

研究

揺動ベッドが重症心身障害児の自律神経反応と情動反応と筋緊張に与える効果について

尾崎 充希¹⁾²⁾ 村田 潤²⁾ 佐藤 克也²⁾
田中 悟郎²⁾ 岩永竜一郎²⁾

要旨：

本研究は、揺動ベッドの揺動刺激が重症心身障害児の自律神経反応、情動反応および筋緊張に与える影響について検証することを目的とした。対象は、重症心身障害児6名であった。自律神経反応の指標は心拍変動（HF, LH/HF）、情動反応の指標は動画撮影した対象生徒の表情と担任への観察用質問紙、筋緊張の指標は大腿直筋の硬さと股関節開排距離を用いた。その結果、条件課題間で筋硬度と股関節開排距離、情動反応に有意差はみられなかったが、心拍変動に有意差がみられた。この研究成績は、揺動ベッドの揺動刺激が重症心身障害児の自律神経反応に影響を与え、リラクセーション効果をもたらすことを示唆する。

キーワード：重症心身障害、自律神経、情動

はじめに

重症心身障害は、重度の肢体不自由と重度の知的障害が重複した状態である。中枢神経系障害による筋緊張の異常や随意運動の制限、不随意運動の出現や原始反射の残存などの症状が現れる。この運動障害は、日常生活活動の遂行を困難にするだけでなく、特定の姿勢や肢位が習慣化し、二次的合併症として関節可動域の制限（関節拘縮）や変形が助長される。¹⁾ これらの問題に対処するためには、筋緊張をコントロールし、自発的な運動を現れやすくする必要がある。筋緊張をコントロールするための手技の一つとしてリラクセ-

ーションを促す方法が用いられ、姿勢のポジショニングや筋のストレッチなどが行われている。²⁾ さらに、心理的緊張を軽減することもリラクセーションを促す有効な要素だと考えられている。^{3,4)}

リラクセーションを与える福祉機器として、身体への揺らぎ刺激を与える揺動ベッドがある。揺動ベッドに関連する調査報告では、重症心身障害児に対して、揺動刺激を与えた場合に手掌部発汗量が減少し、「楽しみ」「満足」などの心理的スコアが高くなったことが報告されている。⁵⁾ さらに、揺動刺激を与えた前後の関節可動域制限を比較したところ、右肩関節外転、内旋及び外旋、右股関節外転及び内旋、左股関節外転に有意差が見られたという報告がある。⁶⁾ これらの研究成績は、揺動ベッドの揺動刺激が重症心身障害児の精神的緊

1) 長崎県立諫早特別支援学校

2) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科

張, 筋緊張の軽減に効果的である可能性を示している。しかしながら, 先行研究では揺動刺激を与えた場合の変化について調査しているものの, 揺動刺激を与えない場合(コントロール条件)との比較が行われていないため, 実際の効果について詳細は不明である。さらに, 先行研究では症例報告によるデータの検討を含んでおり, 対象のサンプル数を増やして揺動ベッドの効果を統計学的に検証する必要がある。

そこで, 本研究では重症心身障害児に対して, 揺動ベッドの揺動刺激を与えると, 揺動刺激を与えない場合に比べてリラクゼーション効果が現れ, 自律神経反応や情動反応, 筋緊張に好影響をもたらす可能性があるという研究仮説を設け, これを検証することを目的とした。

方法

1. 対象

調査対象者は, 県内の特別支援学校に通う重症心身障害を呈する生徒6名(13歳10か月~18歳9か月), 大島の分類1~4に該当する生徒とした。除外基準は, 大島の分類5~21に該当する生徒, 誤嚥性肺炎を繰り返している生徒, 呼吸器疾患がある生徒, 心疾患がある生徒, 乗り物酔いしやすい生徒とした。本人と保護者, その担任に実験の概要, 実験への参加は任意であること, 実験途中で生徒が不快な表情や体調不良を起こした場合は実験を中止することを説明し, 研究参加の同意を得た。調査対象となった生徒の基本情報は表1の通りである。

2. 実験場所

対象者が利用する特別支援学校内の個室で行われた。測定環境を統一するため, 室温26-28℃に設定された静かな環境を保つことができる個室で行われた。

表1. 対象の基本情報

基本情報・特徴	
A	男性, 18歳9か月. 体重38.0kg. 急性脳症後遺症. 難治性てんかん. GMFCSレベルV. 大島分類1. 話しかけへの明確な反応はみられない.
B	男性, 16歳4か月. 体重18.9kg. 脳性麻痺(アテトーゼ型). 変形性関節症. 脳室周囲白質軟化症. 核黄疸. GMFCSレベルV. 大島分類4. 簡単な話しかけの内容を理解しイエスカノーを表情で伝えることができる.
C	女性, 17歳1か月. 体重37.2kg. 低出生体重. 脳性麻痺. 先天性白内障. Leigh症候群疑い. 慢性腎炎. 胃食道逆流. 咽頭軟化症. 肺炎. 右股関節・肘関節脱臼. GMFCSレベルV. 大島分類4. 話しかけに対してイエスカノーを目の動きで伝えることができる.
D	男性, 14歳2か月. 体重18.7kg. 急性脳症後遺症. 肺炎. てんかん. 潰瘍性大腸炎. 側曲. 脱水症. GMFCSレベルV. 大島分類4. 話しかけると声の方に視線を向け表情がにこやかになる.
E	男性, 13歳10か月. 体重25.4kg. 極低出生体重児. 脳性麻痺. 百日咳呼吸停止. 気管支炎. 股関節脱臼. GMFCSレベルV. 大島分類4. 話しかけへの明確な反応はみられないが不快な状況では舌をだす.
F	男性, 15歳5か月. 体重32.4kg. 脳性麻痺. レノックス症候群. GMFCSレベルV. 大島分類1. 話しかけへの明確な反応はみられない.

3. 揺動ベッド

大人用揺動ベッドRHYTHM BED スタンダードYB(アイクオーク株式会社)を用いた(図1)。長さ1900mm×幅900mm×高さ500mm。電動式で身長方向に±2cm, 合計4cm水平に揺れる設定であった。揺動スピードは7段階の調整が可能である。本研究では, 先行研究⁸⁾と予備実験時の対象の様子を参考にし, 2段階の揺動(周波数0.64Hz)を用いた。



図1. 揺動ベッド

4. 測定項目

(1) 自律神経反応：ポータブル心拍変動測定器（チェック・マイハート，株式会社トライテック）を用いて5分間の継続心電図を計測し，周波数領域解析の高速フーリエ変換法によって心拍変動（HF，LH/HF）をみた．周波数帯域は，LF：0.04～0.15Hz，HF：0.15～0.40Hzの設定で行った．解析は，ポータブル心拍変動測定器の付属ソフトウェアを用いて行った．測定後，心電図の波形やR-R間隔の波形を出力し，波形に異常がないか確認した．HFは，副交感神経の活動を表す．LH/HFは，交感神経と副交感神経の全体のバランスを表し，数値が高いと交感神経優位を，低い場合は副交感神経優位を表す.⁷⁾

(2) 情動反応：実験中の対象生徒の快・不快の表情を記録するためにデジタルカメラ2台を揺動ベッドの手すりに固定し，実験中の対象生徒の表情を動画撮影した．表情の評価は，実験終了後，対象生徒の担任に動画の時系列をランダムにしたものを提示し，観察用質問紙（図2）を用いて10段階で評価してもらった．

(3) 筋硬度：筋硬度計（アラーム付NEUTONE TDM-NA1，TRY-ALL）を用いて左右の大腿直筋の硬さを計測した．対象生徒が揺動ベッドに仰臥位の姿勢で横たわっている状態で，膝関節角度45度屈曲位の肢位にて測定した．メジャーを使って大腿長を測り，近位部から三分の一の長さの箇所に水性ペンで印をつけ，その部分に筋硬度計を垂直方向から押し当てて計測した．1度につき3回計測し，平均値を求めた．その後，メーカーが指定した $N = 0.0258 \times \text{測定値} + 0.4$ の式にて，単位をニュートン（N）に換算した．

(4) 股関節開排距離：ベッドに仰臥位の姿勢で股関節を45度，膝関節を90度屈曲位で踵の位置をベッドに固定した状態から，他動的股関節開排運動時の両膝間の開排距離を計測した．

目覚め・覚醒（10が最も覚醒，1は睡眠状態）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

楽しみ（10が最も楽しそう）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

体の動き（活発さ）（10が最も活発）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

リラックス（10が最もリラックス）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

満足（10が最も満足）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

怒り（10が最も怒っている）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

抑うつ・悲哀（10が最も悲しい）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

不安・恐れ（10が最も不安）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

図2. 観察用質問紙

5. 実験手順

実験は，自律神経活動への影響を考慮し，食後2時間以上経過後に実施した．臥床姿勢は仰臥位とし，上下肢のポジションは固定せずに対象生徒の好む位置に配置させた．実験には，それぞれの担任に同席してもらい，対象生徒の過度な緊張の軽減や体調不良時の判断を行った．また実験開始前には，対象生徒が直近でストレスを感じる場面が無かったか担任に確認した．対象生徒の精神的緊張を可能な限り緩和するために，予備実験の開始3か月前に学校内の個室に揺動ベッドを運び，どの生徒も自由に使用できる環境を整えた．予備実験は，担任同席のもと1回実施した．対象生徒が揺動ベッドの揺れを嫌がる様子がないか，体調不良が生じないかなどの確認を行った．

実験は，2つのプロトコールで構成されていた．コントロール条件課題は，安静5分，静止5分，静止5分，安静5分の状態（計20分）であった．揺動刺激条件課題では，揺動時は安静5分，静止5分，揺動5分，安静5分の状態（計20分）であった．安静と静止はどちらも揺動ベッド上に仰臥位の状態であるが，安静は実験前後に対象生徒の気持ちと身体を落ち着ける時間，静止は揺動刺激を

与えていない時間とした。各5分にした理由は、実験による対象生徒の身体の負担を最小限にするため、ポータブル心拍変動測定器が1度に測定できる時間が最大5分であったためである。それぞれのプロトコルの静止区間、および揺動区間において心拍変動を測定した。さらに、コントロール条件課題の2回目の静止区間の前後、および揺動刺激条件課題の揺動区間の前後で筋硬度、股関節開排距離を計測した。なお、それぞれのプロトコルはランダムオーダーで実施された(図3)。実験の中止基準は、対象生徒あるいは保護者が実験中止の意思を示した場合や、実験中に対象生徒が不快な表情、顔面の蒼白、嘔吐、眼振異常等の症状がみられた場合とした。

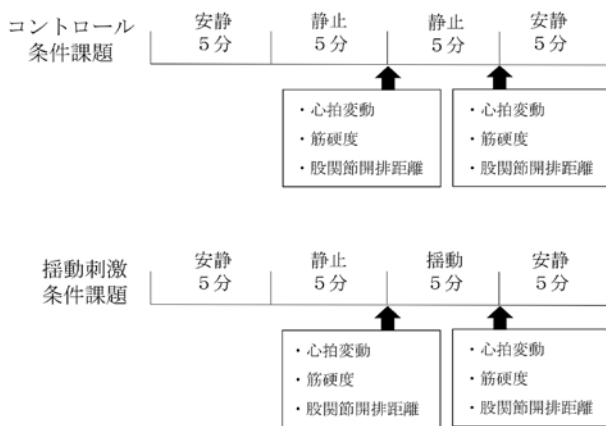


図3 各条件課題の内容と測定のタイミング

6. データ解析

各測定項目の条件課題内における平均値、条件課題間の変化量を対応のある t 検定を用いて比較した。担任に実施した観察用質問紙の各条件の回

答を、Wilcoxonの符号順位検定を用いて比較した。解析ソフトはIBM SPSS Statistics 23を用いて、検定の有意水準を5%未満とし、10%未満を有意傾向ありと判定した。さらに、各測定項目の条件課題間と担任に実施した観察用質問紙の各条件の回答について、効果量と介入効果の大きさをみた。

7. 倫理的配慮

本研究は、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医学系倫理委員会の承認を受けて実施した(承認番号 20073103-2)。対象生徒と保護者、学校関係者に説明文書を用いて口頭で説明し、同意を得た。同意の撤回はいつでも可能とした。意思確認可能な対象生徒には、視線入力やスイッチ操作など意思表示可能な方法で保護者や担任に同意を得てもらった。

結果

表2は、各測定項目の条件課題内における平均値を示している。コントロール条件課題において、2回目の静止前後の心拍変動(HF, LH/HF)、筋硬度、股関節開排距離に有意差はみられなかった。一方、揺動刺激条件において、揺動刺激を与える前後の心拍変動(HF, LH/HF)に有意差がみられた($p < 0.05$)。筋硬度と股関節開排距離の有意差はみられなかった。

表3は、各測定項目の条件課題間の変化量と効果量を示している。条件課題間の変化量をみたところ、筋硬度と股関節開排距離に有意差はみられなかったが、心拍変動(HF, LH/HF)に有意差

表2. 各測定項目の条件課題内における平均値

	コントロール条件(N=6)				揺動刺激条件(N=6)			
	pre	post	t	p	pre	post	t	p
HF(nu)	57.17 ± 8.08	53.63 ± 14.49	0.82	0.44	51.21 ± 14.12	58.52 ± 18.94	-2.92	< 0.03
LF/HF	0.78 ± 0.27	0.96 ± 0.46	-1.58	0.17	1.14 ± 0.87	0.95 ± 0.96	3.42	< 0.02
筋硬度(N)	2.09 ± 0.21	2.09 ± 0.23	0.13	0.89	2.22 ± 0.27	2.25 ± 0.27	-0.80	0.45
股関節開排距離(cm)	55.00 ± 18.75	50.50 ± 21.21	1.09	0.32	53.58 ± 16.00	47.50 ± 12.37	1.60	0.17

平均値±標準偏差

がみられた ($p < 0.05$)。条件課題間の介入効果の大きさは、股関節開排距離は“None”，筋硬度は“small”，心拍変動 (HF, LH/HF) は“large”であった。

表4は、対象生徒の担任に実施した観察用質問紙の回答の各条件課題の平均値と効果量を示している。条件課題間に有意差はみられなかった。条件課題間の介入効果の大きさは、「リラックス」のみ“large”であった。

表3. 各測定項目の条件課題間の変化量と効果量

	コントロール		揺動刺激		t	p	効果量(d)	介入の効果
	post-pre	post-pre	post-pre	post-pre				
HF (nu)	-3.54	7.31	-3.28	< 0.02	1.26	large		
LF/HF	0.18	-0.19	3.29	< 0.02	1.68	large		
筋硬度(N)	0.00	0.03	-0.84	0.43	0.41	small		
股関節開排距離(cm)	-4.50	-6.08	0.33	0.75	0.16	None		

0.2 ≤ small < 0.5
0.5 < medium < 0.8
0.8 ≤ large

表4. 担任に実施した観察用質問紙の回答の各条件課題の平均値と効果量

項目	コントロール	揺動刺激	z	p	効果量(r)	介入の効果
目覚め・覚醒	8.66	8.83	-1.00	0.31	-0.41	medium
楽しみ	6.00	6.33	-0.82	0.41	-0.33	medium
体の動き	4.16	4.00	-0.44	0.65	-0.18	small
リラックス	6.66	8.66	-1.63	0.10	-0.67	large
満足	6.50	6.83	-1.00	0.31	-0.41	medium
怒り	1	1	0	1	0	None
抑うつ・悲哀	1	1	0	1	0	None
不安・恐れ	1	1	0	1	0	None

0.1 ≤ small < 0.3
0.3 < medium < 0.5
0.5 ≤ large

考 察

本研究は、重症心身障害児を対象として揺動ベッドの揺動刺激を与える場合と揺動刺激を与えない場合で観察される自律神経反応、情動反応および筋緊張の違いについて検証することを目的とした。その結果、心拍変動 (HF, LH/HF) については有意差がみられた。また、担任に実施した観察用質問紙の有意差はみられなかったが、「リラックス」の項目の効果量判定において“large”が示された。このことから、揺動ベッドの揺動刺激は重症心身障害児の自律神経反応に影響を

え、リラクゼーション効果をもたらすと考える。

揺動ベッドに関連する病例報告では、重症心身障害児に揺動ベッドを用いて0.64Hzの揺動刺激を与えた結果、「リラックス」や「満足」の主観的評価値が高まったと報告されている。⁶⁾他にも、0.64Hzの揺動刺激を重症心身障害児に与えた結果、揺動刺激を与えている間の手掌部発汗量が減少し、心理的緊張が緩和された可能性があると報告されている。⁸⁾本研究結果からも、揺動ベッドのゆっくりとした揺動刺激は、リラクゼーション効果をもたらし、自律神経反応や情動反応に好影響をもたらす可能性が示された。

一方、筋硬度や股関節開排距離の改善は認められなかった。その理由の一つとして、揺動刺激を与える時間の短さがあげられる。本研究で用いた揺動刺激は5分間であったが、先行研究ではゆっくりとした揺動刺激を10分間与えたことで関節可動域の広がり有意差がみられたとされる。⁶⁾揺動刺激と筋硬度、股関節開排距離との関係性を詳細にみるためには、揺動刺激を与える時間の増加の検討を今後行う必要がある。また、測定中に重症心身障害児の身体に触れた時に、筋緊張が反射的に強まり、本来の状態の測定が難しい場面がみられた。測定方法についても今後検討を行っていく必要がある。

揺動刺激を与えることで重症心身障害児にリラクゼーション効果をもたらす手技の一つとして、感覚統合療法がしばしば用いられる。例えば、ロッキングチェアを使ってゆっくりとした揺れを子どもに与え、前庭刺激の鎮静を図ることで落ち着いた覚醒状態を維持することができる。⁹⁾揺動ベッドの揺動刺激は、それと同じような状態を作り出すことができる有効なツールである可能性が本研究結果から示された。

本研究の限界として、揺動刺激前後で対象生徒の性差や年齢、個人特性との関連性をみていないという点が挙げられる。また、対象が6名というサンプル数の少なさ、測定指標の少なさが挙げら

れる。そのため、今後は対象や測定指標の数をさらに増やして揺動ベッドの効果をより詳細に検討する必要がある。

引用文献

- 1) 長屋政博, 鈴木真弓: 体幹機能障害とリハビリテーション重症心身障害児・者の体幹機能障害と脊柱の変形. 総合リハビリテーション, 1993, 21: 369-374.
- 2) 岸本光夫: 重症脳性麻痺児のポジショニング. 作業療法, 1998, 17: 378-384.
- 3) 峯松亮: リラクゼーション法の相違が身体反応へ及ぼす影響. 理学療法科学, 2010, 25: 251-255.
- 4) 由留木裕子, 鈴木俊明: ラベンダーの香りが上肢脊髄神経の興奮性に与える影響. 理学療法, 2013, 40: 96-100.
- 5) 岩永竜一郎, 村田潤, 原口由里, 他: 揺動型ベッドの重症心身障害児の精神性緊張感に与える効果について. 日本発達系作業療法学会誌第4巻第1号, 2016, 67-71.
- 6) 岩永竜一郎, 村田潤, 徳永瑛子, 他: 重症心身障害児の関節可動性と情動・行動反応への揺動ベッドの効果について. 日本発達系作業療法学会誌第5巻第1号, 2017, 9-12.
- 7) 林博史, 谷昭博, 山崎義光, 他: 心拍変動の臨床応用－生理的意義, 病態評価, 予後予測－. 医学書院. 2017.
- 8) 村田潤, 岩永竜一郎, 田中律子, 他: 揺動型ベッドの重症心身障害児の精神性発汗に与える効果について. Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy Vol.6, No.2: 79-82, 2016.
- 9) A・ジーン・エアーズ: 感覚統合の発達と支援. 金子書房, 2020.

Effect of the sway bed on autonomic response, emotional responses and muscle tone in children with severe physical and intellectual disabilities.

Mitsuki Ozaki ¹⁾²⁾ Jun Murata ²⁾ Katsuya Sato ²⁾ Goro Tanaka ²⁾ Ryoichiro Iwanaga ²⁾

1) Mitsuki Ozaki, Isahaya Special Education School

2) Mitsuki Ozaki, Jun Murata, Katsuya Sato, Goro Tanaka, Ryoichiro Iwanaga, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

Abstract

This study examined the effectiveness of a motorized sway bed, which that gently sways back and forth, on autonomic response, emotional responses and muscle tone in children with severe physical and intellectual disabilities.

Six children with severe physical and intellectual disabilities participated in this study.

Autonomic response was measured by heart rate variability (HF, LH/HF), emotional responses by analyzing video recording of the students' facial expressions and an observation questionnaire for the teacher , and muscle tone by rectus femoris muscle stiffness and hip opening distance.

In the results, there were no significant differences in muscle stiffness, hip-opening distance and emotional responses between control-lying down in a stationary bed, and sway bed, however, there were significant differences in heart rate variability. The results of this study suggest that sway bed stimulation affects the autonomic response of children with severe physical and intellectual disabilities and produces a relaxation effect.

Key words : severe physical and intellectual disabilities , autonomic response , emotional responses