

論文

静的弛緩誘導法による重症脳性まひ児の筋放電活動の変化

西郷 建彦*

静的弛緩誘導法は、筋の異常緊張のある脳性まひ児が自ら筋を弛緩させる学習の一環として、教育的立場から立川によって開発されたものである。この手法により筋緊張の緩和の効果がみられるが、脳性まひ児に対する生理学的な研究はほとんどなく、筋緊張が変容する生理学的説明も十分ではない。そこで、本手法における脳性まひ児の筋緊張の変容を電気生理学的に明らかにすることとした。本研究では、重症脳性まひ児に対し、本手法を約2ヶ月に亘って、腹直筋部へ施行し、腹直筋、胸骨舌骨筋、及び上腕二頭筋の表面電極による筋電図を測定・記録した。また、A/D変換して数値化することにより、筋放電量の変化を調べ、筋放電活動に及ぼす影響を検討した。その結果、本手法の施行により測定したすべての筋で筋放電活動に変化が見られ、さらにそのパターンの変化から学習効果の可能性が示唆された。

キー・ワード：静的弛緩誘導法, 筋電図, 重症脳性まひ児, 筋緊張緩和

1 問題と目的

特別支援学校などの教育現場においては、教育的立場に立ち、脳性まひ児の異常筋緊張を改善する試みが行われてきた。脳性まひ児の運動障害の基盤には、筋の異常緊張があるとされる(Bobath, 1965; 橋崎, 1979)。

筋緊張は、伸張反射に関連が大きいとされている(後藤, 2003)。この反射は筋内にある筋紡錘が受容器となっている。筋紡錘の感度は、 γ 運動ニューロンが支配し、高位中枢からの影響を受けて自動的に調整されている(Helen, 1983)。しかし、脳性まひ児は、その調整が困難なことが多く、筋紡錘の感度が敏感になり、伸張反射が亢進して筋緊張が高まるとされている(青山, 1979)。

脳性まひ児の異常筋緊張の改善については、医学的立場(Bobath, 1966; 石井, 2013; 東條, 2015; Vojta, 1974)や心理学的立場(五十嵐, 2001; 松岡, 1999; 中尾, 2011; 成瀬, 1973)からも研究や実践が行われてきた。

さらに、これらの異常筋緊張を改善する試みには、教育的観点から開発された静的弛緩誘導法がある。立川(1987)は、指導者が異常緊張のある筋の起始部・停止部の表層に当たる体表部位に軽く手を触れながら言葉がけをすることによって、子どもがその部位の筋緊張の感覚を自分のものとし、自らの自己意識によって筋緊張の変容を図るという静的弛緩誘導法を提唱した。子どもが自ら筋緊張を緩めることができるように学習することは、子どもの生活の質を大いに高めることができると考えられる。さらに、関節運動を伴わないこの方法は、体を動かすのが困難な重症の子どもや、筋の起始・停止間に関節のない舌骨上・下筋への適用もできる利点がある。

すでに、静的弛緩誘導法の先行研究として、静的弛緩誘導法を用いることにより、脳性まひ児の姿勢や歩行(斉藤, 1984; 志垣, 1982)・手の操作(小島, 1984; 古橋, 1982)・言語(高橋,

1984)・摂食(竹内・西郷・松森, 1986; 野村, 1982)・排泄(小川, 1988; 中村, 1987)の改善や重症児の呼吸(井上, 1993; 山口, 1992)・脈拍や血圧(小田, 1994)の改善などが示されている。しかしながら、これらの報告は、改善に当たりどの程度筋が弛緩しているのか示されておらず、静的弛緩誘導法を施すとどの程度筋緊張が改善されているのかは分かっていない。

立川は、静的弛緩誘導法によって筋緊張が改善する説明として、心理学的な説明(立川, 1985)とともに、外受容器の刺激が固有受容器の感覚を紛らわしているのかもしれないと述べている(五味・立川, 1988)ものの、生理学的な説明はなされていない。

また、健常者に静的弛緩誘導法を施行し、電気生理学的な説明を試みた研究(菅野・西郷・安藤・恵羅, 1996)もあるが、重度の脳性まひ児に対する生理学的手法を用いた実証的な検討はほとんど行われていない。このような研究は重度の脳性まひ児に対する療育を根拠に基づく教育的な関わりとして位置付けることができる。

そこで、本研究では、腹直筋部に静的弛緩誘導法を施行することで、腹直筋、胸骨舌骨筋、上腕二頭筋の筋放電活動において以下の3点について明らかにする。

- 1.1 静的弛緩誘導法の施行前・施行中・施行後で筋放電活動に変化が見られるか。
- 1.2 静的弛緩誘導法を9週に亘って行うことにより、学習効果が認められるような筋放電活動のパターン変化が生じるか。
- 1.3 静的弛緩誘導法の施行により、3つの筋で筋放電活動に違いが見られるか。

2 方法

2.1 実施者

実施者は、本手法を特別支援学校の養護・訓練(現：自立活動)の指導において10年以上、また脳性まひ児を対象とした親

* 横浜市立左近山特別支援学校

子学習会の場合でも実践してきた。さらに、教員を中心とした本手法の研修会でもスーパーバイザーとして指導に当たっていた。

2.2 対象児

特別支援学校小学部5年在学中の11歳女子。本児は、胎盤早期剥離による呼吸停止から仮死状態で出生した。精神発達遅滞でてんかんを伴う。下半身の痙性に加え、上半身に不随意運動のある脳性まひ（混合型）。身長、体重はそれぞれ114.0cm、14.1kgである。また、拇指内転、股内転、膝屈曲拘縮及び捻転側彎、漏斗胸、内反尖足の変形がみられる。未定頸で抗重力姿勢保持は困難である。舌根沈下があるため常時喘鳴があり、シーソー呼吸が顕著である。嚥下が困難なため経鼻からの経管栄養を行っている。発声可能な程度であるが、声かけには、笑顔で対応することが多く、周囲の環境を敏感に感じ取ることができる。

2.3 静的弛緩誘導法

対象児には、初めて本手法を行った。脳性まひ児ではよく見られる異常筋緊張が対象児にも見られ、静的弛緩誘導法の指標となっている部位である腹直筋を施行部位とした。対象児の姿勢は安静背臥位とした。指導者は、対象児頭頂部の近くに開脚して座し、腹直筋の起始部体表面を左手（掌）で、停止部体表面を右手（掌）で軽く触れ、腹直筋が伸張する方向に右手をわずかに動かした。その際、ゆったりとした抑揚で「広くくしよう」と適宜、声かけをした。

2.4 筋電図の導出・記録

背臥位で導出しやすく、静的弛緩誘導法の指標にもなっている施行部位の左右の腹直筋、また他の部位への影響をみるために施行部位に近い左右の胸骨舌骨筋、及び施行部位から遠い左右の上腕二頭筋における筋電図を測定・記録した。測定は、施行前、施行中、施行後の3条件で行った。施行前、施行中、施行後の記録時間は、それぞれ90secとした。直径10mmの円形の銀/塩化銀、使い捨て表面電極（日本電気三栄）を用い、電極間距離約2cmとし導出・記録すべき筋の走行に沿って電極を貼付した。皮膚表面は局方アルコール（75%）で清拭し、消毒と油脂成分の除去を行い、皮膚の抵抗が最小になるように留意した。

増幅器には、前置増幅器を通し多用途脳波計1A93型（日本電気三栄）を用い、時定数0.03で使用した。観察用にはペン描きオシロスコープに15mm/secの速度で記録し、データ処理用にはデータレコーダRD-200T PCM型（TEAC）を用いた。

実験は、19XX年6月上旬から7月下旬の約2か月間行い、室温は25℃に保った。

2.5 筋電図のデータ処理

筋電図による筋の放電活動を比較検討するために、取得した筋放電量を数値化した。実験中の欠伸、唾液の嚥下、クローヌス等の明らかなアーチファクト箇所をデータから削除し、筋放電量をデータレコーダからサンプリングタイム5msecでA/D変換した。さらに、すべての数値を絶対値に変換して加算し、単位時間（60sec）当たりの筋放電量（放電積分値）を算出した。そして、施行前、施行中、施行後の筋放電量を相対的な変化として比較した。なお、筋の緊張度が高くなるほど、振幅が大きくなるという単調増加の関係を用いて、筋の緊張度を推定した（増田、2015）。

2.6 倫理的配慮

対象児が重度脳性まひ児で同意を得るのが困難であったため、研究の趣旨、方法、および結果の取り扱い、個人が特定されないよう配慮することを保護者に説明し、同意を得た上で実施した。

3 結果

静的弛緩誘導法の施行前、施行中、施行後の一連の記録を1回の測定とし、週1～2回、9週間に亘って対象児に16回施行を行った。測定の結果、期間により異なる3つの筋電図パターンが認められたので、それぞれの結果の特徴から第1期を受容期、第2期を混乱期、第3期を定着期とし、各期間ごとに筋放電活動の変化の比較を行った。各期間の測定回数は、5～6回であった。また、いずれの期間でも各筋の筋電図における左右差は認められなかった。

図1～6で、各期間において最も典型的な結果を示した。各図とも右の腹直筋部に静的弛緩誘導法を施行した際の右の各筋の筋放電量及び筋放電量の相対的变化について示したものである。

3.1 第1期（受容期）第1～3週目

静的弛緩誘導法を施行することにより、施行中腹直筋及び胸骨舌骨筋では顕著に筋放電量は減少し、上腕二頭筋でも筋放電量に減少が見られた。施行後は、上腕二頭筋ではさらに筋放電量の減少が見られたが、腹直筋及び胸骨舌骨筋では筋放電量は施行前よりは減少したものの施行中よりも増加した（図1、2）。施行終了後15分経って対象児を観察すると、ほとんど施行前の不随意運動を伴う筋の緊張状態に戻ってしまっているようであった。

3.2 第2期（混乱期）第4～6週目

静的弛緩誘導法を施行することにより、上腕二頭筋では僅かな筋放電量の減少があったが、腹直筋及び胸骨舌骨筋で逆に筋放電量は増大した（図3、4）。施行後に、腹直筋及び上腕二頭筋、特に胸骨舌骨筋で筋放電量が減少したが、第1期程の減少は認められなかった（図2、4）。実験の経過を観察していると、対象児は施行前よりもむしろ筋緊張が増し、やがて弛緩するという様子であった。

3.3 第3期（定着期）第7～9週目

静的弛緩誘導法を施行することにより、腹直筋、胸骨舌骨筋、上腕二頭筋とも顕著な筋放電量の減少が見られた（図5、6）。施行後は、さらに腹直筋及び胸骨舌骨筋では、顕著な筋放電量の減少が生じ、第1期との筋放電量の変化のパターンに違いが認められた（図2、6）。施行後、上腕二頭筋では、筋放電量が増加しているものの施行前よりは減少していた（図5、6）。測定した筋のみならず、全身の筋で弛緩状態の様子が認められた。

さらに、最終16回目の施行を終了してから、1ヶ月経過した後、同様の施行をして第3期と同様な結果を得た。

4 考察

4.1 静的弛緩誘導法による筋放電活動の変化

静的弛緩誘導法の施行後は、施行期間によって筋放電活動の変化のパターンは異なるが腹直筋、胸骨舌骨筋、上腕二頭筋のいずれにおいても筋放電活動に抑制が認められた。

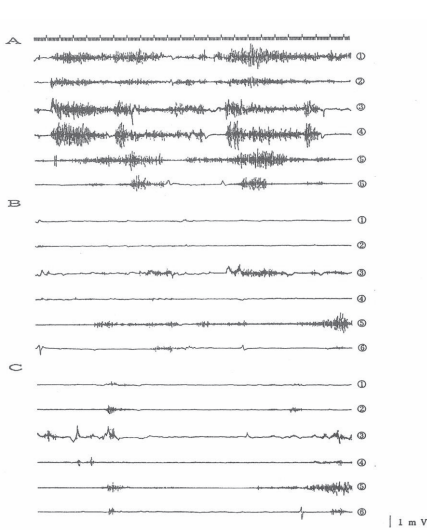


図1 第1期[受容期]の筋電図
A：施行前 B：施行中 C：施行後
①・②：腹直筋左・右
③・④：胸骨舌骨筋左・右
⑤・⑥：上腕二頭筋左・右

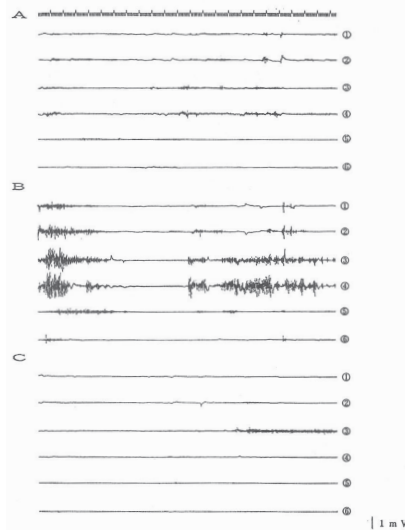


図3 第2期[混乱期]の筋電図
A：施行前 B：施行中 C：施行後
①・②：腹直筋左・右
③・④：胸骨舌骨筋左・右
⑤・⑥：上腕二頭筋左・右

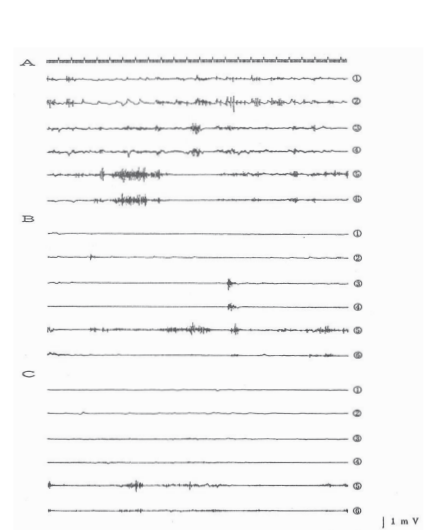


図5 第3期[定着期]の筋電図
A：施行前 B：施行中 C：施行後
①・②：腹直筋左・右
③・④：胸骨舌骨筋左・右
⑤・⑥：上腕二頭筋左・右

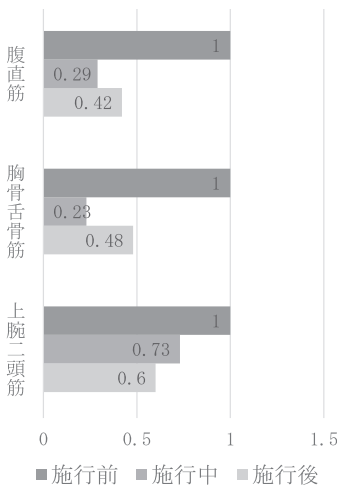


図2 第1期[受容期]における筋放電量の相対的变化

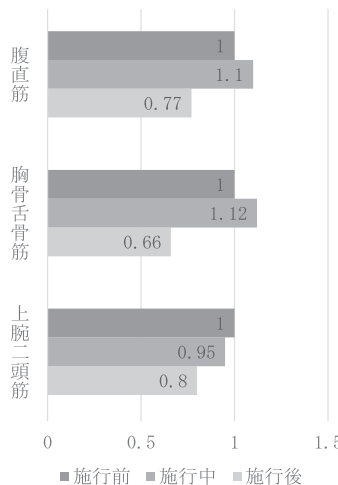


図4 第2期[混乱期]における筋放電量の相対的变化

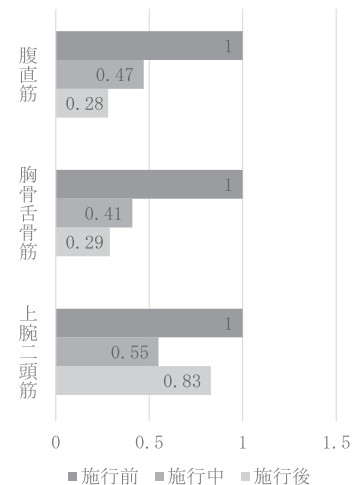


図6 第3期[定着期]における筋放電量の相対的变化

4.2 筋放電活動パターンから示唆される静的弛緩誘導法による学習効果

静的弛緩誘導法の施行期間によって筋放電活動パターンが変化することが認められた。第3期(定着期)においては、静的弛緩誘導法の施行中も、腹直筋、胸骨舌骨筋の筋放電活動は抑制されるが、施行後はさらに筋放電活動が抑制され第1期(受容期)とはパターンが変化している。静的弛緩誘導法では、筋の両端部に該当する皮膚に軽く触れ、言葉がけによって筋の弛緩を促す方法である。他動的に弛緩させるものではないので自己努力によって触れられた部位を意識して変容した可能性があり、学習効果が認められるのではないと思われる。静的弛緩誘導法を一定期間継続的に施行することによって学習効果があることが示唆される。

第2期(混乱期)においては、静的弛緩誘導法の施行中に筋放電活動が増加し、施行後に筋放電活動が抑制されたが、これ

は、立川が述べているように、自分自身の身体イメージが変えられることに対する抵抗なのではないかと考えられる(立川, 1985)。

また、最終16回目の施行を終了してから、1ヶ月経過した後、同様の施行をして第3期と同様な結果を得たので、静的弛緩誘導法による筋放電活動の抑制に対する学習効果の持続の可能性も示唆された。

4.3 静的弛緩誘導法による各筋の筋放電活動への影響の差異

静的弛緩誘導法を腹直筋部に施行することで、腹直筋の筋放電活動の変化があると同時に胸骨舌骨筋でも各期間とも同様の変化が認められた。これは、人体構造上、腹直筋と胸骨舌骨筋が胸骨に付着しているため、相互に影響するためと考えられる(立川, 1987)。また、上腕二頭筋については、筋放電活動が各期間とも変化はしているものの腹直筋と胸骨舌骨筋の変化のパターンとは明らかに異なる。これは、逆に施行部位と人体構造

上のつながりが少ないからだと考えられる。

脳性まひ児を対象として、筋緊張の見られる部位に静的弛緩誘導法を行い、筋放電活動の変化を経時的に調べた。その結果、静的弛緩誘導法の施行により筋放電活動に変化が見られ、筋緊張が弛緩する様子がみられた。さらにそのパターンの変化から学習効果の可能性が示唆された。

教育現場において、静的弛緩誘導法は自立活動の指導法として行われている。本手法は肢体不自由教育の経験が浅い教員でも、重度の脳性まひ児に安全に関わることを可能にし、異常筋緊張の抑制が図られている。しかし、その効果については、指導者の主観的な評価（感覚）に依存することが多く、科学的根拠の乏しさが指摘されている。その意味で、電気生理学的手法を用いて検証を試みた本研究はたいへん意義があると考えられる。

5 付記

この論文は、平成8年3月の第74回日本生理学会大会および平成9年の第34回日本特殊教育学会にて発表した内容を加筆・修正した。

発表後も静的弛緩誘導法は、特に重度脳性まひ児の課題である元来医療が扱ってきた健康面（植物性機能）へ教育的にアプローチできる手法として実践されてきた（西郷, 2005）。また自閉症児への応用も行われてきた（西郷, 2001, 2002）。さらに、現在においては他の方法と組み合わせたプログラムが開発され、その基盤となっている（西郷, 2014）。

6 謝辞

本研究にあたって、協力してくださったお子さんとその保護者の方に心より感謝申し上げます。

文献

- 青山正征（1977）脳性麻痺の神経生理学, 脳と発達, 11(3), 208-217.
- Bobath, B. (1965) *Abnormal Postural Reflex Activity Caused by Brain Lesions*. William Heinemann Medical Books Limited, London, 梶浦一郎, 紀伊克昌, 今川忠夫訳（1973）脳性麻痺の異常姿勢反射. 医歯薬出版.
- Bobath, K. (1966) *The Motor Deficit in Patients with cerebral Palsy*. William Heinemann Medical Books Limited, London, 寺沢幸一訳（1969）脳性麻痺の運動障害. 医歯薬出版.
- 古橋良男（1984）書字動作の訓練. 脳性マヒ児の教育, 47, 23-27.
- 五味重治, 立川博（1988）肢体不自由教育の今日的課題. 日本アビリティ社.
- 後藤淳（2003）筋緊張のコントロール. 関西理学, 3, 21-31.
- 五十嵐透子（2001）リラクゼーション法の理論と実際－ヘルスケア・ワーカーのための行動療法入門. 医歯薬出版.
- Helen Cameron-Tucker (1983) The Neurophysiology of Tone: The Role of the Muscle Spindle and the Stretch Reflex. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 29(5), 155-165.
- 井上和美（1993）重症脳性マヒ児の呼吸に関する研究. 筑波大学大学院教育研究科修士論文.
- 石井隆弘, 岡本武己（2013）感覚統合Q & A. 改訂第2版. 協同医書出版.

- 小島友子（1984）握るつまむ動き学習と指導法. 脳性マヒ児の教育, 51, 21-25.
- 菅野義信, 西郷建彦, 安藤隆男, 恵羅修吉（1996）立川の静的弛緩誘導法の筋反射機構に対する筋電図による生理学的基礎研究. 上越教育大学障害児教育実践センター紀要, 2, 1-11.
- 増田正（2015）特集③人間工学のための計測手法 第4部：生体電気現象その他の計測と解析(1)－表面筋電図の測定方法と人間工学への応用－. 人間工学, 51(6), 4 00-405.
- 松岡洋一, 松岡素子（1999）自律訓練法. 日本評論社.
- 中尾睦宏（2011）医学の立場からみたバイオフィードバック. バイオフィードバック研究, 2011, 38, 83-88.
- 中村敬子（1987）心身に思い障害を持つ子供の排尿指導. 静的弛緩誘導法研究, 2, 14-18.
- 楢林博太郎（1979）筋緊張の異常と運動障害. 神経研究の進歩, 23, 48-54.
- 成瀬悟策（1973）心理リハビリテーション. 誠信書房.
- 野村春文（1982）よだれ・咀嚼・たべる. 脳性マヒ児の教育, 47, 28-30.
- 小田充彦（1994）重症心身障害者の機能訓練に静的弛緩誘導法を試みて. 静的弛緩誘導法研究, 10, 29-34.
- 小川晴士（1988）座位の取れないこの排尿指導について. 静的弛緩誘導法研究, 4, 13-18.
- 西郷建彦（2001）知的障害養護学校における自立活動の実践－体の対話から心の対話へ－. 横浜国立大学教育人間科学部附属養護学校研究紀要, 17, 75-85.
- 西郷建彦（2002）知的障害養護学校における自立活動の実践II－体の対話から心の対話へ－. 横浜国立大学教育人間科学部附属養護学校研究紀要, 18, 68-83.
- 西郷建彦（2005）生命保持活動への教育的挑戦. 新たな肢体不自由教育実践講座. ジアース教育新社, 232-239.
- 西郷建彦（2014）NMBPに基づく集团的指導－自立活動に教科書は必要か－. 肢体不自由教育, 216, 30-35.
- 斉藤秀元（1984）歩く動き学習と指導法. 脳性マヒ児の教育, 51, 31-35.
- 志垣司（1982）立つ・歩む. 脳性マヒ児の教育, 47, 15-18.
- 高橋金治（1984）話す動き学習と指導法, 脳性マヒ児の教育, 51, 16-20.
- 竹内光春・西郷建彦・松森久美子（1986）重度重複障害児の食事指導. 日本特殊教育学会第24回大会発表論文集, 522-523.
- 立川博（1985）静的弛緩誘導法. 御茶の水書房.
- 立川博（1987）総合弛緩誘導について. 静的弛緩誘導法研究, 3, 26-34.
- 東條恵（2015）脳性まひの療育と理学療法 上田法およびボツリヌス療法による筋緊張のコントロールと評価. 診断と治療社.
- Vojta, V. Die (1974) Cerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter. *Frühdiagnose und Frühtherapie*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 富雅男, 深瀬弘訳（1978）乳児の脳性運動障害. 医歯薬出版.
- 山口宏子（1992）重度脳障害児の呼吸機能の改善. 日本特殊教育学会第30回大会発表論文集, 632-633.