

症 例

脳の放射線障害とステロイド投与による MRI の IR 像および T_1 値の変化—松果体腫瘍の 1 例—

Radiation Injury of the Brain: Changes of IR Images and T_1 Values by Steroid Therapy—A Case Report of Pinealoma Patient—

青木芳朗 (放射線医学総合研究所病院部)
池平博夫 (放射線医学総合研究所臨床研究部)
福田信男 (同 上)
館野之男 (同 上)

キーワード

cerebral radiation injury, pinealoma, radiotherapy, steroid, MRI

1 緒 言

中枢神経系における放射線障害は acute reactions と late reactions (early delayed and late delayed radiation damage, radiation necrosis) の二つに分けられる^{1),2)}。脳腫瘍の放射線治療後の経過中에서도っとも大きな問題の一つに early delayed radiation damage があり、臨床的には腫瘍

の再発と酷似している場合もあり、X 線 CT や MRI にても両者の鑑別が困難な場合が多い²⁾。

松果体腫瘍患者で、放射線治療後約 10 カ月後に左半身のしびれ感、複視、記憶力障害を訴え、ステロイド投与により症状が改善し、MRI の冠状断撮影像上にはほぼ照射野と一致する部位の異常を認め、 T_1 値の興味ある変化を示した 1 例を経験したので、若干の文献的考察を加えて報告する。

2 症 例

患者：22歳，男子，松果体腫瘍。
主訴：左上下肢のしびれ感，複視，記憶力障害。
家族歴：特記すべきことなし。

受 付 1986年3月4日
最終稿受付 1986年3月27日
別刷請求先 (〒260) 千葉市穴川4-9-1
放射線医学総合研究所病院部
青木芳朗

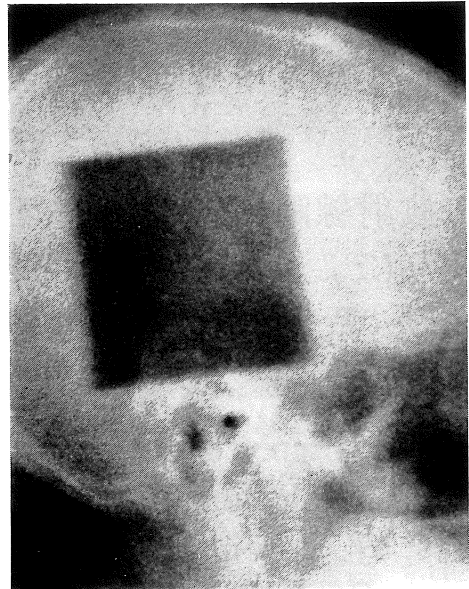
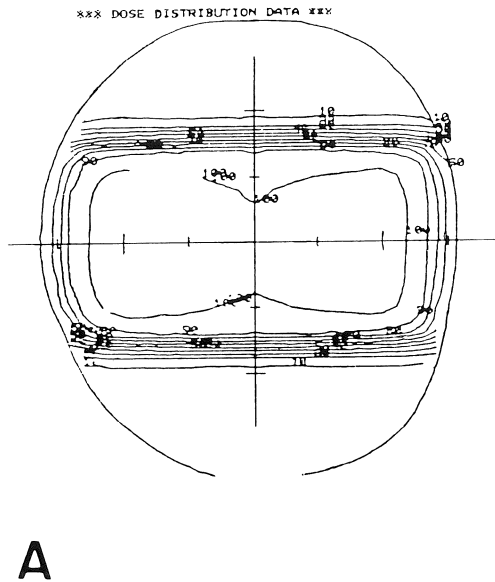


図 1 **A**: Isodose curve, **B**: Liniac graph.

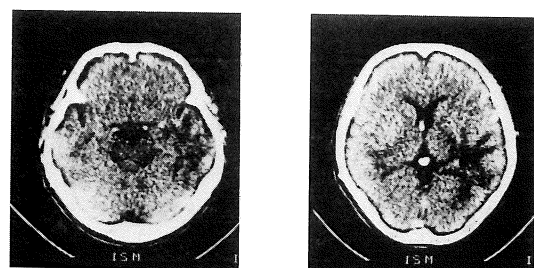
既往歴：特記すべきことなし。

臨床経過：昭和58年3月，複視，頭痛を訴え，N国立病院脳外科受診。4月22日，松果体腫瘍の診断で，VP シャント術を受け，頭痛は消失し複視も軽減した。家族の希望もあり，昭和58年5月6日より6月15日まで，放射線治療を行った。照射は10 MeV のリニアックX線により 56.4 Gy を30回43日で行った。照射野は 8×8 cm，対向2門照射とし，1日で左右 100 cGy ずつを週5回照射した。照射開始時のリニアグラフと線量等価曲線は図1のごとくである。総腫瘍線量の計算は TDF (time dose fractionation factor)³⁾ で表し，その値は 92.5 であった。

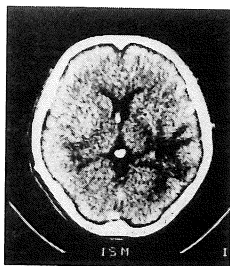
照射期間中の血液，生化学的諸検査，胸部X線，EKG 等に異常を認めなかった。照射開始時にシャント部より採取した髄液検査では，蛋白量 37 mg/dl，細胞数 10/3，細胞診で class 3 であった。照射中は脳浮腫予防のためデキサメサゾン を 3

mg からの漸減投与を行った。また，phenobarbital 100 mg の経口投与も VP シャント後より継続している。

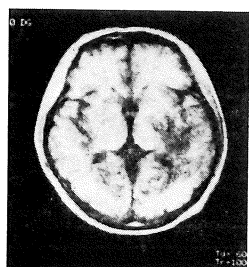
照射終了後は軽度の複視のみを残し復学し，大学生生活を享受していたが，昭和58年11月頃より（照射後5カ月）複視を強く訴えるようになった。昭和59年2月頃より複視に加えて左手足のしびれ感を訴えるようになった。麻痺は認められなかった。5月頃になり複視，左手足のしびれ感是不変であったが，記銘力障害を訴えるようになった。5月15日（照射後11カ月）のX線 CT 上左大脳半球に広範囲な低吸収領域を認め，同日のMRI の冠状断撮影で，ほぼ照射野に一致する左右大脳半球の T_1 値の異常延長を認めた（図2）。同日の髄液検査では，初圧 70 mmH₂O，終圧 50 mmH₂O，蛋白量 73.5 mg/dl，細胞数 3/3，細胞診で class 3 であった。放射線障害と診断し，prednisolone 60 mg から漸減投与を1カ月間行



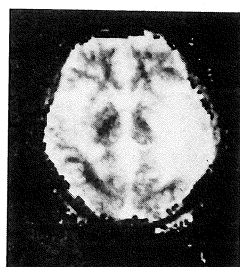
A



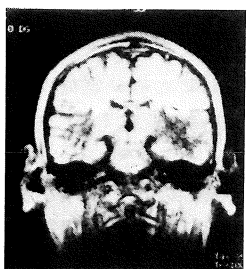
B



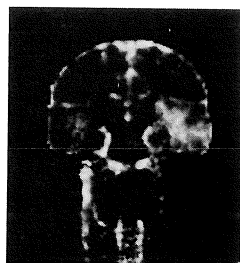
C



D



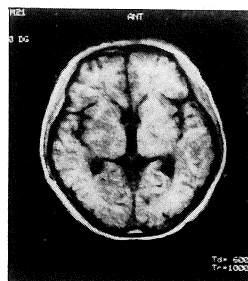
E



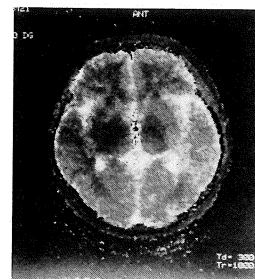
F

図 2 A, B: X-CT of 11 months after radiotherapy. C, D, E, F: MRI of 11 months after radiotherapy. C; horizontal IR image (600, 1,000), D; horizontal T_1 image (300, 1,000), E; coronal IR image (350, 1,000), F; coronal T_1 image (300, 1,000).

った。6月20日（照射後12カ月，prednisolone投与開始後1カ月）の所見では，IR， T_1 像ともに変化は軽減したが，症状の軽快は認められていない（図3）が，症状の悪化の傾向も認められていない。昭和59年11月には記憶力障害は改善し，学科試験も全科目合格した。昭和60年5月



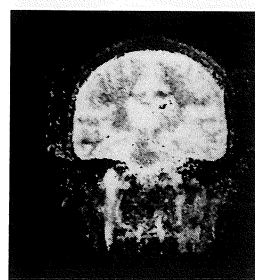
A



B



C



D

図 3 MRI of one month after steroid therapy (12 months after radiotherapy)

A: horizontal IR image (600, 1,000), B: horizontal T_1 image (300, 1,000), C: coronal IR image (600, 1,000), D: coronal T_1 image (300, 1,000).

29日（照射後23カ月）のMRIでは， T_1 値の延長が再び認められるが（図4），左手足のしびれ感は消失し，ごく軽い記憶力障害と複視のみは残っていた。昭和60年12月4日の髄液検査では，初圧80 mmH₂O，終圧70 mmH₂O，蛋白量50.5 mg/dl，細胞数5/3，細胞診ではclass 2であった。

昭和61年1月22日（照射後31カ月）のMRIでは， T_1 値の軽度の延長が続いているが，症状の悪化はない（図5）。

1 MRI および X線 CT の変化について

MRI の撮像には 旭メディカル社製の Mark-J 0.1 Tesla の常電導装置で，パルス系列としては IR (Tr=1,000 msec, Td=350 msec) あるいは T_1 (Tr=1,000 msec, Td=600 msec) および T_1 (Tr

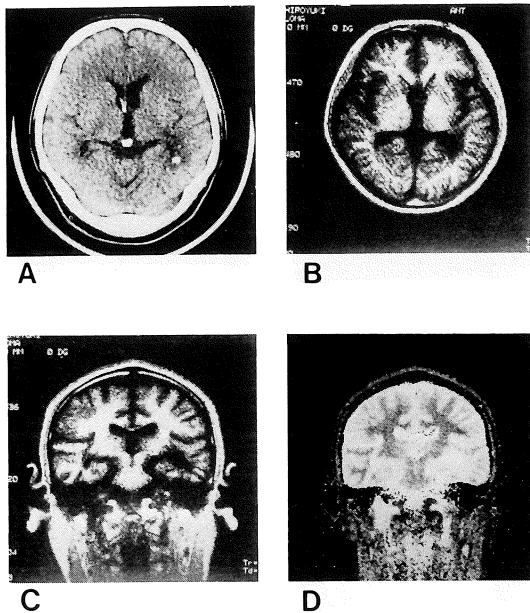


図 4 X-CT and MRI of 23 months after radiotherapy

A: X-CT, B: horizontal IR image (350, 1, 000),
C: coronal IR image (350, 1, 000), D: coronal
 T_1 image (300, 1, 000).

$=1,000$ msec, $T_d=300$ msec) を用いた。 T_1 値の計測は T_1 画像上で、 10×10 絵素の定型的 ROI (region of interest) を設定し、 ROI 内の平均値を求めた。

照射後 11 カ月目の X 線 CT の変化は図 2 の上段のごとく、左大脳半球に強い低吸収領域を認めた。中段の MRI の水平断像でも左大脳半球の強い高信号域が目立ったが、下段の照射野を通る冠状断像では、照射野にはほぼ一致する変化が左右の側頭葉の白質を中心に存在している。延長した T_1 値には左右差があり、左大脳半球の方が強度でかつ範囲も広い。

Prednisolone 60 mg からの漸減投与を行った後の MRI (照射後 12 カ月) では、水平断、冠状断像ともに IR、 T_1 像の改善を認めている (図 3)。

照射後 23 カ月目の X 線 CT では、11 カ月後

CT に出現した左大脳半球の低吸収領域は消失しているが、MRI の冠状断像の T_1 値は再びやや延長しているのがわかる (図 4)。

図 5 は左から照射後 11 カ月、12 カ月、23 カ月、31 カ月後の MRI 冠状断撮影の IR 像 (上段)、 T_1 像 (下段) である。左大脳半球により強く存在した T_1 値の延長は、ステロイド投与後の B 像において改善し、C、D 像で再び軽度の延長傾向が認められた。

2 T_1 値の変化について

照射後 11 カ月、12 カ月、23 カ月、31 カ月の MRI 冠状断像の T_1 値 (msec) の変化は表 1 のごとく、左右側頭葉白質内 (A 点)、左右視床部 (B 点) と、対照として照射されていない右側頭葉白質 (C 点) にて測定した。

変化の強い左側頭葉白質 (A 点) の照射後 11 カ月目の T_1 値 (msec) は 498.0 ± 14.6 で、prednisolone 投与後の 12 カ月目では 388.8 ± 29.5 と改善の傾向を示したが、対照の C 点と比較すると延長していた。23 カ月、31 カ月後ではそれぞれ 427.3 ± 53.6 、 483.8 ± 43.4 と再び延長の傾向を示している。右側頭葉白質の変化も 11 カ月後、12 カ月後の間には 445.7 ± 13.5 、 285.8 ± 35.5 と延長した T_1 値は短縮化の傾向を示し、その後再び延長の傾向を示した。

右視床部 (B 点) では 257.2 ± 6.7 、 278.0 ± 18.4 、 291.7 ± 29.7 、 292.8 ± 22.7 と変化なく、左視床部 (B 点) でもステロイド投与による変化を認めなかったが、23 カ月後には 403.0 ± 37.3 と左側頭葉白質と同じようにむしろ延長の傾向を示した。31 カ月後では 304.8 ± 19.3 と再びステロイド投与前の値に戻った。なお、23 カ月後は症状の悪化がなく、 T_1 値の延長と臨床症状との間の矛盾は現在のところ説明できない。

対照とした右側頭葉の白質 (C 点) では 258.7 ± 7.9 、 263.5 ± 29.5 、 277.5 ± 23.6 、 264.2 ± 15.8 と経過中の変化はなかった。また、ステロイドによる T_1 値の変化も認めなかった。

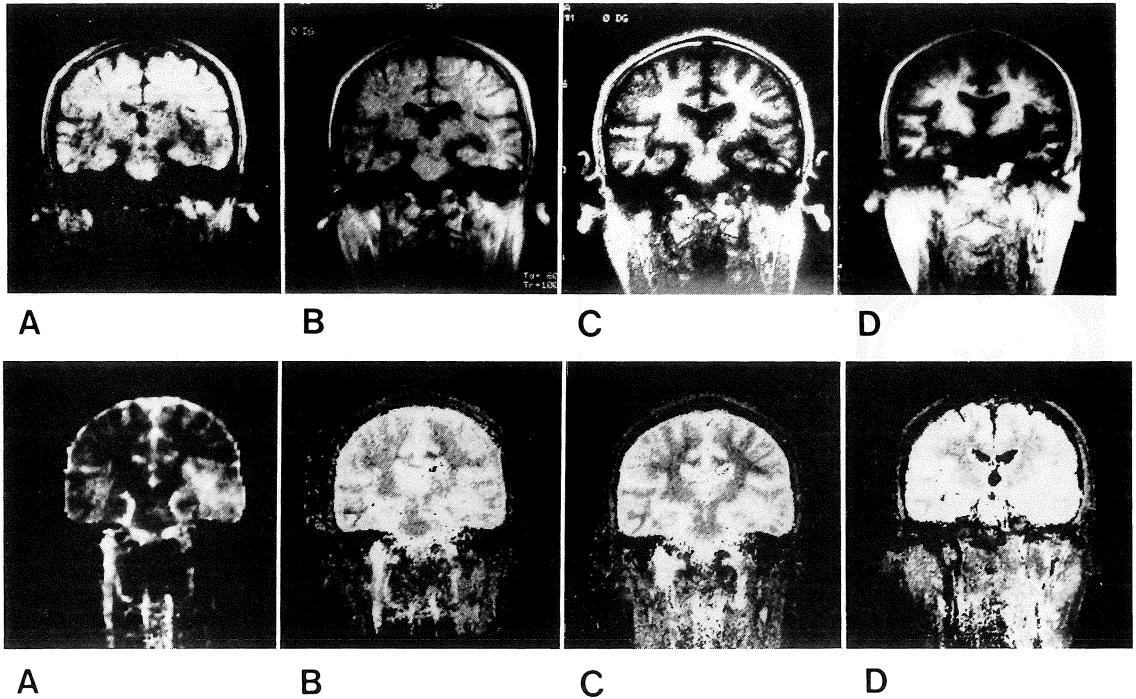


図 5 Series of coronal MRI of 11, 12, 23 and 31 months after radiotherapy

Upper row shows IR images and lower row shows T_1 images. **A**: 11 months, **B**: 12 months, **C**: 23 months, **D**: 31 months.

3 考 察

中枢神経系の放射線障害のメカニズムは未だ十分に解明されていないが、諸家の報告を総合すると、脳血管が第一選択で障害され、その結果、脱髄が起こり、その脱髄が障害された脳組織の水分含量を増大させ脳浮腫をきたすようになると考えられる^{1),2),5),8)}。そのため放射線により障害を受けた脳組織の T_1 値は延長する。しかし、その T_1 値の変化は nonspecific で、脳腫瘍、脱髄疾患、炎症性疾患の鑑別は T_1 値の延長のみでは不可能である²⁾。

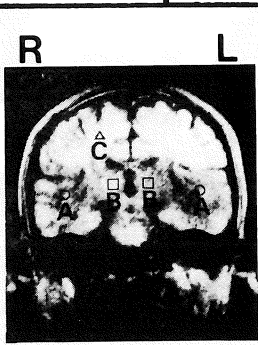
本症例は松果体腫瘍のため VP シャント後、局所みの放射線治療を受けた症例で、抗癌剤の併用はなく、放射線治療中の脳浮腫予防のためス

テロイドの漸減投与と、phenobarbital の投与のみを受けている。放射線治療後症状は軽快したが、経過中左手足のしびれ感、複視、記憶力障害を訴え、X線 CT 上に左大脳半球に広汎な低吸収領域を認めたが、右大脳半球の変化に乏しく、再発か放射線障害かの判断が困難であった。同日の MRI の冠状断像で左右の大脳半球に照射野にはほぼ一致した IR 像、 T_1 像とも変化を認め、放射線障害と診断し(図 2)、ステロイド投与により症状は改善し、 T_1 値の延長も一過性ではあるが改善した。

T_1 値は脳内の自由水の変化を表現しているといわれている⁵⁾。ステロイドを投与した後の MRI の T_1 値は正常化の傾向にあったが、中止後症状の悪化はないが、 T_1 値は再び延長する傾向にあった。このことは prednisolone の脳浮腫への効

表 1 T_1 value (msec)

A: white matter of temporal lobe, B: thalamic region, C: white matter of rt-parietal lobe as a reference point.

		T1 value(msec)		
		(A)	(B)	(C)
	Period after Radiotherapy			
	1) 11 months	(R) 445.7±13.5 (L) 498.0±14.6	257.2±6.7 293.8±13.8	258.7±7.9
	2) 12 months	(R) 285.8±35.5 (L) 388.8±29.5	278.0±18.4 312.7±29.2	263.5±29.5
	3) 23 months	(R) 341.0±28.3 (L) 427.3±53.6	291.7±27.7 403.0±37.3	277.5±23.6
	4) 31 months	(R) 349.6±34.1 (L) 483.8±43.4	292.8±22.7 304.8±19.3	264.2±19.8

果は T_1 値の変化としては一過性であることがわかる。

T_1 値のみの変化では、腫瘍の再発か放射線障害かの区別は困難であるが²⁾、本症例のようにMRIの照射野を通る冠状断撮影(対向2門照射の場合)を行うことにより、放射線障害の診断が可能となることは興味深い。

また、本症例は同じ日に左右同量の放射線を、正中が中心となるような深さで照射する対向2門照射を受けたにもかかわらず、放射線障害に左右差があったことは、左右の大脳半球において、放射線に対する感受性に差があるのではないかということを示唆しているが、今後検討を続けたいと考えている。

文 献

1) G.E. Sheline, W.H. Wara, W. Smith: Therapeutic irradiation and brain injury, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 6: 1215-1228, 1980.
 2) G.C. Dooms, S. Hecht, M. Brant-Zawadzki,

et al.: Brain radiation lesions: MR imaging, *Radiology*, 158: 149-155, 1986.
 3) Y. Kutsutani: Treatment planning method in the use of the TDF biological equivalent concept in fast neutron therapy, *Nippon Acta Radiological*, 38: 950-960, 1978.
 4) 核磁気共鳴医学研究会: NMR 医学—基礎と臨床— 丸善, 東京, 1984, p. 61-65.
 5) J.R. Fike, C.E. Cann, R.L. Davis, et al.: Radiation effects in the canine brain evaluated by quantitative computed tomography, *Radiology*, 144: 603-608, 1982.
 6) S. Sakisaka, R.R. O'Neill, T.L. Kemper, et al.: Delayed brain damage in adult monkey from radiation in the therapeutic range, *Radiat. Res.*, 80: 277-291, 1979.
 7) J.E. Markes, R.J. Baglan, S.C. Prasad, et al.: Cerebral radionecrosis: Incidence and risk in relation to dose, time, fractionation and volume, *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 7: 243-252, 1981.
 8) W.T. Murphy: Radiation therapy. 2nd Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, p. 381-385.