



3 Punkte sammeln auf...

[springermedizin.de/
eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie)

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Hinweis für Leser aus Österreich und der Schweiz

Österreich: Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Schweiz: *Gefäßchirurgie* ist durch die Schweizerische Gesellschaft für Gefäßchirurgie mit 3 Credits pro Modul anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

N. Attigah¹ · T. Knoch³ · M. Wortmann² · C. Wieker² · P. Geisbüsch² · D. Böckler²

¹ Abteilung für Gefäßchirurgie, Department Operative Disziplinen (DOD), Stadtspital Triemli, Zürich, Schweiz

² Klinik für Gefäßchirurgie und Endovaskuläre Chirurgie, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

³ Zentraler Strahlenschutz beim Klinikumsvorstand, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Strahlenschutz im Operationssaal bei gefäßchirurgischen Eingriffen

Zusammenfassung

Der Trend in der Gefäßchirurgie vom offenen Operationsverfahren hin zur endovaskulären Versorgung von gefäßchirurgischen Indikationen zog auch einen deutlichen Wandel des Arbeitsplatzes im Operationssaal nach sich. So sind heute zur Durchführung komplexer endovaskulärer Verfahren Hochleistungsröntgenanlagen notwendig. Ebenfalls kommen immer mehr Hybridoperationssäle zum Einsatz. Dementsprechend steigt die Exposition durch Röntgenstrahlen vieler Gefäßchirurgen auf Ausmaße, die sonst nur interventionelle Radiologen oder Kardiologen erreichen. Dies hat zur Folge, dass dem Strahlenschutz in der gefäßchirurgischen Praxis immer mehr Bedeutung zukommt. So muss der Gefäßchirurg nicht nur alle Maßnahmen zum Patientenschutz und Schutz des eigenen Personals kennen, sondern er muss dem Thema Strahlenschutz auch auf administrativer und rechtlicher Ebene gewachsen sein. Im folgenden Artikel wird aus diesem Grund ein möglichst umfassender Überblick über die möglichen Maßnahmen zum Eigenschutz gegeben; ebenso werden die wichtigsten rechtlichen Grundlagen zum Betrieb von Röntgenanlagen erläutert.

Schlüsselwörter

Endovaskuläre Verfahren · Strahlenschutz · Hybridoperationssaal · Strahlendosis · Teilkörperdosis

Endovaskuläre Verfahren machen bis zu 80% aller gefäßchirurgischen Eingriffe aus

Der aktuelle Grenzwert für die zulässige Teilkörperdosis der Linse beträgt 150 mSv/a

Lernziele

Nach Absolvieren dieser Fortbildungseinheit haben Sie grundlegende Kenntnisse über ...

- die Voraussetzungen zum Betrieb von Röntgenanlagen.
- die notwendigen Erfordernisse zum Erwerb der Fachkunde im Strahlenschutz (wer darf röntgen?).
- die aktuellen Strahlendosisgrenzwerte und die Dosimetrie am Arbeitsplatz.
- aktive Schutzmaßnahmen zur Reduktion der Strahlendosis.

Hintergrund

Der Trend in der Gefäßchirurgie vom offenen Operationsverfahren hin zur endovaskulären Versorgung rückt auch den Strahlenschutz vermehrt in den Interessenfokus. Mittlerweile machen endovaskuläre Verfahren bis zu 80% aller gefäßchirurgischen Eingriffe aus [1]. Ebenso ist es inzwischen möglich, komplexe aortale Pathologien durch fenestrierte und gebranchte **Endografts** zu versorgen. Diese Eingriffe werden zunehmend in Hybridoperationssälen durchgeführt, was zu einer deutlichen Erhöhung der beruflichen Strahlenexposition bei einer Vielzahl von Gefäßchirurgen führt [2, 3, 4, 5, 6].

Während sich der Torso durch die üblichen Röntgenschutzmaßnahmen in der Regel ausreichend schützen lässt, sind insbesondere Augen und Finger durch die Strahlenexposition gefährdet. Speziell bei der Augenlinse ist noch nicht eindeutig geklärt, ob das Risiko eines Strahlenkatarakts deterministischer oder stochastischer Natur ist [7, 8]. Der aktuelle Grenzwert für die zulässige Teilkörperdosis der Linse beträgt 150 mSv/a (siehe auch § 31a, Abs. 2 RöV), wobei bereits von der IRPC internationale Empfehlungen existieren, diesen Grenzwert auf 50 mSv zu senken [9]. Auch wird die berufliche Strahlenexposition mit dem vermehrten Auftreten von malignen Gehirntumoren assoziiert [10]. Aus diesem Grund stellt das Wissen um den Strahlenschutz, insbesondere auch für die eigene Person, eine zunehmend wichtige Aufgabe dar. Im folgenden Artikel sollen nun sowohl die Möglichkeit zum eigenen Strahlenschutz dargestellt als auch die grundlegenden medikolegalen Aspekte aufgeführt werden

Radiation protection in the operating theater during vascular surgery

Abstract

The trend in vascular surgery away from open procedures towards endovascular treatment for most indications in vascular diseases also implies a fundamental change in the working environment in the operating theater. In order to perform complex endovascular procedures moveable high-performance X-ray imaging systems or hybrid operating rooms are now necessary. This fact and in addition the increased endovascular workload, lead to considerably extended exposure times for vascular surgeons comparable to those otherwise only encountered in interventional radiology and cardiology. Therefore, it is important that the vascular specialist is not only aware of all measures of radiation protection for the patient and also for the operating room personnel but is also fully informed on the topic of radiation protection at the administrative and legal levels. This review article gives an overview of possible measures of radiation protection for the operating room personnel and also outlines the most important administrative and legal requirements for operating X-ray equipment.

Keywords

Endovascular methods · Radiation protection · Hybrid operating room · Radiation dose · Organ dose

Tab. 1 Auszug aus der Röntgenverordnung

	Effektive Dosis (mSv/a)	Augenlinse (mSv/a)	Haut, Extremitäten (mSv/a)
Kategorie A	$H_p(10) > 6$	$H_p(0,07) > 45$	$H_p(0,07) > 150$
Kategorie B	$1 < H_p(10) \leq 6$	$15 < H_p(0,07) \leq 45$	$50 < H_p(0,07) \leq 150$

$H_p(10)$ Tiefenpersonendosis in einer Messtiefe von 10 mm an einer repräsentativen Körperoberfläche der beruflich strahlenexponierten Person, die meist mit einem Ganzkörperdosimeter (Filmdosimeter, optisch stimulierte Lumineszenzdosimeter u. a.) ermittelt wird.

$H_p(0,07)$ Oberflächenpersonendosis in einer Messtiefe von 0,07 mm an einer repräsentativen Körperoberfläche der beruflich strahlenexponierten Person, die meist mit einem Teilkörperdosimeter (Fingerringdosimeter u. a.) ermittelt wird.

Voraussetzungen zum Betrieb von Röntgenanlagen

Grundlegendes zur Inbetriebnahme von Röntengeräten oder Röntgeneinrichtungen

Die Inbetriebnahme von Röntgeneinrichtungen ist durch die Röntgenverordnung festgelegt [Röntgenverordnung (RöV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003; BGBl. I S. 604, Artikel 2 der Verordnung vom 4. Oktober 2011 BGBl. I S. 2000]. Es wird grundsätzlich zwischen genehmigungs- und anzeigebedürftigem Betrieb unterschieden. Sind die Vorschriften des **Medizinproduktegesetzes** (MPG) zum erstmaligen Inverkehrbringen und Inbetriebnehmen der Röntgeneinrichtung erfüllt, muss hierfür ein Anzeigeverfahren bei der zuständigen Aufsichtsbehörde (in aller Regel die Regierungspräsidien) eingeleitet werden. Diese Anzeige muss mindestens zwei Wochen vor Inbetriebnahme eingereicht werden. Ist diese sog. **Konformitätsbescheinigung** vorher nicht vorhanden, muss die Anlage durch die zuständige Aufsichtsbehörde genehmigt werden, und der Röntgenbetrieb kann erst nach der Abnahme erfolgen. Dies gilt auch für alle Änderungen von Röntgeneinrichtungen, die den Strahlenschutz und die Bildqualität potenziell beeinflussen. Vor Installation einer Röntgenanlage muss ein Strahlenschutzplan vorliegen, der unter den zu erwartenden Betriebsbelastungen den baulichen Strahlenschutz sicherstellt. Nachdem die Röntgeneinrichtung einsatzbereit ist, erfolgt die Erstabnahme durch den Hersteller. Die dabei ermittelten Betriebsparameter dienen gleichzeitig als Bezugswerte für die monatlich bzw. quartalsmäßig durchzuführenden Qualitätskontrollen durch die Anwender. Der behördlich zugelassene Sachverständige überprüft im Beisein des Herstellers diese Werte ebenso wie den baulichen Strahlenschutz und die vorhandenen Strahlenschutzmittel (Röntgenschrürzen u. a.). Die Prüfergebnisse werden im Protokoll der Abnahmeprüfung des Sachverständigen festgehalten und bescheinigt. Darüber hinaus müssen bei jedem Röntgengerät monatliche Konstanzprüfungen vorgenommen werden. Bei der Konstanzprüfung an Röntgeneinrichtungen werden die Bildqualität (Auflösungsvermögen, Nutzstrahlfeld und Kontrast der Röntgenaufnahme, Artefakte u. a.) und die Höhe der Strahlenexposition bzw. die Dosisleistung im Nutzstrahlenbündel kontrolliert. Dabei werden die ermittelten Ergebnisse mit den Bezugswerten aus der Abnahme- bzw. der Teilabnahmeprüfung verglichen. Während die Abnahmeprüfung vom Hersteller/Lieferanten der Röntgeneinrichtung durchgeführt werden muss, ist der Anwender für die Konstanzprüfung zuständig. Sofern in der Betriebsgenehmigung oder in der Richtlinie zur Durchführung der Qualitätssicherung bei Röntgeneinrichtungen zur Untersuchung oder Behandlung von Menschen nach den §§ 16 und 17 der Röntgenverordnung nichts anderes festgelegt ist, sind die in den Normen zur Konstanzprüfung enthaltenen Prüffristen anzuwenden.

Die Durchführung der Konstanzprüfung ist in den entsprechenden DIN-Normen beschrieben (DIN 6868-4/Durchleuchtung, DIN EN 61223-2-6/Computertomographie u. a.). Die Ergebnisse werden von der Ärztlichen Stelle (z. B. ist in Baden-Württemberg die betreffende Ärztliche Stelle nach § 17a RöV und § 83 StrlSchV die Landesärztekammer) mindestens alle zwei Jahre überprüft. Die Ärztliche Stelle kann auch Vorschläge unterbreiten, die zur Verbesserung des Strahlenschutzes führen sollen.

Organisationsstruktur im Strahlenschutz

Gemäß Röntgenverordnung muss für den Betrieb einer Röntgeneinrichtung innerhalb einer Klinik, eines Unternehmens oder einer Praxis eine geeignete Strahlenschutzorganisation etabliert wer-

Grundsätzlich wird zwischen genehmigungs- und anzeigebedürftigem Betrieb unterschieden

Vor Installation einer Röntgenanlage muss ein Strahlenschutzplan vorliegen

Bei jedem Röntgengerät müssen monatliche Konstanzprüfungen vorgenommen werden

Nur der fachkundige Arzt darf die rechtfertigende Indikation stellen, ob und in welcher Weise Röntgenstrahlen am Menschen angewendet werden

Die Erteilung der Fachkunde erfolgt durch die zuständige Ärztekammer

In der Röntgenverordnung werden zwei Strahlenschutzbereiche unterschieden: Überwachungsbereich und Kontrollbereich

den. Hierfür wird ein sog. **Strahlenschutzverantwortlicher** bestellt. Er ist für die regelmäßige und fachgerechte Wartung der Röntgenanlage, aber auch für die Einhaltung aller Maßnahmen zum Strahlenschutz bei Mensch und Umwelt verantwortlich. Je nach Größe des Betriebs kann der Strahlenschutzverantwortliche einen **Strahlenschutzbeauftragten** zur Erfüllung dieser Aufgaben bestellen, der allerdings im Besitz einer gültigen Fachkunde sein muss.

Notwendige Erfordernisse zum Erwerb der Fachkunde im Strahlenschutz (wer darf röntgen?)

Nur der fachkundige Arzt darf die rechtfertigende Indikation stellen, ob und in welcher Weise Röntgenstrahlen am Menschen angewendet werden. Dabei muss er abwägen, ob für die Fragestellung der diagnostische Nutzen mit einer anderen als der vorgesehenen Methode ggf. ohne oder mit geringerer Strahlenexposition gleichwertig oder sogar höher einzustufen ist. Ärzte, die noch nicht im Besitz der Fachkunde sind, dürfen nur dann Röntgenstrahlen anwenden, wenn sie mindestens Kenntnisse im Strahlenschutz nachweisen können und unter ständiger Aufsicht und Verantwortung eines Arztes mit Fachkunde stehen. Die Erteilung der Fachkunde, deren Anwendungsgebiete in der Fachkunderichtlinie festgelegt sind, erfolgt durch die zuständige Ärztekammer. Für den Gefäßchirurgen sind hierbei von besonderer Relevanz:

- Gesamtgebiet der Röntgendiagnostik einschließlich Computertomographie (CT);
- Notfalldiagnostik bei Erwachsenen und Kindern (einfache Röntgendiagnostik im Rahmen der Erstversorgung ohne CT): Schädel, Stamm- und Extremitätenskelett, Thorax und Abdomen;
- Röntgendiagnostik des Gefäßsystems;
- Anwendung von Röntgenstrahlen bei Interventionen.

Um die entsprechende Fachkunde zu erlangen, müssen neben einem Kurs „Kenntnisse im Strahlenschutz“ ein Grundkurs „Strahlenschutz in der Medizin“ (3 Tage) und ein Spezialkurs „Röntgendiagnostik einschließlich Computertomographie und Interventionsradiologie“ (4 Tage) erfolgreich absolviert werden. Außerdem ist eine Sachkundebescheinigung der Ärztekammer vorzulegen, die die Berufs- bzw. Anwendungserfahrung im beantragten Fachgebiet durch den Strahlenschutzverantwortlichen bestätigt. Der interventionell tätige Gefäßchirurg braucht den Anwendungsbereich „Interventionen“ in seiner Fachkunde. In modernen Hybridoperationssälen oder Angiographieeinheiten bestehen auch Möglichkeiten zur **3-D-Bildgebung** (z. B. Dyna-CT). Für Gefäßchirurgen, die diese Möglichkeiten nutzen wollen, ist zusätzlich der Erwerb der Fachkunde 9,3 erforderlich [11, 12].

Aktuelle Strahlendosisgrenzwerte

In der Röntgenverordnung werden zwei Strahlenschutzbereiche unterschieden, nämlich der Überwachungsbereich und der Kontrollbereich. Im Überwachungsbereich können Personen eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv bis maximal 6 mSv pro Kalenderjahr erhalten, während im Kontrollbereich mit einer effektiven Dosis von mehr als 6 mSv pro Kalenderjahr zu rechnen ist. Dieser Bereich muss



Abb. 1 ▲ Zweigeteilter Röntgenschutzmantel (Rock und Weste) inkl. Schilddrüsenschutz (Beispiel der Firma Mavig, München): Für endovaskuläre Eingriffe empfiehlt sich eine solche Kombination. Durch die geteilte Auflage für Schulter und Beckenknochen erhöht sich der Tragekomfort und wird Rundumschutz gewährleistet; die Schürze sollte den höchsten Bleigleichwert (Pb 0,5) haben und an der Körpervorderseite durch Überlappung noch einen zusätzlichen Schutz bieten. Obligat ist ebenfalls der Schilddrüsenschutz. Die Strahlenschutzfasern sollten nicht aus bleifreiem Material sein, sondern aus Bleigummi oder Bleivinyll. Wichtig ist hierbei, dass die Schürzen nach Gebrauch aufgehängt werden, damit die Fasern nicht brechen und die Schürzen so nicht ihre Schutzwirkung verlieren

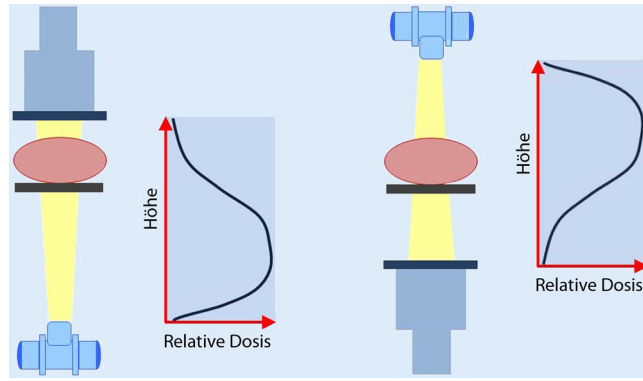


Abb. 3 ▲ Schematische Darstellung der Streustrahlung bei Untertisch- und Obertischposition

Abb. 2 ◀ Fahrbare Bleiwand mit durchgehender 2-mm-Bleibschirmung: Modernere Modelle bieten auch ausziehbare Bleiglas-scheiben. Fahrbare Bleiwände sind ideal zum zusätzlichen Schutz von Assistenten und Operationssaalpersonal, z. B. bei beidseitigem Arbeiten oder ggf. auch für den Anästhesiearbeitsplatz

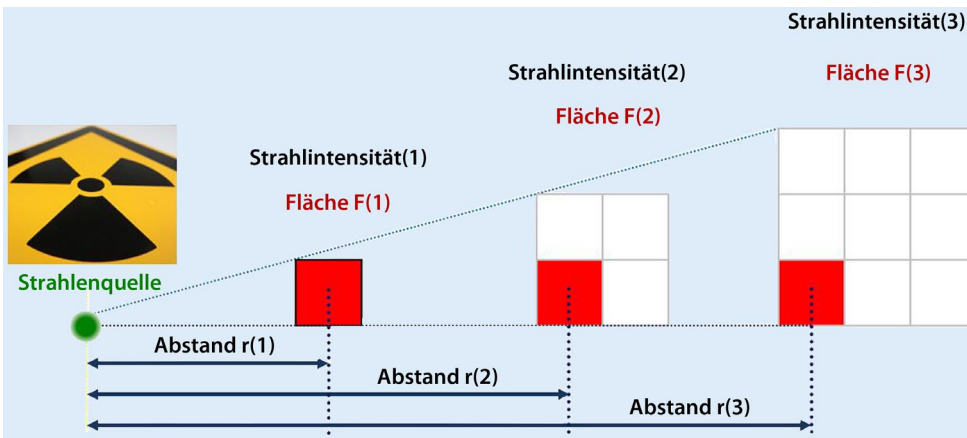


Abb. 4 ▲ Abstandsgesetz: Die Dosis bzw. die Dosisleistung reduziert sich in Abhängigkeit des Abstands r zur Strahlenquelle gemäß $1/r^2$

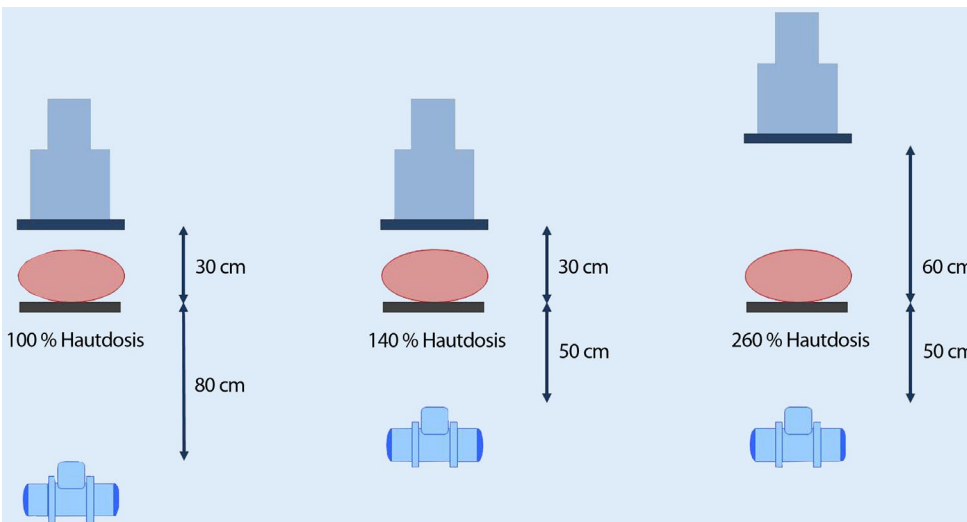


Abb. 5 ▲ Die Distanz zwischen Röntgenröhre und Oberfläche des Patienten bestimmt – bei vorgegebener Bild-dosis – die Strahlenexposition. Das Verhältnis von Austritts- und Eintrittsdosis am Körper wird größer und damit günstiger mit zunehmender Fokus-Oberflächen-Distanz

mit den Worten „Kein Zutritt – Röntgen“ gekennzeichnet sein, und alle beruflich strahlenexponierten Personen, die darin tätig sind, müssen ein amtliches Dosimeter tragen. Dieser Personenkreis wird vom zuständigen Strahlenschutzbeauftragten zum Zweck der Kontrolle und der arbeitsmedizinischen Vorsorge in die Kategorien A und B eingeteilt (■ **Tab. 1**). Die Messungen sind duldungspflichtig. Nur wenn sichergestellt werden kann, dass eine effektive Dosis von 1 mSv oder einem Zehntel der Organdosisgrenzwerte nicht überschritten wird, kann die zuständige Behörde zulassen, dass auf die Dosimetrierung verzichtet wird.

Folgende maximale Grenzwerte legt die Röntgenverordnung für beruflich strahlenexponierte Personen fest:

Körperdosis:

- effektive Dosis ≤ 20 mSv/a

[Die effektive Dosis berücksichtigt das stochastische Strahlenrisiko (Gewebewichtungsfaktor w_T)].

Organdosis:

- Augenlinse ≤ 150 mSv/a
- Haut/Extremitäten ≤ 500 mSv/a

[Die Organdosis berücksichtigt deterministische Effekte (Strahlungswichtungsfaktor w_R)].

Für die beruflich strahlenexponierte Person der Kategorie A ist eine Strahlenschutzuntersuchung beim ermächtigten Arzt obligatorisch, für Personen der Kategorie B ist dies eine „Kann“-Regelung. Bei der Organdosis für das Auge von aktuell 150 mSv/a geht man für die Linse von einem deterministischen Strahlenschaden aus. In der Literatur wird aber auch diskutiert, ob der strahlenbedingte Katarakt evtl. auch durch einen stochastischen Strahlenschaden hervorgerufen werden kann. Die IRPC schlägt deshalb einen deutlich geringeren Grenzwert von 50 mSv für die Augenlinse vor [9].



Abb. 6 ▲ Amtliches Körperdosimeter, welches monatlich abgelesen werden muss



Abb. 7 ▲ Thermolumineszenz-Fingerdosimeter

Schutzmaßnahmen zur Reduktion der Strahlendosis

In der Gefäßchirurgie werden in zunehmendem Maß endovaskuläre Prozeduren durchgeführt. Dadurch gewinnt je nach Prozedur und Standort die Frage der Strahlenexposition für das Personal an Bedeutung.

Neben den apparativen Schutzmaßnahmen, die im Folgenden erläutert werden, stellt auch die Positionierung des Personals und der Röntgenröhre einen wichtigen Faktor beim Strahlenschutz dar. Da die höchste Intensität der Streustrahlung unterhalb des Patienten in Richtung Operationsaalpersonal zu erwarten ist, kann z. B. die Bleischürze (■ **Abb. 1**) oder eine mobile Bleiwand (■ **Abb. 2**) eine effektive Maßnahme sein. Hingegen kann bei der Obertischposition die Strahlenexposition nur mit einem höheren Aufwand minimiert werden. Deshalb sollte sich das Operationsaalpersonal möglichst auf der Seite des Bildverstärkers befinden, da hier niedrigere Dosiswerte vorliegen (■ **Abb. 3**).

Prinzipiell gilt zum Schutz des Personals vor Röntgenstrahlung das **Abstandsquadratgesetz**, d. h. dass sich, wenn möglich, alle Personen, die bei der Durchleuchtung keine direkte Aufgabe haben, außerhalb des Kontrollbereichs befinden müssen. Eine Verdopplung des Abstands führt zu einer Verringerung der Strahlendosis auf ein Viertel des Ausgangswerts. Das bedeutet, dass schon kleine Erhöhungen der Abstände einen großen Effekt auf die Strahlenreduktion haben (■ **Abb. 4**).

Operationssaalpersonal sollte sich möglichst auf der Seite des Bildverstärkers befinden, da hier niedrigere Dosiswerte vorliegen



Abb. 8 ◀ Schwenkbarer Untertischschutz aus flexiblem Bleigummi



Abb. 9 ▲ Schwenkbare Bleiglasscheibe zur Kopf- und Augenprotektion

Bereits mit dem Einstellen der „**region of interest**“ (ROI) sollte die entsprechende anatomische Region am Gerät von allen Seiten einblendet werden. Die Einblendung stellt den wirksamsten und vor allen Dingen den einfachsten Strahlenschutz sowohl für den Untersucher als auch für den Patienten dar. Ebenfalls sollte der Bildverstärker so nah wie möglich an den Patienten herangebracht werden. Hieraus resultieren eine bessere Bildqualität und zumindest indirekt weniger Streustrahlung für den Untersucher (▣ **Abb. 5**). In der Gefäßchirurgie ist es durchaus möglich, dass sich die Hände des Operateurs sehr nahe am Strahlengang befinden. Daher sollte man bei diesem Personenkreis zusätzlich zur Messung mit dem amtlichen Körperdosimeter auch die Teilkörperdosis an den Händen mittels Thermolumineszenzdosimeter ermitteln und diesen Personenkreis in Kategorie A eingruppieren (▣ **Abb. 6**, ▣ **Abb. 7**). Da diese Ringdosimeter in der Regel nicht steril sind, sollten sie bei der Händedesinfektion mitgetragen werden und sorgfältig mitdesinfiziert werden. Aus Sicherheitsgründen empfiehlt sich in dieser Situation das Tragen von doppelten Handschuhen bzw. Indikatorhandschuhen. Zur Ausnutzung aller verfügbaren Maßnahmen

zum Strahlenschutz für das Operationssaalpersonal sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass der Untertischschutz (▣ **Abb. 8**) montiert ist und die Bleiglasscheibe (▣ **Abb. 9**) in Position zwischen Patient und Kopf des Untersuchers gebracht wird. Insbesondere aus der bei endovaskulären Eingriffen notwendigen LAO („left anterior oblique“)-Position der Röntgenröhre resultiert für den Operateur ein hohes Maß an Streustrahlung im Kopfbereich (▣ **Abb. 10**) [13]. In jedem Fall sollte der Operateur, der sich in der Regel am nächsten am Strahlengang befindet, auch eine Bleiglasbrille tragen (▣ **Abb. 11**). Ergänzend kann der Operateur noch einen Strahlenschutz für den Kopf verwenden (▣ **Abb. 12**). In bestimmten Situationen kann auch das Benutzen von röntgendichten sterilen Abdeckungen die Strahlendosis reduzieren ([14]; ▣ **Abb. 13**). Ebenso können sterile Handschuhe benutzt werden, die die Strahlenexposition der Hände verringern.

Zur Schulung im Strahlenschutz bzw. „strahlenarmen“ Arbeiten kann die Benutzung von **digitalen Dosimetern** sehr hilfreich sein; sie bilden Orts- bzw. Körperdosen online ab und warnen mit akustischer bzw. visueller Rückkopplung bei erhöhten Dosen (▣ **Abb. 14**).

Die Einblendung stellt den wirksamsten und einfachsten Strahlenschutz dar

Der Bildverstärker sollte so nah wie möglich an den Patienten herangebracht werden

Insbesondere aus der LAO-Position der Röntgenröhre resultiert für den Operateur ein hohes Maß an Streustrahlung im Kopfbereich

Der Operateur, der sich am nächsten am Strahlengang befindet, sollte auch eine Bleiglasbrille tragen



Abb. 10 ▲ Optimaler Schutz bei der ungünstigen LAO („left anterior oblique“)-Projektion mit positionierter Bleiglasscheibe und Untertischschutz. Der Operateur trägt zusätzlich zur Rock-Weste-Kombination einen Schildrüsenschutz und eine Röntgenschutzbrille



Abb. 11 ▲ Strahlenschutzbrille, die mit Bleigleichwerten von Pb 0,5–0,75 von verschiedenen Herstellern angeboten wird



Abb. 12 ▲ Strahlenschutz für den Kopf, der unsteril mehrfach verwendet werden kann (Radpad®, Kansas City, USA)



Abb. 13 ▲ Sterile, röntgendichte Abdeckung für verschiedene Anwendungen, z. B. radial/brachial oder femoral (Radpad®, Kansas City, USA)

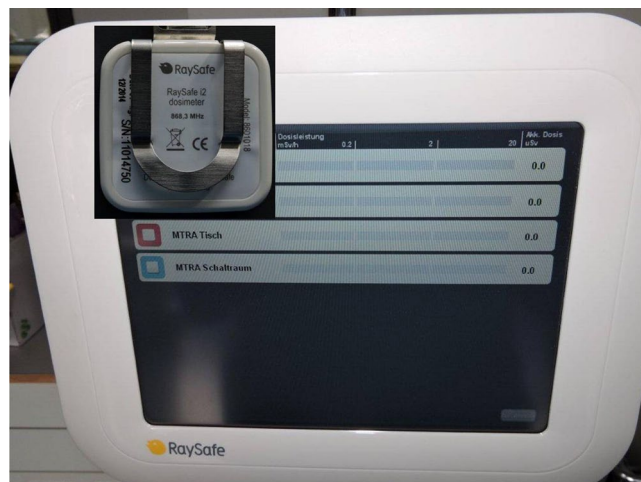


Abb. 14 ◀ Digitales Dosimeter zur Online-Erfassung der Strahlendosis der kompletten Operationsaalmannschaft (Raysafe™, Bildal, Schweden). Digitale Dosimeter sind jedoch kein Ersatz für die amtlichen Dosimeter

Fazit für die Praxis

- Der Strahlenschutz im Operationssaal stellt für Gefäßchirurgen eine verhältnismäßig neue, aber im eigenen Interesse durchaus wichtige Aufgabe dar.
- Durch gute Schulung sowie Kenntnisse der Strahlenphysik, der eigenen Gerätschaften und der von der Industrie zur Verfügung gestellten Schutzmaßnahmen lassen sich evtl. gesundheitsschädliche Folgen für die eigene Person und das übrige Personal auf ein Minimum reduzieren.

Korrespondenzadresse

PD Dr. N. Attigah

Abteilung für Gefäßchirurgie, Department Operative Disziplinen (DOD)
 Stadtspital Triemli, Birmensdorferstr. 497, 8063 Zürich
 nicolas.attigah@triemli.zuerich.ch

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. N. Attigah, T. Knoch, M. Wortmann, C. Wieker und P. Geisbüsch geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. Prof. Dr. Dittmar Böckler hat einen Beratervertrag bei der Firma Siemens, Forchheim, Deutschland.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Veith FJ (2005) Metamorphosis of vascular surgeons to endovascular specialists: must vascular surgery have an independent board and can we get there? *J Endovasc Ther* 12:269–273
2. Solomon H, Chao AB, Weaver FA, Katz SG (2007) Change in practice patterns of an academic division of vascular surgery. *Arch Surg* 142:733–736
3. Cowan JA Jr, Dimick JB, Henke PK, Rectenwald J, Stanley JC, Upchurch GR Jr (2006) Epidemiology of aortic aneurysm repair in the United States from 1993 to 2003. *Ann N Y Acad Sci* 1085:1–10
4. Larzon T, Lindgren R, Norgren L (2005) Endovascular treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms: a shift of the paradigm? *J Endovasc Ther* 12:548–555
5. Ketteler ER, Brown KR (2011) Radiation exposure in endovascular procedures. *J Vasc Surg* 53:355–385
6. Panuccio G, Greenberg RK, Wunderle K, Mastracci TM, Eagleton MG, Davros W (2011) Comparison of indirect radiation dose estimates with directly measured radiation dose for patients and operators during complex endovascular procedures. *J Vasc Surg* 53:885–894.e1
7. Walsh SR, Cousins C, Tang TY, Gaunt ME, Boyle JR (2008) Ionizing radiation in endovascular interventions. *J Endovasc Ther* 15:680–687
8. Hamada N, Fujimichi Y, Iwasaki T, Fujii N, Furuhashi M, Kubo E et al (2014) Emerging issues in radiogenic cataracts and cardiovascular disease. *J Radiat Res* 55(5):831–846
9. Authors on behalf of ICRP, Stewart FA, Akleyev AV, Hauer-Jensen M, Hendry JH, Kleiman NJ et al (2012) ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Ann ICRP* 41:1–322
10. Roguin A, Goldstein J, Bar O (2012) Brain tumours among interventional cardiologists: a cause for alarm? Report of four new cases from two cities and a review of the literature. *EuroIntervention* 7:1081–1086
11. Görtz H, Teßarek J (2013) Mitteilungen der DGG. *Gefässchirurgie* 19:278–279
12. Görtz H, Teßarek J, Flessenkämper I (2010) Fachkunde Strahlenschutz für den Gefäßchirurgen. *Gefässchirurgie* 15:221–222
13. Albayati MA, Kelly S, Gallagher D, Dourado R, Patel AS, Saha P et al (2015) Editor's choice – Angulation of the C-arm during complex endovascular aortic procedures increases radiation exposure to the head. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 49(4):396–402
14. Kloeze C, Klompenhouwer EG, Brands PJ, van Sambeek MR, Cuypers PW, Teijink JA (2014) Editor's choice – Use of disposable radiation-absorbing surgical drapes results in significant dose reduction during EVAR procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 47:268–272

CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: springermedizin.de/eAkademie
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

? Welche der folgenden Aussagen trifft zu? Um die Strahlendosis während eines endovaskulären Eingriffs für den Operateur zu verringern, ...

- sollte der Operateur am besten auf der Seite der Strahlenquelle stehen.
- sollte die Obertischposition gewählt werden.
- sollte die „region of interest“ (ROI) möglichst gut eingezoomt werden.
- spielt die Oberflächen-Fokus-Distanz für den Operateur keine Rolle.
- sollte der Bildempfänger möglichst nahe an den Patienten herangebracht werden.

? Welche der folgenden Aussagen zum Abstandsquadratgesetz trifft nicht zu?

- Die Dosis der von einer Strahlenquelle ausgehenden Strahlung verringert sich mit dem Quadrat ihrer Entfernung von der Quelle.
- Bei Verdopplung des Abstands zum Fokus beträgt die Strahlendichte die Hälfte des Ausgangswerts.
- Bei Verdopplung des Abstandes zum Fokus beträgt die Strahlendichte 1/4 des Ausgangswerts.
- Bei Verdreifachung des Abstands zum Fokus beträgt die Strahlendichte 1/9 des Ausgangswerts.
- Eine Erhöhung der Dosis um das 4-Fache ergibt sich praktisch durch eine Abstandsverringering um 50%.

? Müssen bei der Inbetriebnahme von Röntgeneinrichtungen besondere Vorschriften beachtet werden? Welche Aussage trifft zu?

- Überhaupt nicht, da Gewerbefreiheit besteht.
- Nein, es sei denn, es handelt sich um ein Gebrauchtgerät.
- Die Abnahme durch den Hersteller bzw. Lieferanten reicht aus.
- In jedem Fall; dabei muss vom zukünftigen Betreiber geprüft werden, ob eine Anzeige bei der zuständigen Behörde ausreicht oder eine Genehmigung erforderlich ist.
- Die Abnahme gehört zu den gesetzlichen Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen.

? Welche der folgenden Voraussetzung muss eine Person nach der Röntgenverordnung erfüllen, bevor sie zum Strahlenschutzbeauftragten bestellt werden kann?

- Facharzt in Oberarztfunktion
- Fachkunde im Strahlenschutz
- Sachkunde im Strahlenschutz
- Strahlenschutz, Grund- und Spezialkurs
- Haftpflichtversicherung

? Muss der Betreiber einer Röntgeneinrichtung einen Strahlenschutzbeauftragten bestellen? Welche Aussage trifft zu?

- Ja, in jedem Fall.
- Nein, nicht in jedem Fall.
- Ja, wenn er nicht ausreichend Fachkunde im Strahlenschutz besitzt.
- Nur bei bauartzugelassenen Geräten
- Nur bei eigenständigen Fachabteilungen.

? Welche Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen muss der Strahlenschutzbeauftragte nicht durchführen?

- Tragen von Dosimetern im Kontrollbereich
- Überwachung des Zugangs von Kontrollbereichen
- Beachten der Tätigkeitsverbote
- Außergewöhnliche Abläufe, die den Strahlenschutz betreffen, unverzüglich der zuständigen Behörde melden
- Eigenhändiges Durchführen der Konstanzprüfung

? Nennen Sie den Wert der Organdosis für die Hände, der im Kalenderjahr für strahlenexponierte Personen der Kategorie A nicht überschritten werden darf. Welche Aussage trifft zu?

- 6 mSv
- 150 mSv
- 500 mSv
- 1 Sv
- 20 mSv

? Nennen Sie den Wert der Organdosis für das Auge, der im Kalenderjahr für strahlenexponierte Personen der Kategorie A nicht überschritten werden darf. Welche Aussage trifft zu?

- 6 μ Sv
- 150 mSv
- 10 mSv
- 0,5 Sv
- 20 mSv



Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei

? Wie häufig ist die Konstanzprüfung mittels Prüfkörper an einer Röntgeneinrichtung durchzuführen? Welche Antwort trifft zu?

- Wöchentlich
- Monatlich
- Arbeitstäglich
- Jährlich
- Pro Quartal

? Welche der folgenden Maßnahmen verringert nicht die Dosis, die von einer Röntgeneinrichtung bei fester Röhrenspannung erzeugt wird?

- Herabsetzung des Röhrenstroms
- Herabsetzung der Aufenthaltsdauer
- Vergrößerung des Abstands zwischen Brennfleck der Röhre und der zu schützenden Person
- Herabsetzung der Fokus-Oberflächen-Distanz
- Abschirmung durch geeigneten Werkstoff

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springermedizin.de/eAkademie verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.



Top bewertet in der e.Akademie



Gefäßchirurgie

- ▶ Protheseninfektionen im aortofemorale Bereich und ihre Vermeidung
aus: Gefäßchirurgie 7/2014
von: F. Taher, O. Assadian, K. Hirsch, J. Falkensammer, C. Senekowitsch, A. Assadian
Zertifiziert bis: 20.11.2015
Kursformat: e.CME, e.Tutorial
- ▶ Entzündliche Erkrankungen der Aorta – Teil 2: Infektiöse Aortitiden
aus: Gefäßchirurgie 1/2015
von: I. Töpel, N. Zorger, M. Steinbauer
Zertifiziert bis: 17.02.2016
Kursformat: e.CME, e.Tutorial
- ▶ Traumatische Gefäßverletzungen
aus: Gefäßchirurgie 3/2015
von: G. Bischoff, K.H. Orend
Zertifiziert bis: 18.05.2016
Kursformat: e.CME, e.Tutorial

Teilnahmemöglichkeit:

Exklusiv im e.Med-Paket

Mit e.Med können Sie diese und alle übrigen Fortbildungskurse der e.Akademie von Springer Medizin nutzen.

In der e.Akademie werden neben dem Kursformat e.CME (Beitrags-PDF plus CME-Fragebogen) zahlreiche Kurse auch als e.Tutorial angeboten. Dieses Kursformat ist speziell für die Online-Fortbildung konzipiert und didaktisch optimiert. e.Tutorials stehen ausschließlich im e.Med-Paket zur Verfügung.

Weitere Informationen zum e.Med-Paket und Gratis-Testangebot unter

www.springermedizin.de/eMed

Diese Fortbildungskurse finden Sie, indem Sie den Titel in die Suche auf www.springermedizin.de/eAkademie eingeben.

