

Title	脳梁損傷のMR imaging
Author(s)	宮川, 国久; 加地, 辰美; 塚本, 浩 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(7), p. 949-959
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19015
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

脳梁損傷のMR imaging

1) 国立がんセンター放射線診断部

2) 聖マリアンナ医科大学放射線医学教室

宮川 国久¹⁾ 加地 辰美²⁾ 塚本 浩²⁾ 星川 嘉一²⁾
谷 一朗²⁾ 蘆田 浩²⁾ 作山 携子²⁾ 石川 徹²⁾

（平成3年10月3日受付）

（平成3年11月13日最終原稿受付）

MR Imaging of Corpus Callosal Injuries

Kunihisa Miyakawa¹⁾, Tatsumi Kaji²⁾, Hiroshi Tsukamoto²⁾, Yoshikazu Hoshikawa²⁾,
Ichiro Tani²⁾, Hiroshi Ashida²⁾, Keiko Sakuyama²⁾
and Tohru Ishikawa²⁾

1) Department of Diagnostic Radiology, National Cancer Center Hospital

2) Department of Radiology, St. Marianna University School of Medicine

Research Code No. : 503.9

Key Words : *Corpus callosum, Head trauma, MR imaging,
Diffuse axonal injury*

The MR imaging and CT findings of corpus callosal injury were analyzed in 32 of 224 patients with acute head injuries. MR imaging was more sensitive than CT in the detection of callosal injuries. All 9 hemorrhagic lesions were visualized on both MR imaging and CT. Fifteen of 23 nonhemorrhagic lesions were not visualized on CT, although all nonhemorrhagic lesions were visualized on MR imaging. Twenty-four lesions of the corpus callosum were located in the splenium, but no lesion was located in the rostrum. Diffuse axonal shear injuries were visualized in 25 patients with callosal injury as associated traumatic lesions. Twenty-three patients with callosal injury had low initial Glasgow Coma Scale scores (less than 9), but 9 patients had high scores. Associated diffuse axonal shear injuries, especially in the brain stem could be a possible explanation for this difference.

MR imaging is useful to detect traumatic lesions of the corpus callosum.

頭部外傷に於ける脳梁損傷は剖検例では比較的頻度が高いものの^{1)~3)}、その画像診断の報告は少ない^{4)~8)}。今回我々は32例の脳梁損傷を経験したので、そのMRI所見を中心に報告する。

対象と方法

対象は、頭部外傷から3週間以内にMRIの施行された224例中、脳梁損傷が認められた32例(14%)であった。男24例、女8例で、年齢は3から66歳で、平均年齢は23歳であった。受傷機転は全例交通事故であった。

MR装置はPhilips社製超電導1.5T Gyroscan S15を主として用い、5例では東芝社製超電導0.5T MRT-50Aを用いた。撮像はspin echo法を用いて、T1強調像として460~700/19~30/1~4 (TR/TE/excitations)、T2強調像として2,000~3,000/80~120/1~2 (TR/TE/excitations)を用い、横断像を中心に適宜冠状断像、矢状断像を追加した。

初回MRIは外傷当日から19日(平均4.6日)後であった。経過観察のMRIは23例に行われ、その

時期は初回 MR より 7 日から 1 年後であった。

脳梁損傷の診断基準としては、手術等による診断が不可能なために、CT と MRI 双方に脳梁に異常を認めた場合と、MRI で連続する 2 スライス以上、あるいは横断像、冠状断像、矢状断像のうち異なる 2 方向以上で異常信号を認めた場合に脳梁損傷と診断した。

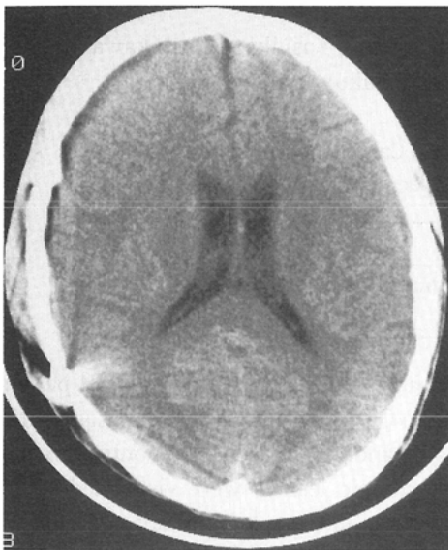
また MRI で脳梁損傷部位が T1 強調像で白質よりも高信号を呈する部位がある場合および T2 強調像で高信号内に低信号が存在している場合に

は、出血性病変と診断した⁹⁾。

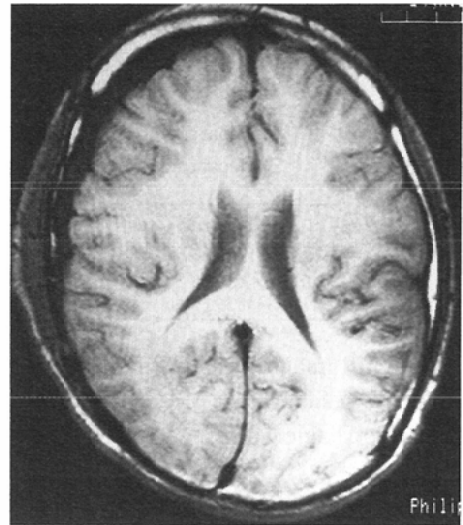
検討項目は脳梁損傷の MRI 所見、脳梁損傷の部位、頭蓋内合併損傷であった。CT との比較検討も行った。初診時の Glasgow Coma Scale (以下 GCS) で意識レベルとの関連についても検討した。また脳梁損傷の機序についても検討した。

結 果

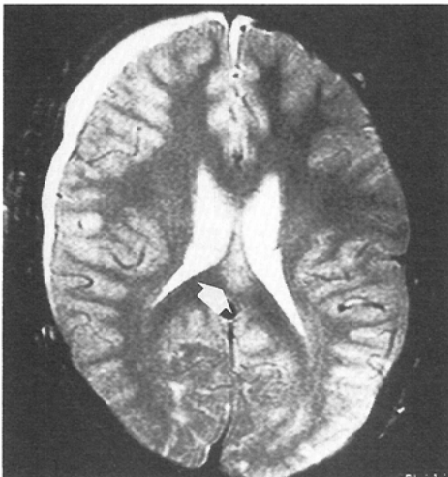
脳梁損傷は、非出血性病変が 23 例 (72%) 出血性病変は 9 例 (28%) であった (Table 1)。T1 強調像では 7 例 (22%) が描出されず、それらは非出血性で小さい病変であった (Fig. 1)。T1 強調像



a



b



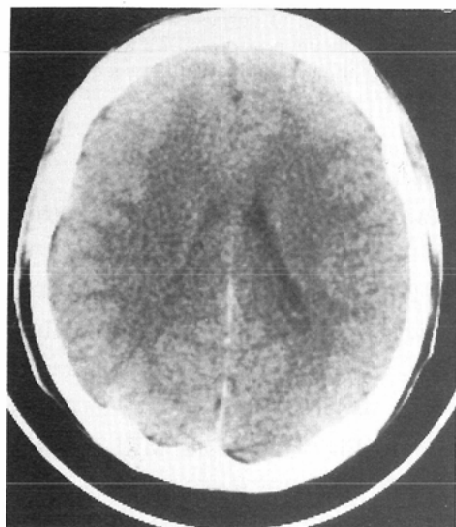
c

Fig. 1 17-year-old man.

a. CT shows right subdural fluid collection. No definite abnormality of corpus callosum is seen. b. T1-weighted image shows no abnormality of corpus callosum. c. T2-weighted image shows a non-hemorrhagic lesion in splenium of corpus callosum (arrow).

Table 1 Visibility of Traumatic Lesions of the Corpus Callosum with CT and MRI

Modality	No. of Patients(%)		
	Hemorrhagic Lesions	Nonhemorrhagic Lesions	Total
MRI			
T1 weighted image	9(100)	16(70)	25(78)
T2 weighted image	9(100)	23(100)	32(100)
CT	9(100)	8(35)	17(53)
Total	9	23	32



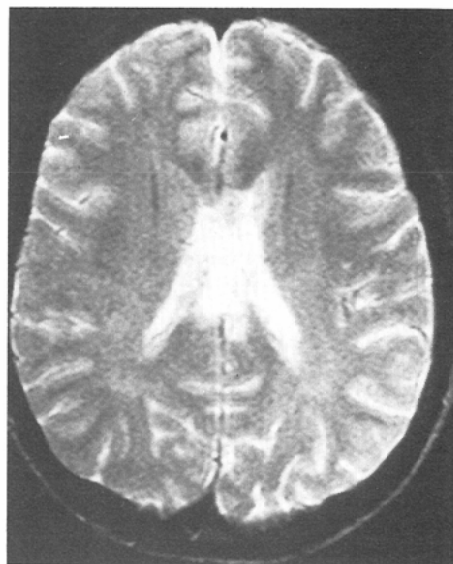
a



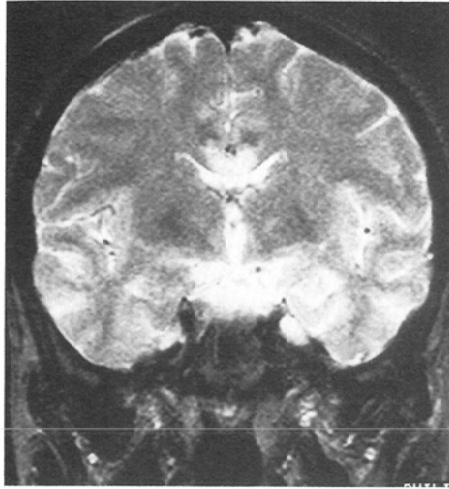
b



c



d



e

で描出された場合でも、T2強調像に比べ辺縁のはっきりしない例もあった(Fig. 2)。T2強調像では出血性病変(Fig. 3)・非出血性病変ともに全例描出された。またT2強調横断像で脳梁体部の非出血性損傷は、高信号を呈する側脳室との区別が困難なことがあったが、冠状断像では区別は容易であった(Fig. 2)。また正中矢状断像は脳梁の全体像が描出できた(Fig. 4)。しかし体動の大きい患者では、正中矢状断像を得るのが困難な場合もあった。

脳梁損傷の部位としては、吻部に損傷は認められず、膝部・体部・膨大部にTable 2の如く損傷が認められた。とくに膨大部の損傷は24例(75%)に認められた。脳梁損傷は18例で単発性であり、14例では多発性であった。損傷が左右対称性に存

Table 2 Location of Corpus Callosal Injuries

	No. of Patients		
	GCS≤8	GCS≥9	Total
Rostrum	0	0	0
Genu	3	0	3
Body	3	1	4
Splenium	5	3	8
Genu・body	0	1	1
Body・splenium	10	3	13
Genu・body・splenium	2	1	3
Total	23	9	32

Fig. 2 18-year-old man.

a. CT on the day of injury. No abnormality of corpus callosum is seen. b. Follow-up CT 6 days after injury. A low density area is seen in body and splenium of corpus callosum (arrow). The margin of the low density area is not clear. c. Axial T1 weighted image 5 days after injury. Traumatic lesion of corpus callosum is visualized as faint low intensity. The margin of the low intensity area is not clear. d. Axial T2 weighted image 5 days after injury. Traumatic lesion of corpus callosum is visualized as high intensity. The extent and margin of high intensity area on T2 weighted image are larger and more distinct than those of low intensity area on T1 weighted image. But distinction between the lesion of corpus callosum and lateral ventricle is difficult. e. Coronal T2 weighted image 5 days after injury. Distinction between the two is apparent.

在していたのは16例、左右非対称性は16例であった。

受傷2日以降に初回MRIが施行された28例では、受傷9日後以降に経過観察のMRIが施行されたが、脳梁内の異常信号域は不変ないし縮小しており、縮小している場合には、脳梁の萎縮が認められた(Fig. 4)。また初回MRIが受傷当日であった4例(出血性病変・非出血性病変各々2例)全例は、受傷7日から9日後の経過観察のMRIで脳梁内の異常信号域は拡大していた。そのうちの1例では、再度経過観察のMRIが受傷26日後

Table 3 Relationship of Corpus Collosum Injury to Other Traumatic Lesions

	No. of Patients		
	GCS≤8	GCS≥9	Total
Subarachnoid hemorrhage	13	6	19
Intraventricular hemorrhage	11	3	14
Extraaxial hemorrhage	8	2	10
Axonal injury	19	6	25
Cerebral white matter	13	6	19
Midbrain	10	0	10
Pons	5	0	5
Cerebellar white matter	5	0	5
Cortical contusion	8	2	10
Thalamus	8	1	9
Putamen	2	2	4
Skull fracture	5	2	7
Total	23	9	32

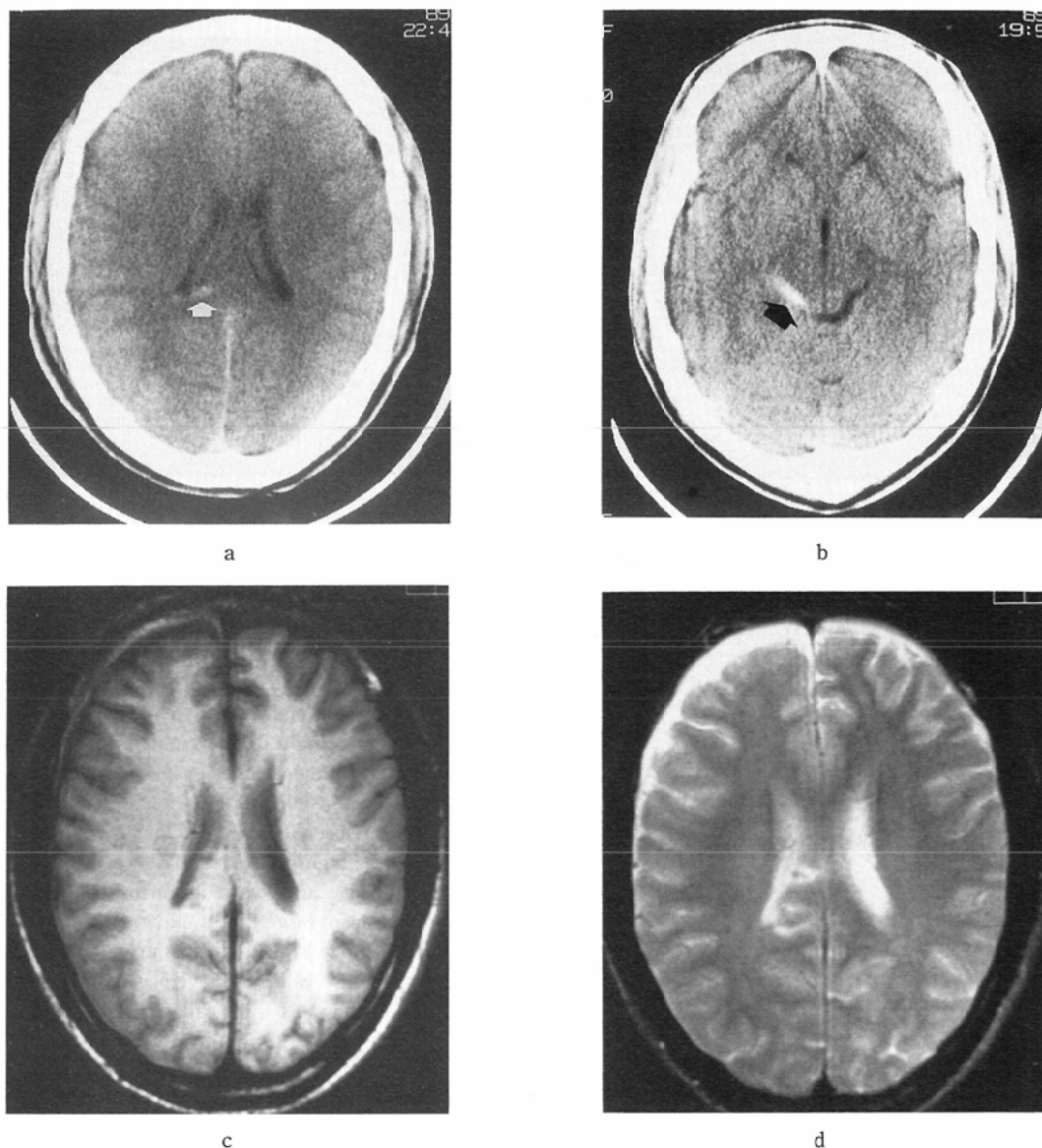


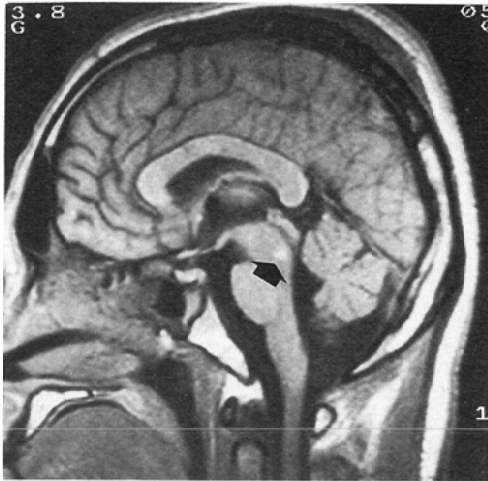
Fig. 3 19-year-old man.

a. CT on the day of injury shows a hemorrhagic lesion in body and splenium of corpus callosum (arrow). Minimal amount of hemorrhage is also seen in right lateral ventricle. b. CT shows minimal subarachnoid hemorrhage in ambient and quadrigeminal cisterns (arrow). c. T1 weighted image 8 days after injury shows high and low intensity areas in traumatic lesion of corpus callosum. d. T2 weighted image also shows high and low intensity areas.

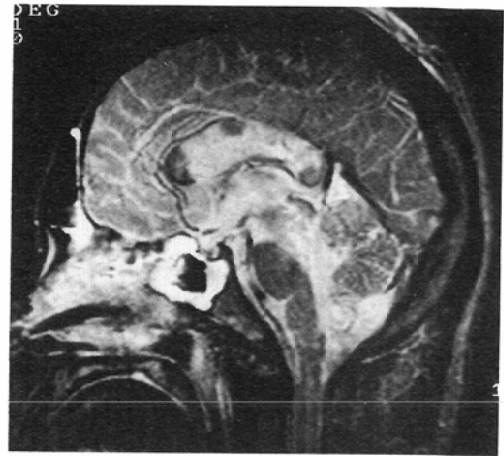
に施行されたが、脳梁の萎縮は認められず、異常信号域の縮小が認められた (Fig. 5).

CT との比較では、脳梁損傷32例中17例 (53%) にCTで損傷が認められた (Table 1). CTで認め

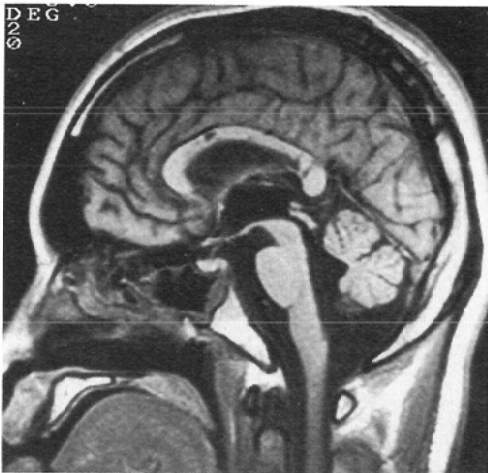
られた損傷範囲はMRIに比べ狭く、辺縁もはっきりしない例が多く、脳梁損傷の描出にMRIよりもCTが優れている例はなかった。また初診時のCTで脳梁損傷の認められたのは、17例のうち



a



b



c

Fig. 4 18-year-old man.

a. Sagittal T1 weighted image 10 days after injury. Multiple tiny low intensity areas are seen in genu, body, and splenium of corpus callosum. A high intensity area of midbrain is seen (arrow), suggesting injury. b. Sagittal T2 weighted image 10 days after injury. Traumatic lesions of corpus callosum are visualized as high intensity. The extent of high intensity areas on T2 weighted image is larger than that of low intensity areas on T1 weighted image. High intensity area of midbrain on T2 weighted image is also larger. c. Follow-up sagittal T1 weighted image 42 days after injury. Low intensity areas of corpus callosum have become more clear. Diffuse atrophy of corpus callosum is seen.

9例であり、すべて出血性病変であった(Fig. 3)。その他8例の非出血性病変は初診時のCTで脳梁損傷が不明なもの、2日から24日(平均8.3日)経過後のCTで、損傷部が低吸収域として描出された(Fig. 5)。

頭蓋内合併損傷は全例に認められた(Table 3)。くも膜下出血が19例と高頻度に合併していた。くも膜下出血の部位としては、迂回槽・四丘体槽に10例と高頻度に認めた(Fig. 3)。脳室内出血も14例と高頻度に認められた(Fig. 3)。axonal injuryと考えられる大脳白質・中脳・橋・小脳白質等の損傷も25例に認められた(Fig. 4, 6)。大脳灰白質の損傷は10例に認めた。視床や被殻の損傷

は各々9例、4例に認められた。また頭蓋骨骨折を7例に認めた。

初診時のGCSは4点から14点で、平均は7.7点であった。意識障害が軽度であるGCS 9点以上の9例と意識障害が強いGCS 8点以下23例との2群にわけ脳梁損傷の部位や、合併損傷等を比較した(Table 2, 3)。意識障害の軽度な群では、脳梁損傷部位に特徴はなく、左右対称性のことが多かったが有意差はなかった。合併損傷として、意識障害の軽度な群では、中脳・橋・小脳白質の損傷は認められなかった。とくに中脳損傷の合併は5%以下の危険率で有意差を認めた。

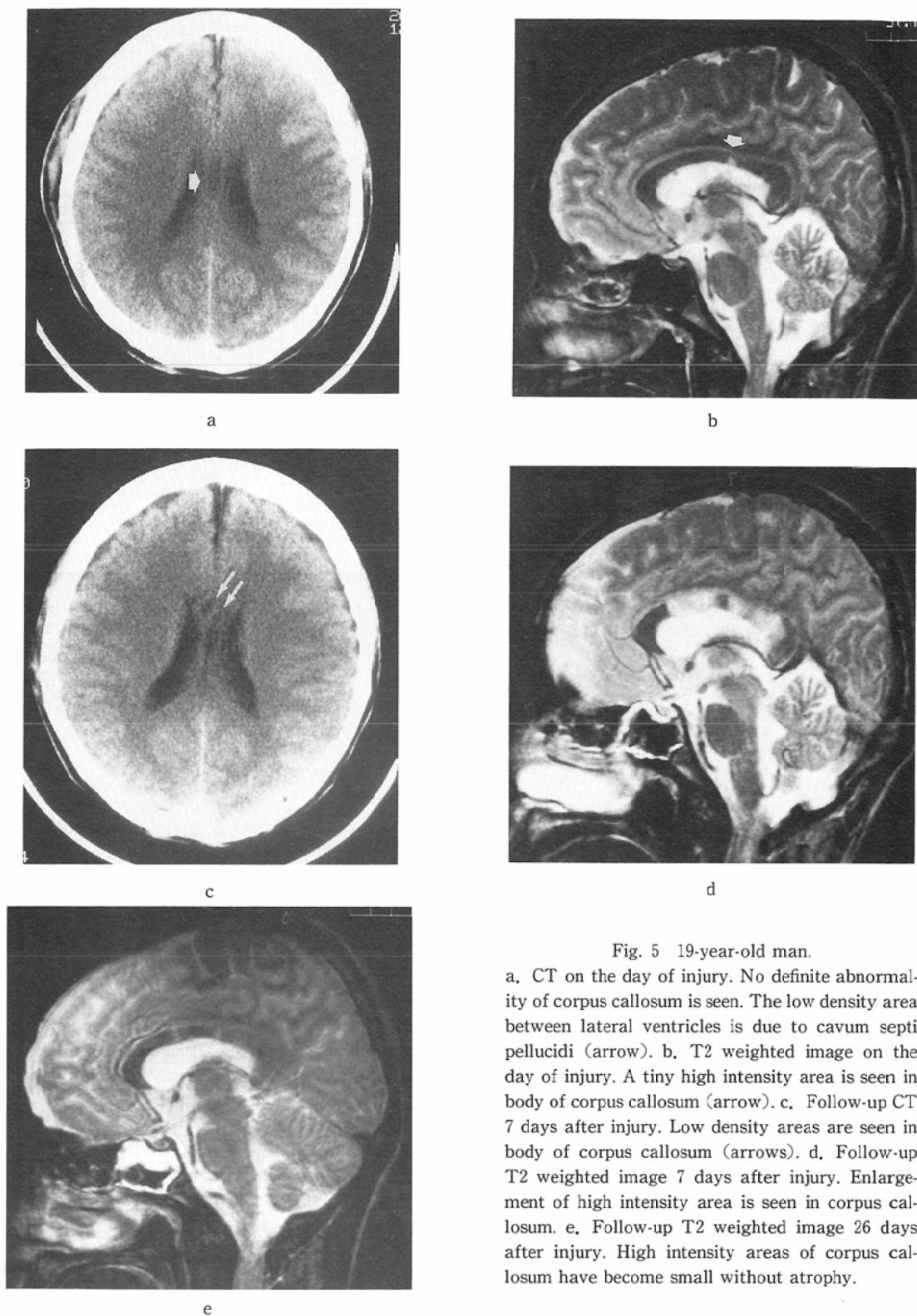


Fig. 5 19-year-old man.

a. CT on the day of injury. No definite abnormality of corpus callosum is seen. The low density area between lateral ventricles is due to cavum septi pellucidi (arrow). b. T2 weighted image on the day of injury. A tiny high intensity area is seen in body of corpus callosum (arrow). c. Follow-up CT 7 days after injury. Low density areas are seen in body of corpus callosum (arrows). d. Follow-up T2 weighted image 7 days after injury. Enlargement of high intensity area is seen in corpus callosum. e. Follow-up T2 weighted image 26 days after injury. High intensity areas of corpus callosum have become small without atrophy.

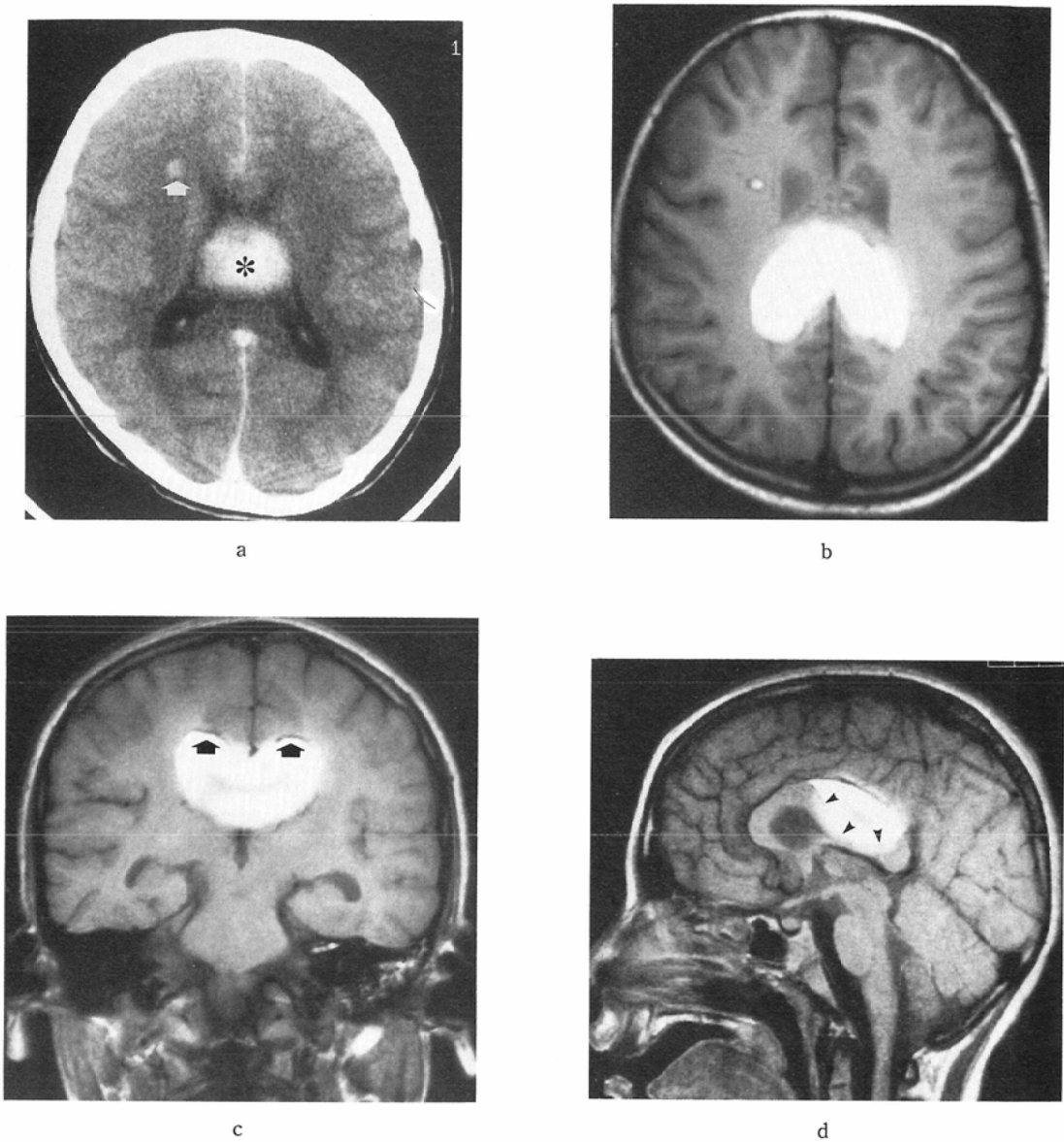


Fig. 6 10-year-old boy.

a. CT on the day of injury. Hemorrhagic lesion is seen in body of corpus callosum (*). Spotty hemorrhage is seen in right cerebral white matter (arrow), suggesting axonal shearing injury. Angiography following CT revealed no extravasation, aneurysm, and arteriovenous malformation. b. Axial T1 weighted image 18 days after injury. Hemorrhagic lesions of corpus callosum and cerebral white matter are visualized as high intensity. c. Coronal T1 weighted image 18 days after injury. Upper deviation of branches of bilateral pericallosal arteries are seen (arrows). d. Sagittal T1 weighted image 18 days after injury. The hematoma pushes corpus callosum downward. High intensity areas are seen in body and splenium of corpus callosum (arrowheads).

考 察

脳梁損傷は、頭部外傷の剖検例では30%前後に認められる¹¹⁻¹³⁾。一方CTでの脳梁損傷の報告は少なく、その頻度はZimmermanらは3%と報告している⁴⁾。対象が死亡例と生存例の差もあるが、CTは非出血性病変の描出に劣ることが大きな原因と考えられる。今回の検討でもCTにおける非出血性脳梁損傷の描出は悪く、特に初診時のCTでは1例も描出されなかった。一方MRIは非出血性の病変の描出に優れるといわれ¹⁰⁾¹¹⁾、出血性脳梁損傷を含め全例描出され、CTに比し脳梁損傷の描出能が劣ると考えられた例はなく、脳梁損傷の診断に有用と考えられる。また非出血性脳梁損傷のときに、初診時のCTで損傷が認められない場合でも経過観察のCTで損傷部位をみとめた例が23例中8例(35%)あり、経過観察のCTも重要と考えられる。

T1強調像とT2強調像との比較では、T2強調像が脳梁損傷の描出に優れていたが、撮像時間が長いことは救急疾患の診断には問題が多く、体動等のartifactも混入しやすい。今後gradient echo法等の高速MRIによる検討が必要と考えられる。また撮像方向は、CTとの比較等のために横断像を中心に撮像した。しかしT2強調横断像では、脳梁体部損傷と隣接する側脳室が同じ信号強度を呈するため区別が困難であった。その場合には冠状断像や矢状断像が有用と考えられた。また矢状断像が脳梁損傷全体の把握には有用と考えられたが、体動が多いときには正確な矢状断面をスキャンすることは困難であり、CTとの比較等の点からも横断像に適宜矢状断像や冠状断像を追加することが実際的であると考えられた。

脳梁異常信号域の拡大が、初回MRIを受傷当日に施行した例のみに経過観察のMRIで認められた。脳梁の虚血壊死の新鮮な病変は認め難く、数日後に明らかになるとの剖検例での報告がある¹⁾。虚血壊死は経過観察での異常信号域の拡大の一つの原因と考えられる。また、その後の経過観察のMRIで異常信号域の縮小に伴う萎縮が認められなかったこと(Fig. 5)、MRIでは、脳実質損傷部位と脳浮腫との鑑別が難しいといわれてい

ることから¹¹⁾¹²⁾、脳梁軸索損傷に伴う浮腫が広がったためとも考えられる¹³⁾。しかしながら、脳梁損傷における異常信号域の拡大については従来報告もなく、自験例も少ないため今後の検討課題と思われる。

脳梁損傷の機序としては、以前より様々な意見がある。Junet¹⁴⁾は外傷時の突然の脳室内髄液圧の上昇による脳梁の断裂、Rowbotham¹⁵⁾は大脳鎌による直接損傷を挙げている。とくに出血量の多い場合には、出血部位が脳梁実質よりも傍脳梁部であることから、大脳鎌による脳梁周囲動脈の直接損傷による出血ではないかとの報告もある(Fig. 6)¹⁶⁾。しかしながらLindenberg¹⁾は、脳室内髄液圧の上昇による脳梁の断裂は力学的に考えにくく、大脳鎌による直接損傷も、解剖学的に脳梁が大脳鎌と接触する可能性は脳梁膨大部正中がもっとも高いにもかかわらず、他の部位にも損傷が多く認められることから脳梁損傷の主要原因とはなりにくいとし、両側大脳半球の移動により脳梁に牽引力stretchingがかかるため脳梁損傷がおけると述べている。Adams¹⁷⁾は、脳梁は左右の交連線維の多く存在するところでもあり、shear strainにともなうdiffuse axonal injury(以下DAI)が起り易いためと報告している。脳梁の損傷は中脳背外側の出血や大脳白質軸索の広範な損傷とともにDAIのtriadとされており¹²⁾、DAIは外傷直後より強い意識障害を示す。我々の検討でも意識障害の強い例が多く、大脳白質・中脳等にも損傷が多く認められ、脳梁損傷はDAIによるものが多いと考えられた。

しかしながら意識障害の強い例でも、大脳白質や脳幹に損傷を認めないこともあった。その原因の一つとして脳梁損傷は巨視的であり、大脳白質の軸索損傷や脳幹の病変は微視的であるために⁸⁾¹⁷⁾、MRIで損傷部位が描出されないことが考えられる。脳脊髄液内の乳酸濃度の上昇より脳損傷が示唆されるものの、MRIで異常所見を示さない例を挙げ、脳損傷の程度が軽い場合には、MRIで描出できないとの報告¹⁸⁾もみられる。

また意識障害が軽度でDAIと考えられない症例も認めたが、意識障害が軽度でも脳梁損傷が認

められるとの臨床例¹⁹⁾や動物実験例²⁰⁾も報告されている。比較的軽微な外力であったために shear strain や stretching のかかりやすい脳梁は損傷を受けたものの、大脳白質や中脳等の脳幹の軸索損傷程度は軽く、そのため意識障害は軽度であったと考えられる。

脳梁損傷部位としては、吻部に損傷は認められず、膨大部に損傷を認めた例が75%と多かったが、これは諸家の報告とほぼ一致していた¹⁸⁾。脳梁の後方ほど大脳鎌が長いために大脳半球の移動の際に妨げになることが脳梁膨大部の損傷が多くなる原因と考えられる⁸⁾。

合併損傷として、くも膜下出血が迂回槽・四丘体槽周辺に多く認められたのは、テント切痕による直接損傷も考えられるが²¹⁾、shear strain が脳幹部周辺に生じやすいためと考えられる²²⁾²³⁾。同様に shear strain により脳梁近傍の血管が損傷されるために、脳室内出血をきたしたと思われる²⁴⁾。

以上のように、CTで描出されないような脳梁損傷でもMRIではよく描出される。しかしながらMRIは撮像時間が長い、骨折の治療等のために金属が挿入された患者では撮像できない等の欠点がある。外傷患者全例にMRIを施行することは困難であるが、脳梁損傷はDAIの存在を示唆するため、意識障害が強いにもかかわらずCTで異常所見に乏しい場合には、MRIの施行が望ましいと考えられる。

結 語

1. 脳梁損傷の画像をMRIを中心に報告した。
2. MRIはCTに比べ、脳梁損傷の描出に優れ、特にT2強調像は非出血性損傷の診断に有用と考えられる。
3. 脳梁損傷は、stretching や shear strain により生じると考えられる。
4. 意識状態の悪い例が多く認められたが、意識障害の軽度な例も存在し、その違いは合併するDAIの多寡によると考えられる。

文 献

- 1) Lindenberg R, Fisher RS, Durlacher SH, et al: Lesions of the corpus callosum following blunt mechanical trauma to the head. *Am J Pathol* 31: 297-317, 1955
- 2) Adams JH, Graham DI, Murray LS, et al: Diffuse axonal injury due to nonmissile head injury in humans: An analysis of 45 cases. *Ann Neurol* 12: 557-563, 1982
- 3) Pliz P: Axonal injury in head injury. *Acta Neurochir [Suppl] (Wien)* 32: 119-123, 1983
- 4) Zimmerman RA, Bllanluk LT, Genneralli T: Computed tomography of shearing injuries of the cerebral white matter. *Radiol* 127: 393-396, 1978
- 5) 重森 稔, 白浜盛久, 徳富孝志, 他: 外傷性脳梁出血, CT研究, 3: 230-231, 1981
- 6) Shigemori M, Nojyo N, Yuge T, et al: Massive traumatic hematoma of corpus callosum. *Acta Neurochir* 81: 36-39, 1986
- 7) Reinartz SJ, Coffman CE, Smoker WR, et al: MR imaging of the corpus callosum: Normal and pathologic findings and correlation with CT. *Am J Neuroradiol* 9: 649-656, 1988
- 8) Gentry LR, Thompson B, Godersky JC: Trauma to the corpus callosum: MR features. *Am J Neuroradiol* 9: 1129-1138, 1988
- 9) Gomori JM, Grossman RI, Goldberg HI, et al: Intracranial hematomas: Imaging by high-field MR. *Radiol* 157: 87-93, 1985
- 10) Han JS, Kaufman B, Alfydi RJ, et al: Head trauma evaluated by magnetic resonance and computed tomography: A comparison. *Radiol* 150: 71-77, 1984
- 11) Snow RB, Zimmerman RD, Gandy SE, et al: Comparison of magnetic resonance imaging and computed tomography in the evaluation of head injury. *Neuroradiol* 18: 45-52, 1986
- 12) Hadley DM, Teasdale GM, Jemkins A, et al: Magnetic resonance imaging in acute head injury. *Clinical Radiol* 39: 131-139, 1988
- 13) Adams JH, Gennarelli TA, Graham DI: Brain damage in non-missile head injury: Observations in man and subhuman primate. In: Smith WT ed, *Recent advances in neuropathology*, Vol 2, Edinburgh: Churchill Livingstone, p165-190, 1982
- 14) Junet W: Formes rares de traumatismes cranio-cerebraux. *Helvet Med Acta* 5: 818-821, 1938
- 15) Rowbotham GF: *Acute injuries of the head*. Williams & Wilkins, Baltimore, p3500, 1949
- 16) 志村俊郎, 中澤省三, 横田裕行, 他: 外傷性脳梁出血の2剖検例, 救急医学, 12: 1159-1162, 1988
- 17) Adams JH, Mitchell DE, Graham DI, et al: Diffuse brain damage of immediate impact

- type: Its relation ship to 'primary brain-stem damage' in head injury. *Brain* 100: 489—502, 1977
- 18) 岩井敦志, 木下順弘, 吉岡敏治, 他: 軽微なCT所見にかかわらず意識障害が遷延した頭部外傷患者のMRI像による検討, *救急医学*, 14: 87—92, 1990
- 19) 小林土郎, 横田裕行, 矢嶋浩三, 他: 軽症型外傷性脳梁出血の1例, *CT研究*, 7: 210—211, 1984
- 20) 中村紀夫: 頭部外像. p766—769, 1986, 文光堂, 東京
- 21) 滝沢貴昭, 松本 皓, 佐藤昇樹, 他: 外傷性クモ膜下出血の臨床的検討, *Neurol Med Chir (Tokyo)* 24: 390—395, 1984
- 22) Holbourn AHS: The mechanism of brain injuries. *Br Med Bull* 3: 147—149, 1945
- 23) 安川浩司, 重田裕明, 百瀬玄機, 他: 外傷性クモ膜下出血, *脳神経外科*, 16: 482—486, 1988
- 24) 水野 誠, 栗本 久, 山内康雄, 他: 外傷性脳室内出血, *Neurol Med Chir (Tokyo)* 28: 380—386, 1988
-