearmedizinische Verfahren eingesetzt werden, hängt allerdings nicht nur von deren Stellenwert ab, sondern von ihrer Verfügbarkeit, von der Möglichkeit des Einsatzes anderer diagnostischer Verfahren sowie von der Qualität der Durchführung aller angebotenen Methoden. Wegen unterschiedlicher regionaler Gegebenheiten ist es nicht immer möglich, einen genauen diagnostischen Stufenplan allgemeinverbindlich aufzustellen.

Selten angewandte und sehr spezielle nuklearmedizinische Untersuchungsmethoden müssen vom Allgemeinarzt und vom Studierenden im Einzelnen nicht gekannt werden, sie sollten aber um die Möglichkeit solcher Untersuchungen wissen.

Die physikalischen Grundkenntnisse in der Nuklearmedizin, die die allgemeinen Grundlagen der Kernphysik, der Messtechnik und der Dosimetrie betreffen, sollten vom Studierenden zumindest in den groben Grundzügen verstanden werden. Ein Formelwissen ist im Einzelnen nicht erforderlich. Jedoch sollten Grundlagen z.B. zum Zerfallsverhalten radioaktiver Stoffe, zur physikalischen, biologischen und effektiven Halbwertszeit bekannt sein, ferner die physikalischen Halbwertszeiten der in der Nuklearmedizin gebräuchlichsten Radionuklide (z. B. ^{99m}Tc , ^{131}I , ^{123}I , ^{201}Tl).

Sinn dieses Kompendiums ist es, Ärzten und Studierenden einen allgemeinen Überblick über die Nuklearmedizin zu verschaffen. Wichtige, häufig angewandte nuklearmedizinische Verfahren werden ausführlich beschrieben. Selten eingesetzte Methoden erfahren oft nur kurze Erwähnung. Spezi-

elle Methoden, wie die Positronenemissionstomographie, die nur an wenigen Zentren vorgenommen werden kann, oder die Kernspintomographie, die häufig fachübergreifend zugeordnet ist, werden zur Abrundung erwähnt. Dieses Kompendium wurde bewusst nicht unter Hinzuziehung zahlreicher Experten für die einzelnen Kapitel konzipiert. Es stammt vielmehr aus einer einzelnen Klinik für Nuklearmedizin. Aus diesem Grunde ist es möglich, dass Schwerpunkte und Auffassungen zu Diagnostik und Therapie in Teilbereichen andernorts gewisse Abweichungen aufweisen. In jedem Fach der klinischen Medizin spielen neben den objektiv gesicherten und anerkannten Kenntnissen auch subjektive Einstellungen eine wesentliche Rolle, auch wenn dies durch uniforme Gegenstandskataloge und Prüfungsverfahren in der Medizin häufig aus dem Bewusstsein verschwindet. Eingeflossen in dieses Kompendium sind über 20 Jahre Erfahrung in der Nuklearmedizin mit Patientenversorgung, Forschung und Lehre, weiterhin eine mehrjährige Gutachtertätigkeit im Prüfungsinstitut in Mainz im Rahmen der Erstellung von Prüfungsfragen.

Auf die Abbildung von Original-Szintigrammen wurde zugunsten von Schemazeichnungen weitgehend verzichtet, weil die Dokumentationstechnik sehr unterschiedlich ist und die Interpretation von Szintigrammen einer größeren Erfahrung bedarf.

Weitere Informationen sind weiterführenden und anderen Lehrbüchern zu entnehmen. Eine Liste solcher Bücher und von Übersichtsarbeiten sowie weiterführender, umfangreicherer Bücher der Nuklearmedizin findet sich im Anhang.

Harald Schicha