

Pressemitteilung

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS)

Sven Dokter

10.08.2020

<http://idw-online.de/de/news752399>

Forschungsprojekte
Medizin, Physik / Astronomie
überregional



Interventionelle Radiologie: Mit 3-D-Simulationen zu besserem Strahlenschutz

In der interventionellen Radiologie lassen sich diagnostische oder therapeutische medizinische Eingriffe durchführen, deren Verlauf mittels Bildgebung verfolgt wird. Solche Eingriffe bieten immer öfter eine Alternative zu klassischen Operationen, da sie meist ohne Vollnarkose auskommen und mit weniger Risiken verbunden sind. Weil zur Bildgebung oft Röntgenstrahlung zum Einsatz kommt, steigt mit der Anzahl solcher Eingriffe jedoch auch die Strahlenbelastung des medizinischen Personals. In einem vom Bundesumweltministerium geförderten Forschungsprojekt entwickeln Fachleute der GRS ein dreidimensionales Simulationsmodell, welches Rückschlüsse zur Optimierung des Strahlenschutzes ermöglicht.

Mit Maßnahmen der sogenannten interventionellen Radiologie können durch relativ kleine Eingriffe große gesundheitliche Probleme gelöst werden. Dabei werden bildgebende Verfahren und spezielle Instrumente genutzt, um therapeutische oder diagnostische Eingriffe minimalinvasiv, das heißt ohne größere Operationen, durchzuführen.

Ein konkretes Anwendungsbeispiel, bei dem interventionelle Maßnahmen eingesetzt werden, sind verengte Herzkranzgefäße, die die koronare Herzkrankheit bis hin zu einem Herzinfarkt auslösen können. Bei der Behandlung führt der Arzt oder die Ärztin einen sehr kleinen Ballon mithilfe eines Führungsdrahtes und eines Katheters in den Körper ein. Über punktuelle Röntgenaufnahmen kann die Position des Ballons im Körper sozusagen live verfolgt werden. An der verengten Stelle angekommen wird der Ballon aufgepumpt, um das Gefäß wieder zu öffnen. Zu den weiteren Krankheitsbildern, bei denen interventionelle Maßnahmen zum Einsatz kommen, gehören etwa bestimmte Tumorerkrankungen und Schlaganfälle.

Maßnahmen der interventionellen Radiologie – fachsprachlich wird, anknüpfend an den medizinischen Fachbereich, in den die Erkrankung fällt, beispielsweise auch von „interventioneller Kardiologie“ gesprochen – ersparen dem Patienten oder der Patientin oftmals eine klassische Operation mit Vollnarkose und sind meist mit weniger Risiken, Schmerzen und Rekonvaleszenzzeiten verbunden. Da sich das medizinisch-therapeutische Potenzial dieser Maßnahmen ständig weiterentwickelt, werden die bildgesteuerten Eingriffe heute deutlich häufiger durchgeführt als noch vor zehn oder zwanzig Jahren.

Strahlenschutzrecht definiert „Grenzwerte für beruflich exponierte Personen“

Aufgrund der zunehmenden Anzahl solcher Behandlungen setzt sich das medizinische Personal vermehrt ionisierender Röntgenstrahlung aus. Um Menschen zu schützen, die beruflich mit ionisierender Strahlung in Berührung kommen, sind im deutschen Strahlenschutzrecht sogenannte „Grenzwerte für beruflich exponierte Personen“ definiert. Da verschiedene Körperbereiche unterschiedlich auf Strahlung reagieren, gibt es in § 78 Strahlenschutzgesetz einerseits für einige Organe – wie die Augenlinse, die Haut oder auch die Gebärmutter bei gebärfähigen Frauen – eigene Grenzwerte (sogenannte Organ-Äquivalentdosis).

Andererseits ist dort ein Grenzwert von 20 Millisievert (mSv) im Kalenderjahr für die effektive Dosis vorgeschrieben, welche die unterschiedliche Empfindlichkeit der Organe bereits berücksichtigt. Zum Vergleich: Bei einem Flug von München nach Tokio setzt man sich einer Höhenstrahlung von bis zu 0,1 mSv aus, die durchschnittliche jährliche Strahlenexposition der deutschen Bevölkerung aus natürlichen Quellen liegt bei 2–3 mSv.

Eindeutige Beschreibung der Strahlenbelastung ist schwierig

Während die Patienten bei den Eingriffen ruhig liegen und entsprechende Strahlenschutzmaßnahmen (beispielsweise Bleiabschirmungen) angewendet werden, bewegt sich das medizinische Personal im Strahlenfeld und ist deshalb insbesondere an den Körperteilen, die nicht von der obligatorischen Bleischürze verdeckt sind, nicht so einfach zu schützen. Um die Strahlenbelastung des Personals zu messen, werden sogenannte Dosimeter eingesetzt, die üblicherweise am Brustkorb getragen werden. Da sich das medizinische Personal während der Eingriffe bewegt, werden ständig verschiedene Körperteile und Organe den Röntgenstrahlen ausgesetzt. Ein Messwert der effektiven Dosis am Brustkorb kann deshalb nicht als repräsentativ für die Strahlenbelastung beispielsweise der Augenlinse angenommen werden. Eine weitere Herausforderung besteht in der Vielzahl unterschiedlicher interventioneller Maßnahmen. Standardisierte Zeiten oder Bewegungsabläufe, anhand derer sich die individuelle Strahlenbelastung abschätzen ließe, sind kaum möglich.

Um trotzdem valide Aussagen treffen zu können, nutzt ein Forscherteam der GRS im Rahmen eines vom Bundesumweltministerium geförderten Projekts ein selbst entwickeltes dreidimensionales Simulationsmodell, um die jeweilige Strahlenbelastung der beteiligten Personen näherungsweise zu bestimmen. Daraus können dann Rückschlüsse zur Optimierung des Strahlenschutzes gezogen werden.

3-D-Simulationsmodell in Vorstudie entwickelt

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bauen dabei auf einem ebenfalls vom Bundesumweltministerium geförderten Projekt auf. Dabei wurde unter Verwendung sogenannter Monte-Carlo-Methoden ein dreidimensionales Simulationsmodell der Dosisverteilung in einem Interventionsraum erstellt. Monte-Carlo-Methoden nutzen, stark vereinfacht ausgedrückt, statistische und wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren, um analytisch nicht oder nur sehr aufwendig lösbare mathematische Probleme numerisch zu lösen.

Innerhalb des entwickelten Simulationsmodells lässt sich mithilfe des verwendeten Programmpaketes Geant4 simulieren, wie Partikel beim Durchdringen von Materie mit dieser wechselwirken. Konkret bildete das Forscherteam einen typischen Interventionsraum digital nach, wodurch sie die durch die ionisierende (Streu-)Strahlung verursachte Dosisverteilung im Raum bei unterschiedlich gewählten Einstellungen des Röntgengeräts abbildeten. Mithilfe dieser 3-D-Karte kann die Dosis an jedem einzelnen Punkt im Raum kalkuliert werden.

Um die Simulationsergebnisse zu validieren, haben die Forscher und Forscherinnen in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Augsburg und der Uniklinik Köln reale Messdaten unter definierten, statischen Bedingungen erhoben. Dazu maßen sie in einem echten Interventionsraum zum Beispiel die Dosis an verschiedenen Stellen. Das geschah mithilfe von Dosimetern, die an „Phantomen“ angebracht waren. Dabei variierte das Forscherteam verschiedene Parameter, die sich auch bei realen interventionellen Maßnahmen verändern, etwa die Ausrichtung des Röntgengerätes.

Job-Exposure-Matrizen für das medizinische Personal

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bauen in der derzeit laufenden Folgestudie auf den Ergebnissen dieser Vorstudie auf. Ziel ist jetzt einerseits, sogenannte Job-Exposure-Matrizen für das medizinische Personal zu erstellen.

Mit diesen Matrizen lässt sich näherungsweise ermitteln, welcher Strahlenbelastung das betroffene medizinische Personal jährlich ausgesetzt ist. Hierzu werden anonymisierte Datensätze realer interventioneller Maßnahmen mithilfe der darin enthaltenen relevanten Parameter (beispielsweise die Ausrichtung des Röntgengerätes und die Anzahl der Röntgenaufnahmen während eines Eingriffs) in der Simulation abgebildet, also quasi nachgestellt. Die Forschenden erhoffen sich beispielsweise, dass sich aus der so erlangten Datenbasis abschätzen lässt, wie hoch eine bestimmte Organäquivalentdosis einer jeweiligen Person im Kalenderjahr ist.

Andererseits sollen aus den Ergebnissen konkrete Empfehlungen für den Strahlenschutz abgeleitet werden, um die Strahlenbelastung für das Personal so gering wie möglich zu halten. Das lässt sich zum einen durch den Einsatz sogenannter Strahlenschutzmittel erreichen. Das können beispielsweise Bleischutzvorhänge unter dem Patiententisch oder deckenmontierte, bewegliche Bleiacrylglascheiben sein, die das Personal vor der Strahlung abschirmen. Mithilfe der Simulation lässt sich systematisch untersuchen, an welcher Position ein Strahlenschutzmittel seinen optimalen Schutz entfaltet. Zum anderen können Empfehlungen abgeleitet werden, an welchen Positionen im Raum sich das Personal einer möglichst geringen Strahlenbelastung aussetzt.

Das ebenfalls durch das BMU geförderte Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren und läuft bis Ende März 2023.



Blick in einen typischen Interventionsraum (Bildquelle: GE Healthcare)