

Mehr Röntgen als Zähneputzen? Medizinische Strahlenbelastung: Viel Unkenntnis über Risiken und Gefahren

Radiation Exposure – Radiation Load – Benefit-Risk Evaluation

Autoren

H. Wannewetsch¹, W. Ingenhag²

Institute

¹ Abteilung Ärzte und Zahnärzte, BKK Bundesverband, Essen² Lehrbeauftragter, Universität Essen-Duisburg, Essen

Schlüsselwörter

- Röntgen
- Computertomografie
- Strahlenbelastung
- Diagnostik

Key words

- radiation
- X-ray
- CT

Zusammenfassung



Konventionelles Röntgen oder eine Computertomografie (CT) zählen zu den wichtigen bildgebenden Verfahren in der medizinischen Diagnostik. Dabei wird oft vergessen, dass die davon ausgehende Strahlenbelastung, vor allem bei einer Computertomografie, abhängig vom untersuchten Körperteil der natürlichen Strahlenbelastung von mehreren Tagen, Monaten oder sogar Jahren entspricht.

Abstract



Radiation is energy that travels in the form of waves or high-speed particles. It occurs naturally in sunlight (cosmic radiation) and in the portion of the natural background radiation that is emitted by naturally occurring radioactive materials, such as uranium, thorium, and radon in the earth (terrestrial radiation). Man-made radiation is used in X-rays, cancer treatment, nuclear power plants and nuclear weapons. Biological effects of all types of ionizing radiations are similar. Some radiations are more efficient than others, however, and produce more biological damage per rad dose. Conventional X-rays and computer tomography (CT scans) are still the most important imaging tools. Little is known or even sank into oblivion that radiation load of these diagnostic procedures might be harmful to a certain extent. Therefore it should be noted that mainly the radiation dose levels corresponding to diverse CT Scans are equivalent to natural radiation dosage exposed over a short period, several months or even years. The general radiation safety objective is to protect individuals, society and the environment from harm by radiological hazards. It makes a significant contribution either to the risk to health or to the risk of other damage to which individuals, society and environment are exposed. It ensures that radiation exposure is kept below prescribed limits and as low as reasonably achievable. Because these diagnostic tools bare additional risks and do not always offer the expected benefit at any price questions stressing the overall benefit are justified.

Peer reviewed article

eingereicht: 29.10.2007

akzeptiert: 19.11.2007

Bibliografie

DOI 10.1055/s-2007-993223

Online-Publikation: 2008

Z Allg Med 2008; 84: 16–18

© Georg Thieme Verlag KG

Stuttgart · New York

ISSN 1433-6251

Korrespondenzadresse

Dipl.- Verw. wiss.**H. Wannewetsch**

BKK Bundesverband

Abteilung Ärzte und Zahnärzte

Kronprinzenstr. 6

45128 Essen

wannewetschh@bkk-bv.de

Röntgenstrahlung gehört zur sog. „ionisierenden“ Strahlung, d.h. sie verfügt über ausreichend Energie, um Atome und Moleküle zu ionisieren, also aus elektrisch neutralen Atomen und Molekülen positiv oder negativ geladene Teilchen zu ma-

chen. Geht eine solche Strahlung durch eine Zelle oder einen Organismus, wird Energie abgegeben, die je nach Intensität mehr oder weniger schwere Zellschäden verursachen kann.

Tab. 1 Medizinische und natürliche Strahlenexposition in Deutschland und den USA

	Typische effektive Dosis (mSv) in D, aus Daten des Bundesamts für Strahlenschutz 2003 errechnet	Ungefährer Vergleichszeitraum der natürlichen Strahlenexposition	Typische effektive Dosis (mSv) in USA laut RSNA (Radiological Society of North America)	Ungefährer Vergleichszeitraum der natürlichen Strahlenexposition
Röntgen Thorax	0,02	3 Tage	0,1	12 Tage
Mammografie	0,5	3 Monate	0,7	3 Monate
Röntgen Abdomen	1,0	6 Monate	2–4	8–16 Monate
CT-Thorax	8,0	3,8 Jahre	8,0	2,7 Jahre
CT-Abdomen	10,0	4,7 Jahre	10,0	3,3 Jahre

Die Werte für Deutschland entstammen den Berichten der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 51, 2006, die Werte für die USA wurden der Zeitschrift *Radiology Info*, 30. März 2007 entnommen (vgl. auch www.radiologyinfo.org). Einzelne Werte wurden von den Autoren teilweise präzisiert

Strahlenexposition – Ionisierende Strahlung tritt in Wechselwirkung mit dem Körpergewebe und wird in unterschiedlichem Maße absorbiert; Menge der vom Körper aufgenommenen Strahlung (vgl. Bundesamt für Strahlenschutz: *Strahlung und Strahlenschutz*, 2004)

Effektive Dosis – Summe der mit den Gewebe-Wichtungsfaktoren multiplizierten mittleren Organdosen in den einzelnen Organen und Geweben des Körpers durch äußere oder innere Strahlenexposition (vgl. www.kernenergie.de)

Natürliche Strahlung im Vergleich

Nun kann man sich sehr wohl die Frage stellen, was denn an Röntgenstrahlung so bedrohlich ist, wenn man sich vor Augen führt, dass jeder Mensch – je nach Wohnort, Arbeits- und Lebensweise – ohnehin einer gewissen natürlichen Strahlenbelastung ausgesetzt ist. So wird ein Teil der genetischen Mutationen und malignen Erkrankungen in der Bevölkerung mit dieser natürlichen Strahlung, hervorgerufen in erster Linie durch Radonexposition in Häusern, in der Natur vorkommende radioaktive Stoffe (sog. terrestrische Strahlung) und kosmische Strahlung aus dem Weltraum, in Zusammenhang gebracht.

Die natürliche Strahlung ist in erste Linie abhängig von regionalen Besonderheiten, insbesondere der Höhe ü.M. des Standorts. So ist z.B. die Strahlung in den Hochebenen von Colorado oder New Mexico um etwa 1,5 mSv (Millisievert) höher als auf Meereshöhe. Die durchschnittliche natürliche Strahlenbelastung pro Kopf und Jahr beträgt in den USA ca. 3,0 mSv und in Deutschland 2,1 mSv [1].

Das Problem liegt in der Strahlendosis, die durch eine medizinische Anwendung auf den Körper einwirkt, teilweise ein Vielfaches der natürlichen Strahlung ausmacht und sich zu dieser noch addiert. Die **Tab. 1** zeigt typische effektive Dosen durch medizinische Strahlenexposition im Vergleich zu der natürlichen Strahlenexposition in Deutschland und den USA. Wenn man sich dazu beispielhaft vor Augen führt, dass die:

- ▶ zusätzliche Strahlendosis, die durch einen Flug von der Ost- an die Westküste der USA und zurück entsteht, bei 0,03 mSv liegt [2] und

- ▶ die zusätzliche Strahlendosis für fliegendes Personal in Deutschland im Schnitt pro Jahr 1,8 mSv beträgt [3],

wird deutlich, wie intensiv die Belastung vor allem durch eine Computertomografie bei der Untersuchung bestimmter Organe ausfallen kann.

Strahlenexposition als unbekannte Größe

Im Zusammenhang mit der Röntgendiagnostik treten immer wieder Probleme mit dem Strahlenschutz auf, die ursächlich vor allem mit der Unkenntnis hinsichtlich der Strahlenexposition in Verbindung stehen. „Zwei von drei Kollegen, die uns Patienten zum CT schicken, halten die Strahlenbelastung für viel geringer,

als sie tatsächlich ist“, sagt der Radiologe Christoph Heyer vom Klinikum der Ruhr-Universität Bochum. Und: Dass ein CT des Brustkorbs den Patienten einer etwa hundert bis tausendmal so hohen Strahlung aussetzt wie eine konventionelle Röntgenaufnahme, wussten nur 23 % der Ärzte [4].

Aus dieser Unkenntnis heraus sind oft entweder die Dosen zu hoch oder es wird zu häufig geröntgt. So ist die medizinisch verursachte Strahlenbelastung in Deutschland im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hoch. Sie stieg von 1996 bis 2003 von 0,2 mSv auf 1,8 mSv pro Einwohner und Jahr (vor allem wegen der Belastung durch CT-Untersuchungen). Das hat u.a. damit zu tun, dass radiologische Untersuchungen in Deutschland – im Gegensatz zu anderen Ländern – nicht nur durch spezialisierte Zentren, sondern breit gestreut in Praxen niedergelassener Ärzte verschiedener Fachrichtungen (z.B. Orthopädie, Urologie, Innere u.a.) durchgeführt werden können [5]. Darüber hinaus kommen Gutachterkommissionen und Schlichtungsstellen bei den Landesärztekammern in ihrer Behandlungsfehlerstatistik 2006 zu dem Schluss, dass (in absoluten Zahlen) die Fehler in der bildgebenden Diagnostik ganz weit vorne stehen, nämlich bei den niedergelassenen Ärzten an erster und bei den Klinikärzten an zweiter Stelle [6].

Orientierungshilfe der Bundesregierung

Da die Strahlenbelastung auch bei ordnungsgemäßer Anwendung ohnehin teilweise ein Vielfaches der natürlichen Strahlung beträgt, wird versucht, mittels verbesserter Aufklärung Abhilfe zu schaffen.

So hat die Strahlenschutzkommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (SSK) eine Orientierungshilfe für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen veröffentlicht [7]. Sie soll Ärzten in Kliniken und Praxen, die Patienten zur Durchführung bildgebender Verfahren überweisen, als tägliche Arbeitshilfe bei der Wahl des geeigneten diagnostischen Verfahrens zur Beantwortung medizinischer Fragestellungen dienen. Insbesondere werden auch Vorschläge von „Alternativdiagnostiken“ unterbreitet, die ohne ionisierende Strahlung auskommen und damit den Körper keiner Strahlenbelastung aussetzen (Kernspin oder Ultraschall). Als Kernaussage ihrer Orientierungshilfe fordert die SSK insgesamt eine Optimierung aller Untersuchungsverfahren, damit die für die Beantwortung der Fragestellung notwendigen Informationen

durch ein Minimum an Strahlenexposition erhalten werden können. Obwohl es längst bekannt sein sollte, wird dennoch darauf hingewiesen, dass die Strahlenexposition eines Embryos oder Fetus, wann immer möglich, zu vermeiden ist. Weiterhin sei das Röntgen beim Befund „degenerative Wirbelsäulenveränderungen“ im mittleren Lebensalter („so ‚normal‘ wie graue Haare“ [8]) genau so entbehrlich wie eine Vergleichsuntersuchung der gesunden Seite bei Extremitätenverletzungen.

Zusätzlich zur Orientierungshilfe der Strahlenschutzkommission normiert die Röntgenverordnung (RöV) [9], dass unabhängig von allgemeinen Schutzregeln in jedem Einzelfall abzuwägen ist, ob eine Röntgenuntersuchung indiziert ist. Dazu sind die folgenden Grundsätze des Strahlenschutzes zu beachten:

- ▶ Die Anwendung (Indikation) muss gerechtfertigt sein
- ▶ Der Nutzen für den Einzelnen oder die Gesellschaft ist mit dem Strahlenrisiko für den einzelnen abzuwägen, alternative Untersuchungsverfahren sind zu prüfen
- ▶ Die Dosisgrenzwerte der Röntgenverordnung sind zu beachten
- ▶ Die Dosis ist so niedrig wie möglich zu halten.

Dosis und Häufigkeit

Betrachtet man den menschlichen Körper und untersucht die Regionen auf die medizinischen Strahlendosen, denen sie sich für gewöhnlich ausgesetzt sehen, so zeigt sich, dass das Röntgen

- ▶ von Gliedmaßen, Zähnen und Brustkorb regelmäßig mit geringeren Dosen
- ▶ der Wirbelsäule, des Beckens, der Venen, des Bauchraums oder das CT des Kopfes mit höheren Dosen
- ▶ des Magens und Darms, der Schlagadern und das CT des Brust- oder Bauchraums mit höchsten Dosen verbunden ist [10].

Hinsichtlich der Häufigkeit von Röntgenuntersuchungen liegt Deutschland, wie weiter oben bereits ausgeführt, nach den vorliegenden Daten mit 1,7 Untersuchungen pro Einwohner im Jahr 2003 im oberen Bereich. Dabei ist vor allem auf die Zunahme der CT um etwa 50% von 1996 bis 2003 hinzuweisen.

In Deutschland wird in der Zahnmedizin am meisten geröntgt, die Dosen dagegen sind allerdings mit die niedrigsten. Anders beim CT: Während im Vergleich zu den restlichen medizinischen Röntgendiagnostikverfahren das CT nicht sehr häufig angewendet wird, entfällt dennoch mehr als die Hälfte der kollektiven Dosis auf die Computertomografie.

Ausblick

Anlässlich der 73. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie im April 2007 wurden 3D-Aufnahmen des Herzens durch MRT und CT als Kongress-Höhepunkte präsentiert [11]. Mit diesen neuartigen Aufnahmen, die auf rasanten technologischen Weiterentwicklungen beruhen, lassen sich einzelne Koronararterien auf Stenosen untersuchen, die irgendwann einmal einen Myokardinfarkt auslösen könnten – wobei zu betonen ist, dass die Mehrzahl der Infarkte nicht im Bereich der Stenosen entstehen. Viele Ärzten und Patienten sind von den „schönen“ und eindrucksvollen Bildern so eingenommen, dass die Nebenwirkungen der zugrunde liegenden Strahlungsbelastung kaum berücksichtigt werden.

Gerade hochauflösende CT-Aufnahmen des Herzens sind jedoch besonders gefährlich. Bei manchen Risikopatienten zwar sinnvoll, als generelle Vorsorgeuntersuchung für Menschen ohne Symptome jedoch in keinem Verhältnis zur Strahlenbelastung stehend. Die ist

laut Christoph Heyer vom der Klinik der Ruhr-Universität Bochum „so hoch wie bei 1000 normalen Röntgenaufnahmen. Das ist so, als ob Sie ein Jahr lang morgens, mittags und abends zum Röntgen gingen“ [12]. Also mehr Röntgen als Zähneputzen?

Die Internationale Strahlenschutzkommission ICRP hat am 21. März 2007 in Essen ihre Empfehlungen zu den Grundsätzen des Schutzes von Mensch und Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung aktualisiert. Diese Empfehlung fasst den internationalen Stand der Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Gebiet zusammen und bildet eine wesentliche Orientierung für den Strahlenschutz in den kommenden Jahren. Unverändert bleibt die Betonung der drei Basisprinzipien: Rechtfertigung (Indikation), niedrige Dosen und Beachtung von Dosisgrenzen.

Damit ist festzuhalten: Der Einsatz der Röntgendiagnostik ist und bleibt umstritten, die Risiken sind nicht von der Hand zu weisen. Deshalb muss jede radiologische Diagnostik im Einzelfall sorgfältig abgewogen und so sparsam wie möglich angewendet werden.

Interessenskonflikte: keine angegeben.

Literatur

- 1 Radiation Exposure in X-ray Examinations. Radiology Info 30.3.2007: 1 (Werte für USA), Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 51, 2006: 13 (Werte für Deutschland)
- 2 Radiation Exposure in X-ray Examinations. Radiology Info 30.3.2007: 1
- 3 Bundesamt für Strahlenschutz, Pressemitteilung. 033 vom 13.10.2005
- 4 Rögner W. Verführt von der Macht der Bilder. Süddeutsche Zeitung 5./6.4.2007: 18
- 5 König W. Pressemitteilung des Bundesamts für Strahlenschutz BfS vom. 24.6.2004
- 6 Bundesärztekammer, Statistische Erhebung der Gutachterkommissionen und Schlichtungsstellen. Statistikjahr 2006; 7
- 7 Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 51, 2006
- 8 Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 51, 2006: 7
- 9 Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung – RöV) 2002
- 10 Bundesamt für Strahlenschutz, veröffentlicht in: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2005 (Parlamentsbericht), Deutscher Bundestag, Drucksache 16/3084, Berlin 20.10.2006: 36ff.
- 11 Ärzte Zeitung vom. 11.4.2007: 1
- 12 Rögner W, Verführt von der Macht der Bilder. Süddeutsche Zeitung 5./6.4.2007: 18

Zur Person



Holger Wannenwetsch,
BKK Bundesverband, Essen
Dipl. Verwaltungswissenschaftler,
Universität Konstanz