

Entwicklung der Strahlentherapie

Dipl.ing. med. Phys. M.Alraun

Prof. Dr. med. St.Mose

Die Strahlentherapie ist allein oder in Verbindung mit der Chirurgie und der medikamentösen Therapie ein erfolgreiches Instrument bei der Bekämpfung von bösartigen Tumoren. Eine wesentliche Voraussetzung für eine wirksame Strahlentherapie ist die komplette Erfassung des zu bestrahlenden Tumorgewebes mit einem möglichst geringen Umgebungssaum gesunder Zellen. Die kurative (heilende) Bestrahlung zielt darauf ab, den Patienten zu heilen und gleichzeitig die Funktion des betroffenen Organs zu erhalten. Die palliative (lindernde) Strahlentherapie führt zu einer Reduktion von Schmerzen und/oder anderen tumorbedingten Symptomen.

Im Vergleich zu den Anfangszeiten der Strahlentherapie können wir dieser Zielsetzung in der Strahlentherapie durch die rasante technische Entwicklung der letzten 5-10 Jahre immer besser gerecht werden.

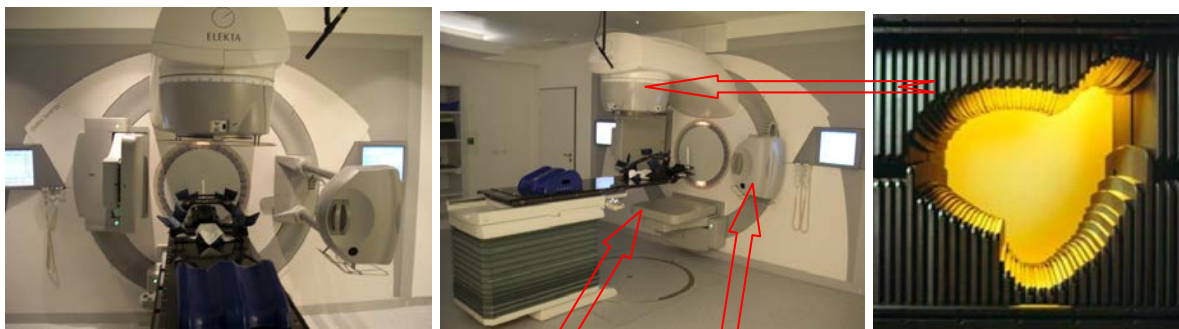


Abb. 1a-c

a) Linearbeschleuniger

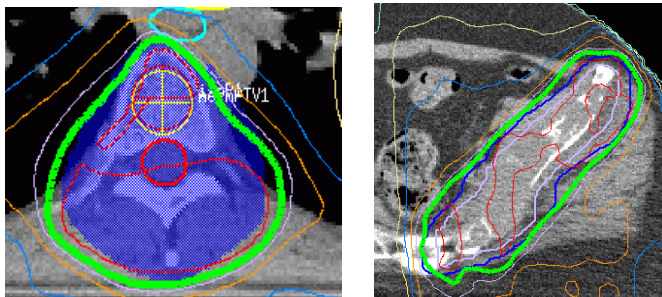
b) Flächendetektor und cone-beam-CT c) Multileafkollimatoren (integriert im Kopf des Beschleunigers)

Heute stehen uns Linearbeschleuniger (Abb.1a-b) mit Kollimatoren zur Verfügung, die in der Lage sind, mit 80 einzelnen Lamellenblenden (MLC = Multileafkollimatoren) (Abb.1c) die Bestrahlungsfeldgrenzen eng an die zu bestrahlende Tumorregion anzupassen.

Die Kontrolle und die eventuelle Korrektur der Lagevariabilität von Patient und Tumor führen wir am Beschleuniger einerseits mit Hilfe von bildgebenden Flächendetektoren durch. Diese qualitätssichernde Maßnahme wird andererseits ergänzt durch eine dreidimensionale Computertomographie (conebeam-CT). Manuell oder automatisch werden dann die Bilder in Bestrahlungsposition mit Planungsreferenzbildern verglichen und etwaige Abweichungen dann automatisch korrigiert. Dieses Verfahren der bildgeführten Strahlentherapie (IGRT = Image guided radiotherapy) trägt entscheidend zum Ergebnis der Therapie bei.

Voraussetzung für die Umsetzung dieser Techniken sind genaue Kenntnisse der Lage des Tumors, die wir von den diagnostischen Untersuchungen (z.B. Röntgen-, CT-, MR und PET-Untersuchungen) erhalten. Sie ermöglichen uns, das zu

bestrahlende Volumen im Körper einzugrenzen und mit der „dreidimensionalen Bestrahlungsplanung“ eine Bestrahlungsmethode zu entwickeln, die – zusätzlich zur Tumorzerstörung - gleichzeitig dazu verhilft, gesunde Nachbarstrukturen bestmöglich zu schonen. Die errechnete 3D-Computersimulation zeigt die Verteilung der Strahlung im Patienten (Abb.2+a).



a) b)
Abb. 2a+b: Dosisverteilung einer konventionellen Bestrahlungstechnik bei einer Wirbelkörpermetastase (a) bzw. einer Metastase der Beckenschaukel (b) (blaue Markierung = geplantes Zielvolumen, grün = definitive physik. Dosisverteilung mit mindestens 95% der verordneten Dosis)

Eine weitere Optimierung der Dosisverteilung erreichen wir durch den Einsatz der Intensitätsmodulierten Radiotherapie (IMRT). Hier wird im Gegensatz zur konventionellen Strahlentherapie, bei der die verschiedenen Einstrahlrichtungen und die optimale Dosisverteilung im Gewebe Schritt für Schritt entwickelt werden, die Dosisverteilung „invers“ berechnet. Bei der IMRT gibt man also die medizinischen Erfordernisse (z.B. die Konturen der Tumorregion und der Nachbarstrukturen, die Solldosis im Tumor und die Toleranzdosen für benachbarte Organe) dem Computer als Ergebnis vor. Leistungsfähige Computer vergleichen nach jedem Optimierungszyklus die Ergebnisse mit den Vorgaben und starten eine weitere Optimierung mit veränderten technischen Parametern. Bei der IMRT kann der Therapiestahl über seinen gesamten Querschnitt mit Hilfe der Lamellenblenden (MLC) in viele kleine Subfelder unterteilt und deren Strahlintensität unabhängig voneinander variiert werden. (Abb.3).

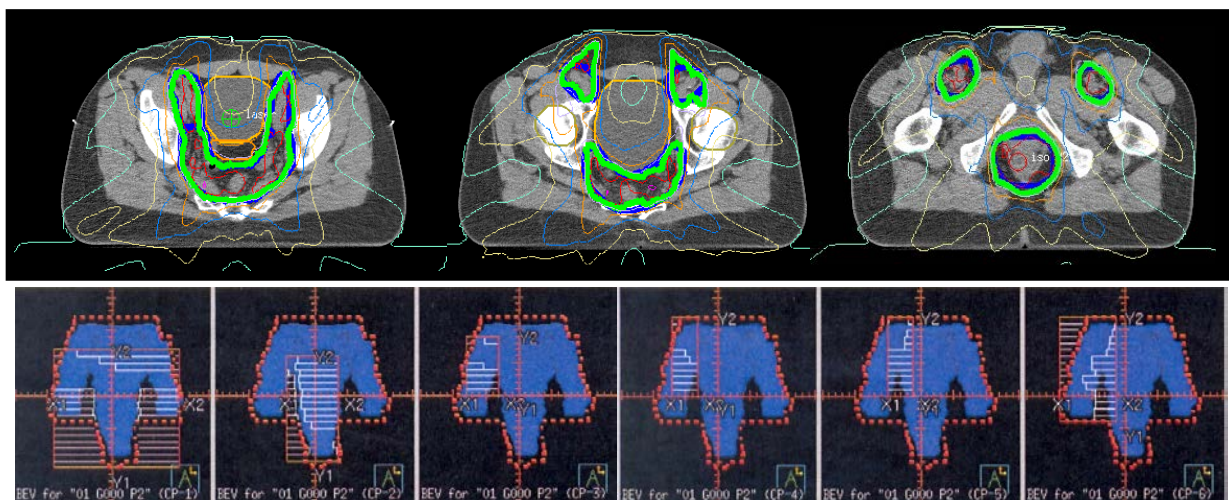


Abb. 3: Beispiel aus einem Plan bei einem Analkarzinompatienten: 1 Stehfeld mit 6 von insg. 14 Segmenten

Die Weiterentwicklung der IMRT ist die VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy) (Abb.4a-c), bei der die modulierten Einzelfelder zu einer Rotationsbestrahlung

zusammengefasst werden. Der Vorteil dieser Technik für den Patienten ist eine bedeutend kürzere tägliche Bestrahlungszeit.

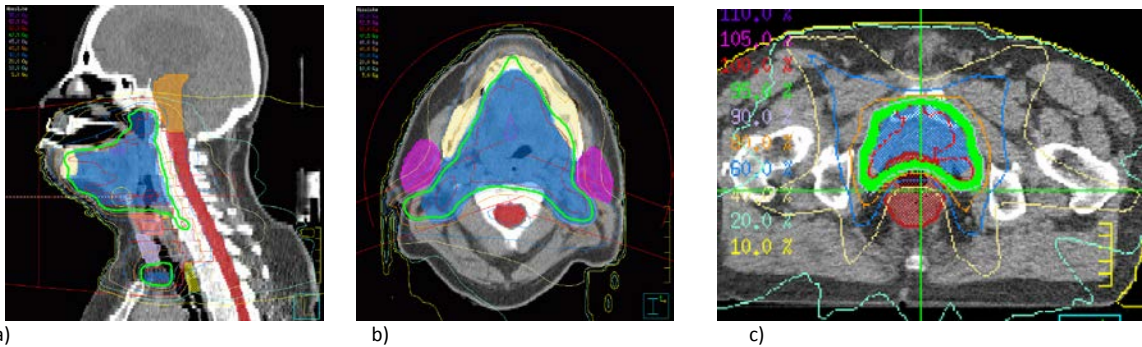


Abb.4a-c. Dosisverteilung einer VMAT-Bestrahlungstechnik bei einem Kopf-Hals-Tumor (a+b) bzw. einem Prostatakarzinom (c).

Die Anwendung von IMRT bzw. VMAT ist insbesondere dann sinnvoll, wenn unter dem Aspekt der Dosissteigerung im Tumor (z.B. beim nicht operierten Prostatakarzinom), die Dosisverteilung soweit optimiert werden kann, dass eine deutliche Verbesserung der klinischen Ergebnisse ohne Steigerung des Nebenwirkungsrisikos zu erwarten ist. Aber auch bei Tumoren, die in der Nähe empfindlicher und daher besonders zu schonender Organe liegen, sind diese Techniken hilfreich (z.B. Kopf-Hals-Tumoren, rückenmarknahe Tumoren, Tumoren im Becken).

Natürlich verwenden wir viel Zeit auf die physikalisch-technische Kontrolle dieser aufwendigen Methoden. Dies gilt ebenso für alle Bestrahlungsgeräte, die einer ständigen Überwachung unterliegen. Vergleichbar mit einem Flugzeugstart führt man vor Beginn des Patientenbetriebes Dosimetrie- und Sicherheitschecks durch. Dieses Qualitätssicherungskonzept wird durch weitere Prüfungen ergänzt und dient der Sicherheit des Patienten und der Mitarbeiter.

Durch den Einsatz moderner, in der täglichen Routine etablierter Techniken sind wir in der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie am Schwarzwald-Baar Klinikum daher in der Lage, onkologischen Patienten effiziente kurative und palliative Therapiekonzepte anzubieten, die die Heilung und/oder die Verbesserung der Lebensqualität zum Ziel haben.