

Thien-Hoa Nguyen-Trong
Dr. med.

Kontrastmittelverstärkte Magnetresonanztomographie von Karotisstenosen bei 3,0 Tesla: In-vitro-Messungen im Vergleich zu 1,5 Tesla

Geboren am 30.03.1977 in Freiburg
Reifeprüfung am 28.06.1996 in Heidelberg
Studiengang der Fachrichtung Humanmedizin WS 96/97 bis WS 2003/2004
Physikum am 23.3.1999 an der Universität Heidelberg
Klinisches Studium in Heidelberg
Praktisches Jahr in Ludwigsburg
3. Staatsexamen am 11.11.2003 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Neurologie
Doktorvater: Herr Prof. Dr. med. Stefan Hähnel

In der Medizin werden heutzutage Stents bei der endovaskulären Therapie von Stenosen der A. carotis eingesetzt. Das größte Problem nach der Stentimplantation ist die In-Stent-Restenose, bei der es durch eine intimale Hyperplasie zu einer erneuten Verengung der Gefäße im Stent kommt. Die zuverlässige Beurteilung des Stentlumens ist daher wichtig bei den postinterventionellen Verlaufsuntersuchungen. Bislang ist die digitale Subtraktionsangiographie (DSA) Methode der Wahl zur Beurteilung einer In-Stent-Restenose. Die Nachteile der DSA sind die Invasivität und das Komplikationsrisiko. Die kontrastmittelverstärkte Magnetresonanztomographie bietet bei Gefäßuntersuchungen eine nicht-invasive Alternative zur DSA an. Bisher ist die MR-Bildgebung jedoch von Stents, je nach Stentmaterial und -design, durch Suszeptibilitäts- und Radiofrequenzartefakte eingeschränkt. Es stellt sich daher die Frage, ob die MRA zur Detektion von In-Stent-Restenosen eine wirkliche Alternative zur DSA sein kann.

Durch den Trend zu höheren Feldstärken in der MRT wird zwar eine Verbesserung der MR-Darstellung durch ein besseres Signal-zu-Rausch-Verhältnis ermöglicht, aber es sind auch stärkere Artefakte durch das Stentmaterial zu erwarten. Da gegenwärtig 3,0 Tesla als höchste Feldstärke bei Routineuntersuchungen bei Patienten zugelassen sind, wurde in dieser Studie die MR-Darstellung verschiedener Stents, gemessen bei 3,0 und bei 1,5 Tesla, miteinander verglichen. Es wurden insgesamt 19 Stents, verschieden im Aufbau, Material und Größe, untersucht. Jeder Stent wurde in einem Silikonschlauch implantiert und in ein Phantommodell eingespannt. Dann wurde ein konventionelles Röntgenbild für jeden Stent angefertigt. Der Innendurchmesser der Stents wurde anhand der Röntgenbilder mit einer medizinischen Bildverarbeitungssoftware OSIRIS berechnet und im Vergleich zur MRA als Goldstandard verwendet. Mit einer CE-MRA-Sequenz wurden die Stents an einem Magnetresonanztomographen sowohl mit der Feldstärke 1,5 Tesla als auch 3,0 Tesla gemessen. Im Vergleich mit anderen Studien bestätigte sich im Allgemeinen sowohl das höhere Signal- als auch Kontrast-zu-Rausch-Verhältnis bei 3,0 Tesla als bei 1,5 Tesla. Durch verschiedenes Stentdesign und -material wie Nitinol, Kobaltlegierung und Edelstahl gab es unterschiedliches Artefaktverhalten und damit auch scheinbare Lumeneinengungen (ALN). Diese scheinbare Lumeneinengung im MR-Bild wurde für jeden Stent berechnet und mit der Röntgenaufnahme als Goldstandard verglichen. Bei der Mehrzahl der untersuchten Stents war die ALN bei 3,0 Tesla gleich groß oder sogar kleiner als bei 1,5 Tesla. Die Artefakte bei den Stents, in denen die ALN bei 3,0 Tesla kleiner als 1,5 Tesla gewesen ist, wurden im Vergleich zu 1,5

Tesla durch die höhere CNR offensichtlich überkompensiert. Die Nitinolstents hatten die niedrigsten ALN-Werte. Der Neuroform Stent hatte keine Lumeneinschränkung (ALN = 0%) und war wegen seiner weiten Maschen bei beiden Feldstärken am besten einsehbar. Die ALN-Werte waren alle bis auf eine Ausnahme für Dynalink, Acculink und Protege bei beiden Feldstärken gleich groß und lagen alle unter 35%. Bei diesen Nitinolstents können mit Sicherheit Lumendurchgängigkeit und hämodynamisch signifikante Stenosen, die mehr als 50% des Lumens einengen, ausgeschlossen werden. Deshalb sollten In-Stent-Restenosen, die größer als 50% sind, in diesen Stents bei beiden Feldstärken feststellbar sein.

Die Nitinolstents X7, X8 und X8/10 jedoch hatten ALN- Werte bis zu 100% in unserer Studie. Das lässt sich durch die enger geflochtenen Maschen und dem anderen Stentdesign der Xact-Stents erklären, die zu starken Radiofrequenzartefakten mit homogenem Signalverlust im Stent führen. Bei den aus Kobaltlegierung hergestellten Stents, hier Wallstents, lag die ALN bei beiden Feldstärken bei 100%, die Edelstahlstents hatten im Schnitt eine ALN über 85%, somit war das Stentlumen durch Suszeptibilitätsartefakte nicht oder schlecht beurteilbar.

Schlussfolgernd ist mit der kontrastmittelverstärkten 3D-MRA eine Beurteilung der Lumina bestimmter Gefäßstents sowohl bei 1,5 Tesla als auch bei 3,0 Tesla möglich. Dabei zeigt unsere Arbeit, dass die scheinbare Lumeneinengung und die Artefakte zur Beurteilung von gestenteten Gefäße in der CE-MRA wichtig sind. Unsere Daten könnten MRA-Auswahlkriterien für Patienten, die mittels Karotisstenangioplastie behandelt wurden, beeinflussen. Überträgt man die Ergebnisse in die Praxis, dann ist die Möglichkeit gegeben, postinterventionelle Kontrollen mit der kontrastmittelverstärkten 3D-MRA auch bei 3,0 Tesla durchzuführen, wenn der Untersucher weiß, welcher Stent implantiert wurde, welche Artefakte der Stent macht und wie groß die ALN ist. Die Übertragbarkeit unserer In-vitro-Ergebnisse als Richtwerte für In-vivo-Bedingungen ist noch zu prüfen.