中枢神経系奇形児のカラードブラ断層法による脳血管像

田角 勝¹⁾, 久保田健夫¹⁾, 古荘純一¹⁾,
奥山和男¹⁾, 土居 浩²⁾, 川内章裕³⁾

昭和大学医学部小児科¹⁾, 脳神経外科²⁾, 外科³⁾

Anomalies of Central Nervous System in Infancy ; Evaluation by Color Doppler Echoencephalography

Masaru TATSUNO, M.D.¹⁾, Takeo KUBOTA, M.D.¹⁾, Junichi FURUSHO, M.D.¹⁾,
Kazuo OKUYAMA M.D.¹⁾, Hiroshi DOI M.D.²⁾, Akihiro KAWAUCHI M.D.³⁾

*Department of Pediatrics¹⁾, Neurosurgery²⁾ and Surgery³⁾,
Showa University School of Medicine,*

(Received 18 September 1989, Accepted 14 December 1989)

Abstract

We performed 78 color Doppler examinations to demonstrate intracranial vasculature in 61 infants; 30 cases with normal and 19 with abnormal central nervous system anatomy. Developmental abnormalities such as hydrocephalus, hydranencephaly, holoprosencephaly, absent corpus callosum, and Dandy-Walker syndrome were demonstrated. Serial scans were obtained in sagittal, coronal, and axial plains. Most of the major intracranial arteries and veins could be clearly demonstrated in real-time. In patients with hydrocephalus, color Doppler imaging demonstrated a widely stretched and elevated sweep of the anterior cerebral arteries, straightening of the middle cerebral arteries by the enlarged ventricles. The internal cerebral veins, great cerebral vein, straight sinus were straightened and displaced posteriorly and inferiorly. In infants with absent corpus callosum, anterior cerebral arteries and their branches appeared to be wavy. However, in patients with developmental abnormalities, visualizations of the vasculature were relatively poor. In conclusion, the color Doppler examination is a useful and practical method of imaging of cerebral vessels in infants, because of its non-invasiveness and portability.

Key words : Color Doppler imaging, Echoencephalography, Infant, Brain anomalies.

1. はじめに

超音波断層法は、新生児・未熟児の脳出血、頭蓋内奇形などの中枢神経病変の診断において不可欠のものとなっている^{1)~3)}。さらにドブラ法が応用され、脳血流速の測定が盛んに行われている¹⁾⁴⁾⁵⁾。カラードブラ断層法は、心疾患に應用されて以来^{6)~10)}他臓器にもその利用が広がられ、装置の進歩により新生児頭部領域への應用もされつ

つある^{11)~15)}。

今回われわれは、カラードブラ断層法により新生児・乳児期の中枢神経系奇形における脳血管像について検討したので報告する。

2. 対象および方法

対象は、1988年8月より1989年8月に昭和大学小児科に入院した中枢神経系奇形を持つ新生児・乳児19例(0~303

Table 1

Diagnosis	No.
Normal	30
Abnormal	31
Hydrocephalus	10
Hydranencephaly	1
Dandy-Walker syndrome	2
Holoprosencephaly	2
Absent corpus callosum	1
Arachnoid cyst + Absent corpus callosum	1
Cavum velum interpositum	2
Others	12

日 齢 平均73.2日, 出生時体重: 2,220 ~ 3,675g) 平均2,895g, 検査時体重: 3,060 ~ 8,245g 平均4,738gとした。検査は超音波センターまたはベッドサイドで延べ43回行なわれた。そして、これら所見を正常新生児・未熟児30例 (年齢: 2 ~ 163日 齢 平均46.2日, 出生時体重: 746 ~ 3,824g 平均2,852g, 検査時体重: 642 ~ 5,204g 平均2,503g)における延べ35回の検査と比較して検討した。

中枢神経系異常は、水頭症, hydranencephaly, Dandy-Walker症候群, Holoprosencephaly, 脳梁欠損症などであった (Table 1)。

装置はSSA-270A超音波診断装置 (探触子: 3.75MHz (PSF-37CT)および5MHz (PSF-50AT), エレクトリックセクタ, 東芝社製)を用いた。主に大泉門をエコーウィンドウとして正中矢状断, 傍矢状断, 冠状断, そして経側頭骨より水平断で検査を施行した。症例により小泉門もエコーウィンドウとして用いた。記録は、ビデオテープおよびインスタントフィルムで行なった。なお, CTはCTW600 (日立社製)またはTCT60A27 (東芝社製), MRIはMRT-50A (0.5Tesla, 東芝社製)を用いた。

3. 結 果

正常新生児において、既報¹³⁾のごとく動脈では、内頸動脈, 前大脳動脈, 傍脳梁動脈, 中大脳動脈, 後大脳動脈, 脳底動脈およびその分枝の描出が可能であった。静脈では、上・下矢状静脈洞, 内大脳静脈, 大大脳静脈, 直静脈洞などの血管が描出できた。新生児における検査では、大泉門を利用した正中矢状断で多くの血管像が得られ、さらに冠状断や傍矢状断そして水平断も有用と考えられた。正常児において各々の血管の最も良く描出できるエコーウィンドウからの検出率は、Table 2のとおりであった。

Table 2 Detection rate of intracranial vessels in normal infants.

Vessels	No. (%)
Arteries	
Anterior cerebral artery	30/30 (100)
Basilar artery	30/30 (100)
Callosomarginal artery	23/30 (77)
Frontopolar artery	25/30 (83)
Internal carotid artery	30/30 (100)
Lateral striate artery	24/30 (80)
Medial striate artery	20/30 (67)
Middle cerebral artery	30/30 (100)
Pericallosal artery	30/30 (100)
Posterior cerebral artery	30/30 (100)
Vertebral artery	30/30 (100)
Veins	
Basal vein	5/30 (17)
Great cerebral vein	30/30 (100)
Inferior sagittal sinus	7/30 (23)
Internal cerebral vein	30/30 (100)
Occipital sinus	2/30 (7)
Superior petrosal sinus	4/30 (13)
Straight sinus	30/30 (100)
Superior sagittal sinus	23/30 (77)
Thalamostriate vein	14/30 (47)
Transverse sinus	26/30 (87)

1) 水頭症

軽症水頭症では、脳室の拡大に伴い軽度の血管の偏位が認められたが、描出の程度には正常と特に差がなかった (Fig.1,2)。

重症水頭症では、前大脳動脈, 傍脳梁動脈の上方への著しい圧排所見が認められ、症例によっては内大脳静脈, 直静脈洞の描出が悪かった (Fig.3)。

2) hydranencephaly

hydranencephalyでは、内頸動脈は描出されたが、左中大脳動脈と前大脳動脈の描出はできなかった (Fig.4)。本症例では、右側頭葉は多少残っており、右中大脳動脈の一部は描出された。

3) Dandy-Walker syndrome

Dandy-Walker syndrome (variant)では、後頭蓋窩嚢胞, 水頭症が認められ、嚢胞の後部に直静脈洞が認められた (Fig.5)。

4) holoprosencephaly

alobar typeの症例では、通常の位置に前大脳動脈が描出されず、正常血管像を得られなかった (Fig.6)。

5) 脳梁欠損症

脳梁欠損症においては、正中矢状断で脳梁が認められず、屈曲した走行で前大脳動脈の分枝が認められた (Fig.7A)。また、冠状断で脳梁動脈, 内大脳静脈が左右に開いて認められた (Fig.7B)。

6) くも膜嚢胞

くも膜嚢胞によって圧迫された脳梁周囲動脈の分枝や周囲の静脈が描出された(Fig.8A,B)。また本症例では、脳梁欠損症を伴っており脳梁動脈の走行異常も認められた(Fig.8C,D)。

7) cavum velum interpositum

内大脳静脈が嚢胞により左右または下方に偏位して認められた(Fig.9)。

4. 考 案

新生児・未熟児において、超音波断層法により脳内の構造や疾患、病態についての検討が、容易に安全に行なわれるようになってきた¹⁾⁻³⁾。そして連続波ドプラやパルスドプラ法により脳血流速に関する多くの情報が得られ¹⁴⁾⁵⁾、新生児頭部病変の検討において超音波検査はなくてはならないものとなっている。しかしながら、従来の超音波断層法では、頭蓋内血管は画面上で拍動としてとらえられるのみであった³⁾。われわれが用いたカラードプラ断層法は、本邦で開発され心臓領域での応用が最初であり⁶⁾、血流を探触子に向かうものは赤系統色に、遠ざかるものは青系統色でリアルタイムに見ることを可能とした。そしてその進歩はめざましいものがあり、頭蓋内血管の描出においても新生児¹¹⁾⁻¹⁵⁾、術中¹⁶⁾¹⁷⁾、経頭蓋骨的に成人¹⁸⁾に応用が拡がりつつある。特に新生児・未熟児では頭蓋骨が薄く、さらに大泉門をエコーウィンドウとすることができるため、成人に比較して容易に高画質な像を得ることができる。また、新生児では動脈血流速が比較的遅くaliasingが起こりにくいため、画像が見やすいという利点もある。疾患としても、新生児期には脳出血、脳奇形などの中枢神経系病変も多く、カラードプラ断層法により血管を描出できることの意義は大きいと考えられる。

従来のカラードプラ断層装置による血流速検出最小値は、機種や測定条件などにより異なるが約20cm/sくらいとされていた¹⁰⁾。このため、20cm/s以下の遅い血流である静脈系の表示はできず、表示できる血管は太い動脈の一部であり、その応用範囲は脳血流速測定時に動脈の位置の確認程度であった。しかしながら、装置の進歩により、われわれの使用したSSA-270Aでは、繰り返し周波数を下げ、探触子を多探触子としSN比を向上させ、高画質化、そして低速度の血流すなわち10 cm/s以下の静脈血流のカラー表示を可能にした¹²⁾。得られる画像は極めて高画質であり、動脈のみならず静脈血流もカラー画像として描出でき¹³⁾、またリアルタイムにダイナミックな動き

として血流をとらえることができる。

正常児における脳血管の描出率は、Table 2 に示すごとく血管によって差異がみられる。それは、①血管の太さ、血管の部位、血管の走行、②血流速、③どこをエコーウィンドウとするか、④エコーウィンドウとする大泉門の大きさなどの違いによる。Table 2で示した描出率は、われわれがカラードプラの応用を始めた頃に施行した症例も含んでおり、現在ではここに示すような動脈はほぼ100%描出でき、静脈でもその描出率は著しく向上している。これは装置の細かな点における改善や術者の技術の向上、測定時のflow filterや繰り返し周波数などの装置の条件設定がより適切になってきたことが上げられる。今後さらに描出が良くなることが考えられ、診断価値も増すと思われる。

今回われわれは脳奇形における血管について検討したが、脳室や嚢胞により偏位する血管が認められた。これはシャント手術などの脳外科的処置が必要となきに、脳血管走行異常のスクリーニングとして役立つと思われる。また、脳梁欠損症では脳梁が無いために、正常血管走行と異なる屈曲した血管が認められた。脳梁欠損症は超音波断層法で診断可能とされるが、必ずしも容易ではなく、脳梁動脈の走行が不規則であることの確認は、脳梁欠損症の診断の助けになると考えられる。また、脳動静脈奇形¹¹⁾¹⁶⁾¹⁷⁾、ガレン静脈瘤などの脳血管奇形や脳出血後の脳血流障害などに関する検討にも有用であると思われる。

最近ではドプラ法による脳血流速測定が盛んに行なわれているが、ドプラの入射角が正確でないと測定した血流速の誤差は大きくなってしまいう問題点がある。特に脳奇形があると血管の偏位が大きく、カラードプラ断層なしには正確な血流速を求めることは困難と考えられる。さらに静脈血流速の検討¹²⁾やECMO(extracorporeal membrane oxygenation)の時の脳の血行動態の検討¹⁴⁾もカラードプラ断層法を用いて行なわれており、これらの検討には、その走行を知るためにもカラードプラ断層法は必要なものと考えられる。

新生児・未熟児における脳血管に関する情報は、脳血管撮影はもとよりCT、MRIなども必ずしも非侵襲的とは言えない。カラードプラ断層法による新生児脳血管像への臨床応用には、映像視野などの問題はあるが、脳血管をリアルタイムに、安全に、容易に繰り返し見られることなど、他検査にはない利点も多く、従来難しかった脳血管系の検査法の1つとして応用できると考えられた。

Fig. 1 Mild hydrocephalus. (A) and (B), 10-day-old boy. (A) Midsagittal US scan through the anterior fontanelle and (B) sagittal T1-weighted image (300/14) show moderate dilatation of lateral and third ventricles.

Fig. 2 Mild hydrocephalus. (A) and (B), 14-day-old boy. (A) Coronal US scan through the anterior fontanelle and (B) axial CT scan show moderate dilatation of lateral and third ventricles.

Fig. 3 Severe hydrocephalus. (A) and (B), 1-month-old boy. (A) Midsagittal US scan through the anterior fontanelle demonstrates a stretched and elevated sweep of the anterior cerebral artery. (B) Coronal scan through the anterior fontanelle shows marked displacement of the middle cerebral artery laterally.

Fig. 4 Hydranencephaly. (A) and (B), 1-month-old girl. (A) Coronal US scan through the anterior fontanelle and (B) sagittal T1-weighted image (300/14) show thalamus and cerebellum in mid lower portion of head.

Fig. 5 Dandy-Walker variant. (A) and (B), 1-month-old girl. (A) Midsagittal US scan through the anterior fontanelle and (B) axial CT scan show large cyst in posterior fossa.

Figs legends.

ACA : Anterior cerebral artery	MCA : Middle cerebral artery
BA : Basilar artery	PA : Pericallosal artery
CB : Cerebellum	PCA : Posterior cerebral artery
CMA : Callosomarginal artery	SS : Straight sinus
GCV : Great cerebral vein	SSS : Superior sagittal sinus
ICA : Internal carotid artery	TH : Thalamus
ICV : Internal cerebral vein	3 : Third ventricle
LSA : Lateral striate artery	4 : Fourth ventricle
LV : Lateral ventricle

Fig. 6 Alobar holoprosencephaly. (A), (B) and (C), 10-day-old girl. (A) Midsagittal and (B) coronal US scans through the anterior fontanelle show the middle cerebral artery, but the anterior cerebral artery is not demonstrated. (C) Axial CT scan shows U-shaped single ventricle and prominent fused thalami.

Fig. 7 Absent corpus callosum. (A) and (B), 7-month-old boy. (A) Midsagittal and (B) coronal US scans through the anterior fontanelle show markedly wavy course of the anterior cerebral artery and its branches. (C) Sagittal T1-weighted image (300/14) shows absence of corpus callosum.

Fig. 8 Arachnoid cyst. (A), (B), (C) and (D), 4-day-old boy. (A),(B) Coronal US scans through the anterior fontanelle show displacement of the branches of the pericallosal artery. (C) Midsagittal US scan through the anterior fontanelle and (D) Coronal T1-weighted image(300/14) demonstrates arachnoid cyst, further absent corpus callosum shown.

Fig. 9 Cavum velum interpositum. (A), 2-month-old girl. (B), 1-month-old boy. (A),(B) Midsagittal US scan through the anterior fontanelle show displacement of the internal cerebral vein.

5. おわりに

新生児・乳児期の頭部領域においてカラー Doppler 断層法は、今後様々な方向からの検討によりその意義は増すと思われ、さらに装置の進歩により新生児・乳児脳血管病変の有力な検索法となると考えられる。

文 献

- 1) Volpe JJ. Neurology of the newborn, 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders, 1987:311-61.
- 2) Babcock DS, Han BK. Cranial ultrasonography of infants. Baltimore: Williams & Wilkins, 1981:246.
- 3) Levene MI, Williams JL, Fawer CL. Ultrasound of the infant brain, Clinics in Developmental Medicine. No.92, London: Blackwell Scientific Publications, 1985:148.
- 4) Levene MI. Neonatal neurology. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1987:28-35.
- 5) Bode H. Pediatric applications of transcranial Doppler sonography. Wien: Springer-Verlag, 1988:144.
- 6) Namekawa K, Kasai C, Tsukamoto M, Koyano A. Imaging of blood flow using autocorrelation. Ultrasound Med Biol 1982; 8(suppl):138.
- 7) 尾本良三. カラーアトラス・リアルタイム Doppler 断層心エコー図法 (Doppler 断層の臨床). 改訂第2版. 東京: 診断と治療社, 1987:206.
- 8) 尾本良三, 横本祐二, 高本真一, 許 俊鋭, 朝野晴彦, 滑川孝六, 近藤祐司, 河西千広, 塚本成隆, 小谷野明. リアルタイム心腔内 Doppler 血流映像法 (Doppler 断層); その開発と心臓外科領域における応用. 外科診療 1983;25:1005-13.
- 9) Omoto R, Yokoe Y, Tsukamoto M. The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases with special references to the evaluation of valvular regurgitation. Jpn Heart J 1984;25:325-40.
- 10) 尾本良三, 許 俊鋭. Doppler 心エコー図の原理と小児への応用; Doppler 断層心エコー図 小児科Mook増刊1 小児の超音波診断・東京: 金原出版, 1986:64-87.
- 11) Merritt CRB. Doppler color flow imaging. JCU 1987;15:591-7.
- 12) 田角 勝, 奥山和男, 川内章裕. 新生児の頭蓋内静脈血流速度. 脳と発達 1988;20:512-4.
- 13) Tatsuno M, Kubota T, Okuyama K, Kawauchi A. Intracranial vessels with color Doppler echoencephalography in infants. Brain Dev 1989;11:125-30.
- 14) Wong WS, Tsuruda JS, Liberman RL, Chirino A, Vogt JF, Gangitano E. Color Doppler imaging of intracranial vessels in the neonate. AJNR 1989;10:425-30.
- 15) Deeg KH. Colour flow imaging of the great intracranial arteries in infants. Neuroradiology 1989;31:40-3.
- 16) Black KL, Rubin JM, Chandler WF, McGillicuddy JE. Intraoperative color-flow Doppler imaging of AVM's and aneurysms. J Neurosurg 1988;68:635-9.
- 17) Rubin JM, Hatfield MK, Chandler WF, Black KL, DiPietro MA. Intracerebral arteriovenous malformations; intraoperative color Doppler flow imaging. Radiology 1989; 170:219-22.
- 18) 古幡 博. 経頭蓋骨超音波断層法の新展開. Neurosonology 1989;2:8-15.