

短 報

足関節最大抵抗訓練が立位バランスに及ぼす影響

—運動失調を呈した一症例—

岡部孝生，片山 憲，池田武史，戸田武範

土佐リハビリテーションジャーナル

第2号 別刷

2003年12月29日発行

土佐リハビリテーションカレッジ

短報

足関節最大抵抗訓練が立位バランスに及ぼす影響 —運動失調を呈した一症例—

岡部孝生¹⁾, 片山 憲²⁾, 池田武史³⁾, 戸田武範⁴⁾

1) 土佐リハビリテーションカレッジ 理学療法学科

2) 白菊園病院 理学療法室

3) 愛宕病院 リハビリテーション科

4) 朝倉病院 リハビリテーション科

Influence on Standing Balance of Maximum Resistance Training on Ankle Joint —With a Case of Ataxia—

Takao OKABE¹⁾, Ken KATAYAMA²⁾, Takeshi IKEDA³⁾, Takenori TODA⁴⁾

1) Department of Physical Therapy Tosa Rehabilitation College

2) Department of Physical Therapy Shiragikuen Hospital

3) Department of rehabilitation Atago Hospital

4) Department of rehabilitation Asakura Hospital

Key Words : 運動失調 重心動揺 筋活動

はじめに

小脳は各種の感覚入力を統御するとともに、運動出力を調節して、正常な動作の遂行と姿勢の保持に重要な役割を担っている¹⁾。そのため、小脳が障害されると協調障害に基づく四肢巧緻性の低下や立位・歩行時の平衡障害など、いわゆる運動失調症を呈す。

運動失調症に対する理学療法には 1)機能代償のために視覚・体性感覚などの末梢感覚刺激を利用するもの、2)新しい動作獲得のため、単純な運動から複雑な運動へ反復させるものがあり²⁾、具体的には Frenkel 体操や弾力包帯、重錘負荷、PNF (proprioceptive neuromuscular facilitation technique ; 固有受容性神経筋促通法) などが挙げ

られる。これらの運動療法を運動失調患者に施行することにより、運動技能を一過性ながら向上させる。また、長期にわたり継続すれば、運動障害の進行予防や軽減も認められる^{3),4)}。

今回我々は、小脳性運動失調症を呈した患者に対し、PNFを中心とした運動療法を施行し、立位バランスや歩行能力といった運動技能の一過性の向上ならびに持続的な向上を経験した。従って今回は、一過性の運動技能向上の要因を探ることを目的に、立位保持に重要とされる足関節に注目し、足関節底背屈最大抵抗運動施行前後での静的立位保持時の重心動揺ならびに下腿筋の筋活動の変化を分析したので報告する。

症例

氏名：M. Y 年齢：61歳 性別：男性
 診断名：晩発性皮質性小脳変性症（四肢・軀幹失調症）
 合併症：糖尿病（血糖コントロール良好）
 現病歴：平成6年6月15日発症，A病院に救急車で搬送された。発症当時は坐位保持不可能であったが，入院加療にて徐々に歩行器歩行レベルまで回復した。同年10月31日，B大学病院にて上記診断。患者の希望により同年12月24日，C病院に入院し現在に至る。

入院時の理学療法評価：厚生省特定疾患調査研究班による脊髄小脳変性症重症度分類（以下，SCD重症度分類）；下肢機能障害 度，上肢機能障害 度，会話障害 度。協調性テスト（右<左にて陽性）。平衡機能障害度評価（25 / 40点）。ADL（立野による6段階の分類；歩行障害のみ，それ以外は，FIM 116 / 126点）。歩行能力（T-cane = 46.7秒 / 10m，近位監視レベル，転倒回数 = 20回前後 / 1日，院内歩行器自立レベル）。

現在の理学療法評価：SCD重症度分類；下肢機能障害 度，上肢機能障害 度，会話障害 度。協調性テスト（右<左にて陽性）。平衡機能障害度評価（32 / 40点）。ADL（立野による6段階の分類；食事動作の0，それ以外は，FIM 120 / 126点）。歩行能力（T-cane = 28.0秒 / 10m，遠位監視レベル，転倒回数 = 0 ~ 2回 / 1日，院内歩行器もしくはT-cane自立レベル）。

備考：本症例は訓練プログラム以外にも，自主的に毎日数時間歩行訓練を行うほど訓練意欲が高かった。

方法

上記症例に対し足関節底背屈最大抵抗訓練（以下，足関節抵抗訓練）を施行し，訓練前後の重心動揺ならびに下肢筋活動を測定し比較した。本足関節抵抗訓練は，本症例に対し施行している日常の訓練プログラムの中で，足関節以外の影響を最小限に抑えることを考慮し採択したものである。訓練肢位は仰臥位とし，抵抗は徒手にて最大抵抗とし，左右同時に同一検者が底背屈各1回で1セットとし，合計10セットを連続的に行った。

重心動揺の測定には重心動揺計（アニマ社製，GS-

2000）をサンプリング周波数50Hzにて使用し，足関節抵抗訓練前後，閉眼にて合計2回測定した。測定肢位は，平行棒内にて患者が自覚的に最も安定して立位保持可能である肢位，足部を25cm開脚，70度開扇，上肢を体側に揃えた直立立位とした（図1）。測定時間は安定直後より30秒間とした。なお，重心動揺計の測定項目は総軌跡長（以下，LNG）および外周囲面積（以下，ENV）の2項目とした。上記2項目については，訓練前後の変化を検討するため，訓練前の値を基準値とし，訓練後の変化率を算出した。

筋活動の測定には表面筋電計（Mega社製，Me3000p）をサンプリング周波数2000Hzにて用い，被検筋は左右の前脛骨筋ならびに腓腹筋（内側頭）の合計4筋とした。測定は足関節底背屈抵抗訓練前後の重心動揺測定時に同時に行った。測定時間も重心動揺同様30秒間とし，測定項目は積分値（以下I-EMG）とした。なお，I-EMGは最大等尺性収縮の値を100%として正規化を行い，%I-EMGとして表した。%I-EMGに関しては，訓練前後の変化を検討するため，各筋それぞれ訓練前の値より訓練後の値を差し引き，変化量を算出した。



図1 測定風景

結果

まず，重心動揺計の結果について，LNGは訓練前が510.8cmであったのに対して，訓練後は316.2cmとなり，38.1%の減少を示した。ENVに関しては訓練前が31.8cm²であったのに対して，訓練後は20.8cm²となり，これも訓練前に対して34.5%の減少を示した（図2，表1）。

考 察

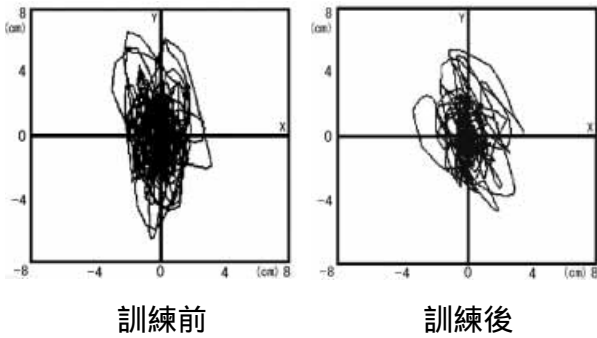


図2 重心動揺軌跡

表1 重心動揺結果

	訓練前	訓練後	変化率
総軌跡長	510.8 cm	316.2 cm	- 38.1 %
外周囲面積	31.8 cm ²	20.8 cm ²	- 34.5 %

次に、I-EMGの結果について、右の前脛骨筋ならびに腓腹筋の% I-EMGは、それぞれ訓練前は37.2%、29.1%、訓練後は22.1%、18.8%となり、訓練前に対して15.0%、10.3%の減少を示した。一方、左の前脛骨筋ならびに腓腹筋の% I-EMGは、それぞれ訓練前は61.3%、37.7%、訓練後は54.1%、32.4%となり、訓練前に対して7.2%、5.3%の減少を示していた。また訓練前、訓練後のいずれにおいても、右に比べ左が、腓腹筋に比べ前脛骨筋の値が大きい傾向にあった(図3)。

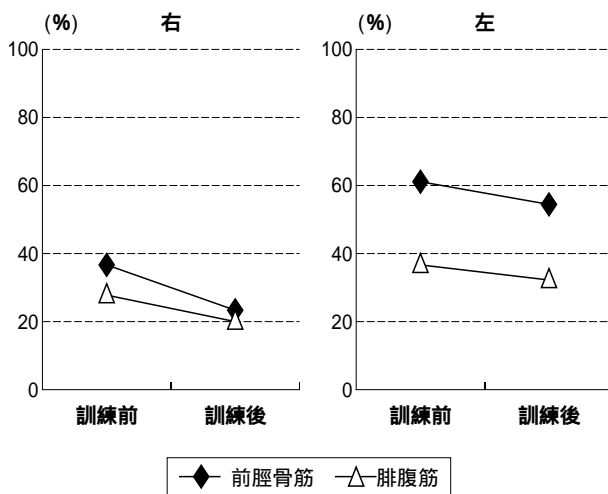


図3 筋電計(積分値)の結果

ヒトが直立姿勢を保持する際、唯一地面に接するのは足底であり、足底に隣接する足関節を支点としている。そのため足関節のわずかな動きが重心動揺に大きく影響する。特に今回の静的立位保持のような平衡に対する影響が少なく、支持基底面が安定している課題の場合、足関節戦略(ankle strategy)を主に用いることが一般的と言われている⁵⁾。従って、今回は足関節に注目し分析を試みた。

小脳性運動失調患者は小脳が障害されることにより運動技能が低下し、その結果パフォーマンスが低下する。本症例の場合も同様にLNG、ENVならびにI-EMGの全測定項目の値が健常人の値に比べ、かなり高い値であったことが、運動技能の低下ならびに、パフォーマンスの低下を示唆している^{6),7)}。またI-EMGにおいて右側に比べ左側の値が高値を示していたことは、運動失調症状が左に優位に認められることから容易に理解できる。

本症例に対して、足関節抵抗訓練といった比較的簡素な訓練を施行した結果、いずれの測定項目も減少傾向を示していた。LNG、ENVの値が減少していたことは、足関節抵抗訓練により静的立位バランス能力、即ち一つの運動技能が向上していたことを意味していると考えられる。また同様にI-EMGの値、即ち筋活動量も減少していたが、このことは安静立位保持におけるcontrol precision(制御の正確さ)やmulti-limbcoordination(四肢運動の協調性)などが向上していたことを意味している⁷⁾。従って、筋活動量の減少が安静立位保持能力向上の一因となったことが推測される。

抵抗についてGelhornは固有受容性インパルスが皮質刺激に対する反応性を高め、運動に促通効果をもつことを見出している⁸⁾。また、抵抗はPNFの促通要素として挙げられている^{9),10)}、中村らによるとPNF施行により、運動ニューロンの興奮レベルの最適化を図り、さらに固有感覚情報の増加により行動覚醒が得られ、その状態で運動技能の向上も見られるとしていることから、抵抗により運動にそれらの促通的機序が作用すると報告している¹¹⁾。また、今回行った足関節抵抗訓練の目的には、抵抗以外にも用手接触や関節圧縮(底屈時)、関節牽引(背屈時)などの要素も含まれる。これらの要素も

柳澤らによって指摘されているごとく、PNFの促通要素として挙げられているため、抵抗と同様、これらの要素にも覚醒レベル向上の効果があつたと考えられる^{9),10)}。

覚醒レベルとパフォーマンスの関係について、ある点までの覚醒レベルの上昇はパフォーマンスの向上をもたらすが、それ以上になると逆に低下するといった逆U字曲線仮説 (inverted-U hypothesis) が提唱されている⁷⁾。小脳障害では中枢覚醒機構に障害があるとされるので、今回のような小脳性運動失調患者の場合、覚醒レベルが向上したことが大きく影響したといえよう¹²⁾。

以上のことから、今回の運動技能向上の背景には、足関節抵抗訓練により、固有受容性インパルスが増加し、覚醒レベルが上昇したことが大きな要因になったと推察される。

ただし、今回の研究では閉眼時の静的立位における足関節に対する一つのアプローチ、しかも一過性の効果の検討に留まった。しかし本症例の場合、C病院転院直後と現在の歩行速度や転倒回数の変化からも理解しえるごとく、持続的な運動技能の向上も認められる。このような持続的な運動技能の向上においても、今回と同様な機序が働いているのではないかと推測されるが、今後さらなる多方面からの検討が必要と考えている。

文 献

- 1) 岩瀬敏, 間野忠明: 失調症の病態生理 - 小脳を中心に. 総合リハ. 14. 651-656, 1986.
- 2) 千田富義: 脊髄小脳変性症. 総合リハ. 28. 81-816, 2000.
- 3) 佐藤一望, 千田富義ほか: 脊髄小脳変性症のリハビリテーション. 東北医誌. 94. 8-13, 1981.
- 4) 立野勝彦: 失調症のリハビリテーション. リハ医学. 28. 774-778, 1991.
- 5) 田中繁, 高橋明: モーターコントロール 運動制御の理論と臨床応用. 医歯薬出版, 117-141, 1999.
- 6) 時田喬: 重心動揺の実際. アニマ株式会社, 2-23, 1994.
- 7) 中村隆一, 齋藤宏ほか: 基礎運動学 第6版. 医歯薬出版, 447-478, 2003.
- 8) Gellhorn E: Proprioception and the motor cortex. Brain. 72. 216-222, 1959.
- 9) 柳澤健, 乾公美: PNFマニュアル. 南江堂, 3-20, 2001.
- 10) 柳澤健: PNFアプローチ 基礎編. 理学療法ハンドブック 改訂第3版 第2巻 治療アプローチ, 細田多穂, 柳澤健(編集). 協同医書出版, 275-316, 2000.
- 11) 中村隆一, 小坂健二: 小脳性運動失調に対するPNF, TRHの効果 - 皮質覚醒レベルとの関連について. 厚生労働省特定疾患脊髄小脳変性症調査研究班昭和57年度研究報告書, 177-184, 1982.
- 12) 小坂健二, 中村隆一. 皮質運動野刺激による筋放電潜時の肢位依存性 - 小脳核破壊と反復刺激の効果 -. リハ医学. 20. 93-100. 1983.
- 13) 星文彦: 失調症に対する運動療法. 理学療法. 5. 109-117. 1988.
- 14) 御手洗玄洋: ヒトの平衡機能. 理学療法. 7. 159-164, 1990.
- 15) 菊本東陽, 伊藤俊一: 小脳性運動失調症に対する運動療法の工夫. 理学療法. 19. 526-531, 2002.