

Radioonkologie und Strahlentherapie

Wie klein ist „punktförmig“?

Die klassische Behandlung einer metastasierten Erkrankung ging früher davon aus, dass keine Chance auf Heilung mehr besteht. Deshalb galt als das wichtigste Ziel der Behandlung, die Lebensqualität zu erhalten und vorhandene Beschwerden zu lindern. In den letzten Jahren beobachten die Strahlentherapeuten allerdings, dass Patienten mit einer begrenzten Zahl von Metastasen, wenn diese herausoperiert oder bestrahlt werden, sehr lange gesund bleiben. Man geht davon aus, dass bei diesen Patienten die Erkrankung nicht diffus in den gesamten Körper gestreut hat.

Deshalb ist es besonders wichtig, dass verbesserte Diagnostik – wie durch den Einsatz von MRT, CT und PET-CT aber auch immun-histochemische und genetischen Untersuchungen des Tumorgewebes – es erlaubt, eine immer genauere Aussage über das Ausmaß der Metastasierung einer Erkrankung zu treffen.

Die Strahlentherapie, die neben der Chirurgie, der Chemotherapie und den verschiedenen medikamentösen Systemtherapien einen wichtigen Bestandteil der modernen Krebstherapie bildet, ist im Laufe der letzten Jahrzehnte stetig optimiert und technisch weiterentwickelt worden. Gerade bei der Behandlung einzelner, kleiner Tumorherde ist es besonders wichtig, hohe Bestrahlungsdosen zielgenau und in unmittelbarer Nachbarschaft zu strahlenempfindlichen Strukturen zu applizieren, ohne dass diese geschädigt werden.

Das strahlentherapeutische Verfahren, das eine hochpräzise, millimetergenaue Bestrahlung von Tumoren ermöglicht, nennt man stereotaktisch geführte Strahlentherapie oder kurz Stereotaxie-Bestrahlung. Durch Verwendung mehrerer Referenzmarker außerhalb des Körpers wird mit Hilfe einer Computertomographiege-

Anzeige

steuerten und computerassistierten Berechnung ein Koordinatensystem erstellt, mit dessen Hilfe eine dreidimensionale Erfassung der zu bestrahlenden Struktur möglich wird. Diese Form der Bestrahlung kann in einer einzigen Sitzung erfolgen. Dabei spricht man von einer „Radiochirurgie“. Sie kann aber auch verteilt auf mehreren Sitzungen durchgeführt werden. Aufgrund ihrer hohen Präzision wird die stereotaktische Bestrahlung auch als „Operation ohne Messer“ bezeichnet.

Entwickelt wurde die Stereotaxie-Bestrahlung zur Therapie am Kopf. Bereits 1951 beschrieb der schwedische Professor Lars Leksell das Prinzip der Radiochirurgie. Auch er war es, der bis 1968 das sogenannte GammaKnife®-Gerät am Karolinska Institut in Stockholm entwickelte. Dieses Gerät besteht aus einem Helm, der mit einem fest am Kopf verschraubten Rahmen verbunden wird und aus dem bis zu 201 feine Strahlenbündel präzise auf die zu bestrahlende Stelle gerichtet werden. Dadurch wird das umgebende gesunde Hirngewebe mit nur geringer und wenig schädlicher Dosis belastet.

Mittlerweile stehen verschiedene hochkomplexe Strahlentherapiegeräte zur Stereotaxie-Bestrahlung sowohl am Kopf, als auch im restlichen Körper zur Verfügung.

Stereotaxiefähige Linearbeschleuniger mit dynamischen Mikro-Multi-Leaf-Kollimatoren (Mikro-MLC's) im Bestrahlungskopf und entsprechender Software und Hardware erzielen die gleichen Genauigkeiten wie das GammaKnife® im Bereich des Kopfs. Darüber hinaus können mit einem stereotaxiefähigen Linearbeschleuniger oder mit dem sogenannten CyberKnife® auch im restlichen Körper stereotaktisch geführte Behandlungen erfolgen. Letzteres ist ein robotergesteuerter Miniatur-Beschleuniger mit besonders vielen Freiheitsgraden, so dass alle Körperregionen präzise bestrahlt werden können. Auch Tomotherapiegeräte,



Chefärztin Dr. Voica Ghilescu

welche, ähnlich wie Computertomographie-Geräte, eine rotierende Bestrahlungsvorrichtung anstelle des Bestrahlungskopfs besitzen, können sowohl zur Kopf- als auch Körperstereotaxie-Bestrahlung verwendet werden.

Die Radiochirurgie, als einmalige, stereotaktisch geführte Bestrahlung, wurde entwickelt, um funktionelle neurochirurgische Behandlungen an Stellen durchzuführen, die von einem Operationsskalpell nicht gut erreichbar sind oder bei denen beträchtliche Schäden nach konventionellen Operationen zu erwarten wären. So wurden ursprünglich solche Behandlungen bei Patienten mit arterio-venösen Malformationen (Gefäßmissbildungen wie Blutschwämmchen im Gehirn) und mit Trigemineuralgien durchgeführt. Später kamen auch Behandlungen gutartiger Hirntumoren wie Meningeomen, Akustikusneurinomen, Schwannomen, Hypophysenadenomen hinzu. Solche Behandlungen waren nur mit dem GammaKnife® möglich. Dafür musste den Patienten operativ unter Narkose oder in lokaler Betäubung ein starrer Stereotaxie-Rahmen am Schädelknochen fixiert werden.

Die Radiochirurgie wird mittlerweile auch mit dem CyberKnife® und ebenso gut mit dem Linearbeschleuniger in Stereotaxie-Technik durchgeführt.

In der Tumorthherapie hat sich aber die fraktionierte Stereotaxie-Bestrahlung in einigen wenigen Sitzungen mehr durchgesetzt, da sie höhere Dosierungen erlaubt. Dazu sind zuverlässige Patientenlagerungssysteme und die Berücksichtigung der Atembeweglichkeit der zu bestrahlenden Region und der Nachbarorgane notwendig. Besonders schwierig ist das Fokussieren der Strahlen bei der stereotaktischen Bestrahlung von Lungentumoren, denn mit den Atembewegungen verändert auch der Tumor seine Lage. Der Strahlentherapeut verfügt über folgende Möglichkeiten zur Atemkontrolle:

- Verringerung der atembeweglichen Zwerchfellbeweg-

lichkeit durch Vakuum-Lagerungsvorrichtungen mit Kompression des Bauchs (Atemdämpfung)

- Bestrahlung nur bei bestimmter Ein- oder Ausatemposition (Atemtriggerung)
- Computergesteuerte Erfassung und Nachkorrektur des Bestrahlungstrahls sowie der Patientenposition während der laufenden Bestrahlung (Atemverfolgung).

Unabhängig von der Wahl des Systems müssen stets letzte Positionsunsicherheiten berücksichtigt werden, so dass mit Sicherheitssäumen von fünf bis zehn mm in der Körperstereotaxie und von ein bis zwei mm in der Kopfstereotaxie gearbeitet werden muss. Die explizit für die Stereotaxie konzipierten Bestrahlungsgeräte, wie das CyberKnife® und das GammaKnife®-Gerät, sind auf eine maximale Größe des bestrahlten Volumens von fünf cm im Durchmesser begrenzt. Wenn man die Sicherheitssäume, die auch bei diesen Geräten eingehalten werden müssen, abzieht, bleiben für Behandlungen an diesen Geräten nur noch Tumore im Bereich des Körpers geeignet, die unter drei cm groß sind und vier cm innerhalb des Hirns. Dieser Einschränkung unterliegen die Linearbeschleuniger nicht: Hiermit können bis zu zehn cm große Tumoren stereotaktisch geführt bestrahlt werden.

Dabei wird deutlich, dass bei der stereotaktischen Bestrahlung nicht die Größe des bestrahlten Volumens, sondern die Genauigkeit mit der man das Ziel trifft, der wichtigste Parameter ist.

Mit Ausnahme des GammaKnife®-Gerätes, das über 201 kleine Kobalt-Quellen verfügt, verwenden die meisten zur Stereotaxie fähigen Bestrahlungsgeräte hochenergetische Photonenstrahlung, also ultraharte Röntgenstrahlung. In einigen Zentren werden auch Protonen oder Schwerionen, wie beispielsweise Radioisotope des Kohlenstoffs, verwendet. Diese Strahlen sind nur mit sehr hohem technischem Aufwand erzeugbar. Deren überlege-

re Wirksamkeit gegenüber der Photonenstrahlung besteht nur bei sehr wenigen speziellen Tumorarten wie Chordomen oder hochmalignen Speicheldrüsenkarzinomen. Ob sie Vorteile in der Behandlung der übrigen soliden Tumore bieten, ist bislang nicht erwiesen und wird derzeit in Studien überprüft.

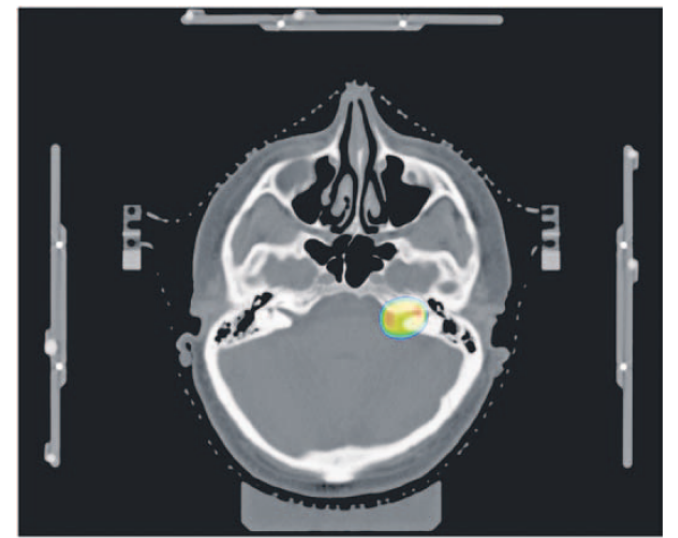
Welche Art der Therapiegeräte und welche Fraktionierungen für welche Tumorerkrankung am besten geeignet sind, kann individuell unterschiedlich sein. Grundsätzlich sind aber alle Präzisions-Stereotaxie-Behandlungen am entsprechend ausgerüsteten Linearbeschleuniger möglich.

Als wichtiger Qualitätsfaktor gilt eine langjährige Expertise (Erfahrung) des Bestrahlungsteams. In der Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie ist die Linearbeschleuniger-Stereotaxie zeitgleich mit der IMRT (Intensi-

täts-Modulierte Radio-Therapie) bereits 2004 eingeführt worden und wird seither standardmäßig bei allen Präzisionsbestrahlungen eingesetzt.

Die IMRT verwendet - einfach ausgedrückt - die Techniken der Stereotaxie, kann aber beliebig große und beliebig geformte Tumore mit unterschiedlichen Strahlendosen behandeln. Man nennt dies „dose painting“. Dadurch können empfindliche Strukturen, wie Rückenmark oder Darm gezielt aus der Bestrahlungsregion ausgespart werden. In der Klinik wird daher schon seit zehn Jahren die Bestrahlung von Rachen- und Prostatakrebs, Lungenkrebs, Speiseröhrenkrebs oder von gynäkologischen Tumoren, um nur einige zu nennen, in moderner IMRT-Präzisionstechnik durchgeführt.

Dr. Voica Ghilescu
Dr. Elsgje Schrade



Beispiel einer Radiochirurgie im Kopf – die stereotaktische Bestrahlung eines Akustikusneurinoms

Glossar

Akustikusneurinom: Gutartiger Hirntumor, ausgehend vom Hör- und Gleichgewichtsnerv.

Chordom: Form eines Knochentumors

Computertomographie – CT: Computergestütztes röntgen diagnostisches Verfahren zum Herstellen von Schnittbildern des menschlichen Körpers

Hypophysenadenom: Gutartiger Tumor des größeren Teils der Hirnanhangsdrüse.

Immun-Histochemie: Methode, mit der Proteine oder andere Strukturen mit Hilfe von markierten Antikörpern sichtbar gemacht werden (Antikörperfärbung).

Lars Leksell: Begründer der Radiochirurgie

Magnet-Resonanz-Tomographie – MRT: Diagnostisches Verfahren zur Herstellung von Schnittbildern des menschlichen Körpers mittels eines starken Magnetfeldes

Metastase: Tochtergeschwulst

Mikro-Multi-Leaf-Kollimator: Ein Multilamellenkollimator ist ein Gerät, das in der Strahlentherapie an einem Linearbeschleuniger angebracht wird, um den Bestrahlungstrahl der Form des zu behandelnden Objektes anzupassen.

Meningeom: Gutartiger Hirntumor

Positronen-Emissions-Tomographie - PET-CT: Rechnergestütztes bildgebendes Verfahren, mit dem Stoffwechselfvorgänge und Durchblutungsintensitäten dargestellt werden.

Referenzmarker: Bezugsmarken

Schwannom: Gutartiger Tumor des peripheren Nervensystems

Trigemineuralgie: Eine Form des Gesichtsschmerzes.



Kieffer
GEBÄUDEREINIGUNG MEISTERBETRIEB
SEIT 1954



Eugen Kieffer
Gebäudereinigung GmbH & Co.
Kappelstraße 55 | 89555 Steinheim
Telefon 0 73 29 - 91 84 91
Telefax 0 73 29 - 60 60
kontakt@kieffer.de | www.kieffer.de

