

[原著]

網膜芽細胞腫の MRI

平 田 貴*

(平成 5 年 10 月 1 日受付, 平成 5 年 10 月 26 日受理)

要 旨

網膜芽細胞腫15例(24眼)に MRI を実施し, CT および US と比較して MRI, 特に造影 MRI が診断法としてどのような長所短所を有するかを検討した。網膜芽細胞腫は, MRI の T1 強調像では硝子体より高信号, 脳白質とほぼ等信号を示し, T2 強調像では硝子体より低信号, 脳白質とほぼ等信号を示した。造影 MRI では腫瘍は全例著明な増強効果を示し, その信号強度は約1.4倍に増加し, 脳白質より高信号となった。腫瘍内部の石灰化は US および CT ではほぼ全例で描出されたが, MRI では約半数でしか描出されず, 網膜芽細胞腫の画像診断上の特徴である石灰化の検出能は明らかに劣る。一方, 腫瘍内石灰化のない症例の診断では T2 強調像で腫瘍が低信号を示すことが網膜芽細胞腫に比較的特徴的であり, MRI は有用であった。網膜剥離の診断に関してはその描出能および性状の把握に MRI は CT および US と比較して明らかに有用であった。さらに造影 MRI まで実施すると腫瘍の描出能は US および CT と同等以上であり有用な検査法と考えられた。しかし MRI は CT および US と比較して撮像時間が長くなるので小児の検査法としては不都合であり, 撮像時間の高速化が望まれる。

Key words: retinoblastoma, MRI, Gd-DTPA, CT, US

略語一覧: MRI: Magnetic resonance imaging, US: Ultrasonography, CT: Computed tomography, Gd-DTPA: Gadolinium-diethylenetriaminepentaacetic acid

I. 緒 言

網膜芽細胞腫の発生頻度は約2~3万人に1人で^{1,2)}, 比較的稀な小児の眼球内悪性腫瘍である。大部分の網膜芽細胞腫は白色瞳孔により発見される。そのために, 小児では白色瞳孔を呈する他の良性疾患と網膜芽細胞腫との鑑別が重要である。腫瘍の性状が眼底検査で観察できる場合はその鑑別は比較的容易であるが¹⁾, 中間透光体の混濁等で腫瘍が観察できない場合も多い。また腫瘍が進展して眼球外に浸潤すると致命的であり¹⁾, 腫瘍の範囲の把握は重要である。このため従来より X 線 CT 検査(以下 CT)¹⁻⁶⁾および超音波検査(以下 US)^{5,7,9)}が実施され, 比較的有用とされてきた。

特に腫瘍内の石灰化は網膜芽細胞腫に比較的特異的な画像所見とされ, CT では約9割の症例に腫瘍内の石灰

化が描出される^{3,4,6)}。一方, MRI では腫瘍内の石灰化の描出は困難であり¹⁰⁻¹⁴⁾, また, 低磁場の MRI 装置では CT, US に比較して空間分解能が悪く撮像時間も長いために, MRI は必ずしも有用ではなかった¹⁰⁻¹²⁾。しかし最近では, 高磁場の装置を使用し¹³⁻¹⁵⁾, さらに表面コイルを用いることにより^{16,17)}, 空間分解能を上げ撮像時間を短くすることが可能となり, MRI の有用性が向上した¹⁸⁻²⁰⁾。また, 他の眼球内腫瘍²¹⁻²⁴⁾と同様に網膜芽細胞腫についても MRI 用造影剤である Gd-DTPA による腫瘍の増強効果が著明であることが報告され²⁵⁾, 造影 MRI の網膜芽細胞腫への利用に期待が持たれている。しかし, その効果については未だ充分には検討されていない。本論文は, 網膜芽細胞腫に MRI を実施し, CT および US と比較して MRI 特に造影 MRI が診断法としてどのような長所短所を有するかを検討するこ

* 帝京大学医学部附属市原病院放射線科

Takashi HIRATA: MR Imaging of Retinoblastoma.

Department of Radiology, Teikyo University School of Medicine, Ichihara Hospital, Ichihara 299-01.

Received October 1, 1993, Accepted October 26, 1993.

とを目的とした。

II. 対象および方法

平成2年5月より平成4年7月の2年3カ月間に帝京大学医学部附属市原病院において網膜芽細胞腫の診断で眼球摘出術または保存的治療を施行された症例は15例(24眼, 40腫瘍)である。この15例中13例(13眼)は眼球摘出術が施行され病理組織診断が確定している。15例の性別は男8例, 女7例で, 年齢は49歳の成人例1例の他はすべて3歳以下(平均月齢15.7カ月)の乳幼児例である。

使用機種は、島津社製1.5T 超伝導 MRI 装置 (SMT-150) である。撮像方法としては スライス厚 3 mm (一部で 5 mm) スライス間隔 1 mm で T1 強調 SE 法 (繰り返し時間 400-600 msec, エコー時間 20-30 msec 以下 400-600/20-30), T2 強調 SE 法 (2000-2500/90) を用いて主に横断像で撮像した。受信コイルは頭部用コイルを使用した。

gadolinium-diethylenetriaminepentaacetic acid (Gd-DTPA, シェーリング社) は 7 例に使用し, 0.2 ml/kg を静注し数分後に T1 強調像を撮像した。

乳幼児例では体動および眼球運動によるアーチファクトから画像の劣化を生じやすいが, これを防ぐため催眠鎮静剤トリクロロールシロップ® (日本グラクソ社) を 20-80 mg/kg 内服させて検査した。

すべての症例では, ほぼ同時期に CT および US を実施した。CT 装置には日立社製 (CTW-600) を用い, スライス厚 5 mm での撮像を行った。5 例 (7 眼) では造影検査を施行した。超音波装置は US-2500 (NIDEK, TOKYO) または SANTESONIC SSD-121 (SANTEN SEIYAKU, TOKYO) を用い探触子は 7.5 MHz を使用し, 当院眼科にて検査を実施した。

検討項目としては以下の 5 項目を行った。

1) 腫瘍の信号強度: MRI で描出を認めた 24 の腫瘍に対しては, T1 強調像および T2 強調像での信号強度を硝子体, 脳白質および眼窩脂肪とについて視覚的に比較検討した。さらに腫瘍の信号強度を関心領域より測定し, T1 強調像および T2 強調像について硝子体との信号強度比を計算し, 脳白質のそれと比較した。

2) 腫瘍の造影剤による増強効果: 造影 MRI が実施された 13 の腫瘍については, 腫瘍の造影剤投与前後の信号強度を硝子体, 脳白質および眼窩脂肪と視覚的に比較した。さらに造影前後の腫瘍の信号強度を測定し, 硝子体との信号強度比を計算して脳白質のそれと比較した。また造影 CT を実施された腫瘍ではその増強効果を視

覚的に比較した。

3) 腫瘍の大きさごとの描出能: 眼底検査で認められた 40 の腫瘍 (腫瘍径 1 mm ~ 21 mm) のうち, 画像診断にて描出されなかった 13 の腫瘍 (腫瘍径 3 mm 以下) を除く 27 の腫瘍 (内 14 の腫瘍については眼底所見より視神経乳頭の直径の整数倍として, また 13 の腫瘍は眼球摘出術にて直接大きさを計測) に対しては腫瘍の大きさごとの描出能を MRI, CT, US について比較検討した。さらに, 造影 MRI を実施した腫瘍と実施しなかった腫瘍について, それぞれの描出能を比較検討した。

4) 腫瘍内石灰化の描出: CT で認められた腫瘍内の石灰化が MRI ではどのように描出されたかを検討した。

5) 網膜剝離の描出: 眼底検査および手術では網膜剝離が 6 眼で認められた。腫瘍と網膜剝離の境界がどのように区別できたかを MRI, CT, US について比較検討した。

III. 結 果

1) 腫瘍の信号強度 (Table 1)

MRI で描出された 24 の腫瘍 (40 の腫瘍のうち 13 の腫瘍は画像診断では描出されず, 3 個の腫瘍は US で描出) に対して, T1 強調像および T2 強調像での信号強度を硝子体, 脳白質および眼窩脂肪について比較した。T1 強調像の場合, 22 の腫瘍は硝子体より高信号を, 脳白質とはほぼ等信号を, 眼窩脂肪より著明な低信号を示した (Fig.1 (d), 2 (d))。2 個の腫瘍では硝子体と等信号であったために, 腫瘍と硝子体の区別はできなかった。T2 強調像の場合, 23 の腫瘍 (1 個の腫瘍は患者覚醒のために T2 強調像を撮像できず) 中 20 の腫瘍は硝子体より低信号を, 眼窩脂肪より高信号を示した (Fig.1 (f), 2 (f))。3 個の腫瘍では, 硝子体と同様の信号強度を示したために, 硝子体との区別ができなかった。

さらに, T1 強調像で 22 の, T2 強調像で 20 の腫瘍ではそれぞれの腫瘍内に用手的に円形の関心領域を設定し (最小面積は 8 mm²), 装置にあらかじめ備えられた機能により腫瘍の信号強度を測定した。同様に硝子体および脳白質の信号強度を測定し, 腫瘍と硝子体との信号強度比および脳白質と硝子体との信号強度比を計算し比較した。その結果前者の信号強度比の平均値は後者の信号強度比の平均値より T1 強調像ではわずかに小さく, T2 強調像ではわずかに大きい値を示した (Table 2)。

2) 腫瘍の造影剤による増強効果

造影 MRI は 7 症例 13 の腫瘍で実施され, 12 の腫瘍

Table 1. Signal intensity ratio of Retinoblastoma

No.	Signal intensity ratio (Tumor/Vitrous)		Calcification detected by			RD*
	T 1 ** (CE ***)	T 2	MRI	US	CT	
1	1.81 —	0.96 —	+	+	+	
2	1.53 (3.54)	0.80	+	—	+	+
3	1.54 (2.49)	0.81	+	+	+	
4	1.80 (2.94)	0.76	—	+	+	
	— (2.13)	—	—	/	/	
5	1.64	0.81	—	+	+	
6	1.97	0.73	—	—	—	
7	1.99	0.80	+	+	+	+
	1.58	0.87	—	+	+	
	1.64	—	—	—	—	
8	1.67	0.83	+	+	+	+
	—	—	/	—	/	
9	1.66	0.83	+	+	+	
	1.78	0.87	—	+	+	
10	1.72	0.93	+	+	+	+
11	2.14 (2.95)	0.88	+	+	+	
	2.24 (3.22)	0.86	—	+	+	
	1.63 (2.39)	—	—	—	—	
12	1.78 (3.52)	0.94	+	+	+	+
13	1.82 (2.93)	0.89	—	—	—	+
14	2.17	NA	—	+	+	
	—	NA	/	—	—	
15	1.83 (2.34)	0.86	—	+	+	
	1.96 (2.50)	0.88	—	+	+	
	1.54 (2.33)	0.89	—	+	+	
	— —	0.83	—	+	+	

* RD: Retinal detachment

** T1: T1 weighted image

*** CE: Contrast enhancement

NA: Not available

—: Not detected

で著明な増強効果が認められた。造影後の信号強度は脳白質より著明に高信号、眼窩脂肪とほぼ信号となった (Fig. 1(e), 2(e))。また造影後では腫瘍と硝子体との信号強度比は脳白質と硝子体との信号強度比と比較して約1.4倍となった (Table 2)。腫瘍の造影剤による増強効果を認めなかった例は腫瘍が小さく石灰化が大部分を占めていた。

造影 CT と造影 MRI について造影剤による腫瘍の増強効果を視覚的に比較すると、造影 CT は造影 MRI に比較して増強効果はあまり目立たなかった。

3) 腫瘍の大きさごとの描出能 (Table 3, 4)

眼底検査で認められた40の腫瘍については、腫瘍径が3mm 以下の病変は13, 4mm 以上10mm 未満の病変は10, 10mm 以上の病変は17であった。

腫瘍の描出の検討は視覚的に行い、眼底検査で確認された腫瘍の位置にほぼ同程度の大きさの病変が描出されているかどうかで判定した。MRI においては T1 強調像および造影 MRI では硝子体より高信号域の病変が、T2 強調像では低信号域の病変が明瞭に認識される場合を描出可能と判定した。CT では石灰化を除き高濃度の

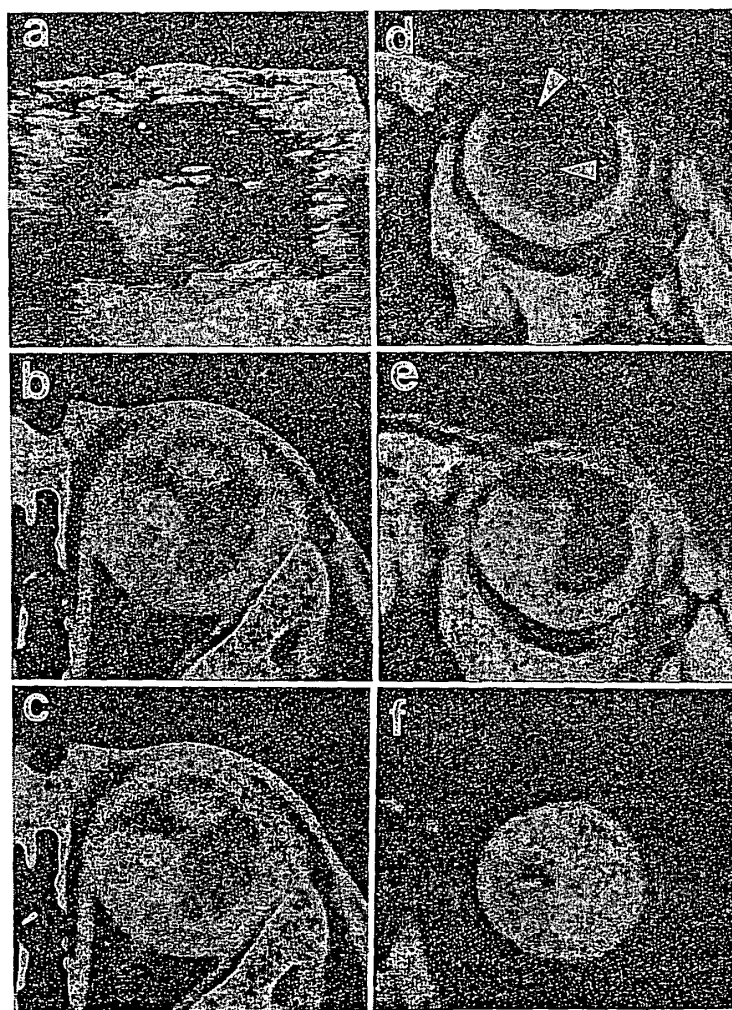


Fig. 1. Retinoblastoma with calcification (16 month, female)

- (a) Ultrasonography. Echogenic mass lesion is demonstrated in the nasal portion of left eye.
- (b), (c) Plain and enhanced CT. Soft tissue density mass with dense calcification is detected in the same position. Contrast enhancement of mass lesion is not demonstrated.
- (d), (e), (f) T1-weighted, enhanced and T2-weighted image of MRI. On the T1-weighted image, tumor is slightly hyperintensity relative to vitreous (arrow head). Retinal detachment with hemorrhage is extremely bright. Detection of retinal detachment on MRI is easier than US and CT. Tumor shows a significant signal increase after Gd-DTPA administration. On the T2-weighted image, tumor and subretinal fluid is hypointense relative to vitreous. Calcification is very hypointense on every images.

病変が認められた場合、US では充実性エコーの病変が認められた場合を描出可能と判定した。

腫瘍径が 3mm 以下の腫瘍では、13病変すべてにおいて MRI, CT, US で腫瘍と硝子体との区別が不可能であり、腫瘍の描出はできなかった。腫瘍径が 4mm 以上の27病変は MRI, US, CT のいずれかで描出でき、特に10mm 以上の17病変はすべて MRI, CT, US ともに描出できた。4mm 以上の腫瘍の描出能は MRI, US が24/27 (88.9%), CT が22/27 (81.5%) であった。

造影 MRI も実施した13の腫瘍は全病変で描出でき、US, CT より描出能が優れていた。造影 MRI の実施されなかった14の腫瘍中 3病変では、MRI で腫瘍の描出ができず、USより腫瘍の描出能が劣っていた。

4) 腫瘍内石灰化の描出 (Table 1)

腫瘍内の石灰化は CT では19の腫瘍に認められ、US でも17の腫瘍で内部に高輝度域として認められた。一方、MRI においては T1 強調像ではまったく描出できず、T2 強調像では腫瘍内部に腫瘍より著明な低信号域

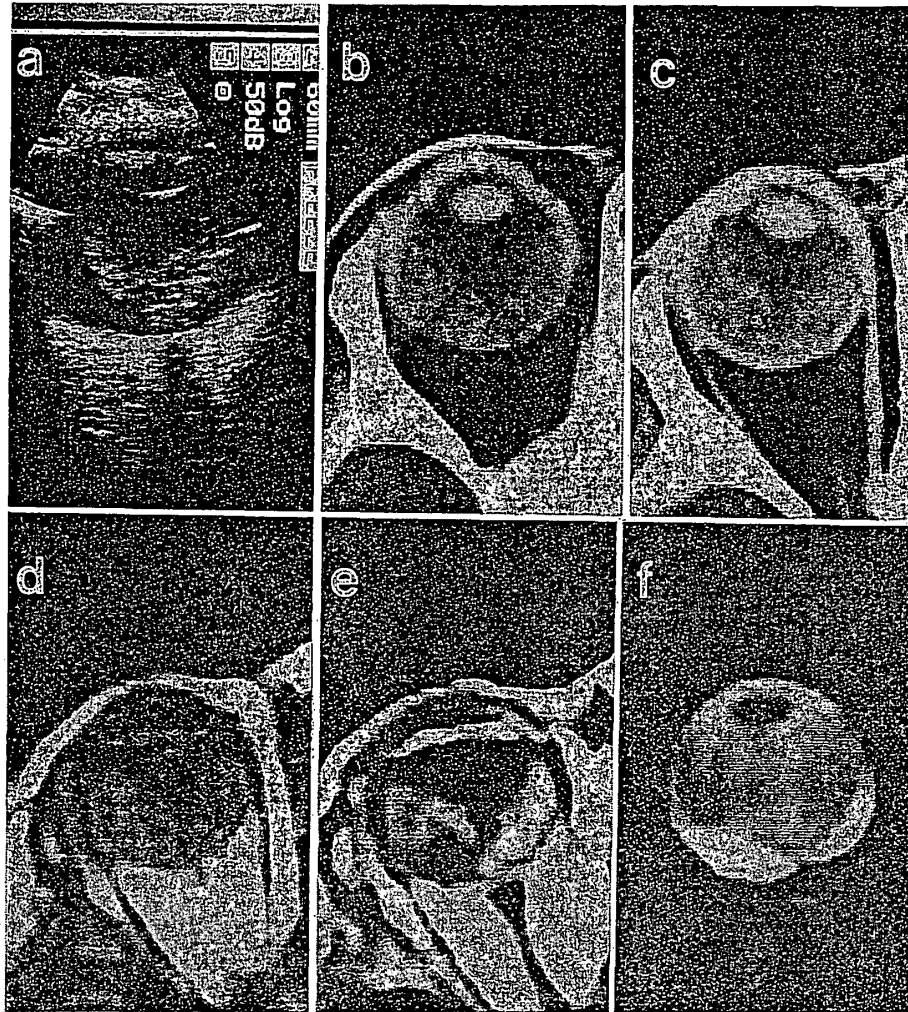


Fig. 2. Retinoblastoma without calcification (32month, female)

- (a) Ultrasonography. Echogenic mass lesion with echo free space in the posterior portion of right eye is noted.
- (b) (c) Plain and enhanced CT. Soft tissue density area without contrast enhancement is visualized. Tumor and subretinal fluid are isodense.
- (d) (e) (f) T1-weighted, enhanced and T2-weighted image of MRI. On the T1-weighted image, ill-defined slightly hyperintense area is detected. After Gd-DTPA administration, tumor is separated from subretinal fluid because of its significant contrast enhancement. T2-weighted image separated tumor from subretinal fluid.

Table 2. Signal intensity ratio

	Tumor/Vitrous	Brain/Vitrous
T 1 (Pre-enhancement)	1.78 ± 0.22 (n=22)	1.92 ± 0.22 (n=15)
T 1 (Post-enhancement)	2.77 ± 0.48 (n=12)	2.05 ± 0.32 (n=7)
T 2	0.85 ± 0.06 (n=20)	0.80 ± 0.09 (n=14)

として9の腫瘍(47.4%)で描出された。

5) 網膜剥離の描出 (Table 1)

眼底検査では6眼に網膜剥離が認められ、眼球摘出術により網膜剥離の範囲および網膜下に貯留していた液体

の性状が確認された。

MRI の T2 強調像では、出血を伴わない網膜剥離5病変は硝子体より高信号を呈し、全病変で摘出眼球で確認された大きさとほぼ同様の範囲を示し、網膜剥離およ

Table 3. Visualized sizes of Retinoblastoma

Case No.	Size (Base Diameter×Height) (mm)				
	CS*	OP**	MRI	US	CT
1	15×8	3DD***	13×7	17×7	16×8
			—	5×3	—
2	13×13		13×12	13×13	13×10
3	20×14	4DD	18×15	18×14	20×15
4	13×6		14×6	13×7	13×7
			6×2	—	—
5		6DD	8×7	9×9	—
6	21×10	10DD	19×10	17×12	18×11
7	15×12		17×12	17×13	18×13
			13×6	13×6	12×6
		5DD	5×4	—	6×5
8	17×11	4DD	16×10	16×11	16×10
			—	6×3	—
9	16×17		18×15	17×16	17×15
		10DD	13×10	16×5	14×6
10	20×18	10DD	20×17	20×17	18×11
11	15×10		17×10	18×10	18×8
			14×7	12×8	14×6
		4DD	5×3	5×3	—
12	20×15	6DD	17×14	20×13	17×15
13	18×16		21×18	15×10	20×15
14	14×12		13×10	14×13	14×11
		8DD	—	8×5	8×5
15		6DD	13×3	13×4	12×4
		4DD	8×3	9×4	9×3
		4DD	5×3	5×3	6×4
		4DD	5×2	—	5×2

* CS : Cross section of the enucleated eye

** OP : Ophthalmoscopy

*** DD : Disk diameter (1DD=1.5mm)

— : Not detected

Table 4. Detectability of tumors

	MRI	US	CT
14 Unenhanced cases	11/14 (78.5%)	13/14 (92.9%)	11/14 (78.5%)
13 Enhanced cases	13/13 (100%)	11/13 (84.6%)	11/13 (84.6%)
Total	24/27 (88.9%)	24/27 (88.9%)	22/27 (81.5%)

び硝子体より低信号を示す腫瘍とは明瞭に区別できた。T1 強調像では、網膜剝離は腫瘍とほぼ等信号を示し病変の範囲を描出できなかった。しかし、造影 MRI では腫瘍は著明な増強効果を示し、増強効果のない網膜剝離の範囲が明瞭となった (Fig. 2)。

出血を伴った網膜剝離は1例に認められ、T1 強調像では著明な高信号を示し、その範囲は明瞭に描出された。しかし、造影 MRI では腫瘍が著明に造影されたために、高信号の網膜剝離との境界は不明瞭となった。T2 強調像では腫瘍および網膜剝離がともに低信号を示

したために、両者の区別は困難であった (Fig. 1)。

US では、網膜剝離は腫瘍と同様の充実性エコーを示し、その区別が困難な例が 2 病変存在した。CT では、4 病変で網膜剝離と腫瘍はほぼ同濃度を呈し、分離が困難であった (Fig. 2)。

IV. 考 察

網膜芽細胞腫は比較的稀な腫瘍であるが^{1,2)}、小児の眼球内悪性腫瘍のうちでは最も頻度の高い腫瘍であり¹³⁾、他の良性の疾患を鑑別することは非常に重要なことである。画像診断上の網膜芽細胞腫の特徴は内部に石灰化を伴った腫瘍であり、CT では約 9 割以上の症例で石灰化像を伴うとされている^{3,4,6)}。US でも石灰化像の描出は比較的容易で鑑別診断に有用である^{5,13)}。特に 3 歳以下で眼球内腫瘍に石灰化像を認めた時はほとんどが網膜芽細胞腫であるとされる^{3,6,14)}。今回われわれの症例でも 15 例中 13 例 (87%) に少なくとも 1 つの腫瘍内に石灰化像が認められ、診断に非常に有用であった。

しかし、石灰化を伴わない網膜芽細胞腫の場合は CT, US では他の疾患との鑑別は困難となる^{6,13)}。特に石灰化を伴わない網膜芽細胞腫の多くは Diffuse type に含まれ、眼底検査でも診断が困難な例が多い¹³⁾。このような場合、MRI の T2 強調像において網膜芽細胞腫は硝子体と比較して低信号を示し、これが第 1 次硝子体過形成遺残や Coats 病などの他の白色腫孔を呈する疾患との鑑別に有用とされている^{12,13,17)}。今回のわれわれの検討でも、石灰化のない 2 例において T2 強調像で腫瘍は低信号を呈し診断に有用であった。しかし、T2 強調像は撮像に長時間を要し、小児の検査には多少不向きとも考えられる。また高磁場の MRI 装置では Chemical shift によるアーチファクトが起こり得るので、これによる画像の劣化にも注意を要する。

最近、眼球内腫瘍に Gd-DTPA を用いた造影 MRI の報告がなされ²¹⁻²⁴⁾、悪性黒色腫、脈絡膜転移、脈絡膜血管腫では大部分の腫瘍は明瞭な増強効果を示し、増強効果の差による鑑別は困難とされている。網膜芽細胞腫も著明な増強効果を示し、眼球内腫瘍の鑑別診断における造影 MRI の有用性は少ない²⁵⁾。しかし、造影 MRI は、造影 CT と比較して腫瘍の造影剤による増強効果は明瞭であり、またヨードによる副作用もないので、白色腫孔を示す他の良性疾患と網膜芽細胞腫との鑑別には有用性が期待される。

つぎに網膜芽細胞腫の大きさに関する腫瘍描出能について述べる。まず、腫瘍径が 3mm 以下の小腫瘍はいずれの画像診断でも描出ができなかった。しかし 3mm

以下の小さい腫瘍は多発病変の一部である場合がほとんどで、眼底検査による診断が容易であることもあり、臨床問題は少ないと思われる。腫瘍径が 10mm 以上の大きな腫瘍は、MRI, US, CT の各画像診断での描出能に差はなく、各病変とも同様に描出された。10mm 以上の大きな腫瘍は硝子体の混濁を伴いやすいので、眼底検査での診断が困難となりやすく、画像診断の必要性が高い。4~10mm の間の大きさの腫瘍の描出では、造影 MRI は US, CT より優れており、有用な検査と考えられる。しかし、小児の検査法としては撮像時間が CT や US と比較して長いことは重大な欠点である。

網膜剝離の診断については多くの報告^{15,18,19,25)}と同様にわれわれの検討でも MRI は CT と比較して非常に有用であり、また US に比較しても有用であった。さらに、網膜芽細胞腫に随伴する網膜剝離は出血を伴いやすく^{5,12)} T1 強調像で高信号を呈すると報告されているが、われわれの症例でも 1 例で高信号を呈し subretinal fluid の性状の診断に MRI は有用であると考えられた。

V. ま と め

網膜芽細胞腫は、MRI の T1 強調像では硝子体より高信号、脳白質とほぼ等信号を示し、T2 強調像では硝子体より低信号、脳白質とほぼ等信号を示した。造影 MRI では腫瘍は著明な増強効果を示し脳白質より高信号となった。MRI は US および CT に比較して石灰化の検出は困難であり、網膜芽細胞腫の診断の特異性はやや劣る。一方、腫瘍内石灰化のない症例の診断、網膜剝離の診断に関しては MRI は有用であり、さらに造影 MRI は腫瘍の描出能向上に有効であった。しかし撮像時間は長くなるので撮像時間の高速化が望まれる。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました千葉大学医学部放射線科有水 昇教授に深甚なる謝意を表します。また、本研究の機会を与えて頂き、御指導賜った帝京大学医学部市原病院放射線科川名正直教授、同眼科箕田健生教授に深謝いたします。本論文は審査学位論文である。

SUMMARY

Fifteen patients (24 eyes) with retinoblastoma were studied with magnetic resonance (MR) imaging, computed tomography (CT) and ultrasonography (US). Seven (13 eyes) of the 15 patients were examined with Gadolinium-DTPA-enhanced MR imaging. The advantage and disadvantage of MR imaging were evaluated, comparing with CT and US. Retinoblastoma was imaged with slight hyperintensity relative to the vitreous

on T1-weighted image and hyperintensity on T2-weighted image. After intravenous Gd-DTPA injection, the tumors showed a significant signal increase, which improved the detectability. In the diagnosis of retinoblastoma, MR imaging was not as specific as CT and US because it could not detect calcification. Moreover, since MR imaging is slower than CT and US in scan time, it was not suitable for the examination of young children. However MR imaging proved useful in the detection and evaluation of associated retinal detachment. We conclude that MR imaging, including Gadolinium-enhanced study, is as useful as CT and US in the diagnosis of retinoblastoma, except for the detection of calcification. We hope that a fast scanning MR technique could be used in the evaluation of retinoblastoma.

文 献

- 1) Danzinger A and Price HI: CT findings in retinoblastoma. *Am J Roentgenol* 133: 783-785, 1979.
- 2) Zimmerman RA and Bilaniuk LT: Computed tomography in evaluation of patients with bilateral retinoblastoma. *J Comput Assist Tomogr* 3: 251-257, 1979.
- 3) Hedges TR III, Pozzi-Mucelli R, Char DH and Newton TH: Computed tomographic demonstration of ocular calcification: Correlations with clinical and pathological findings. *Neuroradiology* 23: 15-21, 1982.
- 4) Arrig PG, Hedges TR and Char DH: Computed tomography in the diagnosis of retinoblastoma. *Br J Ophthalmol* 67: 588-591, 1983.
- 5) Harris GJ, Alan WL and Reeser FH: Intraocular evaluation by computed tomography. *Int Ophthalmol Clin* 4: 197-217, 1982.
- 6) Char DH, Hedges TR and Norman D: Retinoblastoma: CT diagnosis. *Ophthalmology* 91: 1347-1350, 1984.
- 7) Berges O, Vignaud J and Aubin ML: Comparison of sonography and computed tomography in the study of orbital space occupying lesions. *Am J Neuroradiol* 5: 247-251, 1984.
- 8) Sobel DF, Kelly W, Kjos BO, Char D, Brant-Zawadzki M and Norman D: MR imaging of orbital and ocular disease. *Am J Neuroradiol* 5: 259-264, 1985.
- 9) 小松 章, 染谷恵美子, 太根節直: 眼科の映像診断における CT-scan と超音波診断の比較. *眼紀* 35: 2345-2354, 1984.
- 10) 太根節直: 眼科画像診断における X線 CT と超音波. *眼科* 28: 433-444, 1986.
- 11) 山下康行, 佐藤龍一, 坂本祐二, 小島龍太郎, 高橋睦正, 小国達郎, 丸岡晶子, 岡村良一: 眼窩疾患の MRI. *日磁医誌* 9: 51-63, 1989.
- 12) Haik BG, Saint Louis L, Smith ME, Ellsworth RH, Abramson DH, Cahill P, Deck M and Coleman J: Magnetic resonance imaging in the evaluation of leukocoria. *Ophthalmology* 92: 1143-1152, 1985.
- 13) Mafee MF, Goldberg MF, Greenwald MJ, Schulman J, Malmel A and Flanders AE: Retinoblastoma and simulating lesion: Role of CT and MR imaging. *Radiol Clin North Am* 25: 667-682, 1987.
- 14) Mafee MF, Goldberg MF, Cohen SB, Gotsis ED, Safran M, Chekuri L and Raofi B: Magnetic resonance imaging versus computed tomography of leukocoric eyes and use of in vitro proton magnetic resonance spectroscopy of retinoblastoma. *Ophthalmology* 96: 965-976, 1989.
- 15) 坪井一穂, 能勢晴美, 本村幸子: 眼内腫瘍の MRI. *日磁医誌* 9: 153-160, 1989.
- 16) Sullivan JA and Harms SE: Surface-coil MR imaging of orbital neoplasms. *Am J Neuroradiol* 7: 29-34, 1986.
- 17) 西野和明, 前川 浩, 竹田宗泰, 中川 喬, 玉川光春, 竹田 眞: 白色瞳孔に対する CT と磁気共鳴画像の有用性. *臨床眼科* 44: 1751-1755, 1990.
- 18) Bilaniuk LT, Atlas SW and Zimmerman RA: Magnetic resonance imaging of orbit. *Radiol Clin North Am* 25: 509-528, 1987.
- 19) Peyster RG, Augsburg JJ, Shields JA, Hershey BL, Bagle R Jr and Haskin ME: Intraocular tumors: evaluation with MR imaging. *Radiology* 168: 773-779, 1988.
- 20) Wilms G, Dralands G, Van Fraeyenhoven L, Decrop E, Demaerel P, Van Eyck L, Marchal G, Van Hecke P and Baert AL: Magnetic resonance imaging in lesions of the eye globe. *J Belge Radiol* 72: 165-172, 1989.
- 21) Adam G, Brab M, Bohndorf K and Gunter RW: Gadolinium DTPA-enhanced MRI of intraocular tumors. *Magn Reson Imag* 8: 638-689, 1990.
- 22) 西野和明, 前川 浩, 竹田宗泰, 中川 喬, 玉川光春, 佐藤昌明, 竹田 眞: 眼内腫瘍に対する磁気共鳴画像用造影剤 Gd-DTPA の有用性. *臨床眼科* 45: 1758-1788, 1991.
- 23) Bond JB, Haik BG, Mihara F and Gupta KL: Magnetic resonance imaging of Choroidal melanoma with and without Gadolinium contrast enhancement. *Ophthalmology* 98: 459-466, 1991.
- 24) Mihara F, Gupta KL, Murayama S, Lee N, Bond JB and Haik BG: MR imaging of malignant uveal melanoma: Role of pulse sequence and contrast enhancement. *Am J Neuroradiol* 12: 991-996, 1991.
- 25) 松本俊一, 蓮尾金博, 内野 晃, 松浦泰雄, 宜保昌樹, 増田康治, 大西克尚: 眼球内病変の MR Imaging—CT 所見との対比を中心に—. *日本医放会誌* 52: 721-724, 1992.