

Behandlung von Lungentumoren: hochpräzise und effiziente Radiochirurgie

Dank der Kombination aus kompaktem Linearbeschleuniger und Bildführungssystem steht das robotergestützte CyberKnife System für sehr gute Behandlungsergebnisse selbst bei Tumoren, die sich mit der Atmung bewegen.

Michaela Biedermann-Hefner, Berlin

Um Tumore effektiv radio-onkologisch behandeln zu können, bedarf es moderner Therapieverfahren, die auf die individuellen Beschaffenheiten des jeweiligen Tumors zugeschnitten sind. Mit seinen innovativen Strahlentherapiensystemen CyberKnife und TomoTherapy kommt das Unternehmen Accuray genau dieser Behandlungsanforderung

nach: Das radiochirurgische CyberKnife System verabreicht sehr hohe Strahlendosen exakt an vorzugsweise kleinere, auch atembewegliche Tumore, die nur schwer zugänglich sind und deren Bewegung für herkömmliche Systeme eine Herausforderung darstellt. Mit dem TomoTherapy System, das die intensitätsmodulierte Strahlentherapie (IMRT) voll-integriert über die tägliche 3D-Bildkontrolle steuert, können demgegenüber vor allem fortgeschrittene,

komplex geformte oder sehr lange Bestrahlungsvolumen behandelt werden. Das System arbeitet dabei mit einem einzigartigen Design auf CT-Scannerbasis, bei dem die Bestrahlung kontinuierlich spiralförmig rund um den Patienten erfolgt. Die tägliche Bildkontrolle der TomoTherapy, die bei herkömmlichen Systemen unüblich ist, sorgt zudem dafür, dass die Dosis auch dort appliziert wird, wo sie geplant ist.



Die bildkontrollierte Robotersteuerung des Systems bewegt den Bestrahlungskopf an die vorberechneten Positionen, von denen aus der Tumor jeweils für wenige Sekunden bestrahlt wird, und adjustiert die Strahlrichtung.

Das CyberKnife System: Höchste Präzision dank innovativer Computertechnologie und Echtzeit-Bildführungssystem

Das CyberKnife zeichnet sich gegenüber der herkömmlichen Strahlentherapie vor allem durch seine Präzision aus: Dank der Kombination des robotergesteuerten Linearbeschleunigers mit einem exakten Bildführungssystem werden Patienten- und Tumorbewegungen in Echtzeit aufgezeichnet und die Ausrichtung des Behandlungstrahls automatisch korrigiert. So können selbst chirurgisch schwer zugängliche und als inoperabel geltende extra- oder intrakranielle Tumore im Submillimeterbereich genau therapiert werden – und dank hoher Strahlendosen in nur einer bis fünf Behandlungssitzungen bei gleichzeitig maximaler Schonung des angrenzenden, gesunden Gewebes. Für diese Schonung muss man mit dem CyberKnife, anders als mit herkömmlichen Linearbeschleunigern, keinen Kompromiss hinsichtlich der Tumordosis machen. Dabei ist die nicht-invasive Methode nicht nur völlig schmerzfrei für den Patienten, aufgrund seiner Präzision kann zudem auf immobilisierende stereotaktische Rahmen während der Therapie verzichtet werden.

Die radiochirurgische Behandlung mit dem CyberKnife ist indiziert, wenn ein behandlungsbedürftiger, scharf abgrenzbarer Tumor vorliegt und die Läsion nicht über eine bestimmte Größe hinausgeht. Inwieweit eine Behandlung mit dem CyberKnife System erfolgen kann, wird anhand bestimmter Kriterien festgestellt. Dabei werden alle individuellen Faktoren des Betroffenen in die Entscheidung aufgenommen. Radiochirurgisch tätige Ärzte planen danach die Maßnahmen für das weitere Vorgehen. Nach der Aufstellung des Behandlungsplans dauert die Sitzung je nach Konfiguration des Tumors eine halbe bis eineinhalb Stunden, danach kann der Patient das Zentrum wieder verlassen.

Für folgendes Patientenkontingent ist die Behandlung mit dem CyberKnife System geeignet:

- Eine Operation wäre aufgrund des Alters, der Begleiterkrankungen, der Lage des Tumors sowie dem Narkose-Risiko nur bedingt durchführbar.
- Der Patient möchte keinen offenen Eingriff oder alternative Therapieoptionen, sondern eine radiochirurgische Behandlung.
- Eine konventionell fraktionierte Strahlentherapie ist hinsichtlich der Strahlenresistenz des Tumors weni-

ger effektiv oder kann wegen einer strahlentherapeutischen Vorbehandlung nicht mehr durchgeführt werden.

- Die Belastung durch eine mehrwöchige Strahlentherapie ist für den Patienten nicht hinnehmbar.

Das Behandlungsspektrum des CyberKnife ist breit gefächert. Das System eignet sich besonders für die Bestrahlung kleiner Tumore sowie bei Tumorresten oder Rezidiven nach einer Operation. Hinzu kommen Tumorrezidive nach einer konventionellen Strahlentherapie sowie eine Nachbestrahlung der Resektionshöhle nach einer Metastasenentfernung. Außerdem kann die radiochirurgische Methode zur Behandlung von solitären Lymphknoten-Metastasen, zur Boostbehandlung nach konventioneller Strahlentherapie und zur erneuten Bestrahlung nach einer konventionellen Strahlentherapie eingesetzt werden.

Bis heute wurden mehr als 100.000 Patienten auf der ganzen Welt mit diesem System behandelt. Dazu zählen auch Tumore im Bereich der Lunge.

Effektive Behandlung von Lungentumoren erfordert präzise Behandlungsoptionen

Das Bronchialkarzinom zählt in Deutschland mit einer Neuerkrankungsrate von über 50.000 pro Jahr zu den häufigsten bösartigen Krebserkrankungen. Dabei stellt es bei Männern die häufigste, bei Frauen die dritthäufigste krebserkrankungsbedingte Todesursache dar [1]. Bei der Behandlung von Lungentumoren wird nach der histologischen Einteilung in nicht-kleinzellige (Non Small Cell Lung Cancer, NSCLC) und kleinzellige (Small Cell Lung Cancer, SCLC) Lungenkarzinome differenziert. Der überwiegende Anteil der Lungenkarzinome, etwa 80%, sind nicht-kleinzellig. Sie werden in den meisten Fällen operativ entfernt und, falls erforderlich, noch einer adjuvanten Therapie unterzogen, wobei zentrale Tumore jedoch zumeist nicht konventionell bestrahlt werden können. Die kleinzelligen Lungenkarzinome hingegen machen eine Chemo- und Strahlentherapie erforderlich.



Die Planungs-Software erstellt aus 2.000 möglichen Einstrahlrichtungen die optimale Strahlenverteilung zur Behandlung des Tumors.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass besonders bei Patienten mit einem schlechten Allgemeinzustand und eingeschränkter Lungenfunktion konventionelle Behandlungen wie die chirurgische Tumorentfernung nur schwer realisierbar sind. Die häufig eingesetzten konventionellen, langfristigen Strahlentherapien bergen hingegen oftmals das Risiko, nicht nur den Tumor, sondern auch die angrenzenden, lebenswichtigen Organe zu schädigen.

Aufgrund seiner Präzision und der damit verbundenen Möglichkeit zur Applikation hoher Strahlendosen bietet das CyberKnife Patienten hier eine Behandlungsalternative. Gerade beim Bronchialkarzinom, bei dem sich durch die Atmung die Tumore mitbewegen, kann das CyberKnife dank seines sogenannten „Synchrony Systems“ Ungenauigkeiten reduzieren: Denn der Roboter wird dank des Bildführungssystems jederzeit mit der Atem- und zugleich der Tumorbewegung des Patienten synchronisiert, die Strahlrichtung dabei kontinuierlich adjustiert – und das ohne den Patienten in seiner Atmung einzuschränken. Damit wird eine Immobilisierung während der Therapie überflüssig, was die Behandlung für viele Patienten wesentlich angenehmer gestaltet. Hinzu kommt, dass dieses Verfahren aufgrund seiner Präzision und damit der maximalen Schonung des umgebenden Gewebes hinsichtlich der Nebenwirkungen eindeutig im Vorteil ist. Diese Präzision ist es auch, mit deren Hilfe das CyberKnife zum Beispiel NSCLC-Patienten, die nach einer konventionellen Strahlentherapie und erneutem Rezidiv als austherapiert gelten würden, eine weitere Behandlungsoption eröffnet.

Studienergebnisse belegen Behandlungserfolg mit CyberKnife System

Die Behandlungsvorteile speziell bei Lungentumoren, bei denen das radiochirurgische System erfolgreich eingesetzt werden kann, wurden in zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten belegt. So auch im Rahmen der Anfang 2012 veröffentlichten Studie „Outcome



Das „Synchrony System“, das den Roboter mit der Atem- und zugleich Tumorbewegung des Patienten synchronisiert, ermöglicht eine kontinuierliche Adjustierung des Strahlenkopfes, ohne dass der Patienten in der Atmung eingeschränkt werden muss.

of four-dimensional stereo-tactic radiotherapy for centrally located lung tumors“ von Dr. Joost J. Nuyttens et al. (Erasmus MC – Daniel den Hoed Cancer Center in Rotterdam) [2].

Hierbei wurden 56 Patienten, davon 39 mit primären und 17 mit metastasierenden Tumoren, die einen inoperablen Tumor aufwiesen oder für andere Therapieoptionen wie Chemotherapie oder operative Eingriffe nicht geeignet waren oder diese ablehnten, mit dem CyberKnife System behandelt. Dabei wurden 15 Tumore, die in der Nähe des Ösophagus lokalisiert waren, mit 6 Fraktionen von 8 Gy bestrahlt, alle weiteren Tumore in der Regel nach folgendem Schema: 5 Fraktionen mit je 9 Gy (n = 6), 5 Fraktionen mit je 10 Gy (n = 15) und schließlich 5 Fraktionen mit je 12 Gy (n = 22).

Die Ergebnisse nach einem Jahr zeigten dabei für die gesamte Studiengruppe eine lokale Tumorkontrollrate von 91%. Diese lag nach zwei Jahren noch bei 76%. Hinsichtlich der Nebenwirkungen machte die Auswertung deutlich, dass es im Rahmen der Behandlung zu keinen schwerwiegenden Komplikationen wie Akuttoxizitäten einer Grad 3 Oe-

sophagitis gekommen war, ebenso wenig zu einer Grad 4 oder 5 Toxizität.

Anhand der guten Studienergebnisse konnte damit gezeigt werden, dass das CyberKnife System auch bei den sonst oft schwierig behandelbaren zentralen Lungentumoren, die sich mit der Atmung bewegen können, eine wichtige und effektive Behandlungsoption unter maximaler Schonung der umgebenden lebenswichtigen Organe darstellt.

Auf die hohe Effektivität der Behandlung mit dem CyberKnife System verweist eine weitere klinische Studie, die von Collins et al. [3] durchgeführt wurde. Die Autoren befassten sich im Rahmen ihrer Untersuchung mit der Frage, inwieweit die Radiochirurgie bei Patienten mit nicht-kleinzelligem Lungenzinon (NSCLC) im Stadium I erfolgversprechend sein könnte, da bei diesem Patienten Klientel wegen altersbedingter Komorbiditäten immer häufiger keine kurative Operation möglich sei.

In die Studie eingeschlossen wurden daher Patienten mit kleinen peripheren Stadium I-NSCLC. Insgesamt wurden 20 Patienten mit einem durchschnitt-

lichen Tumordurchmesser von 2,2 cm (Bereich 1,1 bis 3,5 cm) behandelt. Nach der Behandlung wurden weder Lokalrezidive, noch regionaler Lymphknotenbefall oder Fernmetastasen beobachtet. Die Kaplan-Meier-Analyse ergab nach einem medianen Follow-up von 25 Monaten eine 2-Jahres-Gesamtüberlebensrate von 87 %.

Schonende und effektive Therapieoption

Diese Ergebnisse belegen: das CyberKnife System, das mittlerweile an verschiedenen deutschen Kliniken und Universitätskliniken zum Einsatz kommt, bietet Patienten mit Bronchialkarzinomen eine wirkungsvolle und schonende Behandlungsalternative. Denn das Bildführungsverfahren des

CyberKnife Systems, das den Roboter mit der Atem- und zugleich Tumorbewegung des Patienten synchronisiert, ermöglicht die kontinuierliche Adjustierung des Behandlungsstrahls, ohne den Patienten in seiner Atmung einzuschränken. Dadurch kann eine Bestrahlungsgenauigkeit im Millimeterbereich erzielt und der Sicherheitssaum um das Zielvolumen weiter reduziert werden. Das umliegende gesunde Gewebe sowie angrenzenden Risikostrukturen werden damit maximal geschont. Durch die präzise Dosisapplikation kann wiederum die Dosis erhöht und damit der therapeutische Effekt am Tumor optimiert werden. Mit diesen Behandlungsvorteilen bietet das CyberKnife System eine nebenwirkungsarme Therapieoption, die sich auch auf die Lebensqualität der Patienten positiv auswirken kann.

Quellen:

- [1] http://www.krebsgesellschaft.de/pat_ka_lungenkrebs_definition,108136.html
- [2] Nuyttens JJ, van der Voort van Zyp NC, Praag J, et al. Outcome of four-dimensional stereotactic radiotherapy for centrally located lung tumors. *Radiother Oncol* 2012, doi:10.1016/j.radonc.2011.12.023
- [3] Collins BT, Vahdat S, Erickson K, et al. Radical CyberKnife radiosurgery with tumor tracking: an effective treatment for inoperable small peripheral stage I non-small cell lung cancer. *J Hematol Oncol* 2009 17;2:1.