

## Onkologie - Hämatologie

2. Jahrgang · Nr. 6 · 73497 · November 2007

### TOP-THEMEN

WAS ICH BRAUCHE, IST EINE  
MAMMACA QUALITÄTSSICHERUNG



#### AGO-Mamma: die neue Analyse

Wie gut ist die Brustkrebs-  
therapie? Welche Defizite  
bestehen? 3

#### NSCLC im Stadium III: Wie behandeln?

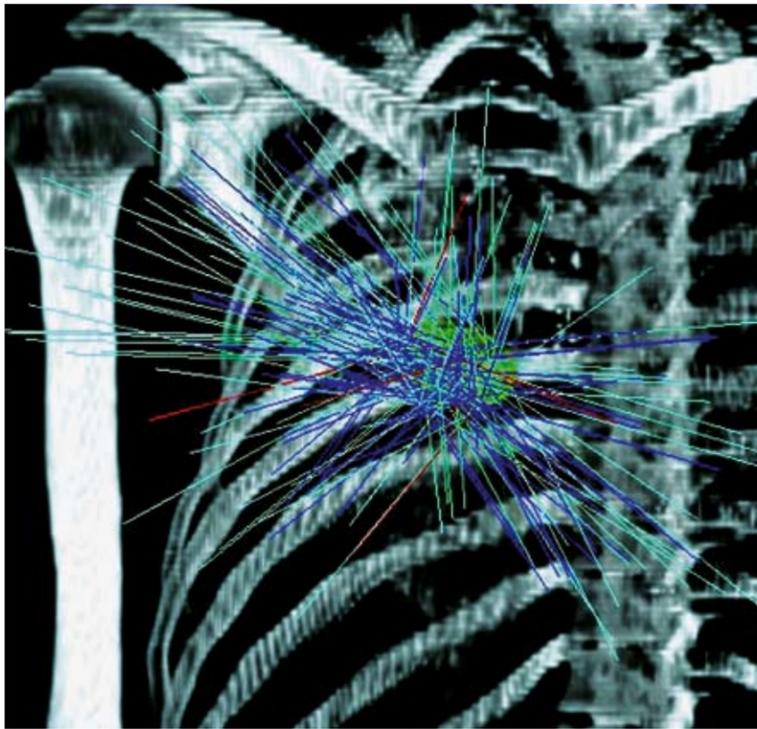
Die gleichzeitige Radio-  
chemotherapie verbessert  
das Überleben der Pati-  
enten. 17

#### Multiples Myelom: die Fortschritte

Wird das Multiple Myelom  
dank neuer Substanzen zu  
einer chronischen Erkran-  
kung? 27

# Die Roboter kommen: Op. ohne Skalpell

## Radiochirurgisch gegen inoperable Tumoren



Die Software des Cyberknife-Roboters berechnet selbstständig die optimale Bestrahlung – 100 bis 150 einzelne Strahlen pro Sitzung sind dabei typisch. Foto: Accuray Incorporated

Deutsche Chirurgen bekommen Konkurrenz: Ein Roboter in München entfernt selbst schwer zugängliche Tumoren schmerzfrei und ambulant. Das sogenannte Cyberknife nutzt die präzisen Bewegungen eines Roboterarms, um ein Krebsgeschwür aus über hundert Richtungen zu bestrahlen. Dem Patienten wird weder ein Rahmen aufgesetzt noch muss er seine Atmung kontrollieren. Im Gegenteil: Der Roboter atmet und bewegt sich mit – ständig kontrolliert von mehreren Röntgen- und Infrarot-Kameras. Zu den Einsatzgebieten des Geräts zählen Gehirn, Wirbelsäule, Lunge und Leber. Die Erfinder des Cyberknifes wollen das System jedoch noch für weitere Organe fit machen. Neben onkologischen Therapien haben sie dabei auch kardiologische und funktionelle Störungen im Visier. Grundsätzlich ist jeder Bereich, der bislang der Chirurgie vorbehalten war, ein mögliches Betätigungsfeld für die Roboter, lautet die Devise. 4

### Kommentar

## Vorausschauend behandeln

Krebspatienten leiden nicht nur unter ihrer Erkrankung, sondern in ganz erheblichem Maße auch unter deren Therapie. Mit diesen Problemen darf man die Betroffenen aber nicht alleinlassen. Vielmehr gilt es, absehbare Folgen wie etwa die Fatigue bei einer Chemotherapie wahrzunehmen. Ein solches Vorgehen setzt eine gute Kommunikation zwischen Arzt und Patient voraus und daran hapert es oft.

Leider meinen heute viele Ärzte, für eine gute Kommunikation keine Zeit zu haben. Eine schlechte Kommunikation ist durch die auftretenden Komplikationen, die später aufwendiger behandelt werden müssen, viel zeitintensiver. Es ist deshalb dringend notwendig, intensiver mit den Patienten zu sprechen, um die



Privatdozent  
Dr. Jens Ruffer  
Vorsitzender  
der Deutschen  
Fatigue-  
Gesellschaft, Köln

sich anbahnenden Probleme im Umfeld einer Tumorerkrankung vorausschauend zu erkennen und behandeln zu können.

Das heißt aber nicht, dass man vorsorglich schon behandeln sollte, sondern: dass man den Patienten mit seinen aktuellen und mit den sich möglicherweise anbahnenden Problemen – wie beispielsweise einer Tumorfatigue – wahrnimmt, um im Falle eines Falles rasch adäquat reagieren zu können.

## Neuer EBM zum 1. Januar 2008

### Zuschläge weg: Gemeinschaftspraxen müssen umdenken

Fachgleiche Gemeinschaftspraxen (GP) verlieren mit dem neuen EBM ab 1. Januar ihre Zuschläge. Das passiert fachübergreifenden GP und Medizinischen Versorgungszentren (MVZ) zwar auch – doch im Gegenzug darf jeder in der fachverschiedenen GP oder im MVZ vom Pati-

enten persönlich kontaktierte Arzt seine volle Pauschale abrechnen. Für MVZ oder größere GP verschlechtert sich also die Vergütung für das reine Vorhalten eines interdisziplinären Angebotes und verbessert sich, wenn es tatsächlich vom Patienten wahrgenommen wird. 34

Holen Sie sich Unterstützung bei Ihrer Abrechnung im Praxisalltag und bestellen Sie Ihr persönliches Exemplar des **EBM-Gebühren-Handbuches 2008 zum Vorzugspreis** (bis zum 15.12.2007). Details Seite 34



# Roboter-Radiochirurgie: Krebstherapie in der Mittagspause

Das Cyberknife in München entfernt schwer zugängliche Tumoren – für den Patienten verläuft die Behandlung ambulant, schmerzfrei und angenehm schnell

## Direkt vor Ort



**MÜNCHEN – Ein Roboter aus der Autofabrik, ein leichter Linearbeschleuniger und eine präzise Software – fertig ist das Cyberknife. Mit dem Hightechgerät lassen sich selbst inoperable Tumoren in Gehirn und Wirbelsäule entfernen. Inzwischen wagen sich die behandelnden Ärzte damit auch an Lunge, Leber und Prostata.**

Licht in wechselnden Farben scheint auf den 16-jährigen Patienten, im Hintergrund läuft seine Lieblingsmusik. Ruhig atmend harret der Jugendliche auf einer schwarzen Liege aus, während ein mannshoher Roboter ihn „beschnuppert“. Nach anderthalb Stunden ist es vollbracht: Der Schüler kann zurück zum Unterricht gehen – der Tumor in seiner Wirbelsäule ist zerstört.

## Mit 600 cGy pro Minute gegen den Tumor

Der Roboter steht im Europäischen Cyberknife Zentrum München-Großhadern, wo er seit Juli 2005 mehr als 1000 Patienten von Krebs befreit hat. Ursprünglich wurde der mechanische Arm für den Automobilbau konzipiert. Doch die Entwickler der Cyberknife-Technologie montierten statt eines Schweißgeräts einen kleinen Linearbeschleuniger an das Ende. Mit einer maximalen Dosisrate von 600 cGy pro Minute schießt der Roboter damit auf Tumoren. Der Vorteil dieser Konstruktion: Durch die präzisen Bewegungen und eine intelligente Software kreuzen sich die einzelnen Strahlen nur im Krebsgeschwür – aus bis zu 1200 Richtungen. Gesundes Gewebe bleibt verschont.

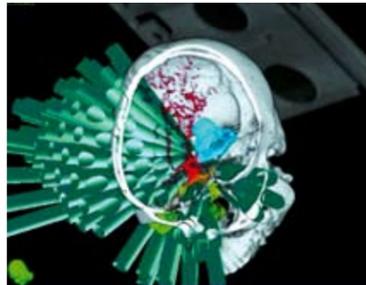
Die eigentliche Behandlung dauert 60 bis 90 Minuten. In der Regel reicht eine einzelne Sitzung, um den Tumor zu beseitigen – die Therapie lässt sich jedoch auch auf zwei bis fünf Termine verteilen. Für den Patienten ist die Behandlung sehr angenehm: Sie verläuft schmerzfrei, berührungslos und ambulant. „Der Patient kann direkt nach der Sitzung Tennis spielen gehen“, sagt Privatdozent Dr. ALEXANDER MUACEVIC, Leiter des Münchener Cyberknife Zentrums. „Die Photonen schädigen das Erbgut der Tumorzellen – das kranke Gewebe wird dann langsam über Wochen und Monate abgebaut.“

Die eigentliche Arbeit liegt bei den Ärzten und beginnt einige Tage vor der Behandlung. Hochauflösende CT-Bilder dienen dabei als Grund-

lage, um die Therapie zu planen. Je nach Tumorart ziehen die Kollegen auch fMRT\* - oder PET\*\* -Scans zurate. Die Cyberknife-Software kombiniert alle Daten zu einem dreidimensionalen Abbild des betroffenen Gewebes. Das erlaubt es den Therapeuten, die Tumorgrenzen anzugeben und die gewünschte Strahlendosis festzulegen. Darüber hinaus ist es möglich, empfindliche Bereiche wie beispielsweise die Augen zu markieren. Der Computer berechnet anschließend selbstständig den optimalen Strahlengang, um die maximale Wirkung im Tumor zu erzielen und gesundes Gewebe zu schonen – typisch sind zwischen 100 und 150 Strahlen pro Sitzung.

## Herzschrittmacher können isoliert werden

Neben sensiblen Organen können auch Herzschrittmacher oder Titanschrauben von der Bestrahlung ausgenommen werden. Sie dienen der Software gleichzeitig neben knöchernen Strukturen als Marker, mit denen sich die Position des Patienten während der Behandlung bestimmen lässt. Jedes Mal, wenn der Roboter eine neue Position eingenommen hat, erstellen zwei Röntgenröhren über der Patientenliege stereoskopische Aufnahmen. Diese werden an die Steuerungssoftware des Cyberknife weitergeleitet und die Position des Roboters entsprechend angepasst. „Die Strahlenbe-



Aus bis zu 1200 verschiedenen Richtungen kann der Cyberknife-Roboter Tumoren bestrahlen. Die Software berechnet selbstständig die optimalen Strahlengänge.

Quelle: Accuray Incorporated

lastung durch das Ortungssystem entspricht etwa der einer zusätzlichen Computertomographie“, so Dr. Muacevic. Erst durch die exakte Positionsaufnahmen erreicht das Cyberknife seine hohe Genauigkeit von 0,4 bis 0,5 mm.

Tumoren in Gehirn und Wirbelsäule behandelt das Cyberknife-Team inzwischen ohne zusätzliche Marker vollständig nicht-invasiv. Hauptindikatoren sind Hirnmetastasen, Akustikusneurinome und Schädelbasismeningeome. Inzwischen zählen auch gut- und bösartige Tumoren der Wirbelsäule, arteriovenöse Malformationen und Schmerzbehandlungen bei Trigeminusneuralgie zu den Einsatzgebieten.

Entscheidend für eine positive Indikation sind Größe und Anzahl der Tumoren: Im Bereich des ZNS

sollte der Durchmesser weniger als 2 cm betragen, in anderen Körperregionen maximal 3–4 cm. Es sollte sich um singuläre, gut abgrenzbare Tumoren handeln.

Dr. Muacevic und sein Team entfernen Geschwüre auch aus beweglichen Organen. Derzeit fixieren sie dazu noch 5 mm große Metallmarker ambulant perkutan im Bereich des Tumors. Langfristig sollen jedoch auch Lunge, Leber und Prostata ohne Eingriff behandelt werden können – ein Kamerasystem überwacht dann die Atembewegungen des Patienten und der Roboter wippt entsprechend mit. Atempausen oder Gating-Techniken sind beim Cyberknife-System schon jetzt überflüssig.

Der Erfolg gibt dem Strahlenroboter recht: Die lokale Kontrolle liegt in der Regel bei über 90 %, in Rückenmark und Gehirn oft sogar bei 97 %. Dies ist allerdings auch der sorgfältigen Auswahl der Patienten und Tumorentitäten geschuldet. Die Münchener Cyberknife-Pioniere sehen den Roboter insgesamt als Alternative zur klassischen Chirurgie und nicht zur konventionellen Radiotherapie. Durch seine schonende Arbeitsweise empfiehlt er sich besonders für die Behandlung von älteren und geschwächten Patienten und bislang inoperablen Tumoren.

Fabian Seyfried

\* funktionelle Magnetresonanztomographie  
\*\* Positronenemissionstomographie



Der Cyberknife-Roboter hat 35 000 Brüder in Deutschland – doch er ist der einzige, der Menschen statt Autos behandelt.

Quelle: Accuray Incorporated

## Pro Patient 7000 bis 10 000 Euro – bereits mehrere Kassen übernehmen die Kosten



**Im Interview:**  
Privatdozent  
Dr. Alexander  
Muacevic  
Europäisches  
Cyberknife Zentrum,  
München-Großhadern

## Warum gibt es in Deutschland nur ein Cyberknife Zentrum, während die Technik im Ausland weiter verbreitet ist?

**Dr. Muacevic:** Die Medizin in Deutschland ist sehr konservativ. Alles Neue wird zunächst mit Skepsis betrachtet. Die USA stehen neuer Technik offener gegenüber – und dort gibt es derzeit etwa 70 solcher Zentren, Ende des Jahres werden es 100 sein.

Es hat jedoch auch etwas mit dem „Reimbursement“, der Kostenerstattung, zu tun. Beispielsweise kommt in Italien der Staat für die Behand-

lung auf. Deswegen ist die Roboter-Radiochirurgie dort europaweit am stärksten vertreten.

## Wer bezahlt in Deutschland die Behandlung mit dem Cyberknife-Roboter?

**Dr. Muacevic:** Die Kosten liegen bei 7000 bis 10 000 Euro pro Patient. Bis jetzt übernehmen die AOK Bayern, zahlreiche BKKs, die LKK und die Deutsche BKK als einzige überregionale gesetzliche Krankenkasse die Behandlungskosten. Private Versicherungen zahlen in der Regel ebenfalls.

## Kommen trotz der Kosten genug Patienten zu Ihnen?

**Dr. Muacevic:** Derzeit behandeln wir etwa 500 Personen pro Jahr – damit ist das Münchner Zentrum eines der Patienten-stärksten der Welt. Das entspricht einer Auslastung von 70 %. Wir rechnen damit, dass die Investitionen von sieben Millionen

Euro in zehn Jahren ausgeglichen sein werden.

## Welche Erfahrung haben Sie mit der Technik gesammelt? Ist sie zuverlässig?

**Dr. Muacevic:** Das Cyberknife ist ein sehr komplexes System mit speziell zugeschnittener Computerhardware und Software. Bis jetzt hatten wir dennoch nur 2 % Ausfallzeit mit dem Gerät.

Der Wartungsvertrag mit dem Hersteller ist leider sehr teuer. Dafür tauscht die Firma das System aus, wenn eine neue Version auf den Markt kommt. Wir bleiben also immer auf dem neuesten Stand der Technik.

## Derzeit bauen verschiedene deutsche Kliniken Protonenzentren. Protonen und Schwerionen versprechen wie das Cyberknife, das gesunde Gewebe zu schonen. Wieso setzen Sie auf den Roboter?

**Dr. Muacevic:** Protonen gibt es seit über 50 Jahren – technologisch ist das Prinzip veraltet, auch wenn die Protonen im physikalischen Bereich Vorteile haben, die bei bestimmten Behandlungen ihre Berechtigung finden. Der Bau einer solchen Anlage ist mit einem immensen Aufwand und Kosten im Bereich von 150 Millionen Euro verbunden, die dann erwirtschaftet werden müssen. Zudem fehlt den Protonenquellen die Dynamik eines Roboters wie Cyberknife. Wir können bewegte Organe wie die Lunge behandeln, ohne dass der Patient narkotisiert oder fixiert werden muss – der Roboter bewegt sich mit. Das klappt mit Protonen nicht. Allerdings kann man diese beiden Techniken nicht wirklich vergleichen, weil es unterschiedliche Behandlungsindikationen gibt. Das Schöne an der Cyberknife-Technologie ist, dass man sie sehr flexibel einsetzen kann und sie ständig weiterentwickelt wird.