

氏 名	宮田 潤也		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	統合科学		
学位授与番号	博甲第	6 9 4 3	号
学位授与の日付	2 0 2 3 年 9 月 2 5 日		
学位授与の要件	ヘルスシステム統合科学研究科 ヘルスシステム統合科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	悪性神経膠腫に対する強度変調陽子線治療と強度変調回転放射線治療の線量分布比較に関する研究		
論文審査委員	教授 原田奈穂子	教授 黒田昌宏	教授 渡邊豊彦 准教授 笈田将皇
学位論文内容の要旨			
悪性神経膠腫の放射線治療において、強度変調回転放射線治療 (Volumetric-Modulated Arc Therapy: VMAT)、多分割コリメータ (Muti-leaf collimator: MLC) を使用した強度変調陽子線治療 (Intensity Modulated Proton Therapy: IMPT) (IMPT_{MLC+})、MLC を使用していない IMPT (IMPT_{MLC-}) の各プランを比較して MLC を使用した IMPT の有用性について検討した。悪性神経膠腫の患者 16 名を対象とし、Computed Tomography (CT) 画像や Magnetic Resonance Imaging (MRI) 画像を用いて、高リスクと低リスクのターゲットとリスク臓器 (organ at risk: OAR) をそれぞれ輪郭描出し、IMPT_{MLC+}および IMPT_{MLC-}、VMAT それぞれの照射技術を用いて放射線治療計画を作成し、各計画での線量指標や線量分布を比較した。ターゲット体積の評価には、D_{2%}、V_{90%}、V_{95%}、homogeneity index (HI)、conformity index (CI) の線量指標を用いた。OAR は D_{2%}と D_{mean} の線量指標で評価され、正常脳組織は 5 - 40 Gy の線量を照射されたストラクチャーの体積の割合 (V_{5Gy} - V_{40Gy}) を用いて評価した。 IMPT_{MLC+}、IMPT_{MLC-}、VMAT の各プラン間において、すべてのターゲットに対する V_{90%}および V_{95%}、高リスクターゲットの CI に関して統計的有意差はなく、ターゲットの線量カバーはどの照射方法でもほぼ同等であった。また、IMPT_{MLC+}における高リスクターゲットの D_{2%} において IMPT_{MLC-}との有意差は認められなかった。HI に関しては、すべてのターゲットで IMPT_{MLC+}および IMPT_{MLC-}は VMAT よりも有意に優れており (p < 0.01)、IMPT_{MLC+}と IMPT_{MLC-}間では有意差は認められなかった。 IMPT_{MLC+}と IMPT_{MLC-}における OAR の D_{2%}と D_{mean} は、VMAT と比較して、同等もしくは小さい値を示した。また、IMPT_{MLC+}では、正常脳組織の体積の割合に関して、V_{40Gy} において各照射方法の間で有意差はなかったが、35 Gy 以下の線量を受けた体積 (V_{5Gy} - V_{35Gy}) において IMPT_{MLC-}および VMAT より有意に小さくなった (p < 0.05)。 IMPT_{MLC+}は他の照射方法よりも急峻な線量降下を形成でき、ターゲットカバレージを維持しながら OAR への線量を低減し、特にターゲット周囲における正常脳組織への線量を低減できることが示された。			

論文審査結果の要旨

本学位論文は、申請者所属施設が実践している悪性神経膠腫のX線による強度変調回転放射線治療(Volumetric-modulated Arc Therapy:VMAT)について、関連陽子線治療施設の協力のもとMuti-leaf Collimator (MLC) を使用した強度変調陽子線治療(Intensity Modulated Proton Therapy:IMPT) (IMPT_{MLC+})、MLCを使用していないIMPT(IMPT_{MLC-})の放射線治療計画を作成し、それらの線量分布の優位性について比較検討した研究である。悪性神経膠腫に対する放射線療法は、主にX線と陽子線を用いた外部照射が知られ、X線は現在主流となっている。また近年、X線ではVMATが臨床応用され始め、陽子線との線量分布の優位性に関する関心が高い。IMPTについても近年、急速に臨床応用され始めているが、浅い領域のビーム散乱が大きく、MLCを用いることで改善可能なことが知られる。本研究は悪性神経膠腫の患者16名を対象とし、Computed Tomography(CT)画像やMagnetic Resonance Imaging(MRI)画像を用いて、高リスクと低リスクの腫瘍ターゲットと小脳や脳幹、視交叉、蝸牛、水晶体、視神経、網膜、下垂体、海馬等のリスク臓器(OAR)をそれぞれ輪郭描出し、VMAT、IMPT_{MLC+}およびIMPT_{MLC-}を用いて放射線治療計画を作成し、各計画での線量指標や線量分布を比較した。結果、腫瘍ターゲットの線量均一性、集中性指標に関してはIMPT_{MLC+}およびIMPT_{MLC-}はVMATよりも有意に優れていた。IMPT_{MLC+}では、各OARの線量指標に関して、他の照射技術と比較して同等もしくは低い値を示した。IMPT_{MLC+}は他の照射技術よりも急峻な線量降下を形成でき、腫瘍ターゲットの線量均一性、集中性を維持しながら、腫瘍近傍の正常脳組織への線量を優位に低減できることが可能と考察された。以上について、学位論文発表会で適切な口頭発表が行われ質疑応答で論文内容や既存文献知識に基づいて十分な回答があり、学位論文の適切な修正が行われた。以上から、宮田 潤也 氏について、学位 博士(統合科学)に相当するものと認める。