

retrospectiveな解析ではあるが、肺障害発生における呼吸性移動の影響が他の因子を凌いでいた。呼吸性移動によって正常肺組織が照射野内へ引き込まれることが、予想より大きく肺障害に寄与している可能性が疑われた。透視下における腫瘍の呼吸性移動が1cm以上の症例については、呼吸停止・呼吸同期など何らかの呼吸制御が必要と思われる。

E. 結論

呼吸性移動距離が判明・算出可能症例に対する retrospective な検討にて、呼吸性移動距離は有意肺障害発生因子であった。1cm 以上の呼吸性移動を有する症例に対しては、何らかの呼吸制御が必要であり、能動的呼吸制御は一つの有力な手段と考えられた。

F. 研究発表

論文発表

1. Yamada S, Kikuchi Y, Nakata E, Cruz CDL, Wang F, Matsuki H, Mori I, Oishi M, Ishii K. Development of an implantable real time micro dosimeter system. Future medical engineering based on bio-nanotechnology. 21st century COE program. Annual report 2004: 53-54, 2006 engineering based on bio-nanotechnology. 21st century COE program. Annual report 2004: 53-54, 2006.
2. Jingu K, Nemoto K, Matsushita H, Takahashi C, Ogawa Y, Sugawara T, Nakata E, Takai Y, Yamada S. Results of radiation therapy combined with nedaplatin (cis-diammine-glycopolatinum) and 5-fluorouracil for postoperative locoregional recurrent esophageal cancer. BMC Cancer. 2006 Mar 4;6:50.
3. Nakata E, Fukushima M, Takai Y, Nemoto K, Ogawa Y, Nomiya T,

Nakamura Y, Milas L, Yamada S. S-1, an oral fluoropyrimidine, enhances radiation response of DLD-1/FU human colon cancer xenografts resistant to 5-FU. Oncol Rep. 2006 Sep;16(3):465-71.

4. Ken Takeda, Kenji Nemoto, Haruo Saito, Yoshihiro Ogawa, Yoshihiro Takai, Shogo Yamada. Predictive factors for acute esophageal toxicity in thoracic radiotherapy. Tohoku J Exp Med. Vol 208(4), 299-306. 2006
5. Jingu K, Kaneta T, Nemoto K, Ichinose A, Oikawa M, Takai Y, Ogawa Y, Nakata E, Sakayauchi T, Takai K, Sugawara T, Narazaki K, Fukuda H, Takahashi S, Yamada S. The utility of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography for early diagnosis of radiation-induced myocardial damage. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2006 Nov 1;66(3):845-51.
6. 山田章吾、小川芳弘、有賀久哲、大内憲明、仲田栄子、晴山雅人、白土博樹、阿部由直、根本建二、大西洋、西村恭昌、中村和正、早淵尚文. 早期の癌に対する標準的放射線治療方法確立のための研究. INNERVISION 21(7): 25, 2006.
7. 高井憲司、高井良尋、小藤昌志、三津谷正俊、武田 賢、根本建二、小川芳弘、坂谷内 徹、菅原俊幸、山田章吾. 能動的呼吸制御装置を用いた肺癌定位放射線治療. 日放腫会誌 18: 91-98, 2006.

学会発表

1. Y. Takai, M. Mitsuya, K. Narazaki, T. Sakayauti, K.R. Britton, Y. Ogawa, H. Ariga, K. Takeda, K. Jingu, S. Yamada. Image-guided IMRT reducing urethral

- dose for prostate cancer.-An evaluation of acute adverse effects- 48th annual meeting of American Society for Therapeutic Radiology and Oncology, Philadelphia, November 4-8, 2006
2. Eiko Nakata, Masakazu Fukushima, Yoshihiro Takai, Kenji Nemoto, Yoshihiro Ogawa, Milas Luka, Shogo Yamada. Enhancement of antitumor effects in vivo by the combination therapy with S-1, Oxaliplatin and XRT on a 5-FU resistant human colon cancer xenografts. A A C R. 4.1-5.2006.Washington, DC
 3. Jingu K.Results Of Radiation Therapy Combined With Nedaplatin (cis-diammine-glycopolatinum) And 5-fluorouracil For Postoperative Locoregional Recurrent Esophageal Cancer: Phase II Study.ASTRO's 48th Annual Meeting.11.5-9.2006.Philadelphia
 4. 小川芳弘、根本建二、高井憲司、坂谷内徹、菅原俊幸、神宮啓一、奈良崎覚太郎、高井良尋、山田章吾。前立腺癌の放射線単独治療成績。第65回日本医学放射線学会総会・学術集会。4.7-9.2006.横浜
 5. 高井良尋 第36回制癌シンポジウム:高精度放射線治療の現状と生物への期待。5.30.2006.弘前
 6. 高井良尋 Image-guided Radiotherapy(IGRT)の現状と将来 第35回断層画像研究会 シンポジウム1「断層画像診断法と治療との融合ーその原点、現状、将来展望ー」9.1.2006.福島
 7. 高井良尋「Image-guided

radiotherapy(IGRT) の現状と臨床的効果」第4回中部放射線治療研究会。10.21.2006.名古屋

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む) 特許取得

発明の名称: 体内埋め込み型リアルタイム式マイクロ線量計装置ならびに測定方法
出願番号: 特願 2004-188332
特許願: 整理番号P04061601
受付番号50401074476
提出日: 2004.6.25
出願者: 山田章吾、石井慶造、菊池洋平、仲田栄子
特開2006-10516 (p2006-10516A)
公開日 平成18年1月12日(2006.1.12)
起案日 平成19年3月13日

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

分担研究報告書

定位放射線治療のガイドライン作成研究

分担研究者 大西 洋 山梨大学医学部放射線科 助教授

研究要旨：①体幹部定位放射線治療ガイドラインを作成した。②T1N0M0非小細胞肺癌に対する定位放射線治療のJCOG0403による前向臨床試験の症例登録、治療、経過観察、報告、分析を行っている。③臨床病期I期の非小細胞肺癌に対する定位照射の多施設データ集計のアップデート、結果の国内外での報告を行った。

A. 研究目的

- ①体幹部定位放射線治療のガイドラインを作成する。
- ②③臨床病期 I 期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療の効果・有害事象を研究する。

B. 研究方法

- ①平岡班の経験豊富な主要メンバーにより、体幹部定位放射線治療ガイドラインを作成する。
- ②JCOG0403に症例登録を行い、治療方法の評価と結果を観察・分析する。③国内主要14施設の治療結果をレトロスペクティブに追跡調査し、局所効果、再発率、有害事象、生存率などについて検討する。

(倫理面への配慮)

患者の権利と自由意志、患者情報に関するプライバシーは十分に保護される。

C. 研究結果

- ①体幹部定位放射線治療ガイドラインを完成させ、放射線腫瘍学会と中外医学社から刊行した。
- ②JCOG0403にこれまで合計26症例を登録した。
- ③国内主要14施設の300症例の3年粗生存率は46%、手術可能症例の5年粗生存率は74%でGrade 3以上の有害事象は2%であった。

D. 考察

- ①体幹部定位放射線治療のガイドラインを完成させられたのは有意義であった。
- ②③過去データでは臨床病期I期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療の有効性、安全性はほ

ぼ確認されたので、JCOG0403の今後の結果が期待される。

E. 結論

- ①体幹部定位放射線治療のガイドラインを完成した。
- ②③臨床病期I期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療の有効性、安全性が確立されつつある。

F. 研究発表

論文発表

1. 大西洋、永田靖、平岡真寛、他. I期非小細胞肺癌に対する定位放射線治療. 臨床放射線 51:1145-1153,2006.
2. 大西洋、遠藤真広. 体幹部定位放射線治療ガイドライン. 日放腫会誌18:2-18,2006.

学会発表

H Onishi, Y Nagata, H Shirato, et al.
Stereotactic hypofractionated high-dose irradiation (STI) for stage I non-small cell lung cancer (NSCLC): J. Clin Oncol 24, 18S:375s,2006.

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

1. 特許取得

Abches (呼吸換気量インジケータ) 申請中 (特願2006-049454)

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

研究要旨：我々はより容易に定位放射線治療や強度変調放射線治療(IMRT)などの高精度治療を実施するために独自に固体物理フィルタ（以下フィルタ）を製作した。フィルタ法では、MLC法に比べ、簡便にQAを行うことが可能である。治療計画通り照射した場合の線量分布も計画と等しくなり、良好な結果であった。呼吸による腫瘍の移動に合わせて固体物理フィルタを動かし照射する腫瘍追従IMRT照射が可能であり、肺障害を最低限に減じる上で有益な技法とおもわれる。

A. 研究目的

定位放射線治療や強度変調放射線治療(IMRT)は、ターゲットへの線量を高め、周辺重要臓器への線量を抑える方法である。現在の主流はマルチリーフコリメータ(MLC)を用いた方法であるが、ビーム使用効率や検証などの問題ものこる。そこで、我々はより容易に高精度治療を実施するために独自に固体物理フィルタ（以下フィルタ）を製作した。フィルタ法では、MLC法に比べ、簡便にQAを行うことが可能である。さらに治療線量を照射するMU値も通常の放射線治療と比べ、若干の増加で行うことができ、治療時間の短縮が可能となる。

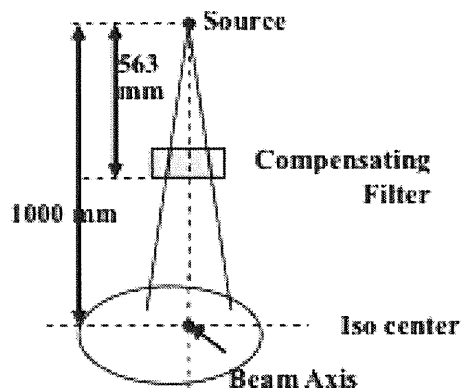


Fig.1 Geometrical arrangements of solid physical filter IMRT.

今年度はより標的体積に一致して均一な線量を投与できる強度変調定位放射線治療(IMRS: Intensity Modulated Stereotactic Radiotherapy)、とくに固体物理フィルタを用いた方法の線量評価について検討する。

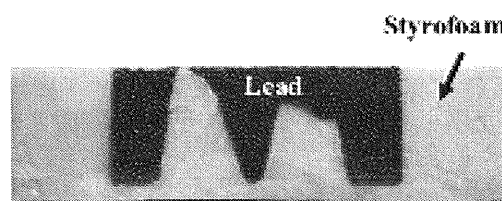


Fig.2 Cross section of solid physical filter.

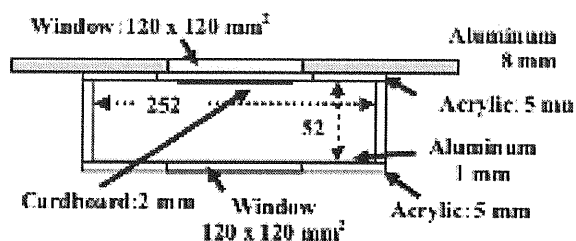


Fig.3 Outline of a tray for fixation.

B. 研究方法

我々の検討したフィルタ法IMRTの幾何学的配置をFig.1に示す。線源とアイソセンタ間にフィルタを挿入することで強度変調されたビームを照射することができる。このフィルタ法では最大照射野 $40 \times 40 \text{ cm}^2$ 、分解能は $3.5 \times 3.5 \text{ mm}^2$ である。フィルタは治療計画装置Xi0出力のデータを基にcut dataを独自に作成し、発泡スチロールを切削し型を製作した。型にはあらかじめ実効密度および4, 6 MV X線に対する線減弱係数を測定した直径2 mmの鉛粒を充填した。鉛粒を充填したフィルタは固定用トレイに入れ、ガントリーヘッドへ取付けた。Fig.2に鉛粒充填後のフィルタの断面、Fig.3に固定用トレイの概略図を示す。製作したフィルタの品質、固定位置、線量精度について検証した。

通常、固体物理フィルタは計画装置から出力したデータを切削機へ転送し、内蔵のプログラムにより切削がほぼ自動で行われる。治療計画装置 Xi0 の出力データから、ドリル径を考慮して独自にデータを作成しフォームブックを切削した。切削部分に鉛粒（直径 2 mm、実効密度 7.21 g/cm^3 ）を充填した。切削、鉛粒を充填したフォームブロックは、固定用トレイを製作し、加速器ヘッドへ固定した。

フィルタ固定精度はEDR2フィルムを用いて行い、絶対線量測定は指頭型電離箱線量計を用いた。線量分布測定はEDR2フィルムを用いアイソセンタ面について行った。

(倫理面への配慮)

施行に当たっては、慶應義塾大学医学部の倫理委員会に図り、承認を受けた。

Table1

Lead	Tray factor
· Effective density : 7.21 g/cc	4 MV : 0.946
· linear attenuation coefficient	6 MV : 0.955
4 MV : 0.3846	
6 MV : 0.3071	

Table2 Absorbed dose at each point.

Position	Chamber	Xi0	diff(%)
Center	29.04	28.8	0.83
(-30,0,0)	35.66	35.7	-0.11
(30,0,0)	41.22	40.1	2.78

Unit:cGy

C. 研究結果

ガントリ回転による鉛粒の移動は見られなかった。固定用トレイの固定位置精度はアイソセンタ面で $\pm 1 \text{ mm}$ 以下であった。治療計画装置上で数値ファントムにビームデータを移し、ガントリ角度 0° 、MU値100、SSD=95 cm、深さ5 cmにおける線量分布をFig.4左に示した。Fig.4右には治療計画装置で再計算させた条件と同じ条件で照射した場合の線量分布を示す。また、Table 1に電離箱線量計を用いて測定した各点における吸収線量および計画と実測の差を示した。Fig.4およびTable2 から、線量分布および各点における吸収線量は治療計画とほぼ等しかった。ここでは1門のみの線量分布を示したが、全ビーム（4門照射）を治療計画通り照射した場合の線量分布も計画と等しくなり、中心における吸収線量の差異は見られなかった。

D. 考察

治療計画装置から出力される固体物理フィルタの出力データを用い独自の方法で切削し加速器ヘッドへ固定した。ビーム毎での固体物理フィルタの固定精度はアイソセンタ面で $\pm 1 \text{ mm}$ であった。絶対線量測定点における

計画との線量差はビーム毎で±3 cGy、全ビームを重ね合わせた場合±2 cGy以下であった。EDR2フィルム解析より得た線量分布も治療計画とほぼ同様なものとなった。

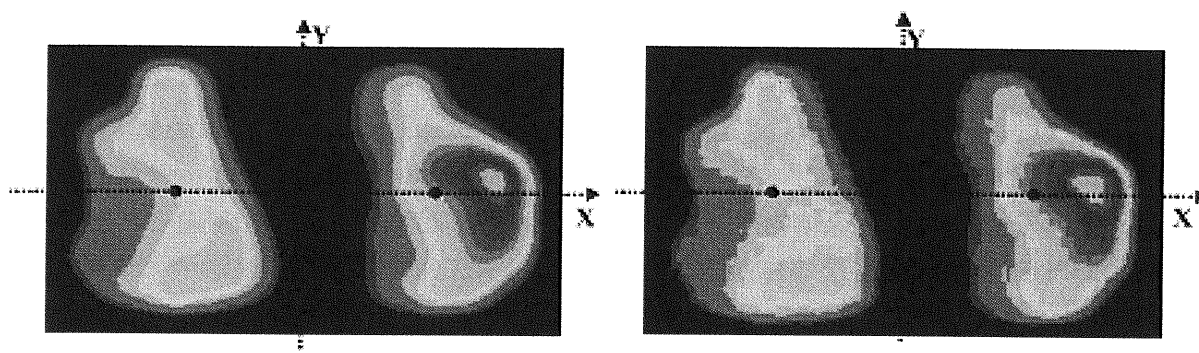


Fig.4 Dose distribution by 100MU. Left: XRD, Right: Film.
● is measurement point.

E. 結論

我々の考案した固体物理フィルタによるIMRTにて十分な幾何学的、線量精度が得られた。呼吸による腫瘍の移動に合わせて固体物理フィルタを動かし照射する腫瘍追従IMRT照射が可能であり、肺障害を最低限に減じる上で有益な技法とおもわれる。

F. 研究発表

論文発表

1. Nakahara T, Shigematsu N, Fujii M, Kunieda E, Suzuki T, Tanaka C, et al. Value of CT thallium-201 SPECT fusion imaging over SPECT alone for detection and localization of nasopharyngeal and maxillary cancers. *AJR Am J Roentgenol.* 2006 Sep;187(3):825-9.
2. Kunieda E, Deloar HM, Kitamura M, Kawaguchi O, Shiba H, Takeda A, et al. Rotational and translational reproducibility of newly developed Leksell frame-based relocatable fixation

system. *Radiat Med.* 2006 Aug;24(7):503-10.

3. Shigematsu N, Takeda A, Sanuki N, Fukada J, Uno T, Ito H, et al. Radiation therapy after breast-conserving surgery. *Radiat*

Med. 2006 Jun;24(5):388-404.

4. Deloar HM, Kunieda E, Kawase T, Tsunoo T, Saitoh H, Ozaki M, et al. Investigations of different kilovoltage x-ray energy for three-dimensional converging stereotactic radiotherapy system: Monte Carlo simulations with CT data *Medical Physics.* 2006;33(12):4635-42.
5. Takeda A, Takahashi M, Kunieda E, Takeda T, Sanuki N, Koike Y, et al. Hypofractionated stereotactic radiotherapy with and without transarterial chemoembolization for small hepatocellular carcinoma not eligible for other ablation therapies: preliminary results for efficacy and toxicity. *Hepatology Research.* 2007. (in printing)
6. Kunieda E, Deloar HM, Takagi S, Sato K, Kawase T, Saitoh H, et al. Interface software for DOSXYZnrc Monte Carlo Dose Evaluation on a Commercial RTP System.

Radiation medicine. 2007. (in printing)

学会発表

1. 川瀬貴嗣, 武田篤也, 国枝悦夫, 石橋了知, 上窪純史, 茂松直之, et al. 胸部SRT経過観察中に問題となった、軟部組織線維化に関連すると思われる有害事象の4症例. 第15回日本高精度放射線外部照射研究会; 2007 March 3; 大手町; 2007.
2. 菅原章友, 国枝悦夫, 奥洋平, 宮下康弘, 松下麻衣子, 瀬黒清一, et al. 固体物理フィルターを用いたIMRT3例の経験. 第15回日本高精度放射線外部照射研究会; 2007 March 3; 大手町; 2007.
3. 奥洋平, 国枝悦夫, 角尾卓紀, 久保敦司, 関智史, 北川五十雄, et al. 慶應大学病院におけるIMRTの現状. 日本放射線腫瘍学会第19回学術大会; 2006 NOV. 23-25; 仙台; 2006.
4. Takeda A, Oooka Y, Sudo Y, Iwashita H, Aoki Y, Sasajima N, et al. The discrepancy between the intended isocenter and that from orthogonal linacgrams at the first fraction of CT-guided body SRT. 1st Hokkaido International Crosscutting

Symposium MOLECULAR BIO-IMAGING AND 4D IMAGE-GUIDED RADIOTHERAPY; 2006 July 14-16; 札幌; 2006.

5. Kawase T, Kunieda E, Tsunoo T, Seki S, Deloar HM, Ogawa EN, et al. Experimental stereotactic irradiation of normal rabbit lungs with a new computed tomography-type kilovoltage X-ray radiotherapy machine. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology 25th (ESTRO25); 2006 October 9; Leipzig, Germany; 2006.
6. Kawase T, Kunieda E, Tsunoo T, Seki S, Deloar H, Ogawa EN, et al. Preliminary experience of stereotactic radiation to normal rabbit lung with a new computed tomography-typed radiotherapy machine with kilo-voltage X-ray. 1st Hokkaido International Crosscutting Symposium MOLECULAR BIO-IMAGING AND 4D IMAGE-GUIDED RADIOTHERAPY; 2006 July 14-16; 札幌; 2006.

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)
なし

厚生労働省研究費補助金（がん臨床研究事業）

分担研究報告書

定位放射線治療の臨床評価の研究

分担研究者 唐澤 克之 東京都立駒込病院放射線科 部長

研究要旨：T1N0M0 非小細胞肺癌の予後改善のため、定位的放射線治療を用いて治療する JCOG 放射線治療グループの最初の臨床試験 0403 の立案に参加し、同試験への症例のエントリーを行なった。

A. 研究目的

リンパ節転移のない早期肺癌の標準治療は手術であるが、今後人口の急速な高齢化により、手術不能例が爆発的に増加することが予想されている。一方放射線を精度よく原発巣に集中させる方法で、高率に腫瘍制御がなされることが報告されており、もし手術と同等もしくはそれに近い割合で治癒すれば、手術侵襲なしに治療することができ、手術不能例の治療法として価値が大きい。今回の臨床試験 JCOG0403 ではその治療法を全国の多施設で同じプロトコルで前向きに登録し、少なくとも手術不能例においてこの治療法が標準治療になるかを見るものである。

B. 研究方法

高精度放射線治療として当施設ではボディフレームを使用し、治療を行なった。線量分割法は規定通り 48Gy/4 分割にて施行した。倫理的には IC の取得を徹底した。

C. 研究結果

2004 年 10 月から登録開始をして、2006 年度末までに 12 例を登録した。

D. 考察

上記の期間中に 100 例を超える早期非小細胞肺癌の治療依頼があったが、結局 JCOG に登録可能であったのは 12 例にとどまった。治療の適格規準を満たさなかった理由としては、腫瘍の大きさが 3cm を超えて T2 となったものの、過去 5 年以内に別の癌種への治療の既往があるもの、および種々の要注意臓器へ近接して

一回大線量の照射に不適であったもの等が多かった。

当該症例は、一部は定位的放射線治療を施行したが、特に要注意臓器近接例には一回線量を低下させて治療を行なう 3 次元ノンコプラナー原体照射法を用いて治療した。1999 年以來この方法を採用して、安全性有効性を評価しながら線量を増加させつつあるが、2002 年以來線量を 75Gy/25fr に上げて治療を施行している。この線量では BED10 が 97.5Gy に相当するが、現在までのところ局所制御及び生存率にすぐれ、体幹部定位照射不適例にはその代わりとなる治療法となりうると考えられる。75Gy/25fr /5w の成績を今年度の ASTRO で発表した。また日本の肺癌定位放射線治療成績を米国にて京大永田先生の代理で発表した。

E. 結論

JCOG0403 への症例登録を継続中である。

F. 研究発表

学会発表

1. Karasawa K, et al. A prospective study of non-coplanar conformal radiotherapy for stage I NSCLC using 75Gy / 25fractions / 5weeks. ASTRO 2006, Philadelphia
2. Karasawa K, et al. Stereotactic body radiation therapy for lung cancer The Japanese experience. 1st Intl Symposium on SBRT and SRS, Orlando 2007

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金 がん臨床研究事業

分担研究報告書

多施設共同試験における放射線治療の品質管理・品質保証プログラムの研究

分担研究者 石倉 聡 国立がんセンターがん対策情報センター室長

研究要旨：I期非小細胞肺癌を対象として実施されている定位放射線治療の臨床試験に対して放射線治療の品質管理・品質保証プログラムを実施した。現在までに評価が終了した登録症例110例中、プロトコール違反は1例のみで遵守状況は良好であり、本臨床試験の質、信頼性は確保されている。

A. 研究目的

放射線治療の品質管理・品質保証プログラムを作成、実施することにより臨床試験の質、信頼性を向上させ、より有効な標準的治療の早期確立に貢献する。

B. 研究方法

がん治療の放射線治療を含む臨床試験に対する放射線治療の品質管理・品質保証プログラムを作成し、放射線治療を用いた臨床試験における品質管理・品質保証活動を行う。また品質保証活動としては臨床試験実施計画書に定められた放射線治療規定の遵守の程度(**compliance**)を判定する。**compliance**の判定は放射線治療終了後に治療開始前の各種画像診断フィルム、治療計画情報、位置照準フィルム、放射線治療照射記録等を収集し、放射線治療規定の遵守判定基準を用いて行う。

(倫理面への配慮)

ヘルシンキ宣言などの国際的倫理原則に従い以下を遵守する。1) 研究実施計画書のIRB承認が得られた施設のみから患者登録を行う。2) すべての患者について登録前に十分な説明と理解に基づく自発的同意を本人より文書で得る。3) データの取り扱い上、患者氏名等直接個人が識別できる情報を用いず、かつデータベースのセキュリティを確保し、個人情報(プライバシー)保護を厳守する。

C. 研究結果

JCOG0403「T1N0M0非小細胞肺癌に対する体幹部定位放射線治療 第II相試験」に対して、米国NCI傘下の5カ所のQAセンターを統括するAdvanced Technology Consortium (ATC)と連携し、共同プロジェクトとして放射線治療の品質管理・品質保証プログラムを実施した。2007年2月21日までに評価が終了した登録110例中、プロトコール違反は1例のみであり、プロトコールの遵守状況は良好であった。

D. 考察

つい数年前までは我が国で放射線治療を用いた臨床試験において品質管理・品質保証プログラムが作成されておらず、そのことが我が国発の臨床試験データに信頼性がないという深刻な事態を生じていた。しかしながら、本臨床試験を含め複数の臨床試験において品質管理・品質保証プログラムが策定され実施されることにより臨床試験データの信頼性が飛躍的に向上しつつある。

今後は品質保証としての**compliance**判定にとどまらず、品質管理活動として臨床試験開始前の放射線治療規定の周知活動、放射線治療開始後早期の放射線治療規定遵守の確認活動を実施することが重要であり、品質管理、品質保証についての教育、啓蒙活動とこれらの品質管理活動が結果として**compliance**の向上、臨床試験の

信頼性の向上、治療成績の改善につながるものと思われる。

E. 結論

臨床試験における放射線治療の品質管理・品質保証プログラムにより、本臨床試験の信頼性は極めて高いレベルに確保されている。

F. 研究発表

論文発表

1. Nihei K, Ogino T, Ishikura S, Nishimura H. High-dose proton beam therapy for Stage I non-small-cell lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 65(1):107-11, 2006
2. Nishio T, Kunieda E, Shirato H, Ishikura S, Onishi H, Tateoka K, Hiraoka M, Narita Y, Ikeda M, Goka T. Dosimetric verification in participating institutions in a stereotactic body radiotherapy trial for stage I non-small cell lung cancer: Japan Clinical Oncology Group trial (JCOG0403). *Phys Med Biol* 51:5409-17, 2006
3. Matsuo Y, Takayama K, Nagata Y, Kunieda E, Tateoka K, Ishizuka N,

Mizowaki T, Norihisa Y, Sakamoto M, Narita Y, Ishikura S, Hiraoka M. Interinstitutional Variations in Planning for Stereotactic Body Radiation Therapy for Lung Cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007 (in press)

学会発表

1. 石倉聡, 他. 肺癌放射線治療における不均質補正の有無による線量分布の相違・不均質補正導入に向けた検証. 第65回日本医学放射線学会学術集会, 2006年4月7-9日, 横浜
 2. 石倉聡. 臨床試験(JCOG)における放射線治療の品質管理. 第44回日本癌治療学会総会, シンポジウム「肺がんの化学療法・放射線療法: 現在と未来」, 2006年10月18-20日, 東京
 3. 石倉聡, 他. 肺癌放射線治療における不均質補正の有無による線量分布の相違. 第19回日本放射線腫瘍学会学術大会, 2006年11月23-25日, 仙台
- G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)
なし

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）
分担研究報告書

定位放射線治療の臨床評価の研究

分担研究者 中村 和正 九州大学 助手

研究要旨：臨床病期I期の非小細胞性肺癌に対する定位放射線治療の有効性、安全性を評価することを目的とし、実際にI期非小細胞性肺癌に定位放射線治療を行った。全68例の2年粗、原病生存率は、それぞれ86%(IA期：89%，IB期：79%)、94%(IA期：100%，IB期：83%)ときわめて良好であった。しかし、さらに肺毒性を軽減するため、呼吸同期照射などの治療技術の開発が必要と考えられた。

A. 研究目的

臨床病期I期の非小細胞性肺癌に対する定位放射線治療の有効性、安全性を評価し、定位放射線治療技術の向上を図る。

B. 研究方法

1. I期非小細胞性肺癌を対象とした定位放射線治療の前向き臨床試験（JCOG0403）に参加し、症例を登録した。
2. 並行して、JCOG0403のプロトコール（1回12Gy、総線量48Gy）とほぼ同様な治療を、I期非小細胞性肺癌に対して行い、その有効性、安全性を検討した。
3. 早期肺癌に対する定位放射線治療の有害事象のうち最も問題となるものは、放射線肺炎である。この有害事象を減ずるには、照射野を縮小することが大切となるため、呼吸同期照射法について検討を行った。

（倫理面への配慮）

臨床試験の実施に当たっては、当施設の倫理委員会の承認を経た上で行った。また、臨床試験の登録については、患者の権利と自由意志を尊重し、調査対象症例のプライバシー保護対策を強固にしている。

C. 研究結果

1. JCOG0403には、当施設より12例登録した。現在再発なく、経過観察をおこなっ

ている。

2. 2003年4月—2006年3月までに当院にて定位放射線治療を行ったI期肺癌で、組織・細胞学的検査により非小細胞性肺癌と確認された68例を検討した。男性42例、女性26例、年齢中央値75才、IA期46例、IB期22例、腫瘍型は8-50mmであった。定位照射は、Body Castを用いた体幹部固定法を用い、固定6-8門、1回6-12 Gy、総線量48-60Gy、4-17日間で行った。観察期間は3-32ヶ月（中央値14ヶ月）である。全体の2年粗、原病生存率は、それぞれ86%(IA期：89%，IB期：79%)、94%(IA期：100%，IB期：83%)であった。CTCAE v3.0による肺毒性はGrade 0-1：86%，Grade2：4%，Grade 3：6%，Grade 4：4%であった。局所再発は全体の6例（9%）にみられ、2年局所制御率は88%（T1：96%，T2：72%）であった。T2腫瘍では、T1に比較し局所制御率はやや不良であった。また、領域リンパ節再発は8例（12%）、遠隔転移は3例（5%）（重複あり）に認められ、その多くがIB期症例であった。以上より、I期肺癌に対する定位放射線治療は有効な治療法と考えられたが、特にIB期例においては、更なる治療成績向上のため線量増加や照射

後の補助化学療法などを検討する必要があると思われた。

- 呼吸による位置変動が大きい腫瘍に対して放射線治療をおこなう場合、呼吸同期照射を行うことにより照射野を小さくすることができ、有害事象が軽減できる可能性がある。呼吸同期照射法のひとつである自発的な息止め照射法はいろいろな施設でおこなわれているが、息止めの状態は患者自身にまかせられており、精度に問題があった。そこで、visual feedbackにより、自発的な息止め照射法の精度が向上するかを検討した。5人の正常ボランティア(年齢25-32歳、平均年齢26歳)に計5回息止めをしてもらい、visual feedbackの有無での息止め時の腹壁の停止位置の精度を測定した。visual feedbackがある場合には、腹壁の停止位置のずれは、安静呼吸息止めで 2.1 ± 1.3 mmから 1.5 ± 0.5 mmに、安静吸気息止めで 2.5 ± 1.9 mmから 1.1 ± 0.4 mmに、深吸気息止めで 6.6 ± 2.4 mmから 2.6 ± 1.4 mmに改善した。腹壁の停止位置精度は、visual feedbackにて有意に向上することが判明した。

D. 考察

以上の検討より、I期非小細胞性肺癌に対する定位放射線治療は有効な治療法と考えられた。しかし、特にIB期例においては、48 Gy/4分割程度の定位放射線治療のみでは、局所再発やリンパ節、遠隔転移も少なからず発生するため、線量増加や照射後の補助化学療法などを検討する必要があると思われた。

また、さらに肺毒性を低減化するために、

呼吸同期照射など、有害事象を低減化する方法を積極的に検討すべきと考えられた。

E. 結論

I期肺癌に対する定位放射線治療はきわめて有効な治療法と考えられるが、さらなる治療技術の向上を目指すべきである。

F. 研究発表

論文発表

- K.Nakamura, Y. Shioyama, et al. Reproducibility of the abdominal/ chest wall position by voluntary breath-hold technique using a laser-based monitoring and visual feedback system. Int J Radiat Oncol. Biol. Phys. in press, 2007
- 椎木健裕、中村和正、他. 肺腫瘍に対する体幹部定位放射線治療における回転原体照射法の有用性の検討. 臨床放射線 in press, 2007

学会発表

- 中村和正、塩山善之、他. 「新しい呼吸同期補助装置を利用した息止め法の精度」第13回日本高精度放射線外部照射研究会 2006. 3. 11 甲府市
- 中村和正、塩山善之、他. 「九州大学における体幹部定位放射線治療に関する研究成果の報告」第11回九州肺癌カンファレンス 2006. 2. 3 福岡市

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

定位放射線治療の臨床評価の研究

分担研究報告書

分担研究者 小久保 雅樹 先端医療センター診療開発部 副部長

研究要旨：

- ・ 臨床病期IA期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療の臨床試験に参加し、効果を解析
- ・ 画像誘導放射線治療の技術を応用した新たな定位放射線治療装置の開発

A. 研究目的

臨床病期 IA 期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療の効果，有害事象を検討する臨床試験に参加し，本治療の臨床評価を行う。また，画像誘導放射線治療の技術を最大限に発揮でき，効果的な定位放射線治療が行える装置を開発する。

B. 研究方法

- 1) JCOGの放射線治療グループによって平成16年度に開始された，臨床病期IA期の非小細胞肺癌に対する体幹部定位放射線治療の有効性と安全性を評価する臨床研究JCOG0403に症例を登録し，定位放射線治療の効果を解析する。
- 2) 画像誘導放射線治療技術を応用するため，イメージャーシステムを搭載した新たな方式の放射線治療装置を開発し，その精度を検証して，薬事承認を申請する。

(倫理面への配慮)

ヘルシンキ宣言等に基づき，患者のプライバシーは保護される。臨床試験の登録に関する患者の権利と自由意志は十分に確保される。また，臨床試験の登録にあたっては，当施設の倫理委員会の承認を得ている。

C. 研究結果

- 1) 臨床試験JCOG0403に手術可能例16例，手術不能例2例を登録した 初回再発部位として定位放射線治療を行った局所再発はなく，重篤な

有害事象も現在まで認められていない。

- 2) 新たに開発した装置は，放射線治療用線形加速器の薬事承認基準であるJIS規格の精度をみたし，イメージャーを用いた位置決め精度も良好であった。この結果，効率的な定位放射線治療の実施が可能と考えられた。これらのデータに基づき，本装置の薬事承認を申請した。

D. 考察

臨床試験への登録症例の解析から，臨床病期IA期の非定位放射線治療は非常に効果的であることがわかった。何よりも重篤な有害事象が認められないことは，手術や従来の放射線治療にない利点であり，今後標準の根治治療法となる可能性があると考えられる。

根治治療法として確立されれば，効率的な定位放射線治療の実施が求められるが，新しい放射線治療装置が承認，普及すれば，十分に対応可能と考えられる。

E. 結論

臨床病期 IA 期の非小細胞肺癌に対する定位放射線治療は安全で有効な治療法である。新たな放射線治療装置が普及すれば，さらに効率的な治療が可能となる。

F. 研究発表

論文発表

1. 小久保 雅樹，平岡 真寛，肺腫瘍に対する定位放射線治療。日本胸部臨床。2006年，第

65巻増刊号. S275-S281

2. Yuichiro Kamino, Kenji Takayama, Masaki Kokubo, Yuichiro Narita, Etsuro Hirai, Noriyuki Kawada, Takashi Mizowaki, Yasushi Nagata, Takehiro Nishidai, Masahiro Hiraoka. Development of a four-dimensional image-guided radiotherapy system with a gimbaled X-ray head. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2006;66:271-278

3. Yuichiro Kamino, Sadao Miura, Masaki Kokubo, Ichirou Yamashita, Etsuro Hirai, Masahiro Hiraoka, Junzo Ishikawa. Development of an ultra-small C-band linear accelerator guide for a four-dimensional image-guided radiotherapy system with a gimbaled X-ray head. Med Phys in press.

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)
なし

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

多施設共同研究における放射線治療の品質管理・品質保証プログラムに関する研究

—訪問調査による治療計画装置のQA調査—

分担研究者 西尾 禎治 国立がんセンター東病院・臨床開発センター 物理専門官

研究要旨

近年、光子線を利用した放射線治療において、定位放射線治療及び IMRT など腫瘍に対して線量集中性を高めることが可能である高精度放射線治療の進歩が急速に進んでいる。一方で、高精度放射線治療だからと言ってその品質保証・管理を怠ると質の高い放射線治療を患者に提供出来なくなってしまう。それゆえに、放射線治療の品質保証・管理を行い精度及び技術を向上させることが、患者の予後改善に大きく関わる。

本研究においては、特に高精度放射線治療において大きなウエイトを占めている治療計画に関わる部分について、臨床現場での使用状況、管理・維持体制の向上を目指す。それにより、多くの患者に対して安全で確実な高精度の放射線治療が可能となり、予後改善に大きく貢献するはずである。

A：研究目的

多施設共同研究プロトコール：JCOG0403 プロトコール“T1N0M0 非小細胞肺癌に対する体幹部定位放射線治療の第 II 相試験”に引き続き、JCOG060X プロトコール“手術不能または高齢者手術拒否 T2N0M0 非小細胞肺癌に対する体幹部定位放射線治療の第 I 相試験”の実施が計画されている。JCOG0403 プロトコール実施において、治療計画の施設間統一性は不均質補正を考慮した上でClarkson法などの実測ベースの線量計算アルゴリズムを利用し、腫瘍中心の I. C. に線量を処方することで決定した。JCOG060X プロトコールにおける T2N0M0 非小細胞肺癌の体幹部定位放射線治療において、治療計画装置で扱う線量計算アルゴリズムは、水に相当する腫瘍と水の 5 分の 1 程度である肺野のような不均質物質中での計算精度が最も高いとされる、不均質物質に対応した変形カーネルを有すモデルベースの計算アルゴリズム（不均質対応モデルベース計算アルゴリズム）を利用する方向で検討されている。そのため、各施設で所有している治療計画装置に搭載された不均質対応モデルベース計算アルゴリズムの線量計算精度を検証し、施設間の統一性を調査する。

B：研究方法

JCOG060Xプロトコールへの参加施設は、CMS社製のXi0、Varian社製のEclips、そしてPhilips社製の

のPinnacle³の3機種をそれぞれ利用している。各治療計画装置に搭載された不均質対応モデルベース計算アルゴリズム名はXi0/Superposition、Eclips/AAA、そしてPinnacle³/CCである。

施設訪問形式の調査法により、肺の体幹部定位放射線治療検証用のファントムと線量測定用フィルムを利用して実施した。尚、今回の調査においては、JCOG0403プロトコールの事前調査内容と同様、肺ファントム内の模擬腫瘍中心のポイント線量の計算精度検証に特化した。Xi0/Superposition及びPinnacle³/CCについては、JCOG0403プロトコールの事前調査の結果をそのまま利用することが可能である。Varian社製のEclips/AAAを利用する3施設：九州大学医学部附属病院、京都大学医学部附属病院、及び東北大学医学部附属病院についての訪問調査を実施した。

B-a：肺体幹部定位放射線治療検証用ファントム

各施設への訪問調査においては、肺体幹部定位放射線治療検証用ファントム（図1参照）を利用し、CT撮影から治療計画、線量測定用フィルムへの照射までを実施する。専用ファントムは慶応大学で作成され、肺野（相対電子密度=0.3）中心に直径20mmφ及び30mmφの模擬腫瘍（相対電子密度=1.0）が埋め込まれている。胸壁部分も相対電子密度=1.0で作成されている。線量測定用フィルムにはKODAK社製のEDR2、フィルム解析ツールにはア

ールテック社製の DD system を用いた。尚、腫瘍中心を横切る形でファントムの間にフィルムを挟み込めるようになっている。また、フィルムとファントムの密着度を上げるために、専用治具で圧着固定することが可能である。

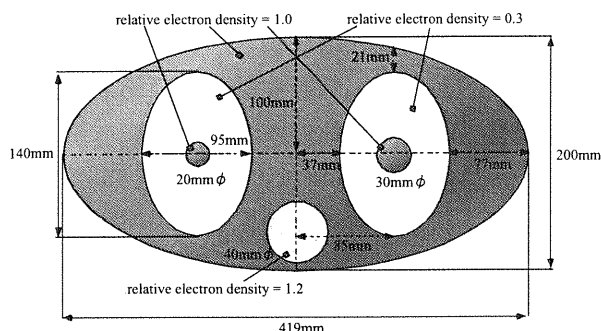


図1：肺の体幹部定位放射線治療検証用ファントム。

B-b：フィルム黒化度-線量変換テーブル測定

訪問調査側で持参した相対電子密度が1である固体板状の水等価ファントム（タフオーター）を利用し、肺の体幹部定位放射線治療で使用するビームエネルギーで、照射角度 0deg. から測定深さ (d) 10cm、照射野サイズ (A) 10cm×10cm 及び肺定位放射線治療の条件に近い (d, A)=(5cm, 5cm) でのフィルム照射を行った。フィルム1枚ずつに対して 300 Monitor Unit (MU) 値まで 25MU ステップで照射し、施設で校正済みの MU 値からの絶対線量変換値を利用し、フィルム黒化度-線量変換テーブル用データを取得した。150MU 値で照射したフィルムを利用して、また、照射したフィルムの現像処理において、当センターで、同条件の (d, A)=(10cm, 10cm)、(5cm, 5cm) で照射したフィルムを毎回同時に現像処理することで、絶対線量校正の精度保証を行った。

B-c：治療計画により算出される絶対線量の検証法

肺定位放治専用ファントムに対して、各施設で肺の体幹部定位放射線治療に使用している条件で CT 撮影を行う。模擬腫瘍の中心が CT スライス厚の中心になるように撮影を行う。尚、専用ファントムは固定状態で使用し、呼吸性移動による臓器

の同期移動は考慮しない。

撮影により取得したファントムの CT 画像を利用して、各施設で所有する治療計画装置によって照射の計画を行う。Gross tumor target (GTV) は CT 画像上の 30mm φ 球の模擬腫瘍に対して一致するように設定し、GTV から一律 5mm の 3次元マージンを付けた region-of-interest (ROI) を clinical target volume (CTV)、更に 5mm の 3次元マージンを付けた ROI を planning target volume (PTV) とルールを決めて行った。M. L. C. マージンはリーフ幅中心のリーフ端が PTV ライン上に来るように開口幅を設定した。照射計画は、1門ずつの照射で専用ファントムの体軸側にガントリを2度（ファントム隙間からのビーム漏れを防ぐため）及び45度傾けた方向からの2計画 (plan1, plan2) で実施した。

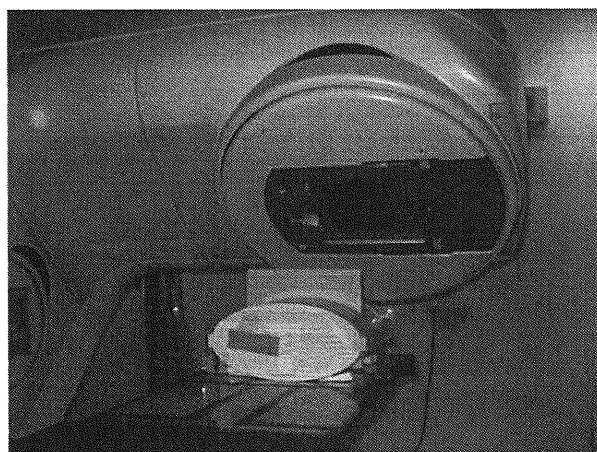


図2：ファントムへの線量照射風景。

線量測定用フィルムを専用ファントムの腫瘍中心における CT スライス面に設置し、治療計画で確定した照射機器条件において 150MU 値で照射を行った。図2はファントムへの線量照射風景である。尚、同様にフィルム現像処理及び DD system を利用したフィルムデータの解析は、全て当センターで実施した。

C：研究結果

表1に各施設が所有している Xi0/Superposition 及び Pinnacle³/CC において、Plan1, 2 に対する線量実測値と計算線量値の相違

を示す。それぞれのPlanに対して、中央値で0%及び-1%、標準偏差は双方とも2%であり、非常に高い一致を示した。尚、Eclips/AAAについては、3施設分の訪問による調査の実施を終え、データの解析中である。

表1：フィルムによる実測線量値に対する治療計画装置及び線量計算アルゴリズムごとの計算線量値の相違のまとめ。

Institutions	Energy [MV]	RTP system	Data of Clarkson base		Data of superposition base			
			Algorithm	*Difference [%]		Algorithm	*Difference [%]	
				Plan 1	Plan 2		Plan 1	Plan 2
A	6	FOCUS-XiO	Clarkson	4	3	Superposition	1	-1
		Pinnacle3	CC (hetero/homo)	6	4	CC (hetero/hetero)	0	-2
B	6	FOCUS-XiO	Clarkson	5	5	Superposition	1	0
C	6	FOCUS-XiO	Clarkson	1	2	Superposition	-3	-3
D	6	FOCUS-XiO	Clarkson	3	3	Superposition	0	-1
E	10	FOCUS-XiO	Clarkson	4	1	Superposition	0	2
F	6	CADPlan/ECLIPSE	Batho	3	2			
G	6	CADPlan/ECLIPSE	Batho	0	4			
H	6	Pinnacle3	CC (hetero/homo)	7		CC (hetero/hetero)	2	2
		PrecisePlan	Area Integration	3	-1			
I	6	CADPlan/ECLIPSE	Batho	4	2			
		RPS7DR (3D)	Ratio TPR	6	6			
J	6	Pinnacle3	CC (hetero/homo)	7	5	CC (hetero/hetero)	1	-1
K	6	FOCUS-XiO	Clarkson	4	6	Superposition	0	2
L	6	Pinnacle3	CC (hetero/homo)	5		CC (hetero/hetero)	0	-2
M	6	CADPlan/ECLIPSE	Batho	4	3			
N	6	FOCUS-XiO	Clarkson	5	5	Superposition	-1	-1
O	6	CADPlan/ECLIPSE	Batho	4	2			
P	4	FOCUS-XiO	Clarkson	2	3	Superposition	-3	-2
				Median	4	3	0	-1
((Calculated Dose) - (Measured Dose)) / ((Calculated Dose)) × 100				Max	7	6	2	2
				Min	0	-1	-3	-3
				SD	2	2	2	2

D：考察

肺ファントムでの模擬腫瘍中心におけるポイント線量の計算精度について、不均質対応モデルベース計算アルゴリズムは精度が高く、肺野中にある腫瘍の線量計算に適した線量計算アルゴリズムであることが確認出来る。

今回の測定・計算結果は、実際の人体構造よりシンプルな形状のファントムを利用したこと、及び照射条件や腫瘍のある位置も特定例のみなので、実際の治療においては更に相違が大きくなる場合が考えられる。その為にも、各施設側において多くの臨床ケースを想定した治療計画の検証試験を実施することが非常に重要である。

肺の体幹部定位放射線治療では、肺野への照射線量を規定する指標値 V20 (20Gy 線量の肺野体積)、計画標的体積 PTV についての D95 (95% PTV 体積の線量)、PTV 内の線量均一性の指標値 HI

(Homogeneity Index)、無駄な照射領域の程度を表す指標値 CI (Conformity Index) などがあるが、どの線量計算アルゴリズムを利用するかでこれらの値が大きく変わってしまう。JCOG060X プロトコルでは計算精度の高い不均質対応モデルベース計算アルゴリズムの利用を視野に入れているため、指標値の設定も含め、肺野中腫瘍及びその近傍の領域における線量分布検証を実施する必要があると考えられる。

E：結論

JCOG060Xプロトコル“手術不能または高齢者手術拒否T2N0M0非小細胞肺癌に対する体幹部定位放射線治療の第I相試験”の開始の事前調査として、XiO/Superposition、Pinnacle³/CCは実測値との相違が1%以下、標準偏差で2%の結果を得た。Eclips/AAAについてはデータ解析中であり、今後、XiO及びPinnacle³と同様な結果を算出すると期待されるため、治療計画装置による投与線量の施設間の統一を高い精度で管理が可能であると推測することが出来た。

今後、肺野中腫瘍及びその近傍の領域における線量分布検証をこれまでとは別の検証システム（別ファントム、線量測定システムなど）で実施する予定である。

F：研究発表

論文発表

T. Nishio, et al., “Dosimetric verification in participating institutions in a stereotactic body radiotherapy trial for stage I non-small cell lung cancer : Japan Clinical Oncology Group trial (JCOG0403),” Phys. Med. Biol., 2006, 51, 5409-5417.

G：知的所有権の取得状況

なし

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
晴山雅人 大内 敦 館岡邦彦	治療計画の手順	平岡真寛 笹井啓資 井上俊彦 編著	放射線治療 マニュアル (改訂第2版)	中外医学社	東京	2006	7-23
唐澤克之	結腸、直腸	平岡真寛 笹井啓資 井上俊彦 編著	放射線治療 マニュアル (改訂第2版)	中外医学社	東京	2006	359-371
中田健生 晴山雅人 坂田耕一	頭頸部癌: 中咽頭癌	山田章吾 編	早期のがん治療 法の選択 —放射線治療—	金原出版社	東京	2006	70-81
山田章吾	放射線治療の進歩	山田章吾 編	早期のがん治療 法の選択 —放射線治療—	金原出版	東京	2006	2-4
高井良尋	IMRT	山田章吾 編	早期のがん治療 法の選択 —放射線治療—	金原出版	東京	2006	13-18
小川芳弘	前立腺癌	山田章吾 編	早期のがん治療 法の選択 —放射線治療—	金原出版	東京	2006	159-166
大西洋	I期非小細胞肺癌の放射線治療	山田章吾 編	早期のがん治療 法の選択 —放射線治療—	金原出版	東京	2006	101-115
唐澤克之 岡本雅彦 吉田大作	肛門癌	山田章吾 編	早期のがん治療 法の選択 —放射線治療—	金原出版	東京	2006	148-55
大西洋	詳説・体幹部定位放射線治療	大西 洋 平岡真寛	詳説・体幹部定 位放射線治療	中外医学社	東京	2006	随所
唐澤克之	CQ2 (内分泌療法後の局所再 発)ホルモン不応癌での局所再燃 に対する放射線治療は有効か?	日本泌尿器科学会	前立腺癌診療ガ イドライン	金原出版	東京	2006	190
唐澤克之	外部照射の適応と役割	秋元哲生 青木学	前立腺癌放射線 治療のすべて	金原出版	東京	2006	131-40

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Matsuo Y., Takayama K., <u>Nagata Y.</u> , Kunieda E., Tateoka K., Ishizuka N., Mizowaki T., Norihisa Y., Sakamoto M., Narita Y., Ishikura S., <u>Hiraoka M.</u>	Interinstitutional variations in planning for stereotactic body radiation therapy for lung cancer.	Int J Radiat Oncol Biol Phys	68(2)	416-425	2007
<u>Hiraoka M.</u> , Matsuo Y., <u>Nagata Y.</u>	Stereotactic body radiation therapy (SBRT) for early-stage lung cancer.	Cancer Radiother	11(1-2)	32-35	2007
Kamino Y., Takayama K., Kokubo M., Narita Y., Hirai E., Kawawada N., Mizowaki T., <u>Nagata Y.</u> , Nishidai T., <u>Hiraoka M.</u>	Development of a four-dimensional image-guided radiotherapy system with a gimbaled X-ray head.	Int J Radiat Oncol Biol Phys	66(1)	271-8	2006
Kazawa, N., Kitaichi, M., <u>Hiraoka M.</u> , Togashi, K., Mio, N., Mishima, M., Wada, H.	Small cell lung carcinoma: Eight types of extension and spread on computed tomography.	J Comput Assist Tomogr	30(4)	653-61	2006
Kosaka Y., Mitsumori M., Araki N., Yamauchi C., <u>Nagata Y.</u> , <u>Hiraoka M.</u> , Kodama H.	Avascular necrosis of bilateral femoral head as a result of long-term steroid administration for radiation pneumonitis after tangential irradiation of the breast.	Int J Clin Oncol	11(6)	482-6	2006
Mitsumori M., Sasaki Y., Mizowaki T., Takayama K., <u>Nagata Y.</u> , <u>Hiraoka M.</u> , Negoro Y., Sasai K., Kinoshita H., Kamoto T., Ogawa O.	Results of radiation therapy combined with neoadjuvant hormonal therapy for stage III prostate cancer: comparison of two different definitions of PSA failure.	Int J Clin Oncol	11(5)	396-402	2006
Okada T., Miki Y., Fushimi Y., Hanakawa T., Kanagaki M., Yamamoto A., Urayama S., Fukuyama H., <u>Hiraoka M.</u> , Togashi K.	Diffusion-tensor fiber tractography: intraindividual comparison of 3.0-T and 1.5-T MR imaging.	Radiology	238(2)	668-78	2006
Saga T., Kawashima H., Araki N., Takahashi J. A., Nakashima Y., Higashi T., Oya N., Mukai T., Hojo M., Hashimoto N., Manabe T., <u>Hiraoka M.</u> , Togashi K.	Evaluation of primary brain tumors with FLT-PET: usefulness and limitations.	Clin Nucl Med	31(12)	774-80	2006

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Sakamoto M., Oya N., Mizowaki T., Araki N., <u>Nagata Y.</u> , Takayama K., Takahashi J. A., Kano H., Katsuki T., Hashimoto N., <u>Hiraoka M.</u>	Initial experiences of palliative stereotactic radiosurgery for recurrent brain lymphomas.	J Neurooncol	77(1)	53-8	2006
Lyshchik A., Higashi T., Asato R., Tanaka S., Ito J., <u>Hiraoka M.</u> , Insana M. F., Brill A. B., Saga T., Togashi K	Cervical Lymph Node Metastases: Diagnosis at Sonoelastography-- Initial Experience.	Radiology	243(1)	258-67	2007
<u>Nagata Y.</u> , Matsuo Y., Takayama K., Norihisa Y., Mizowaki T., Mitsumori M., Shibuya K., Yano S., Narita Y., <u>Hiraoka M.</u>	Current status of stereotactic body radiotherapy for lung cancer	Int. J. Clinical Oncology	12	3-7	2007
永田 靖、高山賢二、松尾幸憲、則久佳毅、溝脇尚志、 <u>平岡 真寛</u> 、他	肺癌の臨床 2007-2008 I期肺癌に対する体幹部定位照射—重粒子線を含む—	MOOK		187-194	2007
<u>永田 靖</u> 、 <u>平岡 真寛</u>	画像診断技術の進歩と放射線治療	Radioisotopes	55	35-45	2006
<u>永田 靖</u> 、高山賢二、他	体幹部定位照射	Jpn J Cancer Chemother 癌と化学療法	33	455-461	2006
島田真理、中村光宏、宮部結城、山本時裕、手島昭樹、成田雄一郎、溝脇尚志、 <u>永田 靖</u> 、 <u>平岡真寛</u>	最適化アルゴリズムがIMRT治療計画の強度分布に及ぼす影響	医学物理	26(3)	97-106	2007
Berbeco RI, Nishioka S, <u>Shirato H.</u> , Jiang SB.	Residual motion of lung tumors in end-of-inhale respiratory gated radiotherapy based on external surrogates.	Med Phys	33(11)	4149-56	2006
<u>Nishio T.</u> , Kunieda E, <u>Shirato H.</u> , <u>Ishikura S.</u> , <u>Onishi H.</u> , Tateoka K, <u>Hiraoka M.</u> , Narita Y, Ikeda M, Goka T.	Dosimetric verification in participating institutions in a stereotactic body radiotherapy trial for stage I non-small cell lung cancer: Japan clinical oncology group trial (JCOG0403).	Phys Med Biol	51(21)	5409-17	2006