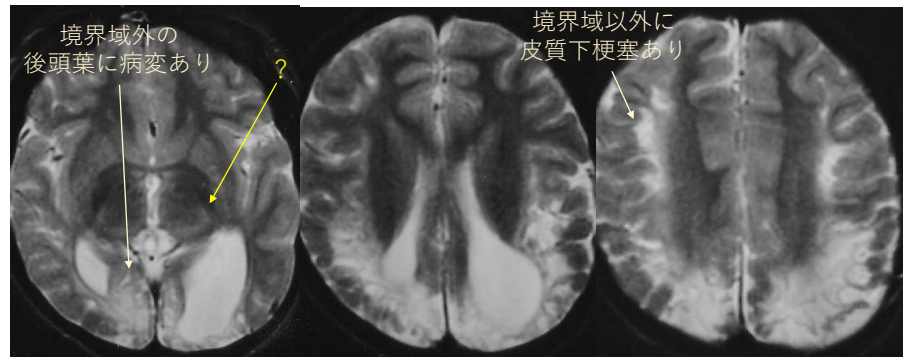


周生期 境界域梗塞

Partial asphyxiaモデル
↔ profound asphyxia
total asphyxia

✓こんな単純な二分論でいいか



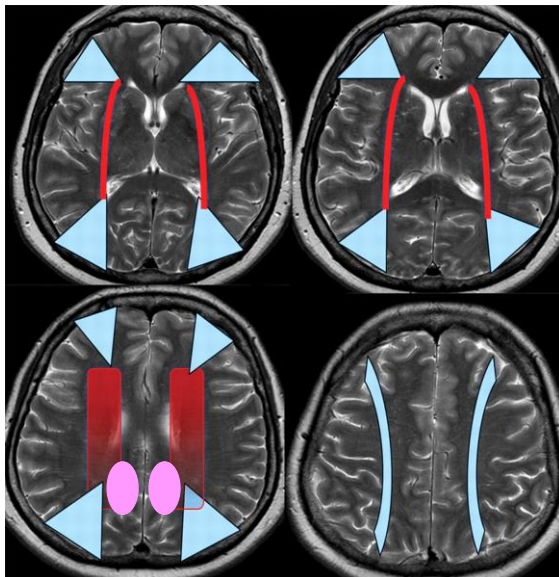
Yokochi K. Clinical profiles of subjects with **subcortical leukomalacia and border-zone infarction** revealed by MR. Acta Paediatr 1998;87:879-83.

- 全13例
 - ・ 新生児仮死 4例
 - ・ 低血糖 3例 (SFD 2例、巨大児・高インスリン血症 1例)
 - ・ 新生児敗血症 1例
 - ・ 35w・2440g出生の生後3w低体温 1例
 - ・ 24w・488g早産の慢性肺疾患と声門下狭窄 1例
 - ・ 37w・2298g SFDの大動脈離断
 - ・ Down 症候群の心奇形・心不全の無呼吸
- 三大脳動脈境界域だけではなく、皮質下梗塞を合併する
- 症候は、知的障害と平衡障害である

- ✓ 周生期脳低血流病巣の分布は？
- ✓ SFD・低血糖との関連は？
- ✓ 知的障害はどうして重いのか？
- ✓ 広汎な脳病巣に対応して、運動症候はどう区分されるのか？

1

Mangla R, Kolar B, Almast J, Ekholm SE. **Border Zone Infarcts**: Pathophysiologic and Imaging Characteristics. Radiographics 2011;31:1201-14.



Color overlays on axial T2-weighted magnetic resonance (MR) images of normal cerebrum show probable locations of external (blue) and internal (red) border zone infarcts.

The external or cortical border zones

- ・ the **anterior** external border zones と paramedian white matter は、ACAとMCAの境界域 **前方型**
- ・ the **posterior** external border zones (the parieto-occipital areas) は、MCAとPCAの境界域 **後方型**

The internal or subcortical border zones

the Heubner artery (長中心動脈(反回動脈)、ACA)、the lenticulostriate artery (MCA)、the anterior choroidal artery (内頸動脈)との境界域

- ・ the lenticulostriate artery とMCA
- ・ the lenticulostriate artery とACA
- ・ the Heubner arteryとACA
- ・ the anterior choroidal arteryとMCA
- ・ the anterior choroidal arteryとPCA

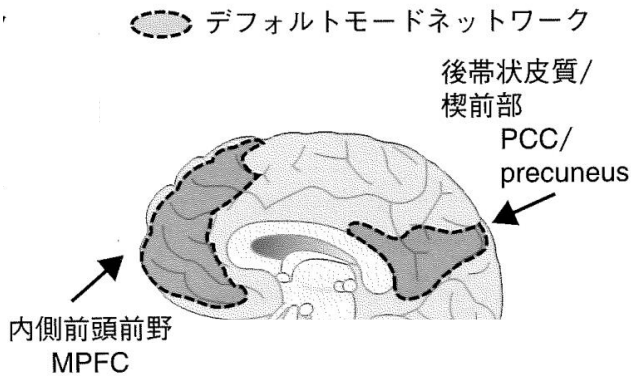
上記に補足

- 大脳内側後方の**ACAとPCAの境界域**(**●**)も外側型の一タイプである
- ✓ 脳低血流となれば、三大脳動脈領域内の終末枝梗塞も起こるはずである **境界域の名称はおかしいが**
- 周生期の内部型境界域梗塞では
 - ・ **前脈絡叢動脈**(**anterior choroidal artery**、内頸動脈の分枝)領域の内包後脚とその周辺が病変となる
 - ・ **Tuberothalamic artery**(別名**polar artery**、後交通動脈の分枝)領域の視床前方部が病変となる

2

大脳内側面の重要性

Default mode network (DMN)



脳溝の発達

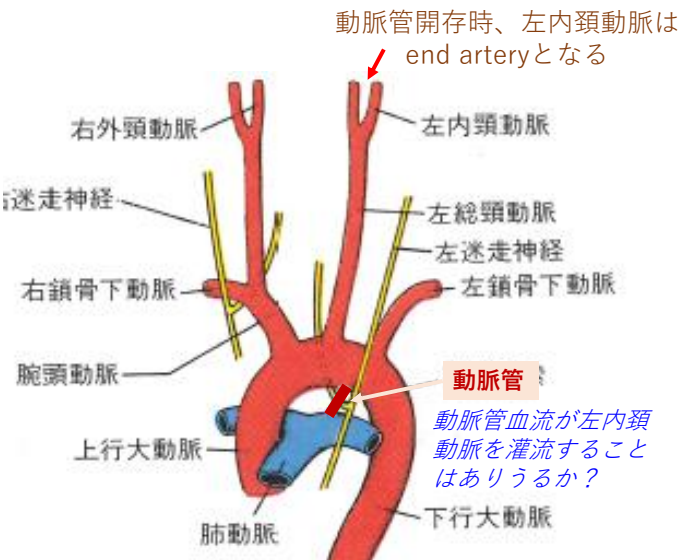
(Barcovichのtext)

- Callosal sulcus 14-23w
- Parieto-occipital sulcus 16-23w
- Calcarine sulcus 16-25w
- Cingulate sulcus 18-24w
- Central sulcus 20-26w

3

境界域梗塞では
左半球がより侵されることが多い
(絶対ではない)

SFD・低血糖は
境界域梗塞を起こしやすい

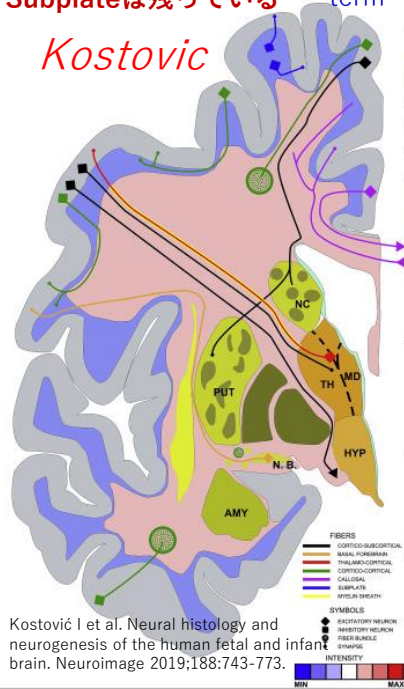


- SFDとなる原因が、脳血流低下を来す
- 細胞内飢餓状態が、高インスリン血症を来す
→胎児血糖は下がる
(母体からの血糖補充はあるが、増えない)
→脳のグルコース取り込み量は低下する
(脳はインスリン不応なので)
- 生後の高インスリン血症の存続は、低血糖を発症させる
(母体からの血糖補充は途絶する)
- ✓ 周生期障害とみえても、それは胎生期から連続している

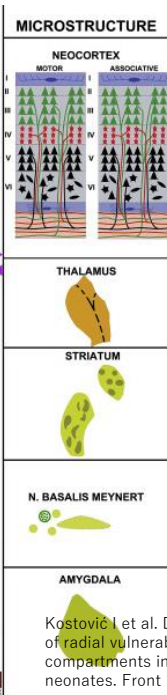
4

Subplateは残っている term

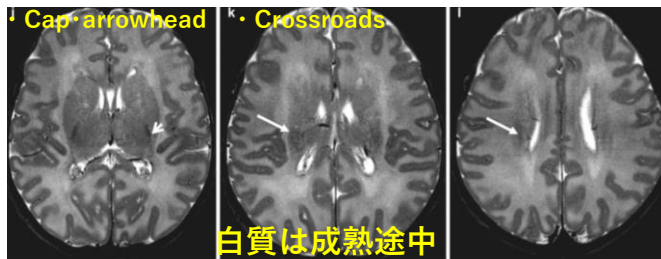
Kostovic

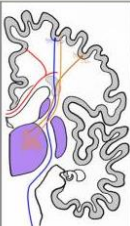
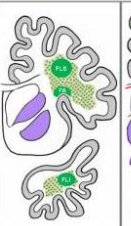


Kostović I et al. Neural histology and neurogenesis of the human fetal and infant brain. Neuroimage 2019;188:743-773.

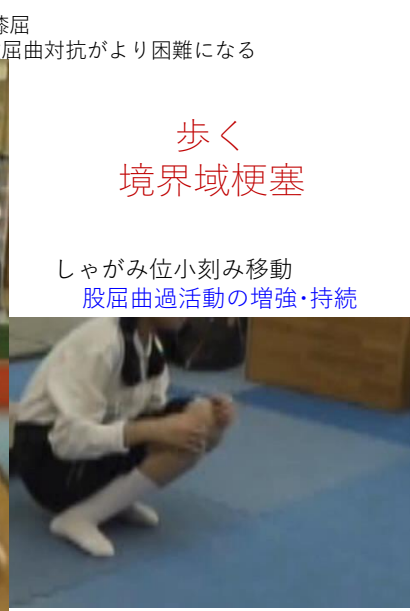


Kostović I et al. Developmental dynamics of radial vulnerability in the cerebral compartments in preterm infants and neonates. Front Neurol. 2014;5:139.



	Deep periventricular	Intermediate		Distal (superficial)
Compartments (where?)	Segment I (periventricular pathway)	Segment II (crossroads and sagittal strata)	Segment III (centrum semiovale)	Segment IV and V (gyral white matter and cortical white matter)
Axonal pathways classes (what?)	Callosal, associative (FOF) and motor (corticostriatal and corticopontine)	Sensory (thalamocortical) Motor (pyramidal)	Long associative (FLS, FA, FLI, etc.) Sensory	Short cortico-cortical (U fibers) Intracortical
Schematic representation of pathways (connectivity)				

5



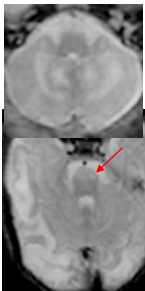
- Crouch悪化 ・股屈・体幹前傾・膝屈
- ✓ 身長増による重心上昇により、股屈曲対抗がより困難になる
- ・骨盤の振り子 重心の振り子
- ・開脚 股外転外旋 右>左 左先進 半身型歩行
- ・股最大屈曲・伸展 右<左 左利き足 *股膝最大屈曲 右>左 右は踏みしめ
- ・上肢の振り 右>左 *右肘屈で手はいつも前にある *両手前置きもあり

しゃがみ位小刻み移動
股屈曲過活動の増強・持続

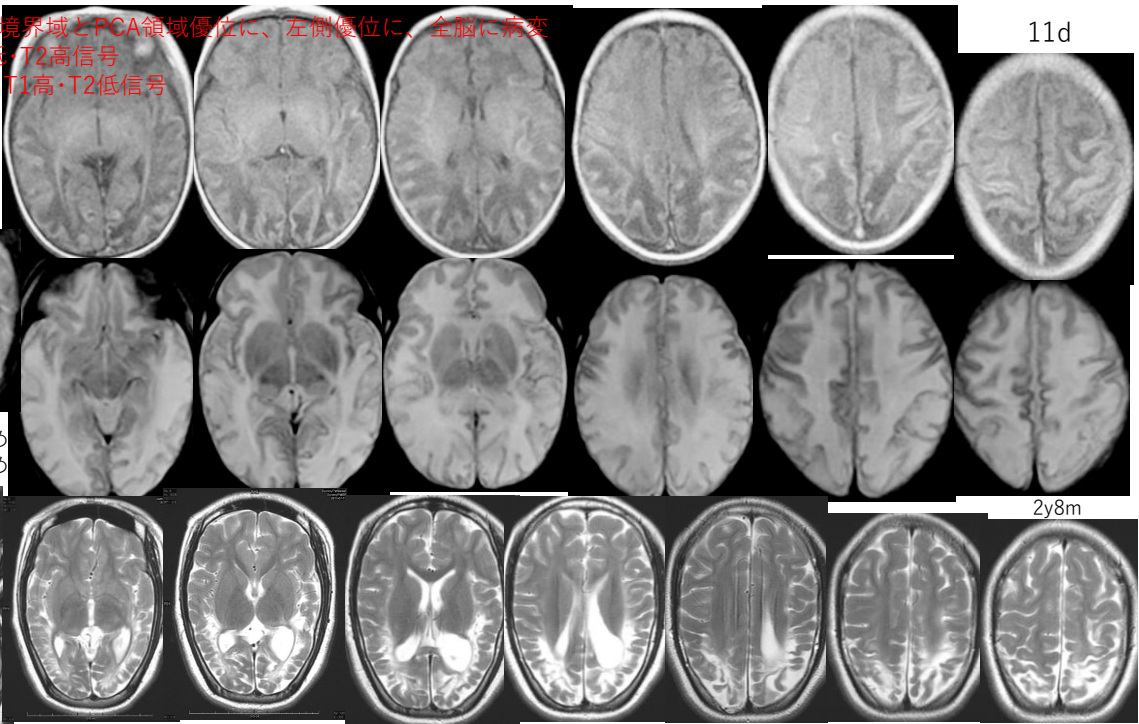
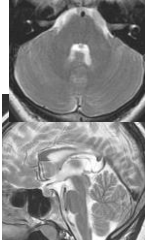
- ・39w ・HIE
- ・2y10m独歩
- ・重度ID ・てんかん難治

6

- PCA・MCA境界域とPCA領域優位に、左側優位に、全脳に病変
- 白質はT1低・T2高信号
- 皮質谷部はT1高・T2低信号



- 小脳溝は広め
- 歯状核は白め



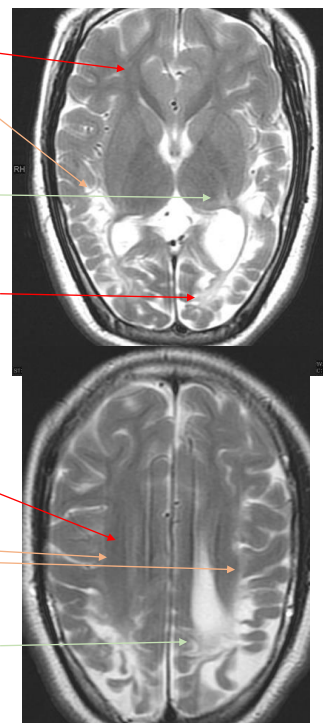
7



- 前頭葉は萎縮する
- MCA終末枝が低血流となりやすい
* 反転する走行
- 視床は大病変の二次的変性
* ネットワークの証左
* 視床から淡蒼球に入る
- PCA終末枝が低血流となりやすい

後方型ではあるが
全脳病変

- 卵円孔中心は無侵襲
- 皮質谷部に連続線が引け、
その内側の白質は無侵襲
- PCA・ACA境界域は侵される

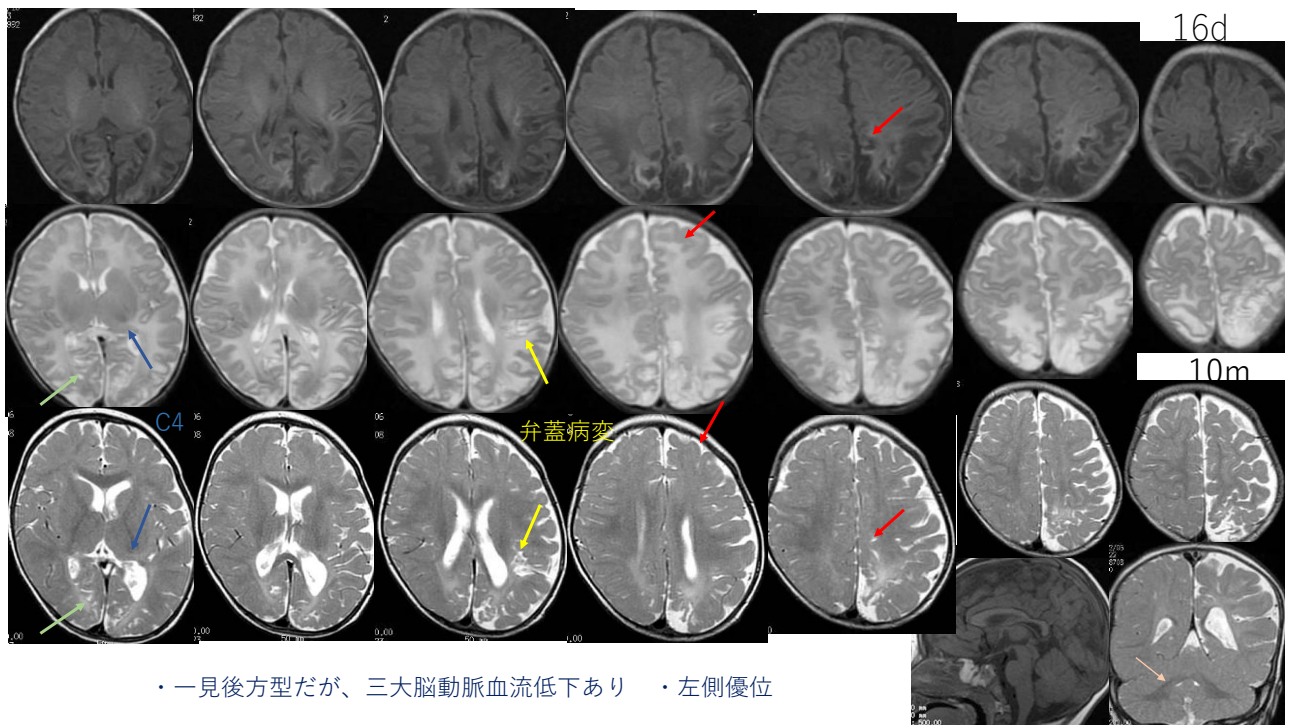


8

・ 40w ・ 胎児仮死で緊急帝王切開 ・ 10mで独歩 1歳では、普通の子

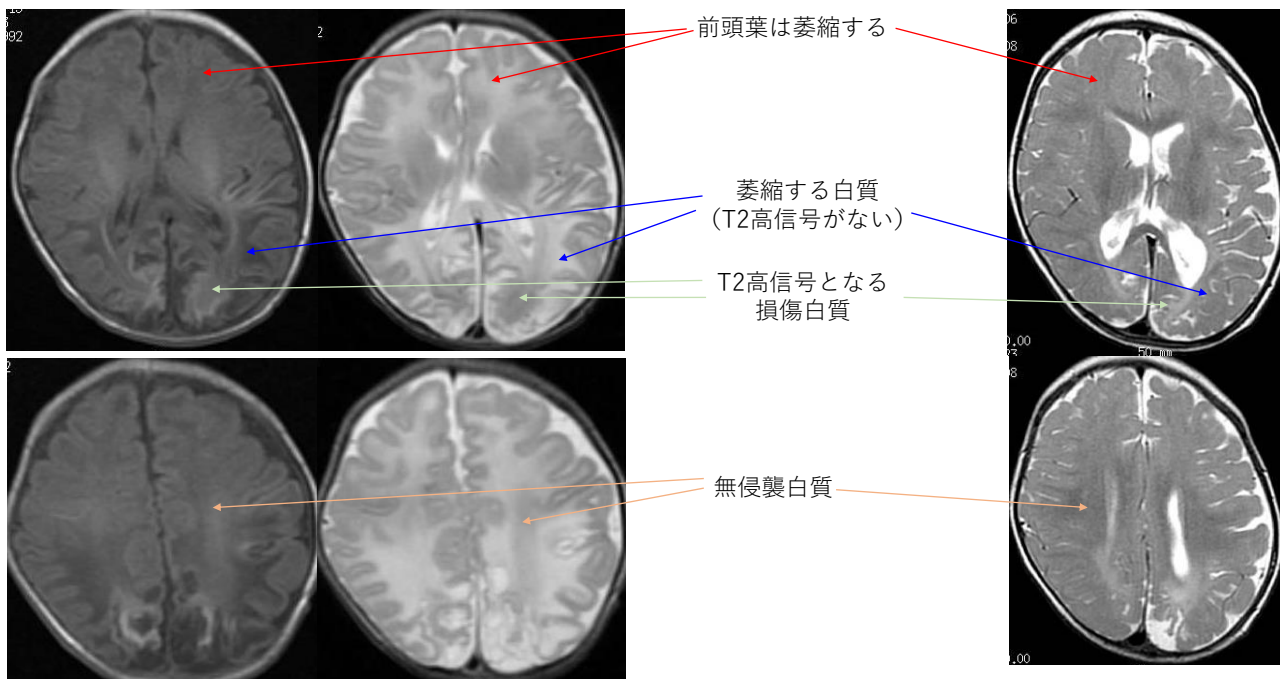


9



・ 一見後方型だが、三大脳動脈血流低下あり ・ 左側優位

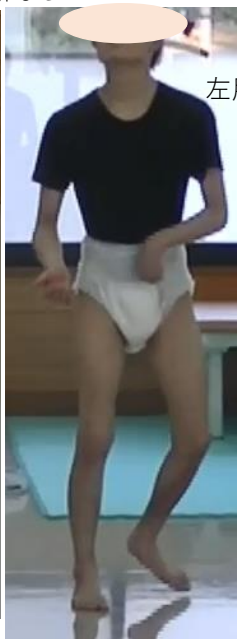
10



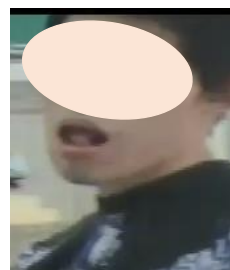
11

- ・ 38w、SFD ・ 高インスリン血症の低血糖が生後約2週間続いた
- ・ いざり ・ 視覚不良 ・ 独歩 2-3y ・ 有意な言語理解なし

SFD・低血糖



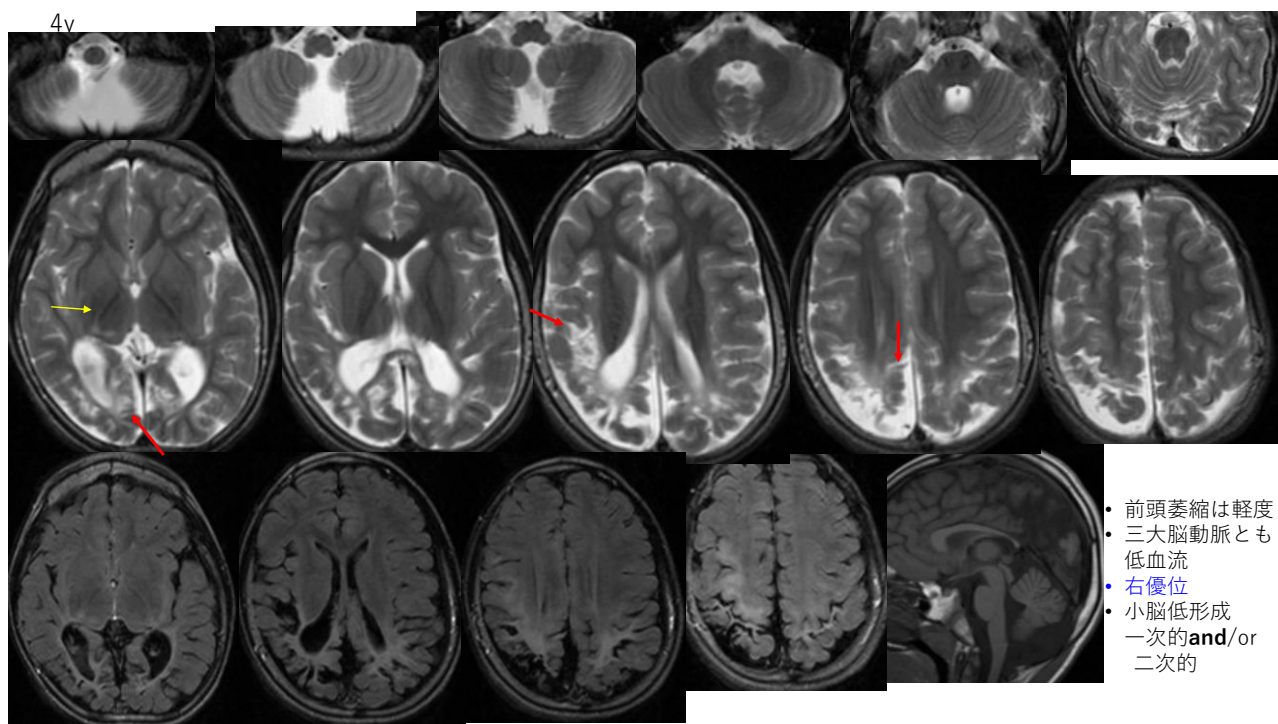
舌運動過多



二つ折れ座位を好む



12



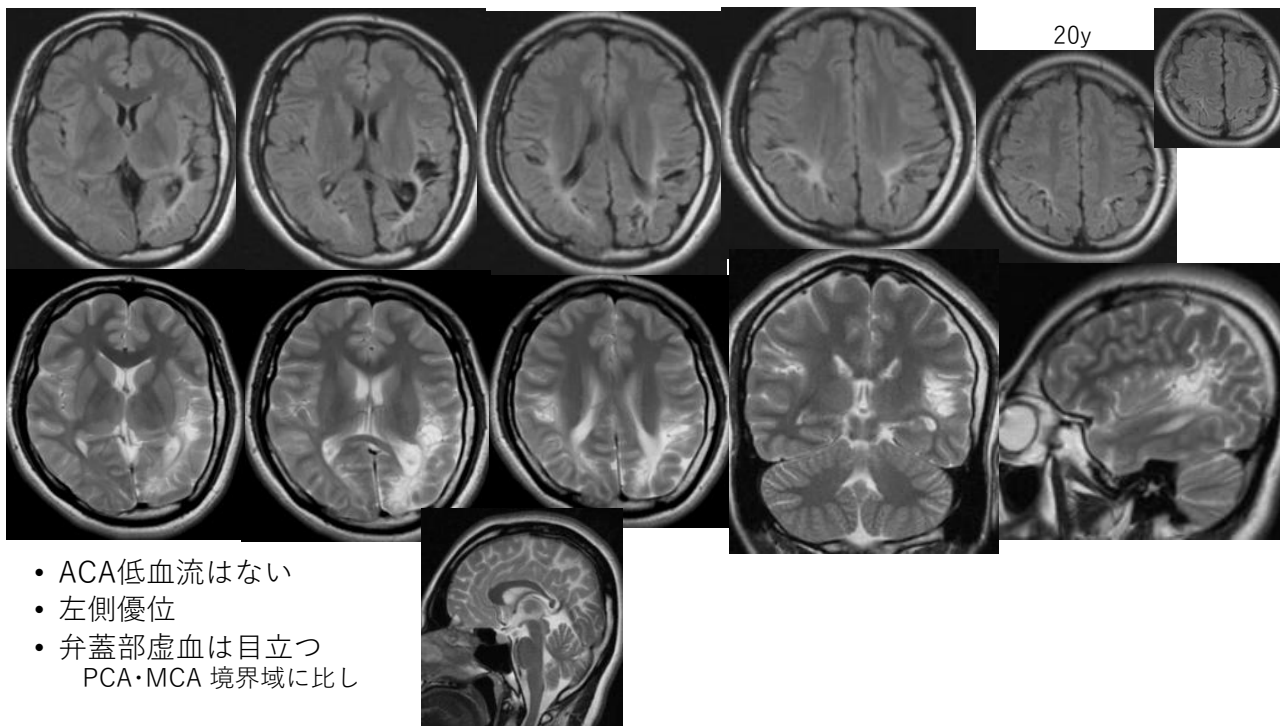
13



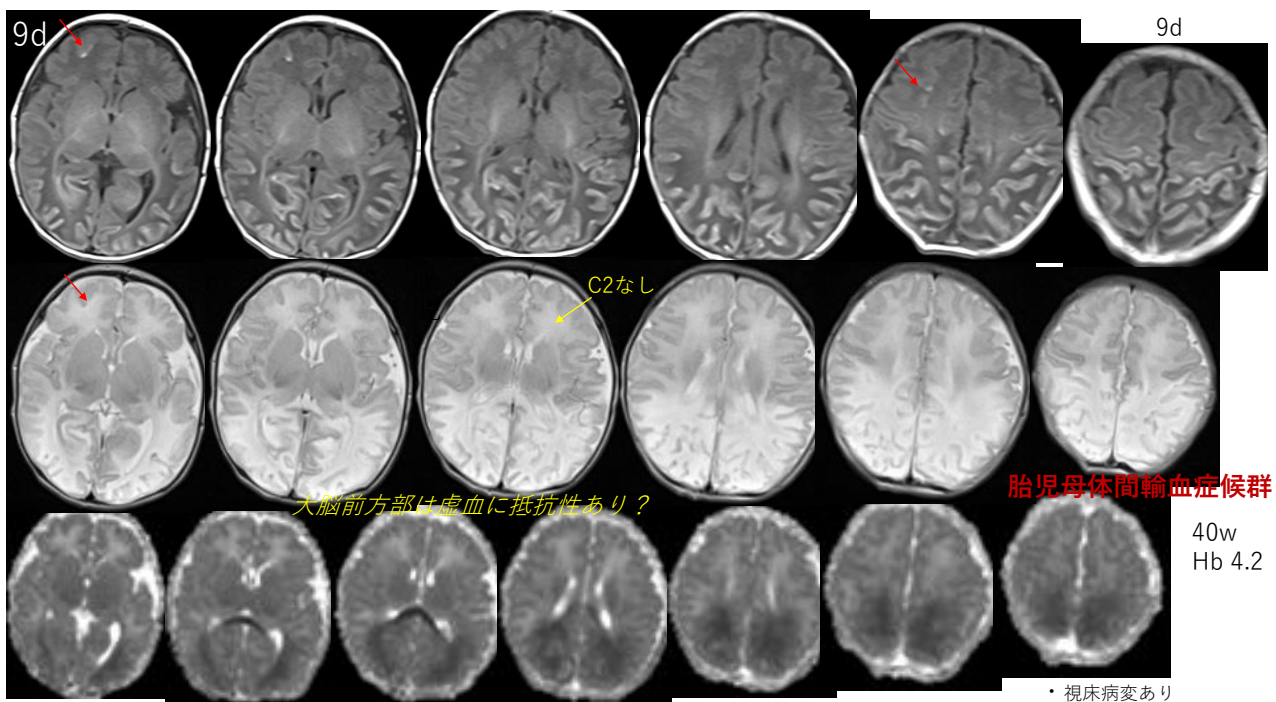
• 40w • HIE

- 股膝屈曲・体幹回旋
✓ 開脚・股外旋がないのは、股伸展荷重が良いからか
- 両手前合わせ
- 頸前屈

14

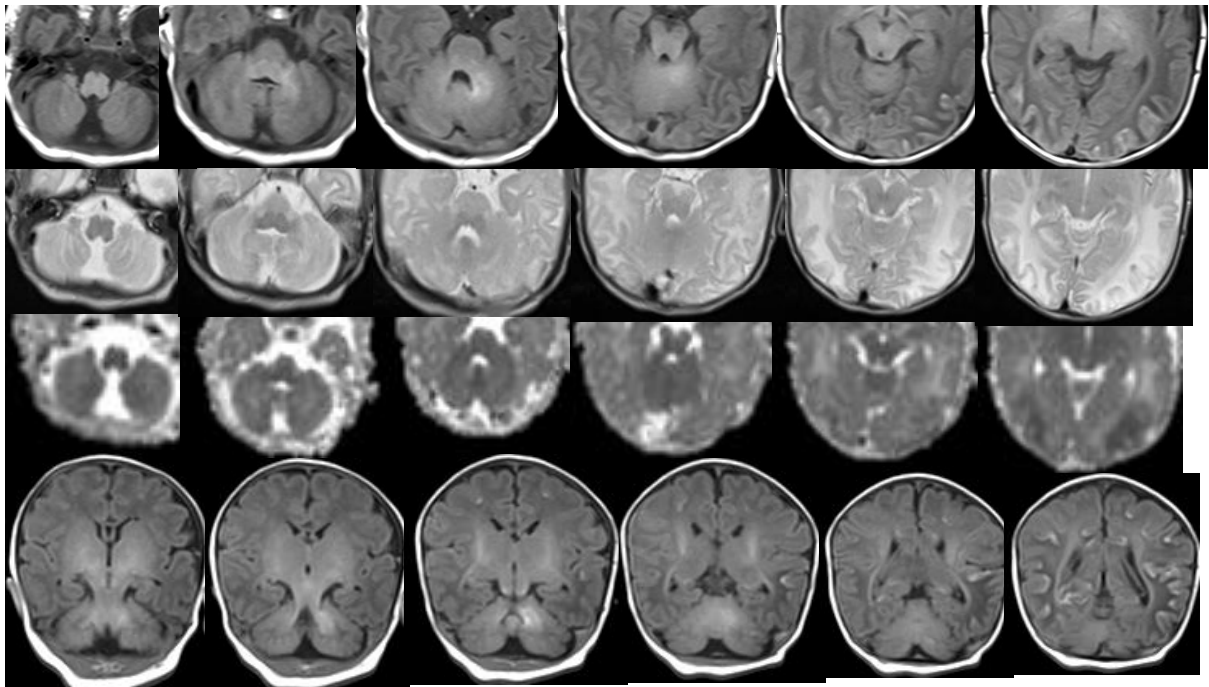


15



・ 右前頭部皮質谷部がT1高信号・T2高信号 ・ 前頭部C2のT2高信号なし ・ PCA領域、PCA・MCA境界域、MCA領域後方、ACA・PCA境界域が低血流

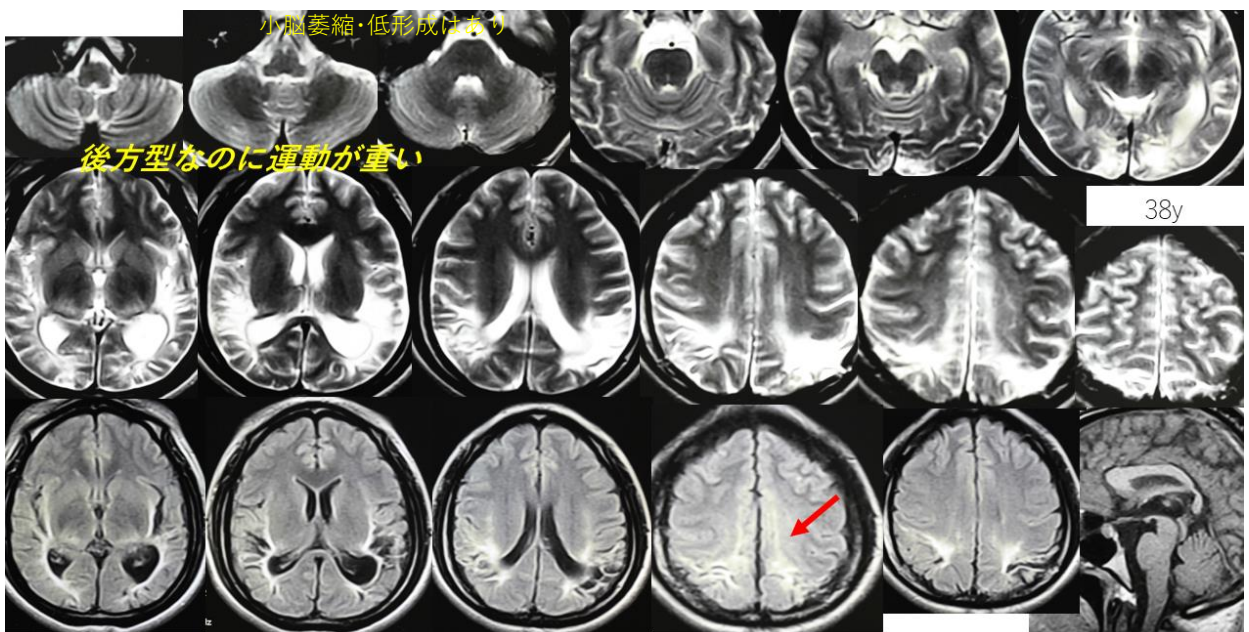
16



↑ 小脳半球が全体的に腫大

↑ 上小脳動脈の内側枝と外側枝の境界域

17



小脳萎縮・低形成はあり

後方型なのに運動が重い

38y

・ 60歳代 ・ 座位・ウサギ跳びまで ・ 有意な言語理解なし

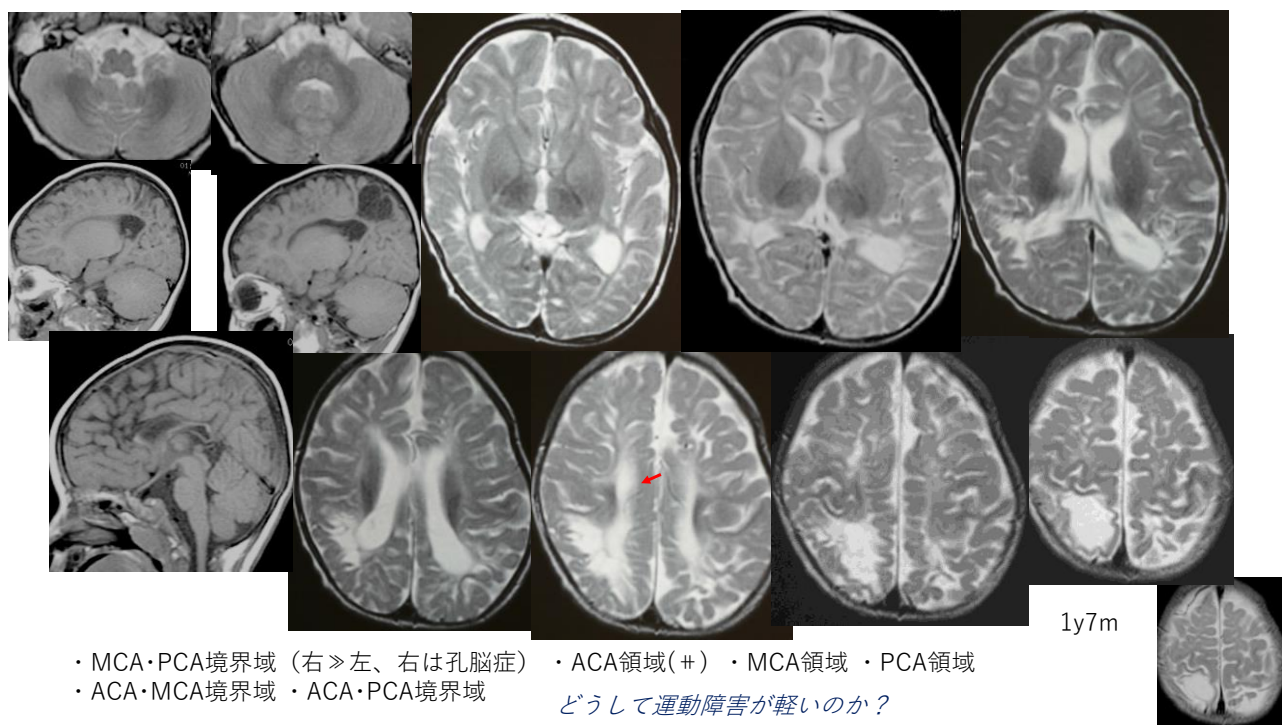
↑ ACA領域病変が目立つ
少し左側優位

18

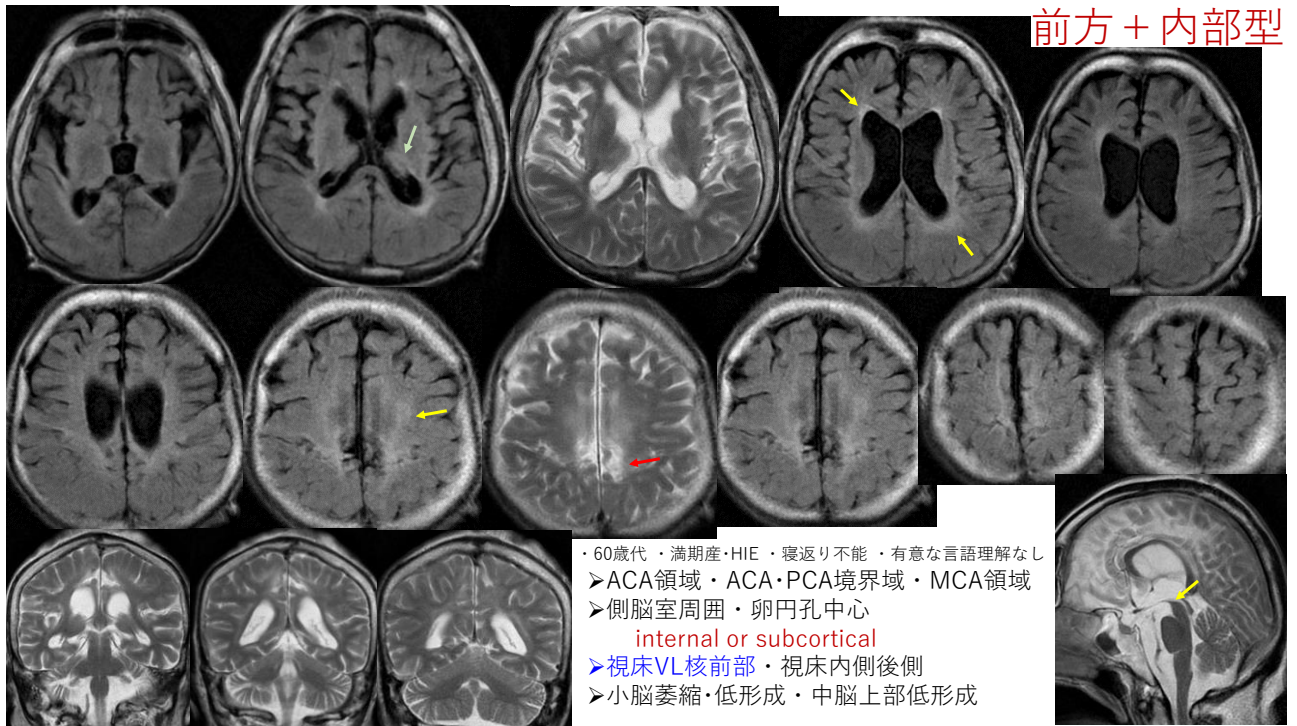
・ 39w (非SFD) ・ 独歩3y0m ・ 最重度知的障害 ・ 17歳、右下肢低形成



19



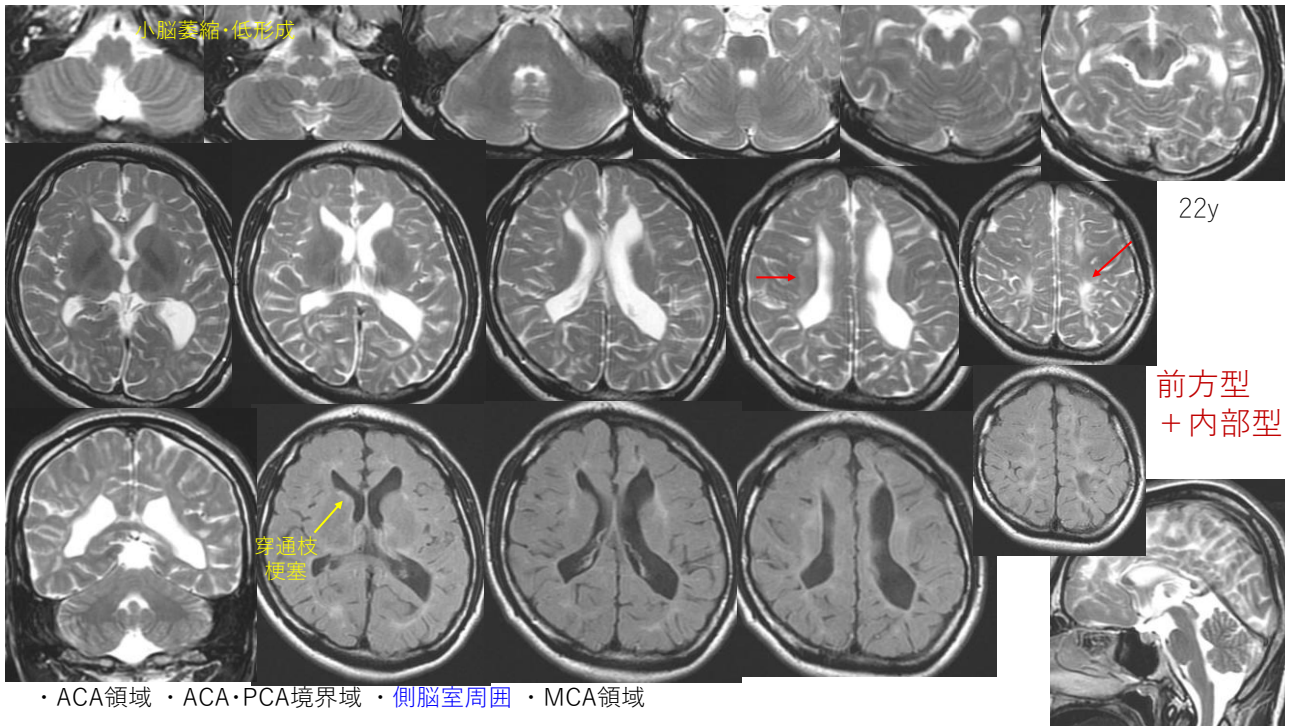
20



21



22



23



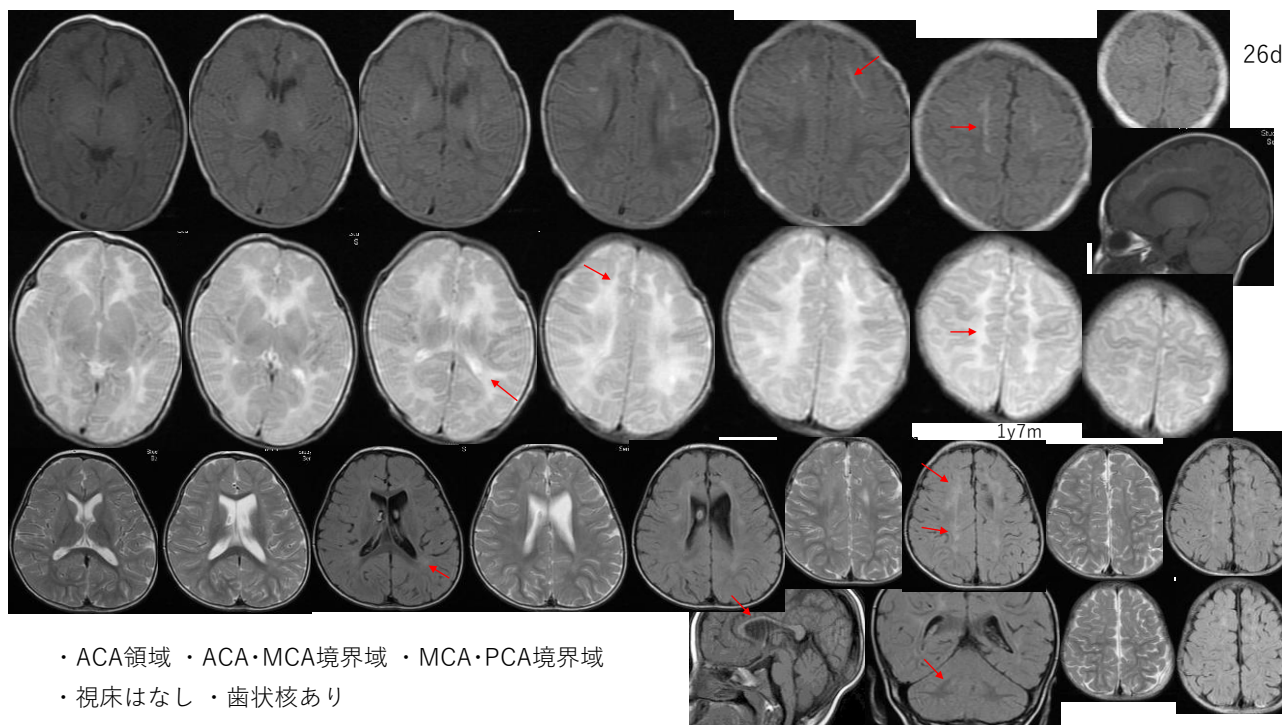
24

・37w ・常位胎盤早期剥離 ・独歩1y1m ・軽度知的障害

前方型 1y0m



25



・ACA領域 ・ACA・MCA境界域 ・MCA・PCA境界域
・視床はなし ・歯状核あり

26



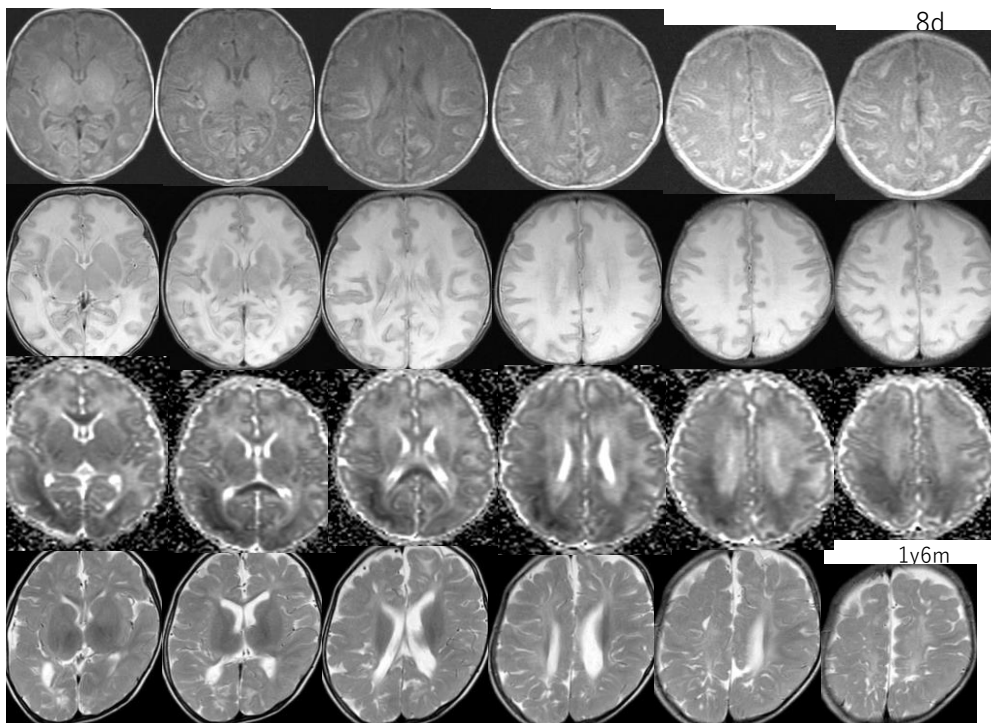
・ 37w, SFD ・ 座位3y0m
・ 重度ID

全域型

股伸展荷重制限 > 股屈曲過活動

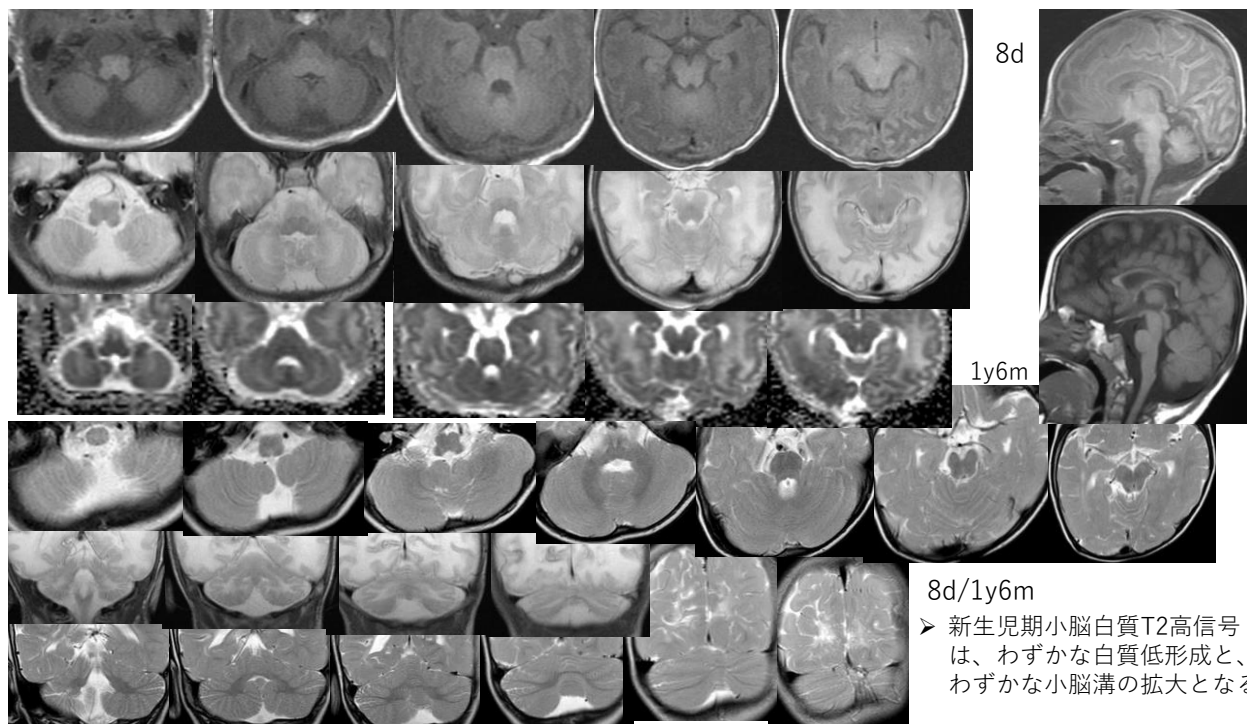


27



- ・ 側脳室体部側方白質のみ無侵襲で、それ以外はT2高信号・T1低信号となる
- ・ 皮質谷部はT1で cortical highlighting
- ・ 新生児期の拡散低下部は、萎縮またはT2高信号病変となる
- ・ 拡散上昇部もT2高信号病変となる
- ・ 右側優位病変

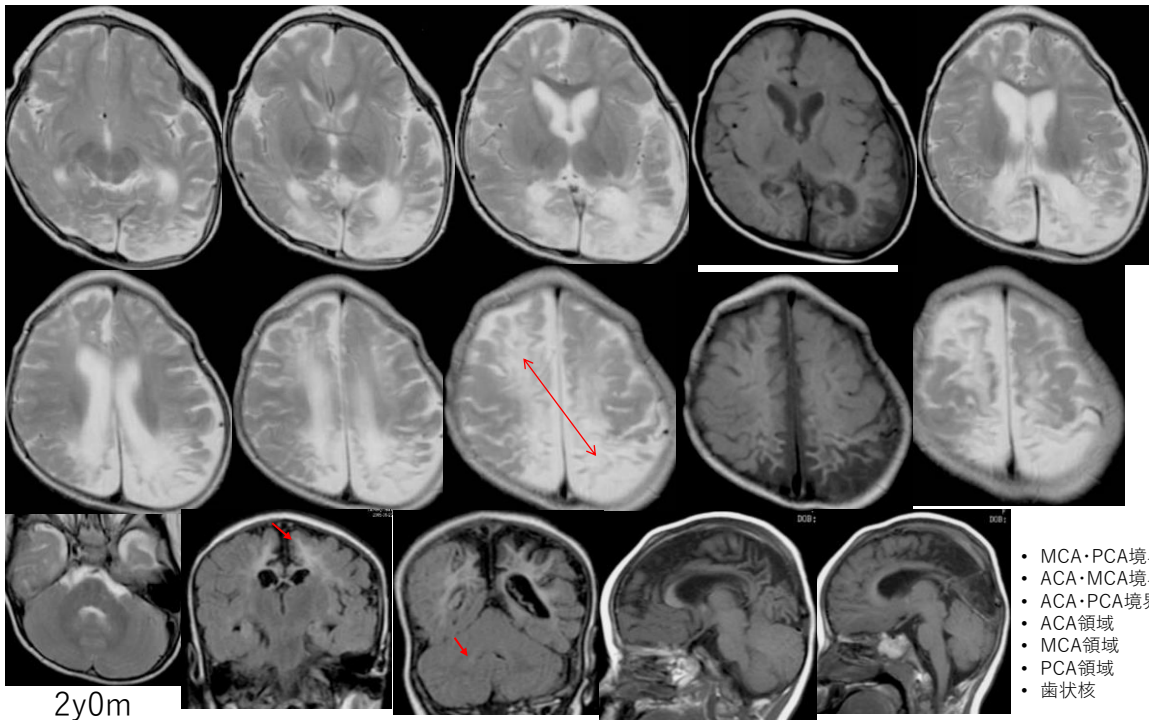
28



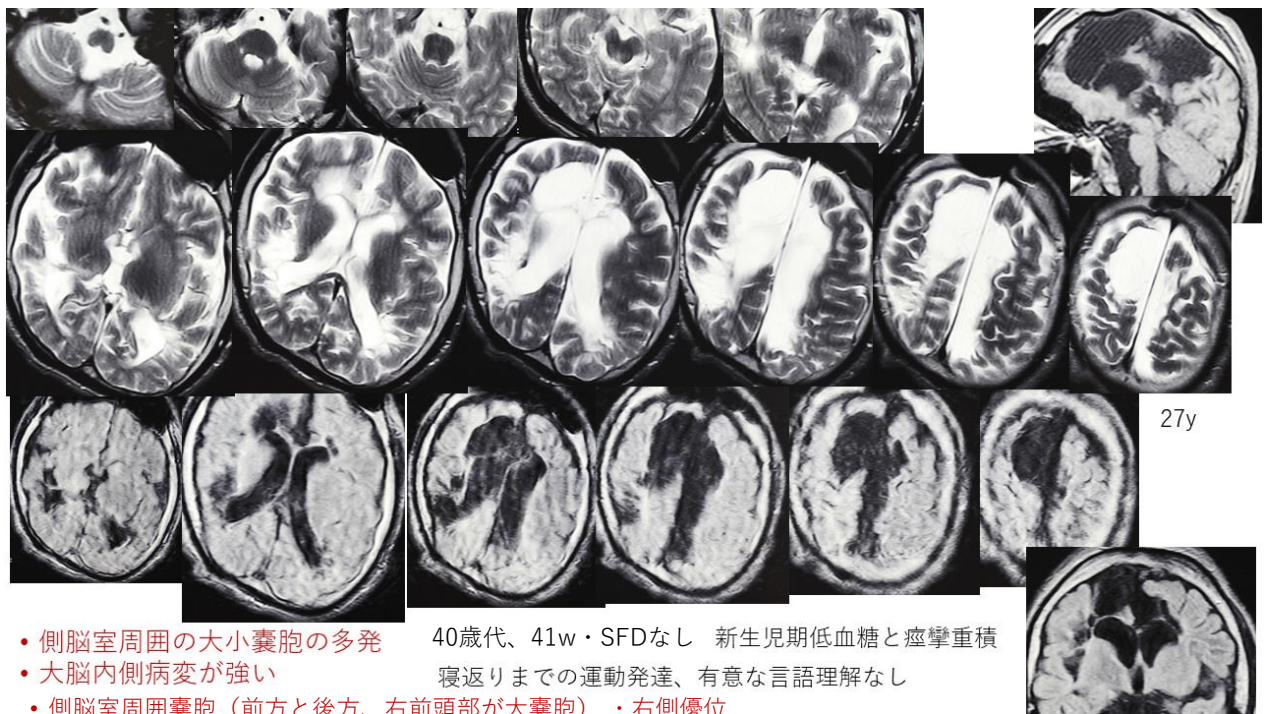
29



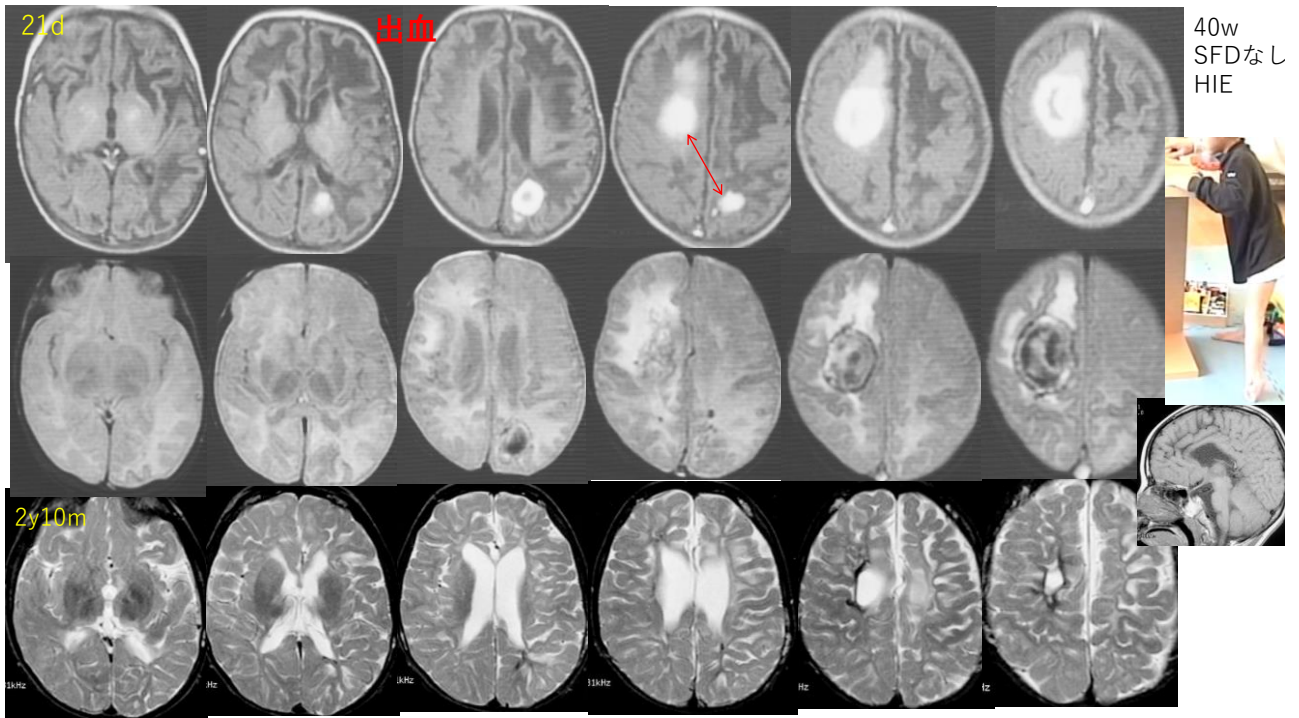
30



31



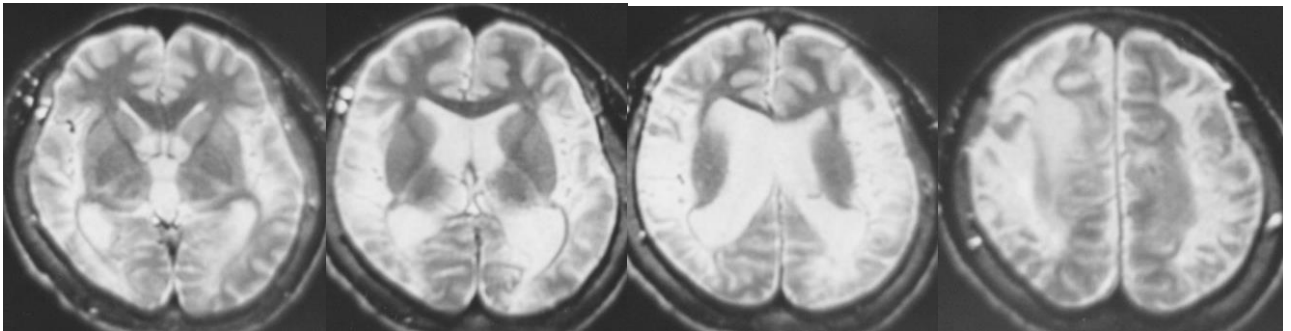
32



33

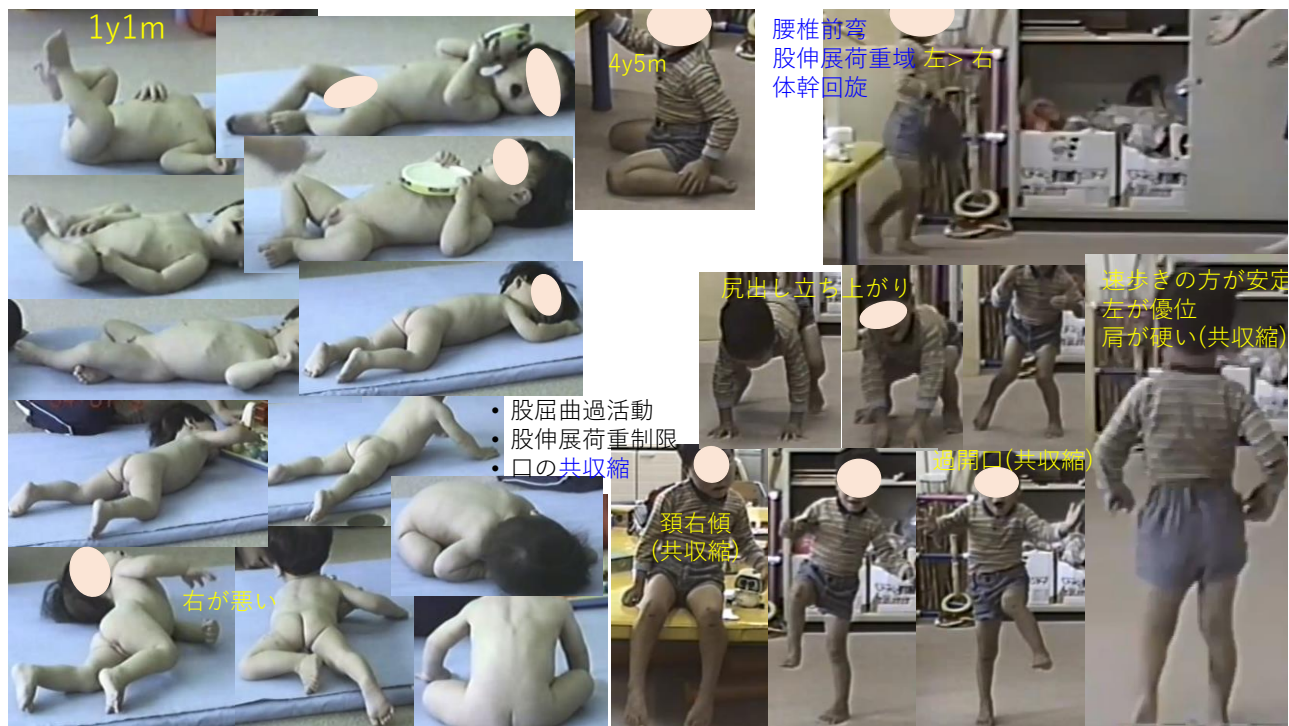
新生児仮死 弁蓋型 Operculum

歩く最重度知的障害

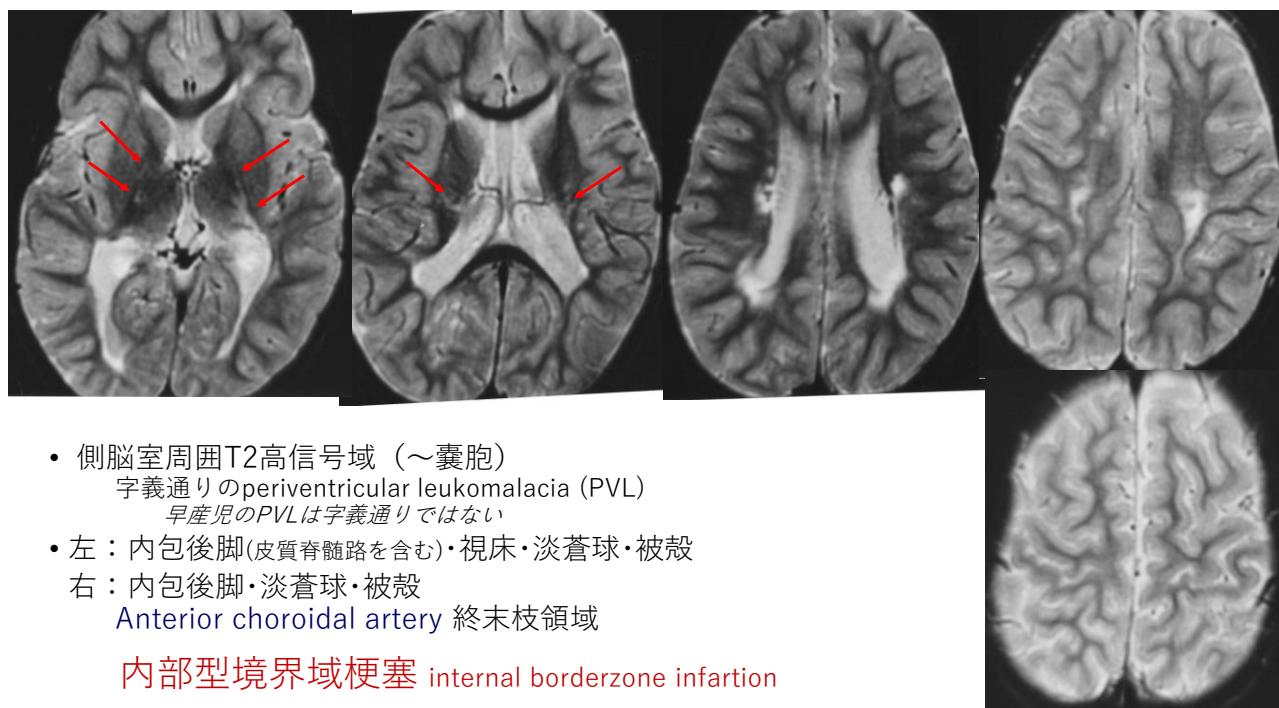


Yokochi K, Fujimoto S. Magnetic resonance imaging in children with neonatal asphyxia: correlation with developmental sequelae. Acta Paediatr 1996;85:88-95.

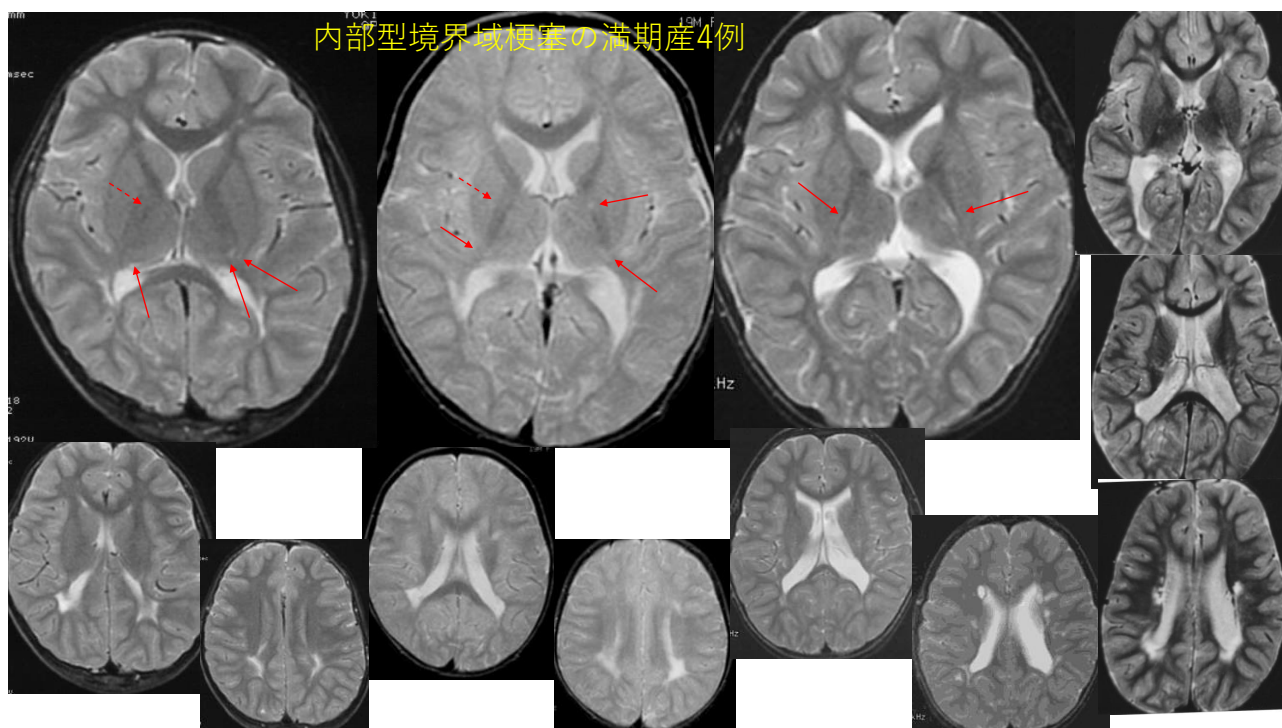
34



35



36



37

K Yokochi¹, K Aiba, M Kodama, S Fujimoto. Magnetic resonance imaging in athetotic cerebral palsied children. Acta Paediatr Scand 1991;80(8-9):818-23.

The magnetic resonance findings in 22 children with athetotic cerebral palsy were studied. Sixteen had perinatal asphyxia, two had neonatal jaundice, and four had no association with predisposing conditions. In six of the children, symmetrical high intensity areas were found in both the thalamus and putamen in T2-weighted images. In five children they were seen only in the thalamus, and in another one only in the putamen. In six children, symmetrical periventricular high intensity areas were seen. In seven of the subjects, no abnormal magnetic resonance findings were seen. Magnetic resonance lesions, possibly caused by asphyxia, were found in the basal ganglia, thalamus and/or cerebral white matter in 14 of 16 children. **Three children with lesions only in the cerebral white matter** had mild motor abnormality, and six children with lesions in both the thalamus and putamen did not have mild abnormality.

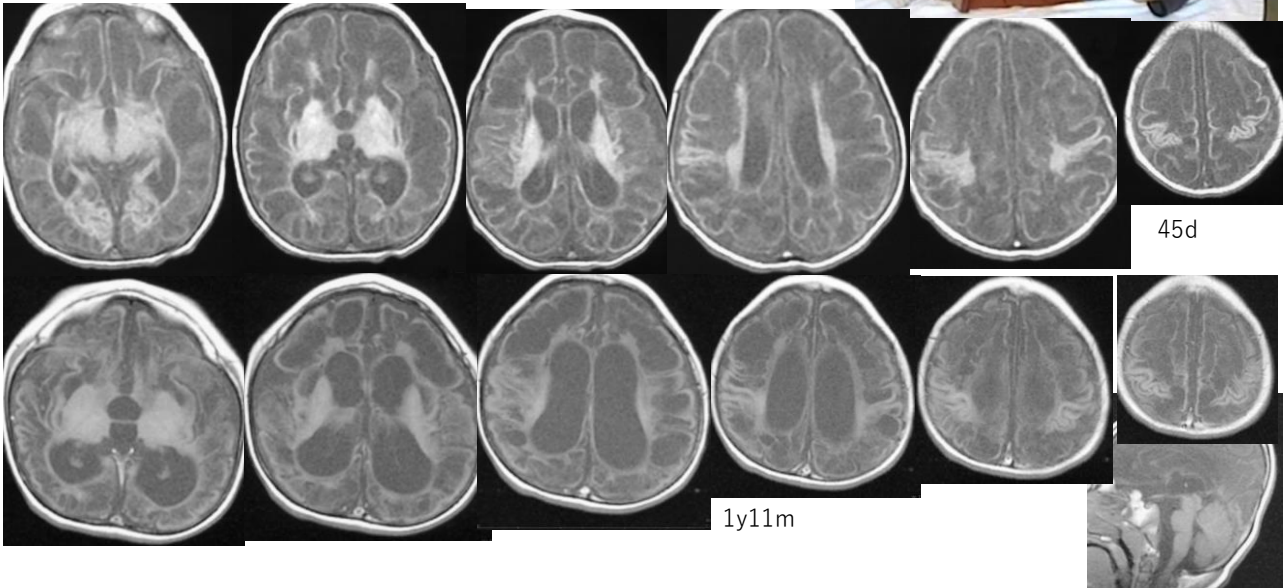
- 白質病変のみとした3例は、内部型境界域梗塞であり、内包後脚周囲病変を見逃していた

脳性麻痺アテトーゼの少数は、内部型境界域梗塞である

38

多嚢胞性脳軟化

Multicystic encephalomalacia



39

まとめ

- 周生期境界域梗塞は脳血流低下が主因と考えられ、外部型(皮質型)と内部型(皮質下型)に二分される *前者の方が多い
- SFD・低血糖が関与することが多い
 - SFDとなる原因が、脳血流低下を来す
 - 細胞内飢餓状態が高インスリン血症を来し、脳のグルコース取り込み量は低下する
 - 生後に高インスリン血症が存続すると、脳のグルコース取り込み量をさらに低下する
- 外部型境界域梗塞の病巣は、三大脳動脈境界域に限らず、各大脳動脈分枝終末域にも及ぶ
 - 後者では、中大脳動脈領域の弁蓋部、後大脳動脈領域の後頭葉中央部がよくみられる
- 幼児期のMRIからは、外部型境界域梗塞の主病巣は、後方型・前方型・全域型と三分される。ただし、前二型でも、小病巣は全域に及ぶ
- おおまかには、後方型は股屈曲過活動が優勢であり、前方型は股伸展荷重制限が優勢である
- 新生児期と幼児期のMRIを対比みると、新生児には全脳にMR病変がみられ、その後縮小する
- 小脳MRIは、軽微~明瞭な萎縮・低形成である
 - 明瞭な所見は成人例にみられるので、加齢により、これが進行するのかもしれない
- 内部型境界域梗塞は少数の脳性麻痺アテトーゼの成因である

40