

Bernd Wilhelm Bardon
Dr. med. dent.

Untersuchung der Fixierungsgenauigkeit eines Kopfmaskensystems im Hinblick auf die Bestrahlung mit Schwerionen in sitzender Position

Geboren am 16.07.1975 in Kronstadt
Staatsexamen am 03.08.2006 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Radiologie
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Christoph Thilmann

In der fraktionierten Strahlentherapie ermöglichen spezielle Kopfmasken die Fixierung im Kopf-Hals-Bereich. Am DKFZ Heidelberg und an der GSI Darmstadt werden zur stereotaktischen fraktionierten Strahlentherapie Masken aus einem selbsthärtenden Bandagenmaterial (Scotchcast) verwendet. Die Therapie mit Schwerionen der GSI erfordert eine sehr hohe Genauigkeit der Fixierung. Ein Nachteil der Schwerionentherapie der GSI ist, dass die Strahlabgabe nur aus einer festen horizontalen Richtung möglich ist. Zur Erweiterung der Einstrahlrichtungen und damit zur Verbesserung der Konformität der Dosisverteilung an das Zielvolumen wurde dort ein Bestrahlungsstuhl zur Bestrahlung in unterschiedlichen Sitzpositionen entwickelt. Die Bildgebung zur Bestrahlungsplanung wird am DKFZ im Liegen durchgeführt. Die Positionierungsgenauigkeit des DKFZ-Maskensystems im Liegen wird mit 1-2 mm angegeben. Ob es zur Bestrahlung im Sitzen eingesetzt werden kann, wurde bisher nicht geprüft. Daher wurde in der vorliegenden Arbeit die Fixierungsgenauigkeit dieses Maskensystems in liegender und sitzender Position an Probanden untersucht. Über einen Beißblock wurde die Position des Kopfes in der Maske mit einem optischen Kamera-Messsystem bestimmt. Es wurde in einer ersten Messreihe A an fünf Probanden in jeweils aufrecht sitzender und liegender Form für zehn Minuten gemessen.

Eine weitere Messreihe B wurde mit dem Bestrahlungsstuhl der GSI an vier Probanden durchgeführt. Die erste Messung erfolgte hier in aufrecht sitzender Position, die zweite in leicht nach hinten gekippter Lage. Die dritte Messung wurde in einer Position durchgeführt, die sich aus einer Drehung des Stuhles um seine Längsachse und einer Kippung des Stuhles nach vorne zusammensetzte. Die Messdauer betrug jeweils zehn Minuten.

Bei den ermittelten Verteilungen der Abweichungen zum Startwert während den Messreihen A und B zeigten sich ähnliche Werte. Die einzelnen Abweichungen wurden nach der Größe sortiert. Der mittlere Bereich der Verteilungen (Interquartilsabstand) ergab bei den meisten Probanden Abweichungen von 0,5-2,5 mm und bei zwei Probanden in Positionen des Bestrahlungsstuhls (Messreihe B) von bis zu 6 mm.

Einzelne Probanden erreichten in der Messreihe A Maximalwerte der Abweichungen von bis zu 7 mm und in den Positionen mit dem Bestrahlungsstuhl von bis zu 9 mm. Lokalisationen, die näher zur Kopfmitte hin liegen, zeigten geringere Schwankungen im Vergleich zu denen, die weiter außen liegen.

Zur Beschreibung der Abweichungen im zeitlichen Verlauf von sitzender und liegender Position der Messreihe A wurden einzelne Messwerte gemittelt und als „Momentaufnahmen“ über die Zeit aufgetragen. Es zeigten sich Abweichungen von ca. 1-2 mm und Schwankungen zum Startwert von bis zu 3,4 mm. Bei einem Probanden war dabei eine zunehmende Entfernung (Drift) vom Startwert festzustellen.

Innerhalb der Messreihe A zeigte sich beim Vergleich der Anfangswerte zu Beginn der sitzenden und liegenden Position und auch beim Vergleich der Werte am Ende der sitzenden zu denen am Anfang der liegenden Position, dass die Abweichungen meist ca. 1-2 mm und bei einem einzelnen Probanden ca. 5-6 mm erreichten.

Die beobachteten Abweichungen sowohl beim Wechsel der Positionen als auch im zeitlichen Verlauf über eine Bestrahlungssitzung liegen zum Teil deutlich über den Toleranzen der Hochpräzisionsbestrahlung mit Schwerionen. Bei Verwendung des DKFZ-Maskensystems im Sitzen sind vor allem in Hinblick auf die Bestrahlung mit Schwerionen Maßnahmen zur Kontrolle und Rückführung einer Fehlpositionierung im Verlauf einer Bestrahlungssitzung erforderlich.

Die Kontrolle der exakten Positionierung vor der Bestrahlung in dem Bestrahlungsstuhl müsste mit geeigneten bildgebenden Systemen erfolgen. Die Bewegungen und Ungenauigkeiten, die während einer eingestellten Position im Verlauf einer Bestrahlungssitzung auftreten können, könnten mit einem optischen Messverfahren, wie dem hier verwendeten, kontrolliert werden. Zusätzlich wäre dann ein System zur automatischen Nachführung des Stuhls in die Ausgangslage zum Ausgleich der Verschiebung notwendig.

Damit wäre das Fixationssystem in der Schwerionentherapie einsetzbar und es könnten Einschränkungen, die sich bei Bestrahlungen im Kopfbereich ergeben können, ausgeglichen werden.