

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26461527

研究課題名(和文) 早産児の学習障害における視覚的認知機能の分析的研究

研究課題名(英文) Analytical study of visual cognitive function in learning disorders in preterm children

研究代表者

西田 智子(Nishida, Tomoko)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号：00243759

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：極低出生体重(VLBW)児は、しばしば学習困難を抱えている。我々は、VLBW児における認知機能の特徴を明らかにすることを目的とした。神経学的異常や頭部MRIでの異常を認めない15-10歳のVLBW児に対して、心理検査K-ABC、ベンダーゲシュタルトテスト(BGT)およびGlobal/Local視覚認知課題を実施した。K-ABCの結果では、「習得度尺度」が著明に低かった。BGTおよびGlobal/Local視覚認知課題では、正期産児と比較して視覚運動知覚の発達遅延を認めた。また、視線追跡装置により、VLBW児の中で眼球運動に問題のある児が明らかとなり学習困難との関係が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Very low birth weight (VLBW) children often have learning difficulties. We aimed to clarify the characteristics of cognitive function in VLBW children. We conducted Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC), Bender Gestalt Test (BGT) and global/local visual cognitive tasks for the VLBW children aged 5 to 10 years who had no abnormality on brain MRI and no neurological abnormalities. The results of K-ABC revealed remarkably low "Achievement Scales". In the BGT and the global graphic tasks, the VLBW children recognized developmental delay of visual-motor perception compared to the term-born children. Among the VLBW children, the eye tracker showed children with problems in eye movement suggesting a relationship with learning difficulties.

研究分野：特別支援教育

キーワード：早産児 学習障害 視覚認知障害 極低出生体重児

## 1. 研究開始当初の背景

近年の新生児医療の進歩により極低出生体重児 (VLBW 児) の救命率は目覚ましく向上した。しかし、神経学的異常がなく、頭部 MRI などの画像検査でも明らかな異常を認めない症例においても視聴覚認知機能の発達の遅れが見られ、小学校で学習に困難をきたしている子どもたちが増加していることが報告されている。

## 2. 研究の目的

本研究は神経学的異常がなく、頭部 MRI 検査でも明らかな異常を認めない 5~10 歳に達した VLBW 児を対象とし、以下の項目について検討することを目的とした。(1)心理検査 K-ABC で認知特性を明らかにする。(2)図形による視覚認知機能を描画により評価し、正常産児と比較する。(3)眼球注視点検出装置 (アイトラッカー) で彼らの視線の特徴を正常産児と比較する。

## 3. 研究の方法

### (1)K-ABC の検討

対象：香川大学医学部附属病院発達外来を受診した VLBW 児で、身体障害および神経学的な異常を認めない 5~10 歳に達した VLBW 児 21 名 (男児 11 名、女児 10 名) を対象とした。検査の際には保護者にインフォームドコンセントを行い、同意を得て実施した。

方法：Japanese Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC)<sup>1)</sup> を施行した。K-ABC は認知処理過程と習得度を測定する個別式尺度で、2 歳 6 か月-12 歳 11 か月児を対象としている。14 個の下位検査バッテリーと、4 種類の総合尺度からなっており、それぞれの総合尺度から標準得点 (平均 100、標準偏差 15) が算出される。統計処理：Mann Whitney の U 検定を用いて統計処理した。p<0.05 を有意差ありとした。

### (2)図形課題の検討

#### Bender Gestalt Test (BGT) 課題

対象：香川大学医学部附属病院発達外来を受診した VLBW 極低出生体重児 (1,500g 未満) で、身体障害および神経学的な異常を認めない 5 歳 11 か月~10 歳 6 か月の児童 23 名 (男児 12 名、女児 11 名) を対象とした。また、コントロール群の正常産児は、知的に問題のない (WISC- IQ90 以上) 5 歳 11 か月から 8 歳 11 か月の児 9 名 (男児 4 名、女児 5 名) である。検査に際しては、保護者にインフォームドコンセントを行い、書面にて了解を得て施行した。香川大学医学部の倫理委員会の承認を得た。

方法：香川大学医学部附属病院発達外来で Bender Gestalt Test (BGT) を実施した (図 1)。BGT は簡単な 9 種類の幾何学図形の模写を行う検査であり、学習面の障害 (視覚認知、構成行為障害など) を評価するものとして有用である。BGT の検査方法は、Bender (1938) による標準的方法で施行した。BGT は BGT Koppitz の採点表<sup>2)</sup>に従い評価を行った。Koppitz の採点は「形の歪み」、「統合の失敗」、「回転」、「固執」の 4 つに分類され、30 項目からなっている。得点は判断基準に示されている基準から外れたものに 1 点として集計される。評価として、BGT の合計得点 (BGT 得点) を算出し、年齢別の平均点と比較した。また、全体の BGT 得点を比較検討するために、標準得点 (標準得点 (z) = { (素得点) - (平均値) } / 標準偏差) (以下 BGT z score) を算出し、対象群とコントロール群の年齢的な差を補正し、比較検討をした。統計処理：Mann Whitney の U 検定 (両側) を使用した。

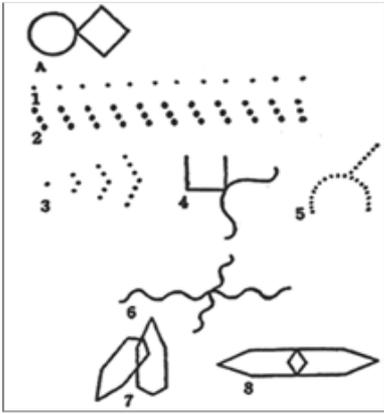


図1 Bender Gestalt Test 図版

### Global/Local 図形課題

対象：香川大学医学部附属病院発達外来を受診した VLBW 児で、身体障害および神経学的な異常を認めない VLBW 児 21 名(男児 11, 女児 10)を対象とした。コントロール群として、正常産児 (BW 2000g 以上、GA 35 週以上) 19 名 (男児 11, 女児 8) を対象とした。保護者にインフォームドコンセントを行い、同意を得て実施した。本研究は香川大学医学部の倫理委員会の承認を得た。

方法：本課題は、Santos らの報告<sup>3)</sup>を参考にし、図 2 の 2 つの図形を用いた。図形は、それぞれ Local と Global のレベルの別の要素を持っている。一つ目の図形では Local は丸、Global は四角の図形である。二つ目の図形では Local は S、Global は H の図形である。採点基準は Delis<sup>4)</sup>によるものを参考とし、採点は 1 つの図形につき Local 5 点、Global 5 点を満点、各図形 1 - 10 点とし、2 図形合計の 20 点満点で評価した。少なくとも 3/4 の対象物を書くことができなければ 3 点、省略・付け足しなどがなく、位置や割合などが正確であれば 2 点を与えた。点数は対象者名が特定されない方法で、共同研究者 4 名が各々採点し、4 名の点数を平均し算出した。

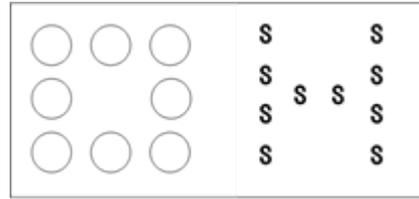


図2 Global/Local 図形課題

### (3)アイトラッカーでの検討

対象：アイトラッカーを用いた視線追跡検査では、香川大学医学部附属病院発達外来を受診した VLBW 児 6 名、コントロールとして正常産児 3 名を対象として行った。検査に際しては、保護者にインフォームドコンセントを行い、書面にて了解を得て施行した。香川大学医学部の倫理委員会の承認を得た。

方法：小児科外来で、眼球注視点検出装置 (アイトラッカー Tobii1750 (Tobii Technologies, Sweden)) を用いて行った。アイトラッカーは、被験者がモニター上に出てくる画像をほんの十数秒注視するだけで、その刺激に対する高精度な注視点計測とそのデータ分析が可能であり、小児に対しても有用な新たな視覚機能測定法として臨床応用されつつある。

本研究では、まず重なりのある図形を 5 秒間見せて、次の画像でどの図形があったかを答えさせる課題を 3 課題行った。

## 4. 研究成果

### (1)K-ABC の検討

#### 対象児全体の結果

平均検査時月齢 (以下 CA) は  $96.9 \pm 18.1$  か月 (63-126 か月)、平均 BW は  $872.5 \pm 275.0$  g (422g-1343g)、平均 GA は  $28.3 \pm 4.2$  週 (23.0-37.0 週) である。

K-ABC の「習得度尺度」の下項目である「なぞなぞ」において、K-ABC の標準得点より 1 SD 以上低い結果であった。

#### 2 群間での比較

(a) GA28 週未満の児は 12 名 (男児 7 名、女児

5名)、28週以上の児は9名(男児4名、女児5名)であった。在胎週数での比較の結果、28週未満群の「習得度尺度」「算数」「なぞなぞ」がK-ABCの標準得点より1SD以上低い結果となった。また、「なぞなぞ」で、28週未満群が有意に低かった ( $p<0.05$ )。

(b) 1000g未満群は14名(男児7名、女児7名)、1000g以上群は7名(男児4名、女児3名)であった。出生体重での比較の結果、1000g未満群の「習得度尺度」「算数」「なぞなぞ」「文の理解」がK-ABCの標準得点より1SD以上低い結果となった。また、「同時処理尺度」「模様の構成」「なぞなぞ」で、1000g未満群が有意に低かった ( $p<0.05$ )。

VLBW児は注意、集中、聴覚・視覚短期記憶、推論、言語理解に問題がある児が多いことが推測された。GA28週未満、BW1000g未満では特にその特徴が顕著であった。K-ABCの結果では、VLBW児は「継次処理尺度」「同時処理尺度」「認知処理過程尺度」に比べて「習得度尺度」が著明に低く、特に算数能力、言語理解能力、推論能力に問題を持っていることが明らかとなった。

## (2) 図形課題の検討

### Bender Gestalt Test (BGT) 課題

LBW児群(対象群)23名は、BWはmedian (range) 888g (422-1,457)、GA 27.0w (23.0-37.0)、検査時年齢6歳3カ月-10歳6カ月。コントロール群9名は、出生体重2,800g (2140-3456)、在胎週数39.7週 (36.9-40.7)、検査時年齢5歳11カ月-8歳11カ月。図3にKoppitzによる各年齢の平均と $\pm 1SD$ と対象群・コントロール群のBGT得点の分布を示した。この結果より、BGT得点が+1SD以上の者が2名存在した。また、標準得点(BGT z score)を算出し、正常産児のコントロール群と比較した。対象群 0.17 (-0.83 - 2.78)、コントロール群 -0.5 (-2.11 - 0.15)であり、VLBW児のほうが有意にBGT z

scoreが高かった ( $p<0.01$ )

BGTにおいて、ほとんどの対象児は、 $\pm 1SD$ 内に得点が収まっていたが、2名は+1SD以上であった。BGTの得点の高値は発達上の問題や視覚-運動知覚の未成熟、脳障害などが関係しているといわれている。年齢的な差を補正するために、z scoreを算出し、対象群とコントロール群の比較をしたところ、有意に対象群が高かった。しかし、今回の研究結果は、コントロール群の症例が少なく、IQ検査も異なるため、早産・低出生体重の影響とは言い切れないが、対象児のBGT z scoreの高値は、発達上の問題や視覚-運動知覚の未成熟、脳機能障害などを反映しているのではないかと考えられた。

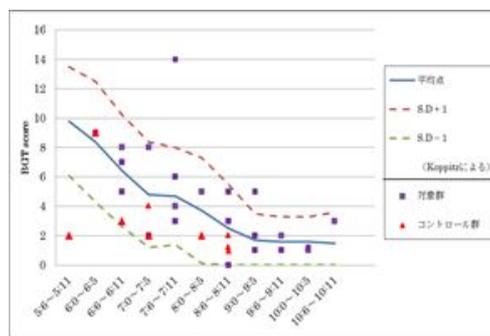


図3 対象群・コントロール群のBGT得点の分布

### Global/Local 図形課題

図7に視覚認知課題における月齢的発達変化を示す(図4 a) Local 図形、b) Global 図形)。コントロール児は80カ月以上でLocal 図形もGlobal 図形も9-10ポイントであったが、VLBW児は80カ月以上においてもコントロール児よりもスコアが低く、特にGlobal 図形では100か月以上でも低いものが見られた。

脳内の視覚情報処理経路は、大きく二つに分けられる。一つは腹側視覚経路(What 経路)であり、後頭葉から側頭葉へ向かう経路である。対象の色や形の分析、それらの特徴と意味との関連付けを行っているといわれている。

もう一つは背側視覚経路(Where and How 経路)であり、後頭葉から頭頂葉後部を経て、頭頂連合野に至る経路で、対象の位置や運動情報、形の情報の処理を行っている。Santosら(2009)は、今回我々が参考にしたGlobal/Local 図形を用いて、VLBW 児では、正期産児と比べて背側経路の障害の影響が6歳以降でも残っていると報告している。本研究においてもVLBW 児はGlobal 認知の発達がLocal 認知の発達よりも著明に遅れていた。Global 認知の発達の遅れは、正期産児と比較すると著明であり、8歳以上でも発達の遅れが認められた。

本研究においては対象児数が21例と少ないことから、今後症例数を増やし、在胎週数ごとの詳細な検討が必要である。

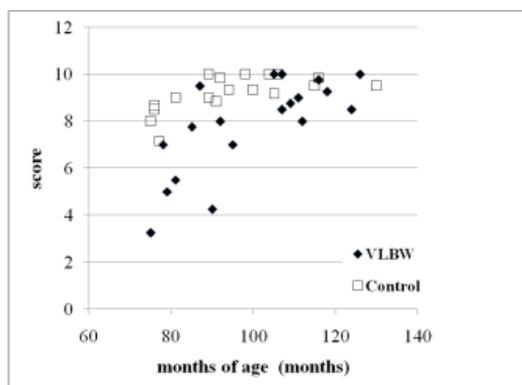
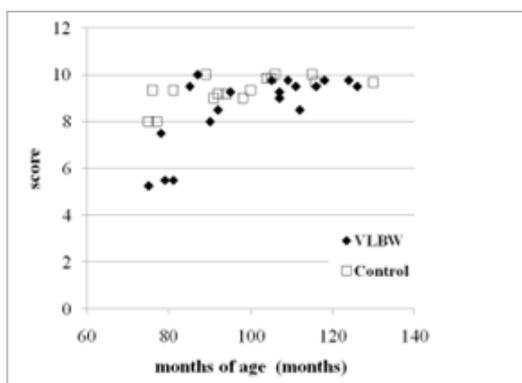


図4 視覚認知課題における月齢的発達変化 a) Local 図形、b) Grobal 図形

### (3)アイトラッカーでの検討

VLBW 児群は、GA 28.6w (22.9-34.4), BW

1063.0g (468-1450), 検査月齢 73.3M (60-88)、正期産児群は、GA 39.2w (38.7-40.3), BW 3046.7g (2664-3644), 検査月齢 83.7M (67-115)であった。VLBW 児の視線分析の結果、図形に対して注視時間、回数により3タイプに分けることができた。

注視時間が短く、注視回数が多いタイプ、注視時間が短く、注視回数が少ないタイプ、

注視時間が長く、注視回数が少ないタイプである。VLBW 児6名は、タイプ1名、タイプ2名、タイプ2名であった。正期産児は3名ともこのタイプであった。

VLBW 児の視線分析の結果、3つのタイプが認められた。今後、図形だけでなく文字や写真などにおける特徴や年齢的な発達による変化についても分析が必要である。その特徴が、学習の問題に関連するものであるかどうかを検討が必要である。今後症例数を増やして後方視的に検討する必要がある。

### 総合考察

学齢期のVLBW 児におけるK-ABCの結果、「習得度尺度」が著明に低く、特に算数能力、言語理解能力、推論能力に問題を持っていることが明らかとなった。また、BW 1000g未満で「同時処理尺度」「模様の構成」が有意に低く、眼科病変の有無にかかわらず視覚認知機能に問題を持っていると考えられた。BGTの結果からVLBW 児では視覚-運動知覚の未成熟さを認めた。Global/Local 視覚認知課題では8歳以降もglobal 認知の発達の遅れを認めた。また、アイトラッカーの課題では視線の動きに問題がある児がみられ、学習での困難さとの関連が示唆された。

以上のことから頭部MRIに異常なく、神経学的な異常を認めない場合においてもVLBW 児では視覚認知機能に問題を持っている可能性があり、早期よりこれらの能力に対する発達促進支援をすることが必要と考える。今後症例を増やし、その特性を分析するととも

に個々の学習指導に役立てていきたい。

#### 主な引用文献

- 1) Kaufman AS, Kaufman NL. Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC). American Guidance Service, Circle Pines, MN 1983
- 2) Koppitz EM. The Bender Gestalt test for children: a normative study. J Clin Psychol. 1960; 16:432-5
- 3) Santos A, Duret M, Mancini J, Gire C, Deruelle C. Preterm birth affects dorsal-stream functioning even after age 6. Brain and Cognition 2009; 69:490-494
- 4) Delis DC, Kiefner MG, Fridlund AJ. Visuospatial dysfunction following unilateral brain damage: dissociations in hierarchical and hemispatial analysis. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 1988; 10:421-431

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

大西美緒, 恵羅修吉, 中島栄美子, 西田智子 超低出生体重で生まれた小学 6 年生に対する算数文章題解決における表象化指導の効果 LD 研究 査読有 2017 26: 337-347

徳永千恵子, 大西祥弘, 中島栄美子, 恵羅修吉 香川県下の通級指導教室における指導形態と内容ならびに連携に関する現状と課題 発達障害支援システム学研究 査読有 2017 16: 105-110

Nakamura S, Koyano K, Jinnai W, Hamano S, Yasuda S, Konishi Y, Kuboi T, Kanenishi K, Nishida T, Kusaka T. Simultaneous measurement of cerebral hemoglobin oxygen saturation and blood volume in asphyxiated neonates by near-infrared time-resolved

spectroscopy. Brain Dev. 査読有 2015 Nov; 37(10): 925-32

〔学会発表〕(計 4 件)

加藤育子, 淵野裕, 小西行彦, Yinmon Htun, 中村信嗣, 小谷野耕佑, 安田真之, 日下隆, 小西行郎 早産児の脳循環変動発達的变化 第 120 回日本小児科学会学術集会 2017

小西行彦, 小谷野薫, 西田智子, 日下隆 低出生体重児の乳児期における新奇選好性についての検討 第 59 回日本小児神経学会学術集会 2017

清水理恵, 西田智子, 加藤育子, 山本真由美, 小西行彦, 安田真之, 岡田仁, 日下隆 早産児における認知特性について 赤ちゃん学会第 15 回学術集会 2015

西田智子, 山本真由美, 小西行彦, 日下隆, 伊藤進 超・極低出生体重児における K-ABC による認知特性の検討 第 56 回日本小児神経学会 2014

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

西田 智子 (NISHIDA Tomoko)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号: 00243759

##### (2) 研究分担者

加藤 育子 (KATO Ikuko)

香川大学・医学部附属病院・助教

研究者番号: 00613720

日下 隆 (KUSAKA Takashi)

香川大学・医学部・教授

研究者番号: 50274288

小西 行彦 (KONISHI Yukihiro)

香川大学・医学部・助教

研究者番号: 60528157

恵羅 修吉 (ERA Shukichi)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号: 70251866