

後藤 紳一 論文内容の要旨

主 論 文

Peripheral Organ Dose Evaluation using a Human Body Phantom in Intensity Modulated Radiation Therapy for Lung Cancer with Helical Type Accelerator

人体ファントムを用いたヘリカルタイプ加速器による肺がんの強度変調放射線治療時の周辺臓器の線量評価

後藤 紳一 河原田 泰尋 須田 悟志 上谷 雅孝

掲載雑誌名 Acta Medica Nagasakiensia in press

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻
(主任指導教員：上谷雅孝教授)

緒 言

強度変調放射線治療 (IMRT) は X 線による高精度放射線治療のひとつで、病変に対する多方向照射により線量を集中させるだけでなく、照射ビームの強度を変えることにより線量の最適化が可能であるという特徴をもつ。この治療法では、照射時間が通常の放射線治療に比較して長くなるという欠点があり、微弱な漏洩線量や散乱線のために周辺臓器の線量が多くなる可能性がある。本研究では Tomotherapy と呼ばれるヘリカルタイプ加速器による IMRT を人体ファントムの肺に実行し、注意臓器における吸収線量を蛍光ガラス線量計により測定評価し、IMRT における被ばくによるリスクを考察した。

対象と方法

ファントム上の肺がんモデルをもちいて、IMRT の最適化計算による治療計画をおこなった。標的線量は 95% の線量-体積ヒストグラムにおいて 5Gy となるようにした。治療計画の計算値の正確性は円柱ファントムに EDR2 フィルムと小型電離箱検出器を配置して実測し、計算値との比較検証をおこなった。

周囲臓器の被ばく線量の評価は、人体ファントム上の注意臓器 (左右水晶体、甲状腺、左右乳腺、生殖腺部) に相当する部分に蛍光ガラス線量計を配置し測定した。蛍光ガラス線量計は通常ライナック治療における 6MV-X 線にて校正をおこない、5 本を一組としてそれぞれの部位の平均値を測定した。また水晶体部には 2mm 厚の付加フィルタをその他の部位には 10mm 厚の付加フィルタを用いて体表面付近の散乱線補正をおこなった。

人体ファントム体軸上の 10, 20, 30, 40, 50cm の点において蛍光ガラス線量計を配置

し、標的体積からの距離と吸収線量の関係を測定した。

結 果

標的体積の95%に5Gy照射した際の周辺臓器が受けたそれぞれの吸収線量は、左水晶体で3.13mGy、右水晶体が3.22mGy、甲状腺が13.26mGy、標的体積への照射野内となる左乳腺が227.94mGy、同様に右乳腺が371.90mGyとなった。標的体積からもっとも離れている生殖腺（骨盤部）では1.47mGyとなった。

標的体積から離れるほど吸収線量の値は低くなり、0cmでは447.5mGy、10cmでは14.3mGy、20cmでは5.1mGy、30cmでは2.5mGy、40cmでは2.0mGy、50cmでは1.5mGyとなった。

考 察

本研究での蛍光ガラス線量計による吸収線量測定は、標的体積が5Gyの場合の値である。平均的な放射線治療では総線量はこの10倍の50Gy程度となるため本研究にて得られた10倍の値にて検討をおこなう必要がある。

チェルノブイリ事故の放射性降下物にさらされる個人の眼科疾患は、Worgel や Chumak らにより調査され、ICRP の勧告よりも低い5 Gy 以下でも白内障や混濁が生じているケースが確認できた。本研究における水晶体部の吸収線量値は十分に低い値であるが、頭頸部領域の照射では、カスタムブロックを併用するなど線量低減のための措置が必要であると考えられた。

甲状腺では50Gy換算値で132.6mGyとなる。しかし、この線量では甲状腺癌のリスクを増加させることができるかどうか明らかにされていない。

Land らの研究では乳癌リスクの増加は被爆後10年以上経過してから認められたが、そのリスクは被爆時年齢が40歳以上の女性に比べ、若年であるほど高く、特に10歳未満でのリスクが最も高いことが示されている。一方Thompson らの研究では、被爆時年齢が20歳未満における乳癌リスクが高い可能性が示唆されている。原爆被爆者における乳腺線量は0~6Gy (0~6.08Sv, 平均0.276Sv) と推定されており、被曝線量の増加とともにほぼ線形のパターンを示して乳癌発生頻度が増加することが示されている。しかし、低線量・低線量率、あるいは高線量・低線量率における被ばくの影響については科学的に明らかにされていない。本研究では、乳腺は治療ビームの軌道内にあり、その線量は227.94から371.90mGyとなった。すなわち、総治療線量が50Gyの場合は2-4Gy相当となる。少しでも乳腺への線量を低減するには乳腺組織を回避した入射方向の設定などが治療計画上で検討されるべきである。

骨盤領域は標的体積からの距離が50cmあるため吸収線量値は胚の異常が発生するしきい値量と比較して十分に低い値であった。

結 語

本研究では、IMRTにおける周囲臓器の吸収線量を蛍光ガラス線量計により実測した。IMRTでは照射野外臓器の影響も考慮した選択的な入射方向による治療計画を施行する必要がある。