

Andreas Bengel  
Dr. med.

## **Vergleich von Spiral CT Angiographie mit zwei unterschiedlichen Röhrenspannungen bei Arterio-venösen Malformationen des Gehirns**

Geboren : 18.04.1972  
Reifeprüfung am : 10.06.1991, Neckarelz  
Studiengang der Fachrichtung Medizin von SS1995 bis zum WS 2002  
Physikum am : 11.09.1997, Universität Heidelberg  
Klinisches Studium an der Universität Heidelberg  
Praktisches Jahr: Klinikum Ludwigsburg  
III Staatsexamen am 11.11.2002 an der Universität Heidelberg.

Promotionsfach: Diagnostische Radiologie des DKFZ  
Doktorvater: Priv. Doz. Dr. med. Malte L. Bahner

Die klassische Katheter - Angiographie wird standardmäßig mit einer wesentlich niedrigeren Röhrenspannung als die CT - Angiographie durchgeführt. Dies ist berechtigt, da die K - Kante des Jods, also der Bereich des Zentralatoms der meisten Röntgenkontrastmittel, der zur ausgeprägtesten Absorption der Röntgenstrahlung führt, bei 33,17 Kilo-eV liegt. Die mittlere Bremsspannung der CT bei 120 kV liegt im Bereich von 65 bis 70 keV und damit deutlich über der k - Kante des Jods. Dies ist bisher durch die notwendige Photonendosis im Detektor zur Erzeugung rauscharmer Computertomographien bedingt.

Die technologische Entwicklung der Computertomographen, insbesondere die Erfindung der Spiral - CT, neue hochempfindliche Detektormaterialien, sowie Verbesserungen der Röhrenleistung erlauben allerdings heute erneut zu untersuchen, ob nicht die Reduktion der Röhrenspannung die gemessene Absorption der Röntgenstrahlung durch Kontrastmittel erhöht und dabei auch noch die Strahlenexposition verringert

Basierend auf diesen Überlegungen wollten wir die Gefäßsituation im Gehirn während einer Computertomographie - Angiographie in verbesserter Weise abbilden ohne jedoch den gewohnten Untersuchungsablauf, z. B. durch selektive Einbringung eines Katheters, wesentlich zu verändern.

Um die gemachten Überlegungen zu verifizieren und weitere Informationen zu erhalten, wurden Vorversuche durchgeführt. Hierbei konnten wir zeigen, dass mit einer relevanten Verringerung der effektiven Dosis durch die Reduktion des Röhrenstromes von 120 kV auf 80 kV zu rechnen ist. Die effektive Dosis wird bei den gewählten Untersuchungsparametern von 0,653 auf 0,286 Millisievert, entsprechend 59 %, reduziert.

In einem weiteren Versuch konnten wir nachweisen, dass die in einer Verdünnungsreihe mit Kontrastmittel gemessenen Absorptionswerte bei der 80 kV Technik wesentlich höher sind als bei 120 kV. Die gemessenen Unterschiede waren signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Einstellungstechniken; die Differenz der Dichtewerte betrug 82 bis 511 Hounsfield-Einheiten und war über den gesamten Verdünnungsbereich für 80 kV höher.

Im Rahmen der hier vorgelegten klinischen Studie konnten wir weiterhin nachweisen, dass die Reduktion der Röhrenspannung auf 80 Kilovolt im Vergleich zu den heute üblichen 120 kV zu einer Erhöhung der gemessenen Dichtewerte eines applizierten Kontrastmittels führt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde das bei der CT - Angiographie untersucht. Bei Verwendung der niedrigeren Röhrenspannung waren hierbei die erhobenen Meßwerte Verwendung der niedrigeren Röhrenspannung waren die erhobenen Messwerte innerhalb der mit Kontrastmittel gefüllten Blutgefäße signifikant erhöht. Ebenso war der visuelle Bildeindruck gegenüber der Standardaufnahmetechnik mit 120 Kilovolt klar verbessert. Allerdings wurde, bedingt durch die insgesamt deutlich geringere applizierte Strahlendosis, das Bildrauschen erhöht. Dieses ist aber in Relation zu der verbesserten Absorption der Gefäße betrachtet nicht von wesentlicher Bedeutung, insbesondere da der Signal-Rausch-Koeffizient bei 80 kV deutlich besser ist. Ein Ausgleich hierfür wäre sicherlich eine weitere Anhebung des Röhrenstromes, sofern dies gerätetechnisch machbar ist. Limitierend ist hier beispielsweise, dass die Anode der Röntgenröhre vor einer maximalen Erwärmung und Zerstörung durch eine rechnergestützte Beschränkung geschützt wird und damit die zur Verfügung stehende Leistung nicht uneingeschränkt erhöht werden kann.

Wir haben die Reduktion der Röhrenspannung bisher nur im Bereich des Kopfes bei CT - Angiographien untersucht. Hier wird diese Technik allerdings inzwischen am DKFZ Heidelberg als Standardtechnik eingesetzt. In anderen Organbereichen oder anderen Indikationen ist ganz sicher auch mit unterschiedlichen Ergebnissen zu rechnen, was im wesentlichen durch den limitierend höheren Rauschanteil bedingt ist. Einer Anpassung der Untersuchungsparameter am Computertomographen sind technisch bedingt enge Grenzen gesetzt, so dass ein äquivalentes Bildrauschen wie bei Verwendung von 120 kV derzeit kaum erreicht werden kann. Denkbar ist die Verwendung dieser 80 kV - Technik daher in allen Körperregionen, die ein geringes Durchstrahlungsvolumen aufweisen, wie z. B. bei der Lunge. Eine eindeutig Kontrastmittel erfordernde Indikation ist hierbei die Evaluation von Pulmonalis - Embolien. Die Reduktion der Strahlenexposition ist hier bei den teilweise

jüngeren Patientinnen und Patienten sicherlich wünschenswert. Wenn aber geringe Dichteunterschiede detektiert werden müssen, wie beispielsweise bei Leber- oder Nierenläsionen, kann das vermehrte Bildrauschen durch den limitierten Röhrenstrom zu einer unerträglich großen Beschränkung in der Beurteilbarkeit der angefertigten Aufnahmen werden. Deshalb sollte die Reduzierung der Röhrenspannung auf 80 kV unseres Erachtens vorerst lediglich bei kleinen Organen in Kombination mit der Computertomographie - Angiographie eingesetzt werden.