

RADIO-ONKOLOGIE: PRÄZISE STRAHLENTHERAPIE DANK DEM ON-BOARD-IMAGING-SYSTEM

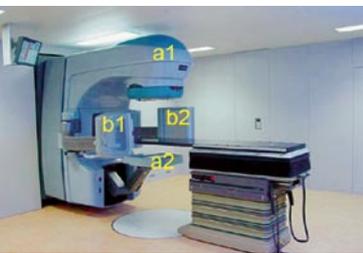


Abb. 1



Abb. 2

Abb. 1
Linearbeschleuniger VARIAN 2100EX mit (a1) Bestrahlungskopf, (a2) Flat-Panel für MV-Bilder, (b1) On-Board-Imaging-System mit (b2) Flat-Panel für kV-Bilder.

Abb. 2
Linearbeschleuniger mit On-Board-Imaging-System (OBI). Schematische Darstellung der Aufnahmemöglichkeit mittels OBI orthogonal zum Therapiestrahler.

ERÖFFNUNG RADIOTHERAPIE

Anfang Dezember 2006 wird das «Institut für Radiotherapie Zürich» an der Klinik Hirslanden eröffnet.

Von **Dr. med. Christian von Briel** und **Dr. phil. nat. Peter H. Cossmann**

Die Strahlentherapie ist neben der Chemo- und Hormontherapie sowie der Chirurgie eine der wichtigsten Methoden zur Behandlung von Tumoren. Dabei finden energiereiche Formen elektromagnetischer Strahlung und auch Teilchenstrahlen Verwendung.

Eine strahlentherapeutische Behandlung nimmt mehrere Wochen in Anspruch; oft werden 30 oder mehr Bestrahlungen durchgeführt. Tumorregionen sollen bei einer Bestrahlung mit möglichst hoher Dosis belastet, die Risikoorgane aber gleichzeitig optimal geschont werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tumor sterilisiert werden kann, hängt von dessen Grösse und dann vor allem auch von der Bestrahlungsdosis ab, die Gefahr und das Ausmass von Nebenwirkungen hingegen von der Belastung des gesunden Gewebes.

Einkreisung des Tumors

Entscheidend für die präzise Behandlung ist daher, dass die Patienten auf dem Behandlungstisch jedes Mal genau gleich positioniert werden. Auf die manuelle Lagerung, die eine Lagerungsgenauigkeit von einem Zentimeter erlaubt, folgt eine Computertomografie (CT). Der Radio-Onkologe zeichnet auf den aufgenommenen Bildern die zu bestrahlenden Gebiete sowie die Risikoorgane ein, der Strahlenphysiker berechnet darauf basierend den Bestrahlungsplan.

Da die Geometrie des Linearbeschleunigers starr ist und die Dosisberechnungen auf der ursprünglichen CT basieren, muss der Patient immer genau gleich unter dem Linearbeschleuniger liegen wie zum Zeitpunkt, als die CT aufgenommen wurde. Bei einer Abweichung wird eventuell die Tumorregion zu wenig oder ein Risikoorgan zu hoch belastet. Meistens wird das Tumolvolumen mit einem definierten Sicherheitsabstand von verschiedenen Seiten ins «Kreuzfeuer» genommen, wobei darauf geachtet wird, die Risikoorgane möglichst aus den Feldanordnungen auszusparen (Abb. 4).

Nachteil dieses Konzeptes ist eine signifikante Erhöhung des Bestrahlungsvolumens, verbun-

den mit entsprechenden Nebenwirkungen. Wenn es also gelingt, die Bestrahlung genauer durchzuführen, fallen der nötige Sicherheitsabstand und das entsprechende Behandlungsvolumen kleiner aus.

On-Board-Imaging-System – eine neue Technologie

Mittels dieser neuen Technologie kann nun die Treffsicherheit gesteigert werden. Das sogenannte On-Board-Imaging-System (OBI-System) wurde in Europa in Stockholm sowie am Institut für Radiotherapie der Hirslanden Klinik Aarau eingeführt, nun wird es auch an der Klinik Hirslanden eingesetzt. Die beiden Standorte Zürich und Aarau sind miteinander vernetzt, arbeiten unter der gleichen Führung und nach denselben Konzepten.

Mit dem OBI-System können vor der Bestrahlung zwei Aufnahmen gemacht werden, eine senkrecht und eine im rechten Winkel dazu. Diese werden dann mit einer digitalen Rekonstruktion des Planungs-CT verglichen. Die Bilder der aktuellen Aufnahme und des Planungs-CT werden fusioniert, sodass Abweichungen der aktuellen Bestrahlungsposition von der ursprünglich geplanten direkt bestimmt werden können (Abb. 3). Der Bestrahlungstisch wird dann entsprechend angepasst. So werden Patienten jeweils genau in der ursprünglich geplanten Position behandelt. Die täglichen Bestrahlungen können dadurch so stark verbessert werden, dass die angestrebte Treffgenauigkeit im Millimeterbereich liegt.

Neue Möglichkeiten

Die präzisere Bestrahlung ist nur einer der Vorteile des OBI-Systems. Die Lagerung des Patienten lässt sich nicht nur vor und während der Bestrahlung überprüfen, sondern mittels einer einzigen Umdrehung des Linearbeschleunigers können auch Bilddaten gesammelt werden, die für Schichtbilder und dreidimensionale Abbildungen wie bei einem modernen CT verwendbar sind. Damit wird es möglich, am Linearbeschleuniger die Tumorgrosse während der Therapie zu kontrollieren und den Bestrahlungsplan individuell der jeweils aktuellen Situation anzupassen.

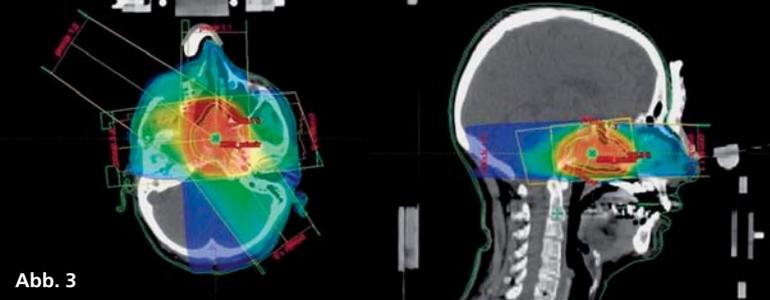


Abb. 3

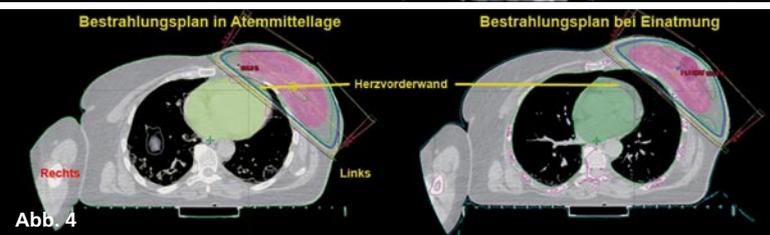


Abb. 4

Abb. 3
Bestrahlungsplan einer Patientin mit rezidivierenden adenoidcystischem Karzinom im Epipharynxbereich. Der rote Bereich entspricht 100% Bestrahlungsdosis, grün 50% und blau noch 10%. Die Bestrahlung erfolgte über 5 nicht konvergente Photonenfelder.

Abb. 4
Bestrahlungspläne bei Bestrahlung der linken Brust bei der gleichen Patientin. Links ein «normaler» Plan, rechts ein Plan bei Einatmung. Durch das vergrößerte Lungenvolumen und die Verlagerung des Herzens mit dem Zwerchfell nach unten, kommt das Herz weiter vom Strahlengang weg und wird damit weniger mit Strahlung belastet.



Abb. 5

Abb. 5
Patientin mit Brustkrebs T1cN0. Lagerungskontrolle vor Beginn einer Bestrahlung der linken Brust. Das digital rekonstruierte Bild des Planungssystems (a) wird mit den Bildern des OBI (b) fusioniert, bis sie vollständig zusammenpassen. Im unteren Bereich (c) können dann die notwendigen Korrekturen des Bestrahlungstisches abgelesen werden. Dieser wird anschliessend computergesteuert um die gemessenen Werte nachkorrigiert.

Zusätzlich wird die Bestrahlung mit den Organbewegungen synchronisierbar. Wichtig ist dies bei Tumoren, die sich – bedingt durch die Ein- und Ausatmung – in ihrer Lage verschieben. Wir wenden diese Technik beispielsweise bei Frauen mit linksseitigem Brustkrebs an. Man weiss, dass sich 10–20 Jahre nach der Bestrahlung das Herzinfarktrisiko für Brustkrebs-Patientinnen erhöht. Ursache dafür könnte die Mitbestrahlung der Herzvorderwand sein. Bestrahlt man nun ausschliesslich in der maximalen Einatmungsphase, verlagert sich das Herz durch das vergrößerte Lungenvolumen weiter von der Brust weg und kann so besser geschont werden. Mittlerweile haben wir mehr als 100 Patientinnen atemsynchronisiert bestrahlt und können zeigen,

dass sich die Strahlendosis an der Herzvorderwand signifikant (d.h. von durchschnittlich über 40 Gy auf unter 10 Gy) reduziert (Abb. 5).

Onkologische Vernetzung

Bei allen Fortschritten der Technik wird eine Tumorbehandlung auch heute nie vom Radiotherapeuten alleine, sondern immer auf der Basis von interdisziplinären Behandlungskonzepten durchgeführt. Es ist von zentraler Bedeutung, dass medizinische Onkologen und die chirurgischen Kollegen in enger Zusammenarbeit für jeden Patienten ein individuell der Tumorsituation angepasstes Konzept erstellen und dementsprechend die Behandlung durchführen.



MITTELPUNKT SERVICE

KONTAKT



Dr. med. Christian von Briel
Facharzt FMH Radio-Onkologie/Strahlentherapie



Dr. phil. nat. Peter H. Cossmann
Medizinphysiker
ETH/SGSMP



Dr. med. Günther Gruber
Facharzt FMH Radio-Onkologie/Strahlentherapie

Institut für Radiotherapie Zürich

Klinik Hirslanden
Witellikerstrasse 40
CH-8032 Zürich
T +41 (0)44 387 25 50
F +41 (0)44 387 25 51
christian.vonbriel@hirslanden.ch
peter.cossmann@hirslanden.ch
guenther.gruber@hirslanden.ch
www.hirslanden.ch

GLOSSAR

- **Strahlentherapie:** Medizinische Anwendung von Strahlung, um Krankheiten zu heilen oder zumindest deren ungünstigen Verlauf zu bremsen. Im engeren Sinne versteht man darunter die Anwendung ionisierender hochenergetischer Strahlen (Gammastrahlung, Röntgenbremsstrahlung, Elektronen, Neutronen, Protonen, Kohlenstoffionen) zu Heilzwecken, meist bei bösartigen Tumorerkrankungen (Krebs).
- **Elektromagnetische Strahlung:** Welle aus gekoppelten elektrischen und magnetischen Feldern. Zu ihnen gehören unter anderem Radiowellen, Mikrowellen, Infrarotstrahlung, sichtbares Licht, UV-Strahlung sowie Röntgen- und Gammastrahlung. Der einzige Unterschied zwischen diesen Wellentypen liegt in ihrer Frequenz und somit ihrer Energie.
- **Teilchenstrahlung:** Schnell bewegte Atome, Ionen oder Elementarteilchen mit verschiedener Ruhemasse. Wegen des Welle-Teilchen-Dualismus kann man jedoch im weiteren Sinn auch Licht, vor allem aber höherenergetische elektromagnetische Strahlung, wie Röntgen- und Gammastrahlung, zur Teilchenstrahlung rechnen, denn nach der De-Broglie-Gleichung tritt mit zunehmender Energie und damit zunehmendem Impuls des Teilchens der Teilchencharakter immer mehr in den Vordergrund und der Wellencharakter in den Hintergrund. Das Teilchen oder Quant der elektromagnetischen Strahlung heisst Photon.
- **Feldanordnung:** Anordnung der verschiedenen Einstrahlrichtungen der Photonen. Auf die Tumorregion wird aus verschiedenen Richtungen (in der Regel 2–8) gezielt. So kann man die notwendige Dosis applizieren, ohne die im Therapiebereich liegenden gesunden Organe mehr als absolut nötig zu belasten.

INSTITUT FÜR RADIOTHERAPIE ZÜRICH

Die Klinik Hirslanden verstärkt mit dem Institut für Radiotherapie Zürich ihr Leistungsspektrum per 1. Dezember 2006. Die Leitung des Instituts übernimmt Dr. med. Günther Gruber zusammen mit Dr. med. Christian von Briel und Dr. phil. nat. Peter Cossmann.

Im neuen Institut besteht schweizweit einzigartig – neben der gleichartigen Einrichtung in der Hirslanden Klinik Aarau – die Möglichkeit einer neberwirkungsarmen Strahlentherapie für Krebspatienten. Neue Technologien ermöglichen eine bessere Zentrierung des Tumors im Strahlengang und schonen damit das umgebende gesunde Gewebe.

