

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年5月27日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23700618

研究課題名（和文） 脳性まひ児の体幹-下肢協調性を促進する運動発達プログラムの開発

研究課題名（英文） MOTOR DEVELOPMENT APPROACH TO FACILITATE OF COORDINATED MOVEMENT BETWEEN TRUNK AND LOWER LIMBS FOR CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

研究代表者

米津 亮（YONETSU RYO）

大阪府立大学・総合リハビリテーション学部・准教授

研究者番号：50363859

研究成果の概要（和文）：

本研究では、脳性まひ児8名を対象に、リハビリテーション介入前後の立ち上がり動作を比較し、体幹-下肢協調性について評価した。その結果、リハビリテーション介入後において、体幹の前傾角度が小さくなり、股関節と膝関節が協調的に伸展する兆候を確認した。さらに、足関節が底屈する現象の軽減も確認された。これらの知見は、脳性まひ児の体幹-下肢協調性の解明に寄与すると同時に、より効果的な運動発達プログラムの開発の足掛かりになると思われる。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to determine the effects of rehabilitation on sit-to-stand movement in 8 children with cerebral palsy (CP). In order to assess coordinated movement between trunk and lower limbs in this task, a motion analysis system was used. The angle of trunk tilting after rehabilitation was significantly reduced compared with that before rehabilitation. Hip and knee joints after rehabilitation were locked together in a linear pattern of extension, compared with that before rehabilitation. Moreover, the angle of the ankle joint was significantly increased. We believe that these findings would contribute to not only clarify coordinated movement between trunk and lower limbs to but also develop more efficiency motor development approach for children with CP.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：理学療法学

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 脳性まひは、選択的な筋活動の損失、原始反射への依存、異常な筋緊張、主動作筋と拮抗筋の相反的活動、立ち直り反応の欠如などの機能障害によって特徴づけられ（Bobath, 1991）、異常な姿勢・運動を伴う疾患群である。そのため、脳性まひ児は、健常児と比較し著明な運動発達の遅滞・停滞を伴う（Milani, 1967）。なぜなら、脳性まひ児の運動発達には、より適切な身体バランスとともに、平衡反応や筋活動などの体幹-下肢協

調性が求められているためである。脳性まひ児の体幹-下肢協調性の解明は、理学療法士などのリハビリテーション関連職種にとって有益な知見になり得ると同時に、対象児および保護者の活動および社会参加の促進に寄与すると思われる。

(2) 現在までに、脳性まひ児の体幹-下肢協調性の解明に向けた研究が実践されてきたが、その多くは歩行動作に焦点が当てられてきた。一般的に歩行動作の獲得に至る脳性まひ児は重症度が比較的軽度であり、重力に抗

して良好な体幹-下肢協調性を有している。そのため、体幹-下肢協調性がどのように獲得されたのか十分に言及できない。そのため、脳性まひ児の運動発達において、歩行動作の基盤となる立位（立ち上がり動作）獲得により培われる「抗重力」方向の力の測定により、体幹-下肢に求められる運動が解明され、より明確な運動発達プログラムの遂行が実現されると考えた。

(3) 脳性まひ児の立ち上がり動作に関する研究は少なく、関節運動や所要時間などの運動学的観点から動作の効率性を検討したものが主となる (ParK, 2003. Hennington, 2004)。しかし、脳性まひ児が重力に抗してどのように体幹-下肢協調性を獲得していくかそのプロセスが未解決である。このことが脳性まひ児の運動発達を促進するプログラムの開発を阻害していると考えた。

(4) そこで、我々は理学療法士が実施する運動介入（以下、リハビリテーションと略す）前後の脳性まひ児の立ち上がり動作を解析する研究を実施しようと計画した。このことを通して、脳性まひ児の有する潜在能力を推し量ると同時に、立ち上がり動作で生じる重心移動と関節運動に着目し抗重力の影響を確かめることで、脳性まひ児の体幹-下肢協調性の解明に寄与できると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、脳性まひ児に対しリハビリテーション介入前後の立ち上がり動作を解析することで、体幹や下肢に生じる運動学的特徴を把握することである。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究対象児

研究対象児は、平成 23 年 8 月～平成 24 年 12 月までの期間で、大阪発達総合療育センターに通う脳性まひ児の中から募集した。対象児の選定条件は、1) 痙直型両まひを伴い、2) 自立で椅子に座ることはできるが、介助なしでは自力で立ち上がることができず、3) 年齢は 4-6 歳までとし、4) 下肢の関節に著明な変形・角度制限がなく、5) 視覚および聴覚に問題がなく、6) 言語指示に従えることとした。なお、整形外科の手術を経験した児に対しても、転倒などのリスクがないと医師から判断された児は研究の対象に加えた。その結果、8 名の脳性まひ児（平均月齢 59.1 ± 8.1 か月）が研究に参加した。参加した 8 名は、粗大運動機能分類システム (Palisano, 2008) ですべてレベル 3 に該当した。なお、レベル 3 は歩行自助具を用いて歩くことはで

きるが、階段を登ることはできないぐらいの運動レベルである。

なお、本研究は大阪府立大学総合リハビリテーション学部研究倫理委員会の承諾

(2009-06) を得たうえで、研究対象児の保護者にその目的を十分に説明し、書面で同意を得てから実施した。

### (2) 研究デザイン

本研究のデザインは、リハビリテーション介入前の動作をベースラインとして、リハビリテーション介入直後の動作を比較する前後比較研究である。このようなデザインを用いて、リハビリテーション介入が脳性まひ児の動作に及ぼす影響を検討した。

### (3) リハビリテーション

脳性まひ児へのリハビリテーション介入は、1 回 (40 分) とした。リハビリテーションの治療手技については、神経発達学的治療法を選択した。この治療手技は、抗重力位でより正常な運動発達を支援するため、異常な運動の出現を軽減させると同時に、より正常な姿勢筋緊張および姿勢反応を促進することを主眼に置いた手技である。(Raine, 2009)。そして、この治療手技の認定を受けた理学療法士 3 名 (臨床経験 13 年～29 年) に、リハビリテーション介入を依頼した。

治療内容については、各理学療法士が研究対象児ごとに自由に選択させたが、この治療手技の概念とは相反する内容のものは行わないようにした。具体的には、徒手的な関節の伸張運動や筋力強化プログラムを持続的に実施することである。さらに、治療中に立ち上がり動作を意図的に反復させる介入は避けるようにした。

### (4) 動作手順

計測動作は、手すりを用いた椅子から立ち上がり動作とした。椅子は、背もたれ・手すりがなく、研究対象児の下腿長とほぼ同じ高さのものを用意した。そして、厚さ 2 cm 程度の合板で補高して対応した。手すりは、研究対象児の座位での肩の高さへ調整し、肩関節 90 度拳上した際の上肢長と同じ位置に設置した。

そのうえで、開始肢位は、体幹部をできるだけ垂直位とし、両手は膝の上に置かせ、膝関節をおよそ 90 度、足関節を床面にできる限り接地させた姿勢とした。そして、手すりを把持してもらい、速度を規定せず、自由に立ち上がってもらった。終了肢位は、できるだけ体幹・股関節・膝関節を垂直位に保ち、静止した姿勢とした。なお、立ち上がり動作は研究対象児が普段使用する補装具や靴を使用せず、裸足で実施してもらった。

### (5) 解析方法

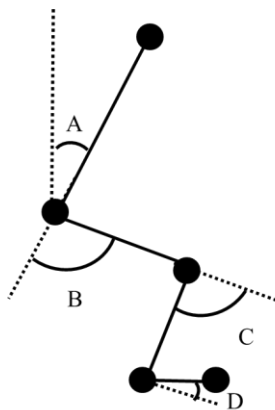
立ち上がり動作の解析には、4台のカメラ(30Hz)で構成された動作解析システム(Kinema Tracer, キッセイコムテック社製)を用いた。4台のカメラは、研究対象児の左右斜め前方と側方に設置した。さらに、椅子の上には、独自に作製した圧センサーを設置した。このセンサーは、研究対象児の体重が3kg以下になると電圧が低下する仕組みとなっており、立ち上がり動作時の殿部離床を判別するために作製した。なお、この圧センサーと動作解析システムは同期設定済みである。

動作の記録前に、研究対象児には事前に直径3cmのカラーマーカーを貼付した。貼付位置は、身体両側の肩峰、股関節大転子、膝関節、足関節外果、第5中足骨の合計10カ所である。

このような条件下で、研究対象児にはリハビリテーション介入前後に各3回の立ち上がり動作の記録に協力してもらい、そのうちより体幹の回旋が加わらず対称的に実施できた各1回の動作を解析対象とした。そして、動作の所要時間と身体部位の関節角度を算出した。

動作の所要時間については、開始肢位から両手を動かし始めた地点を動作開始(T1)、体幹や膝関節の運動が静止した地点を動作終了(T3)とした。そして、圧センサーのデータから、電圧が最初に最低値を示した地点を殿部離床(T2)とした。このようにして、動作全体だけでなく、動作開始(T1)から殿部離床(T2)までの第1相、殿部離床(T2)から動作終了(T3)を第2相として、所要時間を算出した。

関節角度については、8名16肢分の体幹、股関節、膝関節、足関節の4部位の値を抽出した。関節角度の定義は、図1に示す。



∠A: 体幹, ∠B: 股関節, ∠C: 膝関節, ∠D: 足関節

図1 関節角度の定義方法

そのうえで、動作開始(T1)、殿部離床(T2)、動作終了(T3)地点の値を算出した。さらに、健常な成人を対象とした立ち上がり動作で

は、殿部離床以後の股関節と膝関節はほぼ同じ割合で関節角度が推移することが報告されている(Tully, 2005)。そこで、本研究でも殿部離床以降の股関節と膝関節の関節運動の関係を把握することとした。そのため、まず第2相(殿部離床から動作終了)のデータを100%で表示した正規化データに編集した。そして、下記の式に当てはめ、動作中の両関節の運動比率を算出し、その関係性を散布図で示し、検討した。

$$\text{関節運動比率} = \text{膝関節角度} / \text{股関節角度}$$

### (6) 統計処理

リハビリテーション介入前後の動作変化を確認するため、対応のあるt検定を用いて処理した。なお、所要時間においては、サンプルサイズが小さいため、ウィルコクソンの符号付き順位和検定を用いて処理した。なお、統計学的有意水準は5%未満とした。

## 4. 研究成果

### (1) 所要時間

動作の所要時間を表1に示す。

表1 リハビリテーション介入前後の所要時間の変化

	脳性まひ児(8名)	
	リハビリテーション介入前	リハビリテーション介入後
全所要時間	3.82 ± 1.69	2.88 ± 0.71 *
第1相	1.94 ± 0.73	1.65 ± 0.22
第2相	1.88 ± 1.02	1.23 ± 0.59 *

平均値±標準偏差 \* : 有意水準5%未満  
単位(秒)

動作の所要時間は、リハビリテーション介入前が3.82±1.69秒、リハビリテーション介入後が2.88±0.71秒で、有意に短縮した。なお、特に第2相で所要時間が有意に短縮する傾向が示された。

### (2) 関節角度

動作中の関節角度変化を表2に示す。

表2 リハビリテーション介入前後の所要時間の変化

	脳性まひ児(8名16肢)	
	リハビリテーション介入前	リハビリテーション介入後
体幹		
動作開始(T1)	16.4±10.1	15.4±9.0
殿部離床(T2)	29.0±9.7	25.9±8.0 *
動作終了(T3)	24.6±6.9	18.3±7.5 **
股関節		
動作開始(T1)	101.4±15.0	98.7±13.7
殿部離床(T2)	103.2±12.4	99.3±11.2
動作終了(T3)	54.7±13.5	43.9±9.5 **
膝関節		
動作開始(T1)	88.1±8.6	89.8±6.1
殿部離床(T2)	89.9±11.8	88.9±10.8
動作終了(T3)	45.3±13.8	42.3±7.5
足関節		
動作開始(T1)	-15.1±11.2	-7.5±9.0 *
殿部離床(T2)	-13.4±14.4	-2.5±10.0 **
動作終了(T3)	-19.9±15.5	-10.4±9.6 *

平均値±標準偏差 \* : 有意水準5%未満 \*\* : 有意水準1%未満  
単位(度)

動作開始(T1)では、足関節のみリハビリテーション介入前後で有意差を認めましたが、その他の部位においては有意差を認めなかつ

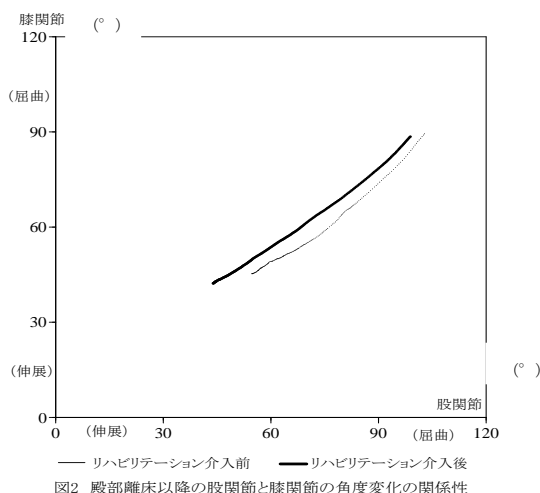
た。これからのことから、リハビリテーション介入前後の姿勢は、ほぼ均一な状態であったと判断した。

殿部離床 (T2) では、足関節においてリハビリテーション介入前が $-13.4 \pm 14.4$  度であったものが、リハビリテーション介入後において $-2.5 \pm 10.0$  と 10 度近く背屈方向へ可動域を増加させた。このことは、リハビリテーション介入により、足部の異常な姿勢を強めずに対応できたことを示唆している。また、体幹においては、リハビリテーション介入前が $29.0 \pm 9.7$  度であったものが、リハビリテーション介入後においては $25.9 \pm 8.0$  度へと減少した。この所見は、リハビリテーション介入により体幹の過大な代償運動が軽減したことを示唆している。このような所見から、リハビリテーション介入後はより円滑な重心移動が可能になったと推察される。

動作終了 (T3) では、膝関節以外の 3 部位で有意な変化を認めた。特に、体幹においてはリハビリテーション介入前が $24.6 \pm 6.9$  度であったものが、リハビリテーション介入後に $18.3 \pm 7.5$  度、股関節においてはリハビリテーション介入前が $54.7 \pm 13.5$  度であったものが、リハビリテーション介入後において $43.9 \pm 9.5$  度へと減少した。これらの所見は、リハビリテーション介入後は身体をより抗重力方向へ保持できたと説明できる。

図 2 には、殿部離床以降の股関節と膝関節の運動比率の関係をプロットした散布図を示す。この散布図より、リハビリテーション介入後はリハビリテーション介入前より、より同じ比率で股関節と膝関節が伸展していることを読み取ることができる。つまり、リハビリテーション介入により、より円滑な立位移行が可能になったと推察した。

以上のことから、リハビリテーション介入により生じる脳性まひ児の体幹-下肢協調性を把握することができた。



(3) 得られた成果の国内外における位置づけ  
本研究は、1 回のリハビリテーション介入前後の脳性まひ児の立ち上がり動作を通して、体幹-下肢協調性の解明にアプローチした研究である。

本研究のような視点で、脳性まひ児の体幹-下肢協調性について言及した研究は国内のみならず国外でも見当たらない。脳性まひ児の運動発達を促進する運動学的メカニズムに言及できた意味で、本研究は意義の大きいものと考えている。

#### (4) 今後の展望

今回の研究を通して得られた知見は、脳性まひ児の運動発達を促進するプログラムの開発に一定の方向性を見出すことができた。このような研究成果を基に、プログラムの開発を具現化し、その有効性を確かめるための実証的研究へと展開を拓ける必要がある。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

- ① Yonetsu R, et al, Brief intervention can change sit-to-stand movement in children with spastic diplegia. ZESZYTY NAUKOWE, 査読有, 15, 2013, pp. 89-102,

〔学会発表〕 (計 3 件)

- ① 米津 亮, 他, ボバース概念に基づく理学療法が痙直型両まひ児の起立動作に及ぼす影響, 第 48 回日本理学療法学会 (口述発表), 2013 年 5 月 24 日, 愛知(名古屋)
- ② Yonetsu R, et al, Immediate effect of physiotherapy on sit-to-stand movement in children with spastic diplegia, 4<sup>th</sup> International cerebral palsy Conference (Post Presentation), 2012 年 10 月 11 日, Italy (Pisa)
- ③ Yonetsu R, et al, Brief intervention can change sit-to-stand movement in children with spastic diplegia. II International Scientific-Training Conference (招待講演), 2012 年 4 月 28 日, Poland (kazimierz Dolny)

〔図書〕 (計 1 件)

- ① 米津 亮, 他, 文光堂, 小児・発達障害 クリニカル・リーズニング, (2013 年出版予定)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.rehab.osakafu-u.ac.jp/~yonetsu/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

米津 亮 (YONETSU RYO)

大阪府立大学・総合リハビリテーション学  
部・准教授

研究者番号：50363859