

IONEN- UND PROTONENTHERAPIE

Die Iontherapie ist eine Form der Strahlentherapie, bei der beschleunigte Kohlenstoff-Ionen gegen die Tumorzellen gerichtet werden. Ihr Vorteil gegenüber elektromagnetischer Strahlung ist die Präzision der Steuerung der Energieabgabe. Während der Tumorbestrahlung bleibt die Schädigung des umliegenden Gewebes dadurch gering. Nachteilig sind die durch den großen technischen Aufwand entstehenden Kosten.²⁹⁹ Eine weitere Form ist die Bestrahlung mit hochenergetischen Protonen (> 100 MeV), die in einem Zyklotron oder Synchrotron beschleunigt werden. Die Protonentherapie wird unter anderem bei Chordom, Chondrosarkom und malignem Melanom der Aderhaut angewendet.³⁰⁰

RESÜME BEHANDLUNGSOPTIONEN

Abhängig von den Ergebnissen der Diagnostik kommen verschiedene Behandlungen in Betracht, die in ein Behandlungskonzept unter größtmöglicher Schonung des Patienten fließen können. Im Vordergrund sollte nach einer umfassenden Aufklärung des Patienten dessen freie Entscheidung für oder gegen bestimmte Therapien stehen. Die Sensitivität der Tumorzellen auf Arzneistoffe (Toxische, chemische und/oder biologische Substanzen) kann heutzutage durch genetische (siehe auch R.G.C.C: [Research Genetic Cancer Centre S.A.](#)) Tests am Zellmaterial aus dem Blut oder durch andere differenzierende Methoden ermittelt werden. Die Art der Strahlentherapie ist in der Regel erst einmal davon abhängig, wo sich ein Tumor befindet, welche Größe er hat und wie groß die Anzahl der sichtbaren Metastasen ist.

²⁹⁹ www.pschyrembel.de/ionentherapie/KoB43/doc/.

³⁰⁰ www.pschyrembel.de/protonentherapie/KoHVC/doc/.

ARTIKEL

DR. MED. KLAUS HAMM

CyberKnife® Zentrum Erfurt

20 Jahre Radiochirurgie-Erfahrung

Für Patienten mit kleinen und scharf abgegrenzten Tumoren und arteriovenösen Gefäß-Fehlbildungen (AVM) im Gehirn haben sich bereits seit 2000, für ausgewählte Tumoren auch in Körperbereichen seit 2012, die Behandlungsmöglichkeiten um effektive Hochpräzisions-Bestrahlungen erweitert – die Radiochirurgie (RS) und stereotaktische Radiotherapie (SRT) zunächst mit dem europaweit ersten Novalis-System, seit 2012 die RS und multi-session radiosurgery (msRS) mit dem einzigen Roboter-System CyberKnife®, der derzeit modernsten Technologie auf diesem Gebiet.

Das Prinzip beruht auf einer stereotaktisch (0,3 mm präzise) und exakt dreidimensional geplanten Bestrahlung aus vielen verschiedenen Richtungen mit Photonen, die so submillimetergenau von außen in das Zielvolumen (Tumor oder AVM) fokussiert werden. Dabei werden die exakte Dosisanpassung an die in den meisten Fällen unregelmäßige Form des jeweiligen Zielvolumens ebenso wie die automatische Präzisions- und Korrekturkontrolle durch den Roboter gewährleistet, so dass der Kopf nicht mehr in einem invasiven (stereotaktischen) Ring eingespannt werden muss. Es wird erreicht, dass eine höhere (= wirksamere) Dosis in den Krankheitsherd gelangt und das umgebende gesunde Gewebe optimal geschont wird.

Befundbezogen können entweder Einzeitbehandlungen (klassische Radiochirurgie = RS) durchgeführt werden, dabei wird die erforderliche, hohe Einzeldosis (z.B. 12-20 Gy) an einem Tag eingestrahlt. Außerdem besteht die Möglichkeit der Aufteilung (Fraktionierung) der dann insgesamt höheren Gesamtdosis in mehrere, strahlenbiologisch günstige, entsprechend niedrigere Einzeldosen (z.B. 3 x 8 Gy, 5 x 6 Gy) – mit dem CyberKnife® wie die RS in Submillimeter-Präzision, deshalb wird sie als hypofraktionierte Radiochirurgie (multisession radiosurgery =msRS) bezeichnet und ambulant in 3 oder 5 Tagen verabreicht.

Die Wahl der Methode hängt von der Größe (Volumen), Lage und der Artdiagnose des zu behandelnden Befundes ab und kann manchmal erst nach der Auswertung des Planungs-MRT getroffen werden. RS und msRS sind vor allem für AVM und gutartige Tumoren wie Meningeome, (Akustikus-) Neurinome, Hypophysenadenome und andere Sella-tumoren geeignet, insbesondere dann, wenn eine operative Entfernung zu riskant ist oder Rest- bzw. Rezidiv- Tumoren nach vorangegangenen Operationen vorliegen.

Erreichbares Ziel dieser Behandlungen ist Wachstumsstillstand und über mehrere Jahre auch Schrumpfung der gutartigen Tumoren und die langsame, oft mehrere Jahre dauernde Verödung bei AVM. Auch bei Hirnmetastasen, insbesondere von wenig strahlenempfindlichen Tumoren, wie Melanome, Nierenkarzinome und nicht kleinzellige Bronchialkarzinome, sind RS und msRS besonders effektiv zur Tumorkontrolle. Bei infiltrierend in die Umgebung wachsenden und damit nicht scharf begrenzten Tumoren im Kopf-Hals-Bereich (maligne Gliome, Glioblastome, Lymphome, HNO-Tumoren) kann die Präzisionsbestrahlung nur eine Zusatzbehandlung nach vorangegangener, konservativer Strahlentherapie sein.

Zunehmend größer werden die Erfahrungen auch mit sogenannten funktionellen Hirnerkrankungen, wobei die bisher besten Erfolge bei therapieresistenten Trigeminalneuralgien erreicht werden.

Die radiochirurgischen Behandlungen werden immer ambulant durchgeführt, eine Zustimmung der Krankenkasse ist erforderlich. In unserem fachübergreifenden Zentrum (Neurochirurgie, Strahlentherapie, Medizinphysik) sind kostenintensive, modernste Technik und fachspezifische Kompetenz konzentriert. Interdisziplinäre Zusammenarbeit eines speziell dafür ausgebildeten Teams, auch in enger Zusammenarbeit mit den onkologischen Fachdisziplinen hier im Klinikum der Maximalversorgung, wird täglich praktiziert. Das sichert wachsende Erfahrungen und kontinuierliche Qualität und schafft Vertrauen bei Patienten und überweisenden Ärzten. In unserem Zentrum wurden bisher nahezu 4000 Patienten behandelt.

Die Diagnose „Hirntumor“ stellt die Betroffenen meist vor eine völlig neue Lebenssituation mit vielen Fragen und Unsicherheiten. Viele Patienten in dieser Lage versuchen, sämtliche Informationen über ihre Krankheit zu bekommen, so dass die Entscheidung für die bestmögliche Behandlungsmethode sehr schwierig werden kann. Sobald die Diagnose feststeht, bemüht sich unser interdisziplinäres Ärzteteam, die optimale Therapie auszuwählen, um eine möglichst effektive und wenig belastende Behandlung festzulegen und eine rasche Rückkehr ins Alltagsleben zu ermöglichen.

Eine der Therapie-Möglichkeiten sind stereotaktische Hochpräzisions-Bestrahlungen (RS, msRS, SRT). Diese Behandlungen werden derzeit weltweit mit verschiedenen technischen Systemen durchgeführt.

Was bedeutet „Radiochirurgie“ (RS)?

Radiochirurgie ist die einmalige, hochpräzise (0,3 mm) Behandlung eines Tumors oder einer Gefäßfehlbildung mit hochenergetischer Strahlung. Obwohl „Chirurgie“ genannt, gibt es keine Operation im eigentlichen Sinne. Damit fallen die Risiken von Narkose, postoperativen Komplikationen und die Rekonvaleszenzzeit nach der Behandlung weg.

Was bedeutet „multisession Radiochirurgie (msRS) und Stereotaktische Radiotherapie (SRT)“?

Durch Erweiterung und Verbesserung der apparativ-technischen Voraussetzungen ist es möglich geworden, die für den gewünschten Effekt erforderliche Strahlendosis mit Submillimeter-Präzision (msRS am CyberKnife©) oder Millimeter-Präzision (SRT) auch auf mehrere Sitzungen zu verteilen („fraktionierte Bestrahlung“). Damit kann die Behandlung auch größerer Tumoren risikoärmer durchgeführt werden.

Wie wirken RS, msRS, SRT ?

Durch die Strahleneinwirkung wird das Wachstum des Tumors gestoppt, häufig kommt es auch zu einer Verkleinerung des Tumors. Biologische Grundlagen hierfür sind zum einen durch Strahlung hervorgerufene Störungen der Zellteilungsmechanismen im Tumorgewebe, zum anderen strahlenbedingte Veränderungen an den versorgenden Blutgefäßen.

Welche Strahlenart wird verwendet?

Es wird hochenergetische Röntgenstrahlung (Photonenstrahlung mit einer Energie von 6 MeV) verwendet, die in einem kompakten Linearbeschleuniger erzeugt wird. Sobald Strahlung auf Gewebe trifft, wird die übertragene Energie in chemische/biochemische Prozesse umgesetzt. Es bleibt keine Strahlung im Körper.

Wie wird die optimale Dosisverteilung erreicht?

Die im Linearbeschleuniger erzeugte Strahlung trifft aus einer Vielzahl von Einstrahlrichtungen mit der entsprechend hohen Präzision auf den erkrankten Bereich und konzentriert dadurch die Dosis im Zielvolumen (Tumor, AVM). Dadurch erhalten die umgebenden gesunden Gewebsstrukturen jeweils nur einen Bruchteil der gesamten Strahlendosis.

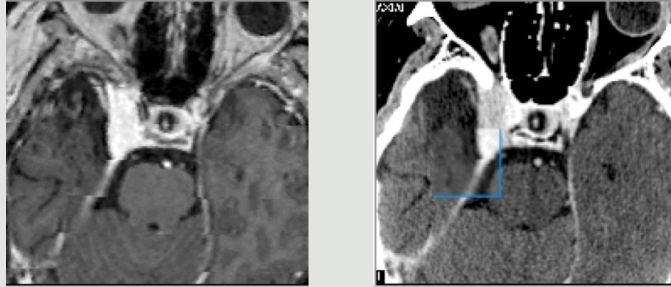
Wie laufen Vorbereitung und Behandlung ab?**1. Schritt:**

Eine Magnetresonanztomografie (MRT) in spezieller Dünnschicht-Technik (Kontrastmittel-Sequenz in ca. 1mm lückenlosen Schichten) muss vorliegen – die Daten werden an das Bestrahlungsplanungs-System übertragen. Die Aufnahmen geben genauen Aufschluss über die Größe, Form und Lagebeziehungen des Tumors zu umgebenden Strukturen.

2. Schritt:

Zur Vorbereitung auf die Behandlung wird für Bestrahlungen im Kopf- und Halswirbel-Bereich eine spezielle Bestrahlungsmaske angefertigt, da der Kopf während der folgenden Bildgebung und bei jeder Bestrahlung in dieser unveränderten Position bleiben muss. Mit dieser Bestrahlungsmaske wird ein dünnschichtiges Planungs-Computertomogramm (CT) durchgeführt. Auch für die Behandlung von Befunden im Körper-Bereich muss von der entsprechenden, erweiterten Region ein spezielles Dünnschicht-CT angefertigt werden, bei der die Patienten-Lagerung wie zur späteren Behandlung gewählt wird. Die Daten der Computertomografie bilden die Grundlage für den Bestrahlungsplan. Es erfolgt eine exakte Bildfusion mit den MRT-Daten.

Bilder MRT nach Bildfusion mit dem CT
(Bsp. Schädelbasismeningeom)



3. Schritt:

Auf der Grundlage der MRT- und CT-Daten erarbeiten Ärzte und Physiker einen individuellen Bestrahlungsplan mit einem inversen Planungsmodus (Dosiswerte werden vorgegeben und die Planungsentwürfe schrittweise optimiert). Zu diesem, oftmals recht zeitaufwendigen Schritt, muss der Patient nicht anwesend sein.

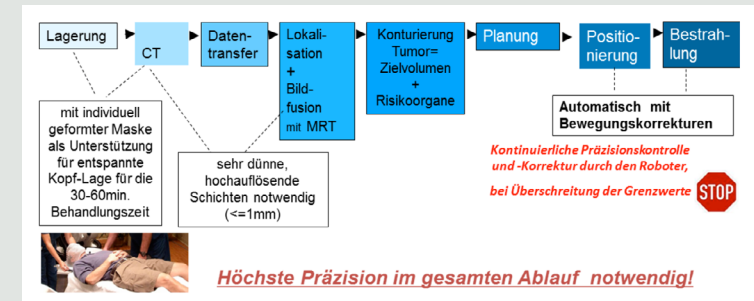
4. Schritt:

Sobald der Bestrahlungsplan erstellt ist, wird der Patient kurzfristig einberufen und auf dem Behandlungstisch in der richtigen Lage positioniert. Die ambulante Behandlung wird dann unter kontinuierlicher, automatischer Präzisions-Kontrolle und -Korrektur durchgeführt. Die Patienten können anschließend mit ihrer Begleitperson unser Zentrum wieder verlassen.

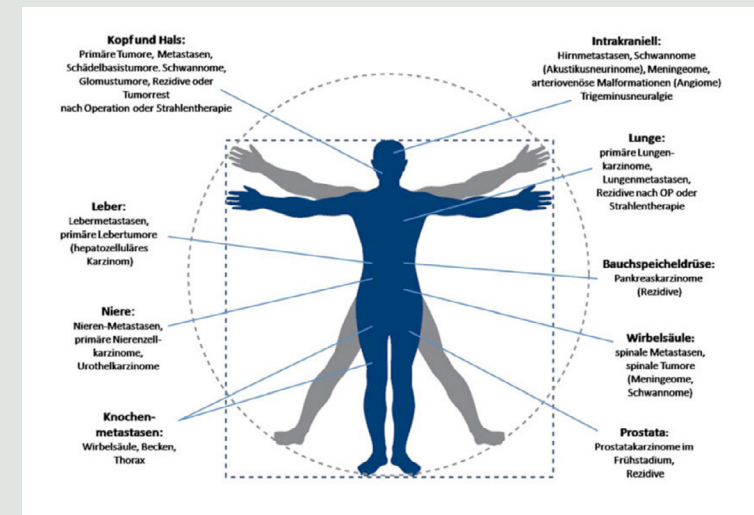
Priv.-Doz. Dr. med. Klaus Hamm, Erfurt

www.ckcm.de

Planungs- und Behandlungs-Ablauf



Indikationsbereiche der Radiochirurgie mit dem CyberKnife



CyberKnife© Zentrum Mitteldeutschland

im Hauptgebäude des Helios Klinikum Erfurt

Chefarzt Dr. med. Hans-Ulrich Herold,

Leitende Neurochirurgin Frau Dr. med. Susanne Fichte

www.ckcm.de