

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：32645

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23591604

研究課題名(和文) 新生児の脳循環と体循環の経時的評価 - 脳自動調節能の考察 -

研究課題名(英文) Comparison of the relationship between cerebral and systemic perfusion in newborn infants - investigation of cerebral auto-regulation -

研究代表者

高見 剛 (Takami, Takeshi)

東京医科大学・医学部・兼任講師

研究者番号：20287147

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：近赤外線時間分解分光システム(NIR-TRS法)を用い、正期産正常新生児、早産低出生体重児の脳循環代謝指標の基準値(標準値)を設定した。さらに超低出生体重児(ELBW児)、子宮内胎児発育不全児(SGA児)、動脈管開存症(PDA)合併児、新生児仮死児での評価を行い、病的新生児における脳循環代謝指標の変化を検討し、臨床的有用性を考察した。

NIR-TRS法により病的新生児の脳循環代謝指標を評価することは、病的新生児の脳循環を安定に保つことに貢献し、その結果、頭蓋内出血(IVH)や低酸素性虚血脳症(HIE)の併発の予防や早期診断に有用である可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：NIR-TRS system may contributed to the pathophysiological background knowledge of cerebral oxygenation, perfusion, and metabolism, including the time course changes in both term and preterm infants, chronological changes in preterm infants, differences between AGA and SGA infants, the effects in cases of significant PDA, and the evaluation in extremely low birth weight infants.

The evaluation of NIRS parameters may help clinicians in identifying newborn infants at risk, and prevent brain injury.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・胎児・新生児医学

キーワード：新生児 近赤外線時間分解分光法(TRS法) 脳血液量(CBV) 脳組織Hb酸素飽和度(cS02) 心エコー
- 脳自動調節能 超低出生体重児(ELBW) 新生児仮死

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国では少子化により出生数は減少傾向であるにもかかわらず、低出生体重児、特に超低出生体重児 (ELBW) 児の出生数は年々増加傾向を示している。

日本の新生児医療は近年飛躍的に進歩を遂げ、ELBW 児を含めた重症新生児の救命率も上昇しているが、6 歳時における中期予後には改善が得られていないことが判明した。

現在、我々は単に病的新生児を救命することを目的とした医療から“後障害なき生存”を目指した全身管理を模索し始めている。

ELBW 児の出生直後に発症する頭蓋内出血 (IVH) や脳室周囲白質軟化症 (PVL) などの頭蓋内病変は、直接中枢神経組織を破壊する為、神経学的予後に大きくかかわってくるが、これらの疾患は出産前後の脳循環不全による虚血や低酸素が大きな要因であると考えられている。

全身管理を行う上で、一定範囲内の血圧を維持すれば“脳自動調節能”により脳循環は安定に保たれると考えられてきたが、実際の臨床では血圧を安定に管理できたとしても IVH や PVL などの病変が認められている。最近になり、生後早期の新生児において血圧は体循環を反映していないという報告が散見されるようになった (Pediatr Res, 2007)。研究代表者らも、生後早期の新生児の脳循環は血圧の変化を反映せず、体循環 (体血流) の変化の影響を大きく受けていることを報告し、特に超低出生体重児では“脳自動調節能の機能不全”が生じている可能性を示した (Pediatr Res, 2010, J Pediatr, 2013)。しかし、生後早期の新生児における血圧と体循環、血圧と脳循環との関係は未だに不明な点が多い。

2. 研究の目的

本研究の目的は、近赤外線時間分解分光法 (NIR-TRS 法) と心臓超音波断層装置 (心エコー) を使い、新生児の脳循環と体循環の指標を同時に測定し、それぞれの関係を考察し病的新生児を管理するうえでの NIR-TRS 法による脳循環代謝指標の有用性を検討する。

(1) 新生児を対象として脳の循環代謝指標となる脳組織 Hb 酸素飽和度 (cSO₂)、脳血液量 (CBV)、脳酸素摂取率 (cFTOE)、さらに μ を計測し、正期産児、早産児 (低出生体重児) での正常値を設定する。

(2) 超低出生体重児 (ELBW)、子宮内発育不全児 (IUGR)、新生児仮死、動脈管開存症 (PDA) 合併児など病的新生児での脳循環代謝指標の評価を行う。

(3) 得られた結果を検討し、病的新生児を管理するための指標としての脳循環代謝指標の有用性を考察する。

3. 研究の方法

NICU に入院となった新生児を対象として、

生後 3、12、24、48、72 時間に近赤外線時間分解分光システム (time-resolved spectroscopy; TRS-10, 浜松ホトニクス社製) を使い、新生児用プローブを患児の前額部と上腕部に装着し、酸化型ヘモグロビン、還元型ヘモグロビン、脳組織 Hb 酸素飽和度 (cSO₂)、light-reduced scattering coefficients (μ 's) を 15 分から 30 分間計測する。測定データを専用 PC に保存し、各時間帯での脳血液量 (cerebral blood volume; CBV)、脳酸素摂取率 (cerebral fractional tissue oxygen extraction; cFTOE) を算出する。

心臓超音波断層装置 (心エコー) (iE33, フィリップス社製) を使い、同時間帯に計測を行う。まず 2D エコー法にて形態的診断を行い、先天性心疾患を除外し、動脈管 (PDA) の評価を行う。さらに左室駆出率 (LVEF)、左室拍出量 (LVEF)、上大静脈血流量 (SVC flow) 等を計測する。さらに症例によっては 3D エコー法にて LVEF、LVCO、左室容量、組織ドプラ法により心室中隔および左室後壁の e' (プライム) を計測する。

同時に平均血圧 (MABP)、経皮的酸素飽和度 (SpO₂)、血液ガス検査 (PaCO₂、乳酸値) 等を測定する。

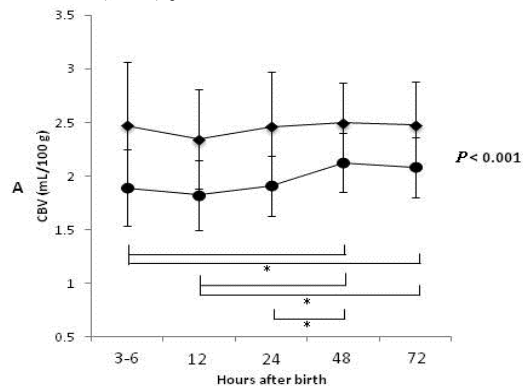
4. 研究の成果

A. 在胎週数、出生体重等の違いによる正常値および基準値の評価と背景にある病態生理の考察

(1) 正期産新生児と早産児の脳および末梢の評価

正期産児 32 例 (GA; 38.9 weeks, BW; 2980 ± 334g)、早産児 40 例 (GA; 32.5 weeks, BW; 1722 ± 408g) を対象として脳血液量 (CBV)、末梢血液量 (PBV)、脳組織 Hb 酸素飽和度 (cSO₂)、末梢組織 Hb 酸素飽和度 (pSO₂) を測定した。

正期産児 CBV (2.45 ± 0.47 mL/100 g) は早産児 CBV (1.97 ± 0.33 mL/100 g) より有意に高値を示し、経時的に有意な増加が認められた (図 1)。



(図 1)

正期産児 cSO₂ (70.8 ± 3.6%) と早産児 cSO₂ (70.9 ± 4.1%)、正期産児 pSO₂ (73.5 ± 6.1%) と早産児 pSO₂ (72.9 ± 6.0%) に有意差は認められなかった。正期産児 cFTOE

(0.28 ± 0.04)と早産児 cFTOE (0.27 ± 0.05)、
 正期産児 pFTOE (0.25 ± 0.06)と早産児
 pFTOE (0.25 ± 0.06)にも有意差は認められ
 なかった。

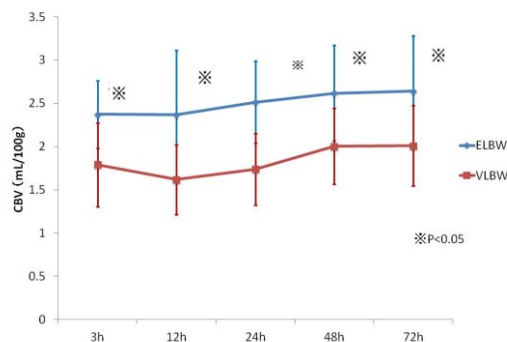
一般に CBV は小児に比し大人で多いこと
 が報告されているが、これは脳血管床の数に
 依存するためと考えられている。今回の新生
 児での検討でも、CBV は早産児に比べ正期産
 児で有意に高値を認めた。反対に PBV は早産
 児で高値を示したが、正期産児と早産児の成
 熟性の違いからくる生理的調節能の違いに
 よるものと考えられた。

(2) 超低出生体重児 (ELBW) と極低出生体 重児 (VLBW) の評価

出生体重 1500g 未満の早産児を出生体重
 1000g 未満の ELBW 児 22 例 (GA:25.2 weeks,
 BW:683.0 \pm 175.6g) と出生体重 1000g 以上、
 1500g 未満の VLBW 児 25 例 (GA:28.5 weeks,
 BW:1268.0 \pm 151.6g) の 2 群に分け、CBV、
 PBV、cSO₂、pSO₂、さらに LVEF、LVCO
 を測定した。

SpO₂、血中 Hb、血中 Ht、MABP は有意
 に VLBW 児で高値を示した。LVEF、LVCO
 には有意差は認められなかった。

cSO₂、cFTOE、pSO₂ に有意差は認められ
 なかったが、CBV は ELBW で有意に高値を
 示した (図 2)。



(図 2)

ELBW 児において、CBV と MABP の間に
 負の相関が認められ、CBV と LVCO には正
 の相関が認められたが、VLBW 児ではとも
 に有意な相関は認められなかった。

CBV は ELBW 児の方が VLBW 児より高
 値を示したが、ELBW 児では血圧や左室拍出
 量などの体循環の影響を受けているためと
 考えられた。

(3) AGA (appropriate for gestational age) 児と SGA (small for gestational age) 児の 比較

AGA 児 57 例 (GA:33.8 \pm 4.5 weeks,
 BW:2126.2 \pm 789.9g)、SGA 児 30 例 (GA:35.2
 \pm 2.7 weeks, BW:1687.6 \pm 423.1g) を対象
 として CBV、PBV、cSO₂、さらに LVEF、
 LVCO を測定した。両群で BW には有意差が
 認められたが、GA と頭囲には有意な差は認め

られなかった。

血中 Hb、血中 Ht は SGA 児で有意に高値
 を示した。CBV には有意差は認められなかつ
 たが、cSO₂ は SGA 児で有意に高値を cFTOE
 は有意に低値を示した。また、LVEF、LVCO
 は SGA 児で有意に低値を認めた。

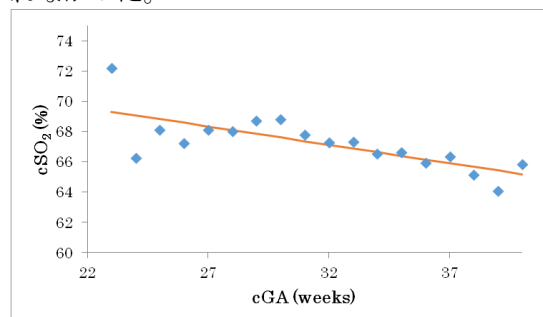
AGA 児で CBV と血中 Hb に負の相関を認
 めたが、SGA 児では認められなかった。AGA
 児で CBV と MABP に正の相関を認めたが、
 SGA 児では認められなかった。AGA 児では
 cSO₂ と LVCO、cSO₂ と LVEF で相関が認め
 られたが、SGA 児では認められなかった。

一般に、血液濃度が高くなると血管を調節
 して CBV を減少させる機能 (脳自動調節能)
 が働くと考えられているが、SGA 児ではその
 ような機能を働かせていない可能性がある。
 SGA 児では、胎児期から出生後にかけて
 LVEF、LVCO が低い状態が続いているが、
 血中 Ht を高く保つことと脳自動調節能 (血
 管の調節) により CBV を高く保つことで、
 相対的に大きな頭の循環を維持していると
 考えられた。

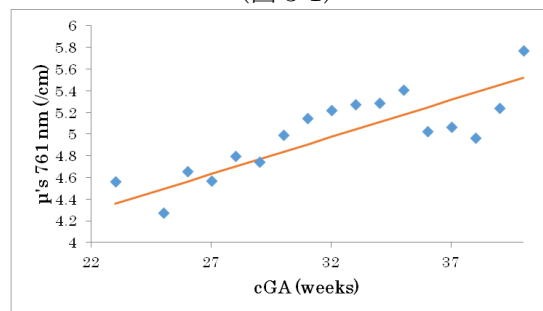
(4) 修正週数による変化

在胎 30 週未満の早産児 35 例 (GA:27.3
 weeks, BW:1004.9 \pm 322.3g) を対象として
 出生後から正期産期までの修正週数 (cGA)
 と CBV、cSO₂、 μ 's の経時的变化を測定した。
 また、早産児 35 例の正期産期 (満期) で、
 正期産正常体重新生児 28 例 (GA:38.9
 weeks) との比較を行った。

cGA と血中 Hb、cGA と cSO₂ との間に負
 の相関を認めた (図 3-1)。cGA と cFTOE、
 cGA と μ 's との間に正の相関を認めた (図
 3-2)。cGA と CBV との間には相関は認めら
 れなかった。



(図 3-1)



(図 3-2)

早産児の正期産期 (満期) と正期産児との

比較では、早産児で cSO_2 が有意に低く CBV、 $cFTOE$ 、 $\mu's$ は有意に高値を示した。

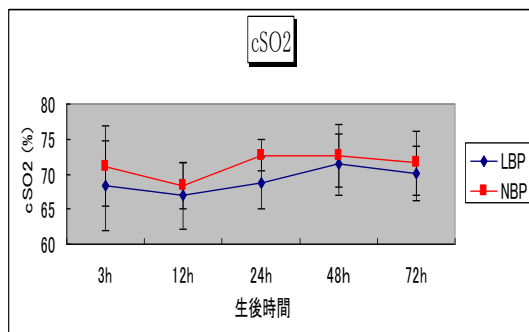
cGA が進むにつれ貧血の増悪が認められたが、これに伴い cSO_2 の低下も認められた。 $cFTOE$ の増加は脳組織での酸素摂取率を増加する代償機構が作用しているものと考えられた。また、 $\mu's$ の cGA による増加は脳構造の成熟を示唆している可能性がある。

B. 病的新生児における評価

(1) 超早産児における脳循環と血圧との関係

在胎 27 週未満の超早産児 18 例を対象として、経過中に低血圧 (MABP が一度でも在胎週数以下) を認めたものを低血圧群 9 例 (GA: 24.9 ± 0.4 weeks, BW: 663.6 ± 66.0 g)、認めなかったものを正常血圧群 9 例 (GA: 24.7 ± 0.5 weeks, BW: 699.2 ± 70.7 g) とした。

LVEF、LVCO は両群で有意差は認められなかった。 cSO_2 は生後 24 時間で低血圧群が有意に低値を示した (図 4)。しかし、個々の症例では MABP と cSO_2 は必ずしも一致していなかった。



(図 4)

超早産児において低血圧と脳酸素化不良に関連が認められたが、個々の症例で脳循環の評価を行う必要があると考えられた。

(2) 動脈管開存症 (PDA) を併発する児の評価

心エコーにより“有意な動脈管”を合併したと診断した在胎 32 週未満の低出生体重 (LBW) 児 14 例を対象とし、インドメサシン投与前後での脳循環と体循環の評価を行った。“有意な動脈管”の定義は動脈管血管径 2.0mm 以上 (カラードブラ)、左房/大動脈径 (LA/Ao) >1.5 、左肺動脈の拡張期血流速度 3.0 m/sec 以上または拡張期血流速度/収縮期血流速度が 1/3 以上の時、下行大動脈での拡張期の引き込み、のすべてが認められるときとした。

インドメサシン投与前後で CBV と cSO_2 に有意差は認められなかったが、MABP、左室拡張期末期径 (LVDD)、LA/Ao、LVCO に有意差が認められた。

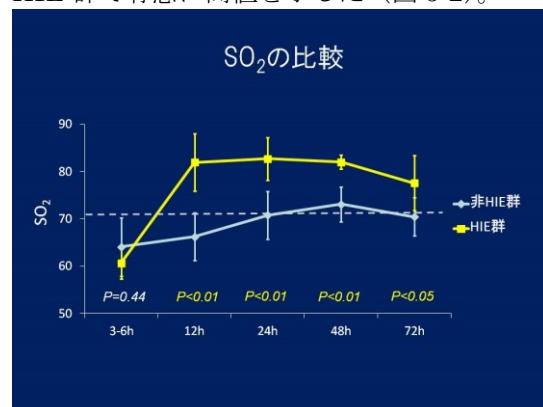
心エコー評価により“有意な動脈管”と診断された LBW 児では、体循環に大きな変化

が認められているが、脳循環は保たれていることが確認できた。NIR-TRS 法により脳循環を評価することで、PDA による頭蓋内出血等を予防できる可能性が示唆された。

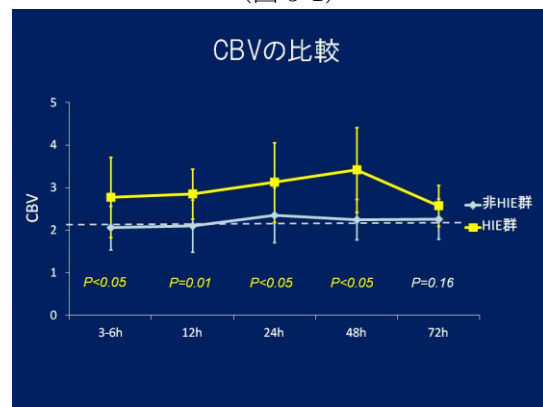
(3) 新生児仮死での評価

新生児仮死 26 例を頭部 MRI に異常所見を認めた低酸素性虚血脳症 (HIE) 群 5 例 (平均 GA: 38.0 週、BW: 2736g)、非 HIE 群 21 例 (平均 GA: 38.5 週、BW: 2815g) に分けて検討を行った。

アプガースコア 1 分値、5 分値、BE、乳酸、CPK は両群間で有意差を認めた。HIE 群では非 HIE 群と比較して cSO_2 は生後 24、48、72 時間で有意に高く、 $cFTOE$ は有意に低値を示した (図 5-1)。CBV は生後 12 時間から HIE 群で有意に高値を示した (図 5-2)。



(図 5-1)



(図 5-2)

CBV の上昇は低酸素虚血による脳自動調節能の破綻により生じた脳組織内への血液の貯留によるものと推察された。CBV は cSO_2 、 $cFTOE$ より早期から有意差を認めたことより、生後早期から評価が行える、より鋭敏な指標になり得ると考えられた。また、新生児仮死症例における CBV の上昇は cSO_2 、 $cFTOE$ の変化とは異なった病態生理によるものと考えられ、3 つの index の測定を同時に行うことは、予後予測評価や継続的な脳循環代謝評価に有用であると考えられた。

(4) 病的新生児と体循環との関係

病的新生児 194 例 (VLBW 群 66 例、呼吸障害を認めた早産低出生体重児: LBW 群 55

例、呼吸障害を認めた正期産児：Term 群 46 例、新生児仮死群 27 例)を対象として cSO₂、LVEF、LVCO を計測した (合計 970 計測)。また、血圧、SpO₂、血ガス、乳酸値を同時に測定した。SO₂ 60%未満を異常低値とした。

19 症例 (20 計測) で cSO₂ の低下が認められ、全例人工呼吸器による管理が行われていた。内訳は、VLBW 群 7 例、LBW 群 4 例、仮死群 8 例で、Term 群では cSO₂ の低下は認められなかった。低値が認められたのは生後 6 時間が 11 回、生後 12 時間が 8 回、生後 24 時間が 1 回であった。SpO₂ が 90%以下だったのは 1 例のみ (平均 SpO₂ : 96.8%) で、Hb 値 10 g/dl 以下を認めたものはなかった (平均 Hb : 17.1 g/dl)。体循環不全を血圧低下、EF 低下、LVCO 低下、乳酸値上昇のいずれかを認めたものとする、18 計測で体循環不全との関連が認められた。

生後早期の呼吸不全、体循環不全が新生児の脳循環不全に関与していた。ほとんどの症例で低酸素、貧血は認められなかったため、脳組織の酸素飽和度低下の原因は、主にうっ血である可能性が示唆された。SpO₂ の測定では脳循環不全を評価することは難しいため、NIR-TRS 法による cSO₂ 低下 (60%) の評価が脳循環不全の評価に有用であると考えられた。

(5) 超低出生体重 (ELBW) 児での短期予後の検討

ELBW 児 14 例を入院中に cSO₂ が 60%以下を認めたもの 6 例、認めなかったもの 11 例に分け検討を行った。

60%以下を認めたものでは、満期時の酸素投与例、予定日での胃管からのミルク注入例で有意に高値を認めた。背景因子として原因と考えられる疾患は、慢性肺疾患 (CLD) が最も関与していた。

cSO₂ の評価は ELBW 児の短期予後の評価としても有用である可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1) Ishii H, Takami T, Fujioka T, et al. Comparison of changes in cerebral and systemic perfusion between appropriate- and small-for-gestational-age infants during the first three days after birth. *Brain & Development* (in press), 2014 (査読有) DOI: 10.1016/j.braindev

2) Fujioka T, Takami T, Ishii H, et al. Difference in Cerebral and Peripheral Hemodynamics among Term and Preterm Infants during the First 3 Days of Life. *Neonatology* (in press), 2014 (査読有)

3) Nara S, Takami T, Ishii H, et al.

Chronological changes in cerebral perfusion and oxygenation parameters in preterm neonates measured using a portable near-infrared time-resolved spectroscopy system. *The Journal of Tokyo Medical University* 72(in press), 2014 (査読有)

4) Takami T, Suganami Y, Sunohara D, Kondo A, Mizukaki N, Fujioka T, et al. Umbilical cord milking stabilizes cerebral oxygenation and perfusion in infants born 29 weeks of gestation. *The Journal of Pediatrics* 161: 742-7, 2012 (査読有) DOI: 10.1016/j.jpeds

5) Fujioka T, Takami T, Ishii H, et al. Assessment of time-course changes in cerebral blood volume in preterm infants during the first 3 days of life using a portable near-infrared time-resolved spectroscopy system. *The Journal of Tokyo Medical University* 70(1):26-33, 2012 (査読有) <http://mol.medicalonline.jp/archive/search?jo=cr4tokyo&ye=2012&v=70&issue=1>

[学会発表] (計 26 件)

1) 廣瀬あかね, 近藤 敦, 高見 剛, 奈良昇乃助, 石井宏樹, 他. 低体温療法を施行した新生児仮死における近赤外線時間分解分光法による脳循環評価. 第 12 回日本周産期循環管理研究会. (2014. 6. 28-29) 高知

2) 近藤 敦, 廣瀬あかね, 高見 剛, 奈良昇乃助, 石井宏樹, 他. 近赤外線時間分解分光法による脳循環代謝評価—興味深い経過を示した新生児仮死 1 例と重症貧血の 1 例—. 第 12 回日本周産期循環管理研究会. (2014. 6. 28-29) 高知

3) Nara S, Takami T, Fujioka T, et al. Chronological changes in the parameters of cerebral perfusion and oxygenation in preterm infants. *International Congress of Pediatrics 2013* (2013. 8. 24-29) Melbourne, Australia

4) 奈良昇乃助, 高見 剛, 石井宏樹, 藤岡泰生, 他. 近赤外線時間分解分光法 (NIRS-TRS 法) の NICU におけるベッドサイドモニターとしての有用性. 第 171 回東京医科大学医学会総会 (2013. 6. 1) 東京

5) 奈良昇乃助, 高見 剛, 石井宏樹, 藤岡泰生, 他. AGA 児と SGA 児における近赤外線時間分解分光法を用いた光散乱係数の比較. 第 49 回日本周産期・新生児学会 (2013. 7. 14-16) 横浜

6) 奈良昇乃助, 高見 剛, 石井宏樹, 藤岡泰生, 他. 超低出生体重児における脳循環代謝指標と短期予後の検討. 第 116 回日本小児科学会 (2013. 4. 19-21) 広島

7) 近藤 敦, 高見 剛, 廣瀬あかね, 奈良昇乃助, 石井宏樹, 他. 急速輸液を行った Hb2g/dl の母子間輸血症候群の脳循環代謝評価. 第 49 回日本周産期・新生児医学会 (2013. 7. 14-16) 横浜

8) 廣瀬あかね, 高見 剛, 奈良昇乃助, 石井宏樹, 他. 新生児仮死における近赤外線時間分解分光法による脳循環評価の有用性. 第 58 回日本未熟児新生児学会 (2013. 11. 30-12. 2) 金沢

9) 廣瀬あかね, 高見 剛, 奈良昇乃助, 石井宏樹, 他. 新生児仮死における急性期脳循環指標. 第 11 回日本周産期循環管理研究会 (2013. 6. 29-30) 高槻

10) 廣瀬あかね, 高見 剛, 奈良昇乃助, 石井宏樹, 他. 急性期脳循環評価を行った低酸素虚血性脳症を認めた新生児仮死 2 例. 第 172 回東京医科大学医学会 (2013. 11. 2) 東京

11) Takami T, Fujioka T, Ishii H, et al. Effects of patent ductus arteriosus on cerebral and systemic perfusion in very low-birth-weight infants: Evaluation of changes pre/post indomethacin therapy. 17th Congress of the FAOPS and the 16th Annual Congress of the PSANZ (2012. 3. 18-21) Sydney, Australia

12) Takami T, Ishii H, Fujioka T. Effects of patent ductus arteriosus on cerebral oxygenation and blood volume in very low birth weight infants. 26th Annual Meeting of FNWANZ (2012. 3. 16-17) NSW, Australia

13) Ishii H, Takami T, Fujioka T, et al. Changes in cerebral and peripheral perfusion and cardiac function among appropriate and small for gestational age infants during the first 3 days after birth. 17th Congress of the FAOPS and the 16th Annual Congress of the PSANZ (2012. 3. 18-21) Sydney, Australia

14) 高見 剛, 藤岡泰生, 石井宏樹, 他. 動脈管開存が脳循環と体循環に及ぼす影響—インドメサシン治療前後での検討—. 第 115 回日本小児科学会 (2012. 4. 20-22) 福岡

15) 高見 剛. OB's Lecture 「新生児の脳循環—NIRS による評価」. 第 22 回心研小児科夏季セミナー (2012. 7. 28-29) 東京女子医大

16) 高見 剛. シンポジウム「NIRS 臨床応用の up-to-date」新生児領域での臨床応用. 第 19 回医用近赤外線分光法研究会 (2012. 10. 13) 東京

17) 春原大介, 高見 剛, 藤岡泰生, 石井宏樹, 他. 脳循環と体循環の急性期経時的評価—低血圧回復後に脳室内出血を認めた超早産児 2 例の検討—. 第 10 回日本周産期循環管理研究会 (2012. 5. 19-20) 静岡

18) 春原大介, 高見 剛, 石井宏樹, 藤岡泰生, 他. ワークショップ「個々の臓器循環に着目した循環管理」脳循環と体循環の急性期経時的評価—低血圧と脳循環および臨床所見との関連. 第 48 回日本周産期・新生児学会 (2012. 7. 8-10) 大宮

19) 藤岡泰生, 高見 剛, 石井宏樹, 奈良昇乃助, 他. 呼吸循環動態の安定した新生児における脳循環指標比較検討. 第 57 回日本未熟児新生児学会 (2012. 11. 25-27) 熊本

20) 奈良昇乃助, 高見 剛, 石井宏樹, 藤岡泰生, 他. 早産児における脳循環代謝指標の出生後変化の検討. 第 57 回日本未熟児新生児学会 (2012. 12. 25-27) 熊本

21) 志村 優, 高見 剛, 石井宏樹, 藤岡泰生, 奈良昇乃助, 他. 脳循環と体循環の急性期経時的評価—極低出生体重児の比較検討—. 第 57 回日本未熟児新生児学会 (2012. 11. 25-27) 熊本

22) Fujioka T, Takami T, Ishii H, et al. Comparison of the time course changes in cerebral blood volume among different birth weight groups of neonates during the first 3 days of life. 52nd Annual Meeting of the ESPR (2011. 10. 14-17) Newcastle, UK

23) 高見 剛, 藤岡泰生, 石井宏樹, 奈良昇乃助, 他. 急性期の動脈管開存が脳循環と体循環に及ぼす影響—インドメサシン治療前後での検討—. 第 9 回日本周産期循環管理研究会 (2011. 11. 26-27) 仙台

24) 藤岡泰生, 高見 剛, 石井宏樹, 他. 脳循環と体循環の急性期経時的評価—出生体重別の心機能評価と CBV との検討—. 第 56 回日本未熟児新生児学会 (2011. 11. 13-15) 東京

25) 石井宏樹, 高見 剛, 藤岡泰生, 菅波佑介, 奈良昇乃助, 他. 脳循環と体循環の急性期経時的評価—AGA 児と SGA 児での組織血液量の比較—. 第 47 回日本周産期・新生児学会 (2011. 7. 10-12) 札幌

26) 石井宏樹, 高見 剛, 藤岡泰生, 菅波佑介, 奈良昇乃助, 他. 脳循環と体循環の急性期経時的評価—AGA 児と SGA 児での心機能評価と CBV の検討. 第 56 回日本未熟児新生児学会 (2011. 11. 13-15) 東京

〔図書〕 (計 1 件)

1) Takami T. Applicability of near-infrared spectroscopy (NIRS) in clinical neonatology. In: Infrared spectroscopy: Theory, developments and applications. NOVA SCIENCE PUBLISHERS, INC; 2014: 169-188

6. 研究組織

(1) 代表研究者

高見 剛 (TAKAMI, Takeshi)
東京医科大学・医学部・兼任講師
研究者番号: 2 0 2 8 7 1 4 7

(2) 研究分担者

藤岡 泰生 (FUJIOKA Tao)
東京医科大学・医学部・臨床研究医
研究者番号: 3 0 4 2 1 0 4 3
(平成 23 年度のみ研究分担者)

石井 宏樹 (ISHII Hiroki)
東京医科大学・医学部・助教
研究者番号: 6 0 4 4 9 1 7 1

奈良 昇乃助 (NARA Shonosuke)
東京医科大学・医学部・助教
研究者番号: 7 0 4 5 9 5 6 9