

EXTRACRANIELLE STEREOTAKTISCHE RADIOTHERAPIE – ESRT

BESTRAHLUNGSART: PHOTONEN > STEREOTAXIE

Hochpräzisionsbestrahlung von Lungen- und Lebertumoren

Meistens wird eine Strahlentherapie als fraktionierte Behandlung über mehrere Wochen durchgeführt. Strahlenbiologisch nutzt man dabei aus, dass sich das gesunde Gewebe von Tag zu Tag von der Bestrahlung erholen kann, während Tumorgewebe nicht über eine solche Reparaturkapazität verfügt und daher im Verlauf abstirbt. Stereotaktische Bestrahlungen werden demgegenüber häufig mit sehr hohen Einzeldosen (18–30 Gy/Fraktion) in einer oder wenigen (z.B. 3–6) Sitzungen durchgeführt. Ziel dieses Konzeptes ist eine vollständige Nekrose des Gewebes im Hochdosisbereich. Voraussetzung eines solchen Ansatzes ist eine sehr hohe Präzision der Bestrahlung, da das Tumorgewebe genau im Hochdosisareal liegen muss, während das gesunde Normalgewebe ebenso genau davon ausgeschlossen werden soll. Etabliert hat sich diese Methode seit vielen Jahren bei der Behandlung von gut- und bösartigen Hirntumoren und -metastasen, wo sehr gute lokale Tumorkontrollraten erreicht werden

Indikationen für die ESRT

Strahlenbiologisch kann dieses Hochdosiskonzept auch auf extracranielle Tumoren, wie z.B. in Lunge oder Leber, übertragen werden. Denn die tumorbiologischen Eigenschaften einer Metastase, z.B. eines kolorektalen Karzinoms, innerhalb oder ausserhalb des Kopfes unterscheiden sich nicht wesentlich. Gleiches trifft auch auf Nicht-kleinzellige Bronchialkarzinome (NSCLC) zu, deren Metastasen im Hirn seit langem erfolgreich stereotaktisch bestrahlt werden.



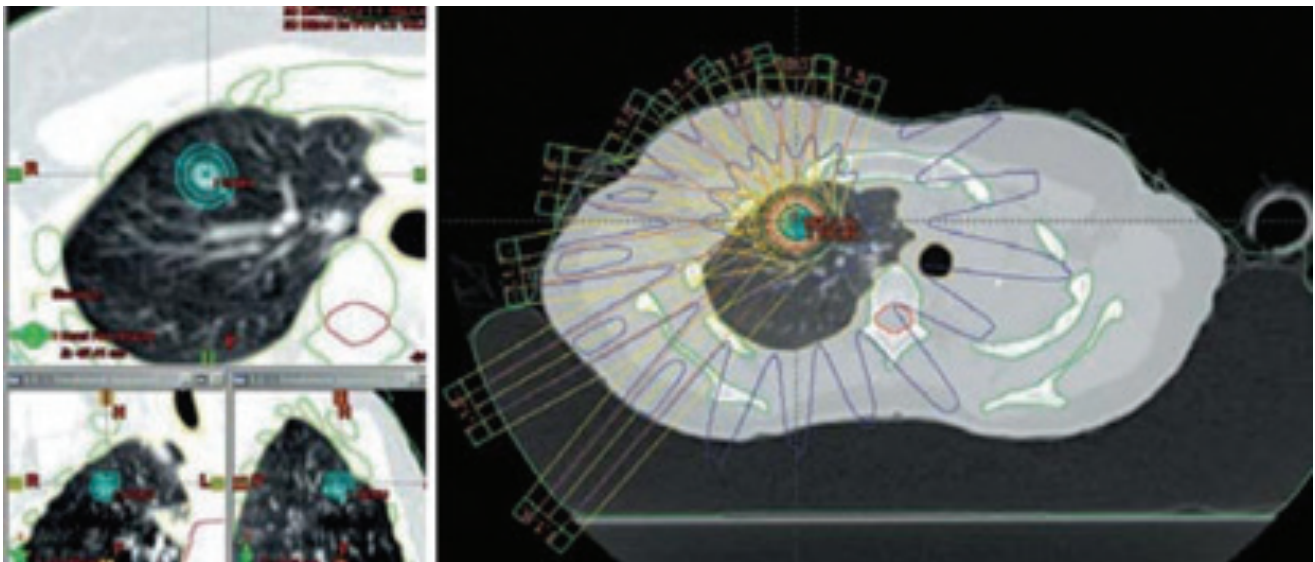
Zur verantwortungsvollen Durchführung einer Präzisionsbestrahlung gehört eine feste und reproduzierbare Patientenauflagerung. Am Lindenhofspital wird dazu eine Vakuummatratze verwendet, die der Körperform des Patienten angepasst und dann mit Vakuum fixiert wird. Um Bewegungen während der Bestrahlung zu vermeiden, wird die offene Körpervorderseite zusätzlich mit einer Kunststoffolie abgedeckt. Das Vakuum hält dann den Patienten in einer bequemen, aber sehr stabilen Lage.

Anspruchsvolle Technik

Die erforderliche Präzision war im Hirn durch die Möglichkeit der Fixierung der Schädelkalotte und die fehlende Eigenbeweglichkeit cerebraler Tumore relativ leicht zu erreichen. Demgegenüber ist die Fixierung des Rumpfes weitaus schwieriger. Zudem müssen mögliche Atembewegungen von Tumoren in der Lunge berücksichtigt werden. Günstig für eine Hochdosisbestrahlung extracranieller Tumore ist, dass sowohl Lungen- als auch Lebergewebe sehr gut regenerieren können und sogar ein kalkulierbarer Gewebeverlust ohne Schaden kompensiert werden kann, wie die chirurgischen Daten zeigen.

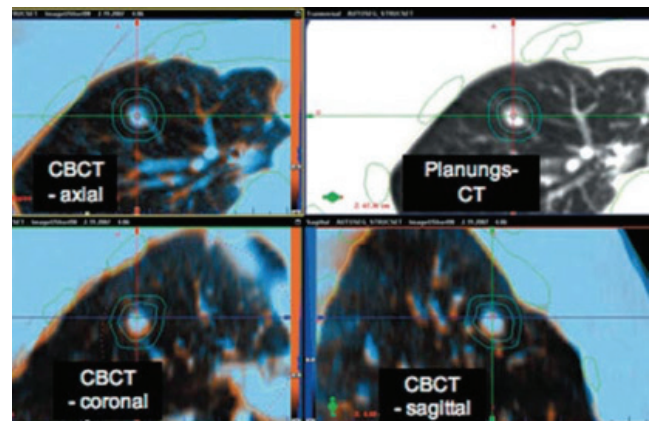


LINDENHOFGRUPPE

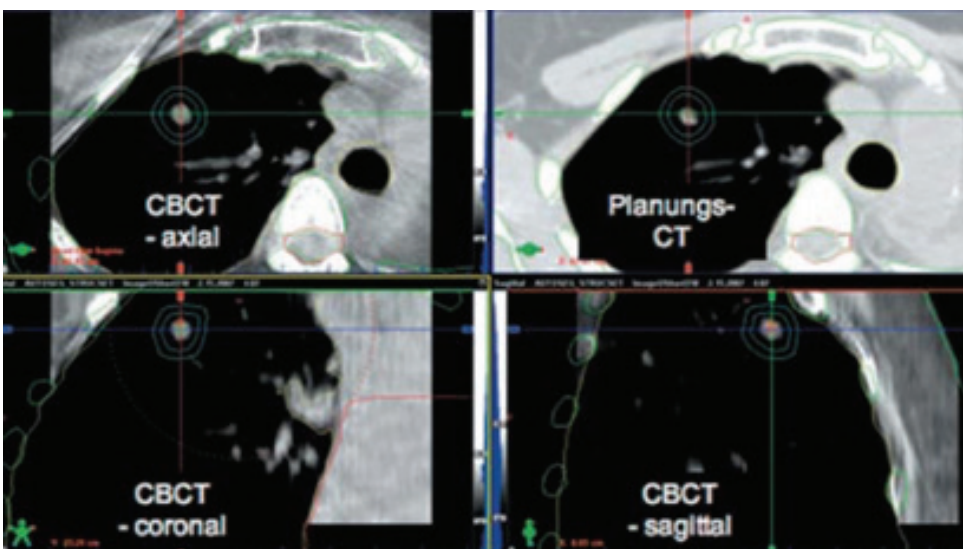


Das Zielgebiet der Bestrahlung – hier ein Zweit-Karzinom bei Status nach Pneumonektomie links bei NSCLC – wird im Bestrahlungs-Planungsprogramm konturiert: Es besteht aus dem im CT sichtbaren Tumor einschliesslich mikroskopischer Infiltration des Lungengewebes (innere hellblaue Linie) sowie einem Sicherheitsaum, der allfällige Atembewegungen oder Lagerungsungenauigkeiten berücksichtigt (äussere hellblaue Linie). Der Tumor wird dann über eine Vielzahl von Bestrahlungsfeldern aus verschiedenen Richtungen bestrahlt.

Die technische Entwicklung der Strahlentherapiegeräte ermöglicht es nun, z.B. Tumore in Lunge und Leber vor jeder Bestrahlung auf dem Bestrahlungstisch in CT-Qualität zu orten und die Behandlung so an den Soll-Punkt zu dirigieren. Damit können Ungenauigkeiten bei der Fixierung des Patienten korrigiert werden. Besondere Atempressen oder eine atemgetriggerte Bestrahlung ermöglichen, die Bestrahlung an die Atembeweglichkeit anzupassen oder diese beträchtlich zu reduzieren.



Durch die langsame Akquisition des CBCT über etwa eine Minute ergibt sich ein «Summenbild», in dem weitere Einflussfaktoren, wie z.B. die Atembeweglichkeit, bereits berücksichtigt sind. Eine Software berechnet dann eine etwaige Korrektur des Zielpunktes im Vergleich zur Soll-Position aus der Planung. Der Unterschied zwischen Soll- und Ist-Position wird orange dargestellt. Über die Korrektur der Position des Bestrahlungstisches kann der Patient und mit ihm der zu bestrahlende Tumor dann mühelos an die richtige Stelle gefahren werden.

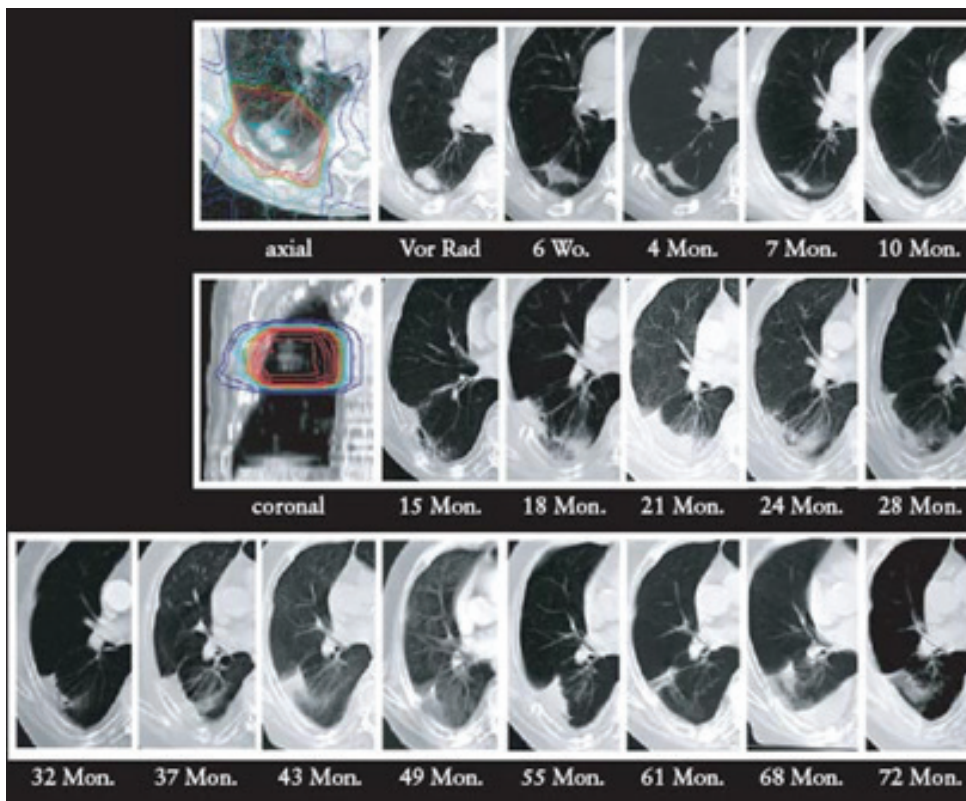


Wesentlich für den Erfolg einer hochdosierten stereotaktischen Bestrahlung ist, dass der Zieltumor tatsächlich genau getroffen wird. Denn sonst wird nicht nur der Tumor verfehlt, sondern stattdessen gesundes Gewebe irreversibel geschädigt. Diese Kontrolle kann im Lindenhofspital am Bestrahlungsgerät mit einem Cone Beam CT erfolgen. So lässt sich der Zielpunkt der Bestrahlung im Vergleich zum Tumor vor jeder Sitzung genau bestimmen oder ggf. durch Verschieben des Tisches korrigieren, ohne dass die Patientenlagerung verändert werden muss.

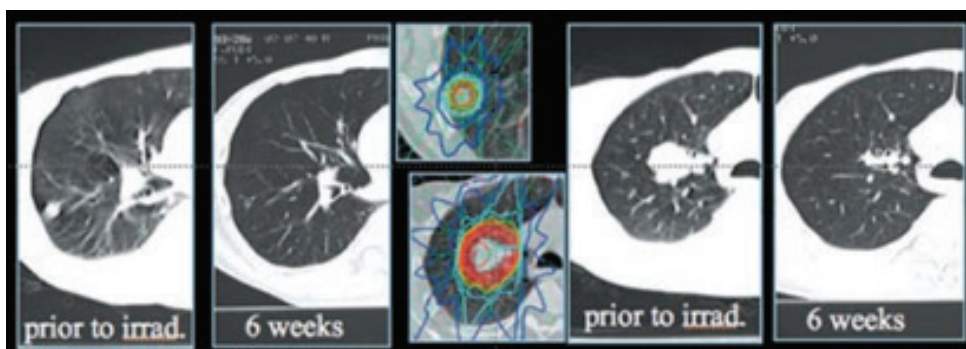
Klinische Erfahrungen

In Europa, Japan und den USA wird die stereotaktische Bestrahlung von Tumoren in der Lunge und Leber seit mehr als 10 Jahren erfolgreich angewendet. Hier werden vornehmlich NSCLC bei wegen Alter oder Begleiterkrankungen medizinisch inoperablen Patienten sowie Lungen- und Lebermetastasen stereotaktisch bestrahlt. Während die Lebenserwartung der so behandelten Patienten vor allem von ihren Begleiterkrankungen sowie Auswahl und Staging der Tumorerkrankung abhängt, lassen sich die bestrahlten Tumoren fast immer – in 80%–95% der Fälle –

lokal kontrollieren [Wulf et al]. In Japan, wo manche Patienten mit kleinen NSCLC im Stadium I die Operation zugunsten der Bestrahlung ablehnen, werden gleiche lokale Tumorkontrollraten und Überlebenswahrscheinlichkeiten wie nach Chirurgie erreicht [Onishi et al]. Bei gewissenhafter Auswahl der Patienten – Hohlgane wie Trachea, Ösophagus, Darm oder wichtige Nerven dürfen nicht im Hochdosisbereich liegen – sowie wegen des kleinen Bestrahlungsvolumens und der Toleranz der Lunge und Leber sind die Nebenwirkungen äusserst gering.



Verlauf nach stereotaktischer Bestrahlung eines NSCLC (Plattenepithel-Ca) im Stadium cT3 cN0 cM0 im rechten Unterlappen. Der 61-jährige Patient war wegen multipler Begleiterkrankungen medizinisch inoperabel. Der Verlauf über sechs Jahre zeigt eine rasche Tumorremission mit einem Restbefund, der sich von Untersuchung zu Untersuchung etwas unterschiedlich darstellt. Die pleuraständige Verdichtung nach 15 Monaten war bioptisch eine Fibrose.



Verlauf nach stereotaktischer Bestrahlung zweier Lungenmetastasen im rechten Ober- und Unterlappen. Die kleine Metastase (links) wurde mit einer Einzeitbestrahlung mit 1x26Gy/80%-Isodose bestrahlt, die grössere Raumforderung (rechts) erhielt 3x12Gy auf die das Zielvolumen umschliessende 65%-Isodose innerhalb von einer Woche. Beide Herde zeigten bereits nach 6 Wochen eine komplette Remission ohne Nebenwirkungen. Der Patient verstarb nach 15 Monaten an einem Rezidiv im Hals.

Die ESRT am Lindenhofspital

Am Lindenhofspital wird diese Methode nun seit 2007 (erstmalig in der Schweiz) angeboten, nachdem die technischen Voraussetzungen hinsichtlich stabiler Patientenlagerung, Bestrahlungsplanung sowie Zielpunktkontrolle am Bestrahlungsgerät mit «Cone Beam CT» geschaffen worden sind. Klinisch kann dabei auf die Erfahrung der aus der Universitätsklinik Würzburg stammenden Radio-Onkologen des Lindenhofspitals zurückgegriffen werden, welche die extracraniale stereotaktische Radiotherapie seit 1997 bei mehr als 200 Tumoren angewendet haben.

Literatur

Wulf J., Haedinger U., Oppitz U. et al. Stereotactic radiotherapy of primary lung cancer and pulmonary metastases: a non-invasive treatment approach in medically inoperable patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 60:186–196.

Onishi H., Araki T., Shirato H. et al. Stereotactic hypofractionated high-dose irradiation for stage I Non-Small Cell Lung Carcinoma. *Cancer* 2004; 101:1623–1631.