

Scarlett Isabell Maria Braun
Dr.med.

CT-Angiographie bei arteriovenösen Malformationen des Gehirns zur 3D- Bestrahlungsplanung

Geboren am 29.04.1965 in Neunkirchen (Saar)
Reifeprüfung am 15.06.1984 in Neunkirchen (Saar)
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom SS 1985 bis WS 1993/94
Pysikum am 25.08.1987 an der Universität Freiburg im Breisgau
Klinisches Studium in Freiburg im Breisgau
Praktisches Jahr in Singen (Hohentwiel)
Staatsexamen am 12.11.1993 an der Universität Freiburg im Breisgau

Promotionsfach: Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. rer. nat. J. Debus

Zerebrale arteriovenöse Malformationen (AVM) sind eine kongenitale Anomalie der Hirngefäße, bestehend aus zu- und abführenden Gefäßen mit einem zwischengeschalteten Konglomerat dysplastischer Gefäße, dem sogenannten Nidus. Die gefährlichste Komplikation ist die Blutung, die bei ungefähr 50% aller Patienten auftritt und nur in den seltensten Fällen ohne Residuen ausheilt. Die Folge sind in der Regel neurologische Defizite. Darüber hinaus haben Patienten mit AVM, auch wenn die Malformation im Laufe des Lebens nicht blutet, eine signifikant niedrigere Lebenserwartung.

Ist die Diagnose einer AVM gestellt, sollte sich daher die Behandlung anschließen. Eine mögliche Behandlung ist die Strahlentherapie. Wie die operative Intervention und Embolisation ist auch sie nicht immer frei von posttherapeutischen Komplikationen. Die Komplikationen sind hier eine Funktion von Behandlungsvolumen und applizierter Bestrahlungsdosis. Die Bestrahlung verursacht eine aseptische Endotheliitis der Shuntgefäße einer Malformation mit Intimaproliferation, Hyalin- und Amyloidniederschlägen im Endothel, manchmal Verkalkung und eventuell Thrombose. Die Reaktion bezieht die Endothelzellen und Myofibroblasten mit ein. Es kommt zu einer konsekutiven Endothelproliferation und zum Verschluß, der strahlenbiologisch als Spätreaktion des Bindegewebes aufzufassen ist. Diese Reaktion bezieht das gesunde, dem Nidus der AVM anliegenden, Hirnparenchym in gewissem Umfang mit ein und kann für Komplikationen nach Strahlentherapie verantwortlich gemacht werden. Ziel der Strahlentherapeuten muß es daher sein das bestrahlte Volumen so niedrig wie möglich zu halten.

Dies kann nur durch optimale Untersuchungsverfahren gewährleistet werden. Die genaue Differenzierung zwischen zu- und abführenden Gefäßen und dem Nidus als alleiniges Target ist zwingend erforderlich. In den Bestrahlungs-Planungsuntersuchungen nicht abgebildete/sichtbar gemachte Nidusanteile werden in der Folge nicht als Zielvolumen definiert und nicht mit der zur Obliteration erforderlichen Dosis bestrahlt. Diese Nidusanteile können sich daher auch nicht verschließen, das Blutungsrisiko der Malformation bleibt unverändert bestehen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein CT-Angiographie-Untersuchungsprotokoll entwickelt und klinisch untersucht. In dieser Untersuchung wurden bei 30 Patienten mit arteriovenösen Malformationen CT-Angiographie-Untersuchungen zur Bestrahlungsplanung durchgeführt. Aus der CT-Angiographie (CTA) wurde bei diesen Patienten die Maximum-Intensitäts-Projektion (MIP) und das Shaded-Surface-Display (SSD) berechnet, bei 24 Patienten lag die

MR-Tomographie-Untersuchung als 3D-Time-of-Flight-MR-Angiographie (3D-TOF-MRA) mit Magnetisation Transfer and Tone-up Technik (MTTN2) zum Vergleich vor, darüber hinaus in allen Fällen die Digitale Subtraktionsangiographie (DSA) als Voruntersuchung.

Aus CTA, MRA, und MIP wurde die Ausdehnung des Nidus in allen drei Raumachsen bestimmt, untereinander und mit dem Bestrahlungsvolumen verglichen. Die Abgrenzbarkeit des Nidus wurde von 1-3 beurteilt, die Information der MIP mit dem SSD verglichen.

Das aus der CTA berechnete Nidusvolumen korrelierte gut mit dem Zielvolumen. ($k=0,86$). Nimmt man die vier Patienten aus der Wertung, bei denen das Zielvolumen zur Schonung von Risikostrukturen (z.B. Chiasma opticum) absichtlich verkleinert werden mußte, so ist der Korrelationskoeffizient $k=0,99$. Der Vergleich der CTA und der MRA ergab in 41% eine gleiche, in 53% eine kleinere Nidusgröße der MRA, diese würde dann also das Behandlungsvolumen zu klein wählen lassen. Die CTA ist in den meisten Fällen 65,6% (1, n=21) gut, die MRA kommt hier auf maximal 57,7% (1, n=15). Die MIP war in allen Fällen schlechter als die axialen CTA-Schichten. Das SSD ergab keinen signifikanten Unterschied im Vergleich zur MIP.

Es konnte gezeigt werden, daß mit der CTA eine verlässliche Zielvolumendefinition möglich ist. Die MRA scheint die Nidusgröße zu unterschätzen. Die zeitaufwändige Nachbearbeitung der Daten zur Erstellung dreidimensionaler Projektionen wie MIP und SSD kann, da keine Zusatzinformation resultiert, entfallen.

Mit einer verbesserten Zielvolumendefinition, wie sie mit der CT-Angiographie möglich ist, lassen sich insgesamt bessere Behandlungsergebnisse erwarten, die Komplikationsrate sollte abnehmen. Daher wird diese Technik nun prospektiv im Rahmen von Studien eingesetzt.