



R. Bale, Innsbruck

Navigationssysteme

Spielerei oder Zukunft in der „Interventionellen“?

Im interdisziplinären Stereotaktischen Interventions- und Planungs-Labor (SIP-Labor) an der Abteilung für Radiodiagnostik I (Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Werner Jaschke), Universitätsklinik Innsbruck, werden seit mehreren Jahren neue minimal-invasive interventionelle Eingriffstechniken entwickelt und evaluiert. Viele der neuen Verfahren wurden mittlerweile in die Routinebehandlung von Patienten integriert.

Nicht-invasive Fixierungssysteme entwickelt

Eine Arbeitsgruppe mit a.o. Univ.-Prof. Dr. Reto Bale, Gründer und Leiter des SIP-Labors, begann 1994 an der HNO-Klinik Innsbruck mit der Anwendung des ersten kommerziell verfügbaren Navigationssystems für computerunterstützte Nasennebenhöhlenoperationen. Navigationssysteme wurden ursprünglich für chirurgische Disziplinen (Neurochirurgie, Orthopädie, HNO,...) entwickelt, um Chirurgen die intraoperative Orientierung zu erleichtern und so kritische Strukturen wie Gefäße und Nerven zu schonen. Ähnlich wie das GPS in Autos liefern Navigationssysteme dem Chirurgen Echtzeit-Informationen über die Position des Instruments in Relation zu den vor der Operation aufgenommenen CT/MR/PET/SPECT-Bilddaten. Ein entscheidender Paradigmenwechsel wurde durch die Gruppe



Abb 1: Pfadplanung anhand von 2D- und 3D-rekonstruierten CT Daten für die Platzierung von 3 Radiofrequenznadeln und einer zentralen Biopsienadel in einem HCC

bereits 1995 eingeleitet. Die drei weltweit ersten Zielvorrichtungen für die Anwendung von Navigationssystemen nicht nur für die Orientierung mittels einer Sonde im Körper sondern auch für präzise Punktionen von außen wurden in

Innsbruck entwickelt und patentiert (Patentanmeldungen von Bale and Vogele). Damit konnten erstmals rahmenlose Navigationssysteme für stereotaktische Biopsien eingesetzt werden. Im Unterschied zur konventionellen Stereotaxie ist eine invasive Fixierung eines Stereotaxie-rahmens am Patienten nicht erforderlich. Statt invasiver Rahmen wurden von der Innsbrucker Arbeits-

gruppe in Kooperation mit der Firma Medical Intelligence (Schwabmünchen, Deutschland) nicht-invasive Fixierungssysteme für Einsätze im Kopfbereich (Vogele-Bale-Hohner (VBH) Kopfhalterung) sowie im Rumpfbereich (BodyFix) entwickelt und patentiert. Beide Systeme arbeiten mit dem Unterdruck-Prinzip.

Die VBH-Kopfhalterung funktioniert über einen individuellen Zahnabdruck, der am harten Gaumen über Unterdruck angebracht wird, das BodyFix über luftdurchlässige Kissen die den Patienten über Unterdruck komprimieren und so fixieren. Unter Verwendung von Navigationssystemen in Kombination mit verschiedenen Fixierungssystemen kann fast jeder

Punkt im Körper mit einer Genauigkeit im Millimeterbereich erreicht werden. Der Pfad wird anhand überlagerter 3D-CT/MR/PET/SPECT-Daten geplant. Die Kombination mehrerer überlagerter Modalitäten hilft bei der Detektion und Identifi-

kation von Tumorgewebe. Mittlerweile werden sowohl die Zielvorrichtungen als auch die Fixierungssysteme für den Kopf und den Rumpf von zahlreichen Kliniken weltweit für Gehirntumorbiopsie, Neuronavigation, Strahlentherapie, Angiographie, etc. verwendet.

Routinemäßiger Einsatz bereits etabliert

Vom SIP-Labor-Team werden routinemäßig u.a. folgende computer-unterstützten perkutanen Eingriffe im CT-Interventionsraum durchgeführt (z.T. in Zusammenarbeit mit den Abt. für Neurochirurgie, Unfallchirurgie, Orthopädie, Nuklearmedizin und Strahlentherapie):

1. Gewebeentnahme von Kopf bis Fuß für die histologische Aufarbeitung bzw. Keimbestimmung
2. Thermoablation von verschiedenen Tumoren (HCC, Lebermetastase, Nierenzellkarzinom, Osteoidosteom,...) und dem Trigeminusganglion (Trigeminusneuralgie)
3. Fraktionierte interstitielle Brachytherapie von HNO-, Knochen- und Weichteiltumoren
4. Perkutane retrograde Anbohrung von Knorpel-Knochen Läsionen (Osteochondrosis dissecans)
5. Perkutane Verschraubung von Beckenfrakturen
6. Computer-unterstützte Platzierung von Zahnimplantaten mittels Bohrschablone, die auf Basis von präoperativen CT Daten gefertigt wird

Grundsätzlich bieten computer- bzw. roboterunterstützte Punktionen folgende wesentliche Vorteile:

1. Zielstrukturen können auf Anhiemillimetergenau getroffen werden
2. Kritische Strukturen können mit Hilfe der 3D-Planung bzw. doppelt angulierten Zugängen geschont werden
3. Falls mehrere Nadeln platziert werden müssen, ist die Navigation der konventionellen Punktionstechnik in punkto Zeitaufwand überle-



Abb 2: Vorschieben der Radiofrequenzsonde durch die mit dem Navigationssystem eingestellte Zielvorrichtung bis zur geplanten Tiefe (am Navigationssystem ablesbar).

gen, da nur ein Kontroll-CT zur Verifikation der exakten Nadellage erforderlich ist

4. Die Rezidivhäufigkeit bei Z.n. Radiofrequenzablation ist proportional zur Größe des Tumors. Bei größeren Tumoren sind mehrfache Ablationen erforderlich. Die Ursache schlechter Ergebnisse bei großen Tumoren liegt in der unvollständigen Abdeckung des Tumolvolumens durch die einzelnen Nekrosebezirke. Bei einer schlechten Planung bzw. Realisierung der Pfade bleibt trotz der Verwendung mehrerer Sonden ein entsprechender Resttumor. Die computer-unterstützte Punktion ist für die ideale 3D-Verteilung von Radiofrequenzsonden (Nekrosearealen) in einem Tumor zur Abdeckung des gesamten Tumolvolumens von entscheidender Bedeutung

Weltweite Vorreiterrolle

Das SIP-Labor Team verwendet routinemäßig Navigationssysteme für interventionelle Eingriffe von Kopf bis Fuß und nimmt damit weltweit eine Vorreiterrolle ein. Es ist unserer Ansicht nach nur eine Frage der Zeit bis diese oder ähnliche Eingriffe auch in anderen Kliniken weltweit eingesetzt werden. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen

Navigationsexperten vom SIP-Labor und Spezialisten anderer Abteilungen ist der Schlüssel für die erfolgreiche Anwendung moderner Visualisierungs-, Navigations- und Robotertechniken und damit für eine verbesserte Patientenversorgung. Die chirurgischen Disziplinen haben das Potential der bildgestützten Interventionen erkannt. Die interventionelle Radiologie wird in Zukunft mit den chirurgischen Disziplinen verstärkt zusammenarbeiten. Bilddatenlose Operationstechniken werden durch kombinierte radiologisch-chirurgische Interventionen (z.B. Kombination aus computer-unterstützter Punktion und Laparoskopie) ersetzt werden.

Weitere Informationen und Videos (ORF Beiträge) finden Sie unter: <http://www2.uibk.ac.at/radiologie/eRadiology/> (Onlinebeiträge bzw. SIP-Labor)

Danksagung:

Der Autor bedankt sich bei folgenden Personen, die in die Entwicklung und/oder den klinischen Einsatz der SIP-Labor Technologien involviert sind:

SIP-Labor/Abt. für Radiologie I Innsbruck (Prof. Dr. W. Jaschke): Kovacs, Lang, Knoflach, Hinterleithner, Widmann, Haidu, Martin, Jaschke
 Medical Intelligence GesmbH: Vogele, Mueller, Jancker, Achleithner
 Abt. f. Strahlentherapie (Prof. Dr. P. Lukas): Sweeney, Nevinny
 Abt. f. Neurochirurgie (Prof. Dr. K. Twerdy): Eisner, Burtscher, Fiegele, Ortler
 Abt. f. Unfallchirurgie (Prof. Dr. M. Blauth): Hoser, Fink, Dolati, Rosenberger
 Abt. f. Orthopädie (Prof. Dr. W. Krismer): Rachbauer, Kaufmann, Biedermann
 Abt. f. Neurologie (Prof. Dr. W. Poewe): Trinko, Stockhammer, Unterberger, Dobsberger
 Abt. f. HNO (Prof. Dr. W. Gunkel): Thumfart, Freysinger
 Abt. f. Nuklearmedizin (Prof. Dr. R. Virgolini): Moncayo, Donnemiller, Gabriel, Kandler, Uprimny, Heute, Warwitz
 Abt. f. Chirurgie (Prof. Dr. E. Margreiter): Prommegger, Profanter, Oefner, Weiss, Mark
 Inst. f. Anatomie (Prof. Dr. H. Fritsch): Aigner, Longato, Künzel, Maurer

◆

Autor:
 Univ.-Prof. Dr. Reto Bale
 Leiter des SIP-Labor Innsbruck
 Abteilung für Radiodiagnostik I
 Universitätsklinik Innsbruck
 ra040520