

め使用するフィルムの感度レンジがそれを満たすことが望ましい。

#### 4-6-2. (線量分布の検証事項)

治療計画装置が算出する線量分布と実測のそれを比較検証するとは、両者を重ね合わせ等線量曲線を比較すること、あるいは両者の差分量を評価することをいう。

#### 4-6-3. (重ね合わせ) 線量分布

検証の際、可能な限りフィルム上にアイソセンターをマーキングするなどの工夫により、計算による線量分布上のアイソセンターに直接重ね合わせることが望ましい。その際マーキングの精度が線量分布重ね合わせのズレに反映されるため、マーキングの精度は 1mm 以内である必要がある。

#### 4-6-4. (等線量曲線による比較)

フィルム法で得られた線量黒化度は 4-3-4. に示す方法で絶対線量に換算する。計算値と実測値の

等線量曲線はあくまでも両者が絶対線量を有していることを前提とし、両分布の最大線量値等で規格化することは避けるのが望ましい。

#### 4-6-5. (差分量の評価) 計算と

測定による線量分布において、両者の指示線量の 30%線量体積以上ではその誤差が総じて±3%以内であること。

これを超える誤差を観測しその要因事項を検討してもなお誤差がこれを超える場合は、放射線腫瘍医を含めたチームにて患者に強度変調放射線治療を施行するかどうか、あるいはモニタユニットに修正を加えるかどうか慎重に検討し、修正をする場合にはその妥当性について患者カルテに記載しなければならない。

#### 4-7. (線量検証の際しての留意事項)

線量検証の結果は、患者に強度変調放射線治療を施行する時のモニタユニットに直接寄与するものであるた

め、電離箱線量計あるいはフィルム法いずれの手法を用いる場合であっても定量的な線量値による検証を行なう必要がある。よって定性的な線量検証はなるべく避けるようにしなければならない。

線量検証の流れ、特に測定データと計算データの性質について十分に把握し比較検証の方法論の妥当性を慎重に検討しなければならない。

#### D. 考察

強度変調放射線治療では、上記のように厳密な精度管理プログラムが必要である。これは膨大な時間とマンパワーを要する作業である。わが国での物理士不足などの現状を考えると、安易に本治療を行うことは問題であろう。精度管理に要するコストに見合う利得が期待される症例に適応を限定すべきである。また、実際に行う場合には、本ガイドライン案などに準拠した

精度管理マニュアルが必要である。

#### E. 結論

強度変調放射線治療用の精度管理マニュアル案を提示した。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

Keiichi Nakagawa, Yukimasa Aoki, Masao Tago, And Kuni Ohtomo: Dynamic Conical Conformal Radiotherapy using A C-Arm Mounted Accelerator: Dose Distribution And Clinical Application. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics, 56, 287-295, 2003

Hidemasa Takao, Keiichi Nakagawa, Kuni Ohtomo: CENTRAL NEUROCYTOMA WITH CRANIOSPINAL DISSEMINATION. Journal of Neuro-Oncology, 61(3):255-259, 2003

Shin Takizawa, Shunsuke Nakagawa, Keiichi Nakagawa, Toshiharu Yasugi, Tomoyuki Fujii, Koji Kugu, Tetsu Yano, Hiroyuki Yoshikawa, Yuji Taketani: Abnormal Fhit expression is an independent poor prognostic factor for cervical cancer. British Journal of Cancer,

88:1213-1216, 2003

Keiichi Nakagawa, Masao Tago, Kouji Shibata, Naoki Nakamura, Hideomi Yamashita, Atsuro Terahara, Shinsuke Kato, Yoshio Hosoi, and Kuni Ohtomo. Intercomparison of Dose Distribution between Gamma Knife and C-arm-mounted LINAC. *Radiation Medicine* 21, 178-182, 2003

Koike Y, Nakagawa K, Shiratori Y, Shiina S, Imamura M, Sato S, Obi S, Teratani T, Hamamura K, Yoshida H, Omata M. Factors affecting the prognosis of patients with hepatocellular carcinoma invading the portal vein--a retrospective analysis using 952 consecutive HCC patients. *Hepatology*, 54:2035-2039, 2003

Yasuhiro Komuro, Toshiaki Watanabe, Yoshio Hosoi, Yoshihisa Matsumoto, Keiichi Nakagawa, Hirokazu Nagawa Prediction of tumor radiosensitivity in rectal carcinoma based on p53 and Ku70 expression. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 22:223-228, 2003

Shunsuke Nakagawa, Tetsu Yano, Keiichi Nakagawa, Shin Tanizawa, Yoshie Suzuki, Toshiharu Yasugi, Jon M. Huibregtse, and Yuji Taketani Analysis of the expression and localization of a LAP protein, human Scribble, in the normal and neoplastic epithelium of uterine cervix. *British*

*Journal of Cancer*, 90:194-199, 2004

中川恵一 日本における放射線治療と国際比較. *RADIOISOTOPES* 52,363-365,2003

## 2. 学会発表

Keiichi Nakagawa Intercomparison of dose distribution of stereotactic radiosurgery with Gamma Knife and C-arm linac. International Stereotactic Radiosurgery Society Congress 2003.6.22-26, Kyoto

中川恵一 ラット味蕾細胞における放射線障害の分子生物学的検討. 第62回日本医学放射線学会 2003.4.13、横浜

中川恵一 東海村臨界被曝事故における放射線障害の免疫染色を用いた解析. 第62回日本医学放射線学会 生物部会 2003.4.11、横浜

中川恵一 癌の進行とサイトカインの変動との関連. 第8回緩和医療学会 2003.6.27-28, 札幌

中川恵一 味蕾の放射線障害と回復-腸管、骨髄と比較して-. 第46回日本放射線影響学会大会 2003.10.6-8, 京都

## 厚生労働科学研究費補助金 分担研究報告書

放射線診療における患者と術者の安全性確保についての研究

(公募課題番号) : (14131501)

放射線治療におけるリスクマネジメントと安全性確保についての研究

「過剰被曝事故例の分析」

分担研究者

中川恵一 東京大学医学部放射線科助教授

成田雄一郎 千葉県がんセンター放射線治療部物理室技師

### 研究要旨

放射線治療の技術は近年ますます高精度化し、その適用件数も増加傾向にある。しかし、わが国の放射線治療現場における精度管理、リスクマネジメントには問題があることが判明しつつある。国立弘前病院での過剰照射事故の分析を通して、放射線治療におけるリスクマネジメントと安全性確保の現状と問題点を分析し、再発防止策を提言した。

### A. 研究目的

高エネルギーX線は悪性腫瘍等の治療手段として、あるいは骨転移腫瘍患者の疼痛緩和の目的として広く利用されてきた。しかし現在ではこの高エネルギーX線を利用した放射線治療は大きく変貌を遂げ、腫瘍病変に対する放射線集中性を高め、より副作用（急性期、晩期発生放射線障害）を抑える放射線治療、つまり高精度

放射線治療が実施されている。一方で放射線過剰照射事故が相次いで明らかになるなど、放射線治療の高精度化と実際の治療現場とではかなりのギャップがあるという印象を伺わせる。

高精度放射線治療とは、強度変調放射線治療（IMRT, intensity modulated radiotherapy）、定位的放射線治療（SRT, stereotactic

radiotherapy)、そして定位手術的放射線治療 (SRS, stereotactic radiosurgery) を含む。高精度放射線治療は放射線の照射方法に違いはあれ、腫瘍病変に効果的に放射線を集中し (原体性)、周辺の重要臓器への放射線量を最低限に抑えるという点で共通している。

現在の放射線治療、特に高精度放射線治療においては治療計画におけるコンピュータ化が進み、CT 画像を用いた 3 次元治療計画装置 (3D-RTP) が主力装置となっている。治療計画装置は実際の治療の模擬照射を兼ねており、出力係数や組織ピーク線量比 (TPR)、軸外線量比 (OCR)、あるいは照射野係数、ウェッジ係数などのいわゆるビームデータが実際に治療をする高エネルギー X 線発生装置にそれらを正しくに入力することが大前提となる。

本研究では、国立弘前病院で発生した過剰照射事故を分析することを通して、放射線治療の精度管理上の問題点を明確にする。平成 15 年 10 月 3 日に公表された本過剰照射事故は、関係する患者数が 300 人程度と従来よりも 1 桁大きく、社会に大きな関心を引き起こした。さらに過剰照射が原因と考えられる死亡例も発生しており、その社会的影響も甚大で

ある。

## B. 研究方法

医学放射線物理連絡協議会が中心となって、各学会の代表者からなる合同調査団を結成し、「放射線過照射事故に関する検討会」(委員長: 山田章吾 東北大学教授)、「健康影響に関する調査委員会」、東北厚生局、および病院当局と共同し調査を行った。実際には、以下の合同調査団を結成して、調査に当たった。

調査団は、平成 15 年 11 月 4 日、5 日 (第 1 次調査) および 11 月 24、25 日 (第 2 次調査) に病院を訪問して調査を行った。第 1 次調査には上記の全員が参加し、第 2 次調査に関しては、早淵団長、遠藤副団長、広川団員が参加した。

### (1) 第 1 次調査

11 月 4 日は午後から調査を行った。最初、病院側からは病院長、副院長、事務部長、看護部長、放射線科医長、診療放射線技師長、東北厚生局より医療課長ほかの担当者が出席して、調査団長の挨拶、調査目的の説明があった。引き続いて病院長により施設概況、過照射事故の概要、「健康影響に関する調査委員会」の

設置について説明があった。「(健康影響に関する調査委員会) 委員会は、この時点では病院が設置したものであったが、その後、東北厚生局の設置に変更された)

引き続き、資料の閲覧に便利な大会議室に移動して、以下の順序で事故原因の聞き取り調査および資料の閲覧を行った。

- 1) 治療を担当した医師 (K 医師) からの事故原因の説明および質疑応答
- 2) 治療を担当した診療放射線技師 (F 技師) からの事故原因の説明および質疑応答
- 3) 誤照射患者リスト (エクセル表) の閲覧

なお、上記の聞き取りに際しては、率直な意見交換が可能になるよう病院関係者の立会いを最小限にした。

翌 5 日は誤照射患者リストに記載された患者の中から、線量の多いもの約 60 例の照射録、線量分布図、シミュレータ写真などを閲覧した。その前提として推定照射線量や照射部位から予想される障害の程度のクラス分類を作成し (後段で詳述)、それぞれの患者のクラス分類を行った。また、それとは別に医師の指示線量

と推定照射線量の乖離の大きい症例について個別に精査した。指示線量との乖離の多い症例については、後日、照射録および線量分布図のコピーを送付いただき、線量の再計算を行った。

## (2) 第 2 次調査

第 1 次調査の結果、事故原因と背景はおおよそ明らかになったので、その確認のための聞き取り調査および第 1 次調査において閲覧できなかった残りの症例 (約 200 例) のクラス分類を実施するため第 2 次調査を行った。この調査では、以下を行った。

- 1) 当初、最初に事故が発生したとされた時期に勤務していた I 医師 (K 医師の 2 代前任) からの聞き取り (特に線量指示の方法について)
- 2) 担当医師 (K 医師) からの聞き取り (放射線治療の経験、学会などでの研修状況、弘前大学との交流、病院内での他科との交流、放射線治療の流れと分担、事故の問題点など)
- 3) 担当技師 (F 技師) からの聞き取り (リニアックのモニター線量

計の校正法、計算モニターユニット値の異常高値への対応、皮膚反応への対応など)

- 4) 第1次調査において閲覧できなかった約200例の照射録、線量分布図、シミュレータ写真などの閲覧とクラス分類

## C. 研究結果

### 事故発生の経緯

事故の内容は次のようなものである。治療担当のK医師は、処方線量の指示には、主にアイソセンターの線量を指示する方法と、最大線量を100%となるように正規化した線量分布図において、90%（または70%、80%）領域の線量を指示する方法の2つを用い、部位や線量分布において使い分けていた。ここで後者の方法の線量指示に対して、医師と技師の間で解釈が相違した。

これを図1で説明する。図の線量分布では線量百分率として、アイソセンターを100%としたものと最大線量 $D_G$ を100%としたもの（括弧内）とを併記している。医師は括弧内の百分率を想定し、90%等線量線（図

の太線）で囲まれる領域をターゲットと見て、ここに処方線量を照射すべく、「90%/2Gy（90%にて2Gyの意）」と指示した。これに対して技師はアイソセンターを100%とする通常の線量分布において90%領域に2Gy照射するように線量を設定した。結果として、最大線量 $D_G$ とアイソセンター線量 $D_R$ の比 $D_G/D_R$ （この場合は1.08）だけ過剰照射になった。

同様な指示は、I医師（K医師の2代前任）においても行われていたが、その場合はアイソセンターを100%とする線量分布図を想定して、「90%にて2Gy」と指示していたので、医師と技師の理解は一致していた。また、I医師とK医師の中間に位置するM医師（非常勤で治療を担当）においては、アイソセンターによる線量指示のみが行われていた。したがって、I医師とM医師の治療患者については、誤照射はなかったと結論される。

I医師とM医師の引き継ぎ期間の平成3年において、2人の非常勤医師が短期間、治療に関わり上記の誤照射を7件5名の患者に対して行った。（これは現地調査後明らかとなったため、調査団は詳しい調査を行っ

ていない)次にこのような誤照射を行ったのは、現在も治療を担当している K 医師であり、その着任(平成7年4月1日)直後より、治療計画装置が更新される平成11年10月まで続いた。この間に行われた誤照射は361件、ブースト照射<sup>注)</sup>を合わせて1件とすると318件である。また、対象患者は271名であった。(件数と患者数とが一致しないのは、1名の患者が複数件の照射を受ける場合があったためである。)平成3年の誤照射を合計すると、誤照射の総数は368件、ブースト照射を合わせて1件とすると325件、対象患者は276名であった。

#### 実際に照射された線量と医師の意図した線量の相違

医師と技師の間の線量表示に対する解釈の相違があったため、医師の意図した線量と実際に照射された線量には差がある。アイソセンターの総線量について、その比の分布をみると表1のようになりに差があり、最小は0.985、最大は2.105であった。図2は表1をグラフにより示したものである。なお、ブースト照射を含

めて1件とした。総線量の差の分布を見たものが表2および図3であり、最小は-0.92Gy、最大は32.75Gyであった。総線量の比および差が最大となるものは同一の症例で、この症例では胸壁照射において皮膚直下にアイソセンターを設定して治療計画を行ったため、最大線量 $D_G$ とアイソセンター線量 $D_R$ の比 $D_G/D_R$ が著しく大きくなった。しかし、この患者に対する照射は症状緩和のためのものであり、治療開始後110日で原疾患により死亡したため、過剰照射の影響はなかったと考える。

表1に示すように総線量の比が1.05未満の照射の割合は $52/327=15.9\%$ 、1.05以上1.15未満の割合は $182/327=55.6\%$ であり、合わせて70%を越える。また、表2に示すように総線量の差が10Gy未満の照射は $278/327=85.0\%$ である。したがって、誤照射の件数は多かったが、大部分はそれほど大きな線量を過剰照射されたわけではなかった。

なお、当初の病院の発表では、過剰照射の倍率を1.11から1.28倍としていたが、これは単に上記の医師の指示した%の逆数(90%の場合は1.11



倍など)を過剰照射の倍数としたものであり、線量表示の方法の相違にもとづくものではないので、訂正される必要がある。

### 患者のクラス分類

誤照射事故のクラス分類の考え方は、AAPM (American Association of Physicists in Medicine) や ICRP (International Commission on Radiological Protection)から提案されている<sup>4,5)</sup>。それによると、誤照射事故は大きく2つのクラスに分類される。すなわち、クラス I は事故により健康障害が発生する可能性がある場合であり、クラス II は事故が健康障害を引き起こす危険性が少ない場合である。さらに、クラス I を2分類している。クラス IA は、誤照射が患者の生命を脅かす障害に直接、関与する可能性がある場合であり、クラス IB は、誤照射が患者の生命を脅かすほどではないが健康に影響を与える障害を起こす可能性がある場合である。通常の治療コース(40-60Gyを1日2Gy、週5回照射)の場合、目安として総線量で25%以上の過大線量の照射がクラス IA に相当する。また、5%

以上25%未満の過大線量の照射、または過小線量の照射がクラス IB に相当する。

調査団としては、この分類の考え方にもとづき、実際的な見地から、クラス IB をさらに3つに分類した。当調査団の分類基準を表3に示す。

なお、クラス II には、目安として実際に照射された線量がアイソセンターで40Gy以下のものなどが含まれる。また、実際に照射された線量と医師の意図した線量の比( $D_G/D_R$ )が0.95を越え、1.05未満の照射は、誤照射ではあったが、結果としてほぼ医師の意図通りに照射が行われ、事故による患者の健康への影響が少ないので、クラス II に分類した。

この基準により患者を分類した表を表4に示す。

クラス IA に分類された患者は、64歳の男性で中部食道癌の診断で広く縦隔部に前後対向2門照射で57.5Gy(アイソセンター線量、ホットスポットでは71.6Gy)照射された後、さらに病巣部に限局して25Gyが左右に65度振った4門照射で照射されている。総線量は82.5Gyで、この線量は

医師の意図よりも 10Gy 以上多い。治療後食道癌は完全寛解となったが、1 年後より呼吸困難が出現し、2 年 10 か月後に死亡した。剖検により食道癌は治癒していたが、心筋梗塞とともに、両肺の線維化が高度で、心膜炎・胸膜炎の所見もあり、調査団としては放射線の過剰照射と死因との関連を疑った。

クラス IB-1 に分類された患者についても、現地調査時点（平成 15 年 1 月）において、肋骨骨折 6 例、乳房変形 2 例、皮膚潰瘍 1 例、直腸炎疑い 1 例の障害が発生している（同一患者での重複発生あり）。調査団としては、放射線の過剰照射と障害との関連を疑った。今後、患者の健康障害に関してはクラス I に分類された患者について重点的に追跡調査を行うべきであると考え。特にクラス IB に分類された生存患者全体の長期にわたる健康調査、およびクラス IB-1 に分類された死亡患者の健康障害と死因についての精査を行う必要がある。

#### 過剰照射事故が生じた原因とその背景

#### 直接的原因

誤照射事故の直接の原因は、すでに述べたように医師と技師の間の線量表示に対する解釈の相違である。本来ならば、新しい線量表示を採用するときは、医師は技師にそのことを十分に説明し、技師は十分に理解すべきである。しかし、今回の場合は次のような不運な事情があった。

K 医師が着任して最初の治療患者は、I 医師により領域で線量を指示する方法で治療されていた。照射録でこのことを知った K 医師は、F 技師に同じ方法で照射することを伝え、それ以上の説明をしなかった。このとき、領域指示でありながら、K 医師と F 技師（I 医師）は互いに異なる線量を 100%と考えていた。

開始時の誤解は、K 医師と F 技師の間のコミュニケーションが十分であるならば、早い時期に解消され、事故も発見されていたと考えられる。例えば、医師側からは処方した線量に対して皮膚反応が強いことは気づいていたはずで、技師に対して照射線量を問い合わせれば、誤照射を発見できた可能性は強い。一方、技師においても、計算したモニターユニ

ットの値が、同じような症例に対して大きく異なっていれば、医師に問いかける必要があった。

また、それぞれの技量にも問題があったと言わざるをえない。医師については、結果として皮膚などの急性反応を見落としている。一般に治療線量が10%程度変化すれば、急性反応の変化は検出でき、誤照射を発見する臨床的な手段とされている。また、技師についても、例えば自らの解釈とは異なり、正規化を最大線量で行うという表示がなされている線量分布図を見ながら、自らの解釈の妥当性に疑問を抱かなかつた。

まとめると事故の直接の原因は、医師と技師の間の線量表示に対する解釈の相違であり、それは両者の間のコミュニケーションの欠如とそれぞれの技量の不足により引き起こされ、長期間にわたり継続した。

### 事故の背景

今回の事故の直接の原因となった治療線量の表示については、ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements)より1993年9月に出版されたレポート-50<sup>9)</sup>の中で

詳細に規定されている。また、これを受けて日本放射線腫瘍学会が、平成7年(1995年)9月に発行したレポート<sup>7)</sup>においても同様の規定がある。これらはいずれもアイソセンターの線量により治療線量を表示することを規定している。

医師や技師がこれらのレポートに眼を通していけば、領域で線量を指示する方法の問題点に気づき、ひいては事故の発見につながった可能性がある。特に、文献<sup>7)</sup>は和文で書かれ、日本放射線腫瘍学会の学術大会において配布されていて、入手は容易であった。しかし、医師や技師の研修の機会が少ないため、これらの情報は伝わらなかった。

今回の事故に関与した医師と技師については、ともに放射線治療について十分な研修を受けていないにもかかわらず、現場を任される立場についたという印象がある。また、責任ある立場についてからも、研修の機会が少なく、日進月歩で進歩する放射線治療から取り残されている。本来であれば、このような医師や技師に対して、病院管理者は十分な研修を受けさせるべきであったと考え

る。しかし、実際には今回の事件までは特に問題なく、日常的に放射線治療を任されてきたわけで、これは放射線治療体制の不備を示すものといえる。

日本放射線腫瘍学会の調査によると、年間の新患者数が100人未満の治療施設が210あり、これらの施設においては、医師も技師も他の業務を兼務しながら、放射線治療を行っている。このような施設においても、放射線治療に対して十分な研修経験を持たない医師や技師により治療が行われている可能性は否定できない。

まとめると事故の背景には、医師や技師の経験・研修不足があり、それを許してきた放射線治療体制の不備があげられる。これは、弘前病院に限らず、治療数の少ない日本の多くの治療施設において共通することである。

### 事故の再発防止策

今回の事故は長期にわたり多くの患者を対象として起こった割には、結果的には大きな線量を過剰に照射された患者の数は、それほど多くなかった。しかし、このような現状を

放置すれば、さらに重大な事故が起こると予想される。以下にこのような事故の再発を防止する策についてまとめる。

### 診療現場での対策

- 1) 線量表示に関する解釈の相違を解消するためには、ICRU レポート-50 に示されたアイソセンターを基準とする線量表示法を用いるべきである。それ以外の方法を用いるときは、誤解のないようにその方法を十分に説明し、またアイソセンターを基準とする線量表示法を併用する必要がある。
- 2) 医師と技師のコミュニケーション不足を解消するためには、お互いの役割を確認するとともに、ディスカッションの場を確保してそれを十分に行う必要がある。また、これをマニュアル化する必要がある。
- 3) 治療中の患者の診察は、誤照射を臨床的にチェックする手段でもあるので、十分に行う必要がある。
- 4) モニターユニットの算出においては、コンピュータ出力は手計

算などでチェックする必要がある。また必ず複数の人間により確認する必要がある。

- 5) 治療担当者は、可能な限り学会などが行う研修に参加して、最新の情報に接するとともに、疑問を解決してくれる人的ネットワークを構築する必要がある。病院管理者はそのような研修の機会を可能な限り与える必要がある。

#### 学会・行政の取るべき対策

すでに述べたように今回の事故の構造的誘因としては、医師や技師の経験・研修不足があり、それを許してきた放射線治療体制の不備があげられる。そもそも放射線治療は、複雑な装置やシステムを駆使して行うきわめて高度な医療であり、かつ日進月歩で進歩している。したがって、これに関わる関係者には、高い専門性と恒常的な研鑽が要求される。これを保障するためには、以下の方策が長期的には必要と考える。

- 1) 治療医師および治療技師の専門性の向上と恒常的な研修が必要である。すでに日本放射線腫瘍

学会による認定制度が存在するが、関係学会は研修制度をさらに強化するよう努めなければならない。

- 2) 各病院へ放射線治療 QA 担当部門の設置が必要であり、また、QA 担当部門には、そのための専門家（（社）日本医学放射線学会認定の医学物理士など）を配置せねばならない。

- 3) 治療 QA の指導・監視機関の創設が必要である。現在までのところ、治療 QA の実施は各施設に任されていて、その内容には大きなばらつきがある。その水準をそろえるため指導・監視する機関を創設し、この機関による評価と病院評価を連結させる。なお、最初は実行が容易な物理・技術 QA から行うことが妥当と考える。

#### E. 結論

放射線治療の技術は近年ますます高精度化し、その適用件数も増加傾向にある。しかし、わが国では放射線治療の精度評価や品質管理の面において、欧米よりはるかに後れている。とくに、精度管理を担当する職種が存在しないことは、世界でも類をみず、大きな問題である。今回分析した誤照射、線源紛失事故は、いずれも極めて初歩的なミスによるも

のであるが、わが国の放射線治療現場における精度管理、リスクマネジメントの問題点を暴露するものとなっている。今後、マニュアル、ガイドラインなどの整備を行うとともに、第三者的評価機構などのチェックシステムを確立することが重要である。

F. 健康危険情報  
なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Keiichi Nakagawa, Yukimasa Aoki, Masao Tago, And Kuni Ohtomo: Dynamic Conical Conformal Radiotherapy using A C-Arm Mounted Accelerator: Dose Distribution And Clinical Application. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics, 56, 287-295, 2003

Hidemasa Takao, Keiichi Nakagawa, Kuni Ohtomo: CENTRAL NEUROCYTOMA WITH CRANIOSPINAL DISSEMINATION. Journal of Neuro-Oncology, 61(3):255-259, 2003

Shin Takizawa, Shunsuke Nakagawa, Keiichi Nakagawa, Toshiharu Yasugi, Tomoyuki Fujii, Koji Kugu, Tetsu Yano, Hiroyuki Yoshikawa, Yuji Taketani: Abnormal Fhit expression is an independent poor prognostic factor for

cervical cancer. British Journal of Cancer, 88:1213-1216, 2003

Keiichi Nakagawa, Masao Tago, Kouji Shibata, Naoki Nakamura, Hideomi Yamashita, Atsuro Terahara, Shinsuke Kato, Yoshio Hosoi, and Kuni Ohtomo. Intercomparison of Dose Distribution between Gamma Knife and C-arm-mounted LINAC. Radiation Medicine 21, 178-182, 2003

Koike Y, Nakagawa K, Shiratori Y, Shiina S, Imamura M, Sato S, Obi S, Teratani T, Hamamura K, Yoshida H, Omata M. Factors affecting the prognosis of patients with hepatocellular carcinoma invading the portal vein--a retrospective analysis using 952 consecutive HCC patients. Hepatogastroenterology, 54:2035-2039, 2003

Yasuhiro Komuro, Toshiaki Watanabe, Yoshio Hosoi, Yoshihisa Matsumoto, Keiichi Nakagawa, Hirokazu Nagawa Prediction of tumor radiosensitivity in rectal carcinoma based on p53 and Ku70 expression. Journal of Experimental & Clinical Cancer Research, 22:223-228, 2003

Shunsuke Nakagawa, Tetsu Yano, Keiichi Nakagawa, Shin Tanizawa, Yoshie Suzuki, Toshiharu Yasugi, Jon M. Huibregtse, and Yuji Taketani Analysis of the expression and localization of a LAP protein, human Scribble, in the normal and neoplastic

epithelium of uterine cervix. *British Journal of Cancer*, 90:194-199, 2004

## 2.学会発表

Keiichi Nakagawa Intercomparison of dose distribution of stereotactic radiosurgery with Gamma Knife and C-arm linac. International Stereotactic Radiosurgery Society Congress 2003.6.22-26, Kyoto

中川恵一 ラット味蕾細胞における放射線障害の分子生物学的検討. 第 62 回日本医学放射線学会 2003.4.13、横浜

中川恵一 東海村臨界被曝事故における放射線障害の免疫染色を用いた解析. 第 62 回日本医学放射線学会 生物部会 2003.4.11、横浜

中川恵一 癌の進行とサイトカインの変動との関連. 第 8 回緩和医療学会 2003.6.27-28、札幌

中川恵一 味蕾の放射線障害と回復-腸管、骨髄と比較して-. 第 46 回日本放射線影響学会大会 2003.10.6-8、京都

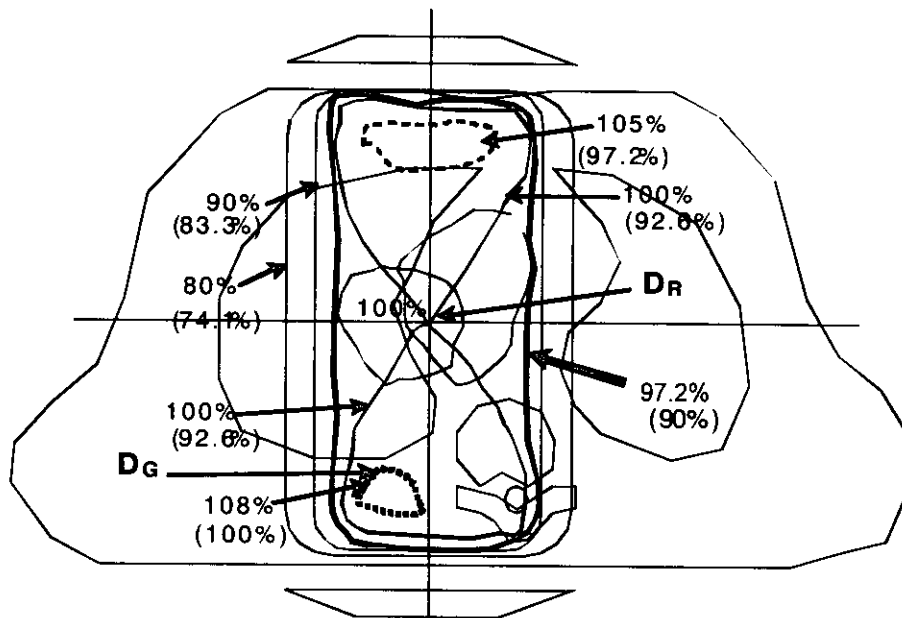


図 1. 前後対向 2 門照射の線量分布 (原発巣とリンパ節をターゲットとする)



表1 実照射線量と処方線量の比（線量の比）

線量の比	照射件数（件）	
0.95-1.0	3	50
1.0-1.05	47	
1.05-1.1	116	182
1.1-1.15	66	
1.15-1.2	33	59
1.2-1.25	26	
1.25-1.3	12	28
1.3-1.4	11	
1.4-1.5	1	
1.5-1.6	2	
1.6-1.7	1	
2.0 以上	1	
不明	6	6
合計	325	325

図2. 実照射線量と処方線量の比（線量の比）の分布グラフ

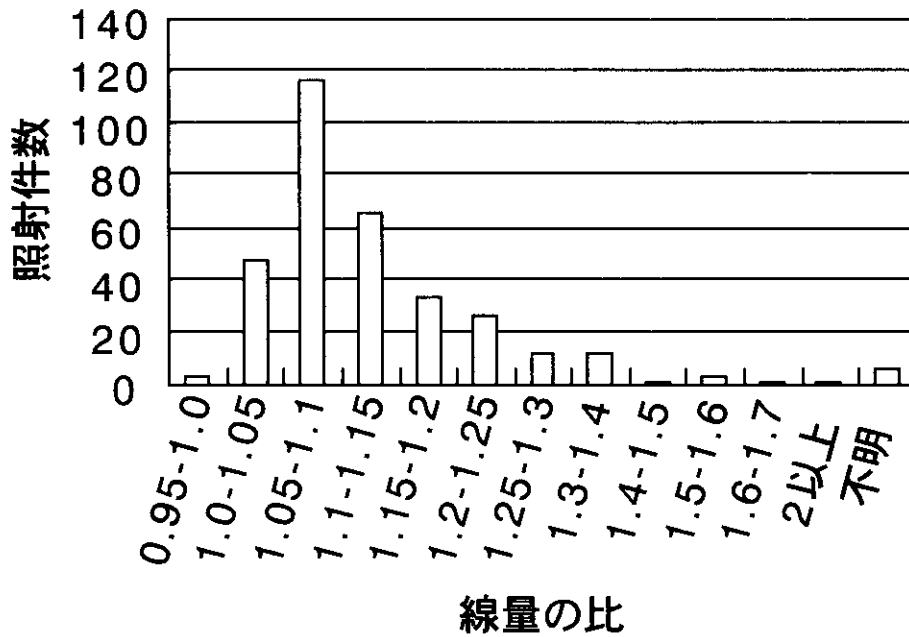


表2 実照射線量と処方線量の差 (線量の差)

線量の差 (Gy)	照射件数 (件)
-5.0-0.0	3
0.0-5.0	184
5.0-10.0	88
10.0-15.0	35
15.0-20.0	7
20.0-25.0	0
25.0-30.0	0
30.0-35.0	1
不明	6
合計	325

図3. 実照射線量と処方線量の差 (線量の差) の分布グラフ

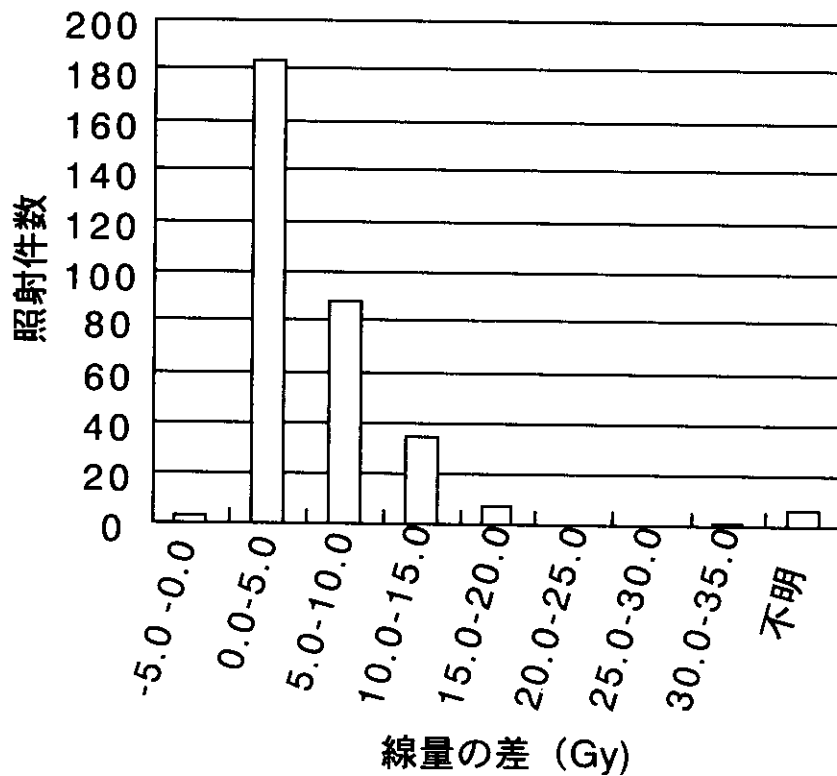


表3 放射線治療事故の患者のクラス 分類

---

クラス I 障害の可能性がある場合

**Type A**

過線量が照射されたことで、患者の生命を脅かす障害に直接関与する可能性がある場合。

照射された臓器と線量（1回線量と総線量）から決定。目安として **Critical Organ** の耐容線量の 25%以上の過線量が照射された場合、など

**Type B**

過線量が照射されたことで、患者の生命を脅かす程ではないが障害がおきる可能性がある場合。目安として各臓器の耐容線量の 5～25%相当の総線量が過剰照射された場合で、以下の3つに分ける。なお、過小線量が照射された場合も **Type B** とする。

- B-1 総線量と治療部位から、重篤な有害事象が発生しうると考えられる場合
- B-2 総線量と治療部位から、重篤ではないが有害事象が発生しうると考えられる場合
- B-3 有害事象が発生しうると考えられたが、有害事象が発生する前に、原疾患のために死亡したと考えられる場合

クラス II 障害の危険性が少ない場合

---

表4 患者クラス分類 (平成16年2月末現在)

	生 存	過剰照射による死亡 (疑)	腫瘍などによる死亡	小 計
クラス_A	0	1	0	1
_B-1	26	0	24	50
_B-2	34	0	30	64
_B-3	0	0	76	76
クラス_計	60	1	130	191
クラス_	29	0	56	85
合 計	89	1	186	276