



Title	脳性麻痺のMR imaging-病型との対比-
Author(s)	鷺野谷, 利幸; 山口, 慶一郎; 国吉, 和秀 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(7), p. 490-495
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15162
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

脳性麻痺のMR imaging

一病型との対比—

鷺野谷利幸¹⁾ 山口慶一郎²⁾ 国吉 和秀³⁾
諸見里秀和²⁾ 大兼 剛²⁾ 堀川 歩²⁾ 新里早奈枝²⁾
又吉 隆⁴⁾ 仲田 行克⁵⁾ 高江洲悦子⁶⁾ 中野 政雄²⁾

1) 浦添総合病院放射線科 2) 琉球大学医学部放射線科 3) 小禄みなみ診療所内科
4) 大浜第一病院放射線科 5) 沖縄整肢療護園小児科 6) 名護療育園小児科

MR Imaging of Cerebral Palsy

Toshiyuki Saginoya¹⁾, Keiichiro, Yamaguchi²⁾,
Kazuhide Kuniyoshi³⁾, Hidekazu Moromizato²⁾,
Tsuyoshi Ohgane²⁾, Ayumi Horikawa²⁾,
Sanae Shinzato²⁾, Takashi Matayoshi⁴⁾,
Yukikatsu Nakada⁵⁾, Etsuko Takaesu⁶⁾, Masao Nakano²⁾

We evaluated 35 patients with cerebral palsy on the basis of MR imaging findings in the brain. The types of palsy were spastic quadriplegia (n = 11), spastic diplegia (n = 9), spastic hemiplegia (n = 2), double hemiplegia (n = 1), athetosis (n = 10) and mixed (n = 2). Of all patients, 28 (80%) generated abnormal findings. In spastic quadriplegia, although eight cases revealed severe brain damage, two cases showed no abnormal findings in the brain. One of the three had cervical cord compression caused by atlanto-axial subluxation. In spastic diplegia, the findings were divided according to whether the patient was born at term or preterm. If the patient had been born prematurely, the findings showed periventricular leukomalacia and abnormally high intensity in the posterior limbs of the internal capsule on T2-weighted images. MR imaging in spastic hemiplegia revealed cerebral infarction. In the athetoid type, half of all cases showed either no abnormal findings or slight widening of the lateral ventricle. Three cases showed abnormal signals of the basal ganglia. The reason why athetoid-type palsy did not show severe abnormality is unknown. We believe that MR imaging is a useful diagnostic modality to detect damage in the brain in cerebral palsy and plays an important role in the differentiation of cerebral palsy from the spastic palsy disease.

Research Code No. : 503.9

Key words : Athetoid type, MR imaging

Received Apr. 14, 1995 ; revision accepted Jul. 25, 1995

- 1) Department of Radiology, Urasoe General Hospital
- 2) Department of Radiology, University of the Ryukyus School of Medicine
- 3) Oroku Minami Clinic
- 4) Department of Radiology, Ohama Daiichi Hospital
- 5) Department of Pediatrics, Okinawa Hospital for Disabled Children
- 6) Department of Pediatrics, Nago Hospital for Disabled Children

はじめに

脳性麻痺(Cerebral Palsy, 以下CP)は, 受胎から新生児(生後4週以内)までの間に生じた, 脳の非進行性病変に基づく, 永続的な, しかし変化しうる運動および姿勢の異常と定義された症候群である(厚生省脳性麻痺研究班, 1968年). その症状は満2歳までに発現するとされており, 進行性疾患や一過性運動障害, または将来正常化するであろうと思われる運動発達遅延は除外される. しばしば精神発達障害(約70%), 言語障害(約60%), てんかん(約50%)を伴い¹⁾, 発生頻度は出生1000例に1.2~2.5例となっている²⁾.

最近になりCPに関するMRIの報告がみられるようになり³⁾⁻⁵⁾, 成因や重症度との対比が行われている. しかし, MRI所見と麻痺のタイプにより分類した病型との関連を報告した文献は少なく, 実際の臨床の場では, その複雑な症状と画像との対比に困惑を覚えることが少なくない. 今回われわれは病型別にCP患者の頭部MRI所見を比較検討したので, 文献的考察を交えて報告する.

対象と方法

対象は, 1991年1月から1994年5月までに臨床的にCPと判定され, 頭部MRIを施行した男性20例, 女性15例の計35例である. 在胎週数は28週~43週(平均37.7週)で, 早期産は10例(28%)であった. 出生体重は1490g~3800g(平均2732.1g)であった. なお, 1例は出生時の詳細が一切不明なため, 平均在胎週数と平均出生時体重は34例につき算出した. なお, 先の1例と周産期の臨床所見が定かでない1例を除く33例のうち, 生下時に仮死のあったものは5例(15%), 何らかの周産期異常がみられたものは26例(75%)であった. MRI施行時の年齢は3歳0カ月~30歳9カ月(平均15歳3カ月)であった(Table 1).

おのおのの症例は, 甘楽の提唱する病型分類に従い分類した⁶⁾. その内訳は, 痙直型23例(65%) (四肢麻痺11例, 両麻痺9例, 片麻痺2例, 重複片麻痺1例), アテトーゼ型10例(28%), 混合型2例(5%)である. なお, 失調型は含まれていない.

使用したMRI装置は、GE社製Resona (0.5T)および日立社製MRH-500 (0.5T)である。撮像条件はおのおのの機種により異なり、spin echo法 470-500/15-23/4 (TR/TE/excitations), とfield echo法 400/20, FA: 90°でT1強調像を、spin echo法 2000-2300/27-40, 100-120/2でT2強調像およびプロトン密度強調像を撮影した。スライス厚は7-10mm, スライス間隔は1mmであった。原則として、位置決めT1強調矢状断像を撮像した後、T1強調およびT2強調像の横断像ならびに冠状断像を撮像した。

得られた画像は、深部白質変性、皮質変化、側脳室の開大・変形、脳梁の菲薄化、基底核信号異常、内包後脚の異常信号の6点につき所見の有無を病型ごとに検討した。

結 果

Table 2にMRI所見のまとめを示す。35例中28例(80%)に何らかの異常所見が見られたが、7例(20%)はほぼ正常所見を示した。

痙性四肢麻痺では、その臨床症状の重症度を反映して所見も複雑で多彩であった。11例のうち3例には、陳旧性脳梗塞が見られ、白質の囊胞変性と脳室拡大、皮質に達する異常信号が見られた。このなかでも重度の周産期異常を有する1例にはびまん性の脳萎縮が見られた(Fig.1)。3例には左右対称性の白質変性が見られ、いずれも錐体路に沿うようにしてT2強調像での異常高信号が見られた。その中の1例は著明な側脳室の開大を、他の1例はレンズ核の異常信号を伴っていた。その他、水無脳症、滑脳症(Fig.2)、小脳形成不全がそれぞれ1例ずつ見られた。残る2例には明らかな異常を認めなかった。しかし、脳実質に異常所見を認めなかった2例のうち1例には、環軸椎亜脱臼による頸髄圧迫が見られた(Fig.3)。

痙性両麻痺では、9例中8例に白質変性、側脳室の開大・変形、脳梁の菲薄化および内包後脚の異常信号といった所見が見られた。これらの異常所見は、患者が早期産か満期産かによって異なった分布が見られた。早期産の症例7例中5例は、T2強調像における側脳室三角部周囲深部白質の高信号化ならびに変性・萎縮といったほぼ同様の所見を示した(Fig.4)。これらの症例では、側脳室三角部が皮質下白質に沿うように外側に尖った形状を呈していた。いずれもperiventricular leukomalacia (PVL)を示していると考えられた。これらPVLを示した症例では、内包後脚背側約2/3にT2強調像での異常な高信号領域が見られた(Fig.5)。早期産の残りの2例中、1例は裂脳症を、他の1例はびまん性の脳萎縮を認めた。満期産の2例では、1例にはT2強調像における深部白質のびまん性高信号化が、残る1例には軽度の脳室開大が見られた。

痙性片麻痺の2例には、いずれも麻痺と対側の脳実質に陳旧性梗塞が見られた(Fig.6)。

アテトーゼ型には特に優位に見られた所見はなく、10例中5例は正常か、わずかに側脳室の開大がみられる程度の

Table 1 Background of Cerebral Palsy

Case	Type of Palsy	Age at HR	Sex	Gestational Age at Birth	Body Weight at Birth	Birth asphyxia	Perinatal events
1	Spastic hemiplegia	14yr.2mo.	M	38wk	3360	(-)	(+)
2	Spastic hemiplegia	4yr.1mo.	F	Term	2680	(-)	(+)
3	Spastic diplegia	18yr.10mo.	F	32wk	1900	?	?
4	Spastic diplegia	12yr.1mo.	M	32wk	1634	(-)	(+)
5	Spastic diplegia	15yr.2mo.	F	32wk	1490	(-)	(-)
6	Spastic diplegia	15yr.6mo.	F	32wk	2350	(-)	(-)
7	Spastic diplegia	15yr.7mo.	M	32wk	1700	(-)	(+)
8	Spastic diplegia	15yr.1mo.	F	33wk	2020	(-)	(+)
9	Spastic diplegia	15yr.3mo.	M	36wk	2200	(-)	(+)
10	Spastic diplegia	30yr.9mo.	M	Term	3000	(-)	(+)
11	Spastic diplegia	18yr.8mo.	M	Term	3460	(-)	(+)
12	Spastic quadriplegia	9yr.2mo.	M	28wk	1890	(-)	(+)
13	Spastic quadriplegia	5yr.6mo.	M	37wk	2636	(-)	(+)
14	Spastic quadriplegia	4yr.10mo.	F	38wk	3710	(-)	(+)
15	Spastic quadriplegia	21yr.2mo.	F	Term	1900	(-)	(+)
16	Spastic quadriplegia	11yr.1mo.	M	Term	3250	(+)	(+)
17	Spastic quadriplegia	7yr.1mo.	M	Term	3360	(-)	(-)
18	Spastic quadriplegia	21yr.10mo.	M	Term	3100	(-)	(-)
19	Spastic quadriplegia	18yr.10mo.	F	Term	3500	(+)	(+)
20	Spastic quadriplegia	11yr.7mo.	M	Term	1936	(+)	(+)
21	Spastic quadriplegia	16yr.0mo.	F	41wk	3085	(-)	(+)
22	Spastic quadriplegia	18yr.2mo.	M	43wk	3100	(-)	(+)
23	Double hemiplegia	20yr.1mo.	F	Term	3250	(-)	(+)
24	Mixed	6yr.0mo.	M	Term	3510	(-)	(+)
25	Mixed	6yr.2mo.	F	Term	3800	(-)	(+)
26	Athetosis	14yr.10mo.	F	36wk	1850	(-)	(+)
27	Athetosis	23yr.1mo.	M	36wk	2200	(-)	(-)
28	Athetosis	24yr.8mo.	F	39wk	2312	(+)	(+)
29	Athetosis	3yr.0mo.	M	39wk	2890	(-)	(+)
30	Athetosis	25yr.2mo.	M	Term	3000	(-)	(-)
31	Athetosis	18yr.1mo.	F	Term	2750	(+)	(+)
32	Athetosis	19yr.0mo.	M	Term	3150	(-)	(+)
33	Athetosis	15yr.5mo.	M	Term	3300	(-)	(+)
34	Athetosis	21yr.1mo.	M	Term	3620	(-)	(+)
35	Athetosis	18yr.5mo.	F	?	?	?	?

Table 2 MR findings in patients with cerebral palsy

	Degeneration of deep white matter	Cortex change	Dilatation/distortion of lateral ventricle	Thinning of corpus callosum	Abnormal signal of basal ganglia	Abnormal signal of posterior limbs of internal capsules
Spastic hemiplegia (n=2)	2/2	1/2	2/2	1/2	1/2	2/2
Spastic diplegia (n=9)	8/9	1/9	8/9	8/9	2/9	8/9
Spastic quadriplegia (n=11)	7/11	6/11	9/11	9/11	5/11	4/11
Double hemiplegia (n=1)	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Mixed (n=2)	2/2	1/2	1/2	2/2	1/2	0/2
Athetoid (n=10)	5/10	3/10	5/10	4/10	3/10	0/10
Total (n=35)	25/35 (71%)	13/35 (37%)	26/35 (74%)	25/35 (71%)	13/35 (37%)	14/35 (40%)

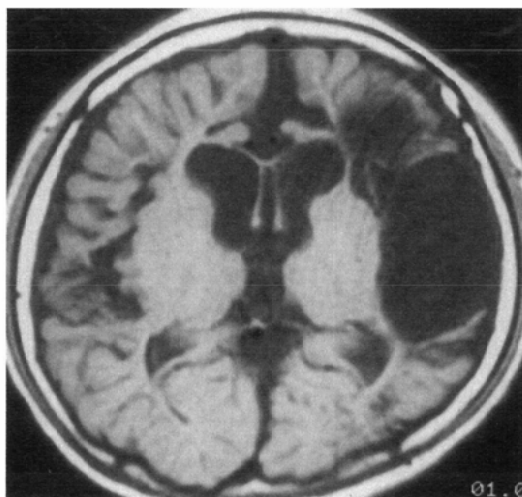


Fig.1 Case 16 : 11-year-old boy with spastic quadriplegia
Axial T1-weighted image shows cerebral infarction and diffuse brain atrophy.



Fig.2 Case 17 : 17-year-old boy. Lissencephaly in patient with spastic quadriplegia
Axial T1-weighted image

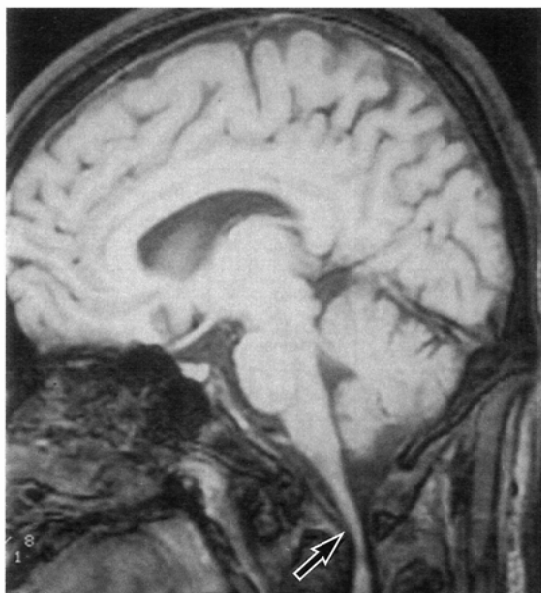


Fig.3 Case 18 : 21-year-old man with spastic quadriplegia
Sagittal T1-weighted image reveals compression of cervical spinal cord (arrow) due to atlanto-axial dislocation.

軽微な所見であった。また、10例中3例に基底核異常が見られた(Fig.7)。

考 察

CPの原因には多くの病態が含まれる。なかでも仮死、未熟児、核黄疸が3大原因といわれてきた。しかし、近年の周産期医学の発達により核黄疸によるものは激減している。

CPにおける頭部画像所見は、当然のことながらその成因により左右されと考えられる。種々の先天奇形、低酸素血症によるhypoxic-ischemic encephalopathy、脳梗塞および基底核変性や種々の程度の脳萎縮などが比較的頻度の高い所見であり、場合によってはこれらが相互の因果関係をもって複合して現れると考えられる。先天奇形では、脳梁欠損症⁷⁾、裂脳症^{7), 8)}、異所性灰白質^{7), 8)}、脳回肥厚症⁷⁾、多小脳回⁷⁾、小脳形成不全^{3), 7)}、水無脳症³⁾、孔脳症³⁾などがCP患者にみられた頭部MRI所見として報告されている。低酸素曝露あるいは虚血による脳損傷により惹起されるCPの神経病理は、selective neuronal necrosis, status marmoratus of basal ganglia and thalamus, parasagittal cerebral injury, PVL, focal and multifocal ischemic brain injuryの5型に分類され

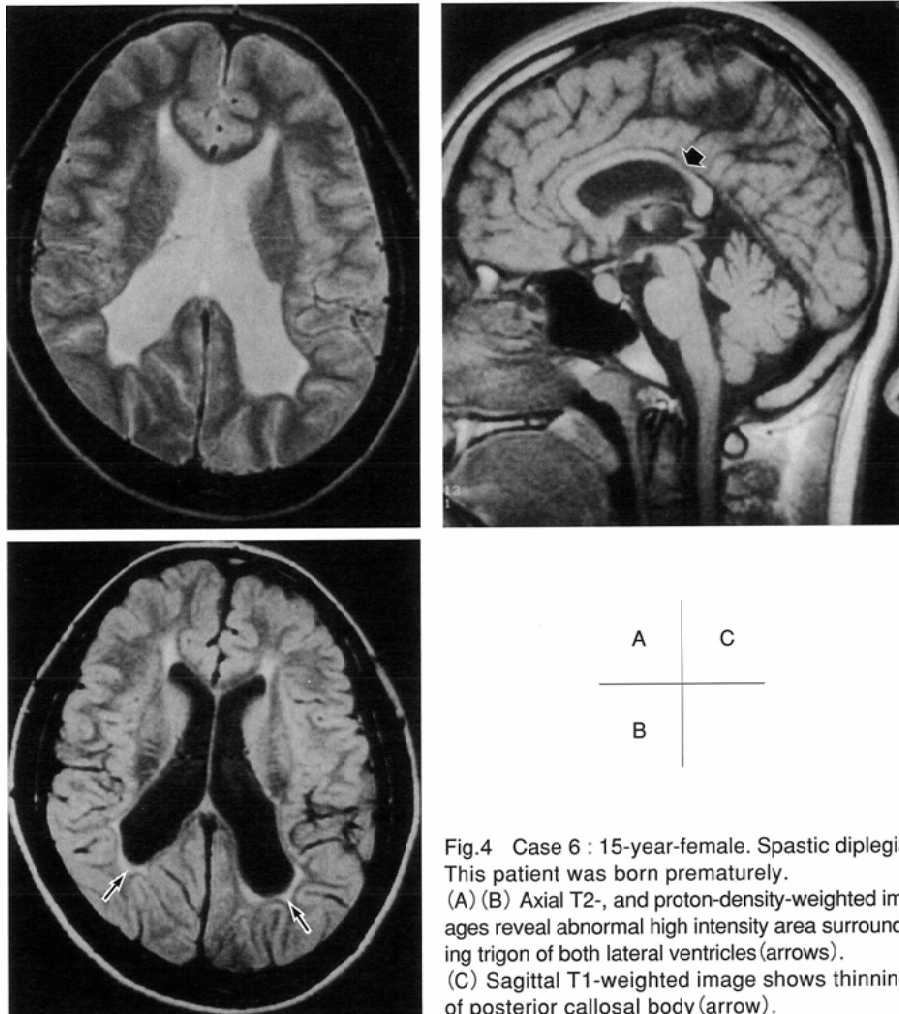


Fig.4 Case 6 : 15-year-female. Spastic diplegia
This patient was born prematurely.
(A) (B) Axial T2-, and proton-density-weighted images reveal abnormal high intensity area surrounding trigon of both lateral ventricles (arrows).
(C) Sagittal T1-weighted image shows thinning of posterior callosal body (arrow).

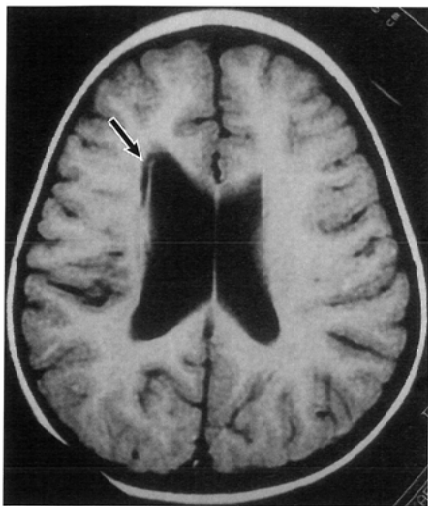
ており、このうち後四者は画像による評価が可能であるという⁹⁾。今回のわれわれの検討ではPVLや梗塞の所見は見られたが、parasagittal cerebral injuryの所見は得られなかった。また、基底核病変は35例中13例に見られたが、これらがstatus marmoratus of basal ganglia and thalamusを反映したもののなかあるいは梗塞巣なのかの区別は判然としない。ところで、CPの成因は、患児の出生が満期産か早期産かによって異なるともいわれており^{3), 5)}読影に当たっては特に考慮が必要であると思われる。

これまでの報告では病型別にCP患者の頭部MRIを検討したものは少なく、少数の報告は見られているものの、症例を一定の病型に限ったものや、原因を限定した恣意的なものである⁴⁾。今回のわれわれの検討はこの点も考慮に入れ、CP患者における頭部MRIの有所見率や病型による所見の特徴を検討したものである。

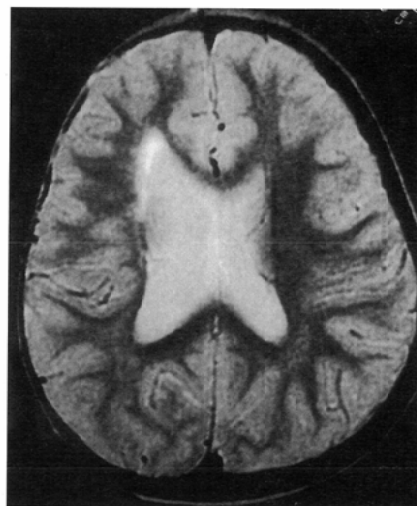
痙性四肢麻痺では11例中9例に何らかの異常が見られた。周産期異常を有する重症例についての検討では、全例にperiventricular hyperintensityを認め、さらに脳室の嚢胞状拡張あるいは基底核病変を伴ったとしている⁴⁾。これは明確な病因を有し、かつ、重篤な症状を呈するものである。痙直型四肢麻痺は大半が子宮内、周産期、出生後の重度の低酸素症と関係づけられ、ほとんどは知能障害、小頭症を伴



Fig.5 Case 5 : 15-year-female. Spastic diplegia
This patient was also born prematurely. Axial T2-weighted image shows wide and irregular high intensity in the posterior limbs of the internal capsule (arrows).



(A)

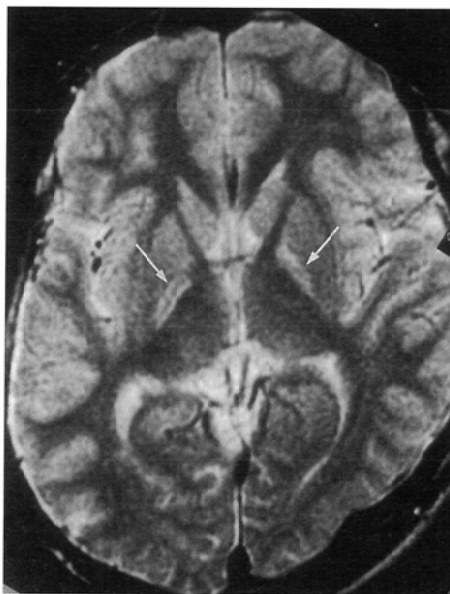


(B)

Fig.6 Case 2 : 4-year-old girl with spastic hemiplegia

(A) (B) Axial T1- and T2-weighted images show cystic degeneration of deep white matter (arrow) caused by cerebral infarction.

Fig.7 Case 34 : 21-year-old man with athetosis
This patient had suffered from nuclear jaundice at birth.
Axial T2-weighted image reveals abnormal high intensity in the bilateral globus pallidus (arrows).



うとされている¹⁰⁾。そのため低酸素症のないケースでは胎内感染の可能性をチェックすべきだとされている¹⁰⁾。しかし、その場合でも何らかの所見を呈しうるのは必ずであり、四肢麻痺を呈しているにもかかわらず所見の乏しい症例はMRIでは所見の検出できない何らかの病態を想定する必要がある。Spasticityを有する小児の鑑別診断として重要なのは脊髄の障害であり、特に痙直型四肢麻痺で知能障害のないケースや上肢に問題がない場合は要注意とされている¹⁰⁾。われわれの経験した症例でも痙直型四肢麻痺を呈した中で1例に環軸椎亜脱臼が見られており、上位頸椎を含めた頭部MRIの検索は重要と考えられた。

痙直型四肢麻痺では、9例中5例にほぼ同様の所見を認めた。これらの症例は全例未熟児であり、PVLの所見と考えられる¹¹⁾。PVLを示さなかった早期産の残りの2例中、1例は裂脳症を、他の1例はびまん性の脳萎縮を認めた。後者は切迫流産や出生後のチアノーゼといった周産期異常があり、これらの低酸素曝露の影響が強く現れていると考えられた。また、内包後脚にT2強調像にて異常な高信号を呈する

例が多く、特にPVLを呈した5例は全例にみられた。これがどのような病理学的な変化を反映した所見かは不明である。Koedaらの報告では、痙直型四肢麻痺を呈した場合、未熟児では全例PVLを示し、成熟児では裂脳症、先天性水頭症などが見られたが、7例中4例は異常を示さなかったとしている¹²⁾。今回の検討では、奇形や重度の周産期異常がない症例では、早期産の患者はPVLを示し、従来の報告に一致した。

未熟児における痙直型四肢麻痺はCPの中においても比較的成因と障害部位・病型の対比が良好になされている。早期産における低酸素血症は未熟児特有の血管支配のために脳室周囲の白質に凝固壊死を来しPVLへとつながっていく。この場合臨床的に痙直型四肢麻痺となることが知られており、障害部位と麻痺は解剖学的に説明しうるとされている^{13), 14)}。

痙直型四肢麻痺においても、脊髄病変は否定されるべき疾患群である。また、大脳鎌髄膜腫などの旁矢状部病変や水頭症によっても同様の神経症状を来し¹⁰⁾、画像による頭部の検索は不可欠と考えられる。

今回検討した痙直型片麻痺2例には梗塞が見られた。Niemannらは、congenital hemiparesisに関するMRI所見を報告している⁸⁾。これによると、所見は、一側性あるいは両側性のPVL、脳室周囲の白質減少と側脳室開大、奇形、その他の異常ならびに正常所見の5型に分かれたとしている。最も多く見られたのがPVLで41例中23例であり、正常所見は7例に見られたが、そのうち6例は後に麻痺は消失したという。われわれの経験した症例のように梗塞を示したものは41例中3例に過ぎず、なぜこのように乖離があるのかは不明である。成因に関しては彼らは、congenital hemiparesisの患者にも34例中8例に両側性の病変が見られたことから、痙直型四肢麻痺同様の全身的なものである可能性を指摘している⁸⁾。

アテトーゼ型では基底核異常との関連が取り沙汰されている。しかし、われわれの症例で基底核異常が見られたのは10例中3例に過ぎず、アテトーゼ型の半数は正常かわずかな脳室拡大といった軽微な所見しか示していなかった。山田らの報告ではアテトーゼ型四肢麻痺を呈した例は全例

何らかの基底核異常を認めている⁴⁾。しかし、これは、あらかじめ重症仮死あるいは重度の黄疸を持ち重度の障害を持つ患児のみに対象を絞ったためと考えられる。CTを用いた検討では、アテトーゼ型一般の傾向として、皮質萎縮、脳室拡大といった非特異的な所見を一部に認めるのみで、基底核には大抵の場合明らかな異常所見は見いだせないとされている¹⁵⁾。早川らのMRIによる検討でも一定の傾向は見いだせなかったとしている⁵⁾。このように、アテトーゼ型CPの脳損傷は、臨床症状が重度の場合でないとMRIにおいても検出できないようである。アテトーゼ型がなぜMRIによっても脳損傷を検出できないのかは不明である。今後の新しいsequenceあるいはモダリティによる検討が待たれる。

今回の検討には失調型は含まれていない。今村らによると失調型脳性麻痺は、小脳萎縮を呈し、さらに萎縮が橋・延髄へと及ぶ場合があるとされており、早発性遺伝性非進行性小脳失調症候群やMarinesco-Sjögren syndromeなどの遺伝子異常が含まれていた¹⁶⁾。

現在のところCPの早期発見は、小児科医や神経内科医により理学所見からアプローチされることがほとんどであろうと思われる。しかし、今後MRIが、発症初期のCP児の脳損傷の発見に貢献しうると考えられ、その場合、患児の出生週数やMRI所見によりある程度の病型や予後を推測しうることがある。また、既にCPと診断された児においても、水頭症や環軸椎亜脱臼などの鑑別に有用であると考えられる。今回のわれわれの検討では、患者のMRI施行時の平均年齢は15歳3カ月と高いものであり、画像所見も end-stage のものであるため、実際に臨床の現場に生かされた症

例は少なかつたと言わざるを得ない。しかし、脳性麻痺の定義上、これらの症例の脳損傷は診断当初より存在していた可能性が十分考えられ、今後臨床の場に還元されうと思われる。CP児におけるMRIは、脳損傷の程度の客観的な観察、場合によっては障害時期の推定に大きな意義を有し、今後積極的に施行されるべき検査と考えられる。

ま と め

1. CP患者における頭部MRI所見を病型別に検討した。
2. CP患者35例における頭部MRIの有所見率は80% (28/35) であった。
3. 痙性四肢麻痺では、MRI所見においても重度の脳障害を有する場合が多かった。しかし、11例中2例に脳障害を認めず、うち1例は環軸椎亜脱臼を呈していた。
4. 痙性両麻痺では早期産の7例中5例に同様の所見が見られた。その所見は特徴的なPVLとT2強調像での内包後脚の異常高信号であった。
5. アテトーゼ型では10例中3例に基底核異常を認めた。5例は正常か軽度の脳室拡大を呈したのみであった。
6. MRIはCPの脳障害の客観的な評価に有用であり早期発見に貢献しうると考えられた。

稿を終えるに当たり、有益な助言を頂いた琉球大学解剖学第一講座 平田幸男教授に深謝いたします。

本論文の要旨は第22回日本磁気共鳴医学会大会(1994年9月、大阪)において発表した。

文 献

- 1) 前川喜平：脳性麻痺。臨床小児神経学。p.153-160, 1990, 南山堂, 東京
- 2) 石川達也：仮死後の長期予後。小川雄之亮, 佐藤 章 編：NEW MOOK 産婦人科 NO.5 胎児・新生児仮死。p.192-200, 1993, 金原出版, 東京
- 3) Truwit CL, Barkovich AJ, Koch TK, Ferriero DM : Cerebral palsy : MR findings in 40 patients. AJNR 13 : 67-78, 1992
- 4) 山田和孝, 伊藤昌弘, 笛木 昇, 他：重症脳性麻痺の頭部MRI 所見—MRI と麻痺の型, 周産期異常, 言語理解との相関について—。脳と発達 25 : 435-441, 1993
- 5) 早川克己, 奥野芳茂, 神田豊子, 他：脳性麻痺のMRI。日本小児放会誌 9 : 52-54, 1993
- 6) 甘楽重信：脳性麻痺の定義と分類。小児内科 12 : 5-13, 1980
- 7) Sugimoto T, Woo M, Nishida N, et al : When do brain abnormalities in cerebral palsy occur? An MRI study. Dev Med Child Neurol 37 : 285-292, 1995
- 8) Niemann G, Wakat J-P, Krögeloh-Mann I, et al : Congenital hemiparesis and periventricular leukomalacia: Pathogenetic aspects on magnetic resonance imaging. Dev Med Child Neurol 36 : 943-950, 1994
- 9) Volpe JJ : Value of MR in definition of the neuropathology of cerebral palsy in vivo. AJNR 13 : 79-83, 1992
- 10) 北住映二：2. 発生原因・頻度・病態生理, A. 脳性小児麻痺。藪内百治, 多田啓也, 小林 登 編：新小児医学大系 13D小児神経学IV, 11-68, 1983, 中山書店, 東京
- 11) Baker LL, Stevenson DK, Enzmann DR : End-stage periventricular leukomalacia:MR evaluation. Radiology 168 : 809-815, 1988
- 12) Koeda T, Suganuma I, Kohno Y, et al : MR imaging of spastic diplegia. Neuroradiology 32 : 187-190, 1990
- 13) Volpe JJ : Current concepts of brain injury in the premature infant. AJR 153 : 243-251, 1989
- 14) Pape KE, Wigglesworth JS : Hemorrhage, ischemia and the perinatal brain. Clinics in Developmental Medicine Nos. 69/70. p.100-117, 1979, Spastic International Medical Publications, London, Philadelphia
- 15) 横地健治：脳性麻痺。竹下研三 編：小児の頭部画像診断。p.246-256, 1993, 南江堂, 東京
- 16) 今村重孝, 館 延忠, 續木章博, 他：失調性脳性麻痺とその画像診断。脳と発達 24 : 441-448, 1992