

Punktlandung in der Leber

Medizin. Mit einer eigens entwickelten Methode – der stereotaktischen Radiofrequenzablation – operieren Innsbrucker Radiologen unter anderem Lebertumore, und das punktgenau und sehr erfolgreich.

Flug 1549 der US-Airways, New York City, 15. Januar 2009, 15:26 Uhr Ortszeit. Die Maschine mit 150 Passagieren und fünf Besatzungsmitgliedern, auf dem Weg nach Seattle über Charlotte, North Carolina, hebt vom Flughafen LaGuardia ab. Nur wenige Minuten später meldet Pilot Chesley Burnett („Sully“) Sullenberger der Flugsicherung: „Vogelschlag und Schubverlust in beiden Triebwerken.“ Eine Umkehr ist nicht mehr möglich, auch der Flughafen Teterboro im Bergen County, New Jersey ist nicht mehr zu erreichen – der Rest ist Fluggeschichte. Sullenberger entscheidet sich, die Maschine im Hudson River notzulanden – der Fluss ist südlich der 48. Straße in Manhattan etwa zwei Kilometer breit. Er steuert die blauweiße Maschine knapp über die George Washington Bridge hinweg und setzt um 15:32 Uhr auf den eiskalten Fluss auf, alle Passagiere und Besatzungsmitglieder überleben. Eine Landung wie aus dem Notfalllehrbuch: punktgenau und Leben rettend.

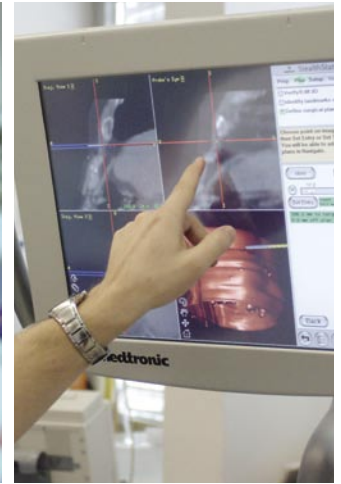
Punktgenau und Leben rettend ist auch die Operationsmethode, der sich der Mediziner Reto Bale verschrieben hat. Perkutane („durch die Haut hindurch“) stereotaktische („exakte dreidimensional gesteuerte“) Radiofrequenzablation („Verödung von Körpergewebe mit Hilfe von Wechselstrom“) nennt sich das Verfahren, welches das aus interventionellen Radiologen und Radiologietechnologen bestehende Team um Reto Bale vom Department für Radiologie der Medizinischen Universität Innsbruck (Leitung Univ.-Prof. Werner Jaschke) entwickelt hat und das seit 2003 eingesetzt wird. Und im Gegensatz zur üblicherweise durchgeführten Radiofrequenzablation (RFA), bei der die Nadel lediglich manuell

ultraschall- oder computertomografgezielt Richtung zu verödendem Gewebe gesteuert wird, kann die Innsbrucker Methode, die stereotaktische RFA, Zahlen aufweisen, die mit den Ergebnissen von chirurgischen Eingriffen, bei der ein Teil der Leber entfernt wird, nicht nur mithalten können. Seit 2003 wurden 722 Lebertumorbehandlungen bei 281 Patienten am – 1998 an der Radiologie gegründeten und von Reto Bale geleiteten – interdisziplinären SIP-Labor durchgeführt, und die erhobenen Langzeitdaten zeigen ein vielversprechendes Bild. Bei einer medianen Nachbeobachtungszeit – alle drei Monate mittels Computertomograf (CT) – von 13,4 Monaten bildete sich bei 94 Prozent der behandelten Tumore an der behandelten Stelle kein neuer Tumor mehr, die Morbidität betrug 13 Prozent, die Mortalität 1,1 Prozent. „Bis jetzt haben wir zum Beispiel 62 Patienten mit vom Dickdarmkrebs ausgehenden Lebermetastasen behandelt, die Überlebensrate nach fünf Jahren liegt da bei 40 Prozent. Das entspricht den publizierten chirurgischen Daten. Man muss natürlich berücksichtigen, dass wir im Vergleich zu den Chirurgen nicht die große Zahl an Patienten aufweisen können. Trotzdem sind die Zahlen beeindruckend, insbesondere auch deswegen, weil die Mehrheit unserer Patienten chirurgisch nicht mehr behandelt hätte werden können“, sagt Reto Bale.

PRÄZISE.

Schon Anfang der 90er-Jahre überlegte sich der damalige Medizinstudent Bale gemeinsam mit seinem Kollegen Michael Vogeles, wie man Navigationssysteme im operativen Bereich einsetzen könnte – sozusagen ein GPS für den Operationsvorgang. Ein me-

Präzisionsarbeit: Durch punktgenau gesetzte Nadeln wird mit Wechselstrom das Tumorgewebe zerstört.



dizinisches „Navi“, das dem Arzt den besten Weg – unter Schonung kritischer Strukturen wie Gefäße und Nerven – zum Ziel zeigt, sei es ein Tumor, ein Nervengeflecht oder ein Knochen, der nach einer Fraktur verschraubt werden muss. Und vor allem: Wie kann man den – aus den vor der Operation gewonnenen Bilddaten – berechneten Weg während des chirurgischen Eingriffs einsetzen bzw. mit den während der Operation gewonnenen Bilddaten vergleichen. „Das Grundproblem war, den Patienten während der Operation in die exakt gleiche Position zu bringen wie vor der

Operation, zum Beispiel im CT“, erläutert der Mediziner. Bale und Vogele überlegten, experimentierten und bastelten in ihren privaten Werkstätten. Und fanden die Lösungen. 1995 meldeten die beiden Medizinstudenten die weltweit erste Zielvorrichtung für stereotaktische Navigationssysteme und ein spezielles Fixiersystem für den Kopf – VBH HeadFix – zum Patent an.

„Beim VBH HeadFIX wird der Kopf des Patienten mit einem individuellen Oberkie-

fer-Zahnabdruck über Unterdruck am harten Gaumen fixiert“, beschreibt Bale das – weltweit in zahlreichen Kliniken eingesetzte – System. Der Patient trägt das Mundstück mit dem daran angebrachten Referenzrahmen während der CT-Untersuchung, mit den gewonnenen Bilddaten wird die Operation, zum Beispiel die Entfernung eines Gehirntumors,

der Zielvorrichtung und Operation, hält den Patienten während des gesamten Zeitraums in der gleichen Position. Für die SRFA wird der Patient mittels eines Vakuumsystems fixiert. Danach werden an der Hautoberfläche rund um die geplanten Eingriffspunkte Marker angebracht, kleine Metallkugeln, die dem Navigationssystem Anhaltspunkte über



„Die Genauigkeit der Punktion bei unserer Methode liegt bei durchschnittlich 3,6 Millimeter.“

Reto Bale, Department für Radiologie

virtuell geplant. Vor der Operation wird der Patient wieder in der gleichen Position fixiert, bestimmte Referenzpunkte auf dem Rahmen werden mit Referenzpunkten auf dem Bilddatensatz abgeglichen – der operierende Arzt kann also präzise arbeiten.

Unmöglich ist eine exakte Repositionierung allerdings bei Operationen im Rumpfbereich, um zum Beispiel einen Tumor aus der Leber zu entfernen – es sei denn, man kombiniert Bildgebung, Planung, Einstellung

die Position des Patienten geben. Als nächstes wird vom Patienten eine CT-Untersuchung durchgeführt – bei Operationen im Bereich von Organen, die sich während der Atmung verschieben, unter Vollnarkose. Während im CT die Bilddaten gewonnen werden, wird beim Patienten für wenige Sekunden die Atmung ausgesetzt. Die Bilddaten werden ausgewertet, das Zielobjekt, zum Beispiel ein vier Zentimeter großer Tumor in der Leber, wird genau lokalisiert.



Direkter Vergleich: Noch während der Patient in Narkose ist, können die CT-Bilder, die vor und nach dem Eingriff gemacht wurden, verglichen werden. Das linke Bild zeigt den Tumorherd vor der Operation, das mittlere Bild das verödete Gewebe (Tumor plus Sicherheitsabstand) nach der Ablation, das rechte Bild stellt die Überlagerung beider Bilder dar.



ERFOLGREICH.

Via Intranet werden die Daten an das Navigationssystem übertragen, um die genauen Pfade für die Punktionen zu planen – je nach Größe und Position des Tumors einer oder mehrere. „Wir suchen den idealen Weg, denjenigen also, der am genauesten zum Tumor hinkommt, der das umgebende Gewebe aber am besten schont. Das durch eine Einzelnadel erzielte Verödungsareal ist relativ klein. Daher können mit der Einnaedeltechnik nur sehr kleine Tumore sicher behandelt werden. Unsere Technik erlaubt die dreidimensionale Planung von mehreren Nadelpositionen. Durch die Stereotaxie können überlappende Verödungsareale berechnet und schließlich präzise umgesetzt werden. Somit kann gewährleistet werden, dass wirklich jede einzelne Tumorzelle erfasst wird. Zusätzlich können damit erstmalig auch sehr große Tumore mit hoher Sicherheit behandelt werden“, hält der interventionelle Radiologe Gerlig Widmann fest.

In der Zwischenzeit ist am Fixationssystem die Zielvorrichtung angebracht worden. Das Navigationssystem zeigt nun dem Arzt auf einem Monitor die aktuelle Position seines Instruments, in diesem Fall der Zielvorrichtung, im Vergleich zu den vor der Operation im CT aufgenommenen Bilddaten – die geplanten Pfade können auf den Grad genau eingestellt und die Zielvorrichtung arretiert werden. Während die dünnen Nadeln für die Radiofrequenzablation bis zur genau berechneten Tiefe in den Patienten vorgeschoben werden, wird bei diesem wieder für wenige Sekunden die Atmung ausgesetzt, damit die Wege auch tatsächlich genau den geplanten Pfaden entsprechen. „Der Unterschied der Leberposition während der CT-Aufnahme und während der Operation beträgt im

Schnitt 1,4 Millimeter. Und die Genauigkeit der Punktion liegt bei 3,6 Millimeter. In kritischen Fällen nähern wir uns auf 20 Millimeter, kontrollieren noch einmal nach und können im Eventualfall noch manuell korrigieren“, beschreibt Widmann die präzise Arbeit. Durch die Sonde wird nun elektrische Energie in das Gewebe eingeleitet. Es kommt zur Umwandlung der Energie in Hitze, das Tumorgewebe mit dem notwendigen Sicherheitsraum wird zerstört.

„Wir können auch direkt im OP, während der Patient noch in Narkose ist, unsere Planungsbilder mit den Kontrollbildern vergleichen. Sollten wir feststellen, dass wir das Tumorgewebe mit zu wenig Sicherheitsabstand zum gesunden Gewebe verödet haben, können wir noch nachjustieren“, zählt Bale noch einen weiteren Vorteil der Operationsmethode auf. Außerdem verbleiben nach dem minimalinvasiven Eingriff nur die kleinen Narben des Einstichs, die Patienten können im Schnitt nach drei bis fünf Tagen das Krankenhaus verlassen. Neben den beeindruckenden Langzeitdaten kann das Innsbrucker Radiologenteam auch auf andere Erfolge verweisen: Tumore mit einer Größe von 13 Zentimeter konnten entfernt werden, schwierige Eingriffe, die für die Chirurgie nicht möglich gewesen wären, konnten durchgeführt werden. Wobei Bale festhält: „Es gibt Situationen, in denen der chirurgische Eingriff der einzig richtige ist.“ Das Innsbrucker SRFA-Verfahren wird inzwischen auch international wahrgenommen. Neben wissenschaftlichen Publikationen und Kongressteilnahmen sind es besonders Anfragen anderer Kliniken, welche die Methode übernehmen wollen, die für die punktgenauen Operationen sprechen.

ANDREAS HAUSER

DIE OPERATION

Zuerst wird der Patient ins vakuumbasierte Fixationssystem eingebettet (Bild 1), anschließend kommt der Patient mit Markern in den Computertomografen (Bild 2). Nachdem der Tumor am Bildschirm lokalisiert wird, werden am Monitor die Marker auf dem CT-Datensatz definiert (Bild 3). Anhand dieser Orientierungspunkte werden die optimalen Pfade für die Sonden gewählt. Als nächstes wird das Navigationsinstrumentarium am Fixationssystem angebracht (Bild 4). Danach werden die Nadeln – exakt dem Pfad entsprechend – durch die Zielvorrichtung vorgeschoben (Bild 5). Nachdem alle Nadeln positioniert sind, wird eine Spezialsonde durch die Nadel genau zum Tumor geführt, mit Wechselstrom wird das Tumorgewebe verödet (Bild 6). Nach dem Eingriff bleiben nur kleine Stiche zu sehen (Bild 7).