

最終試験の結果の要旨

報告番号	総研第 419 号	学位申請者	豊田 雅彦
審査委員	主査	家入 里志	学位 博士 (医学) 歯学・学術)
	副査	馬嶋 秀行	副査 河野 嘉文
	副査	堀内 正久	副査 橋口 照人

主査および副査の5名は、平成29年3月16日、学位申請者 豊田 雅彦 君に面接し、学位申請論文の内容について説明を求めると共に、関連事項について試問を行った。具体的には、以下のような質疑応答がなされ、いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

質問1) 甲状腺で dynamic multi-leaf collimator (VMAT)による線量が高くなる理由は何か。

(回答) VMATはコリメーターを30度に振ることにより、JAWによる遮蔽がない領域ができ、漏洩線量が多くなるためである。

質問2) 甲状腺の測定ポイント数はいくつであったか。

(回答) 測定ポイントは1つだが、COMPASSにより、線量分布として甲状腺全体線量を把握することができる。

質問3) 実際の甲状腺への照射線量はどれ位になるのか。

(回答) 今回の実験から、15cGy~18cGyになると思われる。

質問4) 同様の研究は、これまでないのか、他の報告と比べて異なることは何か。

(回答) 同様の先行論文はあるが、intensity-modulated radiation therapy (IMRT)の照射技術間の比較は少ない。測定値は、先行論文よりもやや高い結果であった。

質問5) 今回用いたファントムよりも小さいファントムを用いた場合には結果はどうなると考えるか。

(回答) 照射外線量は、より広域に影響すると考えられる。

質問6) 現在の臨床における主たる治療技術は何か。

(回答) IMRTの技術の中では、volumetric modulated arc therapy (VMAT)である。

質問7) 照射対象部位に頭頸部を選んだ理由は何か。

(回答) 頭頸部にはリスク臓器が多く、注意を要する部位であること、また、米国医学物理学会が提唱しているモデルにおいて、小児に利用できるものが頭頸部モデルのみであったためである。

質問8) コントロールに3D-CRTを用いているが、IMRTを研究対象とした理由は何か。

(回答) 先行論文で、IMRTは3D-CRTなどの通常照射より、照射野外線量が多いことが指摘されている。これは照射野にmulti-leaf collimator (MLC)が入りこむIMRT技術では3D-CRTと異なる物理現象によってMU値が高くなるためと考えられるが、3つのIMRT技術を用い、MU値以外の要因を明らかにするためである。

質問9) 照射野外線量は、どちらの照射技術で大きくなるか。また、その理由は何か。

(回答) IMRTの方が大きい。IMRTは多くの小照射野で構成されるが、照射野が小さくなるとMU値が高くなり、照射時間が長くなる。その結果、漏洩線量にさらされる時間が長くなるため、照射野外線量は大きくなる。

質問10) MU値は照射時間と考えてもいいのか。

(回答) はい、MU値は照射時間に関連する。

質問11) 小児の場合、白血病に全脳照射が多いが、どちらの技術が良いと考えるか。

(回答) 全脳照射のように大きな体積に均一に当てる照射は、通常照射技術で治療する方が良い。

最終試験の結果の要旨

質問 12) IMRT と陽子線の違いは何か。

(回答) 線質が違う。陽子線は、体表面から入射してから腫瘍部にのみ線量が大きくなるような線量分布になり、腫瘍から後方部には線量が当たらない。

質問 13) 陽子線では、照射野外線量を考慮しなくて良いのか。

(回答) IMRT より陽子線治療の方が照射野外線量を低くできるという報告はある。

質問 14) 頭頸部への治療による 2 次発がんの頻度はどれくらいか。

(回答) IMRT を用いた小児頭頸部領域の 2 次発がんの疫学的調査報告はないと思われる。

質問 15) 今回の実験はどこで行ったのか。

(回答) 鹿児島大学附属病院で臨床使用している治療装置を用いて行った。

質問 16) ファントムを用いているが、人への応用を考えた時、体内の組織成分の違いなどを考慮しなくて良いのか。

(回答) 今回のファントムは、骨、肺、軟部組織の成分は考慮して作成されている。

質問 17) 結論として、照射野外線量を決定する重要な要因は照射時間と考えていいのか。

(回答) ガントリーヘッドの遮蔽構造が、漏洩線量を 0 に近づける構造であれば、照射時間が長くても照射野外線量の影響を減らすことができるため、根本的には MLC 等の遮蔽構造にあると考える。

質問 18) Steel -Dwass test とは何か。

(回答) Steel -Dwass test は、3 群以上の多重比較の事後分析に用いるノンパラメトリック法の検定である。

質問 19) Tongue & Groove effect とは何か。

(回答) MLC が前後方向に繰返し動くことで生じる、照射野内の線量低減効果である。MLC 間の隙間からの漏洩線量を少なくするために、隣り合う MLC は凸凹構造で二重になっている。IMRT は照射野内に MLC が入り込んでくるため、MLC が二重になることにより照射量が 18 %ほど低減されることが分かっている。

質問 20) ガラス線量計によって放射線を測定できるメカニズムは何か。

(回答) ガラス素子に蓄積された線量を紫外線照射することにより発光され、発光量を測定することで間接的に線量を測定することが可能である。

質問 21) COMPASS によって照射線量を計算できる原理は何か。

(回答) 治療計画装置は、複雑に動く MLC からの漏洩、散乱線量を正確に計算できない。一方 COMPASS は、ガントリーヘッドに取り付けた 2 次元検出器によって実際に線量測定を行った結果から強度線量マップを作成し、治療計画装置から計算される強度線量マップとの差分を線量計算に反映させている。

質問 22) ファントムは頭部と体幹のみであるのか。

(回答) 現在制作されている小児ファントムは、頭部と体幹のみで、四肢はない。

質問 23) 胸部、腹部の腫瘍を想定した検討は可能か。

(回答) 可能である。腹部で予備的な検討を行った結果では、今回と同様に IMRT で照射野外線量が高い傾向を確認した。

質問 24) 照射部位の位置合せの精度はどれくらいか。

(回答) 1 mm 1° 内の精度で合わせることが可能である。

質問 25) 甲状腺領域にプロテクターを着けて防ぐことはできないのか。

(回答) プロテクターによる散乱の影響があるため、実際の治療では用いることはない。

以上の結果から、5 名の審査委員は申請者が大学院博士課程修了者としての学力・識見を有しているものと認め、博士 (医学) の学位を与えるに足る資格を有するものと認定した。