学位論文審査結果の報告書

氏　　名	新谷　直也
生 年 月 日	昭和　52年　7月　18日
本 籍（国籍）	日本
学位の種類	博　　士　（医　学）
学位記番号	医　第　1188号
学位授与の条件 （博士の学位）	学位規程第５条該当
論 文 題 目	胸腹部2点測定式呼吸モニタリング装置と呼吸同期システムを組み合わせた呼吸同期照射の精度検証

審 査 委 員

（主　査）	西村恭昌 ㊞
（副主査）	光冨徹哉 ㊞
（副主査）	村上卓道 ㊞
（副　査）	㊞
（副　査）	㊞

論文内容の要旨

【目的】

孤立性肺がんや呼吸性移動を伴う放射線治療において、正常肺への照射を可能な限り小さくすることが必要である。その取り組みとしては、呼吸同期照射法、息止め法、呼吸抑制法、動体追跡法が挙げられる。しかし、これらの手法を使用しても、吸気後の臓器の再現位置や、既存の呼吸同期照射法：Real-time Position Management（RPM）では患者自身が呼吸を把握、管理できないなどの課題がある。胸腹部2点測定式呼吸モニタリング装置であるAbchesは、自由呼吸での吸気および呼気時の腹壁の移動を患者自身が目視により把握可能である。本研究ではAbchesで得られる自由呼吸下の信号をRPMシステムに自動変換するLinear Indicator（LI）システムを導入、LIを用いたAbchesとVarian RPM Systemを組み合わせたシステム（以下、LI-RPMシステム）の精度を検証した。

【方法】

動体ファントムを用いてLI-RPMシステムと既存のRPMシステムにおけるgateから照射までの遅延時間、腫瘍の動きを正弦波と模擬してその動きに対する照射の線量プロファイル、出力波形の評価を行った。

【結果と考察】

遅延時間では、RPMシステムを基準とした場合正弦波4秒および8秒周期いずれも＋0.1 secとなった。線量プロファイルの比較では、1 mm以内の一致が見られた。出力波形における両者の比較では、4秒周期でR^2=0.9981、8秒周期でR^2=0.9976であり高い相関を認めた。今回LI-RPMシステムの遅延時間は0.1 secの差が観察された。これはLI-RPMシステムがAbchesとLIを10 mのLANケーブルで接続していること、LIに信号が入ってからマーカを動かす駆動系の時間30～60 msecあることが原因であるが臨床上は問題が無いと考える。呼吸性移動する腫瘍はアイソセンタの位置で移動速度が最速となり、終末呼気・吸気の位置では速度がもっとも遅くなる。線量分布の比較から、終末呼気の呼吸同期が臨床上最も有用であると推察する。また、RPMシステム単独では腹壁に特殊なマーカを赤外線で呼吸の動きを管理しているため、non-coplanar照射を行うためには、couch angleごとにgate幅を設定し直す手間が必要であった。しかし、本システムは、±30度以上治療台の移動が必要なnon-coplanar照射でも問題無く同期し照射を行うことができた。

【結論】

LI-RPMシステムは既存の システムと同等の精度があり、non-coplanar照射にも有用である。高齢者の肺癌患者など、自由呼吸下での新しい治療法の選択肢として期待できることが示唆された。

博士論文の印刷公表	公表年月日	出版物の種類及び名称
	2015年　公表予定	出版物名 医学物理 Vol. 35　No. 1 2015年 5 月　発行予定
	公表内容	
	全文	

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

孤立性肺がんや呼吸性移動を伴う放射線治療において、正常肺への照射を可能な限り小さくすることが必要である。しかし、既存の呼吸同期照射法：Real-time Position Management (RPM)では患者自身が呼吸を把握、管理できないなどの課題がある。胸腹部2点測定式呼吸モニタリング装置であるAbchesは、自由呼吸での吸気および呼気時の腹壁の移動を患者自身が目視により把握可能である。新谷直也君はAbchesで得られる自由呼吸下の信号をRPMシステムに自動変換するLinear Indicator (LI)システムを導入、LIを用いたAbchesとVarian RPM Systemを組み合わせたシステム(以下、LI-RPMシステム)の精度を検証した。

彼は動体ファントムを用いてLI-RPMシステムと既存のRPMシステムにおけるgateから照射までの遅延時間、腫瘍の動きを正弦波と模擬してその動きに対する照射の線量プロファイル、出力波形の評価を行った。遅延時間では、RPMシステムを基準とした場合、正弦波4秒および8秒周期いずれも＋0.1秒となった。線量プロファイルの比較では、1 mm以内の一致が見られた。日常臨床では位置精度2 mm以内で運用しており十分臨床使用行える精度であった。以上、LI-RPMシステムは既存の システムと同等の精度があり、既存のRPMシステムでは実施不可能であった±30度以上治療台の移動が必要なnon-coplanar照射でも同期照射できることが確認できた。

以上本研究は、LI-RPMシステムが自由呼吸下での呼吸同期照射法の臨床応用可能であることを明らかにした。本研究は医学物理学会の機関誌「医学物理」に掲載予定で、医学物理学コースの学位論文にふさわしい内容である。

2015年2月2日に行われた公聴会の質疑応答では、彼は研究内容を報告し、その後副主査の光冨教授、村上教授よりの質疑に移った。副主査からは、旧システムとの比較研究において本データだけの提示ではメリットが分かりにくい、あらかじめ時間誤差、位置誤差の許容値を明記することが必要なのではないか、IMRT、定位放射線治療に応用できるのか、本システムで臨床実施したか、現状で臨床実施できない理由、金マーカを入れる呼吸同期照射との違いはどこか、照射期間中の腫瘍縮小に対応できるのかなどについて質問があり、新谷直也君は的確に回答した。以上より、最終試験は合格とし、論文の内容および本人の学識ともに医学博士の学位を授与するに十分であると判断された。

課博・論博

博士学位論文最終試験結果の報告書

平成 27 年 2 月 3 日

審査委員	主査	西村恭昌 ㊞
	副主査	光冨徹哉 ㊞
	副主査	村上卓道 ㊞
	副査	㊞
学位申請者氏名		新谷 直也
論文題目		胸腹部2点測定式呼吸モニタリング装置と呼吸同期システムを組み合わせた呼吸同期照射の精度検証

要旨

既存の呼吸同期照射法：Real-time Position Management (RPM)では患者自身が呼吸を把握、管理できないなどの課題がある。胸腹部2点測定式呼吸モニタリング装置であるAbchesは、自由呼吸での吸気および呼気時の腹壁の移動を患者自身が目視により把握可能である。新谷直也君はAbchesで得られる自由呼吸下の信号をRPMシステムに自動変換するLinear Indicator (LI)システムを導入、LIを用いたAbchesとVarian RPM Systemを組み合わせたシステム(以下、LI-RPMシステム)の精度を動体ファントムを用いて検証した。

RPMシステムを基準とした場合、遅延時間は正弦波4秒および8秒周期いずれも＋0.1秒となった。線量プロファイルの比較では、1 mm以内の一致が見られた。日常臨床では位置精度2 mm以内で運用しており十分臨床使用行える精度であった。また、LI-RPMシステムは、既存のRPMシステムでは実施不可能であった±30度以上治療台の移動が必要なnon-coplanar照射でも同期照射できることが確認できた。

2015年2月2日に行われた公聴会で、彼は研究内容を発表し、その質疑応答では、副主査の光冨教授、村上教授より、旧システムとの比較研究においてメリットが分かりにくい、あらかじめ時間誤差、位置誤差の許容値を明記することが必要ではないか、IMRT、定位放射線治療に応用できるのか、本システムで臨床実施したか、現状で臨床実施できない理由、金マーカを入れる呼吸同期照射との違いはどこか、照射期間中の腫瘍縮小に対応できるのかなどについて質問があり、新谷直也君は的確に回答し、彼の医学物理的知識とともに学位論文が彼の研究成果であることを確認できた。