

Die Strahlengefährdung bei röntgendiagnostischen Untersuchungen¹

Von Kurt Hohl, St. Gallen.

Die Strahlenbelastung von Arzt und Patient in der Röntgen-Diagnostik stellt heute ein Problem dar, welches über den Kreis der unmittelbar Betroffenen stark an öffentlichem Interesse gewinnt.

Nachdem englische und amerikanische Berichte den großen Anteil medizinischer Strahlenanwendung an der Gesamtstrahlenbelastung der Bevölkerung feststellten, ist es für den praktischen Arzt wichtig, zu wissen, mit welcher Dosis sein Patient bei den verschiedenen Untersuchungen belastet wird und wie er sich selber vor den ionisierenden Strahlen schützen kann. Nach den neuen Empfehlungen der internationalen Kommission für Strahlenschutz vom 6. 11. 56 soll die Jahresdosis 5 r (r = internationale Röntgeneinheit) nicht überschreiten. Bei gleichbleibender Strahlenexposition beträgt dann die zulässige Wochendosis 0,1 r. Von einer Toleranzdosis zu sprechen, hat nur bei den somatischen Schädigungen einen Sinn. Eine genetische Toleranzdosis gibt es nicht.

Was nun die Praxis anbelangt, so besteht die Gefahr einer Strahlenschädigung, trotz der größern Sicherheit der neuern Apparate, vor allem für den Nichtröntgenologen, da ihm meistens die verschiedenen Möglichkeiten einer Strahlenbelastung bei den diversen Untersuchungsmethoden zuwenig bekannt sind. Auch die Zahlen aus der Mayo-Klinik sprechen in diesem Sinne. Von 135 dort wegen Röntgenschäden behandelten Ärzten waren nur 9 Fachröntgenologen.

Die somatischen Strahlenschäden finden sich meistens an den Händen des Arztes, da er bei den Manipulationen am Patienten immer wieder in das direkte Strahlenbündel gelangt. Viel seltener sind Allgemeinreaktionen, Blutbildveränderungen durch die Streustrahlen. Die somatische Schädigung des Arztes ist bei richtiger Technik durch Anbringen eines entsprechenden Strahlenschutzes sicher vermeidbar.

Beim Patienten kommen somatische Schäden bei richtiger Technik heute praktisch nicht mehr zur Beobachtung. Jedoch wird durch strahleninduzierte Mutationen das Erbmaterial verändert. Die Genetiker schätzen die natürliche Mutationsrate des Menschen auf 1:100 000. Die durch ionisierende Strahlen bedingte Verdoppelungsdosis der natürlichen Mutationsrate beträgt je nach Mutationstyp 7–80 r, durchschnittlich 40 r. Wesentlich ist, daß eine Erholung bei somatischen Schädigungen möglich ist, bei genetischen nicht vorkommt. Kleinste, über Jahre empfangene Röntgendosen summieren sich laufend.

¹ Autoreferat eines Vortrages anlässlich der Herbstversammlung der Gesellschaft schweiz. Schulärzte vom 28. November 1957.

Nach dem Genetiker Muller müßte sich bereits eine Erhöhung der natürlichen Mutationsrate um mehr als 25 % populationsgenetisch unheilvoll auswirken, da sich dann die Zahl der erzeugten negativen Mutationen mit den durch Selektion ausgemerzten nicht mehr im Gleichgewicht befinden würden.

Um auf die Praxis überzugehen, muß festgestellt werden, daß die Röntgendurchleuchtung wesentlich gefährlicher ist als die Röntgenaufnahme. Bei der Standard-Thoraxdurchleuchtung mit 55 Kilo-Volt und 3 Milli-Ampère beträgt die Dosis pro Minute rund 10 r (am Körpereintritt gemessen), während bei der Standard-Thoraxaufnahme an derselben Meßstelle nur 0,1 r appliziert wird. Für die Bildentstehung braucht aber ein gewöhnlicher Röntgenfilm nur 5 mr (Milli-Röntgen). Die übrige Strahlung wird vom Körper absorbiert.

Die Schirmbildaufnahme belastet den Patienten nach Janker bei 70 mm Format, Optik 1,5, 8,7mal, bei 35 mm Format, Optik 0,95, 1,5mal mehr als die Großaufnahme. Höhere Strahlendosen entstehen in der Röntgendiagnostik vor allem bei Spezialuntersuchungen, Serien- oder Kinofnahmen. Für eine Bronchographie (inklusive Durchleuchtung und Zielaufnahmen), kombiniert mit Schichtaufnahmen, beträgt die Dosis nach Lorenz 200 r! Kinofnahmen des Herzens bei 90 kV und 24 Bildern pro Sekunde ergeben eine Dosis von 26 r.

Populationsgenetisch ist vor allem die Gonadendosis entscheidend. Diese ist bei gonadenfernen Aufnahmen gering und wird nur durch Streustrahlen verursacht. Höhere Dosen an den Gonaden entstehen bei Bildern, auf denen die Gonaden im Röntgenprimärstrahl liegen. Bei der Standard-Thoraxaufnahme beträgt die Gonadendosis für einen Mann 0,36 mr, für eine Frau 0,07 mr, beim Pyelogramm 486 mr ♂ und 1290 mr ♀, bei der Beckenaufnahme 1100 mr ♂ und 210 mr ♀, bei der Lendenwirbelsäule 129 ♂ und 713 ♀ mr, beim Salpingogramm 1700 mr, bei der Pelvimetrie 1280 mr, um nur einige Beispiele zu erwähnen.

Trotz der möglichen Gefahr, welche bei der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlen besteht, kann die heutige Medizin auf die röntgendiagnostische Untersuchungsmethode nicht mehr verzichten. Die Gefahr erkennen, verpflichtet aber, sie zu bekämpfen. Dafür sollen folgende Richtlinien gelten:

1. Die Indikation zur Röntgenuntersuchung muß strenger als bisher gestellt werden.

2. Der untersuchende Arzt hat sich durch entsprechende Messungen über den genügenden Strahlenschutz der Apparatur und seiner Handlungen zu vergewissern. (Gute Adaption, enge Ausblendung, rasche Arbeit sind selbstverständliche Voraussetzungen.)

3. Die Röntgendurchleuchtung soll zugunsten der Röntgenaufnahme eingeschränkt werden. Einen wesentlichen Fortschritt bedeutet die Verwendung eines Röntgenbild-Verstärkers (Bildwandlers), welcher die Strahlendosis durch elektronische Verstärkung des Leuchtschirmbildes auf $1/10$ herabsetzt.

4. Durch geeignete Vorfilterung und Benützung einer höhern Spannung kann das weiche Strahlengemisch, welches für die Bildgebung nicht notwendig ist, ausgeschaltet werden. Hiezu einige praktische Beispiele: Bei der Standarddurchleuchtung, 55 kV, 3 mA, beträgt die Dosis pro Minute ohne Zusatzfilter 10,6 r (nach Frik). Durch Erhöhung der Spannung auf 90 kV und Reduktion der Milli-Ampère auf 0,7, unter Verwendung eines Zusatzfilters von 4 mm Aluminium, läßt sich die Dosis pro Minute auf 1,89 r reduzieren (Dosisersparung von 82%). Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Magen-Darmdurchleuchtung. Wird mit 80 kV und 3 mA ohne Zusatzfilter durchleuchtet, beträgt die Dosis pro Minute 19,4 r beim Strahleneintritt. Erhöht man die Spannung auf 90 kV, reduziert die Milli-Ampère auf 2,9 und verwendet einen Zusatzfilter von 4 mm Aluminium, reduziert sich die Dosis pro Minute auf 7,8 r (Dosisersparnis 60%). Entsprechende experimentelle Untersuchungen haben bewiesen, daß durch die Vorfilterung und Spannungserhöhung die Detailerkennbarkeit praktisch nicht beeinträchtigt wird. Dasselbe gilt für die Röntgenaufnahmen. Die Belichtungszeit wird allerdings etwas größer. Nach Messungen von Schaal reduziert sich die Patientendosis bei 50 kV, mit einer Vorfilterung von 1,5-2,0 mm Aluminium, um den Faktor 0,6, bei 70 kV, mit einer Vorfilterung von 3 mm Al. sowie bei 90 kV und 120 kV, bei 4 mm Al. Vorfilterung, um den Faktor 0,7. Die Verlängerung der Expositionszeit beträgt bei den genannten Angaben 15-20%.

5. Von Bedeutung für die Strahlenschädigungsprophylaxe des Patienten ist das richtige Verständnis des Einflusses der Distanz zwischen Röntgenröhren-Brennfleck und Objekt. Gerade bei Durchleuchtungen oder Röntgenaufnahmen mit Kleinapparaten (transportable Röntgenapparate in der Chirurgie oder beim Zahnarzt) sowie bei Kontaktaufnahmen ist die Fokus-Hautdistanz entsprechend der schwachen Leistung oft gering. Die Oberflächendosis am Patienten wird dementsprechend hoch. Wird der Fokus-Hautabstand beispielsweise bei einem 20 cm dicken Patienten von 40 cm auf 20 cm vermindert, dann beträgt die Zunahme der Hautdosis 80%, da der Tiefenquotient (das Verhältnis der Film- oder Leuchtschirmdosis zur Einfalldosis) bei 40 cm FHD. proportional ist, $\frac{40^2}{(40 + 20)^2} = 0,45$, für 20 cm. FHD. $\frac{20^2}{(20 + 20)^2} = 0,25$.

Die Zunahme der Hautdosis beträgt also $\frac{45}{25} = 1,8$ (80%).

Umgekehrt würde die Vergrößerung des Fokus-Hautabstandes bei Durchleuchtungsgeräten von 40 cm auf 60 cm eine Abnahme der Hautbelastung um 25% bedingen.

6. Als letzten Punkt erwähnen wir die Empfindlichkeit der Filmemulsion selber, welche eine Einsparung der Dosis ermöglicht. So wird z. B. durch die neue Filmemulsion «Royal blue» der Firma Kodak das Milli-Ampère-Sekundenprodukt um 40% reduziert.

Zusammenfassung

Es wird die Dosisbelastung von Arzt und Patient in der medizinischen Röntgendiagnostik besprochen und die heute schon möglichen Richtlinien zu ihrer Verminderung aufgestellt.

Summary

A discussion on the dosage received by doctor and patient in medical radiography and some new suggestions for reduction of that dosage.

*Verfasser: PD Dr. K. Hohl,
Chefarzt des Röntgeninstitutes des Kantonsspitals St. Gallen.*

Literaturverzeichnis

Frik, W. und Buchheim, C. E.: F'schr. Röntgenstr. 82, (1955), 466.

Janker, R.: Bundesarbeitsblatt 24, (1955), 1115.

Lorenz, W.: Dtsch. Med. Wschr. 81, (1956), 1585.

Schaal, A.: F'schr. Röntgenstr. 87, (1957), 769.

Aspect social des «toxicophilies»

Par *Yvette Mayor*, Lausanne

A l'occasion d'un cours de perfectionnement d'assistantes sociales d'hôpital, consacré à l'étude des toxicomanies et d'autres excès pathologiques, nous avons examiné l'histoire de 51 patients (13 hommes et 38 femmes) vus dans les services de psychiatrie vaudois, en 1955 et 1956. 20 d'entre eux avaient séjourné en clinique psychiatrique.

Le dépistage, le traitement et la post-cure de ces patients peuvent-ils être améliorés sur la base de données sociales constantes? Leur âge, leur situation familiale et professionnelle, leur milieu et leur comportement social influencent-ils le cours de leur affection? Plus loin, les mesures prises pour soulager ces 51 malades ont-elles apporté une stabilisation suffisante?

Nous avons constaté d'emblée que les toxicomanies classiques – à la morphine, à la cocaïne, à leurs dérivés ou aux produits synthétiques de même formule – formaient un groupe à part. En voici la brève description: sur 9 patients, (4 hommes et 5 femmes), 8 s'intoxiquent à la suite d'opérations ou de traitements pour des affections graves. L'une est infirmière et un autre employé dans un hôpital. Deux ont pâti de conditions familiales mauvaises dans l'enfance. Dans un seul cas, on ne trouve pas de «cause» somatique ou sociale au penchant: il s'agit d'un caractériel aboulique.

Nous avons accordé beaucoup plus d'attention aux «états de besoin» que la littérature médicale appelle maintenant «toxicophilies». Il s'agit d'abus de médicaments qu'on pourrait croire anodins puisque certains s'achètent sans