

Computertomographie und Strahlendosis: Diagnostischer Nutzen und Risiko

Prim. Univ.-Prof. Dr. Gerhard Mostbeck

Institutsvorstand am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie Wilhelminenspital Wien und Vorstand des Instituts für Röntgendiagnostik am Otto-Wagner Spital Wien

In Österreich sind derzeit etwa **242 Computertomographiegeräte** (CT-Geräte) in Betrieb, davon etwa **170 in Spitälern** und etwa **70 im niedergelassenen Bereich** (Quelle: ÖKZ 2009,01-02/32-32).

Damit liegt Österreich in der CT-Versorgung im Spitzenfeld der ersten Welt, auf 1 Million Einwohner kommen etwa 30 CT-Geräte. Nach Ansicht vieler Experten liegt die Hauptursache dieser hohen CT-Dichte in der großen Zahl von Krankenhäusern in Österreich, da heute die CT-Versorgung diagnostischer Standard ist.

Die CT-Diagnostik beruht auf der Messung der Abschwächung von Röntgenstrahlen im Gewebe.

Röntgenstrahlung hat auf den Menschen biologische Wirkungen:

- **Deterministische Wirkungen**, d.h. „zwangsläufig“ auftretende Wirkungen mit einer direkten Dosis-Wirkungsbeziehung, z.B. Zelltod. Sie spielen in der CT-Diagnostik keine Rolle, wohl aber bei Strahlenunfällen und – gewollt – im Bereich der onkologischen Strahlentherapie.
- Bei den **stochastischen (zufallsbedingten) Wirkungen** geht man davon aus, dass es keine „Schwellendosis“ gibt, d.h. dass nach dem LNT (Linear No Threshold)-Modell auch kleinste Dosen nach dem Zufallsprinzip zu stochastischen Schäden führen können (Krebsentstehung, genetische Schäden). Diese Erfahrungen beruhen auf der Beobachtung von Opfern der Bombenabwürfe in Japan 1945.

Die „**Strahlendosis**“ ist kein einheitlicher Begriff. Viele Aussagen beziehen sich auf die effektive Dosis E, die in Sievert (Sv) angegeben wird und die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit der Gewebe (z.B. Knochen geringe, Knochenmark, Schilddrüse, Brustdrüse hohe Strahlenempfindlichkeit) berücksichtigt.

In der CT kann die effektive Dosis nicht direkt gemessen werden. In den letzten Jahren haben sich die technische Messung des **CT-Volumendosisindex** (CTDI_{vol}, Einheit Gray, Gy) und die Angabe des **Dosislängenproduktes** (DLP, Einheit mGy.cm) durchgesetzt, aus denen außerhalb der klinischen Routine und in Kenntnis von Patienteneigenschaften (body mass index, Durchmesser des Patienten) und Untersuchungsregion die effektive Dosis berechnet werden kann.

Wir sind auch einer **natürlichen Strahlendosis** ausgesetzt, die aus dem Weltraum (kosmische Strahlung) und als terrestrische Strahlung durch natürliche radioaktive Elemente aus dem Boden kommt. Sie beträgt **in Österreich etwa 2,4 mSv pro Jahr**, ist von der Meereshöhe und der Geografie abhängig (hohe terrestrische Strahlung z.B. in Bad Gastein).

Die Tabelle zeigt durchschnittliche Effektivdosen radiologischer Untersuchungen im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition (Umgebung, in Tagen) und zur Strahlendosis eines Lungenröntgens¹. CT-Untersuchungen haben eine hohe Strahlendosis (im Vergleich zu konventionellen Röntgenuntersuchungen).

¹ Hart D. et al, HMSO, 1996, London 2.: RCR working party: How to make best use of a department of radiology

Prof. Dr. Werner Jaschke – Präsident

PD Dr. Gerlig Widmann – Sekretär

ÖRG-Geschäftsstelle | Neutorgasse 9/2a, 1010 Wien | Tel.: +43 1 532 0507 | Fax: +43 1 533 4064 448 | office@oerg.at | www.oerg.at

Bankverbindung: BANK AUSTRIA 466-037900 BLZ: 12000

(BIC: BKAUATWW und IBAN AT45 1200 0004 6603 7900) // ZVR 20922686

UNTERSUCHUNG	EFFEKTIVDOSIS mSv (1)	t UMGEBUNG(2)	n XR-pa (2)
Lungenröntgen frontal	0,02	3 d	1
Lungenröntgen seitlich	0,04	6 d	2
Brustwirbelsäule (2 Ebenen)	0,7	4 Mo	35
Lendenwirbelsäule (3 Ebenen)	1,3	7 Mo	65
Intraven. Urografie (6 Aufnahmen)	2,5	14 Mo	125
CT Schädel	2,3	1 J	115
CT Thorax	8	3,6 J	400
CT Abd./Becken	10	4,5 J	500

In Österreich sind die **„Anwendung ionisierender Strahlung am Menschen in der Medizin“** und die Durchführung von CT-Untersuchungen durch die aktuelle **medizinische Strahlenschutzverordnung** geregelt, wobei der **„Rechtfertigung“** (darunter versteht man, dass die Strahlenexposition einen Nutzen erbringen muss), der **„Optimierung“** (Dosis so niedrig wie möglich – ALARA-Prinzip: „As Low As Reasonably Achievable“) und der **„Verantwortung“** (sowohl die überweisende Person als auch die durchführende Fachkraft überprüfen die „Rechtfertigung“) entscheidende Bedeutung zukommt.

Die Vertreter der Österreichischen Radiologie (BURA, Bundesfachgruppe Radiologie der ÖÄK, siehe <http://www.bura.at/>; ÖRG – bei der ÖÄK approbierte wissenschaftliche Fachgesellschaft, Österreichische Röntgengesellschaft, Gesellschaft für Medizinische Radiologie und Nuklearmedizin, <http://www.oerg.at/>; Verband für medizinischen Strahlenschutz in Österreich, VMSÖ, siehe: <http://www.strahlenschutz.org/>; und Verband für Bildgebende Diagnostik Österreich, VBDO, siehe: <http://www.vbdo.at/>) haben daher schon erstmals 2000 die **„Orientierungshilfe Radiologie – Anleitung zum optimalen Einsatz der Radiologie“** entwickelt, die Anforderern radiologischer Leistungen hilft, diese Aspekte des Strahlenschutzes auch im klinischen Alltag anzuwenden.

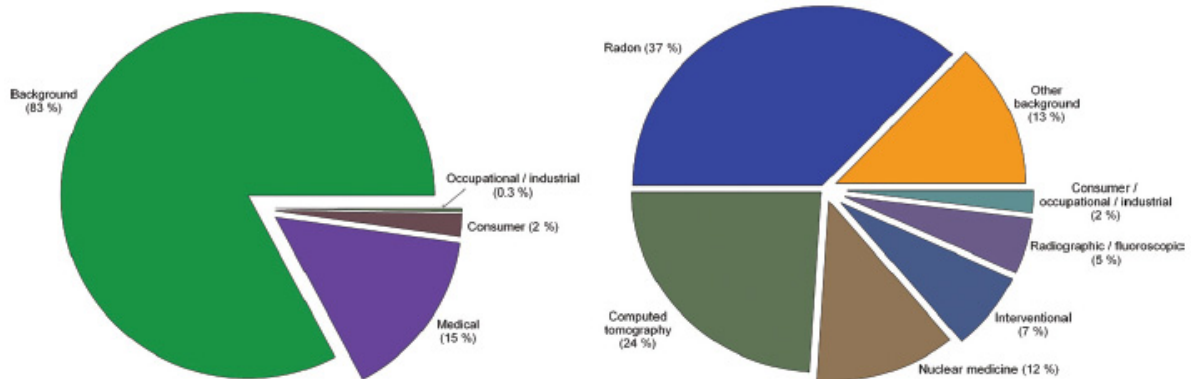
Die nunmehr 4. Auflage aus 2011 wurde allen Öst. ÄrztInnen zugesendet und ist online abrufbar <http://orientierungshilfe.vbdo.at/>.

In den letzten Jahren haben Artikel auch in renommierten Zeitschriften darauf hingewiesen, dass die CT eine zunehmende Quelle der Strahlenexposition darstellt (z.B. Brenner et al, NEJM 2007;357:2277), womit sich das Risiko CT-induzierter Krebserkrankungen erhöhe. So hat sich die durchschnittliche Strahlendosis eines Einwohners der USA von 3,6mSv im Jahr 1980 auf 6,2mSv im Jahr 2006 erhöht, wobei CT-Untersuchungen (neben nuklearmedizinischen Untersuchungen des Herzens) die wesentliche Ursache dieser Steigerung sind.



ERG

Österreichische Röntgengesellschaft



Das spielt insbesondere bei Kindern eine Rolle, die eine höhere Strahlenempfindlichkeit und auch eine größere Wahrscheinlichkeit haben, stochastische Strahlenwirkungen (Krebs) zu erleben. In Österreich sind relativ weniger CT-Geräte im Einsatz als in den USA und traditionell hat Strahlenschutz, insbesondere bei Kindern, einen höheren Stellenwert (Einsatz von Ultraschall und Magnetresonanztomografie statt Röntgen und CT). Trotzdem haben diese Studien bei den CT-Geräteherstellern und bei den Radiologen zu einem höheren Bewusstsein der Wichtigkeit des Strahlenschutzes in der CT geführt.

Dabei sind 3 Faktoren wichtig:

- **Die Optimierung einer indizierten CT-Untersuchung** durch die MTDG-Mitarbeiter und die RadiologInnen, die die Untersuchung leiten und durchführen. Die individuelle Planung der CT-Untersuchung unter Berücksichtigung der Patienteneigenschaften und klinische Fragestellung ist dabei wesentlich. Die technischen Untersuchungsparameter sind individuell zu optimieren, das Untersuchungsvolumen zu wählen und alle Möglichkeiten zu suchen, eine optimale diagnostische Untersuchung durchzuführen. Wir machen keine „schönen Bilder“, sondern wir planen optimale, diagnostische CT-Informationen, die wir befunden und an unsere klinischen Partner und PatientInnen kommunizieren. Strahlenschutz ist hier keine leere Worthülse!
- Die **Entwicklung technischer Maßnahmen zur Optimierung des Strahlenschutzes**. Hier wird durch moderne Rekonstruktionsalgorithmen („iterative Rekonstruktion“) im Vergleich zur herkömmlichen „Rückprojektion“ Strahlendosis gespart.
- Und zuletzt ist die **Rechtfertigung des Einsatzes einer CT-Untersuchung** notwendig. Nichts spart mehr individuelle Strahlendosis als eine nicht-durchgeführte CT-Untersuchung, die durch eine Ultraschalluntersuchung oder eine MRT ersetzt werden konnte. Hier ist zu befürchten, dass durch Deckelung der Honorare für CT- und MR-Leistungen durch die Krankenkassen und damit verbundene Wartezeiten auf Untersuchungstermine nicht mehr Strahlenschutz, sondern Terminaspekte in der individuellen Patientenversorgung im Vordergrund stehen. Schon heute ist ein Ersatz von MR-Untersuchungen (lange Wartezeiten) durch CT-Untersuchungen (z.B. bei bildgebender Diagnostik an der Wirbelsäule, weniger lange Wartezeiten für CT) zu bemerken. Diese Entwicklung ist aus Sicht des Strahlenschutzes bedenklich.

Zusammenfassend ist die CT als wichtige bildgebende Untersuchung aus dem Armamentarium der Radiologie nicht mehr wegzudenken und von höchstem Nutzen für unsere Patienten, wenn

Prof. Dr. Werner Jaschke – Präsident

PD Dr. Gerlig Widmann – Sekretär

ÖRG-Geschäftsstelle | Neutorgasse 9/2a, 1010 Wien | Tel.: +43 1 532 0507 | Fax: +43 1 533 4064 448 | office@oerg.at | www.oerg.at

Bankverbindung: BANK AUSTRIA 466-037900 BLZ: 12000

(BIC: BKAUATWW und IBAN AT45 1200 0004 6603 7900) // ZVR 20922686

alle Aspekte des Strahlenschutzes beachtet werden. Die technische Entwicklung und wissenschaftliche Studien lassen in Zukunft einen weiteren Rückgang der Strahlendosis in der CT-Diagnostik erwarten.