

3D-Lasernavigation für hochpräzise interventionelle Eingriffe

Ein am Universitätsspital Basel erstmals klinisch eingesetztes 3D-Navigationssystem ermöglicht, dass interventionelle Eingriffe hochpräzise computertomografisch gesteuert werden können. Der mit entsprechender Lasertechnik und CT-Durchleuchtung ausgerüstete neue Tomograf erhöht die Patientensicherheit – bei verringerter Eingriffsdauer und Strahlenexposition. Im Rahmen der Inbetriebnahme wurde auch die Computertomografie (CT)-Abteilung umgebaut.

Zielgenau und sicher

Über einen Fusschalter bestimmt PD Dr. Christoph J. Zech die exakte Nadelposition. Der Leiter der Abteilung für Interventionelle Radiologie löst so eine Bildsequenz zur Überwachung des laufenden interventionellen Eingriffs aus, der Infiltration einer lumbalen Nervenwurzel. Auf dem Monitor des Computertomografen wird die Position der 0.7 mm dünnen Nadel präzise dargestellt. Bereits in der ersten Bildserie befindet sie sich exakt an der richtigen Stelle (vgl. Abb. 1). «Hier hilft uns das neue Lasernavigationssystem enorm», so Zech. Ein Laserstrahl hat zuvor die Einstichstelle und die Richtung der Nadel auf die Haut der Patientin projiziert und so den Nadelpfad visualisiert, entlang dessen der Radiologe das Instrument führen muss (vgl. Abb. 3a–c sowie Abb. 1 auf Seite 8). Die Einführtiefe der Nadel wird ebenfalls angezeigt. Positionsbestimmungen mit Hilfe von CT-Schichtbildern muss der Arzt nun deutlich seltener in Anspruch nehmen: «Bei einfacheren Eingriffen sind mitunter gar keine Zwischenkontrollen notwendig». Mit herkömmlicher Technik musste die Position der Nadel zwei- bis dreimal, bei komplexeren Interventionen sogar deutlich öfter kontrolliert werden.

Zudem ermöglicht es der neue Tomograf – zur Kontrolle der Nadellage –, CT-Durchleuchtungsbilder mit deutlich reduzierter Strahlenexposition auszulösen anstelle der bisherigen, mit einer höheren Strahlenexposition verbundenen CT-Schichtbilder. Dass der steril gekleidete Untersucher das CT-Gerät im Eingriffsraum direkt steuern kann, bedeutet eine weitere Zeitersparnis. «Bislang», so Zech, «mussten wir für jede Kontrolle aus dem Raum gehen, was pro Kontrolle zu einer Zeitverzögerung von jeweils 1–2 Minuten geführt hat. Diese Unterbrüche gehören nun der Vergangenheit an. Wir sind jedoch nicht nur schneller, die neue Technik erhöht auch die Sicherheit des Eingriffs für unsere Patienten.

Mit dem 3D-Navigationssystem können erstmals komplexe Zugangswege in allen Raumrichtungen ausserhalb der transversalen Schichtebene des CT-Systems, also horizontal zur Körperachse, realisiert werden. Interventionen können einfacher geplant werden, unsere Zielgenauigkeit wird erhöht und das Blutungsrisiko wird gesenkt.»

Strahlungsarme Technik

Die erwähnte Verringerung der Strahlendosis ist ein wichtiger Vorteil des seit Juni installierten Geräts. Diese wird erreicht, da durch die Lasernavigation und die CT-Durchleuchtung weniger Kontrollserien anfallen und die einzelne Serie mit einer geringeren Strahlenexposition einhergeht. Der neue Computertomograf arbeitet mit einem sehr viel sensitiveren Detektor – was eine weitere Reduktion der Strahlenexposition erlaubt – für Patienten und Mitarbeitende. So konnte z.B. im Vergleich zum Vorgängermodell die Dosis bei CT-gesteuerten Eingriffen an der Wirbelsäule im neuen CT um durchschnittlich 50 Prozent, von 3.9 auf im Durchschnitt 2.0 Millisievert gesenkt werden. Auch für die rein diagnostische Anwendung ist mit einer deutlichen Verringerung der Strahlenexposition zu rechnen, da das Gerät mit modernen iterativen Rekonstruktionsalgorithmen arbeiten kann und den erwähnten sensiblen Detektor enthält.

Eine weitere Innovation des neuen CT-Geräts ist zudem die Möglichkeit, die CT-Untersuchung in der Dual-Energy-Technik durchzuführen. Obgleich das Gerät nur mit einer Röntgenröhre arbeitet, ermöglicht die neuartige Technologie die simultane Bildgebung mit zwei unterschiedlichen Energieleveln mit den bekannten Vorteilen, z.B. exakte Quantifizierung der Jodaufnahme, virtuelle Nativbildgebung und Charakterisierung von renalen Konkrementen (vgl. Abb. 2a–b).

Umbau der CT-Zone

Der Weg zum neuen CT, das von den Abteilungen für Interventionelle Radiologie sowie für Interventionelle und Diagnostische Neuroradiologie (Leitung: Prof. Dr. Christoph Stippich) gleichermassen genutzt wird, war indes nicht ganz einfach, insbesondere für die Fachpersonen für medizinisch-technische Radiologie (MTRAs). Während des Umbaus von Februar bis Juli 2014 musste



Abb. 1: Das CT-Durchleuchtungsbild zeigt die untere Lendenwirbelsäule während einer Infiltrationstherapie im Querschnitt. Die Nadelspitze (grosser Pfeil) befindet sich im Bereich des Austritts der zu behandelnden Nervenwurzel. Die kleinen Pfeile markieren den Weg der Nadel durch das Gewebe. Die Nadellage in diesem Kontrollbild entspricht exakt der Planung durch das Lasernavigationssystem.

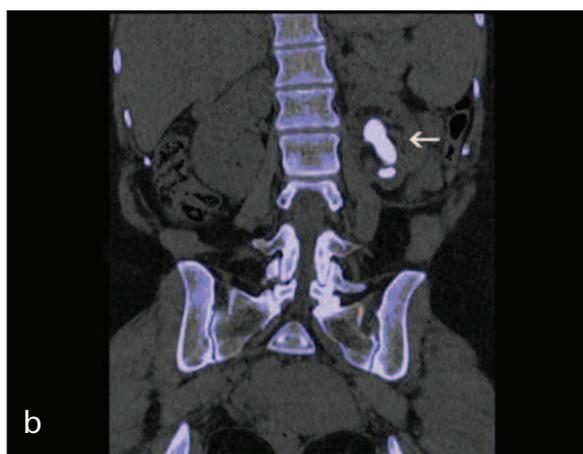
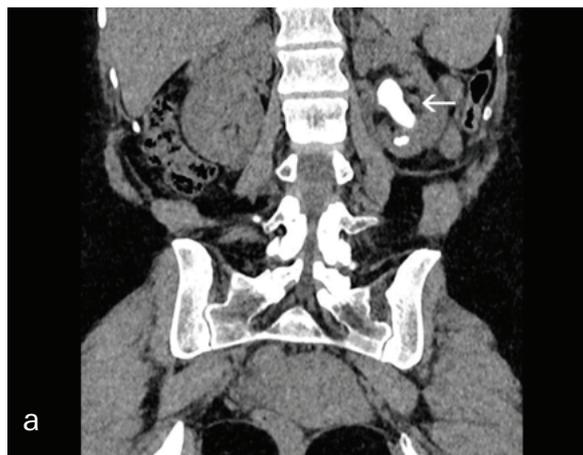
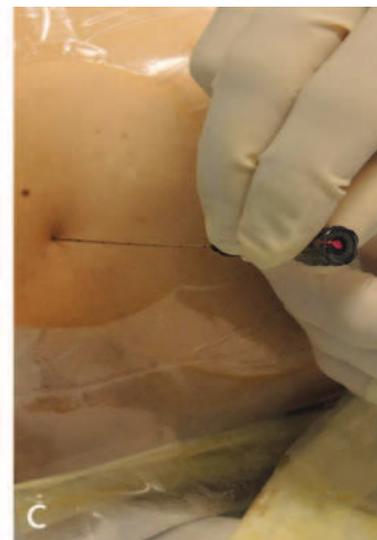
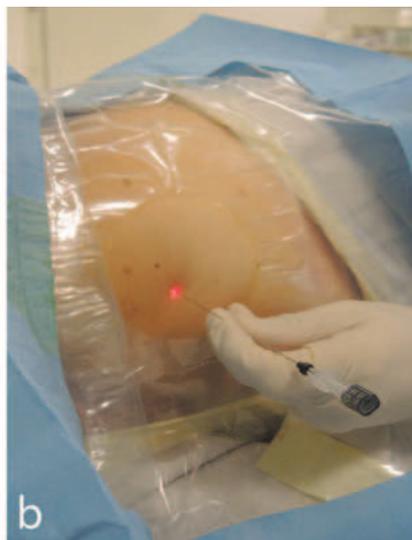


Abb. 2a–b (rechts): Natives, koronares CT-Schichtbild des Abdomens (a) mit einem grossen Ausgussstein in der linken Niere (Pfeil). In der Dual-Energy-Auswertung (b) ist der Stein ähnlich farbkodiert wie der mitdargestellte Knochen. Somit besteht er aus Kalziumsalz oder Zystin und nicht aus Harnsäure, was entsprechenden Einfluss auf die Therapie hat (im vorliegenden Fall handelte es sich um einen Zystinstein).

Abb. 3a–c (unten): Infiltrationstherapie der Nervenwurzel mit dem Lasernavigationssystem: Nachdem der Nadelpfad auf den CT-Planungsbildern durch den Radiologen bestimmt wurde, fährt der Laserkopf auf dem Bogen zur entsprechenden Position und projiziert einen Laserpunkt auf die Haut (a). Die Feinnadel wird an dieser Stelle in die Haut eingestochen (b), und dann entlang des Lasers ausgerichtet, so dass der Punkt mittig auf die Nadel projiziert wird. Die errechnete Eindringtiefe wird mit Hilfe von Abstandsmarkierungen auf der Nadel kontrolliert (c).



das Team um Géraldine Stadelmann erfinderisch werden. Anstelle von vier gut ausgelasteten Geräten standen nun noch deren drei zur Verfügung.

Funktionalität und Optik des CT-Bereichs haben sich dafür nun sehr verbessert; dies belegt nicht nur die Erweiterung der Umkleide- (6 anstelle von 4) sowie Vorbereitungsräume (4 statt 2). Positiv wird auch die offene

Anordnung und Gestaltung der Räumlichkeiten wahrgenommen. Die zentrale Position der Schalträume erlaubt eine zuverlässige Vorbereitung, Überwachung und Unterstützung der Patientinnen und Patienten. Obwohl die Räume als geschlossene Zone konzipiert wurden, wirken sie hell und freundlich, was Patienten entsprechend kommentieren.