

原著論文

## 自己弛緩による姿勢制御の変容

### —重心動揺による分析—

窪田文子\* 末次 晃\*

\* 医療創生大学大学院人文学研究科

#### 論文要旨

本研究では、動作法を用いて身体の不必要な緊張を自己処理し、安定して立つ練習をすることで立位姿勢の自己制御に及ぼす影響について検討した。参加者に動作法を用いた介入を6回行い、毎回動作法を実施する前後で重心動揺をはじめ、姿勢画像や筋電図を測定した。今回の報告では、そのうちの1名について、重心動揺の軌跡を分析した。その結果、毎回、動作課題を行う前と後で比較すると、実施後は、重心の移動範囲が広がっていた。また、6回の経過をみると、回が進むにしたがい、重心の移動範囲が広がっていく傾向がみられた。この結果について、二つの可能性が考えられるため、今後は、重心動揺の指標のほか立位姿勢の画像や筋電図、また主観的な安定感の指標と重ねてみることで、この結果について詳細に検討できると考える。また、複数の参加者の経過を比較することで、共通する点と個人差を明らかにすることができると考えられる。

キーワード：動作法 立位姿勢 重心動揺

#### 1. はじめに

動作法は、脳性まひ児（者）に特徴的な身体各部の慢性的な筋緊張を自己処理し、動作制御能力の向上を援助することを目的として開発された心理学的リハビリテーション技法である。それが、自閉症スペクトラム障害（ASD）や注意欠陥多動性障害（ADHD）といった発達障害を持つ児童に応用され、彼らに特徴的な不適応行動の改善や適応的な行動の学習が促進されることが報告され、多くの事例研究を通して、動作制御能力の獲得が精神活動に影響を及ぼすことが確認された（成瀬, 1984）。また、知的障害や重度・重複障害を持つ児童に対しても動作法が試みられ、座位姿勢や立位姿勢で身体をまっすぐに立てる力が入られるようになると、これまでは働きかけに反応を示さなかった子どもが、周囲に視線を向けたり手を伸ばすようになったり、話し声などの聴覚刺激に反応するようになるなど、精神活動が活性化したと考えられるような事例が複数報告された（窪田, 1989; 丸山, 1992; 二宮, 1992）。

これらの臨床事例から、三次元空間の中で重力に合わせて自らの姿勢をまっすぐに保つという体験は、ひとの精神活動を活性化し、適応的にすることが臨床的に示唆された。

背筋を伸ばしてバランスよく立つということは、身体各部の感覚に注意を向け、身体の前後左右の力の配分を調整する複雑な自己制御が必要となる、主体的な活動である。また、三次元の空間に自らを位置づけるためには、外界との対応をいやおうなしに迫られることにもなる。近年では、障害児・者だけでなく、高齢者のリハビリテーションにおいても、寝たきりや呆け防止のために、できるだけからだを起して生活をするのが推奨されるようになってきている。これは、重力に合わせて自らを空間の中に位置づける体験から得られる認知機能面での効果をねらったものと考えられる。

ひとは成長する過程で、日常動作を通して自分の身体を繰り返し動かす。その中で、目標とする動作を遂行するためには身体のどこにどの程度の力を入れたらよいかを体験的に学習する。ひとの身体は左右対称であるが、からだの両側を等しく使っているのかというと、必ずしもそうではない。きき手やきき足があるように、両手・両足は、目標とする動作を遂行するために役割分担し、協同して動く。そうすることでまた、左右の力の入り方の偏りも生じてくるであろう。そして、そのような緊張の布置の様態はある程度その個人に固有なパターンであることも臨床をとおしてよく観察されることである。身体に緊張があると、その部位の感覚を鋭敏に捉えにくくなる。そうした状態で力を入れると、緊張が強い側の身体感覚を明確に感知できず、自分ではまっすぐ立っているつもりでもどちらかの肩が上がったり、身体が傾いているといった姿勢の歪みにつながる事が考えられる。脊柱側湾症は、身体の前後左右の力の入れ方にアンバランスがみられる場合であり、猫背は、からだの前後の力の入れ方のバランスを欠いている場合の典型例である。すなわち、身体の前後左右の力の入れ方の不均衡は、人が立った時に姿勢の歪みとして観察されやすいのである。ひとが立つためには、それにむけて身体の前後左右の力の入れ方を自己制御することが必要であり、かつそれは外界との調整を含んだ複雑なプロセスである。

三好 (2012a, 2012b)、三好・岩田 (2016) は、スポーツ選手や大学生を対象に立位姿勢の安定性の向上を目指して動作法を適用し、その効果について重心動揺計を用いて検討している。その結果は、動作法介入後に重心動揺の指標が優位に減少し、重心動揺の減少が示唆された (三好, 2012a; 三好・岩田, 2016) 一方で、重心動揺の指標に変化は見られず、逆に主観的な安定感と重心動揺の指標との間に正の相関がみられ、姿勢が安定したと感じた者ほど、重心動揺が増加したという結果が得られた (三好, 2012b)。これらの研究では、動作法による介入は複数回行われていたとしても、重心動揺の測定は介入を行う前後での測定であった。そこで、筆者らは、毎回動作法を実施した前後で重心動揺を測定し、その変化を時系列で観察することにより、動作法が立位姿勢の制御に及ぼす影響をより詳細に検討することを目的として本研究を行った。今回の報告では、そのうちの1名の経過をまとめて報告し、動作法による姿勢の安定性への影響について探索的に検討する。

## 2. 方法

## 2.1 参加者

男性大学院生1名であった。年齢は22歳であった。本研究は医療創生大学の倫理審査を受け、実験参加者には口頭による説明を行い、同意を得た。

## 2.2 手続き

計6セッション実施した。それぞれのセッションでは、(1) POMS および STAI への記入、(2) 直立時の姿勢記録、(3) 重心動揺の測定、(4) 直立時、表面筋電位 (surface electromyography) 測定、(5) 動作法実施、(6) POMS および STAI への記入、(7) 直立時の姿勢記録、(8) 重心動揺の測定、(9) 直立時、表面筋電位測定で構成された。実施時間は約50分であった。以下、動作課題、姿勢記録、重心動揺、表面筋電位測定の手続きについて述べる。

## 2.3 動作課題

上半身に入っている必要以上の緊張を抜いて、安定して立つことを目指して以下の動作課題を実施した。

躯幹をひねり方向に弛める動作 (躯幹ひねり) : この課題は、側臥位で上体をひねりながら上側の肩を床方向に動かしていき、途中で発生する動きを妨げる緊張を弛める。肩から腰にかけての躯幹部の広い範囲で緊張を弛めて動かすことになり、おもに実施側の緊張を弛めることができる。このため、左右のアンバランスを修正することに適している。

立位膝前出し・膝伸ばし動作 : この課題は、足首、膝、股関節を弛めながら膝を前に出し、重心を真ん中に維持したまま下に下げる。その後、重心を真ん中にしたまま踏みしめながら膝を伸ばす。こうして、全身がまっすぐ1本になるように踏みしめて立つ練習をする。

動作課題実施時の様子はデジタルビデオで録画し、身体の変化についての感じに変化があればすぐに言語報告を求め、言語データとして記録した。また、実験参加者の弛緩の仕方や力の入れ方などの変化に動作法実施者側が気づいた場合も、その時の身体を中心とした感じについて質問をし、その反応も記録した。

## 2.4 姿勢の記録

直立時姿勢記録には姿勢分析器 (江崎機器) を用いた。これは格子模様付の透明アクリル板がある衝立であり、台の上に直立した姿勢をデジタルカメラ (CASIO、EXLIMEX-F1) で撮影記録した。撮影は背後、左側面、右側面の順番に実施した。背後の場合、衝立の真ん中、垂直にある基準線と頸部の中心が一致する位置で行った。側面は垂直基準線に腰骨が重なる位置に調整後、撮影した。

## 2.5 重心動揺測定

重心動揺測定の手続きは、基本的に鈴木淳一・松永喬・徳増厚二・田口喜一郎・渡辺行雄 (1996) に準じた。重心動揺の測定には重心軌跡測定器 (竹井機器、T.K.K580) を使用した。

測定器と USB 経由で接続したノート PC (IBM 社製 ThinkPad T60p) によってオンラインでデータ処理を行った。サンプリングレートは 50Hz であった。各指標算出のための移動平均データ数は 10 とした。参加者を重心軌跡測定装置の台座の中心に位置するよう立ってもらった。両足間の幅は約 10cm とした。装置に立位で立っている参加者の前方約 2m に衝立を設置し、そこに参加者の目線の高さに合わせてマーカを設置した。開眼状態で測定するときには、それを注視するよう教示した。実験者が目視で参加者の立位姿勢が安定したと判断した時点で重心軌道測定装置のキャリブレーションを実施し、その瞬間での重心位置を原点に設定した。その後、開眼で 1 分間重心動揺を記録した。開眼での測定終了後、目を閉じるよう指示し、続けて閉眼で測定した。測定時間は 1 分間であった。

重心動揺の指標として、総軌跡長、外周面積、単位時間軌跡長および重心位置の左右方向での範囲と前後方向での範囲とを算出した。総軌跡長は、測定時間内での重心位置の移動距離を表す。また外周面積は測定した重心すべての位置の外周面積であり、この大きさによって重心がどの範囲で移動したかを表す。単位時間軌跡長は 1 秒間の重心移動の平均速度とみなすことができ、この数値が小さければ重心の移動速度が平均して速いことを表す。

## 2.6 表面筋電位測定

両足の腓腹筋にセンサーを取り付け表面筋電図 (surface electromyography、以下、sEMG) を測定した。サンプリングレートは 2048Hz であった。sEMG センサーからの信号は生体信号エンコーダ (Thought Technology 社 ProComp Infinity) で符号化・増幅し、USB 経由してノート PC (HP Elitebook 8440W) でモニターと記録とを行った。測定データは生理反応分析ソフト BioGraph (Thought Technology 社) を使用して解析した。

## 2.7 倫理的配慮

本研究は、いわき明星大学 (現医療創生大学) 研究倫理審査委員会の承認を得て実施した。

## 3. 結果

本論文では、動作法の実施によって姿勢制御がどのように影響を受け変化するのかについて動作法実施前後での比較、およびその効果がセッション経過にともないどのように変化するのか、すなわち学習の効果について、重心動揺のばらつきを取り上げて 1 人の参加者を対象に探索的に検討した。

### 3.1 重心動揺軌跡

セッションごとに動作法実施前と、実施後の重心動揺軌跡をそれぞれ図 1 と図 2 に示す。図に示したように、動作法介入前後を比較すると、セッション 4 と 6 では、介入後において重心位置の範囲が大きくなっている。ただし、セッション 2 では実施後の重心移動範囲が狭くなっている。また、学習効果については、動作法実施前ではセッション経過にともなう一

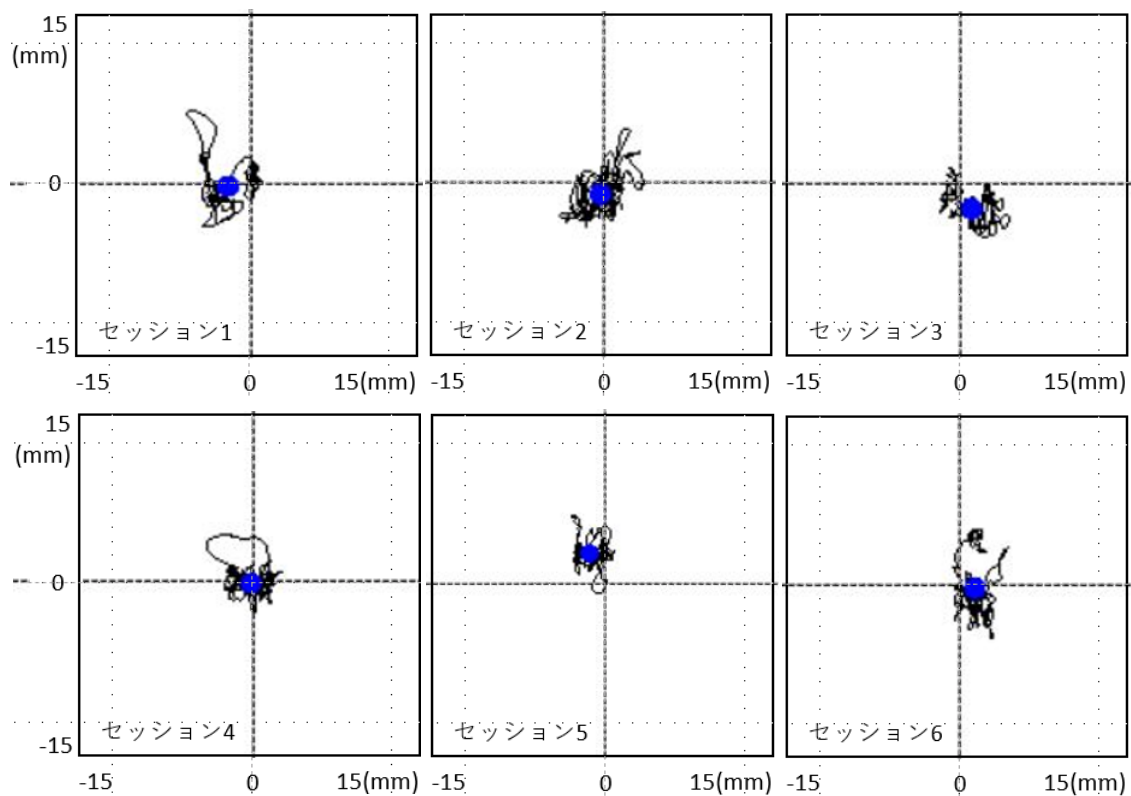


図1. 実施前のセッションごとの重心動揺軌跡 (原点は測定ごとに校正してある)

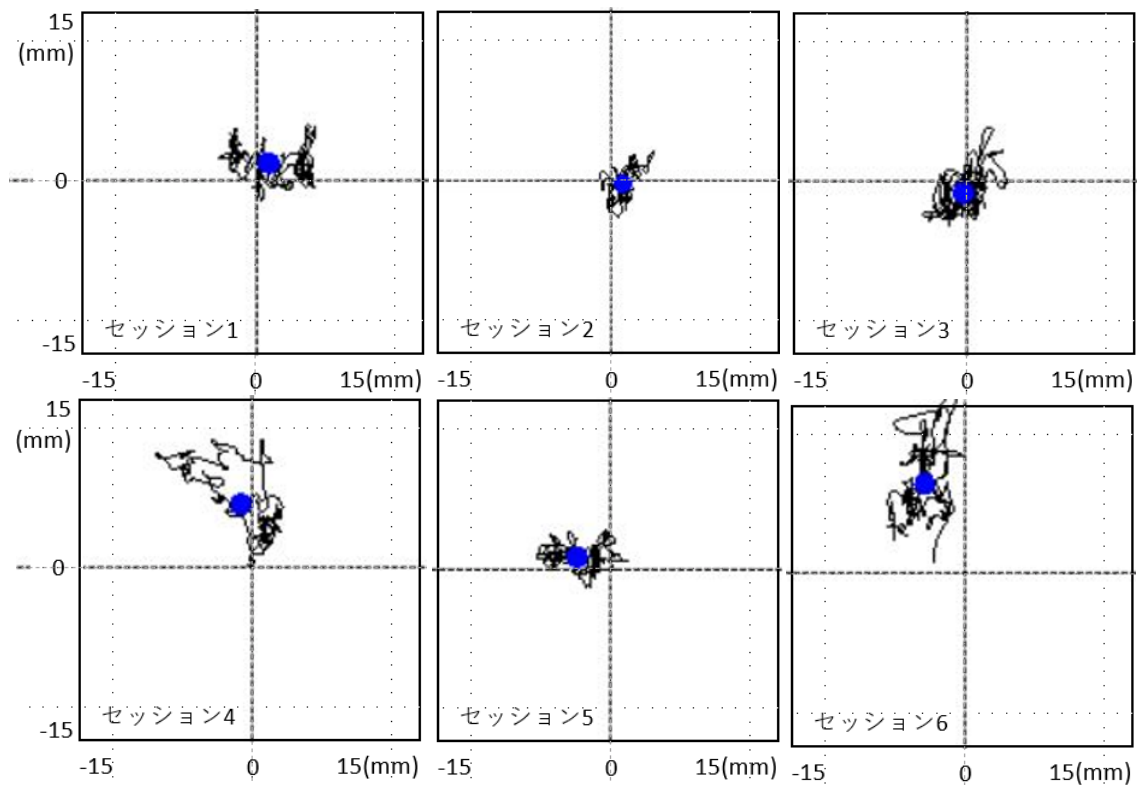


図2. 実施後のセッションごとの重心動揺軌跡 (原点は測定ごとに校正してある)

定の変化は認められない。これに対し実施後では、セッション3、4、6については重心移動範囲が拡大しているようにも見える。こうした傾向についてさらに詳細にみるために、以下では、記述統計量としての総軌跡長、外周面積、単位時間軌跡長および重心位置の左右方向での範囲と前後方向での範囲について検討する。

### 3.2 総軌跡長

図3に動作法実施前後およびセッションごとの総軌跡長を示す。まず、実施前後を比較するとセッション3、4、6では実施後が長くなっている。またセッション経過に伴う変化を見ると、実施前はとくに変化は認められないが、実施後は、セッション3で増加し、その後、セッション4と5で減少しているが、セッション6で再度増加した。

### 3.3 外周面積

図4に動作法実施前後およびセッションごとの外周面積を示す。まず、実施前後を比較するとセッション3、4、および6で実施後において外周面積が増加した。またセッション経過に伴う変化を見ると、実施前はとくに変化は認められないが、実施後は、セッション3、4で増加した後、いったん減少し、セッション6で再度、増加した。

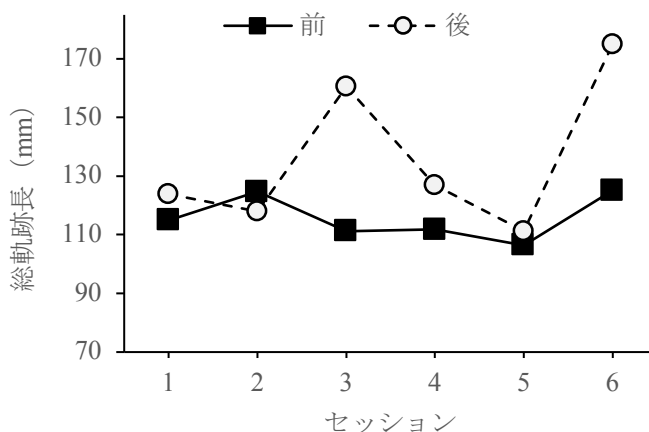


図3. 開眼条件でのセッションごとの総軌跡長 (mm) の変化

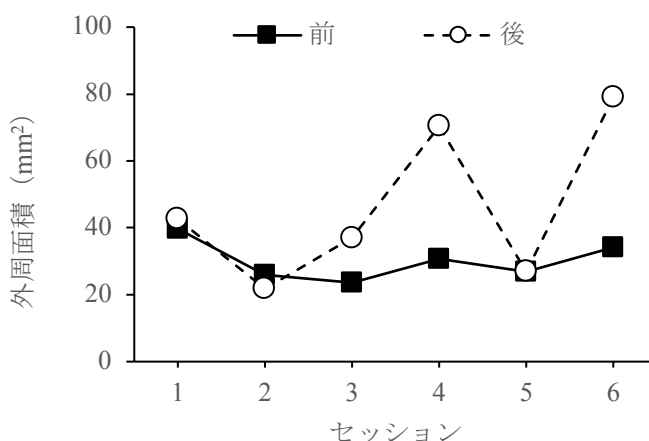


図4. 開眼条件でのセッションごとの外周面積 (mm<sup>2</sup>) の変化

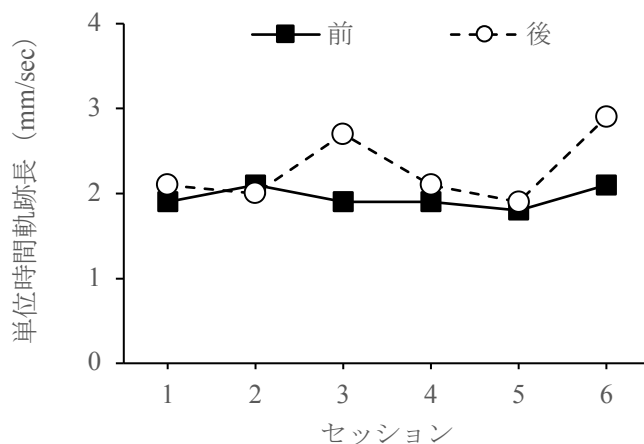


図5. 開眼条件でのセッションごと単位時間軌跡長 (mm/sec) の変化

### 3.4 単位時間軌跡長

図5に動作法実施前後およびセッションごとの単位時間軌跡長を示す。まず、実施前後を比較するとセッション3と6で実施後が大きい。またセッション経過に伴う変化を見ると、実施前はとくに変化は認められないが、実施後は、セッション3で増加し、その後、セッション4と5で減少しているが、セッション6で再度増加した。

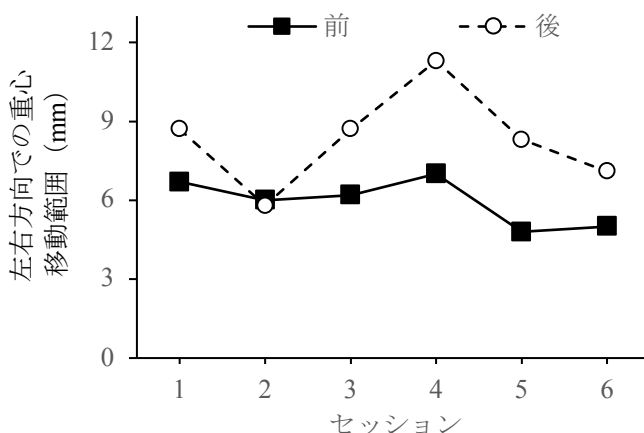


図6. 開眼条件での介入前後ごとの重心動揺の左右方向の範囲 (mm)

### 3.5 重心位置範囲

図6に動作法実施前後およびセッションごとの左右方向での重心位置の範囲を示す。同じく図7は前後方向での重心位置の範囲を示す。まず、実施前後を比較すると左右方向ではセッション2以外では実施後において範囲が広がっていた。前後方向ではセッション3、4および6で実施後の範囲が広がった。また左右方向のセッション経過に伴う変化を見ると、実施前はセッション5と6でわずかに範囲が縮小する傾向を示しているが、顕著な変化は認められない。実施後では、セッション3から4で増加し、その後、減少していた。前後方向のセッション経過に伴う変化では、実施前でセッション4以降やや増加する傾向が認められる。一方、実施後では、セッション1から3にかけて増加後、セッション4は変化せず、いったんセッション5で減少した後、セッション6で顕著に増加していた。

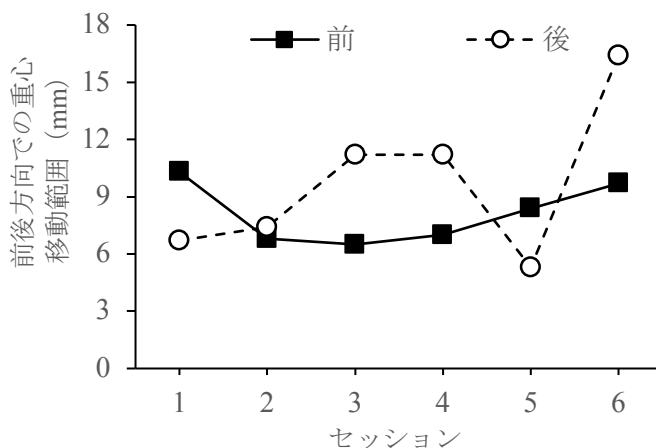


図7. 開眼での介入前後ごとの重心動揺の前後方向の範囲 (mm)

## 4. 考察

動作課題実施前後で比較すると、実施後の方が外周面積、総軌跡長、前後・左右での重心移動範囲が増える傾向がみられる。また、セッション経過に伴う変化を見ると、介入前の4指標はほぼ横ばいで顕著な変化は認められないが、介入後は、セッション3・4にかけて外周面積、前後・左右での重心移動範囲が増えていく傾向がみられる。外周面積が増えるということは、動いた範囲が広がることを意味する。総軌跡長が減っている一方で、外周面積が増

えていることは、ゆっくりと広い範囲で重心が動いていることを示唆している。前後左右の重心移動範囲もセッションが進むと増加しており、広い範囲に重心が移動していることを示唆している。

これらをあわせてみると、毎回、動作課題を行う前と後では、実施後は、重心の移動範囲が広がっている。また、6回の経過の中でも、動作課題実施後は、重心の移動範囲が広がっている傾向にある。

これには二つのことが考えられる。一つは、立位姿勢が不安定になっていることである。上半身の力を抜く動作課題を通して、対象者がそれまで立つために身に着けていた力の入れ方を崩しているため、立位姿勢をとった時にそれまでのからだの使い方が変わり、立位姿勢が不安定になったことが考えられる。この状態は、新しいよりバランスのとれた力の入れ方を身につけることで、安定に向かうことが考えられる。もう一つの可能性としては、上半身に不要な力が入らなくなったことで、立位姿勢が安定し、広い範囲でバランスが取れるようになったため、重心動揺の範囲が広がったということである。三好 (2012b) も、動作法実施後に主観的な安定感は増加している一方で重心動揺も増加している被検者がいることを報告し、それについては、動作法を実施したことで足裏全体に体重がかかっているように感じるため、重心動揺を揺れと感じないという可能性や、ある程度の揺れの範囲であれば安定していると感じるようになった可能性を指摘している。

今回は、探索的に1名の経過に焦点を当てたため、他の参加者との比較はできなかった。今後、他の参加者の経過と重ね合わせることで、複数名に共通する傾向や個人差を明らかにすることができると思う。また、今回は、重心動揺の軌跡のみに焦点を当てたため、他の客観的な指標である立位姿勢や筋電図、また主観的な指標である安定感と合わせて検討することで、この点をより詳細にとらえることができると思う。

## 付記

本研究は JSPS 科研費 18K03110 の助成を受けて行われた。

## 引用・参考文献

- 鈴木淳一・松永喬・徳増厚二・田口喜一郎・渡辺行雄 (1996). 重心動揺の Q&A, 手引き (1995). *Equilibrium research*, **55**, 64-77.
- 窪田文子 (1989). 重度脳性まひ児に対する立位訓練の適用事例, 日本特殊教育学会第27回大会発表論文集, 304-305.
- 三好英次 (2012a). 動作法による姿勢改善プログラムが立位姿勢の安定性に及ぼす効果. 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要, **30**, 41-44.
- 三好英次 (2012b). 動作法がスポーツ選手の姿勢の安定性に及ぼす影響: 重心動揺と主観的な安定感の変化から. 東京国際大学論叢人間社会学部編, **18**, 13-21.
- 三好英次・岩田真一 (2016). 体幹動作の自己コントロールが姿勢の安定性に及ぼす即時効果: 大学生女子スポーツ選手を対象として, 東京国際大学論叢 人間科学・複合領域研



究, 1, 16-24.

成瀬悟策 (1984). 障害児のための動作法：自閉する心を開く. 東京書籍.

二宮 昭 (1992). タテ系動作治療訓練法. 成瀬悟策 (編). 臨床動作法の理論と治療. 現代のエスプリ別冊. Pp.92-102.

(くぼた のりこ・臨床心理学)

(すえつぐ あきら・実験心理学)