

令和元年6月11日現在

機関番号：15101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16620

研究課題名（和文）自発運動・睡眠リズム特性からみる早産・低出生体重児の発達指標と長期的予後

研究課題名（英文）Development and indicators of preterm-birth and low-birth-weight infants from the characteristics of spontaneous movements and sleep rhythms

研究代表者

儀間 裕貴（GIMA, Hirotaka）

鳥取大学・地域学部・特命講師

研究者番号：50708039

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究において、体重が3,000gに満たない児の体圧分布データを、通常のケア環境下で非侵襲的に安定して計測するための体圧分布計測シートを開発・作成した。低出生体重児を対象に、作成した体圧分布計測シートを用いて計測したデータの解析から、体圧データと児のstate（意識状態）の関連性を示した。また、低出生体重児の乳児期初期における自発運動特性や、幼児期における養育者への問診データの解析により、早産・低出生体重児の発達特性やその後の発達障害発生との関連性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

早産・低出生体重児のより良い発達を支援するためには、その発達を予測し、具体的なケア・介入を実践することが重要である。発達を早期に予測する上で、出生早期から児が示す全身性自発運動と睡眠・覚醒リズムの特性を縦断的に評価し、互いの関連性から中枢神経系の成熟度を客観的に捉える必要がある。ケア環境下にある児の運動・睡眠の特性を非侵襲的・簡易的・経時的に評価していく上で、本研究で開発・作成した体圧分布計測シートは有用となる。児の運動・睡眠特性を経時的に把握することは、児の状態に応じた個別性の高いケア・介入（ディベロップメンタルケア）の実践につながり、発達障害のサインを早期に発見する手がかりとなる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a sensor sheet to noninvasively measure the body pressure distribution data of infant weighing less than 3,000 g in a normal care environment. We measured and analyzed body pressure distribution data over time using the developed sheet and indicated the relationship between the body pressure data and state (sleep and arousal) in low-birth-weight infants. In addition, an analysis of the characteristics of spontaneous movements during early infancy and the data of medical interview sheet assessment for parents in early childhood indicated the developmental characteristics of preterm-birth and low-birth-weight infants and their relationship with later developmental disorder.

研究分野：小児理学療法学

キーワード：自発運動 低出生体重 新生児 乳児 睡眠覚醒リズム 発達 体圧

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、周産期医療の進歩により新生児死亡率が減少しているものの、早産・低出生体重児の出生率は増加し、その中から注意欠如・多動性障害、自閉症スペクトラム障害、発達遅滞、脳性麻痺などの発達障害が多く発生することが、国内外で指摘されている。新生児医療、リハビリテーション医療では、早産・低出生体重児のより良い発達を支援するために、発達障害のサインを早期に発見し、個別性の高いケア・介入(ディベロップメンタルケア)を実践することが重要な課題となっている。

(2) 早産・低出生体重児から発生する発達障害の予測には、これまで自発運動の評価が主に用いられてきた。新生児や乳児が示す多様な自発運動のなかでも、最も頻繁に出現する General Movements (GMs) という四肢・体幹を含んだ全身運動は、脳の自発活動が生み出す身体運動であり、運動の初期発達過程に重要な役割を担っていると考えられている。Prechtl らは、GMs の質的特性が胎児～乳児初期の中枢神経系の状態を反映していることを見出し、これを指標化して脳性麻痺などの発達障害を早期に予測する手法を開発した。Kanemaru らは、早産・低出生体重児を対象とした四肢自発運動の2次元軌跡データの解析から、発達遅滞群における自発運動の量的特異性と脳性麻痺群における質的特異性を示している。申請者も早産・低出生体重児の修正(予定日後)週数1~4週時点における上肢自発運動の加速度時系列データを非線形解析し、脳性麻痺群における質的特異性を示した。また、近年注目されている自閉症スペクトラム障害の早期徴候についても、四肢自発運動特性や神経行動発達評価などから検討を進めており、頸部の自発運動特性に着目した解析において、乳児期初期の正中位指向性の未熟さなどを報告している。早産・低出生体重児から発生率が高い自閉症スペクトラム障害を主とした発達障害の早期発見には、頸部の運動を含んだ全身的な自発運動特性を経時的に評価することが重要である。

(3) 一方、特に認知面、行動面、言語面などの発達の遅れを早期に発見するための有用な手法として、行動観察や脳波計測を用いた睡眠-覚醒リズムの評価も古くから注目されており、生後6~18ヵ月における睡眠-覚醒リズムの状態とその後の発達との関連について多くの報告がされている。新生児・乳児の睡眠サイクルは、動睡眠(active sleep: AS)と静睡眠(quiet sleep: QS)の2つに大別され、ASは主に大脳皮質や間脳といった前脳領域のネットワークを形成して脳自体を構築し、QSは視床皮質や皮質内の興奮性・抑制性の神経結合パターンの確立や、シナプスのリモデリングといった役割を有する。新生児・乳児の睡眠リズムには、ASとQSを繰り返す「睡眠サイクル(ウルトラディアンリズム)」と、睡眠と覚醒が周期的に交互に出現する「睡眠-覚醒リズム(サーカディアンリズム)」があり、前述の通り、多くの先行研究においては乳児期のサーカディアンリズムの状態とその後の発達との関連について検討・報告がされている。サーカディアンリズムは、一般的に生後3~4ヵ月で獲得されるが、早産・低出生体重児を対象とした報告では、ウルトラディアンリズムの不安定性が報告されている。Whitney らは、体圧マットを用いて早産・低出生体重児の修正1~5週頃の睡眠パターンを評価し、ASとQSの少なさとその後の発達障害との関連を報告している。申請者も早産・低出生体重児を対象に睡眠時の脳波をaEEGで計測し、QSの不安定さ(持続時間のバラツキ)と神経行動発達の未熟さの関連について報告している。睡眠リズム(睡眠の組織化)を長時間(3日~1週間単位)安定して計測・評価することは、早産・低出生体重児の発達を予測し、具体的なケア・介入を実践するにあたって重要な課題である。

2. 研究の目的

(1) 保育器内およびコット上で使用できる体圧分布計測シートの開発・作成により、早産・低出生体重児の新生児・乳児期における自発運動と睡眠リズムの発達を非侵襲的、簡易的、経時的に計測できる手法および評価指標を開発すること。

(2) 評価された自発運動および睡眠リズムの特性と、児の長期的な発達との関連性を検討すること。

3. 研究の方法

(1) 薄型の低圧面状センサを用いて、コット内に設置できるサイズの体圧分布計測シートを開発・作成した。計測シートの開発・作成には、住友理工株式会社の協力を得た。

(2) 研究協力に同意が得られた児を対象に、体圧分布計測シートを用いて背臥位における体圧分布の時系列データを計測した。また、体圧分布データの計測と同時にビデオカメラを用いて児の状態(運動および睡眠の様子)を記録した。データ計測は、研究協力に同意を得られた総合病院にて実施した。

(3) データ計測は、体圧分布計測シートをコット底面のマットレス上に設置し、その上に通常のケアと同様のポジショニング(背臥位、囲い込み、おくるみ)を実施して行った。また、計測環境(音・照度など)は通常のケア環境とした。計測した圧時系列データから面圧中心座

標を算出し、その移動軌跡および移動距離を算出して検討した。また、撮影したビデオデータの観察から、計測中における児の state (意識状態) を判定し、体圧データ特性との関連を検討した。

4. 研究成果

(1) 体重が 3,000g に満たない児の体圧分布データを計測するための体圧分布計測シートを作成した (図 1)。作成した体圧分布計測シートは、入院・加療中の低出生体重児を、通常ケア環境 (コット内での背臥位ポジショニング) において安全に精度高くデータを計測できる仕様であった (図 2)。



図1: 作成した体圧分布計測シート

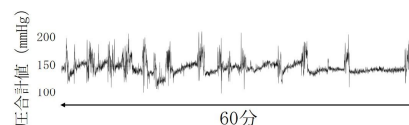
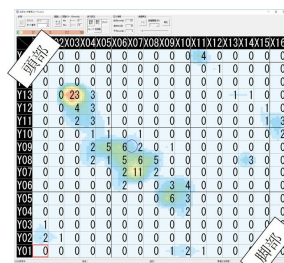


図2: 圧分布の表示 (左) と圧合計値の波形 (右)

(2) 体重 1,500 ~ 3,000g の児を対象に、作成した体圧分布計測シートを用いて背臥位 (通常のケアと同様のポジショニング) における体圧データを 60 分間計測した。計測した圧時系列データから面圧中心座標を求め、その移動距離 (圧中心移動距離) を算出した。また、計測中の児の様子をビデオカメラで撮影し、児の state (意識状態) の変化を 6 段階 (Brazelton 分類) で判定した。圧中心移動距離および state の変化の様子、state 別における圧中心移動距離の特性を検討し、児の state が高いほど圧中心移動距離が有意に高値となること、state と圧中心移動距離の変化に関連性があることが示された (図 3)。

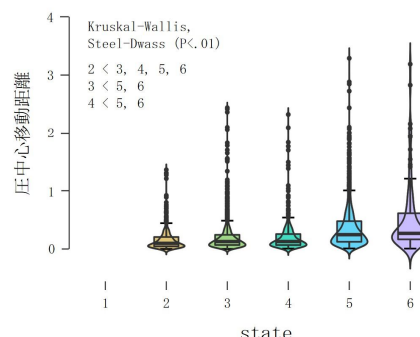
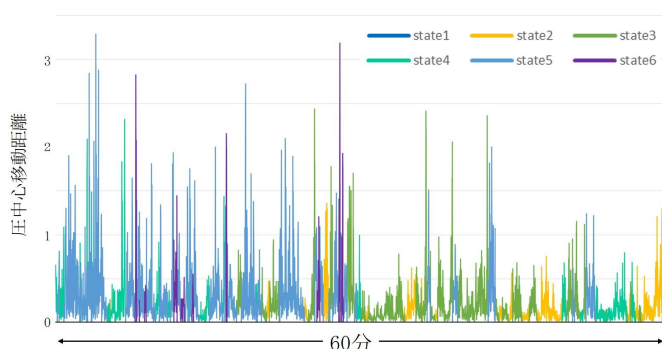


図3: 圧中心移動距離の変化 (左) と state 毎の圧中心移動距離 (右) の一例

(3) 本研究において、体重 3,000g 未満の新生児・乳児の体圧データを安定して計測するための体圧分布計測シートの開発・作成には、当初の予定を大幅に上回る時間を要した。よって、体圧分布計測シートの開発・作成作業と並行して、低出生体重児の自発運動特性や後の発達特性に関する検討に取り組んだ。

極低出生体重児 77 例を対象に乳児期初期の自発運動特性と 6 歳時点の発達特性の関連について検討した結果、自発運動の観察評価で質的特徴が乏しいと判定された群は下肢自発運動の平均曲率が低く、6 歳時点で何らかの発達障害を発生している率が高いことを示した (儀間・他, 理学療法学, 2017)。

極低出生体重児 74 例を対象に乳児期初期の頸部および四肢における自発運動特性と 6 歳時点の発達との関連を検討した結果、6 歳時点で自閉症スペクトラム障害を呈した群では、定型発達群と比較して頸部が正中位を向く割合が有意に低く、頸部の回旋運動も少なかったことを示し、乳児期初期における頸部運動の評価が、自閉症スペクトラム障害の早期運動徴候を捉える上で有用であることを示唆した (Gima et al, Experimental Brain Research, 2018)。

極低出生体重児 212 例とその養育者を対象に、1 歳 6 ヶ月・3 歳時に実施した問診評価の結果と 6 歳時点の発達との関連を検討した結果、3 歳時の問診において、その後の発達 (非定型発達, 自閉症スペクトラム障害, 脳性麻痺) に関連する情報を多く含んでいることを示した (儀間・他, 理学療法学, 2019)。

163 例の正規産児を対象に、生後 2~3 ヶ月時点に特異的な自発運動 (fidgety movements) の観察評価と、三次元動作解析を用いた時空間時系列データから算出される四肢自発運動特性の指標との関連を検討した結果、上・下肢の曲率特性が観察評価と関係していることを示した (Gima et al, Physical Therapy, in press)。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Hirota Gima, Koji Shimatani, Hisako Nakano, Hama Watanabe, Gentaro Taga, Evaluation of fidgety movements of infants based on Gestalt perception reflects differences in limb movement trajectory curvature, Physical Therapy, 査読有, 2019, 印刷中

儀間裕貴, 黒宮寛之, 渡辺はま, 中村友彦, 多賀徹太郎, 極低出生体重児における1歳6ヵ月・3歳時の問診評価と6歳時発達の関連, 理学療法学, 査読有, 46巻, 2号, 2019, 90-98
DOI: 10.15063/rigaku.11504

Hirota Gima, Hideki Kihara, Hama Watanabe, Hisako Nakano, Junji Nakano, Yukuo Konishi, Tomohiko Nakamura, Gentaro Taga, Early motor signs of autism spectrum disorder in spontaneous position and movement of the head, Experimental Brain Research, 査読有, Vol.236, No.4, 2018, 1139-1148
DOI: 10.1007/s00221-018-5202-x

儀間裕貴, 渡辺はま, 木原秀樹, 中野尚子, 中村友彦, 多賀徹太郎, 極低出生体重児におけるFidgety movements 評価と四肢自発運動特性, 理学療法学, 査読有, 44巻, 2号, 2017, 115-123
DOI: 10.15063/rigaku.11243

[学会発表](計9件)

儀間裕貴・他, 極低出生体重児における1歳6ヵ月・3歳時の問診評価と6歳時発達の関連, 第32回中国ブロック理学療法士学会, 2018

儀間裕貴・他, 低圧面状センサシートを用いた低出生体重児の活動計測の試み - 極低出生体重児を対象とした体圧データとstateの検討 -, 日本赤ちゃん学会第18回学術集会, 2018

儀間裕貴・他, 3次元動作解析装置を用いたFidgety movements 特性の検討, 第17回鳥取県理学療法士学会, 2017

儀間裕貴・他, Fidgety movements の観察評価と四肢自発運動特性 - 3次元動作解析装置を用いた検討 -, 日本赤ちゃん学会第17回学術集会, 2017

儀間裕貴・他, 2ヶ月齢児における四肢自発運動特性と睡眠時脳波特性の関連, 第1回発達神経科学とニューロリハビリテーション研究会, 2016

儀間裕貴・他, Fidgety movements の観察評価と四肢自発運動特性, 発達神経科学学会第5回大会, 2016

Hirota Gima et al, Characteristics of head position and spontaneous movements of limbs in infants who later developed ASD, International Conference on Cerebral Palsy and other Childhood-onset Disabilities, 2016

儀間裕貴・他, Fidgety movements 観察評価と四肢運動特性の関連, 第51回日本理学療法学会大会, 2016

儀間裕貴・他, 低出生体重児の幼児期発達特性と環境を考える: 長野県立こども病院 低出生体重児データベースを利用して, 日本赤ちゃん学会第16回学術集会, 2016

[図書](計4件)

儀間裕貴, 南江堂, 小児理学療法テキスト(改訂第3版):「脳室周囲白質軟化症」, 2018, 306(125-129)

儀間裕貴・太田英伸, 医学書院, 理学療法ジャーナル(第52巻7号):「発達障害と理学療法」, 2018, 99(665-671)

儀間裕貴, メディカ出版, 標準ディベロップメンタルケア(改訂第2版):「早産児の神経行動発達の評価とディベロップメンタルケアへの応用」, 2018, 320(229-239)

儀間裕貴, メジカルビュー社, 子どもの感覚運動機能の発達と支援 - 発達の科学と理論を支援に活かす -, 2018, 312(2-6, 8-19, 168-183)

[その他]

ホームページ等

<http://dbsl.p.u-tokyo.ac.jp/>

<http://www.rs.tottori-u.ac.jp/kodomo-center/>

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。