

Title	Comparison of gamma index based on dosimetric error and clinically relevant dose-volume index based on three-dimensional dose prediction in breast intensity-modulated radiation therapy
Author(s)	金子, 暁里
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/76195
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"> 大阪大学の博士論文について をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文審査の結果の要旨及び担当者

(申請者氏名) 金子 暁里		
論文審査担当者	(職)	氏 名
	主 査 大阪大学教授	小川 和彦
	副 査 大阪大学教授	小泉 雅彦
	副 査 大阪大学教授	田中 壽

論文審査の結果の要旨

強度変調放射線治療(IMRT)は高度な照射技術と複雑な線量分布を伴うため、本邦及び海外のガイドラインにおいて治療前に患者個別検証を実施し線量精度を確認することが定められている。その評価指標として線量誤差を物理的に評価する2次元ガンマパス率解析が広く採用されてきた。本論文は、乳がん術後IMRTの患者個別検証において、線量予測の概念を導入した新たな評価指標である、3次元線量予測分布に基づく臨床的に有用な線量体積指標と臓器別予測3次元ガンマパス率の有効性を、従来法との比較を通して検証したものである。線量予測により、従来法では不明であった線量誤差が臓器に与える臨床的、生物学的影響の考察が可能となり、その有効性が明らかとなった。提示された手法は乳がん術後IMRTの患者個別検証に対して、より臨床に即した評価をする上で大きく貢献すると期待される。以上より、本論文は博士(医学)の学位授与に値すると考えられる。

論文内容の要旨

Synopsis of Thesis

氏 名 Name	金子 暁里
論文題名 Title	Comparison of gamma index based on dosimetric error and clinically relevant dose-volume index based on three-dimensional dose prediction in breast intensity-modulated radiation therapy (乳がんIMRTにおける線量誤差によるガンマ解析と3次元線量予測に基づく臨床的に有用な線量体積指標の比較)
論文内容の要旨	
〔目 的(Purpose)〕	
強度変調放射線治療(intensity modulated radiation therapy : IMRT)は腫瘍へ集中的に高放射線量を照射する一方で、近接するリスク臓器の放射線量を低減する複雑な線量分布を伴う治療であるため、全症例について照射前患者個別検証(patient-specific QA)を行い計画通りに正しく線量照射が出来ているか確認することが本邦及び米国の医学物理学会のガイドラインで強く推奨されている。Patient-specific QAの評価法として、ファントムに照射した測定データと治療計画との誤差を包含的に評価する2次元ガンマパス率解析が広く採用されてきた。近年、放射線治療計画装置(treatment planning system : TPS)で作成した患者体内の3次元線量分布を基準に、patient-specific QAのファントム測定による照射誤差を加味した3次元患者線量予測分布を再構成し、個別臓器への影響を評価する線量予測が注目を集めている。本研究の目的は、従来法のPatient-specific QAの評価法である2次元ガンマパス率解析と3次元患者線量予測分布に基づく臨床的に有用な線量体積指標と臓器別予測3次元ガンマパス率解析を比較検討すること、またビームモデリングが3次元患者線量予測分布に及ぼす影響を異なる2種類のTPS (XiO, RayStation)を用いて検討することである。	
〔方法ならびに成績(Methods/Results)〕	
21名の左側乳がんIMRT治療計画をXiOを用いて立案した。6MV X線を使用し、ガントリ角固定2門IMRT (step-and-shoot)、処方線量: 50 Gy/25 fr (PTV: D50%処方)、線量制約はRTOG1005に準拠とした。照射MU、セグメント形状が同一の治療計画をRayStationで再計算し、水等価個体ファントムと2次元平面型半導体検出器を用いてpatient-specific QAを実施した。得られた測定データと各TPSで計算した線量分布からSunNuclear社のソフトウェアを用いて2次元ガンマパス率解析を行い、自作ソフトウェアを用いてファントム測定による照射誤差を加味した3次元患者線量予測分布を再構成し、臓器別予測3次元ガンマパス率解析を行った。さらに予測線量分布から臨床的に有用な線量体積指標、腫瘍制御確率、正常組織障害発生確率を算出した。2次元ガンマパス率解析と臓器別予測3次元ガンマパス率解析の相関(ピアソンもしくはスピアマンの相関係数)と、参照したTPSによる違い (両側対応のあるt検定もしくはウィルコクソンの符号順位検定)を検討した。 従来法の2次元ガンマパス率解析の平均は、一般に使用される線量誤差3%、位置誤差3 mm基準において、XiO: 98.1%, RayStation: 100% (p < 0.001)。臓器別予測3次元ガンマパス率解析の平均はPTVでXiO: 94.9%, Ray: 93.1% (p < 0.001)、左肺でXiO: 73.3%, Ray: 85.9% (p < 0.001)となり、2次元ガンマパス率解析との相関については有意に認められなかった。予測線量に基づく線量体積指標については、参照したTPS間で有意差が認められた (PTV D_{95%}、左肺V_{5Gy}、左肺の正常組織障害発生確率: p < 0.001; 左肺V_{20Gy}、PTVの腫瘍制御確率: p < 0.005)。特に差が大きかった照射野外低線量領域の左肺V_{5Gy}を、計画と予測線量の誤差で評価すると、XiO: 29.6%, Ray: -0.2% (p < 0.001)であった。single-photon-source modelを採用しているXiOに比較して、dual-source photon-beam modelを採用しているRayStationの方が照射野外低線量域のビームモデリングの精度が高いことが原因と考えられた。	
〔総 括(Conclusion)〕	
IMRTのPatient-specific QAにおいて線量誤差を物理的に評価する2次元ガンマパス率解析は広く採用されてきたが、線量誤差に関する臨床的、生物学的な情報を含んではいない。本研究においても、2次元ガンマパス率解析と線量予測に基づく臓器別予測3次元ガンマパス率解析は必ずしも相関が得られなかった。3次元患者線量予測分布に基づく臨床的に有用な線量体積指標、腫瘍制御確率、正常組織障害発生確率を用いることで、2次元ガンマパス率解析による線量誤差に対して、付加的に臨床的および生物学的考察を加えることが可能であった。また、ビームモデリングが異なる2種類のTPS間で3次元患者線量予測分布に基づく線量体積指標と臓器別3次元ガンマパス率解析は有意差を生じる場合があり、線量予測を行う上ではTPSのビームモデリング精度に注意する必要がある。	