

肺定位放射線照射における計算精度 計算アルゴリズムの比較

穴井 重男^{*1}, 塩山 善之^{*2}, 中村 和正^{*2}, 泉 隆^{*1}, 鬼塚 昌彦^{*3}

ACCURACY OF CALCULATIONS FOR STEREOTACTIC RADIOTHERAPY OF THE LUNG COMPARISON OF DOSE CALCULATION ALGORITHMS

Shigeo ANAI^{*1}, Yoshiyuki SHIOYAMA^{*2}, Katsumasa NAKAMURA^{*2},
Takashi IZUMI^{*1}, Masahiko ONIZUKA^{*3}

(Received 20 May 2004, accepted 17 September 2004)

Abstract: The purpose of this study is to evaluate the accuracy of dose calculations by three algorithms. **Methods and Materials:** Depth dose, OPF (Output Factor) and dose profiles were measured in a heterogeneous phantom. These values were also calculated by three algorithms of the Batho power law (BPL), Equivalent-TAR (ETAR) and Convolution superposition (CS). The data were obtained for 4, 6 and 10 MV photon beams with a linear accelerator (Varian 21EX). Field size ranged from $3 \times 3 \text{ cm}^2$ to $10 \times 10 \text{ cm}^2$. Dose profiles of beam penumbra were also measured by a 0.125 ml ionization chamber at the point of 8, 13 and 18 cm from the surface of the phantom at intervals of 1 mm. **Result:** Differences between measured and calculated depth doses were within 2% in BPL and CS, but depth doses were overestimated in ETAR. OPFs were also overestimated with the error of more than 4% in ETAR. Absorbed dose calculated by CS were in agreement with the values measured by the ionization chamber. The absorbed dose by BPL and ETAR, however, were overestimated in particular in absorbed dose of 85-95%. **Conclusion:** Although isodose lines by CS are precisely correct, the measured absorbed dose may be smaller than the prescribed doses calculated by BPL and ETAR. It should be noticed that calculated isodose lines may be significantly different from measured values in the treatment of lung tumors.

Key words: Radiation dose calculation, Batho power law, Equivalent-TAR, Convolution superposition

要旨：肺癌に対する放射線治療において、3つの不均質補正計算アルゴリズムの計算精度について検証した。

【方法および使用機器】深部線量，出力測定および線量プロファイルの測定について不均質ファントムを用いて測定した。3つの計算アルゴリズムはBatho power law (BPL), Equivalent-TAR (ETAR) およびConvolution superposition (CS) である。直線加速装置はVarian 21EXの4, 6, 10 MVのX線を用いた。照射野は $3 \times 3 \text{ cm}^2 \sim 10 \times 10 \text{ cm}^2$ である。線量プロファイルの測定は、指頭形電離箱0.125 mlを使用してファントム表面から8, 13, 18 cmの深さにおいて、Cross plane方向に1 mm間隔で測定した。

【結果】深部線量の計算値と測定値の比較において、BPLとCSでは2%以内である。しかし、ETARは深部において線量を過大評価していた。出力係数もまたETARでは小照射野において4%程度線量を過大評価していた。CSにおける等線量曲線は、線量計での測定値と計算値において良く一致していたが、BPL and ETARは6・10 MV X線の85～95%の領域において線量を3～5%程度過大に評価していた。

【まとめ】不均質補正の計算アルゴリズムの違いによって辺縁線量の計算精度が異なることを理解する必要がある。

^{*1} 九州大学病院医療技術部放射線部門 (〒812-8582 福岡市東区馬出3-1-1)
Department of Radiology, Kyushu University Hospital (3-1-1, Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka, 812-8582 JAPAN)

^{*2} 九州大学大学院医学系研究科臨床放射線科学
Department of Clinical Radiology, Graduate of School of Medicine, Kyushu University

^{*3} 九州大学医学部保健学科
Department of Radiological Technology, Kyushu College of Medical Technology

陽子線照射によるIL-6誘導の照射対象臓器依存性

藤 浩^{*1}, 二見 康之^{*1}, 沼野 真澄^{*1}, 山下 晴男^{*1}, 原田 英幸^{*2},
吉岡 靖生^{*3}, 鎌田 実^{*2}, 西村 哲夫^{*2}, 村山 重行^{*1}

INDUCTION OF INTERLEUKIN-6 BY PROTON BEAM IRRADIATION DEPENDS
ON TARGETED ORGAN

Hiroshi FUJI^{*1}, Yasuyuki FUTAMI^{*1}, Masumi NUMANO^{*1}, Haruo YAMASHITA^{*1},
Hideyuki HARADA^{*2}, Yasuo YOSHIOKA^{*3}, Minoru KAMATA^{*2},
Tetsuo NISHIMURA^{*2}, Shigeyuki MURAYAMA^{*1}

(Received 7 June 2004, accepted 6 October 2004)

Abstract: Purpose: To determine whether proton beam irradiation induces the increase of IL-6 in plasma and which organ is most responsible for the irradiation.

Methods and Materials: Ten to twelve week old mice received whole body or partial body proton beam irradiation. Slit shaped ports were implemented for partial irradiation in order to distinguish the response of a designated organ, head, lung, liver, and lower abdomen. The concentrations of IL-6 in plasma were assayed three and half days after the irradiation.

Results: Whole body proton beam irradiation caused a significant elevation of IL-6 plasma levels the same as those occurred after photon beam irradiation. Partial proton beam irradiation explores the significant differences in the induction of IL-6 by the irradiated organ. Contrary to lung and head irradiation, lower abdominal irradiation and whole body irradiation lead the remarkable elevations of IL-6.

Conclusion: Although IL-6 was induced by proton beam irradiation to lower abdomen and to the whole body, proton beam irradiation to the liver did not cause elevation of IL-6. Because proton beam can avoid irradiation to digestive organs responsible for IL-6 induction, proton beam therapy is supposed to be an effective treatment for hepatocellular carcinoma.

Key words: Proton beam therapy, Cytokine, Hepatocellular carcinoma, IL-6

要旨：肝細胞癌治療の治療効果や障害の程度を規定する照射後の急性炎症，肝細胞の再生，腫瘍の治療抵抗性の獲得にIL-6が寄与していると考えられている。陽子線照射によるIL-6誘導効果とその照射対象臓器による違いを明らかにするために，マウスに対する陽子線照射実験を行った。X線と陽子線の全身照射を行い線種によるIL-6誘導効果の違いを調べた。陽子線による部分照射を行い照射部位によるIL-6誘導効果の違いを調べた。陽子線部分照射にはスリット状の照射野を用い，頭部，肺，肝臓，下腹部の4部位が選択的に照射されるようにした。IL-6誘導効果は照射後3.5日の血中IL-6濃度により評価した。X線，陽子線による全身照射により血中IL-6濃度は顕著に上昇したが，両者に差はみられなかった。陽子線スリット照射による血中IL-6濃度の上昇は，頭部，肺照射ではみられず，肝臓照射でも軽微であったが，下腹部照射において顕著であった。この下腹部照射による血中IL-6濃度の上昇は，全身照射と同等であった。これより腸管など肝臓以外の腹腔内臓器への照射が，IL-6誘導による治療効果の修飾や急性期炎症の契機となることが示唆されたが，肝臓の一部のみが照射される陽子線治療では，IL-6誘導の影響は少ないと考えられた。

^{*1} 静岡県立静岡がんセンター陽子線治療科 (〒411-8777 静岡県駿東郡長泉町下長窪1007)

Proton Therapy Division, Shizuoka Cancer Center Hospital (1007, Shimonagakubo, Nagaizumi-cho, Sunto-gun, Shizuoka, 411-8777, JAPAN)

^{*2} 静岡県立静岡がんセンター放射線治療科

Division of Radiation Oncology, Shizuoka Cancer Center Hospital

^{*3} 大阪大学大学院医学系研究科 医用制御工学講座

Department of Radiology, Osaka University Graduate School of Medicine

「第3回医学生のための放射線治療セミナー」参加者進路追跡調査 参加後7年を経過して

今輩倍 敏行^{*1}, 内野 三菜子^{*2}, 板澤 朋子^{*3}, 染谷 正則^{*4}, 尾藤 誠司^{*5}

THE CAREER PATHS OF THE PARTICIPANTS IN A RADIATION ONCOLOGY SEMINAR FOR MEDICAL DOCTOR CANDIDATES IN 1997

Toshiyuki IMAGUMBAI^{*1}, Minako UCHINO^{*2}, Tomoko ITAZAWA^{*3}, Masanori SOMEYA^{*4}, Seiji BITO^{*5}

(Received 2 July 2004, accepted 17 September 2004)

Abstract: Since 1995, the Japanese Society for Therapeutic Radiology and Oncology (JASTRO) has held a teaching seminar for medical doctor candidates. In 1997, thirty-three students participated in the seminar. After graduation, eighteen (18/33) of the participants became radiologists and twelve of them (12/18) majored in radiation oncology. These results imply that the seminar might have an impact on their career paths. Hence, we propose that the seminar can have an influence upon the career decision of medical students, and it could yield a breakthrough to overcome in the shortage of radiation oncologists in Japan.

Key words: Radiation Oncology, Seminar, Medical Education, Career Path

要旨:【背景】ローテーション研修義務化など放射線治療に携わる人材確保をめぐる状況は激変しており、その対応は急務といえる。日本放射線腫瘍学会（JASTRO）は1995年より医学部6年生を対象として「医学生のための放射線治療セミナー」を開催している。参加者の殆どは最終学年であるため、その卒業進路選択に及ぼすセミナーの影響力も相応にあると予想されるが、卒業進路の実際がどうであったかについての報告は少ない。

【目的】JASTRO第3回「医学生のための放射線治療セミナー」参加者の実際の卒業進路を検討した。

【対象および方法】1997年8月に群馬県にて行われた同セミナー参加学生（当時）全33名（男性19名・女性14名）を対象として、卒業直後及び現在（2004年2月）における進路につき、直接的な聞き取りを中心に学会名簿やインターネット上での検索を併せ調査した。

【結果】卒業直後の放射線科選択者は16名（49%）、うち1名はその後腫瘍内科に進路変更した。ローテーション研修選択者は5名（22%）、うち3名はその後放射線科を選択し、いずれも放射線治療を専攻している。現在は放射線科選択者18名（55%）であり、参加者全体の36%に相当する12名が放射線治療を専攻している。

【結論】JASTRO第3回「医学生のための放射線治療セミナー」参加者における放射線科選択率は55%、放射線治療専攻率は36%であった。同セミナーが有する種々の要素が実際の参加者の進路選択にどのような効果を及ぼしたかについて、他の回も含めたさらなる検討が必要である。

^{*1} 京都大学大学院医学研究科腫瘍放射線科学（〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町54）
Department of Therapeutic Radiology and Oncology, Kyoto University Graduate School of Medicine
（54, Shogo-in, Kawahara-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8507 JAPAN）

^{*2} 埼玉医科大学放射線腫瘍科
Department of Radiation Oncology, Saitama Medical School

^{*3} 横浜市立大学医学部放射線医学講座
Department of Radiology, Yokohama City University School of Medicine

^{*4} 札幌医科大学医学部放射線医学講座
Department of Radiology, Sapporo Medical University School of Medicine

^{*5} 国立病院機構東京医療センター総合診療科
Department of General Internal Medicine, National Tokyo Medical Center

放射線治療におけるリスクマネジメントの実態 北日本放射線腫瘍学研究会におけるアンケート調査結果

青木 昌彦^{*1,*2}, 阿部 由直^{*1,*2}, 山田 章吾^{*1}, 晴山 雅人^{*1},
中村 隆二^{*1}, 杉田 公^{*1}, 宮野 卓^{*1}

RISK MANAGEMENT OF RADIATION THERAPY SURVEY BY NORTH JAPAN RADIATION THERAPY ONCOLOGY GROUP

Masahiko AOKI^{*1,*2}, Yoshinao ABE^{*1,*2}, Shogo YAMADA^{*1}, Masato HAREYAMA^{*1},
Ryuji NAKAMURA^{*1}, Tadashi SUGITA^{*1}, Takashi MIYANO^{*1}

(Received 2 April 2004, accepted 28 September 2004)

Abstract: Purpose: A NJRTOG survey was carried out to disclose the risk management of radiation therapy. Materials and Methods: During April 2002, we sent questionnaires to radiation therapy facilities in northern Japan.

Results: There were 31 replies from 27 facilities. Many incidents and accidents were reported, including old cases. Although 60% of facilities had a risk management manual and/or risk manager, only 20% had risk management manuals for radiation therapy. Eighty five percent of radiation oncologists thought that incidents may be due to a lack of manpower. Ninety percent of radiation oncologists want to know the type of cases happened in other facilities.

Conclusion: The risk management system is still insufficient for radiation therapy. We hope that our data will be a great help to develop risk management strategies for radiation therapy for all radiation oncologists in Japan.

Key words: Risk management, Radiation therapy, Incident, Accident

要旨：【目的】北日本放射線腫瘍学グループは、放射線治療におけるリスクマネジメントの実態を明らかにするため、アンケート調査を実施した。

【対象・方法】平成14年4月、北日本放射線腫瘍学研究会に所属する放射線治療医にアンケートを配布し、後日ファクシミリにて回収する方法を取った。

【結果】27施設からの回答があり、古い事例が含まれてはいるものの、実にさまざまなインシデントやアクシデントが発生していることが明らかとなった。リスクマネジメントマニュアルやリスクマネージャーは60%の施設で導入されているものの、放射線治療のリスクマネジメントマニュアルは80%の施設が無いと回答した。リスクが発生する要因については、85%の回答者がマンパワーの不足が原因と考えており、他の施設で発生した事例については、90%の回答者が知りたいと回答した。

【結論】放射線治療において、リスクマネジメントの体制はまだ充分とは言えない。今回の北日本放射線腫瘍学グループの調査報告が、日本全国の放射線治療医にとって、今後のリスクマネジメントへの取り組みに少しでも役に立てれば幸いである。

*1 北日本放射線腫瘍学グループ
North Japan Radiotherapy Oncology Group (NJRTOG)

*2 弘前大学医学部附属病院放射線科 (〒036-8563 青森県弘前市本町53)
Department of Radiology, Hirosaki University Hospital (53, Honcho, Hirosaki, Aomori, 036-8563 JAPAN)

子宮頸癌に対する高線量率腔内照射の全国調査報告

兼安 祐子^{*1}, 広川 裕^{*2}, 櫻本 和樹^{*3}, 中島 健雄^{*4}, 土器屋 卓志^{*5}NATIONAL SURVEY OF HIGH-DOSE RATE BRACHYTHERAPY
FOR UTERINE CERVICAL CANCERYuko KANEYASU^{*1}, Yutaka HIROKAWA^{*2}, Kazuki KASHIMOTO^{*3},
Takeo NAKASHIMA^{*4}, Takushi DOKIYA^{*5}

(Received 26 March 2004, accepted 21 October 2004)

Abstract: In order to clarify the current status of treatment policies and treatment technique of high-dose rate brachytherapy practice for cervical cancer in Japan, national survey was performed in 2001. The questionnaire was sent to 215 institutions holding high and medium dose rate Remote Afterloading System (RALS), and 199 (93%) responses were received. Of these responders, 175 performed typical brachytherapy with tandem and ovoid for a total of 2,007 patients with carcinoma of the cervix in 2000. There was a wide variant in the doses used. The median EBRT dose was 50 Gy and 50 Gy and the median HDR dose was 25 Gy and 24 Gy for early and advanced cancers, respectively. Brachytherapy was performed weekly by 138 (82%) institutions, and twice a week by 31 (18%) institutions. The median brachytherapy dose per fraction was 6 Gy for early and advanced cancer in the case of weekly brachytherapy. On the other hand, that dose was 5 Gy in the case of twice a week. The median total treatment time was 6.5 weeks and 7 weeks for early and advanced cancers, respectively.

This retrospective survey showed the current brachytherapy practice pattern in the treatment of cervical cancer in Japan. There was a variation in the brachytherapy practice pattern. We should discuss with each other about the dose evaluation method for reference volume and reference point.

Key words: Cervical cancer, Intracavitary brachytherapy, High-dose rate (HDR), National survey

要旨：わが国における子宮頸癌高線量率腔内照射の治療方針や治療技術の実態を明らかにするために全国の高線量率リモートアフターローディング装置（以下RALSと略す）保有215施設にアンケート調査を行った。2001年11月16日までに199施設から回答を得た（回答率93%）。2000年に子宮頸癌に対してタンDEM/オボイドによるRALS施行施設は175施設で2,007例であった。うち¹⁹²Ir線源が79施設、⁶⁰Co線源は97施設、¹³⁷Cs線源は5施設であった（重複も含む）。病巣線量決定基準はA点線量としている施設が96%を占めたが、CT/MRIを用いて病巣線量・標的体積を評価している施設が4%あった。直腸・膀胱の線量評価は、実測・計算なしで通常は評価しない施設が38%であった。従来の“標準治療法”には記載の無いアプリケーション挿入後の腔内パッキング法は、X線ガーゼ等でパッキングし、その状態を評価する施設は30%のみで、パッキングするが評価しない施設が51%、パッキングしない施設は17%であった。腔内照射の頻度は、週1回法が138施設（82%）、2回法が31施設（8%）であった。腔内照射の1回線量の中央値は週1回法では600 cGy、2回法では500 cGyであった。腔内照射の総線量の中央値は週1回法の早期癌で2,500 cGy、進行癌で2,400 cGyであった。外部照射の総線量の中央値は早期癌・進行癌ともに5,000 cGy、中央遮蔽が入るまでの全骨盤照射線量の中央値は早期癌で2,000 cGy、進行癌で3,060 cGyとこれも“標準治療法”に準拠していた。総治療期間の中央値は早期癌で6.5週、進行癌で7週であった。施設により線量や治療期間が標準より偏っているところがあった。

わが国における子宮頸癌に対する高線量率腔内照射法は、およそ施設で“標準治療法”に原則的に準拠していたが、各施設で治療方針にばらつきを認めた部分もあった。“標準治療法”の項目の中では、更に検討されるべき線量評価法や個別化した治療法など、具体的なガイドラインの作成が必要である。

^{*1} 広島大学病院放射線科（〒734-8551 広島市南区霞1-2-3）

Department of Radiology, School of Medicine, Hiroshima University (1-2-3, kasumi, Minami-ku, Hiroshima, 734-8551 JAPAN)

^{*2} 順天堂大学医学部放射線医学講座

Department of Radiology, Juntendo University School of Medicine

^{*3} 広島市民病院放射線科

Department of Radiology, Hiroshima City Hospital

^{*4} 広島大学病院診療支援部放射線部門

Division of Radiology, Hiroshima University Hospital

^{*5} 埼玉医科大学放射線腫瘍科

Department of Radiation Oncology, Saitama Medical College

Remort desktopを利用した リアルタイム遠隔放射線治療計画・支援システムの構築

馬場 祐之, 富高 悦司, 村上 龍次, 水上 直久, 森下 昭治, 山下 康行

CONSTRUCTION OF AN INTERACTIVE TELE-REMOTE RADIOTHERAPY PLANNING SYSTEM AND TELE-CONFERENCE SYSTEM USING REMOTE DESKTOP SOFTWARE

Yuji BABA, Etsushi TOMITAKA, Ryuji MURAKAMI, Naohisa MIZUKAMI,
Shoji MORISHITA, Yasuyuki YAMASHITA

(Received 9 August 2004, accepted 21 October 2004)

Abstract: Purpose: To describe the implementation and use of a real-time radiotherapy conference system between a university hospital and a regional hospital.

Materials and methods: Remote desktop software was used to share the computer screen (desktop) and to operate the radiotherapy planning system in a regional hospital. Two hospitals were connected by an ADSL (12 Mbps) network. To secure the data, virtual private network (VPN) protocol was used. In the regional hospital, ECLIPSE (Varian Medical system) radiotherapy planning system and a remote desktop server software was installed. In the university hospital, a remote desktop viewer was installed in an Windows based PC; radiotherapy planning system was not installed.

To reveal the usefulness of this system, the time to open a radiotherapy plan, and time to modify the plan were measured using 11 cases.

Results: Sharing the same computer screen between the regional hospital and university hospital enabled real-time and interactive remote radiotherapy conferencing. Eight to 16 seconds was needed to send the computer screen data. Time to open a radiotherapy plan, 6.4 ± 2.5 minutes was needed. To modify the radiation plan, an additional 3.8 ± 1.6 minutes /field was needed. The time to complete the radiotherapy planning, 16 ± 4.7 minutes was needed.

Conclusions: Remote radiotherapy conference system using the remote desktop software was a real time, easy to use, low-cost, and useful system. Using the relatively slow network system (ADSL 12 Mbps; up-word speed 512 kbps), the discussion was concluded within 20 minutes for a patient in most cases. We recommend an optical fiber network to reduce time lag.

Key words: Remote, Radiotherapy planning, Real-time

要旨:【目的】遠隔地の関連病院に設置された治療計画装置を基幹施設から操作するリアルタイム遠隔治療計画・支援システムを構築し, その有用性を検討する.

【方法】remote desktopを実現するソフトウェアとしてfreewareとして配布されているWinVNC version 3.3.5を使用し, 治療計画ソフトウェアが作動している遠隔地の関連病院のPCと支援を行う基幹施設のPCの双方にインストールした. 支援を行う施設に治療計画ソフトウェアは不要で, 治療装置のビームデータや患者データの転送の必要も無い. 本法では, 被支援施設の遠隔地の治療計画装置を基幹施設から操作するだけなので, ネットワーク回線に流れるデータはコンピュータの画面情報のみである. ネットワークはNTT西日本のADSL回線を使用し, 仮想専用線(VPN)接続を行ってセキュリティを確保した.

【結果】治療計画作製に必要な時間は平均で 16 ± 4.7 分, 最大で30分以内であり, 速度的にも12 MbpsのADSLで十分な操作環境が得られた. 双方で同時に画面が参照・操作可能なので教育目的にも利用可能である.

【結語】remote desktopを利用したリアルタイム遠隔放射線治療計画支援システムは低コストで構築可能かつ実用的なシステムであり, 教育的な効果も得られる可能性がある.

休日照射に関するJASTROガイドラインの作成

永田 靖^{*1}, 光森 通英^{*1}, 根本 建二^{*2}, 山田 章吾^{*2},
坂谷内 徹^{*3}, 中村 和正^{*4}, 赤木 由紀夫^{*5}, 村上 祐司^{*6}

REPORTS FOR THE GUIDELINES OF SALVAGE RADIOTHERAPY ON HOLIDAYS

Yasushi NAGATA^{*1}, Michihide MITSUMORI^{*1}, Kenji NEMOTO^{*2}, Shogo YAMADA^{*2},
Tohru SAKAYAUCHI^{*3}, Kazumasa NAKAMURA^{*4}, Yukio AKAGI^{*5}, Yuji MURAKAMI^{*6}

^{*1} 京都大学放射線科 (〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町54)

Department of Therapeutic Radiology and Oncology, Kyoto University (54, Shogo-in, Kawahara-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8507 JAPAN)

^{*2} 東北大学放射線科

Department of Therapeutic Radiology and Oncology, Tohoku University

^{*3} 宮城がんセンター放射線科

Department of Radiology, Miyagi Cancer Center

^{*4} 九州大学放射線科

Department of Radiology, Kyushu University

^{*5} 広島市立安佐市民病院放射線科

Department of Radiology, Asa Municipal Hospital

^{*6} 広島大学放射線科

Department of Radiology, Hiroshima University