

研究速報

CT simulation system の stereotactic radiosurgery への応用

—ファントムによる検討—

神戸大学医学部放射線医学教室

今中 一文 坂口 俊也 児玉 明久 久島 健之
副島 俊典 米澤 和之 橋村 孝久 河野 通雄

(平成3年8月29日受付)

(平成3年10月30日最終原稿受付)

Application of CT Simulation System to Stereotactic Radiosurgery

—Experimental Study in Phantom—

Kazufumi Imanaka, Toshiya Sakaguchi, Akihisa Kodama, Takeyuki Kushima,
Toshinori Soejima, Kazuyuki Yonezawa, Takahisa Hashimura
and Michio Kono

Department of Radiology, Kobe University School of Medicine

Research Code No. : 601

Key Words : CT simulation, Stereotactic radiosurgery,
Linear accelerator

Stereotactic radiosurgery with linear accelerator requires accurate localization of target and accurate spatial delivery of radiation. In phantom study, geometric accuracy of radiosurgery was assessed in combination of CT simulation system (CTSS), which had been developed in our institute, and linear accelerator with supplemental collimator. After determination of target and its isocenter with CTSS, phantom was placed on treatment table so that isocenter meet at the intersection of mechanical axes (gantry, turn table). Displacement of the isocenter from the center of the radiation field was 1 mm in average.

It was concluded that this combination could be applied to radiosurgery.

1. はじめに

リニアックを用いた stereotactic radiosurgery (RS)を施行するには、標的と標的中心の正確な位置設定が基本になる¹⁾。我々が開発してきた放射線治療用 CT simulation system (CTSS) は、三次元的に腫瘍の拡がり把握し、標的中心の位置情報を高精度で示すことが可能である²⁾。今回、CTSS を RS に応用するためにファントムを用いた実験的検討を行ったところ、良好な結果が得られたので報告する。

2. 使用装置

CTSS は、CT スキャナー (GE 9800 High light), work station, laser marking system (横河メディカル) から構成され、そのブロック図を Fig. 1 に示す。撮像は、標的を含む領域をスライス幅 3mm, matrix は 256×256 でスキャンする。治療装置はリニアック ML-20MDX (三菱) の 10MVX 線を使用した。この装置のガントリ回転中心精度は 0.5 mm~1.0mm, 治療テーブル回転中心精度は 0.5 mm~1.3mm である。小さな標的に対する線束の collimation を改善する目的で Lutz の報告を参

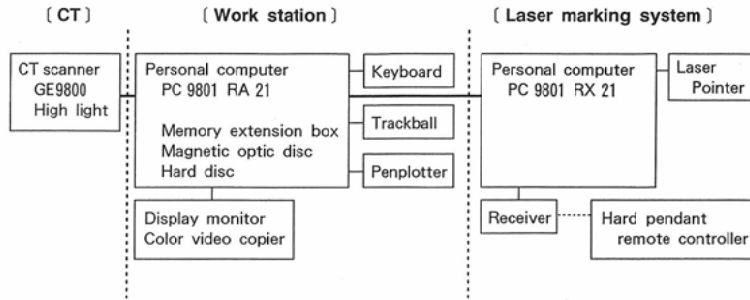


Fig. 1 Blockdiagram of CT simulation system

考に補助コリメータを作製した³⁾。これを使用するとコリメータ表面から標的中心までの距離は27 cm になる。今回の実験では標的中心における照射野直径が20mm となるものを使用した (Fig. 2A)。補助コリメータ装着時の装置の可動範囲は、テーブルが $\pm 45^\circ$ の位置で最も制限され、この場合のガントリーは $\pm 120^\circ$ の範囲内で安全に使用できる。

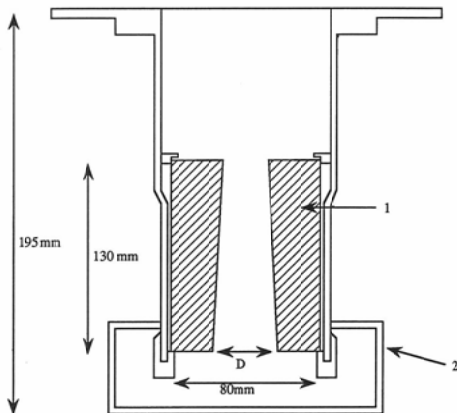
3. ファントム実験

円筒状のアクリル製容器の中に、任意の大きさの標的を種々の場所に設定できるように考案したファントムを作製した。まず、CTSS で標的 (直

径10mm)の位置座標を算出し、真の位置座標と計算値の誤差を測定した。次に標的中心の位置をlaser marking systemでファントム上にマークする。この標的中心が、治療テーブルおよびガントリー回転軸中心に一致するようファントムをテーブルに設置する (Fig. 2B)。その後、テーブル角度 0° , $\pm 45^\circ$ に対してガントリー角度 0° , $\pm 90^\circ$ 及びテーブル角度 90° , ガントリー角度 -90° の計10点について照射野確認写真を撮影し、照射野中心と標的中心の誤差を測定した。

4. 結 果

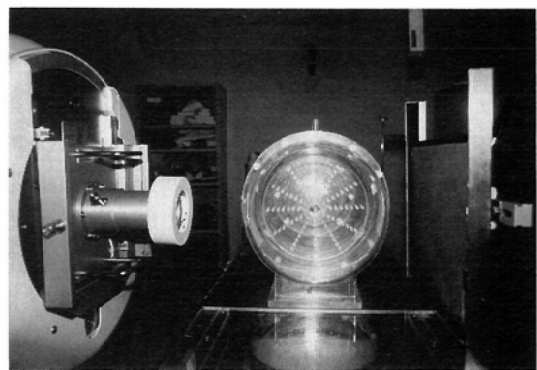
CTSS による標的中心の計算誤差は最大で X



1: Internal syringical collimator
2: Safety device
D: 14mm(20 mm at isocenter)

A

Fig. 2A Supplemental collimator



B

Fig. 2B Phantom with target was placed on the treatment table. Isocenter was positioned to coincide with the intersection of two axes, gantry and table.

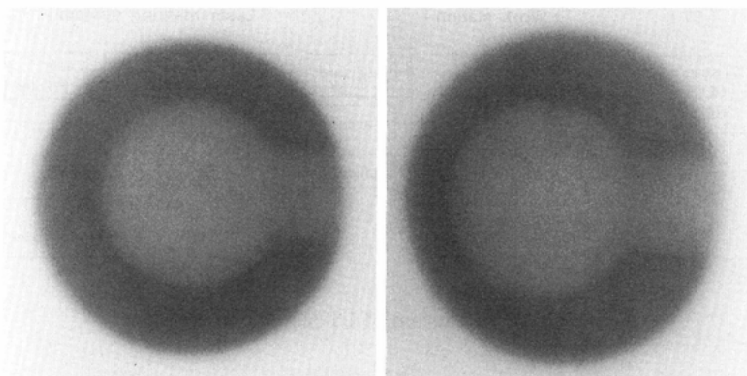


Fig. 3 Verification films were taken to evaluate geometric and mechanical accuracy in various combination of gantry and table angles. There was no error at the position of gantry angle 0° and table angle 0° (Left). Maximum error was observed at gantry angle 90° and table angle 45° (Right).
Outer circle: irradiated area, Inner circle: target area

軸(左右)が 1.0mm (平均 0.125mm), Y軸(前後)で 1.0mm (0.25mm), Z軸(頭尾側)で 1.5mm (0.125mm)であった。ファントム実験での標的中心と照射野中心の誤差は最大で 2mm (ガントリー角度 90° , テーブル角度 -45°)平均 1.0mm ($n=10$)であった(Fig. 3)。

5. 考 察

リアックを利用したRSの条件としては、(1)標的と標的中心が正確に決定できること、(2)X線が正確に標的に照射されること、(3)三次元放射線治療計画ができること、(4)鋭いfall-offを示す線量分布が得られることが必要とされている¹⁾。標的の決定はLutsらの報告をはじめいくつかの方法が見られるが、位置精度としては $\pm 1.0\text{mm}$ が望まれる³⁾。われわれが放射線治療計画用に開発したCTSSを用いて検討したところX軸(左右), Y軸(前後)はすべて 1.0mm 以内の結果であったが、Z軸(頭尾側)方向で最大 1.5mm の誤差が認められた。axial像で球形の標的を決定することが原因と考えられ、スライス幅を小さくすることで対処可能と考えられた。

照射野確認写真による精度評価は、CTSS, ファ

ントムの整位、治療器精度すべてのステップにおける誤差の総和として考えることができる。空間的線量配分で要求される誤差範囲として $\pm 1.0\text{mm}$ という報告があり¹⁾、今回の実験では最大誤差が 2mm とこれよりやや大きくなっているが、平均値では良好な結果と考える。以上より、CTSSは正確な標的決定と放射線照射という点においてRSに応用可能と考えられた。

臨床応用するにあたっては、線量分布計算、体位固定の問題等解決すべき点が多く、今後の検討課題としたい。

文 献

- 1) Podgorsak ED, Pike GB, Olivier A, Pla M: Radiosurgery with high energy photon beams: A comparison among techniques. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 16: 857-865, 1989
- 2) 今中一文, 久島健之, 橋村孝久, 副島俊典, 米澤和之, 坂口俊也, 佐古正雄, 河野通雄: 放射線治療におけるCT simulation systemの開発と臨床応用. *Med Imag Tech* 8: 363-364, 1990
- 3) Lutz W, Winston KR, Maleki N: A system for stereotactic radiosurgery with linear accelerator. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 14: 373-381, 1988