

Simone Barthold
Dr. sc. hum.

CoRA – Eine neue CobaltRadioTherapieanlage
Untersuchungen zur technischen Realisierung und klinischen Einsetzbarkeit einer multifunktionalen Isotopenbestrahlungsanlage

Geboren am 13.04.1970 in Karl-Marx-Stadt (Chemnitz)
Reifeprüfung am 02.07.1988 in Karl-Marx-Stadt (Chemnitz)
Studiengang in der Fachrichtung Biomedizinische Technik vom WS 1989/90 bis SS 1995
Vordiplom am 10.10.1991 an der Technischen Universität Chemnitz-Zwickau
Diplom am 19.09.1995 an der Technischen Universität Chemnitz-Zwickau

Promotionsfach: Medizinische Physik
Doktorvater: Prof. Dr. W. Schlegel

In der klinischen Routine hat sich in den meisten Ländern der Linearbeschleuniger als das Standardwerkzeug für die Strahlentherapie durchgesetzt. Es gibt aber an verschiedenen Zentren neuere Untersuchungen zur Einsetzbarkeit von Gammabestrahlungsanlagen unter dem Gesichtspunkt, den heutigen Anforderungen an eine tumorkonforme Bestrahlung zu genügen. Dies war auch Gegenstand der vorliegenden Arbeit, wobei unter Berücksichtigung von drei Hauptfragestellungen untersucht wurde, ob eine neuartige multifunktionelle Bestrahlungsanlage mit mehreren auf ein Isozentrum ausgerichteten ^{60}Co -Quellen eine Einsatzberechtigung finden würde. Die untersuchten Fragestellungen sind:

1. Kann die Idee einer multifunktionalen Anlage konstruktiv umgesetzt werden?
2. Ist man in der Lage derzeitige Therapiekonzepte nachzuvollziehen bzw. sind neue Therapiekonzepte möglich?
3. Ist ein Einsatz von Multileafkollimatoren (MLK) an Gammabestrahlungsanlagen möglich?

Anhand verschiedener Meßserien mit MLK unterschiedlicher Bauform konnte gezeigt werden, daß ein Einsatz von MLK an Gammabestrahlungsanlagen unter gegebenen Randbedingungen, wie einer Optimierung des MLK bezogen auf das System CoRA, möglich ist. Die Messungen zeigen aber auch, daß der Einsatz eines Micro-MLK, wie Kollimator A, nicht sinnvoll ist, da die Leafbreite dosimetrisch nicht aufgelöst werden kann. Basierend auf den hier gewonnenen Ergebnissen wurden erste Parameter, wie beispielsweise die erforderliche Leafhöhe von 44 mm Densimet 18, Leafbreite von 3,73 mm und die Mindestverfahrstrecke der Leafs von 37,5 mm plus Overtravel, für einen an CoRA einsetzbaren MLK definiert. Darüber hinaus zeigen die Messungen und eine Überschlagsrechnung zur Abschätzung des zu erwartenden Halbschattens, daß die Forderung nach einem entsprechend kleinen Quelldurchmesser gerechtfertigt ist.

Unter Berücksichtigung der DIN 6846 für Gammabestrahlungsanlagen wurde für zwei verschiedene Quellenkonstellationen und unterschiedliche Aktivitätsraten die erforderliche Menge an Abschirmmaterial bestimmt, um einen aus Sicht des Strahlenschutzes sicheren Betrieb zu gewährleisten. Für eine Anlage mit beispielsweise 5 Quellen und einer Aktivitäts-

rate von 1500 Ci beträgt die Mindestabschirmung in Ruhestand 181,8 mm Densimet 18 oder im Vergleich dazu 273,6 mm Blei.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen und unter Berücksichtigung der aus einer Übersichtsanalyse zu vorhandenen Bestrahlungsanlagen gewonnenen Detailparametern wurden verschiedene Varianten zur Lösung des Quellenverschlusses aufgezeigt. Anhand eines Kriterienkataloges, in den die Gesichtspunkte Funktionalität, Bauweise und Sicherheit einfließen, konnte die im Rahmen der Möglichkeiten optimale Variante gefunden werden. Diese war Grundlage für den Lösungsvorschlag zur Gestaltung eines Bogensegments, das ein wichtiges Bestandteil des Gesamtsystems CoRA ist.

Aus technischer Sicht ist eine Realisierung des Systems CoRA gegeben.

Ein weiterer zu untersuchender Punkt dieser Arbeit war die klinische Einsetzbarkeit des Systems CoRA. Mit Hilfe des Moduls "VIRTUOS" wurden verschiedene Simulationen zu technischen Aspekten und Bestrahlungsparametern durchgeführt. Es zeigte sich, daß ein Winkel von 30° zwischen zwei Quellen und dem Isozentrum für die Schonung von Risikoorganen und gesundem Gewebe gegenüber einem Winkel von 40° vorteilhafter ist. Es wurde deutlich, daß der Einsatz von irregulären Feldern und die Feldgewichtung erforderlich sind, um akzeptable Dosisverteilungen erzielen zu können. Die Simulationen zeigen, daß ein Schwenken des Bogenelements von positiv wie negativ 180° erforderlich sein kann, um auch bei tiefliegenden Tumoren die erforderliche Dosis applizieren zu können. Die hier erzielten Ergebnisse beeinflussen nicht nur die konstruktive Gestaltung, sondern waren auch die Grundlage für die im Anschluß durchgeführten Simulationen zu verschiedenen klinischen Beispielen.

Bei Simulationen zur RT in Anlehnung an die statische Mehrfeldertechnik konnte festgestellt werden, daß die mit CoRA erzielbaren Dosisverteilungen nur geringfügig von den mit dem Linac durchgeführten Therapiefällen abweichen, obwohl für die Dosisberechnung Daten einer ausgedehnten Quelle von 20 mm herangezogen wurden. Bei einer Optimierung der physikalischen Eigenschaften der Anlage, wie des strahlführenden Systems und des MLK, sowie bei Verwendung einer Quelle mit kleinerem Durchmesser (z.B. 10 mm) sollte eine gleichwertige Dosisapplikation möglich sein.

Da das System auch für radiochirurgische Behandlungen einsetzbar sein soll, wurden Simulationen im Vergleich zu einer entsprechenden Methodik, der multiple arc-Technik, durchgeführt. Die Umsetzung auf das System CoRA wird durch die CoRA-Bogentechnik wiedergegeben. Obwohl infolge der Geometrie unterschiedliche Bewegungsabläufe der Strahlenquellen zu verzeichnen sind, war eine vergleichbare Dosisapplikation im Zielvolumen möglich. Für kleine Zielvolumina ist auch kein Nachteil bezüglich der nur 5 verwendeten Bögen gegenüber standardmäßig 9 verwendeten Bögen zu sehen.

Unter dem Aspekt der klinischen Einsetzbarkeit konnte gezeigt werden, daß sowohl ein Einsatz in der Radiotherapie wie auch der Radiochirurgie möglich ist. Damit sind die Voraussetzungen für einen multifunktionalen Einsatz gegeben.