

IMPACTOR

Image guided particle therapy of uveal melanoma with a multiport beam arrangement

Programm / Ausschreibung	Bridge, Bridge_NATS, Bridge_NATS 2018	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2019	Projektende	30.03.2022
Zeitraum	2019 - 2022	Projektlaufzeit	30 Monate
Keywords	particle therapy, uveal melanoma, imaged particle therapy		

Projektbeschreibung

Aderhautmelanome sind die am häufigsten vorkommende primäre onkologische Augenerkrankung im Erwachsenenalter, mit etwa 6 bis 7 Fällen pro Millionen Einwohner und Jahr. Neben der chirurgischen Behandlung ist die Strahlentherapie eine wichtige Behandlungsoption, da sie organerhaltend ist. Aufgrund der niedrigen Strahlenempfindlichkeit von Aderhautmelanomen sind sehr hohe lokализierte therapeutische Dosen notwendig, um eine zufriedenstellende Lokalkontrolle erreichen zu können. Die externe Strahlentherapie mittels schwerer geladener Teilchen ermöglicht eine sehr präzise Dosisapplikation und hat sich bei Aderhautmelanomen als radioonkologische Standardtherapie durchgesetzt. Der derzeitige technische Standard beruht auf der passiven Aufstreuung von Nadelstrahlen, um ein therapeutisch nutzbares Bestrahlungsfeld mit ausreichender Tiefenausdehnung (SOBP - Spread Out Bragg Peak) zu erzeugen. Dabei wird der Patient sitzend gelagert und positioniert und nicht, wie in der Radioonkologie allgemein üblich, in liegender Patientenposition, wobei nur ein einziges Bestrahlungsfeld angewendet wird. Des Weiteren beruht die derzeitige Bestrahlungsplanung in der Teilchentherapie von Aderhautmelanomen nicht auf hochauflösenden individuellen schnittbildgestützten bildgebenden Verfahren und liegt damit unter den Standards in der modernen Radiotherapie. Die Teilchentherapie mittels Protonen und Ionen wird laufend weiter entwickelt. Eine der wichtigsten rezenten Entwicklungen betrifft die flexiblere und besserer Strahlapplikation mittels magnetisch abgelenkter Nadelstrahlen. Diese Technologie wird in allen derzeit geplanten Teilchentherapiezentren angestrebt. Die zweite wichtige Änderung stellen kommerziell erhältliche Einzelraumlösungen mit einer rotierenden Gantry für die Protonentherapie dar, die tendenziell an existierende Strahlentherapeutische Zentren angeschlossen werden. Bisher wurden vorwiegend alleinstehende Teilchentherapiezentren mit mehreren Behandlungsräumen als Konzept bevorzugt bzw. verwirklicht.

Das Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes IMPACTOR - Bildgeführte Teilchentherapie von Aderhautmelanomen mittels Mehrfeldertechnik - ist es ein System zu entwickeln, welches ermöglicht Patienten in liegender Position mittels gescannter Teilchenstrahlen zu behandeln. Ein solches System bestehend aus Hardware- und Softwarekomponenten kann sehr einfach in die oben genannten Einzelraumlösungen integriert werden und ermöglicht die Behandlung von Aderhautmelanomen ohne einen dedizierten Behandlungsstuhl. Die wissenschaftlichen und technologischen Herausforderungen umfassen (1) die Entwicklung eines nichtinvasiven Echtzeit Augenfixations- und Überwachungssystems, welches sowohl mit CT und 3 Tesla MR Bildgebung für die Therapieplanung kompatibel ist. Die zugehörige Software wird entsprechende Schnittstellen zum Beschleuniger für etwaige Strahlunterbrechungen umfassen; und (2) die Entwicklung eines flexiblen und universell

einsetzbaren Kollimatorsystems, um kleinvolumige Bestrahlungszielgebiete wie Aderhautmelanome mit gescannten Nadelstrahlen mit scharfem Dosisrandabfall behandeln zu können. Das Kollimatorsystem wird zum Behandlungstisch oder in das System zur Kopflagerung integriert werden. Im Zuge der dosimetrischen Studien werden neben Protonen auch die therapeutisch relevanten Ionen, Kohlenstoff und Helium untersucht, da diese grundsätzlich weniger aufgestreut werden. Es soll nach Ende der Projektlaufzeit von 2 Jahren ein Prototypsystem, bestehend aus Hardware zur Lagerung, Augenfixation und Strahlkollimation sowie Software zur Augenüberwachung in Echtzeit inklusive Schnittstellen zum Therapiebeschleuniger für die Behandlung von Aderhautmelanomen mittels gescannter Teilchenstrahlung zur Verfügung stehen, wobei der Patient sich in liegender Position befindet. Dieses innovative und visionäre Projekt wird in Kooperation zwischen den Universitätskliniken für Strahlentherapie und Augenheilkunde der Medizinischen Universität Wien und EBG MedAustron, durchgeführt.

Abstract

Uveal melanoma is the most common primary ocular malignant tumor in adults, with an occurrence of 6 to 7 cases per million people per year. Besides surgical techniques, radiotherapy remains the standard eye-conserving treatment of uveal melanoma. Due to their low radiation sensitivity, high and localized radiation doses are required to achieve the therapeutic aim of local control. External beam radiotherapy (EBRT) techniques using charged particles, which enable such precise dose delivery, is one of the most commonly applied radiotherapy techniques for treating uveal melanoma. Current technical standards in proton therapy of uveal melanoma are based on a single passively scattered proton beams in order to widen the narrow Bragg Peak into a Spread Out Break Peak (SOBP) large enough to cover the tumor extent in longitudinal direction, with the patient in sitting on a dedicated treatment chair rather than in the otherwise applied lying position. Furthermore, treatment planning procedure for uveal melanoma is mostly not based on high resolution cross sectional imaging and thus below the standards of other radiotherapy applications. Proton and ion beam therapy has been and still is undergoing developments. First, recently built or currently planned particle therapy centers aim for more flexible and superior pencil beam scanning as delivery mode. Second, single room solutions with a rotating gantry for proton therapy are becoming available, which tend to be integrated into standard radiotherapy centers offering advanced photon beam therapy. This is in contrast to existing stand-alone multi-room facilities.

The aim of the research proposal Image guided PArtiCle Therapy of uveal melanoma with a multipORt beam arrangement - IMPACTOR, is the development of a system for uveal melanoma treatments with scanned particle beams and the patient in the universal lying position, which can then be easily adopted in the above mentioned single room solutions without the need for a dedicate treatment chair. The specific scientific and technological challenges are (1) development of a non-invasive eye fixation and monitoring system for real-time eye-position surveillance that can be used for CT and 3T MR imaging for treatment planning as well as beam delivery. The software to be developed will include respective gating interfaces for the accelerator for beam interruptions. And (2) development of a flexible and universal solution for precise beam collimation for treating small targets such as uveal melanoma with scanned particles and patients in lying position. The beam collimation system necessary to achieve a reasonable penumbra shall be integrated with the treatment table or head fixation system. In the context of dosimetric studies, proton beams will be benchmarked against heavier particles, such as Helium or Carbon ions that are of clinical relevance and known to undergo much less scattering in air compared to protons. The envisaged final outcome of the project is a working prototype system, both in terms of hardware and respective software for eye motion surveillance with interfaces for gating, and a technical solution for beam collimation. The innovative and visionary project will be carried out in close collaboration between the Departments of Radiation Oncology and Ophthalmology (both Medical University Vienna), and EBG MedAustron.

Projektkoordinator

- Medizinische Universität Wien

Projektpartner

- EBG MedAustron GmbH