

# Bilddaten-gesteuerte Punktionen zur perkutanen Sklerosierungstherapie vaskulärer Malformationen der Orbita

Ulrike Ernemann<sup>1</sup>, Jürgen Hoffmann<sup>2</sup>, Carsten Westendorff<sup>2</sup>,  
Dirk Troitzsch<sup>2</sup> und Siegmar Reinert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Neuroradiologie, Radiologische Universitätsklinik,  
Universitätsklinikum Tübingen, Eberhard-Karls-Universität,  
Hoppe-Seyler-Strasse 3, 72076 Tübingen

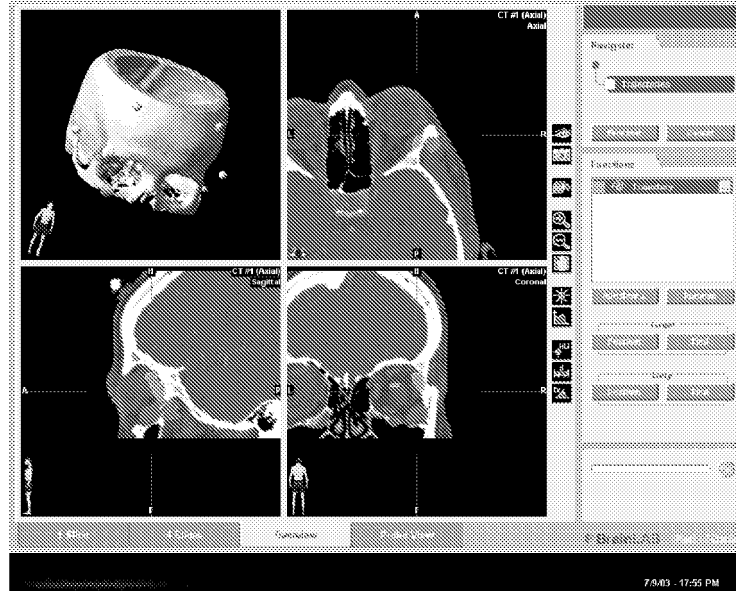
<sup>2</sup>Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum  
Tübingen, Eberhard-Karls-Universität, Oslanderstrasse 2-8, 72076 Tübingen  
Email: Ulrike.Ernemann@med.uni-tuebingen.de

**Zusammenfassung.** Mit der Integration diagnostischer multimodaler Schichtbilddaten in das therapeutische Konzept durch Nutzung der Technik der chirurgischen Bildverarbeitung und Navigation könnten die bestehenden interventionellen Behandlungstechniken wesentlich optimiert werden. Bei Patienten mit einer rezidivierenden und größtenprogredienten vaskulären Malformation im Bereich der Orbita wurde die diagnostische Schnittbildgebung (Magnetresonanztomographie, Computertomographie) genutzt, um die Punktionsnadel navigationsgestützt im geplanten Zielgebiet zu positionieren. Bei einer ausgedehnten, vaskulären Malformation der Orbita konnte die perkutane Sklerosierungstherapie in den multimodalen Schichtbilddaten sehr genau geplant werden und es gelang durch Integration der chirurgischen Navigation in das interventionelle Vorgehen die Punktionen jeweils hochpräzise durchzuführen.

## 1 Einleitung

Hämangiome und vaskuläre Malformationen stellen eine Gruppe häufiger gutartiger Erkrankungen im Kindes- und Erwachsenenalter dar [2]. Die bevorzugte Lokalisation derartiger vaskulärer Fehlbildungen ist der Kopf-, Gesichts- und Halberreich. Die Sklerosierungstherapie ist eine unter den verschiedenen Möglichkeiten der Behandlung [2,3]. Jedoch ist es insbesondere im Kopf-Gesichts-Bereich oftmals schwierig, die Punktionen der Kavernen ohne Schädigung vitaler Strukturen durchzuführen [3]. Die Weiterentwicklung der etablierten Verfahren im Sinne einer 3D-Punktionsplanung mit interaktiver navigationsgestützter Therapie der kavernösen Strukturen könnte dazu beitragen, die bestehenden Behandlungstechniken wesentlich zu optimieren [5]. Verbesserte Punktionsgenauigkeiten in einem geplanten Zielvolumen erfordern unabdinglich Verfahren zur exakten Lokalisation. Die Nutzung neuer Techniken der chirurgischen Bildverarbeitung und Navigation mit einer exakten Planung der Zielstrukturen und

**Abb. 1.** Darstellung der multiplen angiomatösen Malformationen mit Einzeichnung der Zielvolumina in Relation zu den knöchernen Orbitawandstrukturen.



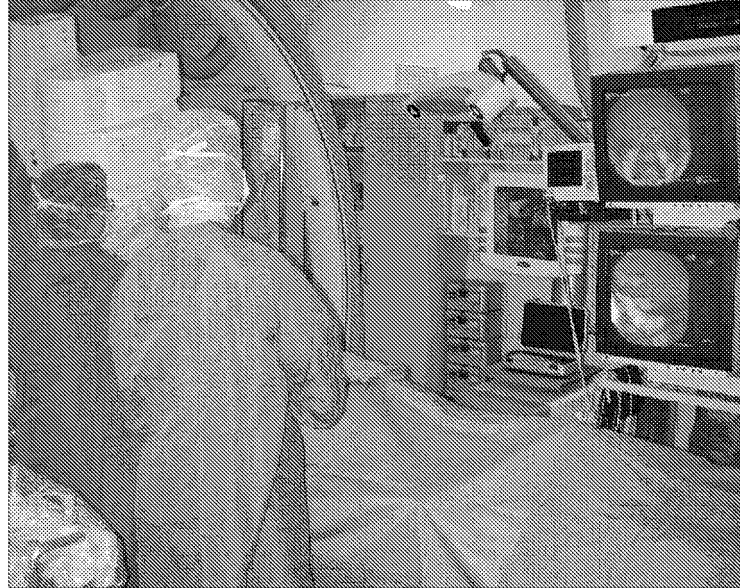
Abgrenzung kritischer umliegender Strukturen erbringt wichtige Zusatzinformationen und ermöglicht eine effektive, sichere Punktion. Durch die Instrumenten-Navigation in den multimodalen diagnostischen Schichtbilddaten in Verbindung mit speziellen Punktionstechniken ergeben sich vielfältige neue klinische Anwendungsmöglichkeiten. Anhand eines Fallbeispiels sollen die Vorgehensweise bei Punktionen erläutert werden.

## 2 Material und Methoden

Es wurde an einem Patienten mit vaskulärer Malformation im Bereich der Orbita eine perkutane Sklerosierungstherapie mit bilddatengestützter Navigation durchgeführt (Abb. 1). Die Punktionen wurden mit dem optischen Navigationssystem „VectorVision“ (BrainLAB) durchgeführt (Abb. 2). Die prätherapeutisch mit dem „Somatom Sensation 16“ (Siemens) akquirierten Computertomografie (CT)- und Magnetresonanztomographie (MRT)-Daten wurden per Netzwerk übertragen, in die Planungs-Workstation eingelesen und konvertiert. In den MRT-Schichtbilddaten wurden die jeweiligen Zielregionen für die interstitielle Lasertherapie mit der neuen Planungsplattform (iPlan) definiert. Dann wurden die MRT- und CT-Schichtbilddaten fusioniert und die Punktionsrouten in Bezug zu den knöchernen lateralen Orbitawandstrukturen geplant (Abb. 1).

Die Patientenreferenzierung erfolgte ausschließlich mittels Oberflächen-Laser-scanner-Technik und dynamischer Referenzbasis. Nach der Registrierung sowie

**Abb. 2.** Interventionelle navigationsgestützte Punktion. Das optische Navigationssystem ist links neben den Durchleuchtungsbildschirmen sichtbar.



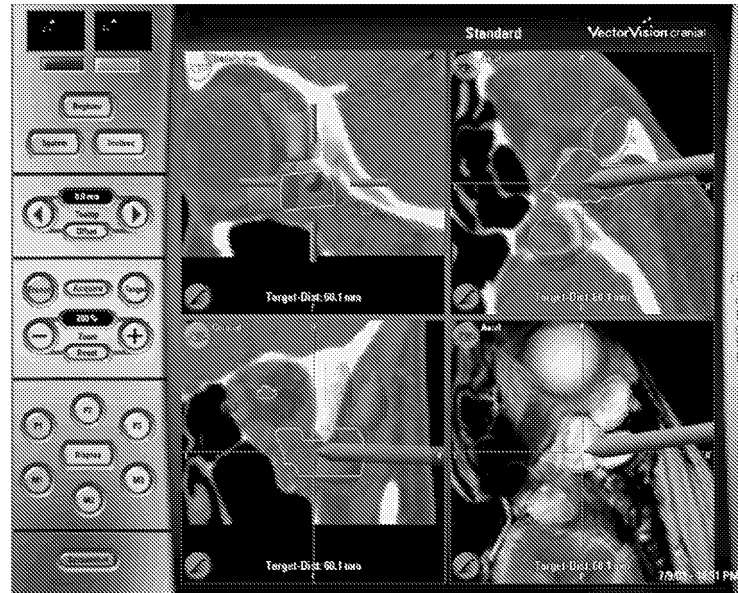
Plausibilitätsprüfung der korrekten 3-D-Orientierung durch Anfahren von anatomischen Landmarken erfolgte die Referenzierung eines navigierbaren Punktionssystems. Hierzu wurde der Punktionsnadel ein spezieller Tooladapter definierter Geometrie mit drei reflektierenden Kugeln aufgesetzt. In den multimodalen Echtzeitschnittbildern wurden die Nadelverlaufsrichtung sowie die Position der Nadelspitze in axialer, koronaler und sagittaler Richtung simultan angezeigt (Abb. 3). Unter Navigationskontrolle erfolgte die Punktion der Kavernen über eine Knochenlücke im Bereich der lateralen Orbitawand und nach Kontrastmitteldarstellung eine Sklerosierung.

### 3 Ergebnisse

Mit dem referenzierten Punktionssystem konnte der geplante Punktionsweg zur Zielstruktur möglichst kurz und unter Schonung umgebender Gefäße und Nerven verfolgt werden (Abb. 1, 3). Durch die Integration der bilddatengestützten Navigation war eine gezielte Punktion und Therapie tiefer kaverner Anteile im Bereich der Orbita komplikationslos möglich.

Mit der Korrelation der Bilddaten aus Computer- und Kernspintomografie konnte eine dreidimensionale Erfassung des Zielvolumens und die Ausdehnung in Relation zur individuellen Anatomie für eine minimal invasive perkutane Therapie genutzt werden.

**Abb. 3.** Aufnahme des Punktionsvorganges. Die Lage der Nadelspitze in der Kaverne kann exakt kontrolliert werden.



## 4 Diskussion

Venöse Malformationen können erfolgreich mit der interstitiellen Nd:YAG-Lasertherapie oder der Sklerosierungstherapie behandelt werden [1,2,3]. Das Therapiekonzept ergibt sich aus der interdisziplinären Zusammenschau aller klinisch relevanten Befunde [2]. Um tief gelegene Zielstrukturen für eine Sklerosierungstherapie zu erreichen, wird eine Punktionskanüle unter Bildwandler-Kontrolle in die Kaverne eingeführt und nach Kontrastmitteldarstellung mit hochprozentigem Alkohol sklerosiert [2,3]. Individuell muss jedoch anhand der Größe, Ausdehnung, anatomischen Region und der Hämodynamik über das auszuwählende Therapiekonzept entschieden werden [2]. Aus diesem Grunde müssen zunächst mittels bildgebender Verfahren (MRT, CT, Angiographie) die genaue Ausdehnung und Lokalisationen sowie die hämodynamischen Eigenschaften der Malformation bestimmt werden. In diesem Zusammenhang erscheint es besonders interessant, diese diagnostischen Schichtbilddaten für die interventionelle Punktion nutzbar zu machen. Die Anwendung der interstitiellen Therapie bei vaskulären Malformationen wurde bisher hauptsächlich mittels kernspintomographischer oder sonographischer Kontrolle durchgeführt [3,4]. Der Nachteil der Kernspintomographie ist der hohe technische Aufwand und die räumliche Trennung zum klinischen Operations- bzw. Interventionsbereich, während mit der Sonographie keine dreidimensionale Darstellung möglich ist. Ausgehend von den klinischen Erfahrungen mit der bilddatengestützten chirurgischen Navigation wurde ein navigierbares Punktionsystem entwickelt und erprobt. Als sehr hilfreich erwiesen sich hier auch die prätherapeutische Möglichkeit der Bilddatenfusion aus MRT

und CT sowie die Planung der Zielstrukturen und des Zugangsweges. Während der Intervention war der Umgang mit dem navigierbaren Punktionssystem einfach und vorteilhaft. Die automatische Anpassung der multimodalen Schnittbildebene an die Nadelverlaufsrichtung in annähernder Echtzeit erlaubte eine Punktionsführung, wie sie sonst nur mit Ultraschall oder MRT möglich ist [3,4]. Im Gegensatz zum Ultraschall muss beim navigationsgestützten Vorgehen keine Rücksicht auf die optimale Lage des Schallkopfes genommen werden.

## 5 Zusammenfassung

Bei der Durchführung komplexer Punktionen in anatomischen Risikoregionen erscheint das hier verwendete interaktive navigationsgestützte Vorgehen besonders wertvoll. Bilddatengesteuerte Präzisionspunktionen können unter diesen Bedingungen sicher angewendet werden. Dabei bieten die diagnostischen Schichtbilddaten wichtige morphologische Informationen, die nicht nur bei der Definition der Zielvolumina, sondern auch bei der Abgrenzung von Risikostrukturen äußerst hilfreich sind.

## Literaturverzeichnis

1. Cholewa D, Wacker F, Roggan A, et al. Magnetic resonance imaging: controlled interstitial laser therapy in children with vascular malformations. *Lasers Surg Med* 1998; 23:250–257
2. Ernemann U, Hoffmann J, Grönwäller E, et al. Hämangiome und vaskuläre Malformationen im Kopf- und Halsbereich: Differenzialdiagnostik, Klassifikation und Therapie. *Radiologe* 2003; 43:958–966
3. Hayashi N, Masumoto T, Okubo T, et al. Hemangiomas in the face and extremities: MR-guided sclerotherapy–optimization with monitoring of signal intensity changes in vivo. *Radiology* 2003; 226:567–572
4. Offergeld C, Schellong S, Hackert I, et al. Interstitielle Nd:YAG-Lasertherapie: Farbduplexsonographisch-gesteuerter Laser zur Therapie von Hämangiomen und vaskulären Malformationen. *HNO* 2003; 51:46–51
5. Taylor RH, Lavallee, S., Mösges, R. (eds.). *Computer-integrated surgery–Technology and clinical applications*. Cambridge: MIT Press, 1996