

分担研究報告書
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

障害予測に関する研究

研究分担者 塩山 善之（九州大学病院 放射線科）

研究要旨：

定位放射線治療を行った肺腫瘍症例を対象に、治療関連の肋骨骨折の頻度・重症度およびそのリスク因子に関する検討を行った。さらに、肺定位照射に有用な視覚的フィードバックを用いた呼吸停止下照射システムの開発と有用性の検証を行った。

A. 研究目的

肺腫瘍に対する低リスク定位放射線治療の確立を目的に、障害リスク因子の検討および定位放射線治療技術の向上を図る。

B. 研究方法

1. 手術不能または高齢者手術拒否 T2N0M0 非小細胞性肺癌を対象とした体幹部定位照射の前向き Phase 1 臨床試験（JCOG0702）および組織未確定原発性肺癌に対する定位照射の多施設臨床試験に参加し、施設倫理委員会に申請、承認を得た上で、症例登録および治療後の評価を行う。
2. 過去に体幹部定位照射（主に1回12Gy、総線量48Gy）を行った末梢型肺腫瘍を対象に、治療関連有害事象の頻度・重症度の評価とそのリスク因子を解析した。
3. より低リスクな肺定位照射法の確立を目的とした研究の一環として、肺毒性低減を目的とした視覚的フィードバックを用いた呼吸停止下照射法の開発と臨床的評価を行った。

（倫理面への配慮）

研究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. 組織未確定原発性肺癌に対する体幹部定位照射の前向き臨床試験に1例症例登録を行い、プロトコル治療を実施した。腫瘍は縮小傾向で、現在までに副作用を認めていない。
2. 当院にて定位照射で治療した原発性肺癌又は転移性肺癌339病変(311人)のうち、治療後に経過観察CT画像が得られた253病変(男性154病変、女性99病変)を対象とした。治療後3-49カ月（中央値22か月）の間に32病変に治療後の肋骨骨折が認められ、累積発生頻度は3年：34%、5年：51%であった。症状（疼痛等）を伴った症例は50%であり、1例を除き grade2 以下であった。DVH パラメーターを含めたリスク因子解析の結果、女性、腫瘍-胸壁間距離、肋骨の最大線量および V30-40 等に強い相関を認めた。
3. 当院にて定位放射線治療を施行した肺腫瘍患者16人を対象とし、マシンビジョンシステムおよびヘッドマウントディスプレイから構成される視覚的フィードバックシステムを用い、治療計画および照

射を呼気息止め下に行った。全症例で計118照射野における312回の呼吸停止中の2506画像を取得し、各画像における腫瘍の頭尾方向の位置座標を測定した。息止め中、息止め間の腫瘍位置の変動幅をそれぞれ intra-breath-hold variability、inter-breath-hold variability と定義して評価した。すべての症例で視覚的フィードバックを用いた呼吸停止法下照射法が可能であった。Intra-および inter-breath-hold variability はそれぞれ 1.5 ± 0.6 mm、 1.2 ± 0.5 mm であった。

D. 考察

1. 組織未確定原発性肺癌に対する体幹部定位照射を行った。有効かつ安全な治療法と考えられるが、治療効果・副作用の両面で更なる経過観察が必要である。
2. 定位照射後の放射線誘発肋骨骨折は比較的頻度の高い有害事象であったが、症状は一過性かつ軽症が多かった。ただし、放射線誘発肋骨骨折は治癒が遅延し骨癒合が得られにくいことが知られており、可能な限り避けるべき有害事象の一つと考える。

今後、更なるリスク因子の解析および照射法の解析を進める予定である。

3. 肺腫瘍患者において、視覚的フィードバックを用いた呼吸停止法下照射法の呼吸停止再現性は良好であり、肺障害のリスク低減のための有用性の高い照射法であると考えられた。

E. 結論

体幹部定位照射は小型肺腫瘍に対する極めて有効な治療法であるが、リスク低減のために更なるリスク因子の解析および治療法の開発を行う必要がある

F. 研究発表

論文発表

11. Ohnishi K, Shioyama Y, Nomoto S, Sasaki T, Ohga S, Yoshitake T, Toba T, Atsumi K, Shiinoki T, Terashima H, Honda H. Spontaneous pneumothorax after stereotactic radiotherapy for non-small-cell lung cancer. *Jpn J Radiol.* 27(7):269-274, 2009.
12. Yoshitake T, Shioyama Y, Nakamura K, Ohga S, Nonoshita T, Ohnishi K, Terashima K, Arimura H, Hirata H, Honda H. A clinical evaluation of visual feedback-guided breath-hold reproducibility of tumor location. *Phys. Med. Biol.* 54: 7171-7182, 2009.
13. Nakamura K, Yoshikawa H, Akai T, Nomoto S, Shioyama Y, Kuwabara Y, Yoshimitsu K. Corrugated Fiberboard as a Positioning Insert for Patients Undergoing Radiotherapy. *J Radiat Res.* 51: 87-90, 2010.
14. Atsumi K, Shioyama Y, Nakamura K, Nomoto S, Ohga S, Yoshitake T, Nonoshita T, Ueda M, Hirata H, Honda H. Predictive Factors of Esophageal Stenosis Associated with Tumor Regression in Radiation Therapy for Locally Advanced Esophageal Cancer. *J Radiat Res.* 51: 9-14, 2010.
15. Nonoshita T, Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Ohnishi K, Atsumi K, Terashima K, Matsuura S, Nakamura K, Hirata H, Honda H. Effective palliative radiotherapy in primary malignant melanoma of the esophagus: a case report. *CASE Journal* 2: 6928, 2009.
16. Atsumi K, Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Toba T, Sasaki T, Kunitake N, Yoshitake T, Nakamura K, Honda H. Chemoradiation for Small Cell Esophageal Carcinoma: Report of 11

- Cases from Multi-institution Experience. J Radiat Res. 51: 15-20, 2010.
17. 塩山善之. 放射線治療: 根治から症状緩和まで - 集学的治療の一部として不可欠な領域1 肺癌 - 治療学 43(7): 59-64, 2009.
 18. 塩山善之. 第 III 章 肺がん薬物療法の実際 1. 化学療法の実際「化学放射線療法の適応には年齢や腫瘍の大きさなどに制限があるか」 pp 75-77. 肺がん薬物療法 Q&A 臨床現場での考え方 中西洋一編、南江堂、平成 21 年.
学会発表
 1. Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Nonoshita T, Ohnishi K, Terashima K, Nakamura K, Hirata H, Honda H. Clinical Results of Stereotactic Body Radiotherapy for Oligometastatic Lung Tumors. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S456-S457, 2009.
 2. Yoshitake T, Shioyama Y, Ohga S, Nonoshita T, Ohnishi K, Terashima K, Asai K, Hirata H, Nakamura K, Honda H. Visual Feedback-guided Breath-hold Technique For Radiotherapy Using A Machine Vision System With A Charge-coupled Device Camera And A Head-mounted Display: An Evaluation Of Breath-hold Reproducibility In Clinical Use. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S601-602, 2009.
 3. Atsumi K, Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Nonoshita T, Ohnishi K, Terashima K, Nakamura K, Hirata H, Honda H. Predictive Factors Of Cicatricial Esophageal Stenosis With Tumor Regression In Radiation Therapy For Esophageal Cancer In Complete Response Cases. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S291, 2009.
 4. Ohnishi K, Shioyama Y, Nomoto S, Ohga S, Nonoshita T, Yoshitake T, Atsumi K, Terashima K, Hirata H, Honda H. Concurrent Chemoradiotherapy With S-1 As First-Line Treatment For Oropharyngeal Cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S410, 2009.
 5. Magome T, Arimura H, Shioyama Y, Nomoto S, Ohnishi K, Honda H, Ohki M, Toyofuku F, Onizuka Y, Hirata H. Automated Selection Method for Similar MR Images with Brain Tumors for Assisting Radiation Treatment Planning, Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S436-437, 2009.
 6. Arimura H, Shioyama Y, Nakamura K, Anai S, Nomoto S, Hirata H, Honda H, Toyofuku F, Onizuka Y, Terashima H. Automated Localization Method for a Lung Tumor on EPID Images without Implanted Markers in Stereotactic Body Radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S97, 2009.
 7. Onishi H, Marino K, Terahara A, Kokubo M, Onimaru R, Shioyama Y, Matsuo Y, Kozuka T, Ishikura S, Hiraoka M. Case Series Study of 26 Patients Who Developed Fatal Radiation Pneumonitis (RP) after Stereotactic Body Radiotherapy for Lung Cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75. Supplement, S62, 2009.
 8. 塩山善之、野元 諭、大賀才路、野々下 豪、大西かよ子、渥美和重、寺嶋広太郎、平田秀紀、本田 浩. 転移性肺腫瘍に対する定位放射線治療. 第 109 回日本外科学会定期学術集会ワークショップ. 2009 年 4 月
 9. 浅井佳央里、塩山善之、大賀才路、野々下 豪、吉武忠正、大西かよ子、寺嶋広太郎、平田秀紀、本田 浩. 肺定位照射後の放射

線誘発肋骨骨折の検討. 第 21 回日本高精度
放射線外部照射研究会, 2010 年 1 月.

分担研究報告書
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

高精度治療の品質管理の研究

研究分担者 新保 宗史
(埼玉医科大学総合医療センター中央放射線部放射線治療品質管理室)
研究協力者：報告書下部に記載

研究要旨

放射線治療では、投与する線量について、正しく管理された専用の測定器を手順どおりに使用する事で正しい測定値を得る。測定装置の管理ができていない場合や、その使用方法、測定手順などに誤りがあれば、相応の相違がおこる。従来の放射線治療の品質管理体制では、線量管理が不十分な場合もあり、また、施設担当者がそのことに気づかない場合もあった。この訪問による線量調査は2002年度から開始され、2008年度までにのべ146施設での測定が実施された。全国の放射線治療実施施設およそ740施設の20%に相当する。この中で、吸収線量の測定・評価を行なった5項目について、すべての項目で相違が3%以内となり、線量の管理が良好と判断された施設は91施設(65%)であり、臨床上問題があり、早急に修正する必要があるとされる5%を超える項目があった施設は23施設(16%)であった。また、施設の線量評価基準である校正点吸収線量の相違が3%を越えた施設は施設(11%)であった。(コバルト照射装置および測定器の不具合により評価対象外とした施設は5施設ある。)このような結果から、日本での放射線治療実施施設の中には投与する線量の管理状況が良好ではない施設が2割程度あり、グレイゾーンの施設も2割程度あるものと予想される。放射線治療を実施している施設が、品質管理の状況について外部からの調査・測定を受け、状況を把握し、必要な修正を行うことは、大切なことである。

今年度は8施設、9装置、16ビームの測定を行った。このうち7施設については吸収線量の管理状況について良好であるという結果を得たが、1施設については、相違が5%を超え、修正の必要があると判断し、施設担当者とは修正方法について議論した。

この測定は神奈川県放射線治療技術研究会、国立病院関東甲信越放射線技師会治療班、関東RT研究会、長野県放射線治療技術研究会、および厚生労働科学研究費補助金伊丹班と共同で行った。

A. 研究目的

高精度放射線治療を実施するに当たり、従来治療で求められる品質管理が良好に行われていることを確認し、高精度治療を実施するためのサポートを行う。

放射線治療実施施設の吸収線量の管理状況を実測にて確認し、修正が必要な場合には施設担当者と相談し、修正のアドバイスを行う。

短時間で実施可能で、放射線治療品質管

理の基本となる項目の確認作業の選定・試
行および問題解決能力のある調査員の養成。

B. 研究方法

測定対象施設は、各団体に所属している
施設から選出してもらい、各団体の関係者
が日程調整を行う。この訪問による吸収線
量実測調査は継続的に行い、最終的に各団
体に所属する施設すべてが測定を受け、修
正が必要な場合は修正後に再度測定を行い、
所属団体すべての放射線治療の吸収線量の
管理状況が良好と判断されるまで行うよう
にする。

調査対象施設に対し、測定実施日の調整
を行う。これにあわせて、測定器を施設に
送るとともに、測定当日の測定項目に該当
する照射条件での MU 値をあらかじめ計算
しておいてもらう。また、この用紙に線量
管理に関するアンケート（測定プロトコル、
測定装置の設置条件、使用しているファントム
の種類、施設の基準線量計の種類と管理
状況に関する項目）に記入してもらう。

測定当日は、調査員 2 名以上で施設を訪
問し、吸収線量の実測を行う。測定は標準
測定法 01 にしたがって行う。測定・評価項
目は以下の 5 項目で、吸収線量算出に用い
る温度、気圧の測定と、施設測定器の比較、
および、2 点電圧法によるイオン再結合補
正係数の評価など、吸収線量算出に必要な
確認もあわせて行う。測定項目 5 項目のす
べてで結果が良好であった場合に、施設担
当者と相談の上、ウェッジ挿入時の線量測
定・評価を行う。線量の相違が検出された
場合には、施設のどこに問題があるのか調
査し、修正点、修正方法について施設担当
者と相談する。相違が大きい場合、再度の

測定が必要な場合には、修正作業実施後に
施設を再度訪問し測定を実施、評価する。

実際の測定手順は、水槽設置を設置し、
施設担当者とともに、セットアップを確認
する。水槽はレーザーマーカにあわせて設
置するが、左右の高さが違うときなどは、
施設担当者に普段、MU校正の際に行って
いるセットアップに準じて設置するように
する。温度（水温）、気圧については、測定
器 1 式に含まれるが、施設で使用している
計器とその指示値の一致の程度を確認する。
*TPR*_{20,10} および 2 点電圧法によるイオン再
結合補正係数を実測し、引き続いて測定を
行う。

得られた数値から水吸収線量への変換に
は数値表および電子卓上計算機を用いて行
うようにする。表計算ソフトや専用ソフト
は使用しない。測定値から水吸収線量算出
まで、どのような計算が実施されているか
施設担当者に明確にわかるようにし、希望
があれば、記入用紙を渡して、その計算を
追えるように配慮した。

吸収線量を評価する際に、基準となる点
の吸収線量（標準測定法 01 に従う線量評価
点）と、線量の多少、および照射野の大小
を指定し、各条件での評価点線量の値を指
定し、評価点での吸収線量を実測する形式
で行った。

評価点線量は標準測定法 01 に従う手法
で評価される。その他の条件については、
正しくは、円筒型電離箱線量計の幾何学中心
および実行中心を区別し、評価する必要
があるが、相違が少ないため、すべて幾何
学中心での測定で行った（正しい手法、相
違の評価は後述する）。

提示する線量 1.0 Gy は、通常の治療で照

射する線量 2.0 Gy および、照射門数 1~4 門を考慮し、決定した。吸収線量の多少については、多門照射、および一回大線量照射と補正が必要になる際の判定が容易になるよう配慮して決定した。照射野大小については、通常（根治）治療で使用される照射野で、係数決定に誤りがある場合にそれが明らかになるような条件を勘案して決定した。

（倫理面への配慮）測定に関しては、患者情報とは離れたところで行うため、患者に関する配慮は必要が無い。施設のビームデータなど、施設の重要なデータを取り扱うため、測定に関しては紙への記載にとどめ、電子データを使用しない。また、報告書作成時には電子ファイルとして確認作業を行うが、電子ファイルにはパスワードを設定し、関係者以外は内容を見ることができないよう配慮した。

C. 研究結果

今年度は8施設9装置16ビームについて

測定を行った。このうち、7施設は神奈川県内の治療施設で、1施設は大阪府内の治療施設である。神奈川県内の治療施設のうち1施設は国立病院機構の病院である。

7施設8装置15ビームについては、測定で得られた吸収線量と、指定した吸収線量の相違が3%以内となり、線量の管理状況は良好であった。1施設1装置1ビームについては、5%を超える吸収線量の相違を検出したが、その相違の原因は測定当日 MU 算出に使用した数値表に誤りがあったため、通常の治療で使用する MU 値は、治療計画装置の演算結果を用いており、こちらの計算は正しいものであることを確認した。

2002年度からの累計で、測定実施施設数 146 施設、182 装置、324 ビームとなる。このうち、5施設については、測定装置不安定のため2施設、コバルト照射装置のため4施設（コバルト照射装置で測定器不安定で評価できなかった施設が1施設ある）については、今回のデータ解析から除外する。各年度の結果を表に示す。

年度	施設数	装置数	ビーム数	すべて3%以内	校正条件3%以上(施設数)	5%を超える相違を検出(施設数)	5%を超える施設の割合
2002	14	23	43	7	4	3	0.21
2003	20	30	50	14	1	2	0.10
2004	9	12	26	6	0	0	0.00
2005	46	50	92	27	5	8	0.17
2006	25	32	54	12	5	6	0.24
2007	20	22	36	15	1	3	0.15
2008	4	4	7	3	0	0	0.00
2009	8	9	16	7	0	1	0.13
合計	146	182	324	91	16	23	0.16
割合				65%	11%	16%	

検出された吸収線量についての良否の判定は、ICRU で勧告されている放射線治療の線量の評価に対する許容誤差 5%を勘案し、相違 2%以内を良好、3%以内を許容、3%～5%を修正の必要があるとし、5%を超える場合はその場で原因を確認し、速やかに修正するようにお願いした。また、今年度は事例がないが、10%を超える場合には、治療停止を含め、放射線治療品質管理担当者のみならず、担当医師とも相談し、臨床治療の修正、中止も含めて対応するように

している。

MU 計算・アンケートは1装置ごとに記入するため、装置数で集計した。アンケート記入実施は2005年度から実施している。アンケートでは採用している線量測定法(01/86)、線量校正に使用しているファントム種類(水・固体)、線量計設定位置(実行中心・幾何学中心)、施設リファレンス線量計の校正日などを記入してもらう。データの一覧を表に示す。

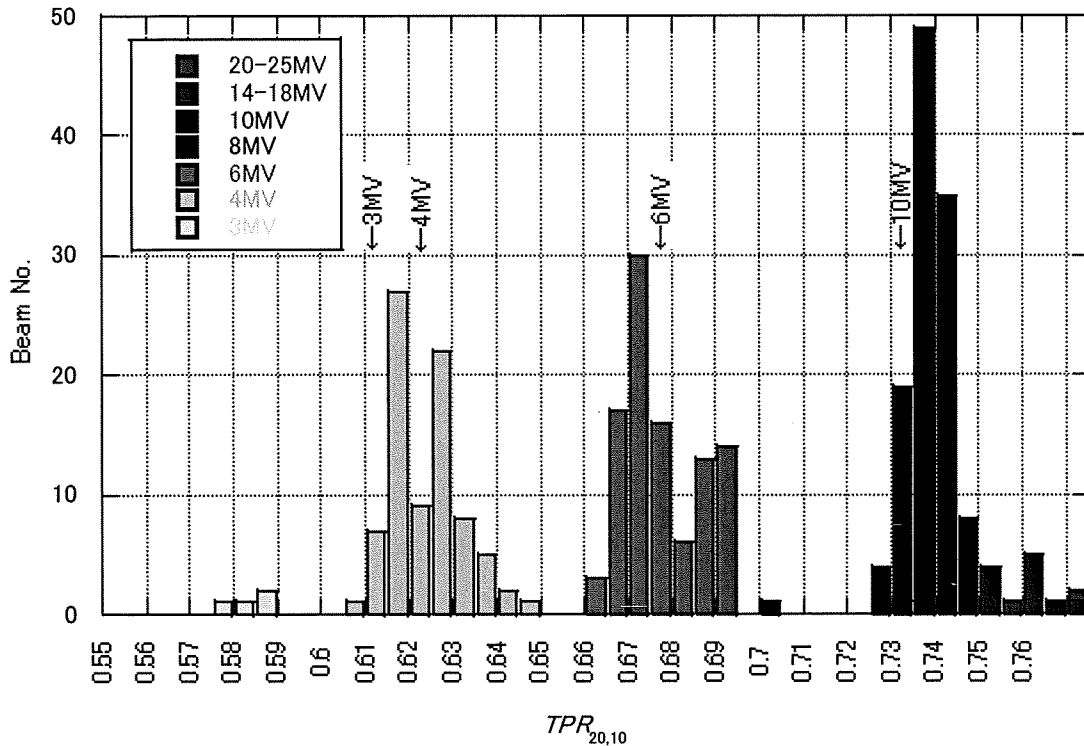
年度	線量測定プロトコル			使用 Phantom			線量計校正日～測定日		
	01	86	併用	水	固体	併用	平均日数	標準偏差(日)	最大日数
2005	25	6	1	25	7	0	207	174	630
2006	17	14	1	21	10	1	363	353	1360
2007	17	3	0	14	6	0	206	67	322
2008	4	0	0	4	0	0	575	600	1466
2009	9	0	0	9	0	0	134	96	294

2005年度、2006年度の標準測定法 01/86 併用施設は、測定法 86 から 01 への移行に伴う平行運用である。従来方法からの移行のため、従来から水ファントムの施設はこれを用いて 86 から 01 への移行準備中で、従来固体ファントムを使用していた施設では測定法 86 は固体ファントムで、測定法 01 は水ファントムでの運用を行っていた。表には示さないが、標準測定法 01 採用施設で、固体ファントムを使用している施設が、2005年度に1施設、2007年度に3施設あった。2007年度のうち1施設は固体ファントム運用にあたり、水ファントムとの変換係数を導入し測定・評価を行っていた。2007年度までは標準測定法 86 採用施設が見ら

れるが、2008年度以降は、そのような施設は無かったが、測定対象施設数が少ないため、いまだ運用している施設がある可能性がある。施設の基準線量計の校正日から測定当日までの日数は平均値で270日で、360日以上施設は16施設(91施設中)施設で、1000日を越える施設は2施設(3装置)あった。コバルト照射装置を使用している施設では、基準線量計が無い、あるいは購入したが、使ったことは無いということであった。

測定でえられた治療装置公称エネルギー別_{20,10}分布を図に示す。BJR Suppl.25 データで提唱されている公称エネルギーの平均値を図中矢印で示す。

公称エネルギー別 $TPR_{20,10}$ 分布
2002-2009訪問調査データ



$TPR_{20,10}$ が0.75を超える場合は $TPR_{20,10}$ 以外にPDDを測定し、エネルギーの評価を行う必要がある。 $TPR_{20,10}>0.75$ となった13ビームのうち、3ビームについては、施設で測定したPDDデータの提供を受け、再評価を行ったが、阻止能比の相違が0.5%以下となったため、 $TPR_{20,10}$ のデータにて線質変換係数を評価した。これ以外の1ビームが再測定のため評価せず、他のビームは、本来 TPR およびPDDの評価が必要であることを説明し、当日測定で得た TPR にて線質を評価した。

2006年度から、測定項目5項目に加え、検出される吸収線量の相違が3%以内となった施設に対して、ウエッジフィルターを挿入した場合の吸収線量の実測評価を行った。実際の現場では、線量の相違が3%を超

える場合でも測定する場合もあった。94ビームについて測定を実施した。検出された線量は-1.9%~4.8%だが、相違3%を超えるビームについては、校正点吸収線量の影響を受けており、校正点吸収線量と、ウエッジ挿入時の吸収線量の相違は3%以下となった。他の項目の管理状況が比較的良好であり、施設の担当者の意識の高い施設での測定になるため、大きな相違は検出されず、管理状況は良好だった。

D. 考察

相違の原因として、装置導入にあたり、治療装置のビームデータを治療計画装置に登録する。この施設では測定・登録作業に、メーカーが関わり、正しく設定されていたが、MU手計算用のテーブル作成時に、引

用したデータに不備があり、提示されている換算表が現実のビームを反映していない状況であった。対応として、施設担当者に臨床治療で使用する MU 値は治療計画装置で計算したものを使用し、手計算用のテーブルを再作成、いくつかの条件を抽出し、吸収線量および MU 値の健全性の確認を行うようお願いした。

水ファントム内で吸収線量を測定する場合、有限の体積を持つ電離箱で測定するには、電離箱有感領域の実行中心を測定したい点に設定する必要がある。これには特例があり、 $TPR_{20,10}$ を測定する場合と、校正点吸収線量を測定する際には電離箱を幾何学中心に設定する。校正点吸収線量測定では、電離箱の設置精度と、実行中心から幾何学中心に設置位置を変異した場合の補正係数「変移補正係数」の精度を勘案し、電離箱の設置精度がより重要との判断から、電離箱は幾何学中心に設定し、感度の変動を「変移補正係数」で補正して吸収線量を算出する。 $TPR_{20,10}$ の測定では、実行中心設定でも測定は可能であるが、10 cm 深、20 cm 深双方を幾何学中心で測定すれば、実行中心測定との比率はほぼ同等で、かつ、幾何学中心設定は設置精度がよいため、この方法が提唱されている。

E. 結論

放射線治療の物理・技術的な品質管理状況は施設の外からは判断できず、また、内部にいても、その手法が本当に正しいかどうかの判断は難しい、訪問調査を受け入れる施設については、「きちんと品質管理ができています。」あるいは、「たぶんできている。」と施設の担当者が判断した施設であると考えられることができるが、それでも一定の割合

この訪問調査では、 $TPR_{20,10}$ 測定、校正条件測定以外に、照射野の大小についての測定を行っているが、この測定では本来実行中心測定で行われるべきである。しかしながら、測定のセットアップを変更することは相応の時間が必要であり、実行中心での測定を行う前に、校正点での実行中心測定を行い、電離量を評価しておき、それと比較して他の条件での吸収線量の評価を行う必要がある、短時間で終了させる必要のある訪問調査では実行が難しいため、幾何学中心設定のまま測定を実施し、校正条件と同じ変移補正係数を使用することで、吸収線量を算出している。正しい手順との相違は、照射野 10 cm 平方で深さ 10 cm での TMR の傾きと、照射野を 5 cm 平方にしたとき、20 cm 平方にしたときの TMR の傾きの相違分だけ、測定値の評価が異なる。ただし、同一ビームでの照射野による TMR の相違は小さいことと、変移させるべき長さ 1.5 mm に相当する相違は 0.1% 以下になるために、この方法を採用している。測定を行ううえでの実際上の問題は無いが、施設担当者に、測定方法は正しい方法ではなく簡便法であること、この方法を用いて発生する相違の原因と程度についての説明が十分ではなかったかもしれない。

で線量の相違が大きく、修正が必要になる施設がある。これらの施設の品質管理担当者は学会や研究会の主催する講習会などに参加しているが、実際に施設に赴いて測定・評価を行わなければ、間違いがあることは明らかにならない。

外部調査を受け入れる土壌が醸成されるとともに、短時間で、要点を抑えた測定および評価を行い、問題点、修正点を明らかにし、施設担当者が納得できるような測

定・説明方法の研究を継続して行う必要がある。また、測定現場ではさまざまなトラブルが発生するため、調査を行うものには高いレベルの「問題解決能力」が要求される。調査員の養成もあわせて実施する必要がある。

研究協力者

- ・榎戸 義浩（埼玉県小児医療センター放射線技術部）
- ・上前 峰子（北里大学病院放射線部、神奈川県放射線治療技術研究会）
- ・小口 宏（信州大学医学部附属病院、関東 RT 研究会）
- ・有路 貴樹（国立がんセンター東病院放射線部、国立病院関東甲信越放射線技師会治療班）
- ・草野 陽介（医用原子力技術研究振興財団）
- ・矢島 佳央理（医用原子力技術研究振興財団）
- ・北村 望（がん研究所有明病院）
- ・中島 大（がん研究所有明病院）
- ・伍賀 友紀（国立がんセンター東病院）
- ・峯村 俊行（国立がんセンターがん対策情報センター）
- ・水野 秀之（放射線医学研究所）
- ・脇田 明尚（国立がんセンター中央病院）

F. 研究発表

論文発表

1. 木谷哲, 吉村真奈, 新保宗史, 山田崇裕, 本田憲業: 塩化ストロンチウム-89 投与後に大腿骨頸部病的骨折を受傷し, 骨頭置換術を施行した, 乳癌骨転移の 1 例: 日本放射線腫瘍学会誌 Vol.21 No.3・4 155-158 December 2009
2. 池田恢, 新保宗史, 福村明史, 黒澤忠

弘, 峯村俊行, 高橋豊, 山田崇裕, 川村慎二 第 97 回日本医学物理学会学術大会シンポジウム「線量校正と標準測定法の動向」のまとめ 日本医学物理学会 (印刷中)

学会発表

1. 新保宗史, 他 放射線治療施設の訪問による線量調査(2008 年度) 日本医学物理学会大会口頭発表(2009/4/17 横浜開催)
2. 新保宗史 高精度放射線治療における QA/QC の実際 がんプロフェッショナル養成プラン関東広域多職種がん専門家チーム養成拠点平成 21 年度第 1 回医学物理インテンシブ生涯教育コース 講演 (2009/7/11 茨城県立医療大学開催)
3. 新保宗史, 他 治療計画装置計算アルゴリズム、不均質補正の有無による計算 MU 値の相違 日本放射線腫瘍学会展示発表(2009/9/18 京都開催)
4. 新保宗史 線量計の校正とユーザーの意見 放射線治療線量の現状と課題 日本放射線腫瘍学会・日本医学物理学会 共同シンポジウム(2009/9/18 京都開催)
5. 新保宗史, 他 訪問による線量調査 2009 年度 群馬放射線腫瘍研究会 (2010/2/20 開催) (予定)
6. 新保宗史 放射線治療の品質管理 訪問による線量調査 (神奈川県) (仮題) (2010/2/27 神奈川県北里大学開催) (予定)
7. 新保宗史 治療計画装置計算アルゴリズム、不均質補正の有無による計算 MU 値の相違 埼玉県放射線腫瘍研究会口頭発表(2010/3/6 大宮開催) (予定)

8. 新保宗史 放射線治療の品質管理について がんプロフェッショナル養成プラン関東広域多職種がん専門家チーム養成拠点平成 21 年度 e-ラーニング収録 (2010/3/11 茨城県立医療大学) (予定)

分担研究報告書
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

高精度治療の有害事象に関する研究

研究分担者 中川 恵一（東京大学大学院医学研究科 放射線医学分野）

研究要旨：

高精度治療の新たな手法として連続回転型強度変調治療 VMAT が確立されつつある。VMAT は回転照射であることから、直交軸に設置された kV-Cone Beam CT (CBCT)により治療中の臓器位置の撮像が可能となった。本手法を前立腺がんへ適用し、前立腺の治療中の位置変動を解析した。

A. 目的

VMAT は連続的にガントリを回転させながら線量率やリーフなどを変調する強度変調放射線治療法である。Step and Shoot のようなこれまでの IMRT に比べ照射時間が短縮する特徴があるとともに、回転照射であるために、ガントリと直交する軸に配置された CBCT による治療中の CT 撮影が可能となる。この CT を治療直前・直後に撮影された CT と比較することにより治療中の臓器位置変動がわかり、また治療計画で使用された CT と比較することにより実際の照射を受けた領域が調べられる。故に治療の標的部やリスク臓器の投与線量解析が進められることによって、その線量と正常組織に対する有害事象等の相関を調べることができるものと期待される。本研究では、その準備として本手法を前立腺がんの患者に適用し、治療直前・直後に撮影された CT と比較することによって治療中の前立腺の位置変動を解析する。

B. 方法

高精度治療を行う前立腺がんの患者に対し、VMAT の治療計画を作成し、放射線治療装置及び患者の位置決め使用する画像誘導システムへ転送する。1 人の患者に対し週に 1 度計 7 回、以下の CT 撮影を実施

する。照射体制は仰向けであり、固定具は特に使用しない。

1. 患者を治療寝台に乗せた後、位置合わせ用に CBCT 撮影を行う (CBCT1)。
2. 寝台位置の補正後、位置確認のために再度 CBCT 撮影を行う (CBCT2)。
3. 確認後、VMAT 治療を開始すると同時に CBCT 撮影を行う (CBCT3)。
4. 治療終了後、位置確認のための CBCT 撮影を行う (CBCT4)。

Intra-fraction motion は CBCT2 と CBCT3、及び CBCT4 と CBCT3 を直接比較することによって得る。前立腺及びその近傍領域の Greyscale 強度相関比が 1 に最も近くなるよう剛体変換によって位置ずれを定量する。
(倫理面への配慮)

本研究の臨床応用に関して東大病院の倫理委員会の承諾を得ている。通常の臨床業務の一環として患者の個人情報を保護している。また、放射線治療用のビームと診断用の kV エックス線の同時曝射に関して「医政発第 0417009 号 (平成 19 年 4 月 17 日) 「複数のエックス線管と複数の高圧電圧発生装置を搭載するエックス線装置の安全利用について」において許可されている。

C. 結果

前立腺がん患者 (1 名) の位置解析結果

を表1に示す。

表1. VMAT治療中のCBCT像を基準とした時の前立腺位置のずれの平均値及びその標準偏差

	CBCT2-CBCT3	CBCT4-CBCT3
Lateral	0.1±0.2 [mm]	0.2±0.3 [mm]
Vertical	0.3±0.4 [mm]	-0.8±0.7 [mm]
Longitudinal	0.4±0.6 [mm]	-0.3±0.6 [mm]

本治療において、寝台位置補正後の前立腺のシフト量は、治療中のCBCTを基準とすると全て1.6mm未満であった。

D. 考察

CBCTの撮影時間は、単独撮影で約2分、VMAT照射との同時撮影で約3分である。治療時間が短いため、前立腺の治療中の移動は1名のみ結果ではあるが、最大でも1.6mm弱であり、VMATは潜在的に有害事象をさらに減少させる高精度治療方法として期待できる。本解析では Intra-fraction motion が直接に観測できる。また位置合わせにはほぼ同じ状態のCBCT画像が使用されるため、Greyscale強度相関が非常に高い精度で決定される。したがって、3次元的な位置解析に本手法は大変有効であることが示された。本研究により確立された手法を用いることで、今後前立腺や他臓器に関する位置変動のデータを解析し、放射線治療における臓器位置精度の影響に関する重要な知見が得られるものと期待される。

E. 結論

VMAT中のCBCT撮影方法の確立により、正確な臓器位置移動の評価と放射線治療効果や有害事象への影響を調べることが可能となった。

F. 研究発表

論文発表

1. Nakagawa K, Haga A, Shiraishi K, Yamashita H,

Igaki H, Terahara A, Ohtomo K, Saegusa S, Shiraki T, Oritate T, Yoda K. First clinical cone-beam CT imaging during volumetric modulated arc therapy. *Radiother Oncol.*, 90(3):422-3.,2009

2. Nakagawa K, Shiraishi K, Kida S, Haga A, Yamamoto K, Saegusa S, Terahara A, Itoh S, Ohtomo K, Yoda K. First report on prostate displacements immediately before and after treatment relative to the position during VMAT delivery. *Acta Oncol.*, 48(8):1206-8.2009

3. Haga A, Nakagawa K, Shiraishi K, Itoh S, Terahara A, Yamashita H, Ohtomo K, Saegusa S, Imae T, Yoda K, Pellegrini R. Quality assurance of volumetric modulated arc therapy using Elekta Synergy. *Acta Oncol.*, 48(8):1193-7., 2009

学会発表

1. Nagagawa K, Shiraishi K, Kida S, Haga A, Yamamoto K, Saegusa S, Terahara A, Itoh S, Ohtomo K and Yoda K, Prostate displacement before and after treatment relative to the position during VMAT delivery,

2. Haga A, Nagagawa K, Shiraishi K, Ohtomo K, Saegusa S, Sasaki K, Yoda K and Pellegrini R, Property of Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) for prostate cancer using Elekta Synergy and ERGO++ treatment planning system, ESTRO2009, Maastricht.

3. Haga A, Nagagawa K, Shiraishi K, Itoh S, Saegusa S, Imae T, Sasaki K, Kida S, Terahara A, and Yoda K, Influence of gantry angle, multi-leaf collimator (MLC), and jaw position errors to dose distribution in Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT), AAPM2009, Anaheim.

分担研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

T1N0M0 肺がんに関する研究

研究分担者 永田 靖（広島大学大学院医歯薬学総合研究科 放射線腫瘍学）

研究協力者 木村智樹、村上祐司、西淵いくの（広島大学病院 放射線治療科）

権丈雅浩、兼安祐子（広島大学大学院医歯薬学総合研究科 放射線腫瘍学）

研究要旨：本邦における原発性及び転移性肺癌に対する体幹部定位放射線治療の現状を調査した。また、単一施設（広島大学）における肺腫瘍に対する体幹部定位照射の治療成績についても解析した。94 施設からの回答で、組織型の確定した原発性肺癌 1111 例、転移性肺癌 702 例、組織型未確定の肺癌 291 例に定位照射が施行され、分割回数は 48Gy/4 回が 52%と最多であった。14 例（0.6%）に Grade5 の有害事象を認めた。広島大学でも同様の傾向であった。

A. 研究目的

本邦における原発性及び転移性肺癌に対する体幹部定位放射線治療の現状を調査する。また、単一施設（広島大学）における肺腫瘍に対する体幹部定位照射の長期治療成績についても解析した。

B. 研究方法

117 施設にアンケート用紙を送付し、94 施設から回答を得た。また、広島大学で定位照射を施行した肺腫瘍 116 例 125 病変の治療成績を解析した。

（倫理面への配慮）

アンケートは無記名で行い、個人情報の保護に配慮した。

C. 研究結果

組織型の確定した原発性肺癌 1111 例、転移性肺癌 702 例、組織型未確定の肺癌 291 例に対して定位照射が施行されていた。分割回数は 48Gy/4 回が 52%と最多であった。14 例（0.6%）に Grade5 の有害事象を認めた。広島大学の症例でも主に 48Gy/4 回で施行し、組織型の確定した 64 例 67 病変の I 期非小細胞肺癌の 3 年局所制御率及び全生

存率はそれぞれ 84.7%、72.6%であった。

Grade5 の有害事象を 1 例に認めた。

D. 考察

この調査は 2005 年時点のものではあるが、体幹部定位照射は既に国内の多くの施設で施行されており、懸念される安全性についても、Grade5 の有害事象は 1%未満であり、安全に施行可能な治療法といえる。また、自験例でも同様の傾向が確認できた。

E. 結論

体幹部定位照射の本邦における現状を把握することができた。

F. 研究発表

論文発表

1. Nagata Y, Hiraoka M, Mizowaki T, Narita Y, Matsuo Y, Norihisa Y, Onishi H, Shirato H: Survey of stereotactic body radiation therapy in Japan by the Japan 3-D Conformal External Beam Radiotherapy Group. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 75, 343-347, 2009.
2. Nakamura M, Narita Y, Matsuo Y, Narabayashi M, Nakata M, Sawada A,

- Mizowaki T, Nagata Y, Hiraoka M: Effect of audio coaching on correlation of abdominal displacement with lung tumor motion. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 75, 558-563, 2009.
3. Kaneyasu Y, Nagai N, Nagata Y, Hashimoto Y, Yuki S, Murakami Y, Kenjo M, Kakizawa H, Toyota N, Fujiwara H, Kudo Y, Ito K: Intra-arterial infusion chemotherapy using cisplatin with radiotherapy for Stage III squamous cell carcinoma of the cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 75, 369-377, 2009.
 4. Kenjo M, Uno T, Murakami Y, Nagata Y, Oguchi M, Saito S, Numasaki H, Teshima T, Mitsumori M: Radiation therapy for esophageal cancer in Japan: results of the Patterns of Care Study 1999-2001. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 75, 357-363, 2009.
 5. Sakamoto T, Oya N, Shibuya K, Nagata Y, Hiraoka M: Dose-response relationship and dose optimization in radiotherapy of postoperative keloids. *Radiotherapy and Oncology*, 91, 271-276, 2009.
 6. Matsuura K, Kimura T, Kashiwado K, Fujita K, Akagi Y, Yuki S, Murakami Y, Wadasaki K, Monzen Y, Ito A, Kagemoto M, Mori M, Ito K, Nagata Y: Results of a preliminary study using hypofractionated involved field radiation therapy and concurrent carboplatin/paclitaxel in the treatment of locally advanced Non-Small-Cell lung cancer. *Int J Clin Oncol*, 14, 408-415, 2009.
 7. Numasaki H, Teshima T, Shibuya H, Nishio M, Ikeda H, Ito H, Sekiguchi K, Kamikonya N, Koizumi M, Tago M, Nagata Y, Masaki H, Nishimura T, Yamada S: National structure of radiation oncology in Japan with special reference to designated cancer care hospitals. *Int J Clin Oncol*, 14, 237-244, 2009.
- 学会発表
1. 木村智樹, 西淵いくの, 村上祐司, 権丈雅浩, 兼安祐子, 永田 靖: 肺腫瘍に対する体幹部定位照射の長期治療成績. 日本放射線腫瘍学会第22回学術大会, 2009.9.17-19, 京都.
 2. 永田 靖: 定位放射線治療. 第47回日本癌治療学会学術集会, 2009.10.22-24, 横浜.
 3. 永田 靖, 木村智樹, 村上祐司, 権丈雅浩, 兼安祐子, 西淵いくの: 肺癌放射線治療技術の進歩. 第50回日本肺癌学会総会, 2009.11.12-13, 東京.
 4. 永田 靖: 小細胞性肺癌に対する放射線治療. 第50回日本肺癌学会総会, 2009.11.12-13, 東京.

分担研究報告書
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

肺癌に対する I M R T の研究

研究分担者 西村 哲夫（静岡県立静岡がんセンター 放射線治療科）

研究要旨：

Ⅲ期非小細胞肺癌の化学放射線療法における化学療法の異なった投与スケジュール Full dose regimen（F 群）と Weekly regimen（W 群）の有効性安全性の違いを検討した。全生存期間中央値は全体で 27 ヶ月、W 群は 46 ヶ月、F 群は 18 ヶ月で後者の効果が優れていた。有害事象の発生頻度は両群間に差がなかった。注意深い治療計画により安全に化学放射線療法が実施できることが示された。

A. 研究目的

Ⅲ期非小細胞肺癌の化学放射線療法における化学療法の異なった投与スケジュールによる治療の有効性、安全性を遡及的に比較検討した。

B. 研究方法

3 期非小細胞肺癌 59 例を対象にした。放射線治療は 10MVX 線による前後対向 2 門 40Gy と脊髄を避けた斜入対向 2 門 20Gy で合計 60G/30 回を照射した。3 次元治療計画装置を用い、線量は不均質補正を行って各アイソセンターに処方した。DVH を作成し肺の V20 が 35% 以下になるように計画した。

化学療法として、1) Full dose regimen（以下 F 群）：MVP（MMC+Vindesine+CDDP）もしくは CDDP+VNR（Vinorelbine）を照射期間中に 2 コースと照射終了後に 2 コース投与、2) Weekly regimen（以下 W 群）：CBDCA+Paclitaxel もしくは CBDCA+CPT11 を照射期間中に毎週と照射終了後に 2 コース投与する 2 群を検討した。

資料の収集に際しては、個々の患者の個人情報が入り込まないように配慮した。

C. 研究結果

59 例中 F 群は 21 例（36%）、W 群は 38

（64%）例だった。全生存期間の中央値（MST）は全体で 27 ヶ月、W 群は 46 ヶ月、F 群は 18 ヶ月（P:0.011）だった。有害事象の発生頻度は両群間に差がなかった。Grade 3 以上の肺毒性は F 群の 1 例に Grade 5 の肺毒性が認められた以外には、両群合わせても 1 例も観察されなかった。

D. 考察

今回の報告はこれまで本邦で発表された報告（MST：20～24 ヶ月）に比べて良好な成績であり、この中で Weekly regimen の有効性が示された。肺毒性の頻度が少なかったことは、3 次元治療計画装置を用いた慎重な治療計画が全生存率の改善に貢献していることも示唆された。

E. 結論

Ⅲ期非小細胞肺癌に対する化学放射線療法では Weekly regimen の有効性が示唆された。また注意深い治療計画により安全に化学放射線療法が実施できることが示された。

F. 研究発表

論文発表

1. Harada H, Yamamoto N, Takahashi T, Endo M, Murakami H, Tsuya A, Nakamura Y, Ono A, Igawa S, Shukuya T, Tamiya A, Nishimura T

分担研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

非小細胞肺癌に対する IMRT に関する研究

研究分担者 西村 恭昌（近畿大学医学部放射線腫瘍学部門）

研究協力者 田村 昌也（近畿大学医学部放射線腫瘍学部門）

研究要旨：

強度変調放射線治療（IMRT）は最新の高精度放射線治療技術である。すでに IMRT は先進医療をへて、平成 20 年度から頭頸部腫瘍、中枢神経腫瘍、前立腺がんでは保険収載されている。本研究では、肺癌への IMRT の適応拡大に向け、IMRT の第 3 者評価が可能な物理ファントムを用いた予備的実験を実施し、IMRT の品質管理における評価基準の明確化と運用システムの構築を目指した。

A. 研究目的

JCOG 放射線治療が関わる臨床試験において IMRT の施設間の整合性を図る目的で第 3 者評価が可能な物理ファントムが作成された。本研究では、この IMRT 第 3 者評価用ファントムを用いた予備実験として、IMRT 治療計画の実施および線量検証を行い、第 3 者評価の判断基準を明確化することを目的とした。

B. 研究方法

IMRT 第 3 者評価用ファントム：

今回使用したファントムには、用途に応じてモジュール型パーツが数種類作成されており、モジュールの種類は次の通りである。(a) CT 撮影用モジュール：内部に円柱状リスク臓器とそれを取り囲む C-shape ターゲットを挿入、(b) 絶対線量測定用モジュール、(c) 線量分布(Axial/Sagittal)検証用モジュール：15×15cm²、(d) 線量分布(Coronal)検証用モジュール：15×21cm²である。

IMRT 治療計画：

治療装置と X 線エネルギーには CLINAC 21EX(Varian) 6,10MV を、治療計画装置には Eclipse7.3(Varian)使用した。治療計画

は、C-shape ターゲットを PTV とし D95 線量処方 で $D_p = 2\text{Gy/fr}$ 、 $D_{\text{max}}(\text{PTV}) < 110\%D_p$ 、OAR 最大線量は 10MV-5 門設定で $D_{\text{max}}(\text{OAR}) < 80\%D_p$ 、6MV-7 門設定で $D_{\text{max}}(\text{OAR}) < 60\%D_p$ とした。

IMRT 線量検証：

絶対線量検証は、(b)モジュールを用い電離箱には PTW30001 Farmer-type (0.6cc)、測定位置は C-shape ターゲット内とし、測定は各門および全門で行った。線量分布検証は、(c)および(d)モジュールを用い、現像処理がいら ず明室で測定可能な Gafchromic フィルム EBT を用いた。

(倫理面への配慮)

本研究はファントム実験で、倫理面への配慮は必要ない。

C. 研究結果

IMRT 治療計画の結果：

10MV-5 門プランでの PTV の平均線量は 103.8%、最小線量は 92.7%、最大線量は 107.8%、リスク臓器の最大線量は 75.7%であった。6MV-7 門での PTV の平均線量は 103.1%、最小線量は 90.4%、最大線量は 109.6%、リスク臓器の最大線量は 56.5%であり、いずれも目標値を達成した。

IMRT 線量検証の結果：

電離箱による絶対線量検証の結果、10MV プランと 6MV プラン共に全門合計の線量は治療計画線量に対し誤差±1%以内に収まり、良好な結果が得られた。各門については、低エネルギープランの一部で10%程度の誤差が生じる角度も存在したが、合計線量では許容範囲内であった。

Gafchromic EBT による線量分布測定では、ガンマ法 (Dose Difference: $\Delta D=3\%$ 、DTA: $\Delta d=3\text{mm}$) を用いて%Pass を算出した。高エネルギープランでは Sagittal 面、coronal 面共に%Pass は 95%以上であった。低エネルギープランでは Dose Difference で 3%程度の誤差が生じたが、相対線量プロフィールでは許容範囲内であった。

D. 考察

今回のターゲットおよびリスク臓器の線量制約基準は、当施設の治療計画装置では比較的容易に達成できた。施設間比較を行う際、さまざまな治療装置・治療計画装置が存在し、実現可能な計画条件も異なる。最適な線量制約条件の決定には、まだ議論が必要である。

電離箱による PTV 内の絶対線量検証では、全門合計では良好な結果が得られたが、各門では 10%程度の誤差が生じるビームも存在した。評価基準は全門合計線量であるべきと考えられる。

線量分布検証に関し今回 Gafchromic Film を使用し、当施設で利用可能な解析システムを利用して評価した。フィルム解析システムの違いにより評価手法に差があるため、施設間評価を同一のシステムで行う必要があり、フィルムスキャン方法・評価方法等を定めなければならない。

E. 結論

IMRT 第 3 者評価ファントムを用いて、治療計画から線量検証までの一連の作業が実施可能であることが確かめられた。今後、施設間評価の運用システムの構築が課題である。

F. 研究発表

論文発表

1. Okubo M, Nishimura Y, Nakamatsu K, Okumura M, Shibata T, Kanamori S, Hanaoka K, Hosono M. Radiation treatment planning using positron emission and computed tomography (PET/CT) for lung and pharyngeal cancers: A multiple thresholds method for FDG activity. Int J Radiat Oncol Biol Phys (in press)
2. Nishimura Y, Shibata T, Nakamatsu K, Kanamori S, Koike R, Okubo M, Nishikawa T, Tachibana I, Tamura M, Okumura M. A two-step intensity modulated radiation therapy method for nasopharyngeal cancer: the Kinki University Experience. Jpn J Clin Oncol 40:130-8, 2010
3. Okamoto K, Okamoto I, Takezawa K, Tachibana I, Fukuoka M, Nishimura Y, Nakagawa K. Cisplatin and etoposide chemotherapy combined with early concurrent twice-daily thoracic radiotherapy for limited-disease small cell lung cancer in elderly patients. Jpn J Clin Oncol 40:54-9, 2010
4. Nishimura Y, Mitsumori M, Hiraoka M, Koike R, Nakamatsu K, Kawamura M, Negoro Y, Fujiwara K, Sakurai H, Mitsuhashi N. A randomized phase II study of cisplatin/5-FU concurrent chemoradiotherapy for esophageal cancer: short-term infusion versus protracted infusion chemotherapy (KROSG0101/ JROSG021) Radiother Oncol. 92: 260-5, 2009

分担研究報告書
厚生労働科学研究費補助金（がん臨床研究事業）

定位放射線における患者位置精度に関する研究

分担研究者 西山 謹司（大阪府立成人病センター 放射線治療科）

研究協力者 鈴木 修（大阪府立成人病センター 放射線治療科）

研究要旨：

体幹部定位照射の治療時における患者位置精度について、従来の二次元での照合方法から三次元のデータ（Cone-beam CT）を用いることで、腫瘍を指標とした位置精度の検証を行った。また、治療計画時と、照射時との呼吸性移動の差異について、EPID を用いた研究を行った。

A. 研究目的

肺腫瘍に対する体幹部定位照射の際、骨構造を指標とした患者位置合わせで生じる腫瘍位置の誤差に、患者回転が影響していることを示す。

B. 研究方法

治療時に撮影した CBCT と、治療計画 CT を肺内構造を指標として合わせこみ、その際の患者回転角と、骨構造を指標にした際の腫瘍位置のずれを算出し、相互の関係について検討した。

（倫理面への配慮）

通常臨床治療内容と同様。プライバシーに配慮する。

C. 研究結果

骨構造を指標にした場合、腫瘍位置は最大で 1.2cm のずれがあり、15% で 5mm 以上認められた。患者回転は最大で 6° であった。

D. 考察・結論

腫瘍位置が脊椎から遠い症例では、回転

により腫瘍位置のずれが大きくなり治療の際には精度の保証を十分に行わなければならない。CBCT を用いれば、腫瘍陰影での合わせ込みが可能となり有用である。

E. 研究発表

学会発表

1. 鈴木修、中嶋綾、森本将裕、中村聡明、西山謹司
肺定位照射における患者回転を考慮した PTV マージンの検討、第 68 回日本医学放射線学会総会、2009/4 月
2. 上田悦弘、武川英樹、宮崎正義、岡本英明、川辺清人、鈴木修、中村聡明、西山謹司
体幹部定位照射における治療計画時と治療時の肺腫瘍呼吸性移動の比較、日本放射線腫瘍学会第 22 回学術大会 2009/9 月
3. 鈴木修、上田悦弘、宮崎正義、西山謹司
肺定位照射における target contouring の最適化、第 21 回高精度放射線外部照射研究会 2010/1 月