

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：84409

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23791418

研究課題名(和文)リアルタイム体内線量測定に基づく高線量率組織内照射の高精度化

研究課題名(英文)Optimization of high-dose-rate brachytherapy based on a realtime in vivo dosimetry

研究代表者

小西 浩司(Konishi, Koji)

地方独立行政法人大阪府立病院機構大阪府立成人病センター(研究所)・その他部局等・その他(医長)

研究者番号：60457017

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円、(間接経費) 1,080,000円

研究成果の概要(和文)：使用するMOSFETワイヤレス線量計の物理的特性を明らかにするために、特製の前立腺模擬ファントムとIr-192線源を使用して、線量校正を行った。次に前立腺癌に対する高線量率組織内照射を施行する患者において、尿道および直腸の線量実測を行う予定であったが、研究代表者の異動のため、行うことができなかった。

研究成果の概要(英文)：We made a correction of dosimetry to clarify the physical characteristics of MOSFET wireless dose meter using our original prostate phantom and Ir-192 radiation source. Next, we planned to make an in vivo dosimetry to calculate the urethral and rectal dose of the patient treated with high-dose-rate brachytherapy for prostate cancer, but main researcher moved to another hospital and we could not do that.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：体内線量測定 高線量率組織内照射

1. 研究開始当初の背景

本邦において前立腺がん患者の増加は著しく、その治療法の研究は喫緊の課題である。大阪大学では、1991年に本邦ではじめて当大学に導入された第3世代の Ir-192 Remote after loading system (RALS) を用いて、前立腺がんに対する高線量率組織内照射単独療法を1994年に開始した。2010年9月までに前立腺がんに対する高線量率組織内照射単独療法を180例に行い、良好な結果を得ている。

大阪大学から前立腺がんに対する高線量率組織内照射単独療法としては世界で初めての論文報告を2000年に行って以来、2003年、2006年にも治療成績や有害事象について論文報告を行った。この方法は通常の外照射に比べて1回に高線量を投与するため、尿道や直腸の晩期有害事象が最も危惧される。

そこで、尿道および直腸の線量と晩期有害事象の相関について解析を行い、その結果を2009年に論文報告した。直腸線量と晩期有害事象の間には有意な相関がみられたが、尿道線量と晩期有害事象の間には有意な相関がみられなかった。この方法の問題点の一つは、尿道および直腸の線量が市販の治療計画装置に基づく計算から得られたもので、実測により得られたものではないということである。市販の治療計画装置では体内を水等価な均一な組織として計算しており、金属針アプリケータや尿道バルーンカテーテル、直腸内ガスなどの影響は考慮されていない。そこで、尿道および直腸の線量を実測することで、尿道線量および直腸線量と晩期有害事象との相関をより正確に調査することができるとの着想にいたった。市販の治療計画装置にフィードバックすることにより治療計画装置の最適化を行うことができる可能性もある。また、リアルタイムに線量実測を行うことにより、より高精度な照射検証を行うことができ、さらには治療期間中の金属針アプリケータのずれによる線量分布のずれも評価できるため、その意義は極めて大きいと考えられる。

2. 研究の目的

はじめに、使用予定である MOSFET ワイヤレス線量計の物理的特性を明らかにするために、ファントムを用いた実験を行う。

次に、独自で作成した前立腺模擬ファントムを使用して、尿道バルーンカテーテル、金属針アプリケータ、フレキシブルニードルを用いた線量実測を行う。

これらで得られた物理的特性やデータに基づき、臨床例で尿道および直腸の線量実測を行い、市販の治療計画装置の精度検証を行う。

また、リアルタイムでの線量実測により、

治療期間中の線量の経時的変化を評価し、より高精度な治療の確立を目標とする。

これまでにも、高線量率組織内照射において体内線量実測の報告はあるが、リアルタイムで線量を把握するものではなかった。本研究はリアルタイムで線量を把握することを目的とするものであり、その意義はきわめて高いと考えられる。使用予定の MOSFET ワイヤレス線量計は 1.5mm × 1.3mm 程度の極小半導体検出器に 15m のケーブルがつながっており、14Fr の尿道バルーンカテーテルや金属針アプリケータ、フレキシブルニードルに挿入可能である。

MOSFET ワイヤレス線量計を用いた尿道線量実測に関して、I-125 シード永久挿入による低線量率小線源療法の分野では報告があるが、Ir-192 RALS を用いた高線量率組織内照射の分野では報告がない。

また、直腸線量の実測に関しては、フレキシブルニードルを用いて直腸前壁境界の前立腺内に線量計を挿入する方法を考案した。これはこれまでにない新しい独自の方法である。金属針アプリケータと同様に前立腺内に留置することから安全性も高いと考えられる。

尿道線量および直腸線量を実測することにより、市販の治療計画装置の精度検証を行うことは大変意義が大きく、さらにはリアルタイムで線量実測を行うことで、より高精度な検証、評価が可能である。これにより、高線量率組織内照射単独療法の高精度化が達成できると考えられる。

3. 研究の方法

はじめに、水ファントムおよび固体ファントムを用いて、Ir-192 線源を直接校正し、絶対線量測定のための校正定数を設定する。

つぎに、線源からの距離によるエネルギースペクトルの変化による校正定数の変動を検討する。

さらに、MOSFET ワイヤレス線量計の方向依存性、温度依存性、線量レスポンスの直線性を検討する。尿道バルーンカテーテル、金属針アプリケータ、フレキシブルニードルを用いた場合の減弱や適切な測定時間を検討する。

さらに、前立腺模擬ファントムを用いて、実際の線源配置で上記補正係数に基づいて測定した MOSFET ワイヤレス線量計の絶対線量と、TLD などの既存の線量計や治療計画装置の計算線量との比較を行い、その精度を見積もる。

その後、臨床の場で、実際の前立腺がんに対する高線量率組織内照射症例において、尿道線量および直腸線量の実測を行う。

硬膜外麻酔下に尿道にバルーンカテーテルを挿入し、前立腺に金属針アプリケータを留置するのと同様に、直腸前壁境界の前立腺

内にフレキシブルニードルを留置する。そして実際の照射の際に、尿道バルーンカテーテルおよび直腸前壁境界の前立腺内に留置されたフレキシブルニードル内に MOSFET ワイヤレス線量計を留置し、尿道線量および直腸線量の実測を行う。月曜の午後に 1 回目の照射を行い、火曜から木曜までは午前午後 1 日 2 回、計 7 回の照射がある。照射のたびに尿道線量および直腸線量の実測を行い、その経時的変化を記録する。1 ヶ月に 1 例または 2 例のペースで、年間約 20 例のデータを蓄積する。これらのデータを解析し、より高精度な治療の確立を実現する。

これらの物理的実験は、大阪大学大学院医学系研究科放射線治療学教員の医学物理士の協力のもと行う。

4. 研究成果

平成 23 年度

MOSFET ワイヤレス線量計の物理的特性を明らかにするために、特製の水ファントムと固体ファントムならびに Ir-192 線源を使用して直接校正を行い、絶対線量測定のための校正定数を設定した。

つぎに、MOSFET ワイヤレス線量計の方向依存性、温度依存性、線量レスポンス直線性を評価するために、同様のファントムと Ir-192 線源を用いて、線源と線量計の距離が 0.5cm から 3.5cm までの 0.5cm 間隔で線量測定を行った。

その結果、MOSFET ワイヤレス線量計の方向依存性、温度依存性、線量レスポンス直線性のずれはいずれも 3%以内と良好な結果であった。線源と線量計の距離が大きいとややずれが大きい結果であったが、サンドウィッチ法を用いることでずれを軽減することが可能であった。

次に前立腺模擬ファントムを用いて、実際の線源配置で上記補正係数に基づいて測定した MOSFET ワイヤレス線量計の絶対線量と、TLD などの既存の線量計や治療計画装置の計算線量との比較を行う予定であったが、東北関東大震災による影響で MOSFET ワイヤレス線量計の購入が大幅に遅れたため、平成 23 年度内に行うことができなかった。

平成 24 年度

平成 23 年度内にできなかった前立腺模擬ファントムを用いた実験を行う予定であったが、研究代表者が大阪大学から大阪府立成人病センターに異動になり、また協力者の医学物理士が海外赴任となったため、行うことができなかった。

さらに、大阪府立成人病センターでは、前立腺がんに対する高線量率組織内照射単独療法は施行されていなかったため、実際の臨床症例での線量実測も行うことができなかった。

大阪府立成人病センターでも前立腺がんに対する高線量率組織内照射単独療法を導入しようと試みたが、放射線治療医や連携が必要な泌尿器科医、麻酔科医、現場の看護師、放射線技師のマンパワー不足の問題により導入はかなわなかったため、放射線治療医の増員を病院に要望した。

平成 25 年度

放射線治療医の増員はみとめられなかったため、勤務シフトの調整等を試みたが、絶対的な放射線治療医不足や研究代表者の 3 ヶ月の海外留学もあり、前立腺がんに対する高線量率組織内照射単独療法の導入は実現できなかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 0 件)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

小西 浩司(Koji Konishi)

地方独立法人大阪府立病院機構大阪府立成人病センター(研究所)・その他部局等・その他

研究者番号：60457017

(2)研究分担者 なし

(3)連携研究者 なし