

## 早産児の脳とこころを育むディベロップメンタルケア

大城昌平<sup>1, 2)</sup>, 本田憲胤<sup>1, 2)</sup>, 一之瀬大資<sup>1, 2)</sup>, 仁志田博司<sup>1)</sup>, 渡辺とよ子<sup>1)</sup>, 森口紀子<sup>1)</sup>,  
井村真澄<sup>1)</sup>, 木原秀樹<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 聖隷クリストファー大学・大学院, <sup>2)</sup> 日本ディベロップメンタルケア研究会

### <要 旨>

わが国における、早産児・低出生体重児のディベロップメンタルケア (Developmental Care ; DC) の教育プログラムを開発する足掛かりとして、DC の代表的な教育プログラムである NIDCAP (Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program ; 新生児の個別的発達ケアと評価プログラム) の研修コースを開催し、その意義を検討した。NIDCAP による関係専門職者に対する DC 教育プログラムは、周産期・新生児医療に DC の理論と技術を取り入れ、また今後の DC 教育を推進するうえで有益であった。また早産児の疼痛緩和のための1つの手技である「ホールディングケア holding care (包み込みケア)」の効果を神経生理学的、行動学的反応の測定から検討した。ホールディングは疼痛刺激を伴う過剰な脳血流反応を抑制し、脳の発達障害を予防することのできる可能性を示唆した。NICU において疼痛を伴う治療やケアには、ホールディングを取り入れることが早産児の発達予後の改善につながる可能性がある。

<キーワード> 早産児・低出生体重児 ディベロップメンタルケア (Developmental Care) NIDCAP (Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program ; 新生児の個別的発達ケアと評価プログラム) ホールディングケア holding care (包み込みケア) 脳血流反応

### 【はじめに】

世界的に早産児・低出生体重児の出生割合は増加傾向にあり、わが国においてもその傾向は同様である。低出生体重児の周産期死亡率は著しく改善している一方、救命された低出生体重児から、認知障害や行動問題をもつ子どもの割合が非常に高い。したがって、今日の新生児医療では、子どもの発達予後、特に認知行動に関連した“心”の発達を考えることが重要な課題となっている。子どもの“心”の発達は脳の発達、特に前頭前野の機能と深い関係があり、低出生体重児の認知行動の問題もまた脳機能

の発達障害である。脳は、胎児期から新生児期、乳児期にかけて大きな形態的・機能的な発達を遂げるが、出生予定より早く生まれた低出生体重児では、この重要な脳の発達期に母体内とは異なった環境下におかれることなどから、脳の機能 (発達) 障害が生じると考えられる。今日の新生児医療は、児の救命にくわえて、子どもの脳を如何に守り、育てるかが重要な課題である。このような課題を解決するためには、周産期・新生児医療の人員的・物理的な体制を整えらるとともに、ケアの“質”の改善を図らなければ

ばならない。また、そのことによって、医療体制の改善や医療費のコスト削減にもつながる。ケアの“質”を保障し、改善するためには、ケアにかかわる専門職者（医師、看護師、その他のコ・メディカルスタッフ）の教育を通して、ケアの考え方や理論、技術の改善を図る必要がある。

諸外国の新生児集中治療室（Neonatal Intensive Care Unit; NICU）では、早産児のケアの質を改善し、早産児へのストレスを極力削減して脳発達を守ることや、親子の愛着形成を促すためのディベロップメンタルケア（Developmental Care；以下 DC）の取り組みが行われている。DC とは、胎児新生児の神経行動発達理論を基礎として、児の行動観察に基づいて個別的なケアを提供する個別ケアと、親子の関係性を重視した親子ケアなどからなる包括的なケアアプローチの方法である。近年の研究報告では、DC が合併症の予防や低出生体重児の成長と発達（脳画像所見、心理検査など）、親子の関係性の発達などに良い効果を及ぼすことが報告されている。しかしながら、我が国では DC の教育プログラムはなく、文献などを介して諸外国の情報を参考にしながら各施設が試行錯誤している状況である。DC を推進し、実践していくためには、その理論と実践方法、技術の取得のための教育プログラムの開発が不可欠である。また、DC の効果を科学的かつ実証的に検討することも必要である。

近年わが国でも DC が注目され、各施設で取り組みがなされるようになってきている。しかし、その取り組みは文献などを介して諸外国の情報を参考にしながら各施設が試行錯誤してい

る状況であり、施設間での取り組みの格差も大きい。また、DC 教育に対するニーズも非常に高いが、我が国ではその教育の機会を得るには至っていない。DC の正しい理解とそれを実践していくためには、DC の理論と実践方法、技術の取得のための関係者の教育の機会を作り、そしてその効果を科学的に検証することが大きな課題である。

本研究では、このような課題を解決するために、①わが国における DC の教育プログラムを開発するための足掛かりとして、DC の代表的な教育プログラムである NIDCAP（Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program；新生児の個別的発達ケアと評価プログラム）の研修コースを開催しその意義を検討した。また②早産児への DC の 1 つの手技である疼痛緩和のための「ホールディングケア holding care（包み込みケア）」の効果について、神経生理学的、行動学的反応を測定し、DC の科学的根拠について検討した。

#### 【研究 1. DC セミナーと研修コースの開催とその意義の検討】

近年、早産児の発達や予後の改善、親子の関係性を促すために、DC の取り組みが注目されている。DC のなかでも、Heidelise Als らの開発した NIDCAP は、DC の包括的なケアモデルであり、これが世界の主流になってきている。NIDCAP は、胎児新生児の神経行動発達学を背景とした、児と家族とケアスタッフの協働によるケアモデルである。本研究の一環として、NIDCAP の概念とケアの実践を学ぶために、NIDCAP インストラクターである gretchen

Lawhon 氏 ( Vice-President, NIDCAP Federation International, Professor in Pediatrics, University of Medicine and Dentistry of New Jersey - Robert Wood Johnson School of Medicine) を招聘し、公開セミナーと NIDCAP トレーニングを行った。

#### 1) 公開セミナー

セミナープログラムは、①DC における NIDCAP のコンセプト (Dr. gretchen Lawhon), ②日本における DC の取り組みと NIDCAP コース (大城昌平), ③看護ケアにおける DC の導入 (Dr. gretchen Lawhon), ④東京都立墨東病院における DC の取り組みと NIDCAP トレーニング (大竹洋子氏, 内海加奈子氏), であった。

#### 2) NIDCAP トレーニング (図 1)

受講生に対する早産児の行動観察方法と解釈、そしてケア技術トレーニング、および NIDCAP アプローチを導入するためのスタッフの教育と組織体制づくりについて講義が行われた。



図 1 NIDCAP トレーニングの様子

公開セミナーと NIDCAP トレーニングの実施から、DC 教育に対する関係専門職者のニーズは高いにも関わらず DC 教育の機会に恵まれて

いないこと、施設における適切な DC の導入と実施には至っていないこと、施設ごとにケアの内容や質には大きな格差があることが課題としてあげられた。わが国において、DC 教育を推進するため、①胎児新生児の神経行動発達の知識、②新生児、早産児の行動観察と発達評価の方法、③NICU における適切な環境構築、④医学的治療およびケアの実践、⑤ケアチームの構築、⑥家族との関係性構築、などの DC の理論と技術についての教育プログラムの開発と、公開セミナーや NIDCAP トレーニングの導入が必要であると考えられた。

本研究は、我が国の周産期・新生児医療のケアに DC の理論と技術を取り入れ、DC 教育を推進するための最初の独創的な試みであり、それによってわが国の新生児医療の質の向上と、子どもの発達、親子の関係性の改善、さらに両親の育児支援の改善が期待できる大きな足掛かりとなった。

【研究 2. DC の早産児への疼痛緩和のための「ホールディングケア holding care」の効果に関する実証的研究】

#### 1) 目的

早産児は、NICU という子宮外環境で発達を遂げることになる。特に、早産児にとって痛み刺激が最も不快な刺激であり、児の神経行動発達の障害要因となることが指摘されている。処置やケアの痛みを軽減するための非薬物の介入方法として、ホールディング (児をケア者の両手で包みこむ) があり使用頻度も高く、心拍数、経皮的酸素飽和度、新生児疼痛スコアの変化の減少などの効果が報告されている。しかし、ホールディングに対する効果を脳活動の観点

から検討した報告はなく、本研究では疼痛刺激に対するホールディングの効果を脳血流反応の観点から評価し、脳機能の改善に及ぼす効果を実証的に検討した。尚、本研究は聖隷クリストファー大学および K 病院の倫理委員会の承認を得て実施した。

## 2) 対象と方法

対象は K 病院 NICU で管理されている早産児 (7 例: 在胎週数: 中央値 29 (範囲 28~33) 週, 出生時体重: 1122 (974~2128) グラム, 検査時の生後日数 65 (34~77) 日, 検査時の受胎後週数: 38 (37~40) 週, 検査時体重: 2435 (2030~2770) グラム) であった。方法は、以下の 3 つの課題条件で大脳皮質脳血流量および脈拍数、経皮的酸素飽和度を計測した。

課題条件は、条件 1: ホールディングなし疼痛刺激あり, 条件 2: ホールディングあり疼痛刺激あり, 条件 3: 疼痛刺激ありホールディングなし, とした。測定は、児が睡眠状態のときに実施した。児の姿勢は腹臥位とし、頸部を一側回旋位に統一した。計測プロトコルは、安静 20 秒, 課題条件 20 秒 (刺激は初めの 1 秒), 安静 60 秒とし、条件 1, 2, 3 の順でそれぞれ 5 回計測した。各条件間には、3 分の休息を挟んだ。ホールディング実施は、新生児理学療法を専門とする理学療法士 1 人が行い手技を統一した。痛み刺激は、定量型知覚針にて 10g の刺激強度を児の踵に約 1 秒与えた。脳血流量の測定には、光トポグラフィ装置を使用した。計測脳領域は、国際 10-20 法の Cz の位置にプローブの中心をおき左右の感覚運動野領域を含む各 2 チャンネル, 前頭前野領域を含む 7 チャンネルを関心領域 (region of interest: ROI)

とした。疼痛刺激の踵側と同側の ROI を“同側 ROI”, 対側の ROI を“対側 ROI”, 前頭前野領域の ROI を“前頭部 ROI”とした。得られた波形から、アーチファクト混入回を目視にて除外し、スムージングを 5 秒で設定し、タスク毎に加算平均処理をおこなった。脳血流量の測定は酸素化ヘモグロビン (Oxy-Hb) 値を計測し、各条件で安静時から課題中の Oxy-Hb の変化量 ( $\Delta$ Oxy-Hb 値) を計測した。同時に脈拍数、経皮的酸素飽和度を計測した。統計解析は、測定データの分布を検討し、3 群 (条件) の比較は一元配置分散分析を行い有意差があった場合には、Tukey の多重比較検定を実施した。有意水準を 5% 未満とした。

## 3) 結果と考察

### (1) 脈拍数・経皮的酸素飽和度の変化

脈拍数と経皮的酸素飽和度において、条件 1 での刺激前後、及び各条件で疼痛刺激後 10 秒間の各測定値に有意な変化は認められなかった。Johnston et al. (2008) Freire, Garcia & Lamy (2008) Okan, Coban, Ince, Yapici & Can (2007) は、採血の疼痛刺激によって脈拍数の有意な上昇、経皮的酸素飽和度の有意な低下を示している。したがって、本研究での疼痛刺激強度は、通常の治療や検査で用いられる刺激強度よりも低く、生体に及ぼす影響は低い刺激レベルであった。また、Kusaka et al. (2001) は新生児において、心拍出量と脳血流量に正の相関が認められると報告していることから、脈拍数の増減は NIRS による脳血流の測定に影響することが考えられる。したがって、本研究で使用した疼痛刺激レベルは、脈拍数や経皮的酸素飽和度に有意差がなく、痛み刺激による大脳皮

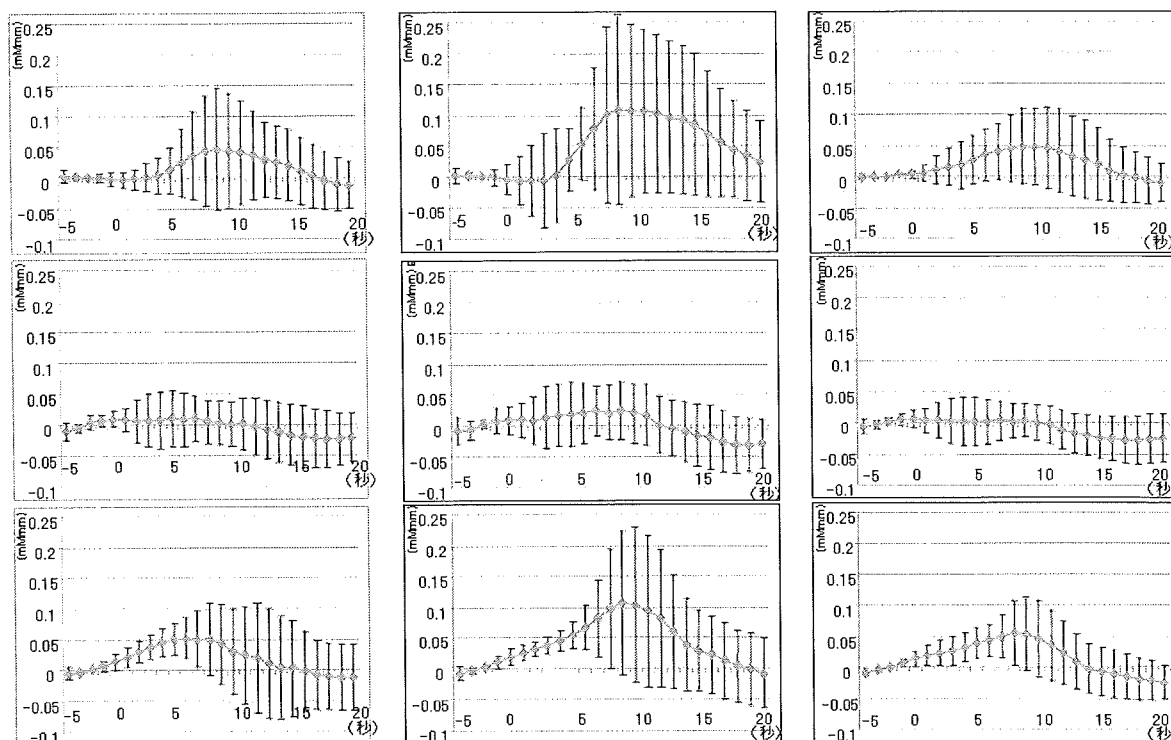


図2 各条件における疼痛刺激前後での $\Delta Oxy-Hb$ 値の時系列変化の違い。各グラフは $\Delta Oxy-Hb$ 値の1秒平均と標準偏差の時系列変化を示す。左列は刺激同側の感覚運動野領域、中列は刺激の対側感覚運動野領域、右列は前頭部を示す。上段行は条件1、中段行は条件2、下段行は条件3を示す。

質局所脳血流の変化を計測するためには適切な刺激強度であったと考えられる。

## (2) 疼痛刺激に伴う脳血流の変化

### ① $Oxy-Hb$ 値の時系列変化(図2)

疼痛刺激前5秒から、刺激後20秒までの $Oxy-Hb$ 値の時系列変化を確認した。その結果、条件1, 3の疼痛刺激では、同側ROI(踵刺激側と同側の運動感覚野領域)、対側ROI(踵刺激側と対側の運動感覚野領域)、前頭部ROI(左右の前頭前野領域)ともに $Oxy-Hb$ 値は、刺激後上昇し、変動の大きいパターン(ピークが疼痛刺激後の8秒付近にある)であった。その変動は、特に対側ROIにおいて顕著に大きかった。竹内・遠藤・小野・西条(2009)は、正中神経に電気刺激を与えたときのNIRSと脳波で大脳

皮質の活動を同時計測し、本研究と同様に $Oxy-Hb$ 値は5~10秒で最も上昇したと報告している。

条件1及び3の疼痛刺激に伴う大きな脳血流の変動は、脳の恒常性を維持しようとする早産児の大きなストレスとなり、神経細胞死やシナプス結合、脳の構造及び機能の組織化に影響すると考えられる(Anand & Scalzo, 2000)。したがって、疼痛刺激に伴う脳血流変化を予防することが、ストレス回避となり、脳の発達障害を予防することになると考えた。一方、疼痛時にホールディングを与えた条件2では条件1, 3に比べて、疼痛刺激後に見られる $Oxy-Hb$ 値の上昇が軽度であり、振幅は平坦で緩やか変化パターンであった。このことは、疼痛刺激に伴う大きな脳血流の変動(過剰な興奮や虚血への

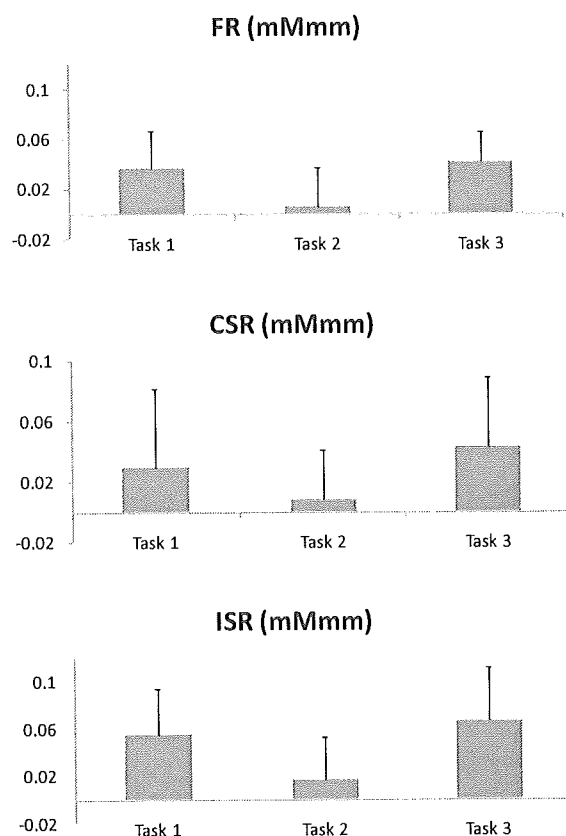


図 3：各条件間における刺激後 10 秒間の  $\Delta Oxy-Hb$  値の変化。FR は前頭部，CSR は刺激同側の感覚運動野領域，ISR は刺激同側の感覚運動野領域を示す。

変動)を抑制し、脳の恒常性が維持され、発達障害を予防することにつながる可能性がある」と推測された。

#### ②各条件における $Oxy-Hb$ 値の変化 (図 3)

条件 2 で、ホールディングの疼痛抑制効果を検討した。その結果、条件 2 の  $Oxy-Hb$  値は条件 1, 3 に比較して、対側 ROI 及び前頭部 ROI で、有意に低値を示した。同側 ROI でも低値を示したが有意差は認められなかった(脊髄求心路の交差性伝導路の影響が考えられる)。また、条件 1, 3 において  $Oxy-Hb$  値に有意差は認められなかった。このことから、条件 1 と 3 での疼痛刺激に対する慣れは生じておらず、条件 2 は疼痛刺激に対する慣れではなく、ホールディ

ングの抑制効果であった。したがって、疼痛刺激を与えるときにホールディングを実施することで、脳の過剰な賦活を抑制できると考えた。このことは Anand and Scalzo, (2000) が述べているように、疼痛ストレスに伴う過剰な興奮性を抑制し、神経細胞の細胞死、異常なシナプス結合や機能化を予防できる可能性があることを示唆する。

Allan (2001) は、新生児期及び乳児期の感覚刺激と脳発達、情緒発達の関係についてのモデルを示している。このモデルでは、新生児期には既に脳幹網様体、視床下部、扁桃体が機能している。疼痛刺激のような過剰な不快刺激は、過度の覚醒(興奮状態)や自律神経反応、ストレス反応(視床下部-下垂体-副腎系)を引き起

こす。また、皮質下の神経回路が強化され、感覚過敏性や過剰興奮性などが生じるとしている。

同時に、その上位中枢である帯状回、前頭眼窩野、さらに右脳（高次の制御機能）の正常な機能化が阻害される。通常、これらの上位中枢が下位の脳幹網様体や視床下部、扁桃体の機能を抑制的に調整するが、繰り返される不快刺激のストレス反応によって、ストレスホルモン（コルチゾル）や神経伝達物質（モノアミン系のノルアドレナリン、アドレナリン、ドーパミン、セロトニン）が過剰に分泌される。これにより、神経細胞死やシナプス形成異常が促され、脳の形態学的・機能的な異常性が生じ、将来の認知学習障害や情緒障害、社会適応障害に結びつく可能性があるという指摘されている（Anand & Scalzo, 2000）。

このように早産児に対する繰り返しの疼痛刺激は、これらの下位中枢の過剰反応を促し、上位中枢の組織化を阻害する可能性があると考えられる。

本研究の結果、ホールディングによって疼痛刺激に伴う脳の過剰な賦活を抑制し得ることが確認された。このことは、疼痛刺激に伴う、皮質下の過剰な神経活動や神経伝達物質の分泌を抑制して、神経細胞の細胞死、異常なシナプス結合を予防し、上位中枢の正常な機能発達を促し、早産児の中枢神経系の発達障害を予防する可能性があることを示唆する。

ホールディングによる神経生理学的な疼痛抑制機序については、Gate Control Theoryが考えられる。Melzack and Wall (1965)は、痛みを伝達する細径神経線維（C線維）と触覚や圧覚などのインパルスを送達する

太径神経線維（A $\beta$ 線維）の両者が興奮した場合に、触覚や圧覚の感覚路が痛覚路に対する抑制性介在ニューロンを活性化し痛覚路の伝達を抑制するGate Control Theoryを提唱している。このことから、疼痛刺激と同時に、触覚や温覚など太径神経線維の活動を促すような刺激を付加することで、疼痛インパルスの中枢への伝達を抑制できる可能性があると考えられる。本研究の結果、疼痛刺激と同時にホールディングを与えることで、脳活動の賦活（興奮性）を抑制できることを示唆したが、これもGate Control Theoryによりホールディングによる触覚や温覚刺激が、疼痛刺激に伴うインパルスの伝達を抑制する機序が推察される。また、このことによって、脳幹網様体、視床下部、扁桃体の神経活動も抑制され、さらに上位中枢である帯状回、前頭眼窩野、さらに右脳（高次の制御機能）における過剰な反応を予防し、上位中枢の正常な神経経の発達を促すことができる可能性があり、早産児の脳発達の障害を予防する介入手段となると考えられた。

#### 4) 結論

本研究は、早産児の発達障害を予防することを目的として、NIRSを用いて、疼痛刺激のおよぼす脳血流変化とホールディングの効果を検討した。その結果、疼痛刺激後に刺激前に比べ左右の感覚運動野領域、前頭部領域に脳血流（Oxy-Hb値）の増加が観察され、脳活動の賦活が確認された。また、疼痛刺激とともにホールディングをおこなうことで、疼痛刺激にともなう脳血流（Oxy-Hb値）の増加を抑制した。ホールディングは、疼痛刺激に伴う過剰な脳の興奮性を抑制し、脳の発達障害を予防すること

のできる可能性を示唆した。したがって、NICUにおいて疼痛を伴う治療やケアには、積極的にホールディングを取り入れることが早産児の発達予後の改善につながると考えられた。

#### 【まとめ】

本研究は、我が国の周産期・新生児医療のケアにDCの理論と技術を取り入れ、DC教育を推進するための最初の独創的な試みであった。これを端緒とし、DC教育と臨床研究を継続することで、我が国の新生児医療の質の向上と、子どもの発達、親子の関係性の改善、さらに両親の育児支援の改善が期待できる。

#### 【文献】

Allan N Schore: Effectsof a secure attachment relationship on right brain development, affect regulation, and infant mental health. *Infant mental health journal* 22:7-66, 2001.

Als H. Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program (NIDCAP): New frontier for neonatal and perinatal medicine. *Journal of Neonatal-Perinatal Medicine* 135:135147, 2009

Anand KJ, Scalzo FM: Can adverse neonatal experiences alter brain development and subsequent behavior?. *Biol Neonate* 77:69-82, 2000

Freire NB, Garcia JB, Lamy ZC: Evaluation of analgesic effect of skin-to-skin contact compared to oral glucose in preterm neonates. *Pain* 139:28-33, 2008

Johnston CC, Filion F, Campbell-Yeo M, Goulet C, Bell L, McNaughton K, Byron J, Aita M, Finley GA, Walker CD: Kangaroo mother care diminishes pain from heel lance in very preterm neonates: a crossover trial. *BMC Pediatr* 8:13, 2008.

Kusaka T, Isobe K, Nagano K, Okubo K, Yasuda S, Kondo M, Itoh S, Onishi S: Estimation of regional cerebral blood flow distribution in infants by near-infrared topography using indocyanine green.. *Neuroimage* 13:944-952, 2001

Melzack R, Wall PD: Pain mechanisms: a new theory.. *Science* 150:971-979, 1965

NIDCAP Federation International. Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program (NIDCAP) Program Guide; An Education and Training Program for Health Care Professionals. 2009

竹内幹伸、遠藤俊郎、小野武年、西条寿夫: 【脳波と脳機能画像の同時測定】 全頭型 NIRS と EEG 同時測定による脳機能評価. *臨床脳波* 51:341-347, 2009

#### 謝辞

本研究の重要性をご理解いただき、研究助成をいただきました「財団法人 明治安田こころの健康財団」様に心より感謝申し上げます。