

Patientenbezogene Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungen

D. Sidow, E. Blank, A. Buchali

Ostprignitz-Ruppiner-Gesundheitsdienste GmbH, OGD, Neuruppin/Brandenburg



Patientenbezogene Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungen

D. Sidow, E. Blank, A. Buchali

Ostprignitz-Ruppiner-Gesundheitsdienste GmbH, OGD
Neuruppin / Brandenburg

Patientenbezogene Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungen

D. Sidow, E. Blank, A. Buchali

Ostprignitz-Ruppiner-Gesundheitsdienste GmbH, OGD, Neuruppin/Brandenburg



Hintergrund und Ziele

Zum Jahresende 2008 wurde die Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungsplänen in der Strahlenklinik in Neuruppin von Filmdosimetrie und Ionisationskammermessungen auf VARIAN®-Portal-Dosimetrie und ScandiDos®-Phantom-Dosimetrie umgestellt. Im Jahre 2009 wurden mit beiden Verfahren jeweils etwa 100 Patientenpläne mit jeweils etwa 1000 IMRT-Feldern gemessen. Die Untersuchungen wurden an zwei VARIAN®-Beschleunigern (Typ C/D 2100) und an einem VARIAN®-Beschleuniger (Typ DHX) durchgeführt. Alle drei Beschleuniger sind mit 80-Leaf-MLC's (Millennium80) ausgerüstet. Die IMRT-Pläne wurden mit dem Pencil-Beam-Algorithmus am Bestrahlungsplanungssystem ECLIPSE Version 8.1 (VARIAN®) berechnet und mit der Sliding-Window-Technik realisiert.

Patientenbezogene Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungen

D. Sidow, E. Blank, A. Buchali

Ostprignitz-Ruppiner-Gesundheitsdienste GmbH, OGD, Neuruppin/Brandenburg



Material und Methoden

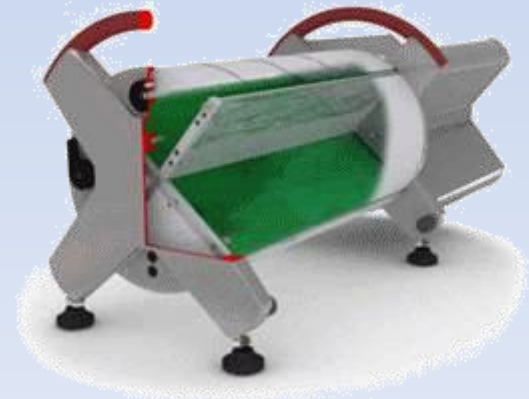
Die Varian Electronic Portal-Imaging-Dosimetry (EPID)

Alle drei Clinac´s der Ruppiner Kliniken sind mit einem Amorphous Silicon Digital X-Ray Imager ausgestattet. Im Patientenbetrieb wird dieses System genutzt, um mit Hilfe von Durchleuchtungsbildern die Lage des Patienten zu kontrollieren. Bei der EPID werden die Bestrahlungsfelder des Patienten ohne Patient und Bestrahlungstisch direkt auf die Detektoroberfläche bestrahlt. Die dazugehörige Software ermöglicht es, die gemessene Fluenz der mit dem Bestrahlungsplanungssystem berechneten Fluenz gegenüberzustellen. Die statistische Auswertung bezieht den Gamma-Index mit ein. Mit diesem werden sowohl die lokalen Fluenzabweichungen als auch die Abstände von Punkten, in denen berechnete und gemessene Fluenz übereinstimmen, bewertet. Der Gamma-Index ist gleich 1, wenn die Fluenzabweichung 3% beträgt oder wenn Punkte gleicher Fluenz um 3mm voneinander entfernt sind. Sind die Abweichungen größer, dann ist der Gamma-Index größer als 1.



Das DELTA4-Phantom

Das DELTA4-Phantom von ScandiDos® ist ein zylindrisches PMMA-Phantom. Zwei orthogonal angeordnete Detektorboards mit insgesamt 1069 Halbleiterdetektoren ermöglichen die genaue Messung von Bestrahlungsfeldern aus allen Einstrahlrichtungen. Die Auflösung der Dosisverteilung beträgt 0.8mm^2 . Der Messbereich beginnt bei 1mGy und ist nach oben unbegrenzt. In Vorbereitung der Messungen wird das Phantom im CT gescannt. Die Dosisverteilung des Patientenplanes im Phantom wird mit dem Bestrahlungsplanungssystem berechnet und mit der gemessenen Dosisverteilung verglichen. Schon wenige Sekunden nachdem ein Bestrahlungsfeld abgestrahlt wurde, liefert die Software eine Statistik der Abweichungen zwischen Rechnung und Messung mit Aussagen zum Gamma-Index. Die Statistik läßt auch erkennen bei welchem MLC – Leafpaar Abweichungen auftreten. Nachdem alle Felder eines Planes abgestrahlt wurden, kann der Gesamtplan ausgewertet werden. Die Konturen der Zielvolumina und der Risikoorgane werden entsprechend ihrer Lage zum Isozentrum aus dem CT-Datensatz des Patienten in den CT-Datensatz des Phantoms übertragen. Dadurch können auch Dosis – Volumen – Histogramme gemessen und bewertet werden.



Patientenbezogene Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungen



D. Sidow, E. Blank, A. Buchali

Ostprignitz-Ruppiner-Gesundheitsdienste GmbH, OGD, Neuruppin/Brandenburg

Ergebnisse

Die gemittelten Abweichungen zwischen den gemessenen Dosen bzw. Fluenzen und den mit ECLIPSE berechneten Dosen bzw. Fluenzen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst und nach den Photonenergien 6 MV und 15 MV unterschieden:

	Zahl der Felder	Mittlere Abweichung (%)	Standardabweichung (%)
EPID	1022	0,43	3,2
davon 6MV	503	-1,1	3,3
15MV	519	2,0	2,0
DELTA4	980	-0,58	1,7
davon 6 MV	491	-1,3	1,4
15 MV	489	0,15	1,6

Bei beiden Messmethoden liegen die Messwerte für 6MV-Felder im Mittel um 1,2 % unter den berechneten Werten. Für 15MV-Felder sind die Messwerte bei EPID um 2 % und bei DELTA4 um 0,15 % größer als die Rechnung. Die Standardabweichungen sind bei DELTA4 nur halb so groß wie bei EPID.

Bei den Messungen mit dem DELTA4-Phantom befindet sich wie auch bei Patientenbestrahlungen der Bestrahlungstisch im Strahl. Für Felder mit Gantrywinkeln zwischen 120° und 240° bewirken die Tischholme lokale Dosisverminderungen im Phantom von bis zu 5 %. Die im Mittel vorhandene Verringerung der DELTA4 - Messwerte gegenüber EPID wird ihre Ursache im Einfluss des Bestrahlungstisches haben.

Bei beiden Messmethoden wurde eine Bewertung der Übereinstimmung von Messung und Rechnung mit Hilfe des Gamma-Indexes vorgenommen. Bei etwa 70% aller gemessenen Felder ist der Flächenanteil, in dem der Gamma-Index den Wert 1 überschreitet, kleiner als 3%. Nur bei 10% der Felder übersteigt der Flächenanteil mit Gamma-Index > 1 10%.

Zwischen den Messwerten an den drei Beschleunigern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Patientenbezogene Qualitätssicherung von IMRT-Bestrahlungen

D. Sidow, E. Blank, A. Buchali

Ostprignitz-Ruppiner-Gesundheitsdienste GmbH, OGD, Neuruppin/Brandenburg



Diskussion, Fazit

Durch die Messung von insgesamt etwa 2000 Bestrahlungsfeldern aus etwa 200 Patientenplänen mit EPID und DELTA4 wird die Genauigkeit der mit ECLIPSE berechneten Dosisverteilungen für IMRT-Bestrahlungen bewertet. 6MV-Felder werden im Mittel um 1% zu hoch und 15MV-Felder um 1% zu gering berechnet. Die mittlere Standardabweichung liegt unter 3 %.

Das Bestrahlungsplanungsprogramm ECLIPSE wurde nach der Einmessung des Beschleunigers mit Basisdaten versorgt, d.h. die Dosisberechnungen in ECLIPSE basieren auf an dem ganz konkreten Beschleuniger gemessenen Dosisverteilungen und Absolutdosen. Bei der Implementierung der IMRT wurden diese Basisdaten durch weitere, insbesondere den dynamischen MLC betreffende Daten ergänzt. Wenn nun durch die dosimetrische Verifikation von Patientenplänen nachgewiesen wird, dass berechnete und gemessene Dosen sehr gut übereinstimmen, dann beweist das, dass

- der in ECLIPSE vorhandene Berechnungsalgorithmus geeignet ist, fluenzmodulierte Bestrahlungsfelder zu beschreiben,
- die Basisdaten einschließlich der Kenngrößen des dynamischen MLC korrekt bestimmt wurden,
- die nach den DIN 6847 und 6875 regelmäßig zu überprüfende Konstanz der Basisdaten gegeben ist,
- die nach den DIN 6847 und 6875 regelmäßig zu überprüfende Lage des Isozentrums, sowie die erforderliche Genauigkeit der geometrischen Einstellwerte des Beschleunigers wie Gantry- und Kollimatorwinkel, Blenden- und Lamellenpositionen des MLC gegeben sind,
- die Daten vom Bestrahlungsplanungssystem zum Beschleuniger korrekt übertragen werden.

Weil die patientenorientierte Qualitätssicherung umfassend ist und mit den dargestellten Meßmethoden einfach und ohne großen Zeitaufwand durchgeführt werden kann, bildet sie den Schwerpunkt der regelmäßig durchzuführenden Überprüfungen bezüglich IMRT in der Neuruppiner Strahlenklinik. Die maschinenorientierte Qualitätssicherung als detaillierte und wesentlich aufwändigere Prüfmethode ist dann zwingend erforderlich, wenn bei der patientenorientierten Qualitätssicherung nicht tolerierbare und systematische Abweichungen zwischen den berechneten und den gemessenen Dosisverteilungen festgestellt werden. Über die detaillierten maschinenorientierten Prüfungen sind die Ursachen für die Abweichungen zu klären und zu beseitigen.