

平成 29 年 8 月 25 日現在

機関番号：30110

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560281

研究課題名(和文)神経心理学的検査に基づいた脳室周囲白質軟化症児における視覚経路障害の検討

研究課題名(英文)The study of visual pathway in children with periventricular leukomalacia based on neuropsychological analysis

研究代表者

木村 恵 (Kimura, Megumi)

北海道医療大学・リハビリテーション科学部・講師

研究者番号：30708582

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、早産低出生体重で出生した脳室周囲白質軟化症児の視覚的特徴を明らかにすることである。本研究の結果から、斜視の有無が視覚的問題に及ぼす影響が大きいこと、斜視がなく一つの要素的な視覚機能にほとんど問題が認められない児においても、より高次で複合的な視覚機能が必要となる課題によっては、物体知覚や視覚運動課題にて問題を呈する可能性があることが推察される結果となった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to clarify the visual characteristics of Periventricular leukomalacia children with premature baby low birth weight. From the results of this study, it was confirmed that the presence of strabismus has a large influence on the visual problem, even in children who do not have strabismus and have little problem in each elemental vision function. Depending on the tasks that require visual functions, it is presumed that there may be problems in object perception and visuomotor tasks.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：早産低出生体重児 脳室周囲白質軟化症 視覚機能

1. 研究開始当初の背景

脳室周囲白質軟化症 [periventricular leukomalacia: 以下 PVL] は、早産低出生体重児を起因とする脳性まひ [cerebral palsy: 以下 CP] の主な原因であり、後頭葉を中心とした白質の損傷や髄鞘化の障害によって大脳性視覚障害や視覚認知障害が引き起こされることが知られている (Fedrizzi.E.et.al., 1996). PVL は脳性まひ(cerebral palsy: CP)だけでなく未熟児における視覚障害の重要な原因 (Jacobson LK et.al., 2000)とされており、視覚は 25%~75% に異常があるとされ (Jacobson.L.et.al,1998), 20%~40%に斜視を合併するといわれている (Jacobson.L.et al,1998, Scher,M.S.,et al.,1989, Graham,M.,et al,1987). そのため、日常生活上では、階段をおりのに苦労する、沢山の服の中から目的の服を見つけることが難しい (Gordon.N.D.et.al.,2012), 書字や服を畳む、紐結びに困難を伴う (遠藤康祐他, 2011), 前方にある本の距離感がつかめないために、ぶつかったりつまづいたりする (小枝達也, 1995) といった問題を伴うことが多い。

従来、腹側視覚経路は色や形の知覚などの情報処理に、背側視覚経路は空間的な位置、運動知覚などの情報処理に関わっているという説が提唱されてきた (Felleman.DJ et al 1991). 視覚経路説の提唱とともに、国外においては PVL 児における検討も様々行われ、PVL 児は空間的な位置、運動知覚の情報処理に関する障害、いわゆる背側視覚経路の障害と結論付ける研究が散見している (Fazzi.E et al 2004, Baddick O et al 2003, Macintyre-Beon.C et al 2010). PVL 児における視覚的な情報処理の問題を背側視覚経路の障害として捉えると、立体図形 (立体視) や対象物の動きや方向を捉えることの難しさとして発現されるということになる。しかしながら、臨床的に PVL 児にみられる漢字等の複雑な文字の書字や図形問題の苦手さは、背側視覚経路障害としてだけでは捉えることは難しく、図と地の弁別や形の知覚といった腹側視覚経路も関与していると考えられる。近年、側頭葉を中心とする腹側視覚経路でも立体視における情報処理が行われているという知見 (Parker.AJ 2004) が得られてきている。また、PVL 児の視覚における問題についても、背側視覚経路だけでなく腹側視覚経路にも問題が認められたとする研究 (Fazzi.E et al 2009) も報告されている。この研究では、顔認知や図と地の弁別といった腹側視覚経路には問題は認められないものの、同じ腹側視覚経路の情報として処理される形の認知には問題が認められ、形の認知には常時ではないが背側視覚経路で情報処理がされているとする視空間認知や視覚運動統合と密接な関係があるとしている。

両眼で立体視を実現するためには、輻輳が

重要な役割を果たすが、脳性麻痺児においては輻輳に困難を示すことが多い。本研究においては、視機能 (輻輳, 眼球運動, 視力) を測定するとともに、斜視合併の有無が視覚的な問題にどのような影響を及ぼすのか検討することとした。我が国においては、小児の視覚障害について詳細に検討した研究は少なく、早産低出生体重児の視覚的特徴を適切に捉えるためには、視力や既存の視知覚の検査バッテリーだけでなく、その他の視覚機能も含めた包括的な検討が必要であると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、早産低出生体重で出生した脳室周囲白質軟化症児の視覚的な問題の特徴を明らかにすることである。

3. 研究の方法

研究対象は早産低出生体重児 5 名 (男児 4 名, 女児 1 名), 平均年齢は 11:58 歳 ($\pm 0:11$) であった。検査結果を解釈する上でコントロール群が必要となる評価については、コントロール群 7 名 (男児 2 名, 女児 5 名, 平均年齢 11:83 $\pm 1:01$) に対しても同様の検査を行った。

(1) 要素的な視覚機能検査

眼球運動

眼球運動については、滑動性眼球運動、衝動性眼球運動および輻輳について、対面法により検査を実施した。

視力

視力については、近距離 (30 ㌢) および中距離 (100 ㌢) の両眼視力について、C ランドルト近距離および中距離視力表を用いて測定を行った。

視野

視野については、LEA Flicker Wand-280000 を用いて、点滅する光が見えた時に応答してもらう方法で一点を注視した時に見える範囲について調べた。

立体視

立体視については、LANG-STEREOTEST を用いて検査を実施した。

色覚検査

色覚検査は、Panel 16 Quantitative Color Vision Test を使用し、前に選んだキャップに一番近い色を選んで並べていくことで評価を行った。

長さ、大きさ、方向、位置関係の弁別課題 Birmingham object recognition battery (以下 BORB) を使用し、長さは Length match task, 大きさは Size match task, 方向は Orientation match task, 位置関係は Position in gap match task を使用し、提示された 2 つ刺激が同じであるか、違うかを口頭で答える課題を行った。すべての課題において、その正答率をコントロール群と比較した。

図形の模写課題

Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration, 6th Edition を使用し視覚統合年齢を算出した。

(2) コヒーレントモーション

背側視覚経路の課題として、コヒーレントモーションを実施した。刺激についてはパソコンで提示し、動きの方向の判断を口頭もしくは身振りにて示してもらい、弁別可能な閾値を測定しコントロール群と比較した。

(3) 物体認知

腹側視覚経路の課題として、物体認知課題を行った。刺激は色やコントラストなどの要素を排除した線画(40枚)を使用し、パソコンにて刺激を提示した。提示時間は1.0秒とし、正答率をコントロール群と比較した。

(4) 行動学的実験 [Irregularly shaped object task]

この実験は Goodale ら (1994) が視覚性物体失認を呈した症例に対し、知覚課題と視覚運動課題として行った実験に準じて実施した。実験は、形状の異なる湾曲した形を4つ刺激として使用し、提示された形が同じか違うか弁別する Same/difference task (知覚課題) と提示された形を把持する Grasping task (視覚運動課題) からなる。知覚課題では、提示する2つの刺激を衝立で隠し、衝立を外してから5秒以内に形が同じか異なるか口頭にて答えてもらった。4つの異なる形について、同形/異形を各3試行、計24試行実施し、正答率をコントロール群と比較した。また、視覚運動課題では、4つの形について、ランダムに刺激を提示する方向[0°, 90°, 180°, 270°]を変え、各4試行、計16試行実施した。把持動作前に拇指と示指にそれぞれ異なる色のインクをつけ、利き手を机の手前に置き、そのポジションから刺激に対してリーチングを行い、把持動作を行ってもらった。把持した時の2つの位置からセンターライン(grip line)を決定し、各形の重心からの距離を算出し、全試行におけるその距離の頻度をコントロール群と比較した。

4. 研究成果

(1) 要素的な視覚機能検査

対象となった児5名中3名に斜視が認められ、斜視を合併する児すべてにおいて眼球運動、輻輳、立体視、視野に問題が認められた。さらに視覚機能に問題が認められた3名のうち1名において色覚検査においても問題を呈していた。Birmingham object recognition battery (以下 BORB) を用いた長さ、大きさ、方向、位置関係の弁別課題では、斜視が認められなかった2名については、長さ、方向、位置関係の知覚については、コントロール群(平均年齢 11:83±1:01)と比較して低下が認められなかったが、大きさの知覚については、2名とも1SD以上の低下が認められた。また、斜視が認められた3名に

ついては、1名は長さ位置関係の知覚で1SD以上の低下が認められ、色覚検査に問題を呈していた1名については、すべての項目でコントロール群と比較して低下が認められた。特に大きさと方向の知覚については、2SD以上の低下であった。さらに眼球運動等の視覚機能に問題を呈したもう1名についても、長さの弁別課題で1SD以上、大きさと方向の弁別課題で2SD以上の低下が認められる結果となった。大きさの弁別課題では、斜視を合併する1名の対象児以外すべての児で、1SD~2SDの低下が認められ、大きさの知覚については、眼球運動、輻輳、立体視、視野に問題がなく、斜視を合併していなくても、健常児に比べて知覚が難しい可能性があることが示唆される結果となった。

図形の模写課題については、1名を除いて実年齢と比較して2歳から6歳程度のギャップが認められた。

(2) コヒーレントモーション

コントロール群におけるコヒーレントモーションの閾値平均は4.58% [±2.91]であった。これに対し、対象となった児の5名中1名を除き、1SDから2SD以上の低下が認められた。2SD以上の低下が認められた2名については、斜視を合併しており、1SD以上2SD以内の低下が認められた1名についても斜視を合併していた。

(3) 物体認知

コントロール群における平均正答率は87.14% [±8.81]であった。対象児5名のうち、斜視がない2名については、コントロール群よりも良い成績であり、斜視を合併する3名については、1名が1SD以上の低下、2名が2SD以上の低下を示す結果となった。

(4) 行動学的実験 [Irregularly shaped object task]

知覚課題のコントロール群における正答率は、97.02% [±3.67]であり、1名を除いて2SD以上の低下が認められる結果となった。また、視覚運動課題においては、成人を対象とした先行研究では、センターライン(grip line)は概ね重心をとおり、重心を通る長軸と垂直の把持パターンをコントロール群はとるとされている。すなわち健常成人では、重心からセンターライン(grip line)までの距離の頻度は、距離が短いほど多く、距離が長くなるにつれてその頻度は減少していく。今回のコントロール群においても、重心からの距離の頻度は健常成人と類似したパターンであり、重心からの距離が近いほど頻度が高く、重心からの距離が離れるにつれて頻度が低くなる結果となった。一方で対象児においては、明らかに頻度のピークが重心からの離れた距離にある児がいたが、今回の実験は試行回数が16回と少なく、一概には健常なパターンとは異なるとは言い切れないと考えられた。

今回対象となった児5名のうち、3名は斜

視を合併し、残り2名は斜視を合併していない児であった。

斜視を合併していた3名については、視力には問題がなくても、眼球運動や視野、立体視といった視覚機能に問題を呈していた。また、そのうち2名については、物体認知、行動学的な知覚課題において2SD以上の低下と長さ、大きさ、方向の知覚、コヒーレントモーションにおいても1SDから2SD以上の低下を示した。斜視を合併していたもう1名についてもコントロール群と比較して、物体認知にて1SD、コヒーレントモーションと行動学的実験の知覚課題において2SD以上の低下が示され、長さ、位置関係の知覚において1SD以上の低下が認められた。斜視の合併の有無によって、課題成績の低下数に明らかな違いが認められ、斜視が視覚認知に及ぼす影響が大きいことが示唆される結果となった。

また、斜視がない児においては、眼球運動や視野、立体視などの視覚機能に問題は認められず、物体認知にも問題が認められない結果となった。その一方で、大きさの弁別においてはコントロール群と比較し、1SD以上の低下が認められた。この2名の児のうち1名は、図形の模写課題、行動学的実験の知覚課題においても低下が認められた。このことから、要素的な視覚機能に問題がほとんどなく物体認知やコヒーレントモーションにも問題がなくても、視覚情報を出力する図形模写に問題を呈することがあること、知覚課題においても類似性の高い形の弁別になると知覚が難しくなることが示された。また、もう1名については、コヒーレントモーションにて、コントロール群より1SD以上の低下、行動学的実験の視覚運動課題にて、コントロール群より明らかに頻度のピークが重心から離れた距離であり、方向の弁別や立体視に問題は認められなかったが、背側視覚経路に関する機能について、コントロール群より低下している可能性が推察された。

以上より、斜視の有無が視覚的問題に及ぼす影響が大きいこと、斜視がなく一つ一つの要素的な視覚機能にほとんど問題が認められない児においても、より高次で複合的な視覚機能が必要となる課題によっては、物体認知や視覚運動課題にて問題を呈する可能性があることが推察される結果となった。

5. 主な発表論文等 (研究代表者は下線)

[学会発表](計 1件)

木村 恵, 脳室周囲白質軟化症児における視機能の検討, 第3回全国作業療法学系大学院ゼミナール, 2015年8月, 大阪

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木村 恵 (Kimura Megumi)

北海道医療大学リハビリテーション科学部・講師

研究者番号: 30708582

2) 研究分担者

境 信哉 (Sakai Shinya)

北海道大学・大学院保健科学研究院・教授

研究者番号: 30299804

(3) 研究協力者

田中 肇 (Tanaka Hajime)

北海道立旭川肢体不自由児総合療育センター 院長