

8(2000)



Heft 1

# STRAHLENSCHUTZ

Zeitschrift des Verbandes für Medizinischen  
Strahlenschutz in Österreich

---

**Herausgeber:**

**M. Tschurlovits**

**Kurt Kletter**

Gasteditor: Amir Kurtaran

Impressum	2
Editorial	3
K. Hahn, S. Fischer:	
<i>Strahlenexposition und Strahlenschutz bei nuklearmedizinischen     Untersuchungen in der Pädiatrie</i>	4
J. Preitfellner, A. Kurtaran, T. Traub, S. Ofluoglu, F. Havlik:	
<i>Strahlenexposition in der Umgebung von Patienten nach Gabe eines     Radiopharmakons in der nuklearmedizinischen Diagnostik</i>	13
H. Mandl: Buchbesprechung	
<i>Multilingual Glossary of Terms relating to <u>Quality assurance and Radiation     Protection in Diagnostic Radiology</u></i>	20
F. Kainberger: Literatur	
<i>Strahlenexposition bei der Spiral-CT der Nasennebenhöhlen</i>	21
<i>Der Fluch der Pharaonen</i>	22
<i>Analysis of neutron and gamma ray doses accumulated during commercial     Trans-Pacific flights between Australia and USA</i>	23
F. Kainberger:	
<i>Strahlenschutz Ausbildung im Medizinstudium</i>	24
H. Mader:	
<i>Nachruf Univ.-Prof. Dr. Rüdiger Seyss</i>	25
Strahlenschutzkurse 2000	26
Kurseanmeldung	27
Verbandsadressen <b>NEU</b>	29

## **Strahlenschutz** **Zeitschrift des Verbandes für** **medizinischen Strahlenschutz in** **Österreich**

### **Herausgeber:**

Univ.Prof. Dr. Manfred Tschurlovits, Wien

Univ.Prof. DDr. Kurt Kletter, Wien

### **Wissenschaftlicher Beirat:**

Univ.Prof. Dr. M. Baldt, Wolfsberg

Prim.Dr. C. Eibenberger, Waidhofen/ Ybbs

Univ.Prof. Dr. F. Kainberger, Wien

Univ.Prof. Dr. A. Kurtaran, Wien

Prim. Med.Rat.Dr. H. Mader, Wien

Dr. G. Pärtan, Wien

Dr. R. Weber, Wien

Die Zeitschrift erscheint zweimal jährlich

### **Beiträge sind zu richten an:**

Univ.Prof. Dr. Manfred Tschurlovits,

Atominstitut der Österr. Universitäten,

Stadionallee 2, 1020 Wien

Tel. 588 01 141-82 oder FAX 588 01 141-99

email: [tschurlo@ati.ac.at](mailto:tschurlo@ati.ac.at) oder

über Kursreferat: Telefon 283 97 83, FAX 285

89 39

Die Beiträge dürfen in dieser Form noch nicht  
veröffentlicht sein und werden einer  
Begutachtung unterzogen

Für den Inhalt verantwortlich:

*Univ.Prof. Dr. Manfred Tschurlovits,*

*Univ.Prof. DDr. Kurt Kletter,*

Sekretariat des Verbandes für medizinischen  
Strahlenschutz in Österreich

Wiener Medizinische Akademie

Alserstraße 4, Altes AKH, 1.Hof

Druck: ROBIDRUCK

A-1200 Wien, Engerthstraße 128

Tel: (+43/1) 332 49 08-0, Fax: (+43/1) 332 91 95

e-mail: [robi@media.co.at](mailto:robi@media.co.at)

Mit diesem Heft wird, wie schon angekündigt, mit einer anderen Gliederung der Zeitschrift begonnen. Es ist vorgesehen, jedem Heft zusätzlich zu den gewohnten Informationen wie Literatur und Verbandsmitteilungen durch einen Themenschwerpunkt, der von einem Gasteditor betreut wird, größere Attraktivität zu verleihen. Im vorliegenden Heft ist dieser Schwerpunkt „**Nuklearmedizin**“ und Univ.Prof. Dr. Amir Kurtaran, Klinik für Nuklearmedizin der Universität Wien, hat die Aufgabe des Gasteditors für diesen Bereich übernommen.

Weiters finden sich Mitteilungen über

- \* Strahlenschutzkurse des VMSÖ
- \* Verbandsadressen (NEU)

und Aktuelles aus der Welt des Strahlenschutzes.

Eine wesentliche Neuerung tritt mit 13. Mai 2000 in Kraft: die bisherige Strahlenschutzgesetzgebung ist nicht mehr gültig, sondern wird durch die EU Richtlinien „Strahlenschutzgrundnorm“ und der Patientenrichtlinie ersetzt. Im nächsten Heft wird Weiteres über dieses Thema zu berichten sein.

Für die nächsten Hefte sind weitere Schwerpunktthemen geplant.

Mai 2000

Manfred Tschurlovits

## **Strahlenexposition und Strahlenschutz bei nuklearmedizinischen Untersuchungen in der Pädiatrie**

K. Hahn, S. Fischer, München

### **Zusammenfassung**

Nuklearmedizinische Untersuchungen in der Pädiatrie sind zwar immer mit einer Strahlenexposition verbunden, jedoch konnte diese durch die Entwicklung hochauflösender und hochempfindlicher Gammakamera-Systeme sowie von kurzlebigen Radiopharmazeutika in den letzten Jahrzehnten extrem reduziert werden. Dennoch sollte die auch heute noch verbleibende Strahlendexposition ernst genommen werden und nur dann dem Kind zugemutet werden, wenn eine eindeutige Indikation zur Durchführung der nuklearmedizinischen Diagnostik besteht und deren Aussagen nicht mit anderen strahlungsfreien Methoden erreicht werden können. Dabei sollte allerdings nicht übersehen werden, dass alle MRT-Untersuchungen von Kleinkindern nur in Vollnarkose durchgeführt werden können. Ob das Risiko der Anästhesie geringer einzuschätzen ist als das der Strahlendexposition, kann an dieser Stelle nicht eindeutig abgeschätzt werden.

Hat sich eine nuklearmedizinische Untersuchung bei einem Kind als notwendig erwiesen, so muss diese immer unter Berücksichtigung spezieller psychologischer und technischer Aspekte erfolgen, da nur die Beachtung dieser Punkte zu einer optimalen Untersuchung und damit auch zu klinisch relevanten Aussagen führt. Psychologische und technische Unvollkommenheiten ergeben dagegen häufig nicht aussagekräftige Untersuchungsergebnisse und führen daher zu unvermeidbaren Strahlendexpositionen der Kinder.

### **Einleitung**

Anfang der 60er Jahre wurde von der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrie der Einsatz von nuklearmedizinischen Untersuchungen auf Kinder mit onkologischen Erkrankungen beschränkt. Grund hierfür war, dass in dieser Zeit die nuklearmedizinische Diagnostik vorwiegend mit langlebigen Substanzen, wie Strontium-85, Quecksilber-203, Chrom-51 und Jod-131, durchgeführt wurden. Diese Untersuchungen waren in der Regel mit Strahlendexposition verbunden, die jene bei vergleichbaren Untersuchungen der Röntgendiagnostik deutlich überstiegen.

Durch die Einführung von Technetium 99m und die Entdeckung von geeigneten, mit diesem Nuklid markierten Radiopharmaka, wie Technetium-Polyphosphat, Technetium-Albumin-Partikel und Technetium-MAG3, sowie durch die Möglichkeit der Verwendung von mit Jod-123 markierten Radiopharmaka, hat sich diese Situation grundlegend geändert; heute stehen

für den Routineeinsatz bei Kindern eine Reihe von nuklearmedizinischen Untersuchungsverfahren zur Verfügung, deren Strahlenexposition zum Teil deutlich unterhalb derjenigen von vergleichbaren röntgendiagnostischen Verfahren liegt. Insbesondere in den Vereinigten Staaten hat sich die nuklearmedizinische Diagnostik zu einem sicheren und anerkannten Gebiet in der Pädiatrie entwickelt, so dass dort nahezu alle größeren Kinderkliniken über eigene nuklearmedizinische Abteilungen verfügen.

Bei den Jahrestagungen der amerikanischen Gesellschaft für Nuklearmedizin wurden bereits Anfang der 70er Jahre eigene wissenschaftliche Sitzungen sowie Fortbildungsveranstaltungen zu dem Thema pädiatrische Nuklearmedizin veranstaltet. Als Untergruppierung der SNM wurde ein pädiatrischer Club gebildet, heute Paediatric Imaging Council genannt, der zu einem besseren Austausch der Informationen sowie zu einer engeren Zusammenarbeit der Spezialisten auf diesem Gebiet führen sollte.

Obwohl wesentliche Grundlagen für die nuklearmedizinische Diagnostik in der Pädiatrie insbesondere auf dem Gebiet der Nierendiagnostik in Europa entwickelt wurden, konnte sich die nuklearmedizinische Diagnostik in der Pädiatrie erst in den 80er Jahren als Sub-Spezialität formieren. In dieser Zeit erschienen auch in Europa die ersten Lehrbücher auf diesem Gebiet und 1984 wurde - vergleichbar dem Paediatric Imaging Council - eine Paediatric Task Group als Verbindungsglied der damaligen europäischen Gesellschaften ENMS und SNME gebildet. 1987 wurde diese Paediatric Task Group als offizielle Task Group der neu formierten European Association of Nuclear Medicine (EANM) anerkannt und mit der Realisierung von Multicenterstudien beauftragt, wie z.B. der Diagnostik der Fremdkörperaspiration sowie der Entwicklung eines Dosierungsschemas für nuklearmedizinische Untersuchungen, die 1988 und 1990 publiziert wurden.

Eine der ersten Tätigkeiten der neu gegründeten Paediatric Task Group war eine Erhebung zur Häufigkeit nuklearmedizinischer Untersuchungen in der Pädiatrie. Hierzu wurden 600 europäische Abteilungen für Nuklearmedizin angeschrieben und um Informationen über die Zahl und die Art ihrer Untersuchungen bei Kindern gebeten. 279 Abteilungen aus 20 Ländern antworteten und gaben eine Gesamtzahl von 64000 Untersuchungen für das Jahr 1983 an. Dabei handelte es sich vorwiegend um Untersuchungen zur Diagnostik der Nieren, des Skelettes, der Lungen und im Bereich der Onkologie.

Jetzt, zu Beginn des dritten Jahrtausends, dürften diese Zahlen deutlich zugenommen haben, wenn auch einige nuklearmedizinische Untersuchungen in der Pädiatrie durch die Sonographie und insbesondere die Kernspintomographie zwischenzeitlich abgelöst wurden. Auch heute bilden die Diagnostik der Nieren, des Skelettes, des Gastrointestinaltraktes und in der Onkologie (z.B. Neuroblastom) den Schwerpunkt bei der nuklearmedizinischen Diagnostik von Kindern.

### **Abhängigkeit der Strahlenexposition**

Wenn sich auch durch die Verwendung der modernen mit Tc-99m oder I-123-markierten Radiopharmaka sowie die Entwicklung von hochempfindlichen und hochauflösenden Mehrkopf-Gammakamera-Systemen die Höhe der Strahlenexposition für das untersuchte Kind gegenüber früher extrem reduziert hat, stehen Fragen zur Notwendigkeit und zur Höhe dieser Strahlenexposition immer noch im Zentrum aller Gespräche der in der Nuklearmedizin Tätigen mit den Eltern der zu untersuchenden Kindern bzw. mit den älteren Kindern und Jugendlichen selbst. Hinzu kommt, dass im Bewusstsein der Bevölkerung, insbesondere in Deutschland, der Strahlung eines radioaktiven Präparates eine höhere Gefährlichkeit zugeordnet wird, als dies bei der Röntgendiagnostik der Fall ist, auch wenn die Expositionswerte beider Verfahren vergleichbar sind (1).

Während die Größenordnung der Strahlenexposition bei Kindern durch nuklearmedizinische Untersuchungen insbesondere durch die Gruppe um Stabin (2) in Radiation Internal Dose Information Center des Oak Ridge Research Institute for Science and Technology ausführlich beschrieben ist, können größere Schwankungen dieser Werte durch eine Reihe von Faktoren, wie Alter des Kindes, Dosierung des Radiopharmakons, Art des Pharmakons, Art der Untersuchung, vorliegendes Krankheitsbild und Hydrierung hervorgerufen werden. Deshalb soll im folgenden auf diese Punkt eingegangen werden:

### **Alter des Kindes**

Betrachtet man die Daten von Stabin, so zeigt sich, dass die effektive Dosis, die durch die einzelnen nuklearmedizinischen Untersuchungen erreicht werden, mit dem Alter des Kindes leicht zunimmt. Lediglich bei Verwendung von Technetium-Schwefel-Kolloid, bei der direkten nuklearmedizinischen Refluxprüfung und bei Inhalation von Technetium-DTPA-Aerosol, Xenon-133-Gas, Krypton-81-Gas und Natrium-Jodid-131 findet sich ein umgekehrtes Verhalten; hier ist die Strahlenexposition umgekehrt proportional zum Lebensalter.

### **Dosierung des Radiopharmakons**

Da in den USA der Höhe der Strahlenexposition weit weniger Bedeutung eingeräumt wird, als dies in Europa und insbesondere in Deutschland der Fall ist, wird dort aus europäischer Sicht relativ großzügig und teilweise auch zu hoch dosiert. In Europa hat sich in den vergangenen Jahren das von der Paediatric Task Group der EANM empfohlene Dosierungsschema (3) weitgehend durchgesetzt. Dieses Dosierungsschema verwendet vorgegebene einheitliche Aktivitätsmengen für die nuklearmedizinische Untersuchung von Erwachsenen und reduziert die Aktivitätsmenge bei Kindern abhängig von deren Körperoberfläche. In der Tabelle selbst ist zur Vereinfachung des Vorgehens nur das entsprechende Körpergewicht des Kindes als Ausgangspunkt angegeben.

### **Art des Radiopharmakons**

Generell sollten heute nur noch mit Technetium-99m bzw. Jod-123 markierte Radiopharmazeutika zur nuklearmedizinischen Diagnostik in der Pädiatrie eingesetzt werden.

Die Verwendung von mit Jod-131 markiertem Hippuran und MIBG zur Diagnostik kann generell als nicht mehr gerechtfertigt angesehen werden. Gleiches trifft für Thallium-201 Chlorid zu, das für die wenigen klinischen Fragestellungen in der Pädiatrie durch Technetium-99m-Sestamibi ersetzt werden kann.

### **An der Erkrankung**

Einen wesentlichen Einfluß auf die Höhe der Strahlenexposition hat das jeweils vorliegende Krankheitsbild. Dies ist leicht am Beispiel der Nierendiagnostik zu erläutern.

Während bei einer regelrechten Nierenfunktion das Radiopharmazeutikum innerhalb von 20 bis 30 Minuten nahezu vollständig aus dem Organismus über die Blase ausgeschieden wird, erhöht sich bei deutlich eingeschränkter Nierenfunktion oder bei ausgeprägten prävesikalen Abflußstörungen die Verweildauer der radioaktiven Substanz im Körper, ohne das hier eine Einflußmöglichkeit besteht. Gleiches gilt z.B. für die Skelettdiagnostik und die Diagnostik des Neuroblastoms beim Vorliegen von größeren Tumoren bzw. multiplen Metastasen ist ebenfalls die Menge des gespeicherten Radiopharmazeutikums und damit auch die Strahlenexposition gegenüber dem Verhältnis beim gesunden Skelett deutlich erhöht.

Aus der klinischen Praxis heraus bestehen jedoch einige wesentliche

**Maßnahmen, die zu einer Vermeidung von unnötiger oder Reduzierung der kindlichen Strahlenexposition führen können:**

### **Korrekte Indikationsstellung**

Eine falsche Indikationsstellung führt in der Regel zu einer unnötigen Untersuchung und damit zu einer unnötigen Strahlenexposition des Kindes. Daher muß in jedem Einzelfall von der Nuklearmedizinerin/ dem Nuklearmediziner die vorliegende Indikation geprüft werden und eine der Indikationsstellung angepasste Untersuchungsmethode gewählt werden. Dies setzt eine exakte Kenntnis der klinischen Fragestellung voraus; ggf. ist eine Indikationsbesprechung zwischen dem überweisenden Kliniker und der nuklearmedizinischen Abteilung erforderlich. Auf diese Weise kann im Einzelfall eine unnötige Strahlenbelastung des Kindes vermieden werden.

### **Interpretation der Untersuchungsergebnisse**

Da die nuklearmedizinischen Untersuchungsbefunde von Kindern, z.B. bei der Nieren- und Skelettdiagnostik, durchaus von den Bildern bei Erwachsenen abweichen können, sind spezielle Erfahrungen und Kenntnisse auf dem Gebiet der pädiatrischen Nuklearmedizin Voraussetzung für eine korrekte Interpretation der vorliegenden Untersuchungsergebnisse. Werden diese falsch oder nicht ausreichend beurteilt, so wurde dem Kind ebenfalls eine unnötige Strahlenexposition zugefügt, da die möglichen Aussagen der Untersuchung nicht erzielt wurden.

Eine qualifizierte Beurteilung pathologischer Befunde setzt jedoch die Kenntnis des altersentsprechenden Normalbefundes voraus. Dies ist insbesondere bei der Skelettszintigraphie der Fall, bei der das Erscheinungsbild, z.B. der Wachstumsfugen, in den ersten Lebensjahren völlig unterschiedlich zu dem Bild in den späteren Lebensjahren des Kindes (4) ist.

Einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die nuklearmedizinischen Untersuchungsergebnisse und damit auch auf die Rechtfertigung der damit verbundenen Strahlenexposition hat eine optimierte nuklearmedizinische Untersuchungstechnik. Hierbei sind eine Reihe von Punkten zu beachten:

### **Psychologische Aspekte (5, 6)**

Die erste Reaktion eines Kindes auf die angekündigte nuklearmedizinische Untersuchung ist Angst; Angst vor der technischen Umgebung, den fremden Personen und Angst vor der Untersuchung selbst (die Spritze, tut sie weh?). Oft strahlen aber auch die Eltern wegen der Frage nach der Strahlenexposition und dem Ergebnis der Untersuchung Angst und Unsicher-

heit aus, die sich auf die Kinder übertragen.

Daher ist es außerordentlich wichtig, Kinder in einer speziellen kinderfreundlichen Atmosphäre zu empfangen. Ein kindgerecht eingerichtetes Wartezimmer mit Büchern und Spielzeug hilft die Kinder abzulenken und den Zweck des Aufenthaltes nebensächlich zu machen. Schon bei der Terminvereinbarung sollte man darauf hinweisen, dass die Kinder ihr Kuscheltier oder ähnliches zur Untersuchung mitbringen können. Das Personal, welches immer mit Freude mit den Kindern arbeiten sollte, muss sich genügend Zeit nehmen, um dem Kind und den Eltern die Untersuchung zu erklären und den Untersuchungsraum zu zeigen („großer Fotoapparat....“). Die Arbeitskleidung des ärztlichen Personals und der MTRA's sollte nicht automatisch die weiße Krankenhauskleidung sein; ein buntes T-Shirt gibt z.B. die Chance, dass die Kinder keine schlechten Vor-Erfahrungen mit dem nuklearmedizinischen Personal verbinden. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine Absprache mit der Strahlenschutz-Überwachung.

### **Technische Aspekte:**

#### 1. apparative Ausstattung

Um allen Untersuchungsanforderungen der pädiatrischen Nuklearmedizin gerecht zu werden, hat sich der Einsatz von Doppelkopf-Gammakameras (Ganzkörper- und SPECT-fähig) als optimal erwiesen. Auf jeden Fall sollte jedoch eine hochauflösende Gammakamera mit einem hochauflösenden Kollimator Nierenfunktionsszintigraphie, MIBG-Szintigraphie) und einem ultrahochauflösenden Kollimator (Skelettszintigraphie) vorhanden sein. Zusätzlich wird ein Pinhole-Kollimator für die Aufnahmen besonders kleiner Skelettabschnitte (kindliche Hüftgelenke) benötigt (7) und ein spezieller Tisch für SPECT-Aufnahmen, der es erlaubt, den Rotationsradius der Kamera so klein als möglich zu halten. Eine Vorrichtung für die Miktion beim direkten oder indirekten Miktionscystourethrogramm muss ebenfalls zur Ausstattung gehören. Wie im Wartebereich sollte auch im Untersuchungsraum - soweit möglich - auf eine kindgerechte Ausstattung geachtet werden.

#### 2. Personal

Die Arbeit in der pädiatrischen Nuklearmedizin sollte nur denjenigen MitarbeiterInnen vorbehalten sein, die diese Aufgabe mit Freude erfüllen. Der Zwang zu einem ungeliebten Aufgabenbereich führt gerade in der Pädiatrie häufig dazu, dass nicht der gewünschte Qualitätsstandard erreicht wird, der oft nur unter großem persönlichen Einsatz möglich ist.

### 3. Zeitplanung

Nuklearmedizinische Untersuchungen bei Kindern sind besonders zeitintensiv, so dass in der Regel etwa die doppelte Untersuchungszeit gegenüber Erwachsenen zu kalkulieren ist. Dies zu wissen ist insbesondere in den Abteilungen wichtig, in denen Kinder und Erwachsene gemeinsam untersucht werden müssen. Da die Reaktionen von Kindern nicht immer kalkulierbar sind, kann es durchaus mit einem größeren Zeitaufwand verbunden sein, ein Kind zu überzeugen, sich auf die Untersuchungsfläche zu legen. Zeitdruck würde sich in dieser Situation mit Sicherheit sehr negativ auswirken. Zudem ist es wichtig und hilfreich, die Untersuchung dem Tagesrhythmus des Kindes anzupassen und z.B. die Spätaufnahmen eines Knochenszintigramms bei einem Kleinkind auf die Zeit des Mittagsschlafes zu terminieren.

### 4. Spezielle Vorbereitung zur Untersuchung

Für die meisten nuklearmedizinischen Untersuchungen ist keine spezielle Vorbereitung notwendig, ist jedoch z.B. eine Hydrierung oder eine besondere Prä-Medikation erforderlich, sollte diese nach standardisierten Protokollen erfolgen. Wichtig ist, dass bei allen Untersuchungen mit Jod-markierten Radiopharmaka (z.B. Jod-123 MIBG) eine Schilddrüsenblockade erfolgt, z.B. 10mg Natriumperchlorat-Tropfen pro kg Körpergewicht 1 Std. vor der Injektion des Radiopharmakons.

### 5. Sedierungen

Sedierungen für nuklearmedizinische Untersuchungen in der Pädiatrie sind in der täglichen Routine nicht notwendig und sollten nur selten eingesetzt werden. Vor der Anwendung von Sedativa sollten alle möglichen Methoden zur Vertrauensbildung und zur Beruhigung des kleinen Patienten ausgeschöpft sein (8). Eine freundliche Atmosphäre, genügend Zeit oder die Terminierung der Untersuchung während des Mittagsschlafes sind häufig ausreichend. Weitere Möglichkeiten, die Kinder zu beruhigen, können Musik, ein Video oder das Vorlesen einer Geschichte sein, ebenso das beruhigende Zureden der Eltern. Gerade bei Kleinkindern kann auch das Nuckeln an der Flasche ein ideales Mittel zur Beruhigung sein.

Sollte jedoch in Ausnahmefällen eine Sedierung nicht zu umgehen sein, muss diese nach einem standardisierten Protokoll erfolgen.

### 6. Injektion

Die Injektion des Radiopharmakons ist meist die schlimmste Phase der gesamten

nuklearmedizinischen Untersuchung. Kinder, sobald sie alt genug sind, um diese Prozedur verstehen zu können, dürfen auf keinen Fall belogen werden, d.h., der mit dem Einstich verbundene Schmerz darf nicht verschwiegen werden. Es bieten sich allerdings Möglichkeiten zur Schmerzminimierung an, wie die Verwendung einer lokalen Anästhesie-Creme (z.B. Emla® oder Eis).

#### 7. Lagerung und Fixierung

Für alle Untersuchungen muss versucht werden, die optimale Lagerung und Fixierung des Kindes zu erreichen, die gleichzeitig bequem sein und dem Kind den für die Untersuchung angemessenen Bewegungsspielraum zulassen soll, wie etwa die Möglichkeit, den Kopf zur Seite zu drehen und ein Video anzuschauen. Dabei muss man sich immer wieder darüber klar werden, dass eine Fixierung der Kinder zwar nicht sehr angenehm ist, dass andererseits aber eine „verwackelte“ Untersuchung nicht aussagekräftig und damit zu einer nicht vertretbaren Strahlenexposition des Kindes führt. So muss ein Kind z.B. für eine Nierenfunktionsszintigraphie nicht von Kopf bis Fuß fixiert sein, sondern nur im Bereich des Körperstammes. Bei der Skelettszintigraphie und bei einer SPECT-Aufnahme trifft dies nur für den Bereich zu, der gerade untersucht wird. Durch die Fixierung soll zum einen Bewegungsunschärfe vermieden werden und zum anderen eine absolut gerade, symmetrische Lagerung sichergestellt sein, die insbesondere bei der Skelettszintigraphie Voraussetzung zu einer aussagekräftigen Beurteilung ist.

Zur Fixierung bieten sich verschiedene Hilfsmittel an wie Gurte, Sandsäcke oder ein Vakuumkissen. Vakuumkissen sind allerdings wenig geeignet für Aufnahmen die eine sehr gute Auflösung verlangen (Skelettszintigraphie), da sie relativ dick sind und damit einen zu großen Abstand zwischen Kind und Detektor bedingen, der zu einem Auflösungsverlust führt.

#### 8. Hydrierung

Da nahezu alle Radiopharmaka zumindest teilweise über die Nieren ausgeschieden werden, führt eine Hydrierung der Kinder immer zu einer reduzierten Strahlenexposition, da die vermehrte Flüssigkeitszufuhr automatisch zu einer erhöhten Miktionsfrequenz und damit einer verkürzten Aufenthaltsdauer der Strahlenquelle im Körper führt. Als übliche Flüssigkeitszufuhr gelten 10ml pro kg Körpergewicht.

## 9. Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchungen sollten in ihrem Ablauf immer nach standardisierten Protokollen erfolgen, die in jeder Abteilung in schriftlicher Form vorliegen müssen. Diese Protokolle müssen regelmäßig überprüft und überarbeitet werden, um jederzeit eine optimale Untersuchungstechnik zu gewähren (9).

Nur eine auch technisch optimal durchgeführte Untersuchung rechtfertigt die dem kleinen Patienten zugeführte Strahlenexposition.

## Literatur:

1. Smith T, Gordon I, Kelly JP.: *Comparison of radiation dose from intravenous urography and Tc-99m DMSA scintigraphy in children.* **Br J Radiol** 71 (1998) 314-319
2. Stabin MG, Gelfand, MJ.: *Dosimetry of pediatric nuclear medicine procedures.* **Quat J Nucl Med** 42 (1998) 93-112
3. Paediatric Task Group European Association of Nuclear Medicine members: *A radiopharmaceutical schedule for imaging in paediatrics.* **Eur J Nucl Med** 17 (1990) 127-129
4. Hahn K, Fischer S, Gordon I.: *Atlas of bone scintigraphy in the developing paediatric skeleton.* Berlin Springer-Verlag (1993)
5. Fischer S.: *Das Kind in der Nuklearmedizin.* **mta** 13 (1999) 824-828
6. Ljung B.: *The child in diagnostic nuclear medicine.* **Eur J Nucl Med** 24 (1997) 683-690
7. Spence LD, Kaar K, Mc Cabe J, O'Neill M.: *The role of bone scintigraphy with pinhole collimation in the evaluation of symptomatic pediatric hips.* **Clin Radiol** 49 (1994) 820-823
8. Pintelon H, Jonckheer M, Piepsz A.: *Paediatric nuclear medicine procedures: routine sedation or management of anxiety?* **Nucl Med Comm** 15 (1994) 664-666
9. Fischer S, Hahn K.: *Qualitätssicherung in der Nuklearmedizin - Besonderheiten in der Pädiatrie.* **Der Nuklearmediziner** 20 (1997) 181-187

Prof. Dr. med. K. Hahn, S. Fischer  
Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Ziemssenstraße D-80336 München

## **Strahlenexposition in der Umgebung von Patienten nach Gabe eines Radiopharmakons in der nuklearmedizinischen Diagnostik**

J. Preitfellner<sup>1</sup>, A. Kurtaran<sup>1</sup>, T. Traub<sup>1</sup>, S. Ofluoglu<sup>1</sup>, E. Havlik<sup>2,3</sup>

Aus der <sup>1</sup>Universitätsklinik für Nuklearmedizin, <sup>2</sup>Institut für Biomedizinische Technik und Physik,

<sup>3</sup>L. Boltzmann-Institut für Nuklearmedizin, Wien

### **1. Einleitung und Problemstellung**

Untersuchungen an Patienten mit radioaktiven Substanzen werden heute als Routineuntersuchungen in nuklearmedizinischen Abteilungen an vielen Krankenhäusern durchgeführt. Dabei wird dem Patienten ein Radiopharmakon verabreicht, welches, abhängig von mehreren Parametern, mehr oder weniger lang im Körper des Patienten verbleibt. Alle verschiedenen nuklearmedizinischen Untersuchungsmethoden verbindet der gemeinsame Umstand, daß die radioaktive Substanz im Körper des Patienten eine Strahlenexposition der Umgebung bewirkt. Durch diese Patienten werden Ärzte, Technisches Personal, Reinigungspersonal, Begleitpersonen von Patienten usw. einer Strahlenexposition ausgesetzt. Aufgrund dieser Tatsachen wird immer wieder die Frage nach der Gefährdung und dem gesundheitlichen Risiko für Personen, welche mit diesen sogenannten „strahlenden“ Patienten in Kontakt treten, gestellt. Zur Beantwortung dieser Frage wurde die Ortsdosisleistung in der Umgebung von Patienten kurz nach dem Zeitpunkt der Applikation der radioaktiven Substanz, in zeitlichen Intervallen von 30min. bis zu mehreren Stunden über einen Zeitraum von bis zu zwei Wochen gemessen. Die Patienten wurden in vier verschiedene Gruppen mit jeweils 16 Personen unterteilt, wobei sich die Patienten einer Gruppe der gleichen nuklearmedizinischen Untersuchung unterzogen. Aus den gewonnenen Meßergebnissen wurde die effektive Halbwertszeit sowie die Ortsdosis berechnet. Mit Hilfe der berechneten Ortsdosen wurde die mögliche Strahlenbelastung für Kontaktpersonen abgeschätzt, wobei von ungünstigen örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten ausgegangen wurde, d.h. die tatsächliche Strahlenexposition wird im Normalfall um eine Größenordnung niedriger anzusetzen sein. Als Referenzwert für die Gefährdung von Personen wurden die höchstzulässigen Grenzwerte aus der österreichischen Strahlenschutzverordnung [1] herangezogen.

### **2. Material und Methode**

Für die Messungen der Strahlendosisleistung wurde ein Meßraum mit signifikant niedriger Hintergrundstrahlung gewählt. Die Patienten saßen auf einem Sessel. Drei geeichte Dosisleistungsmeßgeräte (Berthold LB 133<sup>®</sup>) wurden in einer Entfernung von 0,5, 1 und 2m vor der Körperoberfläche der Patienten in Höhe des Sternums positioniert. Alle Messungen wurden in der gleichen Anordnung vorgenommen. Die Messungen wurden an Patienten aus vier verschiedenen medizinischen Untersuchungsmethoden durchgeführt, wobei die Auswahlkriterien für die gewählte Untersuchung die Häufigkeit einer nuklearmedizinischen Untersuchung sowie das verwendete Radiopharmakon sind.

Die Untersuchungsmethoden sind:

**Skelettszintigraphie**

Applizierte Aktivität:  $600 \pm 30 \text{ MBq } ^{99\text{m}}\text{Tc Dicarboxypropan-Diphosphat (Tc-DPD)}$

**Nebenschilddrüsenszintigraphie**

Applizierte Aktivität:  $600 \pm 30 \text{ MBq } ^{99\text{m}}\text{Tc Sestamibi (Tc-MIBI)}$

**Myokardszintigraphie**

Applizierte Aktivität:  $100 \pm 10 \text{ MBq } ^{201}\text{Tl-Cl}$

**Rezeptorszintigraphie**

Applizierte Aktivität:  $140 \pm 40 \text{ MBq } ^{111}\text{In-DTPA-D-Phe-1-Octreotide (In-Oct)}$

**3. Berechnung der Ortsdosis**

Die gefitteten Zeit-Dosisleistungskurven werden aus den Mittelwerten der gemessenen Dosisleistungen mit mono- oder biexponentiellen Funktionen nach der Beziehung

$$\dot{D}(t) = \dot{D}_{o1} \cdot e^{-\ln 2 \cdot t / T_{d1}} + \dot{D}_{o2} \cdot e^{-\ln 2 \cdot t / T_{d2}} \quad (1)$$

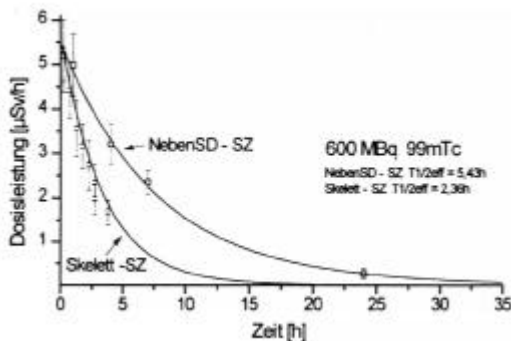
berechnet. Die Ortsdosis erhält man mittels Integration der Zeit-Dosisleistungskurven über die Zeit t mit dem Integral

$$\int_0^t \dot{D}(t) dt \quad (2)$$

und kann für beliebige Zeitintervalle berechnet werden.

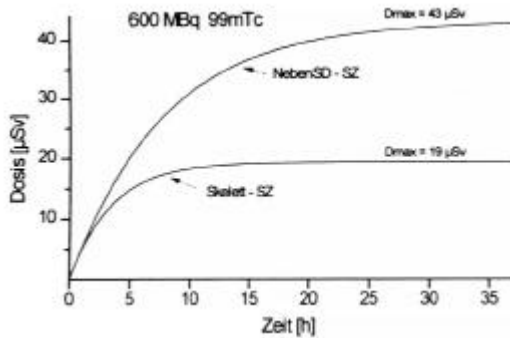
**4. Ergebnisse und Diskussion**

Ein wesentlicher Faktor zur Abschätzung einer möglichen Strahlenexposition ist die Kenntnis des biokinetischen Verhalten des jeweiligen Radiopharmakons [2,3]. In Abbildung 4.1 sind zwei Untersuchungsmethoden dargestellt, bei denen jeweils eine Aktivität von  $600 \text{ MBq } ^{99\text{m}}\text{Tc}$  den betroffenen Patienten verabreicht wurde, wobei jedoch verschiedene Tracer verwendet wurden.



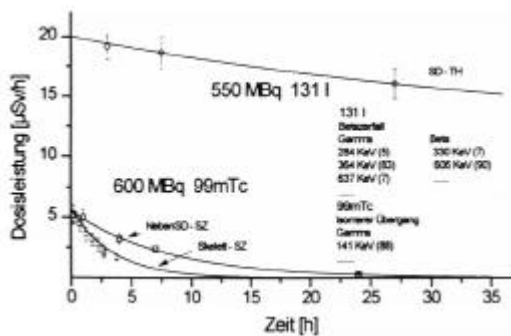
**Abb. 4.1** Einfluß der Biokinetik eines Radiopharmakons auf die Dosisleistung bei gleichem Radionuklid und Aktivität

Aufgrund der unterschiedlichen biokinetischen Eigenschaften der verwendeten Tracer [2,3] ergeben sich verschiedene effektive Halbwertszeiten und demzufolge unterschiedliche Dosiswerte (Abbildung 4.2) bei gleicher Aktivität und gleichem Radionuklid.



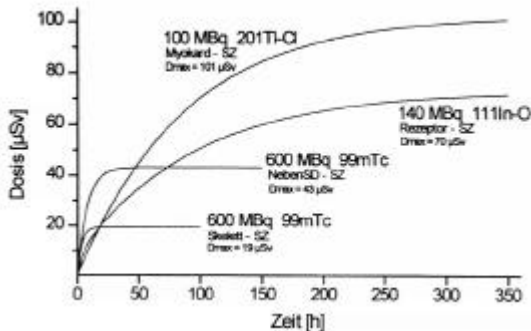
**Abb. 4.2** Einfluß der Biokinetik eines Radiopharmakons auf die maximale Dosis bei demselben Nuklid und gleicher Aktivität auf die Dosis in 1 m Entfernung vom Patienten

Ein zusätzlicher Faktor zur Abschätzung einer möglichen Strahlenexposition ist die Kenntnis der energetischen Eigenschaften des verwendeten Radionuklides. Wie in Abbildung 4.3 deutlich zu erkennen ist, beträgt die gemessene Dosisleistung bei  $^{131}\text{I}$  ca. das vierfache der Dosisleistung von  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , obwohl den Patienten annähernd die gleiche Aktivität mit 550MBq für  $^{131}\text{I}$  bzw. 600MBq für  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  verabreicht wurde.



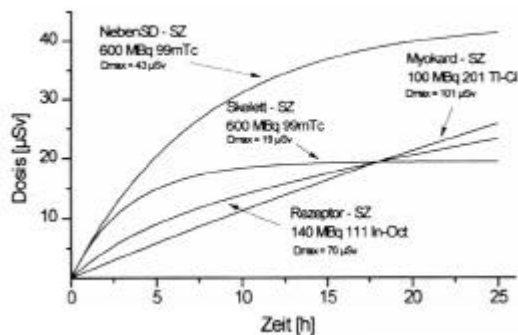
**Abb. 4.3** Einfluß des Energiespektrums auf die Dosisleistung in 1 m Entfernung zum Patienten.

Betrachtet man die möglichen Dosen, so ist aus Abbildung 4.4 ersichtlich, dass die Höhe der verabreichten Aktivität nur einen beschränkten Einfluß auf die Höhe der Dosis hat.



**Abb. 4.4** Maximale Dosis in 1 m Entfernung zum Patienten bis zu 350 Stunden nach Applikation

Obwohl in der Skelettszintigraphie die sechsfache Aktivität mit 600 MBq gegenüber der Myokard-szintigraphie mit 100 MBq verabreicht wird, beträgt die maximale Dosis bei der Skelettszintigraphie mit  $19\mu\text{Sv}$  nur 20% im Vergleich zur Myokardszintigraphie mit  $101\mu\text{Sv}$  (bei 1m Entfernung zum Patienten). Dasselbe gilt für die Rezeptorszintigraphie mit 140MBq applizierter Aktivität und einer maximalen Dosis von  $70\mu\text{Sv}$  im Vergleich zu den beiden Untersuchungen mit  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  mit jeweils einer maximalen Dosis von  $19\mu\text{Sv}$  bzw.  $43\mu\text{Sv}$ . Der Wert der maximalen Dosis ist für das Personal in einem nuklearmedizinischen Betrieb in den meisten Fällen von geringerem Interesse, weil die Patienten bei diagnostischen Untersuchungen spätestens nach 4 Stunden die Klinik wieder verlassen. Von größerer Relevanz für das Personal sind die möglichen Dosen in den ersten Stunden nach der Applikation des Radiopharmakons (siehe Abbildung 4.5).



**Abb. 4.5** Maximale Dosis in 1 m Entfernung zum Patienten bis 25 Stunden nach Applikation

Aufgrund der vorliegenden Meßergebnisse kann festgehalten werden, daß die Höhe einer Strahlenexposition für das Personal in einem nuklearmedizinischen Betrieb durch einen Patienten in erster Linie von der Höhe der applizierten Aktivität, der Energie und der Biokinetik des verwendeten Radionuklides abhängt. Die maximale Dosis spielt bei diesen

Überlegungen eine untergeordnete Rolle, kann aber als Parameter zur Abschätzung einer größtmöglichen Strahlenexposition herangezogen werden.

Betrachtet man die verschiedenen Untersuchungsmethoden im Detail, diesmal in einer Entfernung von 0,5m zum Patienten, so wird bei der Skelettszintigraphie mit  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD die dem Patienten applizierte Aktivität nach ca. 16 Stunden infolge der Ausscheidungsvorgänge des Körpers und des radioaktiven Zerfalls zur Gänze abgebaut. Aufgrund der maximalen Ortsdosis von  $67\mu\text{Sv}$  (siehe Tabelle 4.2) ist auch bei äußerst ungünstigen Bedingungen keine Gefährdung für Personen der Allgemeinbevölkerung (höchstzulässige Jahresdosis von  $1,5\text{mSv}$  [1]) zu erwarten. Der Umgang mit Patienten, die sich einer Skelettszintigraphie unterziehen, erfordert somit keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen.

Bei der Nebenschilddrüsenszintigraphie mit  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI beträgt die effektive Halbwertszeit des Radionuklids mit 5,4 Stunden mehr als das doppelte der effektiven Halbwertszeit von 2,3 Stunden aus der Skelettszintigraphie. Trotz einer deutlich höheren maximalen Ortsdosis von  $166\mu\text{Sv}$  ist auch bei diesen Patienten keine Gefährdung für Personen der Allgemeinbevölkerung anzunehmen.

Bei der Myokardszintigraphie mit  $^{201}\text{Tl}$ -CI ist nach ca. 370 Stunden keine Strahlung mehr nachzuweisen. Trotz einer geringeren Anfangsaktivität im Vergleich zu den vorher beschriebenen Szintigraphien beträgt aufgrund der langen Speicherung des Radiopharmakons die maximale Dosis mit  $331\mu\text{Sv}$  das doppelte der maximalen Dosis bei der Nebenschilddrüsenszintigraphie, allerdings verteilt auf einen längeren Zeitraum. Die meisten dieser Patienten werden nach der Untersuchung nicht entlassen, sondern sind stationär in einer Bettenstation untergebracht. Die zu erwartende Dosis für einen Nachbarpatienten liegt bei einer Aufnahmezeit von 15 Tagen im Bereich von 80 bis  $100\mu\text{Sv}$ ; dies entspricht  $< 7\%$  der zulässigen Jahresdosis für Personen der Allgemeinbevölkerung. Für das Pflegepersonal kann aufgrund des nicht permanenten Aufenthaltes in der Nähe des Patienten eine maximale Personendosis von  $25\mu\text{Sv}$  angenommen werden. Dies entspricht  $< 2\%$  der höchstzulässigen Jahresdosis von  $1,5\text{mSv}$  für Personen der Allgemeinbevölkerung und der Grenzwert wäre erst nach 60 Patienten pro Jahr erreicht.

Bei der Rezeptorszintigraphie mit  $^{111}\text{In}$ -Oct liegen die maximalen Dosen unter denen der Myokardszintigraphie (Tabelle 4.2); nach ca. 280 Stunden ist in der Umgebung der Patienten keine Strahlung mehr nachzuweisen. Mit einer vergleichbaren effektiven Halbwertszeit können für diese Untersuchungsmethode die gleichen Annahmen gemacht werden wie bei der Myokardszintigraphie. Dies auch deshalb, weil die meisten dieser Patienten stationär in einer Bettenstation untergebracht sind.

Grundsätzlich ist festzuhalten, daß die Strahlenexposition für beruflich strahlenexponierte Personen und Personen der Allgemeinbevölkerung durch Patienten in der Nuklearmedizin [4] in fast allen Beispielen weit unter den gesetzlich zulässigen Grenzwerten liegt. Die Beispiele zeigen, daß selbst unter sehr ungünstigen Annahmen die zusätzliche Strahlenexposition von Nachbarpatienten oder Begleitpersonen gering ist. Auch der immer wieder geforderte Aufenthalt der Patienten in einer speziellen „heißen“ Wartezone [5,6] ist eine zusätzliche Vorsichtsmaßnahme, deren Notwendigkeit jedoch durch die vorliegenden Meßergebnisse und weiterer Studien [7-14] nicht bestätigt wird.

**Tabelle 4.1** Ausgangswerte der Dosisleistung in  $\mu\text{Sv/h}$  in drei verschiedenen Entfernungen zum Patienten (Mittelwerte  $\pm$  SD; n = 16)

Untersuchung	0,5m	1m	2m
Skelettszintigraphie ( $600\pm 30\text{MBq}$ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )	$19,7 \pm 4,0$	$5,7 \pm 0,8$	$1,9 \pm 0,2$
Nebenschilddrüsenszintigraphie ( $600\pm 30\text{MBq}$ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )	$20,5 \pm 1,8$	$5,5 \pm 1,5$	$1,6 \pm 0,4$
Myokardszintigraphie ( $100\pm 10\text{MBq}$ $^{201}\text{Tl}$ )	$3,8 \pm 1,0$	$1,2 \pm 0,3$	$0,3 \pm 0,1$
Rezeptorzintigraphie ( $140\pm 40\text{MBq}$ $^{111}\text{In}$ )	$6,6 \pm 0,7$	$2,6 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$

**Tabelle 4.2** Maximale Ortsdosen in  $\mu\text{Sv}$  in drei verschiedenen Entfernungen zum Patienten

Untersuchung	0,5m	1m	2m
Skelettszintigraphie ( $600\pm 30\text{MBq}$ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )	67	19	7
Nebenschilddrüsenszintigraphie ( $600\pm 30\text{MBq}$ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )	166	43	12
Myokardszintigraphie ( $100\pm 10\text{MBq}$ $^{201}\text{Tl}$ )	331	101	26
Rezeptorzintigraphie ( $140\pm 40\text{MBq}$ $^{111}\text{In}$ )	182	70	32

## LITERATUR

- [1] Österreichische Strahlenschutzverordnung. Verlag der österr. Staatsdruckerei, Wien, BGBl. Nr.47/1972
- [2] A. Kaul, K. Henrichs, H.D. Roedler: Aufnahme und Verteilung radioaktiver Stoffe im Körper. MMV Medizin Verlag München, Schriften 4/84; 1984
- [3] H.D. Roedler: Biokinetik radioaktiver Stoffe. Urban und Schwarzenberg, München; 1986
- [4] Deutsche Strahlenschutzkommission: Strahlenexposition von Personen durch nuklearmedizinisch untersuchte Patienten. Veröffentlicht in: Bundesanzeiger Nr.208 vom 5. November 1998 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 44
- [5] J. St. Germain: The radioactive Patient. Semin Nucl Med, 1986, 16:179-183
- [6] WH. Thomson, NJ. Harding, A. Mills, H. Warren, LK. Harding: Two waiting rooms or

- one. Eur J Nucl Med, 1989, 15:570
- [7] J. Preitfellner, A. Kurtaran, E. Havlik: Strahlenexposition in der Umgebung von Patienten nach Gabe von  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD. Nucl.-Med. 1995, 34:151-5
- [8] A. Kurtaran, J. Preitfellner, P. Schaffarich, Ch. Scheuba, B. Niederle, I. Virgolini, E. Havlik: Wie hoch ist die Strahlenexposition in der Umgebung der Patienten nach Applikation von  $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi ?. Nuklearmedizin, 1997, 36:202-4
- [9] A. Kurtaran, J. Preitfellner, D. Kohoutek, A. Tousek, I. Virgolini, E. Havlik: Strahlenexposition in der Umgebung von Patienten nach  $^{201}\text{Tl}$ -Myokardszintigraphie. Nuklearmedizin, 1997, 36:29-31
- [10] A. Kurtaran, J. Preitfellner, P. Schaffarich, P. Smith-Jones, B. Niederle, M. Raderer, I. Virgolini, H. Bergmann, E. Havlik: Radiation doses deriving from patients undergoing  $^{111}\text{In}$ -DTPA-D-Phe-1-octreotide scintigraphy. Eur J Nucl Med, 1997, 24/10:1298-1300
- [11] S. Ofluoglu, J. Preitfellner, E. Havlik, T. Traub, C. Novotny, B. Niederle, A. Kurtaran: Die Strahlenexposition in der Umgebung von Patienten nach Applikation von  $^{123}\text{I}$ -MIBG. (in Bearbeitung)
- [12] LK. Harding, A. Bossuyt, S. Pellet, C. Reiners, J. Talbot: Radiation doses to those accompanying nuclear medicine department patients: a waiting room survey. Eur J Nucl Med, 1994,21:1223-6
- [13] J. Mountford, MJ. O'Doherty, LK. Harding: Radiation dose rates from patients undergoing  $^{99m}\text{Tc}$  investigations. Nucl Med Commun, 1991, 12:709-718
- [14] LK. Harding, NJ. Harding, H. Warren: The radiation dose to accompanying nurses, relatives and other patients in a nuclear medicine department waiting room. Nucl Med Commun, 1990, 11:17-22

## **Multilingual Glossary of Terms relating to Quality assurance and Radiation Protection in Diagnostic Radiology**

EUR 17538 EN-DE-ES-FR-IT

Price (excluding VAT) in Luxembourg: EUR 43

Das in den Sprachen

Englisch, Deutsch, Spanisch, Französisch und Italienisch  
ausgeführte Glossar umfaßt Indizes in jeder dieser 5 Sprachen, wo für die insgesamt 263  
Begriffe auf die Seite verwiesen wird, wo dann die gesuchten Definitionen in den 5 Sprachen  
angeführt sind.

Ein hierarchisches Begriffssystem sorgt mit Ausgangsbegriff, Zweit- und Drittüberlegung,  
sowie Größe und Einheit für eine unzweideutige Terminologie.

Die einzelnen Begriffe sind in folgende Kapitel unterteilt:

1. Qualitätssicherung und Qualitätskriterien
2. Strahlenschutz
3. Messungen
4. Strahlenphysik
5. Röntgenstrahlerzeugung und -kontrolle
6. Bildempfangssystem
7. Allgemeine Konzepte

Nachteilig für den deutschsprachigen Leser ist, daß die Liste der Begriffe alphabetisch nach  
den englischen Begriffen geordnet ist; somit wird man zunächst im deutschsprachigen Index  
nach dem Begriff bzw. der Seitenangabe suchen, wo dann der jeweilige Begriff in den 5  
Sprachen angeführt ist.

Zu den einzelnen Begriffen sind die Quellenangaben beigefügt, wobei für die deutschen  
Begriffe vorwiegend die DIN 6814 mit ihren Teilen, DIN 6855, DIN 6867, DIN 6868  
herangezogen wurden. Wenn das Autorenteam einen Begriff definierte, so ist das ebenfalls  
vermerkt. Für die deutsche Fassung dürften die Professoren Säbel und Blendl verantwortlich  
sein.

Herwig Mandl

## Strahlenexposition bei der Spiral-CT der Nasennebenhöhlen

F. Dammann, E. Momino-Traserra, C. Remy, L. Pereira, I. Baumann, A. Koitschev, C. D. Claussen  
ROEFO 2000, 172: 232-237

Ein beträchtlicher Anteil der Strahlenexposition der Bevölkerung zu medizinischen Zwecken wird durch die Computertomographie und hier wiederum, wegen der häufigen Indikationsstellung vor funktionell-endoskopischer Sinuschirurgie (FESS), durch die CT der Nasennebenhöhlen (NNH) verursacht. Demzufolge gab es eine Reihe von Versuchen, zusammengefasst unter dem Begriff „Low-dose CT“ durch Optimierung der Untersuchungsprotokolle die Patientendosis gering zu halten. Ziel der vorliegenden Arbeit war die systematische Erfassung der Strahlenexposition bei der Spiral-CT der Nasennebenhöhlen bei unterschiedlichen Dosen und Scanprotokollen.

**Material und Methoden:** Am Alderson-Rando-Phantom wurden die Dosen an Risikoorganen im Kopf-Halsbereich mittels LiF-TLD-Sonden für Kombinationen aus unterschiedlichen Scanparametern (2/3, 3/3, 3/4 mm) und absteigender Ladung (200, 150, 100, 50, 25 mAs) an einem Spiral-CT gemessen. Zusätzlich wurden Messungen an drei weiteren CT-Geräten mit dem 2/3-Protokoll bei 50 mAs sowie an einem dieser Geräte im Einzelschicht-Modus mit 5/5 mm durchgeführt.

**Ergebnisse:** Die niedrigsten Dosen wurden bei 25 mAs, 2 mm Kollimation und 3 mm Tischvorschub mit 1,88 mGy für die Augenlinsen gemessen. Die höchsten Dosen resultierten aus dem 3/3-Protokoll bei 200 mAs mit einer Dosis von 31,00 mGy für die Augenlinse und 0,65 mGy für die Schilddrüse. Zwischen den unterschiedlichen Geräten ergab sich kein signifikanter Unterschied der Dosen.

**Diskussion:** Laut Schlussfolgerung der Autoren ist es mit modernen CT-Geräten möglich, bei der Untersuchung der NNH eine Reduktion der Röntgendosis um den Faktor 15-20 gegenüber herkömmlicher CT-Technik zu erreichen. Die Exposition der Augenlinsen liegt damit um den Faktor 1000 unterhalb der von der ICRP angegebenen Dosis zur Kataraktentstehung. Allerdings, wie auch aus früheren Arbeiten bekannt, um den Preis eines schlechteren Signal-Rausch-Verhältnisses. Dies ist in Anbetracht der hohen Dichteunterschiede zwischen Knochen, Weichteilen und Luft in diesem Bereich zur Therapieplanung vor FESS nur von geringer Bedeutung. Ob jedoch in schwierigen Fällen und bei unerwarteten diagnostischen Problemen, wie z. B. einer klinisch vorher unbekanntem Neoplasie, die Bildqualität ausreichend ist, blieb unbeantwortet. Ob die vorgegebenen Parameter in dieser experimentellen Studie daher in der klinischen Praxis umsetzbar sind, muss offen bleiben.

F. Kainberger, Wien

## DER FLUCH DER PHARAONEN

J. Bigu von der Laurentian University in Sudbury, Ontario/Canada untersuchte gemeinsam mit Wissenschaftlern der ägyptischen Atomenergiebehörde in Kairo sieben antike Monumente, wobei in dreien potentiell gefährliche Radonkonzentrationen gefunden wurden [1]. Der höchste Wert, 5809 Bq Radon pro  $m^3$ , wurde in einer Pyramide südlich von Kairo gemessen, 1202 Bq/ $m^3$  in den Abbas Tunnels und 816 Bq/ $m^3$  in der Serapeum-Grabkammer.

Radon entsteht als Abbauprodukt des Urans im Erdboden und in den Felsen, die zum Bau dieser Monumente dienten. Bei hohen Werten in der Atemluft steigt das Risiko der Entstehung eines Bronchuskarzinoms. Nach Empfehlungen des British National Radiological Protection Board wird ab einem Grenzwert von 200 Bq/ $m^3$  die Installation einer Belüftungsanlage empfohlen.

Die Autoren empfehlen die Installation von Belüftungsanlagen in diesen Grabkammern, in denen Führer täglich 4 Stunden arbeiten. Bei Verdoppelung ihrer Arbeitszeit würden sie das internationale Sicherheitslimit von 20 mSv/Jahr überschreiten. Da die Räume für Besucher nur begrenzt zugänglich sind, ist deren Sicherheitsrisiko gering „Vermutlich“, so Murdoch Baxter, der Herausgeber des Journal of Environmental Radioactivity, „ist das Radon nicht die Ursache des Fluchs der Pharaonen, wenngleich es nicht unbedingt der Gesundheit der Ägyptologen förderlich gewesen sein dürfte.“ [2]

F. Kainberger, Wien

### Referenzen:

- (1) Bigu J. MI Hussein, AZ Hussein. Radiation measurements in Egyptian pyramids and tombs - occupational exposure of workers and the public. J Environmental Radioactivity 1999; 47: 245-252
- (2) R Edwards, New Scientist, 164 No. 2209, 23. Oktober 1999

**Mukherjee B, Cross P: Analysis of neutron and gamma ray doses accumulated during commercial Trans-Pacific flights between Australia and USA. Radiation Measurement 2000; 32: 43-48**

Trans-Pazifik-Flüge sind für das Kabinenpersonal, die Piloten und die Passagiere eines Flugzeuges mit erhöhter Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen verbunden. Diese Erkenntnisse sind seit Beginn der 90er Jahre bekannt und wurden in mehrfachen Studien belegt. Vor allem bezogen sich die Untersuchungen auf Destinationen in Europa und Nordamerika. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den Neutronen- und Gammastrahlendosen, die während eines kommerziellen Trans-Pazifik-Fluges zwischen Australien und den USA akkumuliert werden. Dabei stellt sich heraus daß bei einer Flugdauer von 73 Stunden die Passagiere mit 39,7  $\mu\text{Sv}$  Neutronenstrahlung und 74,0  $\mu\text{Sv}$  Gammastrahlung exponiert wurden. Wie zu erwarten, war der Anteil der Neutronenstrahlung beträchtlich. Die Daten wiesen daraufhin, daß das Flugpersonal und sogenannte „Vielflieger“ durchaus einer Strahlenexposition ausgesetzt sind, die über den Empfehlungen der ICRP 60 gestatteten Werten liegen. Daher wurde in dieser Publikation empfohlen, gründlichere Messungen und Untersuchungen der Strahlenexposition bei Trans-Pazifik-Flügen anzustreben.

F. Kainberger

**Literatur:**

1. Bartlett D. Dosimetry methods for the measurement of the radiation exposure to civil air crew. Radiat Prot Dosim 1993 48:; 93-100.
2. Lewis BJ, Kossierb R, Cousins T, Hudson DF, Guery G. Measurement of neutron radiation exposure of radiation exposure of commercial airline pilots using bubble dosimeters. Nucl Tech 1994; 106: 373-383.
3. O'Brien K, Friedberg W, Duke FE, Snyder L, Darden EB, Sauer H. Extraterrestrial radiation exposure of aircraft crews. In: Proc. Topical Meeting on New Horizons in Radiation Protection and Shielding, Pasco, Washington. American Nuclear Society, Inc, La Grange Park, Illinois, 1992; pp. 403-424.
4. Regulla D, David J. Measurements of cosmic radiation on board Lufthansa aircraft on major intercontinental flight routes. Radiat Prot Dosim 1993;48: 65-72.
5. Reitz G. Radiation environment in the stratosphere. Radiat Prot Dosim 1993 ; 48: 5-20.

## Strahlenschutzausbildung im Medizinstudium

In der EU-Patientenrichtlinie 97/43 EURATOM wird in Artikel 7 gefordert, daß „In den Basislehrplan der medizinischen und zahnmedizinischen Ausbildungsstätten ein Strahlenschutzlehrgang aufgenommen wird“. Somit wird die seit der Novelle des Universitätsstudien-gesetzes von 1973 geübte Vorgangsweise, die Teilprüfung „Radiologie und Strahlenschutz“ des zweiten Abschnittes des Medizinstudiums als Grundkurs für die Ausbildung zum Strahlenschutzbeauftragten (gemäß Strahlenschutzgesetz von 1969) hinfällig. Notwendig ist daher, in den Studienplänen der 3 Österreichischen Medizinischen Fakultäten in Wien, Graz und Innsbruck eine entsprechende Basisausbildung zum Thema Strahlenschutz zu gewährleisten.

Von der European Association of Radiology (EAR) existiert ein sehr detailliertes Konzept für die pre- und postgraduelle Ausbildung in Röntgendiagnostik. Dieses enthält auch Empfehlungen zur Abhaltung einer Strahlenschutzausbildung während des Medizinstudiums, die im 2. oder 3. Studienabschnitt empfohlen wird. Neben den Fachgesellschaften anderer EU-Mitgliedstaaten hat auch die Österreichische Röntgengesellschaft (ÖRG) dieses Konzept mitunterstützt.

Als Lernziele sind definiert:

Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition

Strahlenanwendung in der Medizin

Strahlenbiologie: Molekulare Basis, genetische und somatische Strahlenwirkungen

Strahleninduzierte Karzinome

Juristische Grundlagen des Strahlenschutzes: Prinzipien der Optimierung, Rechtfertigung und Limitation

Risikoschätzung: Ermittlung des individuellen Strahlenrisikos, Risikokommunikation mit Patienten, strahlensensible Personengruppen

Strahlenschutz des Personals: Dosislimits, Risikobewertung, Schutzmaßnahmen

Zuweisung zu radiologischen Untersuchungen: Expositionswerte vom Nativröntgen, Computertomographie und in der Nuklearmedizin, Orientierungsrichtlinien zu radiologischen Zuweisungen, Vorgangsweise beim Ausfüllen einer radiologischen Zuweisung, Bedeutung von Vorbefunden und Vorbildern für die Diagnostik, alternative bildgebende Verfahren ohne ionisierende Strahlung (MRT, Ultraschall)

Strahlenschutz in der Nuklearmedizin: Radiopharmaka, Effektive Dosen, spezielle nuklearmedizinische Probleme (ambulante Patienten und Strahlenexposition außerhalb von Spitalseinrichtungen, medizinisch-technisches Personal und Schwestern)

Strahlenschutz in der Forschung

Screeninguntersuchungen und Strahlenschutzaspekte: Mammographie, Knochendichtemessung.

F. Kainberger, Wien

## **Nachruf Univ. Prof. Dr. Rüdiger Seyss**

Am 6.12.1999 ist Univ.Prof. Dr. Seyss nach längerer und sehr schwerer Erkrankung von uns gegangen. Er wurde am 25.7.1922 in Krems geboren und maturierte 1940 in Wien unter schweren Bedingungen in der Kriegszeit. Während seines Medizinstudiums wurde er auch zur deutschen Wehrmacht einberufen. Nach Beendigung des Krieges wurde er 1946 zum Doktor der gesamten Heilkunde promoviert und begann die Turnusausbildung im Wilhelminenspital der Stadt Wien. Ab 1948 wurde er der Röntgenabteilung im Rahmen seiner Fachausbildung zum Facharzt für Radiologie zugeteilt. 1953 schloß er die Ausbildung mit dem Facharzt für Radiologie, Diagnostik und Röntgentherapie ab. Bereits 1954 wurde er zum Primarius für Radiologie und Therapie in Neunkirchen.

Schon während seiner Ausbildungszeit, aber auch später in seiner Eigenschaft als Primarius in Neunkirchen verfaßte er zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten, die auch in renommierten wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert wurden. Als Folge seiner sehr intensiven wissenschaftlichen Tätigkeit erhielt er 1970 die Lehrbefugnis als Univ.Doz. für Radiologie der medizinischen Fakultät in Wien und wurde 1976 zum außerordentlichen Universitätsprofessor ernannt. Seine Liebe galt allerdings nicht nur der Radiologie, sondern auch der Nuklearmedizin und so hat er bereits sehr früh damit begonnen, sich auch dieser Tätigkeit zu widmen. 1976 erwarb er in diesem Zusammenhang auch der Zusatztitel Facharzt für Nuklearmedizin.

Neben seiner wissenschaftlichen Tätigkeit war Dr. Seyss lange Jahre Vorsitzender der Fachgruppe für Radiologie der Ärztekammer für Niederösterreich und auch Leiter der Sektion der österreichischen Röntgengesellschaft. In dieser Eigenschaft hat er durch seinen Weitblick und durch seine vorausschauende Art sehr frühzeitig aufkommende Probleme erkannt und sich immer wieder sehr intensiv und mit großem Weitblick für das Fach Radiologie eingesetzt.

Für den Verband für medizinischen Strahlenschutz in Österreich war Dr. Seyss der eigentliche Initiator. Es war sein Idee diesen Verband ins Leben zu rufen und er hat auch mit sehr großem Engagement und Geschick mit einigen weiteren Kollegen diesen Verband 1971 ins Leben gerufen. Er konnte auch hier sein ganzes Wissen und seine Erfahrung einbringen, er war Gründer und Motor dieses Verbandes, ebenfalls sehr vorausschauend, wie die heutige Entwicklung zeigt. Von 1980 bis 1986 war er Präsident dieses Verbandes, hat aber vorher und auch nachher im Rahmen des Vorstandes immer sehr intensiv mitgearbeitet. Er war es auch, der die ersten Kontakte zur Vereinigung deutscher Strahlenschutzärzte knüpfte und auch die gemeinsame Tagungen mit diesem Verband initiierte.

In allen Gremien in denen Dr. Seyss tätig war, war er sehr geschätzt durch seine vorausschauende Art, wie er Probleme erkannte und auch sehr rasch Lösungen anbieten konnte. Er war Mediziner, -Wissenschaftler, Strahlenschützer und Standespolitiker mit Leib und Seele.

In Dankbarkeit wird Univ.Prof.Dr. Seyss damit fest in unserer Erinnerung verankert bleiben.

H.Mader



**Strahlenschutzkurse gemäß § 28 SSVO  
2000**

22./ 23. September und 29./ 30. September

**Grundausbildung**

zum Strahlenschutzbeauftragten für den Umgang mit radioaktiven Stoffen oder den Betrieb von Strahleneinrichtungen zu medizinischen Zwecken.

Ein Kurs über zwei Wochenende, Freitag Mittag bis Samstag Nachmittag,  
Übungen Samstag Nachmittag, Einteilung von Teilnehmerzahl abhängig,

23.9.: primär auswärtige Teilnehmer, 30.9.: nach Bedarf

**Kursort: Atominstytut der Österreichischen Universitäten, Stadionallee 2, 1020 Wien**

*Abschlußtest: 6.10., Allgemeines Krankenhaus Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien*

6. und 7. Oktober

**Spezielle Ausbildung für diagnostische Anwendung von  
Röntgenstrahlen**

Freitag Mittag bis Samstag Nachmittag, Übungen am 7.10. in Kleingruppen in mehreren Durchgängen.

Im ersten Durchgang primär auswärtige Teilnehmer

**Kursort: Allgemeines Krankenhaus Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien**

13. und 14. Oktober

**Spezielle Ausbildung für diagnostische und therapeutische Anwendung  
offener radioaktiver Stoffe**

Freitag Mittag bis Samstag Nachmittag, Übungen am 14.10. in Kleingruppen in mehreren Durchgängen.

Im ersten Durchgang primär auswärtige Teilnehmer

**Kursort: Allgemeines Krankenhaus Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien**

Termin noch offen

**Spezielle Ausbildung für therapeutische Anwendung ionisierender  
Strahlung, ausgenommen von offenen radioaktiven Stoffen**

Freitag Mittag bis Samstag Nachmittag, Übungen in Kleingruppen, bei Bedarf in mehreren Durchgängen.

Voranmeldung frühzeitig erbeten.

**Kursort: Allgemeines Krankenhaus Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien**

An das  
Kursreferat des Verbandes  
für Medizinischen Strahlenschutz

**Postfach 2**  
1220 Wien

**FAX:** (01) 285 89 39

Wien am .....

## Anmeldung für Strahlenschutzkurse 2000

**Grundausbildung** zum Strahlenschutzbeauftragten (**GR**)  
**22./23. September und 29./30. September** (öS 4.900,-) .....

**Spezielle Ausbildung** hinsichtlich der diagnostischen  
Anwendung von **Röntgenstrahlen (RÖDIA)**  
**6./7. Oktober** (öS 3.800,-) .....

**Spezielle Ausbildung** hinsichtlich der diagnostischen oder  
therapeutischen Anwendung **offener radioaktiver Stoffe (NUKMED)**  
**13./14. Oktober** (öS 4.200,-) .....

**Spezielle Ausbildung** hinsichtlich der **therapeutischen**  
**Anwendung ionisierender Strahlen (TH)**  
**Termin noch nicht fixiert** (öS 5.300,-) .....

---

**Summe ATS** .....

---

Name ..... Vorname ..... Titel .....  
geboren am ..... in .....  
Adresse .....  
Korrespondenz erwünscht per Post ..... FAX. Nr .....  
erreichbar unter: Telefon ..... e-Mail ..... Fax: .....

Zahlung der Kursgebühr erfolgt von Teilnehmer / Arbeitgeber  
durch Zahlschein / Überweisung (Nicht zutreffendes streichen)

**Teilnehmer – Unterschrift:** \_\_\_\_\_

## Verbandsadressen

Homepage: <http://www.univie.ac.at/radio/osteo/vmso/vmso.htm>

### **Sekretariat NEU**

Wiener Medizinische Akademie  
Alserstraße 4, Altes AKH, 1. Hof  
A-1090 Wien  
Telefon Wien 405 13 83-2; Fax Wien 405 13 83-23  
e-mail: [medacad@via.at](mailto:medacad@via.at)

### **Kursreferat**

Herta TSCHURLOVITS, Kursreferat des Verbandes für Medizinischen Strahlenschutz  
Postfach 2, A-1220 Wien  
Telefon und Anrufbeantworter: 283 97 83; Fax: 285 89 39 **neue Faxnummer !!**  
**NEU** e-mail: [vmsoe.kursreferat@utanet.at](mailto:vmsoe.kursreferat@utanet.at)

### **Fachliche Auskünfte**

#### *Röntgendiagnostik*

**Univ.Prof. Dr. Franz KAINBERGER,**  
Univ.Klinik für Radiodiagnostik, Allgemeines Krankenhaus  
Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien  
Telefon 40400 5803, FAX 40400 7631  
e-mail: [franz.kainberger@univie.ac.at](mailto:franz.kainberger@univie.ac.at)

**Dr. Reinhard WEBER,** FA für Radiologie  
Hofwiesengasse 44, 1130 Wien  
Telefon 6046226, Fax 60462261  
e-mail: [r.weber@aon.at](mailto:r.weber@aon.at)

#### *Nuklearmedizin*

**Univ.Prof. DDr. Kurt KLETTER,**  
Univ.Klinik für Nuklearmedizin, Allgemeines Krankenhaus  
Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien  
Telefon 40400 5566, Fax 40400 7631  
e-mail: [kurt.kletter@akh-wien.ac.at](mailto:kurt.kletter@akh-wien.ac.at)

#### *Technische und rechtliche Fragen*

**Univ.Prof. Dr. Manfred TSCHURLOVITS,**  
Atominstitut der Österr. Universitäten  
Stadionallee 2, 1020 Wien  
Telefon 588 01 14-182, Fax 588 01 14-199 oder Telefon 283 97 83, Fax 285 89 39  
e-mail: [tschurlo@ati.ac.at](mailto:tschurlo@ati.ac.at)