

平成 21 年 6 月 16 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007 ～ 2008

課題番号：19790894

研究課題名（和文） 融合画像作成による高精度前立腺癌小線源治療法の確立

研究課題名（英文） High accuracy prostate brachytherapy using fusion images

研究代表者

大橋 俊夫（OHASHI TOSHIO）

慶應義塾大学・医学部・助教

研究者番号：70327641

## 研究成果の概要：

前立腺の体積が小さくても恥骨弓干渉が生じることは、以前より知られており、恥骨弓干渉の術前評価は、スムーズな線源留置に肝要である。治療に用いるテンプレート座標を融合画像上に再現することで、シード線源の挿入予定位置を入力することによって、事前に挿入可能な座標位置を予測することへの応用も可能と考えられた。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,800,000	0	1,800,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	210,000	2,710,000

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：前立腺癌、小線源治療、画像融合、恥骨干渉

## 1. 研究開始当初の背景

前立腺癌は、欧米の男性では最も発生頻度が高い癌である。放射線同位元素であるシード線源を永久的に前立腺内に埋め込む密封小線源治療は 1972 年に Whitmore らによって報告された。当時は開腹して恥骨後よりシード線源を埋め込む手技であったが、線源を正確に目的の位置に挿入することは困難で、期待された治療効果を得ることは出来なかった。その後、Holm らが、経直腸超音波 (Transrectal Ultrasound 以下、TRUS) ガイド下に経会陰的に前立腺にシードを挿入する方法を報告した。この手法により、シード

線源は予定の位置に留置され、有害事象が少なく良好な治療成績が得られるようになった。本邦においても 2003 年には、125 ヨウ素を用いたシード永久挿入療法が開始された。

小線源を挿入するための外套針をテンプレート座標に計画どおりに刺入する必要があるが、解剖学的に骨盤底に存在する恥骨弓が刺入の際に障害となることが pubic arch interference (恥骨弓干渉。以下、PAI) として知られている。実際に、小線源挿入術中に恥骨弓の障害により、計画通りの小線源配置が困難な症例に遭遇することも少なくない。恥骨弓と前立腺の位置関係を事前に評価

することは、確実な小線源挿入のうえで重要である。TRUSを用いたPAIの予測については、いくつかの報告がされている。しかし、TRUS像では、恥骨弓を明瞭に同定できない症例も多く経験しており、他の画像を用いた恥骨弓の同定を行い、TRUS像と融合画像を作成して評価することが有用と考えた。

## 2. 研究の目的

大口径CT (Computed Tomography, コンピュータ断層撮影) によるCT画像とTRUS画像による融合画像を作成し、恥骨弓干渉を評価する

## 3. 研究の方法

対象は限局性前立腺癌症例で、同意の得られた24症例である。治療計画のためのTRUS画像を取得した直後に、尿道バルンを留置した状態でCT撮像を行う。当院では、大口径CT (Aquilion™/LB、東芝メディカルシステム・開口径90cm、有効撮影領域70cm) を有しており、施術時と同様の碎石位にてCT画像を撮像できる。撮像時は、碎石位をとる必要があるが、台を自作して用いた(図1)。直腸径をTRUS時と同等の条件とするため、同一口径の擬似プローブを直腸に挿入した。撮像したCT画像は、DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) データとして小線源放射線治療装置 (VariSeed™、ユーロメディテック) で読み込む。同装置に装備されている画像融合機能を用いて、融合画像を作成する。融合画像上で、前立腺と恥骨弓の重なりを評価する(図2)。



図1: 大口径CTによる碎石位でのCT撮像

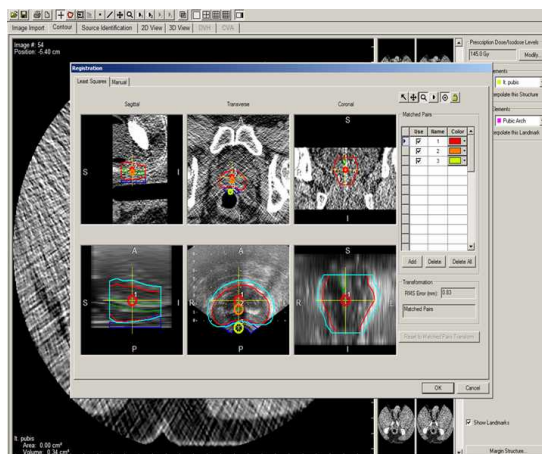


図2: 融合画像の作成

## 4. 研究成果

(1) 恥骨弓干渉の評価は、右 arch、左 arch それぞれについて、干渉なしを0、干渉わずかにあるが外套針刺入に支障なしを1、外套針刺入支障ありを2と分類した。総合評価として施術可能を0、施術困難を1で評価した(図4)。

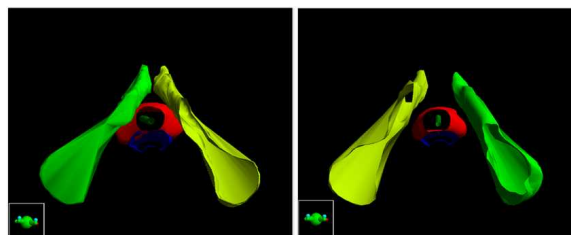


図4: 左図では、前立腺(赤)と恥骨(緑、黄緑)の重なりが明らかであり、恥骨弓干渉陽性である。右図では、前立腺と恥骨の間にスペースがあり、恥骨弓干渉陰性と判定できる。

融合画像を作成した24症例すべてで、前立腺と恥骨弓干渉の有無は簡明に評価可能であった。6症例で恥骨弓干渉陽性、18症例で陰性であった。一方TRUS画像のみでは、11症例で恥骨弓の位置が確認できなかった。恥骨弓干渉の評価が両者で異なったのが、3症例で、合致したのが10症例であった(表1)。融合画像にて恥骨弓干渉陽性で、TRUSで陰性と判定された2症例では、実際に小線源治療が施行された。1症例では、術中の恥骨弓干渉が顕著であった。

(2) 本研究では、TRUS画像と大口径CTを用いて取得したCT画像の融合画像作成により、恥骨弓干渉の評価が明瞭に可能であった。現状の術前治療計画法では、恥骨弓干渉を評

価していない場合や TRUS 画像のみで評価していることが多い。実際には、TRUS 像のみでは、恥骨弓と前立腺の正確な干渉は評価が困難な症例も多い。本研究でも、術中の恥骨弓干渉により留置に難渋する症例を経験した。

CT 画像による術前計画は、以前に試みられていたが、体位が術中の碎石位でないことと、CT 画像では、前立腺組織と周囲組織の同定が困難であることから、良好な結果が得られていなかった。本研究では、尿道バルンと直腸擬似プローブを挿入し、碎石位で CT を撮像することで、良好な融合画像を取得することができた。また、その手技も簡便で、CT 撮像に 10 分、融合画像作成に 20 分と所要時間も十分短く、臨床応用可能と考えられた。

核磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging, 以下 MRI) もまた、骨の描出にすぐれ、かつ MRI は前立腺の詳細な画像も提供する。われわれは、予備研究として MRI と TRUS の融合画像作成による評価も行っている。MRI では、碎石位での撮像が困難であることから、有用な恥骨弓干渉の情報を得ることは困難と考えた。CT 施行時に十分な開脚による碎石位が得られないと、本来の恥骨弓の位置情報が得られず、融合画像において恥骨弓干渉を過大評価してしまう。本研究で融合画像で恥骨弓干渉陽性であったにもかかわらず、TRUS では恥骨弓干渉を認めず、施術時も線源留置可能であった 1 症例は、上記の理由が考えられる。

前立腺の体積が小さくても恥骨弓干渉が生じることは、以前より知られており、恥骨弓干渉の術前評価は、スムーズな線源留置に肝要である。今後は、治療に用いるプレート座標を融合画像上に再現することで、シード線源の挿入予定位置を入力することによって、事前に挿入可能な座標位置を予測することへの応用も可能と考えられる。

#### 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 2 件)

Toshio Ohashi, Atsuya Takeda, Naoyuki Shigematsu, Junichi Fukada, Naoko Sanuki, Atsushi Amemiya, Atsushi Kubo. Dose distribution analysis of axillary lymph nodes for three dimensional conformal radiotherapy with a field-in-field technique for breast cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 73:80-87, 2009. 査読有

Toshio Ohashi, Atsunori Yorozu, Kazuhito Toya, Shiro Saito, Tetsuo Momma, Hirohiko Nagata, Michio Kosugi,

Naoyuki Shigematsu, Atsushi Kubo. Comparison of intraoperative ultrasound with postimplant computed tomography dosimetric values at Day 1 and Day 30 after prostate brachytherapy. Brachytherapy 6:246-53, 2007. 査読有

[学会発表](計 10 件)

大橋俊夫, 山下昌次, 門間哲雄, 海老根 崇, 深田淳一, 茂松直之, 久保敦司. 前立腺癌 I-125 シード治療の術中リアルタイム法における術中線量と術後線量の比較. 第 21 回日本放射線腫瘍学会学術大会. 2008 年 10 月 17 日 札幌

Toshio Ohashi, Atsuya Takeda, Naoyuki Shigematsu, Junichi Fukada, Naoko Sanuki, Atsushi Amemiya, Atsushi Kubo. Dose Distribution Analysis of Axillary Lymph Nodes for Three-dimensional Conformal Radiotherapy with a Field-in-field Technique for Breast Cancer. The 50th American Society for Therapeutic Radiology and Oncology Annual Meeting. 2008 年 9 月 23 日 ボストン

大橋俊夫. 前立腺癌の I-125 シード治療とポストプラン. 第 2 回千葉ブラキテラピーフォーラム. 2008 年 7 月 10 日 千葉  
戸矢和仁, 萬 篤憲, 関 智史, 大橋俊夫, 長田浩彦, 小杉道男, 斉藤史郎. 前立腺癌 I-125 シード治療の術中計画法における辺縁・中央の線源比の解析. 第 10 回日本放射線腫瘍学会小線源治療部会. 2008 年 6 月 21 日 岡山

萬 篤憲, 戸矢和仁, 関 智史, 大橋俊夫. 前立腺癌 433 名のシード治療・外照射・併用療法の有害事象の比較. 第 20 回日本放射線腫瘍学会学術大会. 2007 年 12 月 14 日 福岡

大橋俊夫, 山下昌次, 門間哲雄, 茂松直之, 深田淳一, 菅原章友, 久保敦司. 前立腺癌 I-125 シード治療における CT-based と MRI-based dosimetry の比較. 第 20 回日本放射線腫瘍学会学術大会. 2007 年 12 月 14 日 福岡

金田和也, 宮澤雷太, 深田淳一, 茂松直之, 大橋俊夫, 菅原章友, 国枝悦夫, 奥 洋平, 中島 淳, 久保敦司. 前立腺シード小線源治療における TRUS-CT 融合画像を用いた恥骨弓干渉の予測. 第 20 回日本放射線腫瘍学会学術大会. 2007 年 12 月 14 日 福岡

大橋俊夫, 萬 篤憲, 戸矢和仁, 斉藤史郎, 久保敦司. 前立腺癌 I-125 シード治療における術中計画線量と術後線量の比較. 第 45 回日本癌治療学会総会学術集会.

2007年10月25日 京都

大橋俊夫・前立腺癌のI-125シード治療  
と外照射併用療法．第1回千葉ブラキテ  
ラピーフォーラム．2007年8月22日 千  
葉

大橋俊夫, 萬 篤憲, 戸矢和仁, 小杉道男,  
長田浩彦, 斉藤史郎, 久保敦司．前立腺  
癌I-125シード治療の術中リアルタイム  
プランニング．第9回日本放射線腫瘍学  
会小線源治療部会．2007年6月16日 高  
崎．

〔その他〕

ホームページ等  
なし

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

大橋 俊夫 (OHASHI TOSHIO)  
慶應義塾大学・医学部・助教  
研究者番号：70327641

### (2)研究分担者

なし

### (3)連携研究者

なし