

Sebastian P. Nischwitz
Dr. med.

Reichweitenverifikation, -evaluation und klinische Implementierung der in vivo Positronen-Emissions-Tomographie-Dosimetrie in der Partikeltherapie von primären Gliomen

Fach/Einrichtung: Radiologie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Jürgen Debus

Die moderne Medizin strebt nach Entwicklungen, die die Prognose für Patienten mit Erkrankungen wie Glioblastomen verbessern. Im Rahmen von Studien steht der Radiotherapie eine neue Entität zur Verfügung. Protonen und Schwerionen in Form von ^{12}C bieten die Möglichkeit, lokale Dosisescalation bei sicherer Umgebungsschonung umzusetzen. Ihre physikalischen und biologischen Eigenschaften haben verschiedene Vorteile im Vergleich zur konventionellen Strahlentherapie mit Photonen; es verbleiben allerdings noch Unklarheiten bezüglich technischer Handhabung und Qualitätssicherung. Der Strahlreichweite kommt aufgrund des invertierten Dosisprofils eine herausragende Bedeutung zu. Die PET stellt zur Zeit die einzige klinisch anwendbare Möglichkeit dar, Partikelstrahlung qualitativ zu messen.

Es wurden 20 Patienten mit primärem Gliom, die sich einer Partikelbestrahlung am HIT unterzogen, ausgewählt, von denen jeweils zehn mit Protonen und zehn mit Kohlenstoffionen bestrahlt wurden. Nach je zwei ihrer Partikelfraktionen wurde an einem hausinternen PET-Scanner eine Messung durchgeführt, die die Aktivitätsverteilung darstellte.

Mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen, die auf den jeweiligen Bestrahlungsplänen basierten, wurde ein Vergleich der geplanten (simulierten) und der tatsächlichen Reichweite der Strahlen vorgenommen. Weiterhin wurden die Reichweiten der PET-Untersuchungen eines Patienten miteinander verglichen, um auszuschließen, dass es sich um zufällige Verteilungen handelt und die Validität der Methode zu gewährleisten.

Nachdem für Protonenvergleiche signifikant schlechtere Ergebnisse als für Kohlenstoffvergleiche festgestellt wurden, wurde die bis dato auf CT-Bildern basierende Simulation insoweit adaptiert, dass sie die verschiedenen im Gehirn vorkommenden Gewebe, die auf einem MRT zu erkennen sind, berücksichtigt, und für sechs der Protonen-Patienten wurden neue Simulationen berechnet und verglichen.

Es konnte festgestellt werden, dass sich die Reichweiten der zwei Messungen eines Patienten nicht signifikant unterschieden. Für die Reichweiten der Kohlenstoffionenvergleiche konnten Reichweitenunterschiede festgestellt werden, die signifikant von Null verschieden, aber unter den verwendeten Sicherheitsabständen von 3 mm lagen. Die Protonenvergleiche lieferten auch trotz MRT-Simulation schlechtere Ergebnisse, jedoch konnte der Dosisverlauf anhand des Aktivitätsprofils nachgezeichnet werden, was mit der CT-Simulation nicht gelang. Weitere Anpassungen der Simulation bezüglich des Washouts sind in naher Zukunft nötig, um die Abweichungen realistischer darzustellen.

Es wurde festgestellt, dass gewisse anatomische Situationen wie zum Beispiel eine komplexe Tumorform oder -beschaffenheit mit zystischen und soliden Anteilen oder eine Tumorposition im Zentrum des Schädels besondere Vorsicht bei der Bestrahlungsplanung erfordern und eine Reichweitenprognose erschweren.

Abschließend lässt sich eruieren, dass die benutzten Planungskonzepte eine adäquate Dosisverteilung prognostizieren und in ihrer verwendeten Form sinnvoll sind. Die Simulation kann und sollte noch weiter entwickelt werden, um Ergebnisse zu erhalten, die noch näher an der Realität sind, und um weitere Untersuchungen durchführen zu können, die ein noch genaueres Planen und sichereres Bestrahlen ermöglichen.