

論文内容要旨

論文題目

膵癌に対する重粒子線治療の治療成績改善のための線量増加に関する検討

責任講座： 放射線腫瘍学講座

氏名： 川城 壮平

【内容要旨】(1,200字以内)

背景：重粒子線治療は線量集中性と高い生物学的効果を有し、局所進行切除不能膵癌に対しても施行されているが治療成績には改善の余地がある。膵臓は周囲を胃、十二指腸、大腸などの消化管や腎臓、脊髄といった放射線感受性の高い正常臓器に囲まれており、安全に線量増加するためには高精度の照射技術が必要である。特に重粒子線の飛程に影響を及ぼす呼吸性移動や消化管のガスの影響を考慮することが不可欠である。これまでの研究から線量増加が局所制御や生存期間の延長に寄与すると考えられており、本研究では線量増加のために呼吸同期スキューニング法による同時ブースト照射を用いて治療計画を行い、線量増加の線量分布について評価した。

対象と方法：局所進行切除不能膵癌に対する重粒子線治療を施行した患者12人の4次元CT画像を用いて、重粒子線治療計画を行った。標的として、肉眼的腫瘍体積(GTV)と臨床的標的体積(CTV)をCT上で輪郭入力した。CTVは2種類作成し、すなわち、CTV1がGTVに5mmのマーヅンを付与した領域と膵外神経叢および予防的リンパ節領域、CTV2がGTVに2mmのマーヅンを付与したものとした。CTVから計算により重粒子線の飛程の不確実性を考慮したマーヅンを付与して計画標的体積(PTV)とした。線量の処方は、PTV1に対しては一定の線量の55.2 Gy (RBE) / 12回、PTV2に対しては同時ブーストの線量として55.2 Gy (RBE) / 12回から2.4 Gy (RBE)ずつ増加し、67.2 Gy (RBE) / 12回まで線量増加した治療計画を作成した。線量の評価として、標的に対する線量とリスク臓器に対する線量について評価した。

結果：処方線量の増加に応じて、線量計算で得られた標的に対する線量も同様に増加した。特に腫瘍と消化管との間の距離が5mm以上の症例では、処方線量が十分に照射される線量分布が得られた。リスク臓器に対する線量は、すべての症例のどの処方線量においても規定以下となった。

結論：呼吸同期スキューニング照射による同時ブースト法を用いた膵癌に対する重粒子線治療の線量増加の治療計画を行った。リスク臓器に対する線量を抑えながら、標的に対する線量増加が可能であることがこの方法では世界で初めて示された。本研究の結果は今後山形大学で導入される回転ガントリーを備えた重粒子線治療施設においても適用可能である。

平成 29 年 1 月 20 日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

学位論文審査結果報告書

申請者氏名： 川城 壮平

論文題目： 膵癌に対する重粒子線治療の治療成績改善のための線量増加に関する

検討

審査委員： 主審査委員

木村 理 

副審査委員

吉岡 孝志 

副審査委員

北中 千史 

審査終了日：平成 29 年 1 月 5 日

【 論 文 審 査 結 果 要 旨 】

重粒子線治療は線量集中性と高い生物学的効果を有し、局所進行切除不能膵癌に対しても施行されているが治療成績には改善の余地がある。膵臓は周囲を胃、十二指腸、大腸などの消化管や腎臓、脊髄といった放射線感受性の高い正常臓器に囲まれており、安全に線量増加するためには高精度の照射技術が必要である。特に重粒子線の飛程に影響を及ぼす呼吸性移動や消化管のガスの影響を考慮することが不可欠である。これまでの研究から線量増加が局所制御や生存期間の延長に寄与すると考えられており、申請者は線量増加のために呼吸同期スキヤニング法による同時ブースト照射を用いて治療計画を行い、線量増加の線量分布について評価した。すなわち、呼吸同期スキヤニング照射による同時ブースト法を用いた膵癌に対する重粒子線治療の線量増加の治療計画を患者 12 人の 4 次元 CT 画像を用いて行った。

その結果リスク臓器に対する線量を抑えながら、標的に対する線量増加が可能であることが世界で初めて示された。本研究の結果は今後山形大学で導入される回転ガントリーを備えた重粒子線治療施設においても適用可能である。

審査者からの質問に対しては、1. 線量と臓器障害度は、X 線、陽子線、重粒子線で同じか異なるのかについては、ほぼ同じと考えられる、2. 山形大学に入る重粒子は回転ガントリーを備えたさらに高性能なものであり、今後膵の解剖学的位置付けから照射角度を考慮した研究が可能である、3. 今回は simulation であって、今後臨床試験で確認していく、4. 呼吸同期スキヤニング照射による同時ブースト法を用いているので、深呼吸や無呼吸に合わせられる、5. 胃・十二指腸に照射される危険性だけでなく大腸（横行結腸）も考慮していく、6. 膵尾部の癌は今回対象となるものがなかった、など適切に答えられた。一方、予防照射領域からの再発でなく、胃・十二指腸に・大腸（横行結腸）に照射される危険性から、照射できなかった腫瘍本体からの再発については今後の課題と考えられた。