

Title	直線加速器を用いた集光照射による定位的放射線治療のportal filmによる位置精度の検討
Author(s)	越智, 誠; 林, 靖之; 内田, 孝俊 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(8), p. 593-596
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17710
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

直線加速器を用いた集光照射による定位的放射線治療の portal filmによる位置精度の検討

越智 誠¹⁾ 林 靖之¹⁾ 内田 孝俊¹⁾ 小幡 史郎¹⁾
南 和徳¹⁾ 清水 正²⁾ 松尾 孝之²⁾ 安永 暁生²⁾
荻野 歩¹⁾ 林 邦昭¹⁾ 柴田 尚武²⁾

1) 長崎大学医学部放射線医学教室 2) 同脳神経外科学教室

Stereotactic Radiation Therapy with Linear Accelerator : Accuracy of Alignment and Portal Film Verification

Makoto Ochi¹⁾, Nobuyuki Hayashi¹⁾, Takatoshi Uchida¹⁾,
Shiro Obata¹⁾, Kazunori Minami¹⁾, Tadashi Shimizu²⁾,
Takayuki Matsuo²⁾, Akio Yasunaga²⁾, Ayumi Ogino¹⁾,
Kuniaki Hayashi¹⁾ and Shobu Shibata²⁾

Stereotactic radiation therapy with a linear accelerator requires precise alignment of therapeutic radiation distribution to the target volume. To verify the accuracy of alignment, differences between the stereotactic coordinates of the center of the therapeutic radiation distribution determined from portal films and those of the target points determined from CT/MRI or CT/angiographic localization were calculated for 58 points. The average values and one standard deviation were -0.02 ± 0.50 mm, 0.37 ± 0.39 mm and 0.01 ± 0.25 mm in the x, y, and z directions, respectively. The average value of the total deviation was 0.73 ± 0.07 mm. Potential sources of misalignment were misaligned laser pointers, wide laser beam width, improperly zeroed target positioner scale, and motion of the patient couch. The accuracy of alignment should be verified prior to irradiation. Portal film verification is indispensable for stereotactic radiation therapy with a linear accelerator.

Research Code No. : 601

Key words : Radiotherapy, Stereotactic,
Radiosurgery, Quality assurance

Received Mar. 31, 1994 ; revision accepted Jun. 29, 1994

1) Department of Radiology, Nagasaki University, School of Medicine

2) Department of Neurosurgery, Nagasaki University, School of Medicine

はじめに

近年導入された定位的放射線治療にはコバルト60の γ 線を用いるガンマナイフ¹⁾⁻³⁾と直線加速器(linac)の高エネルギーX線を用いる方法⁴⁾⁻⁷⁾があり、いずれも病巣部に1回で大量線量を投与する放射線治療である。ガンマナイフと比べ、linacを用いる定位的放射線治療は経済的ではあるが⁵⁾、位置的精度が特に問題となる。長崎大学では、HeidelbergのGerman Cancer Research Centerで開発されたlinacを用いたconvergent beam irradiation system^{4), 6)}を本邦で初めて導入し、これを用いて定位的放射線治療を行っている。今回はわれわれのシステムの位置的精度、すなわち3次元治療計画で決定されたtarget pointとlinacの照射中心とにどの程度のずれがあるかをportal filmを用いて検討した。

対象および方法

平成5年4月から平成6年1月までに長崎大学病院でなされた定位的放射線治療は35例36回で、38病変に対して75個のtarget pointsが設定され、そのうちportal filmが撮られた58 pointsについて、その位置的精度を検討した。初期の症例ではひとつの病変に対して複数のtarget pointが設定され、同じcollimatorを用い、それらのtarget pointが互いに近い場合、いずれかのportal filmが省略された症例があったが、12月以降の症例はすべてのtarget pointについてportal filmが撮られていた。

linacは既存のSiemens社製Mevatron 77を、定位的放射線治療システムはF.L.Fisher社製Convergent Beam Irradiation (CBI) Systemを、治療計画装置はF.L.Fisher社製Stereotactic Treatment Planning (STP) Systemを使用した。なお、linacには、ガントリアイソセンタおよび治療寝台の回転変動を半径0.5mmの球内に収めるようにするなどの改良を加えて使用した。改良前のガントリアイソセンタおよび治療寝台の回転変動は ± 1 mmであった。回転精度の調整はF.L.Fisher社製Linac Target Point Simulatorを用いて行い、ガントリアイソセンタの回転変動は、ガントリ回転軸に垂直に置いたフィルムに、ガントリを30度ごと旋回させlinacのナロービー

ムを照射する“スターショット”で、治療寝台の回転変動は、寝台を30度ごとと旋回させ、寝台上のフィルムに水平方向のlinacのナロービームを照射する“スターショット”で確認した。

病巣部の座標の決定には頭蓋にhead ringを固定する方法を用いた。このhead ringの中心が座標の原点となり、水平方向がX軸(右が+)、これと垂直な前後(腹背)方向がY軸(鼻側が+)、XY平面に垂直な体軸方向がZ軸(頭側が+)である。まずhead ringにCT, MR, 血管造影, おのおの専用のlocalizer plateを取り付け検査を行い、CT, MRのイメージデータは磁気テープを用いて、血管造影はフィルムスキャナーを用いてSTP workstationに入力した。

病巣はSTP workstation上でのCT像およびMR像あるいは

血管造影像をトレースすることにより入力した。動静脈奇形などの血管性病変はCTおよび血管造影を用い、腫瘍の場合はCTを中心に、MRは画像の歪みを考えて参考にするに留めた。次に病変の大きさ、質により辺縁線量を決定し、コリメーター、target point(s)を適宜選択し、線量分布の最適化を行った。

portal filmによる位置的精度の評価はSeragoらの方法に準じて行った⁸⁾。治療計画終了後、まず患者の頭蓋に固定したhead ringを治療寝台に固定した後、head ringにtarget positionerを取り付け、左右および前面の遊標(vernier)の数値を3次元治療計画で決定されたtarget pointの座標に合わせた。次に、遊標の指標に治療室のlaser pointerを合わせ、target pointとlinacのアイソセンタが一致するように治療寝

台を移動した。これらの一連の患者の位置設定終了後、target positionerを取り外し、head ringの左右前後に4枚のX-ray localizerを取り付けた。これらのlocalizerには6×6cmの正方形のワイヤが埋め込まれており、各頂点は直径2mmの鉛球で示される。その後、治療に用いるcollimatorを用いて、前後方向および右左方向のlinacgraphyを撮影した。フィルムはKodak X-mat V2を使用した。正側1組のportal filmから照射野の中心座標を求める方法としては射影幾何学的技法が知られている⁹⁾。得られた2枚のportal filmのlocalizerの頂点を示す2組8個のマーカート、照射野の中心をSTP workstationのdigitizerでdigi-

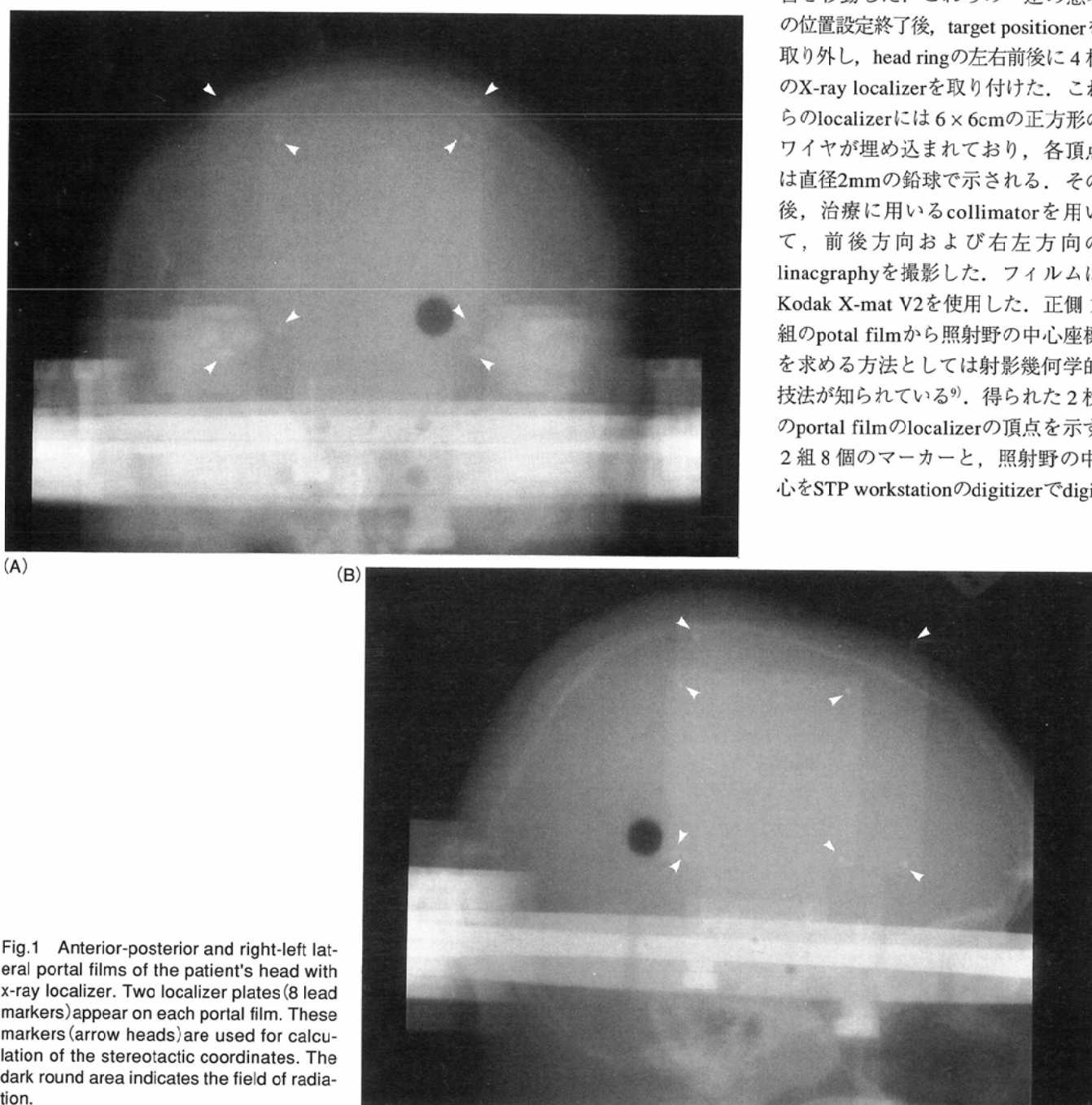


Fig.1 Anterior-posterior and right-left lateral portal films of the patient's head with x-ray localizer. Two localizer plates (8 lead markers) appear on each portal film. These markers (arrow heads) are used for calculation of the stereotactic coordinates. The dark round area indicates the field of radiation.

tizeし、portal filmの照射中心の座標を求めた(Fig.1). digitizerの精度は0.25mmで、これを含めたportal filmから照射野の中心座標を求める本法の最大誤差は±0.5mmとされている¹⁰⁾.

結 果

portal filmの照射中心の座標(Xp, Yp, Zp)と治療計画で決定されたtarget pointの座標(Xt, Yt, Zt)の差をDx, Dy, Dzとし、これら2点間の距離をDtとした[Dx = Xp - Xt, Dy = Yp - Yt, Dz = Zp - Zt, Dt = (Dx² + Dy² + Dz²)^{1/2}]. Dx, Dy, DzをFig.2に、2点間の距離DtをFig.3に示す. 左右方向のずれを表すDxはおおむねゼロを中心に分布していたが、ばらつきが比較的大きかった. 上下方向のずれを表すDyはプラス方向へ偏位しており、治療計画で設定された

target pointよりも照射中心がわずかに鼻側へ偏位していたが、ばらつきは比較的小さかった. 体軸方向のずれDzはゼロを中心に分布しており、ばらつきも小さかった. Dx, Dy, Dzの平均値と標準偏差はそれぞれ, Dx = -0.02 ± 0.50mm, Dy = 0.37 ± 0.39mm, Dz = 0.01 ± 0.25mmであった. 最大偏位はX方向で0.94mm, Y方向で-0.91mm, Z方向で0.73mmであった. portal filmの照射中心と治療計画で決定されたtarget pointの差Dtの平均値と標準偏差はDt = 0.73 ± 0.07mmで、最大偏位は1.32mmであった.

考 察

病巣部に1回で大量線量を照射する定位的放射線治療は位置的精度が大きな問題となる. 治療計画で決定されたtar-

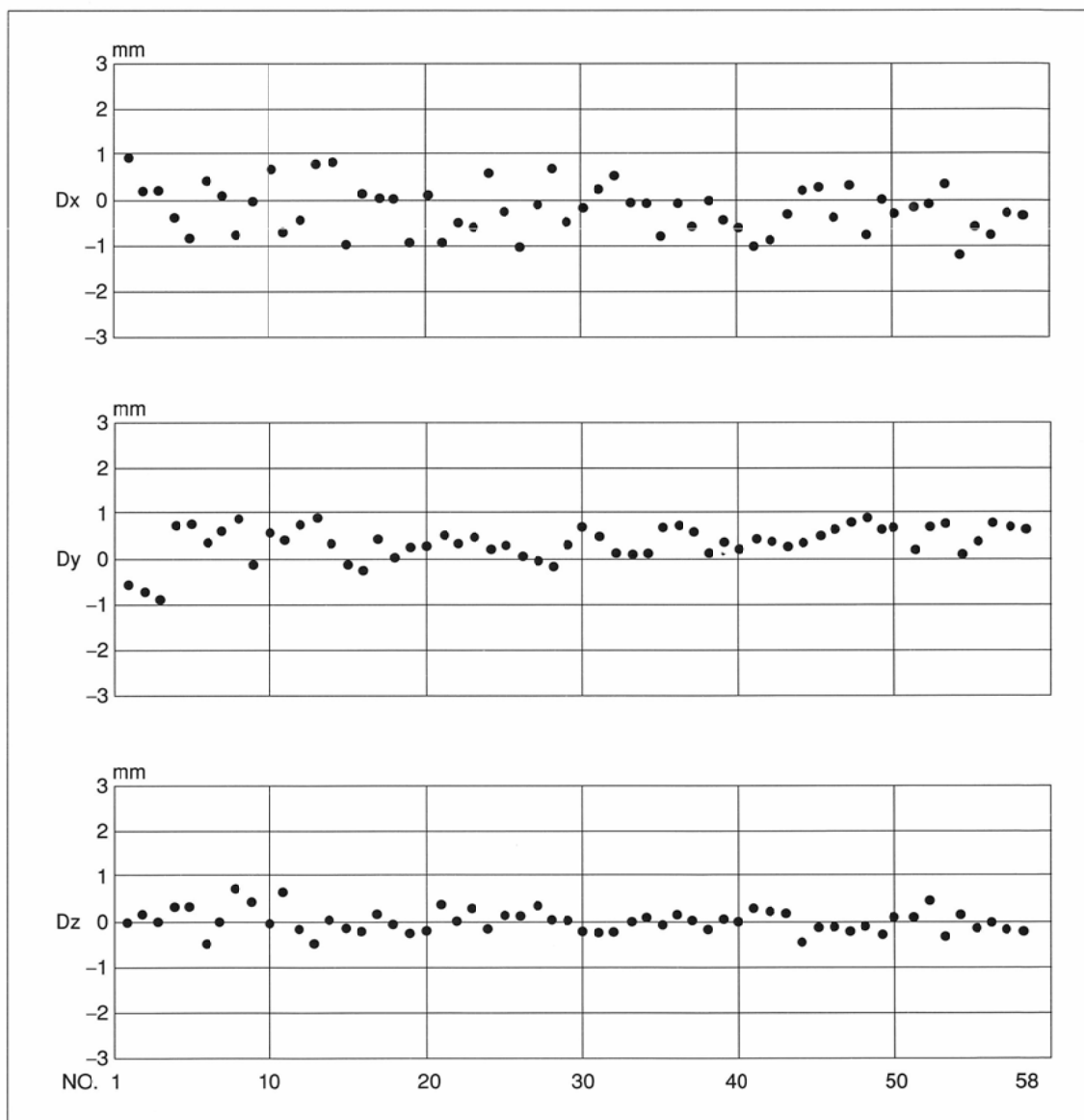


Fig.2 Dx, Dy, and Dz ; differences between the stereotactic coordinates (Xp, Yp, Zp) determined from the portal films and those (Xt, Yt, Zt) determined from the CT/MRI or CT/angiographic localization process. [Dx = Xp - Xt, Dy = Yp - Yt, Dz = Zp - Zt]

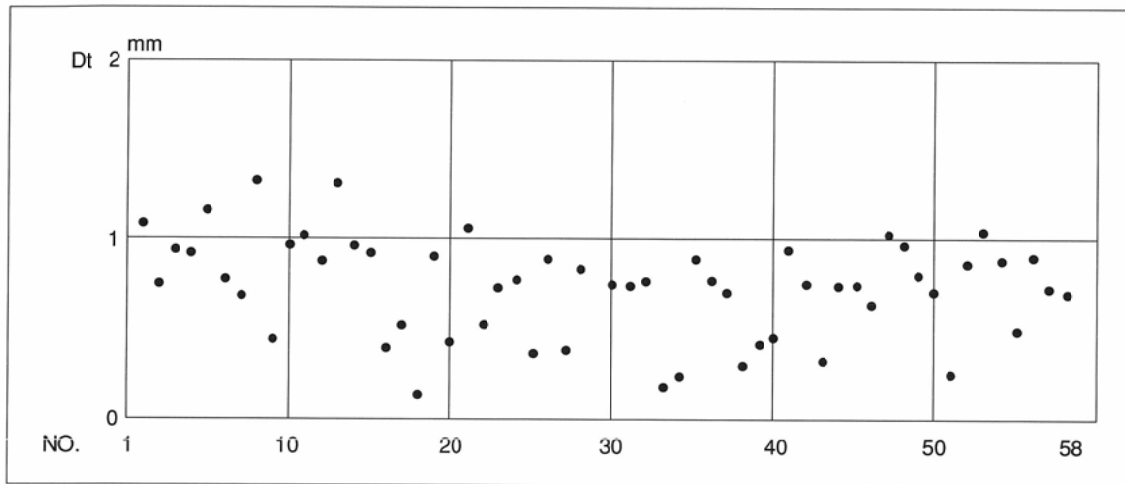


Fig.3 Total deviation (Dt) of the detected coordinates of the portal verification from the intended target point coordinates. $[Dt = (Dx^2 + Dy^2 + Dz^2)^{1/2}]$.

get pointの座標とportal filmの照射中心の座標のずれは、これまでの報告でも少なからず存在し¹¹⁾、1mm以上のずれは許容範囲を超えると考えられている^{8), 10)}。ずれの原因としては、laser pointerのずれ、laser beamの幅が広いこと、target positionerのゼロ設定の誤り、治療寝台のブレなどが考えられる⁸⁾。われわれのシステムでは治療計画で決定されたtarget pointの座標(Xt, Yt, Zt)とportal filmの照射中心の座標(Xp, Yp, Zp)のずれDx, Dy, Dzはいずれも1mm未満で、許容範囲内と考えられた。しかしながら、左右方向のずれを示すDxのばらつきは比較的大きく、本来通常の外照射のために治療室の天井に設置されていたlaser pointerの精度に問題があると思われた。上下方向のずれを示すDyのプラス側への偏位は治療室側壁に設置されたlaser pointerのbeamがアイソセンタを通過しているものの、その方向が水平方向からわずかにずれていることが原因と考えられた。位置的精度をさらに向上させるためには、linacを設置する際に、定位的放射線治療に用いるためのガントリの回転精度および治療寝台の回転精度、昇降および縦方向の移動精度の向上、laser pointerの改良が必要と思われる。

linacを用いる定位的放射線治療ではportal filmによる位置精度の確認が重要で、位置精度と線量測定が十分に管理されたlinacを用いる定位的放射線治療は有用な治療法と考えられた。

結 語

長崎大学で行われている、linacを用いたCBI Systemによる定位的放射線治療の位置の精度について検討し、治療計画で決定されたtarget pointの座標とportal filmの照射中心のずれは、X, Y, Zいずれの方向とも1mm未満で、許容範囲内と考えられた。linacを用いる定位的放射線治療では、linacgraphyで得られるportal filmによる照射中心の位置精度の確認が重要で、位置精度と線量測定が十分に管理されたlinacを用いる定位的放射線治療は有用な治療法と考えられた。

なお、本論文の要旨は第23回日本神経放射線研究会で発表した。

文 献

- 1) Leksell L : The stereotactic method and radiosurgery of the brain. Acta Chir Scand 102 : 316-319, 1951
- 2) Leksell DG : Stereotactic radiosurgery ; Present status and future trends. Neurol Res 9 : 60-68, 1987
- 3) Lundford LD, Flickinger J, Coffey RJ : Stereotactic gamma knife radiosurgery : Initial North American experience in 207 patients. Acta Neurol 47 : 169-175, 1990
- 4) Hartmann G, Schlegel W, Sturm V, et al : Cerebral radiation surgery using moving field irradiation at a linear accelerator facility. Int J Rad Oncol Biol Phys 11 : 1185-1192, 1985
- 5) Colombo F, Benedetti A, Pozza F, et al : External stereotactic irradiation by linear accelerator. Neurosurgery 16 : 154-160, 1985
- 6) Sturm V, Kober B, Hover K-H, et al : Stereotactic percutaneous single dose irradiation of brain metastases with linear accelerator. Int J Rad Oncol Biol Phys 13 : 279-282, 1987
- 7) Thomson ES, Gill SS, Doughty D : Stereotactic Multiple arc radiotherapy. Brit J Radiol 63 : 745-751, 1990
- 8) Segaro CF, Lewin AA, Houdek PV, et al : Radiosurgery target point alignment errors detected with portal film verification. Int J Rad Oncol Biol Phys 24 : 777-780, 1992
- 9) Siddon RT, Barth NH : Stereotactic localization of intracranial targets. Int J Rad Oncol Biol Phys 13 : 1241-1246, 1987
- 10) Segaro CF, Lewin AA, Houdek PV, et al : Stereotactic target point verification of an X ray and CT localizer. Int J Rad Oncol Biol Phys 20 : 517-523, 1991
- 11) Lutz W, Winston KR, Maleki N : A system for stereotactic radiosurgery with a linear accelerator. Int J Rad Oncol Biol Phys 14 : 373-381, 1988