

原 著

MRI と CT を対象とする照射野皮膚マーク描出用特殊 PVA ゲルシート の臨床研究

石田二郎 (東京医科大学放射線科)	小竹文雄 (同 上)
石井 巖 (同 上)	川名弘二 (同 上)
赤田壮市 (同 上)	阿部公彦 (同 上)
若林ゆかり (同 上)	網野三郎 (同 上)
兼坂直人 (同 上)	真野 勇 (東芝中央病院放射線科)

キーワード

PVA gel sheet, radiation field, MRI, CT

1. 緒 言

近年 MRI は多数の施設で普及し、その特性である腫瘍部分の組織コントラストが高く横断のみでなく冠状や矢状並びに任意の斜位断層が可能ということから、放射線治療への応用が検討されている。^{1)~4)}

放射線治療患者の皮膚面には、治療計画に基づいて照射野を示す皮膚マークが描かれるが、それは CT, MRI では同定不能である。そこで我々はこれを CT, MRI で描出するために、ヨード造影剤と Gd-DTPA の両者を含んだ PVA ゲルシートを開発し改良検討を重ねた。⁵⁾⁶⁾

この PVA ゲルシートを各種の放射線治療患者 19 名に使用し、臨床的に充分使用できるものとの結果を得たので MR 像を中心に報告する。

2. 対象と方法

対象は昭和 62 年 10 月より 63 年 3 月までの間に東京医大病院放射線科にて放射線治療を行っていた 19 名の症例である。

19 名の内訳は表 1 に示すように、食道癌 4 名、子宮癌 3 名、縦隔腫瘍 3 名、肺癌 2 名、膀胱癌 2 名で直腸癌、頸部腫瘍、星細胞腫、血管芽腫、喉頭癌が各々 1 名ずつである。この内、食道癌 2 名、肺癌 1 名については経時的に MRI を施行した。また 5 名については、治療計画時にライナックグラフィーと合わせて MRI を施行した。MRI 施行時点での総照射線量は 0 ~ 54 Gy と様々である。

MRI は東芝製 MRT-50 A (0.5 T 超電導) を使用し、全例ギャップレスモードにて撮影した。用いたパルス系列は主に TR 500 msec. TE 30 msec., TR 640 msec. TE 30 msec. の short SE であり、症例によっては TR 1500 msec, TE 40

表 1 PVAゲルシートを使用した放射線治療患者の内訳

	年 性	齢 別	診 断 名	MRI施行時点 の総照射線量
1	63	M	esophageal ca.	10Gy,54Gy
2	58	M	neck tumor	20Gy
3	38	M	mediastinal tumor	32Gy
4	74	M	lung ca.	12Gy
5	51	M	astrocytoma	22Gy
6	68	M	mediastinal tumor	12.6Gy
7	61	M	rectal ca.	1.8Gy
8	43	F	uterus ca.	治療計画時
9	66	M	esophageal ca.	治療計画時
10	58	M	bladder ca.	治療計画時
11	1	F	hemangioblastoma	7 Gy
12	65	M	esophageal ca.	9Gy,30Gy
13	52	M	bladder ca.	治療計画時
14	61	M	esophageal ca.	4Gy
15	68	M	laryngeal ca.	30Gy
16	58	M	lung ca.	計画時,34Gy
17	16	M	mediastinal tumor	1.5Gy
18	45	F	uterus ca.	37.8Gy
19	60	F	uterus ca.	39.6Gy

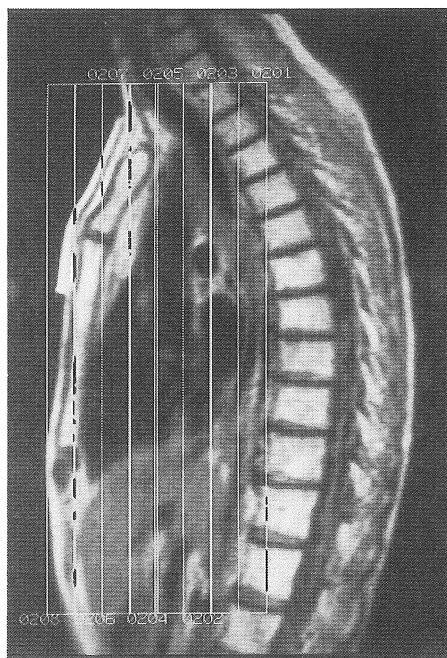
msec., TR 2000 msec. TE 40 msec.の long SE も追加した。また scan 方向は照射方向に対して直角に設定した冠状断撮影を全例に施行し、必要に応じ平行に設定した矢状断、横断撮影などを追加した。

今回使用したシートの本体は、南部式 poly vinyl alcohol gel で含水率 85 %、約 1 mmol/kg の Gd-DTPA と約 3 % のヨード造影剤を含有している。また適当な粘性をもっており、皮膚によく付着する。シートはゲルからの離水を防ぐ目的でビニールシートで包み、さらに密封容器に入れて冷所で保存した。大きさは A 4 版程であり、厚さは 2 mm, 3.5 mm, 4 mm, 6 mm の 4 種類を使用した。このシートを放射線治療患者の照視野を示す皮膚マークと同一形状に切り、

その部位に付着させて撮影した。シートは体表に密着させてあるため、冠状断にて一枚の断層像で全てが描出されない場合があるが、ギャップレスモードを使用しているため連続する 2 枚ないし 3 枚の断層像でその全体像は把握できる。

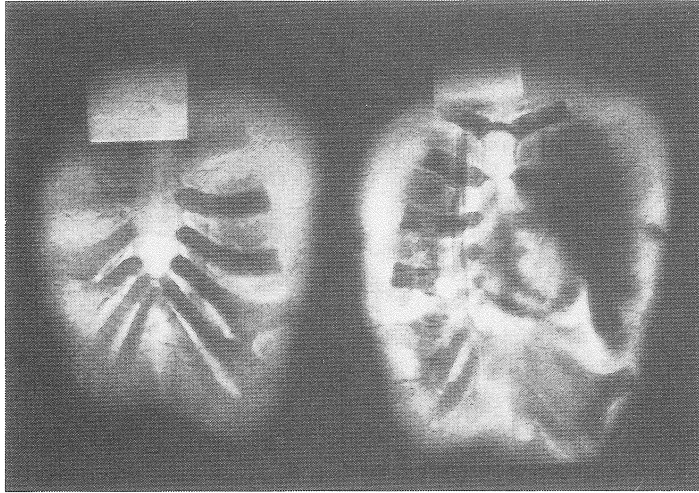
3. 結 果

症例 1 は 58 歳男性の肺癌患者で原発巣への対向 2 門照射である。治療計画時及び 34 Gy 終了時に MRI を施行している。(a)は正中部の矢状断を使つての位置決め画像で 15 mm スライス厚で 3 スライスにわたってシートが描出されている。(b)は(a)によって得られた冠状断のうちのシートが描出されている 2 枚である。(c)は graphic

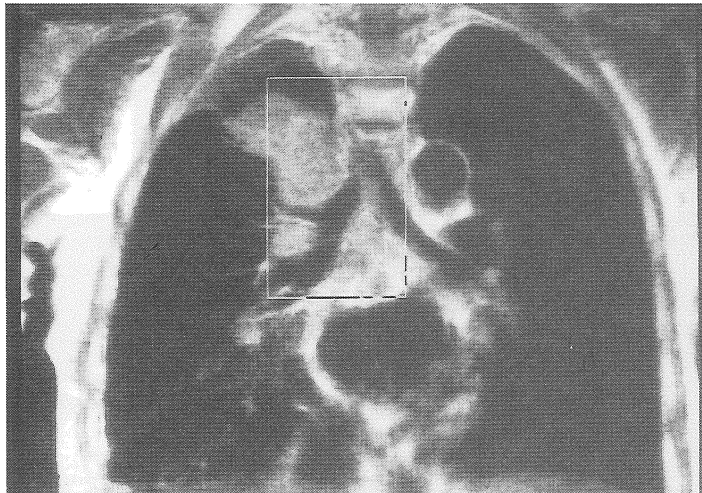


症例 1 58歳男性、肺癌患者。

- (a) 矢状断像を使つての位置決め画像、
15mmスライス厚で 3 スライスにわたって
シートが描出されている。



(b) (a)によって得られた冠状断の内,シートが描出された2枚である.



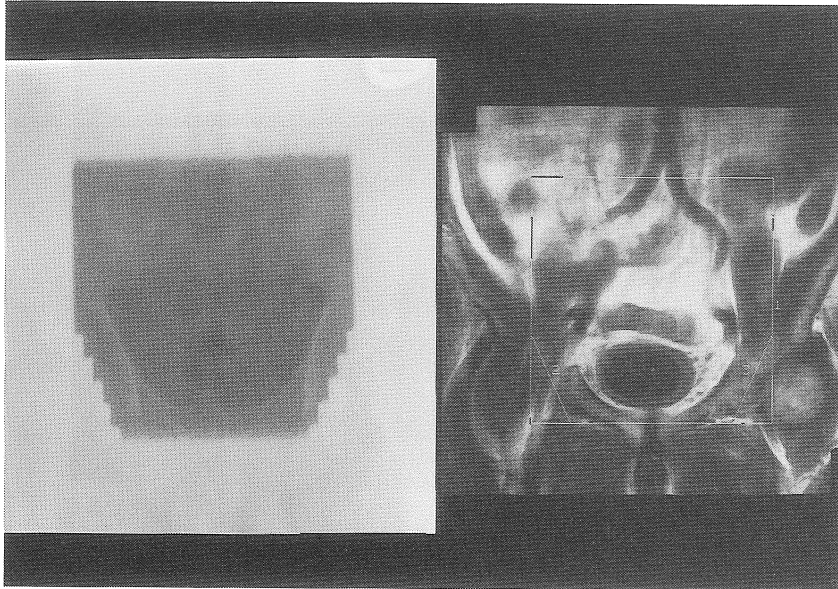
(c) 病巣が描出されるスライスの画像上に display された照射範囲.

display によって記憶させた ROI を病巣が描出されるスライスの画像上に display したものであり, 1枚の断層像において病巣部分の照射範囲を同定できる.

症例 2 は 58 歳男性, TUR 後の膀胱癌患者の治療計画時に施行した MR 像で, シートの形状を記憶させた ROI が display されている. 骨盤

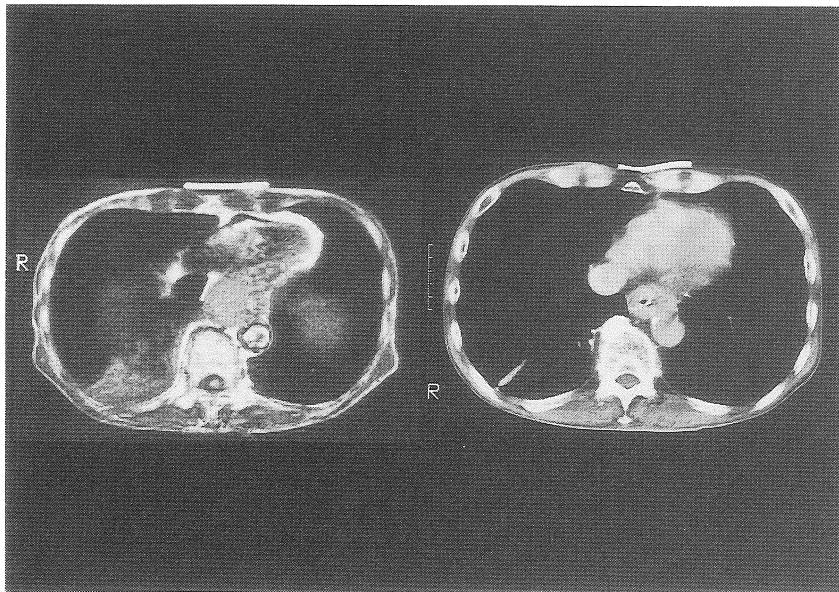
部は胸腹部に比べて呼吸移動の影響が少なく, シートがより明瞭に描出されるため形状の graphic display が容易である. 大腿骨頭のブロックの部分はシートでは直線になっているが, ライナックグラフィーでは階段状になっている.

症例 3 は 63 歳男性, 下部食道癌患者の横断撮影での MR 像と CT 像である. 体表にあるシー



症例 2 58歳男性，膀胱癌患者。
左はライナックグラフィー。
右は病巣部分のスライスの画像上に

display されたシートの形状を記憶させ
た ROI.



症例 3 63歳男性，食道癌患者の横断撮影でのMR 像とCI 像.

表 2 PVA ゲルシートの厚さについての比較検討

シートの厚さ	症例数	シート添付部位	シートの同定	シートの使用性
2 mm	3	Brain 1例	+	-
		Neck 1例	-	+
		Chest 1例	-	+
3.5mm	14	Chest 8例	- 1例	- 0例
			+ 6例	+ 0例
			++ 1例	++ 8例
		Pelvis 6例	- 0例	- 0例
			+ 0例	+ 2例
			++ 6例	++ 4例
4 mm	2	Neck 1例	-	+
		Chest 1例	+	++
6 mm	3	Brain 1例	++	-
		Chest 2例	- 0例	- 1例
			+ 1例	+ 1例
			++ 1例	++ 0例

シートの同定： - シートの一部が不明瞭である
 + シートの全貌が同定できる
 ++ シートの全貌が非常によく同定できる

シートの使用性： - 使用しにくい
 + 使用しやすい
 ++ 非常に使用しやすい

トが両者で描出され、肥厚した食道壁が照射範囲内にあるのが確認できる。

次にシートの厚さについて比較検討した結果を表 2 に示す。2 mm 厚では呼吸移動の影響を受けやすい部位ではシートの全貌が同定しにくく、6 mm 厚では凹凸の激しい体表の場合は皮膚への密着が不良であり、精度も悪いと思われた。それに対して 3.5 mm, 4 mm 厚のシートは同定および使用性において優れており、今回はこれを多く使用した。

4. 考 察

放射線治療患者の照射野を示す皮膚マークは MR 像において画像上同定不能であったが、南部式 PVA ゲルの開発によりそれが可能になった。

真野ら⁷⁸⁾ はファントムおよびボランティアを使い、含水率、ヨード造影剤、Gd-DTPA の濃度について検討している。その結果、含水率 85 % で約 1 mmol/kg の Gd-DTPA、約 3 % のヨ-

ド造影剤を含んだ PVA ゲルシートが最も信号強度が高く、かつ、適度な X 線吸収値を示すと報告している。我々が使用したシートもこの濃度に設定し、臨床的にも不自由なく使用できた。厚さについては今回 4 種類使用したが、3.5 mm, 4 mm 厚が同定、使用性において優れていた。

放射線治療では病巣部分に適確に照射することが非常に重要である。そのため横断のみでなく冠状、矢状および任意の斜位断層が可能な MRI で、この PVA ゲルシートを治療計画に使用することは大きな意味がある。また、照射野変更時においてもこのシートは非常に有用である。将来、三次元的治療計画も可能となろうが、その場合にもこのシートは重要な役割を果たすと思われる。

ただし現時点でいくつかの問題点もある。第一に、体表の皮膚マークと全く同じ範囲で病巣部分が照射されるとして画面上に ROI を display したが、実際には X 線の diversing に基づく拡大率補正が行われなければならない。これは今後、

放射線治療計画用のソフトウェア開発により比較的容易に実現できるものとする。

また、一門および対向二門照射の様に互いの照射入射角が 180° をなす場合はいいが、直交二門や三門照射の場合は現在の二次元撮影では照射範囲を同定しにくい。さらに MRI 機器の寝台は平坂になっていないため、照射時の体位とは微妙に違っている。

以上、検討すべき問題点はいくつかあるが今後改良、検討を重ねて放射線治療に役立たせていく方針である。

5. 結 語

各種の放射線治療患者 19 名に PVA ゲルシートを使用し MRI 撮影を行った。

(1) 病巣部分での照射範囲を連続する 2～3 枚の断層像で描出できるようになり、治療計画および照射野変更に非常に有用であった。

(2) 3.5 mm, 4 mm 厚のシートが同定、使用性において優れていた。

(3) X線の diversing に基づく拡大率補正を行うことにより、将来三次元的治療計画に応用が期待される。

最後に、本研究に関して御協力下さっている日本石油株式会社の開発グループおよび東京医大病院放射線技師の方々に感謝いたします。

本論文の要旨は第 11 回日本磁気共鳴医学会大会にて発表した。

文 献

- 1) M.Goitein: Future prospect in planning radiation therapy, 55: 2234-2239, 1985
- 2) W.J. Curran, D.B. Hackney et al: The value of magnetic resonance imaging in treatment planning of nasopharyngeal carcinoma, Int. J. Rad. Oncol. Biol. physic, 12: 2189-2196, 1986
- 3) R.H. Daffner, T.K. Dutta, D.A. Whitman: Transferring MR images to radiotherapy localization on films, AJR, 145: 186-187, 1985
- 4) W.P. Shuman, B.R. Griffen et al: MR imaging in radiation therapy planning, work in progress, Radiol, 156: 143-147, 1985
- 5) 南部昌生: 高含水ゴム, 高分子加工, 32: 523, 1983
- 6) 南部昌生: 高含水ゴム—医用材料及び NMR フェントム—, NMR 医学, 5: 85, 1985
- 7) 真野 勇, 吉田英男, 他: MRI の腫瘍描出能と放射線治療への応用, NMR 医学, 5: 97-103, 1985
- 8) I.Mano et al: New Polyvinyl Alcohol Gel Material for MRI Phantoms, Magnetic Resonance in Medicine, 3: 921-926, 1986

Clinical Study on Special PVA Gel Sheet for Description of Skin Mark in the Radiation Field in MRI and CT

Jiro Ishida

(Dep. of Radiology, Tokyo Medical College)

Iwao Ishii

(same as above)

Soichi Akata

(same as above)

Yukari Wakabayashi

(same as above)

Naoto Kanetsaka

(same as above)

Fumio Kotake

(same as above)

Koji Kawana

(same as above)

Kimihiko Abe

(same as above)

Saburo Amino

(same as above)

Isamu Mano

(Dep. of Radiology, Toshiba Central Hospital)

We have been conducting a series of studies on the improvement of super hydrated Nambu PVA Gel, because it is frequently necessary to have the skin mark in the radiation field of a patient of radiation therapy on MRI and CT. In the present study, we have used this gel in 19 patients treated with radiation for various tumors, and determined that the gel can be satisfactorily used in clinical cases. We report here the details of our study. The sheet used was Nambu polyvinyl alcohol gel containing 85 % water, 2 to 6 mm thick and sufficiently viscous to adhere to the skin. To increase the intensity of MR signals and X-ray absorbance, about 1.0 m mol/kg of Gd-DTPA and 3% of an iodine contrasting agent were added. In addition, to prevent gel hydration, the sheet requires wrapping in vinyl and storing in a sealed container.

The sheet was cut in the same shape as the mark for the radiation field on the patients receiving radiation therapy, and attached to the radiation field for imaging. Imaging was accomplished mostly by coronal scan of short SE, with axial and sagittal scan added as required. Coronal scan was directed perpendicular to the angle of incidence, while axial and sagittal scans were directed parallel to the angle of incidence. It should be noted that in case of coronal scan it was not perfectly perpendicular to the angle of incidence, as the applied gel sheet lays over the body surface. For this reason, there are instance when the entire outline of the gel sheet is not clearly described within a CT scan however, with the Toshiba MRT50A in gapless mode it is possible to follow the overall picture by 2or3 CT scans in series.