

令和元年6月11日現在

機関番号：34519

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K10010

研究課題名(和文) ポリマーゲル線量計を用いた放射線治療における金属の影響解析

研究課題名(英文) Dose distribution in the situation with implanted metal (evaluation using 3D gel dosimeter)

研究代表者

富士原 将之 (FUJIWARA, Masayuki)

兵庫医科大学・医学部・講師

研究者番号：90388827

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：多くの放射線治療患者の体内には様々な材質や形状の金属が存在し線量分布に及ぼす影響について3次元ゲル線量計を用いて評価を行った。大腿骨髄内釘を想定した場合、金属周囲1.5mmの範囲において、想定よりも約39%の線量増加が見られた。また、口腔内の歯科金属を想定した場合には金属で囲まれた部分において三次元治療計画による計画線量と比較して、三次元原体照射では10.5-13.5%、IMRTで照射した場合12.7-14.2%線量が高いことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、分子量の高い金属が照射範囲に存在する状況で放射線治療を行うときには金属周囲または金属で囲まれた領域が三次元治療計画装置で想定されるよりも高い線量となることが明らかになった。本研究成果により、今後さらに高精度でかつ安全な放射線治療の確立に向けて、金属がある患者における治療効果や有害事象の評価につながると考える。

研究成果の概要(英文)：Patients who undergo radiation therapy have various implanted metals like intramedullary nails and metals used in dental treatment, and these metals that is in the irradiation field affects the dose distribution due to scattering photon around the metals. In this study, we evaluated the influence of scattering photon and metal artifact caused by the implanted metal using three-dimensional gel dosimeter (iPAGAT). In the dosimetry assuming patient with a femoral intramedullary nail, the maximum dose around metal was 63.5% higher than the prescription dose and was observed in the range of 1 mm around the metal. On the other hands, in the dosimetry assuming patient with dental metals in the oral cavity the mean dose on the central axis in the area surrounded metals is 10.5-13.5% higher than the dose on the RTPs (Radiation Treatment Planning System) using three-dimensional conformal technique, and 12.7-14.2% higher by IMRT.

研究分野：放射線腫瘍学

キーワード：放射線治療 体内金属 線量測定 三次元ゲル線量計

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

放射線治療技術の進歩は目覚ましく、強度変調放射線治療 (IMRT) や Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) をはじめとする高精度放射線治療は病変に対する線量の集中性を改善し、周囲正常組織の線量を低減することが可能で、高い治療効果と副作用の軽減が期待できる。

一方、近年体内金属を有する患者に対し放射線治療を行う機会は増えている。現在の外部放射線治療においては、三次元治療計画装置を用いた治療計画を作成し、標的臓器や周囲正常組織の線量評価を行うため、治療計画の精度管理が重要となっている。治療計画にはCT画像を用いるが、体内に金属が存在する場合には治療計画に用いるCT画像に金属によるアーチファクトが発生し、正確な治療計画の妨げとなる。一方、金属周囲には散乱線が発生し、線量分布に影響する。しかし、これらを現在の治療計画装置上で予測することは不可能である。その結果、標的線量の低下による治療効果の低下や障害の増強といった事態を招く可能性をはらんでいる。高齢者の場合、歯科治療に伴うインプラントやクラウンといった金属や骨折などに対する固定目的の手術による金属が見られることも少なくない。

金属による線量分布への影響については、これまでにAAPM Task63 レポートなどの報告やIMRTでの症例報告がある。しかし、高精度放射線治療における金属による線量誤差に関する三次元的な検証はほとんど行われていないのが現状であり、CT画像上のアーチファクトや金属周囲の散乱線が線量分布に与える影響は解明されていない。

2. 研究の目的

本研究では、ポリマーゲルを三次元線量計として用い、体内に金属を持つ患者を想定したファントムを作成し、放射線治療における体内金属による線量分布への影響を検証することにより体内金属を有する患者における放射線治療の精度向上と安全性の確保を期待するものである。

3. 研究の方法

三次元ゲル線量計として、iPAGAT (Polyacrylamide-based gel dosimeter contained magnesium chloride as a sensitizer) を自作し、専用のアクリルボックスに入れ、各金属 (ステンレス製髄内釘、金パラジウム性歯科金属) をガスバリア包装袋に包んでゲル内に挿入し、1日冷蔵保存。三次元治療計画装置にて、三次元照射およびVMATの治療計画を作成し、ゲル線量計に対し照射を行う。照射1日後に、照射済みのゲルをMRIでスキャンし、画像データ (図1) を取得。この画像データよりピクセル毎にR2値 ($=1/T_2$ 値) を取得、R2値から線量変換し、三次元治療計画との線量プロファイルと比較した。

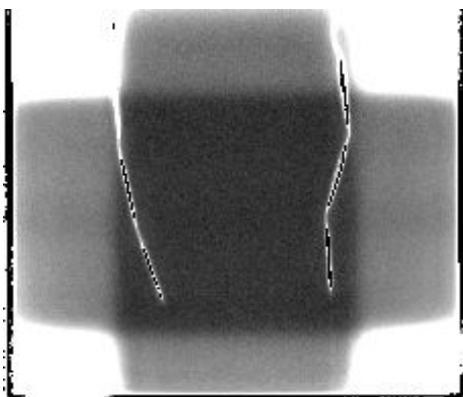


図1

4. 研究成果

ステンレス製髄内釘に対し、4門照射で三次元原体照射を行った場合、金属の辺縁から1mm以

内の範囲で、最大で 63.5%の線量増加が見られた。また、口腔内の歯科金属が存在する条件を想定した金属配置で照射を行った場合に、金属に囲まれた範囲（実際の患者であれば舌が存在する部分を想定）において、治療計画装置の線量分布と比較して、三次元原体照射の場合に 10.5-15.5%、VMAT の場合に 5.7-14.2%の線量が高い傾向が認められた。

ゲル線量計に金属を埋め込むことによってこれまで不可能であった金属が存在する条件下での線量検証が可能となった。本研究は、ゲル線量計を用いた基礎実験であり、この結果が実際の放射線治療患者において治療効果や副作用に影響するか臨床的に解明していくことを今後の課題としている。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 8 件)

富士原将之、松本利浩、石田敏久、若山司、田和光、村上雄一、源貴裕、鈴木公美、田ノ岡征雄、上紺屋憲彦、山門亨一郎、口腔内金属による線量分布への影響（口腔内を想定したファントムによる実測）Dose distribution in the situation with intra-oral implanted metal (evaluation using 3D gel dosimeter)、日本放射線腫瘍学会第 32 回学術大会、2018 年

富士原将之、Monaco による三次元治療計画 7 年分の温故知新 ver2.03 から 5.11 、2018 エレクトアオンコロジミーティング in 大阪、2018 年

富士原将之、Monaco による三次元治療計画-7 年間の使用経験-、第 31 回高精度放射線外部照射部会学術大会イブニングセミナー、2018 年

富士原将之、田ノ岡征雄、石田敏久、若山司、松本利浩、鈴木公美、樽谷和雄、高田康弘、土井啓至、上紺屋憲彦、山門亨一郎、体内金属が線量分布に与える影響（ゲル線量計による評価）、日本放射線腫瘍学会第 31 回学術大会、2017 年

富士原将之、鈴木公美、樽谷和雄、田ノ岡征雄、石田敏久、若山司、高田康弘、土井啓至、上紺屋憲彦、山門亨一郎、ゲル線量計を用いた線量分布の解析（体内金属存在下における線量分布）、日本医学放射線学会関西地方会、2017 年

富士原将之、田ノ岡征雄、石田敏久、若山司、小坂賢吾、樽谷和雄、鈴木公美、加藤貴、高田康弘、土井啓至、上紺屋憲彦、廣田省三、ステンレス製髓内釘の線量分布への影響 ポリマーゲル線量計を用いた線量評価 -、日本放射線腫瘍学会第 30 回高精度放射線外部照射部会学術大会、2017 年

Masayuki Fujiwara、Norihiko Kamikonya、Hitomi Suzuki、Kengo Kosaka、Kazuo Tarutani、Yasuhiro Takada、Hiroshi Doi、Masao Tanooka、Toshihisa Ishida、Tsukasa Wakayama、Shozo Hirota、Fundamental examination for the dosimetry using PAGAT gel phantom within implanted metal、日本放射線腫瘍学会第 29 回学術大会、2016 年

富士原将之、上紺屋憲彦、鈴木公美、加藤貴、小坂賢吾、樽谷和雄、高田康弘、土井啓至、田ノ岡征雄、石田敏久、若山司、廣田省三、ポリマーゲルを用いた線量測定的基础実験—体内金属による線量分布への影響解析に向けて—、神戸腫瘍懇話会、2016 年

〔図書〕(計 1 件)

大西洋（編集）、唐澤久美子（編集）、唐澤克之（編集）、上紺屋憲彦、富士原将之、がん・放射線療法 2017 1336 ページ（138-141）

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：上紺屋 憲彦

ローマ字氏名：(KAMIKONYA, Norihiko)

所属研究機関名：兵庫医科大学

部局名：医学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：00185985

研究分担者氏名：土井 啓至

ローマ字氏名：(DOI, Hiroshi)

所属研究機関名：兵庫医科大学

部局名：医学部

職名：非常勤講師

研究者番号（8桁）：50529047

研究分担者氏名：廣田 省三

ローマ字氏名：HIROTA, Shozo

所属研究機関名：兵庫医科大学

部局名：医学部

職名：名誉教授

研究者番号（8桁）：20181216

研究分担者氏名：丹羽 康江

ローマ字氏名：(NIWA, Yasue)

所属研究機関名：兵庫医科大学

部局名：医学部

職名：助教

研究者番号（8桁）：60648294

研究分担者氏名：高田 康弘

ローマ字氏名：TAKADA, Yasuhiro

所属研究機関名：兵庫医科大学

部局名：医学部

職名：助教

研究者番号（8桁）：20461048

(2)研究協力者

研究協力者氏名：鈴木 公美

ローマ字氏名：SUZUKI, Hitomi

研究協力者氏名：田ノ岡 征雄

ローマ字氏名：TANOOKA, Masao

研究協力者氏名：松本 利浩

ローマ字氏名：MATSUMOTO, Toshihiro

研究協力者氏名：石田 敏久

ローマ字氏名：ISHIADA, Toshihisa

研究協力者氏名：若山 司

ローマ字氏名：WAKAYAMA, Tsukasa

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。