

歩行速度の調整が困難となった小脳梗塞患者に対する 認知神経リハビリテーションの試み

山口伊三郎¹⁾, 菅沼惇一¹⁾, 壹岐伸弥²⁾, 大住倫弘³⁾, 奥埜博之¹⁾

- 1) 摂南総合病院認知神経リハビリテーションセンター
- 2) 川口脳神経外科リハビリクリニック
- 3) 畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター

キーワード：小脳・予測制御・歩行速度

はじめに

小脳は平衡感覚の維持や身体位置・姿勢、筋緊張の調節といった機能を担い、運動の円滑性や統一性を保っている。そのため小脳の障害によって、歩行失調、協調運動障害などが出現するといわれている¹⁾。今回、両側性小脳梗塞により、低速での歩行に困難感を訴え、屋内での転倒経験のある患者への治療介入を経験した。この症例に対して歩行能力の改善と転倒リスクの軽減を目的に、体性感覚情報の収集と分析の観点から介入し、良好な結果を得たので報告する。

症例紹介

症例は60歳の男性である。診断名は左小脳梗塞(皮質部)。既往歴に小脳梗塞(両側皮質部、約30年前)があった。介入当初より軽度の構音障害を認めるもコミュニケーションは良好であった。

説明と同意

本発表に対し、症例には口頭と書面にて十分な説明を行い、了承を得ている。

経過

初期評価において、ROM, MMT, 感覚検査では全て著明な問題を認めなかった。失調検査では指鼻指試験のみ軽度の測定障害(過大)を認め、回内回外試験で困難感の訴えがみられた。Berg balance scale(以下: BBS)は53/56点(減点項目: 閉眼立位, タンデム立位, 片脚立位)であった。10m歩行では、高速歩行8.63秒, 17歩, 低速歩行16.76秒, 23歩であった。また、10mの継脚歩行では歩行周期全体を通して目線が前方かつICが足尖接地であり、遂行中に2回の踏み外しがみられた。静止立位における足圧中心(Center of Pressure: COP)を開脚・閉脚、開眼・閉眼の4条件で測定したところ、閉脚立位での左右方向の最大範囲は開眼で 2.4 ± 0.4 cm, 閉眼で 6.6 ± 1.4 cmであり、閉眼での左右の重心動揺幅の著明な増加を認めた。また、生活行動場面において、「ゆっくり歩けな

い」「目を閉じると揺れる」という特徴的な歩行困難感の訴えを認めた。

病態解釈と治療に対する仮説

小脳は運動記憶の獲得と維持に重要な役割を担っており、学習に基づく予測制御器であるといわれている²⁾。また、足底感覚情報は立位制御に重要な役割を果たし、自由歩行では、足底感覚情報の減少を視覚や他のフィードバック機構によって補完し、遅い歩行速度では側方バランスの制御のために、足底の体性感覚を利用しているといわれている³⁾。本症例は二度にわたる小脳皮質部の梗塞により、体性感覚フィードバックにもとづいて運動をプログラムするフィードフォワード機構の破綻が生じ、視覚情報優位の重心制御を代償的に学習していたと考えた。この学習により、体性感覚フィードバックに基づく姿勢制御が要求される継足歩行や低速歩行下では、足底圧の位置情報の収集と分析が困難となり、支持基底面内における重心動揺を増大させているのではないかと考えた。よって、視覚情報を用いずに足底圧の位置情報の収集と分析が可能になることで、体性感覚情報をもとにした運動の予測が可能となり、視覚情報に依存せずに立位制御や歩行速度の調整が可能となるのではないかと仮説を立てた。介入として、体性感覚情報をもとに足底圧の位置の解答を求める課題を静的立位から動的立位へと段階的に実施した。1回の訓練時間は60分、介入期間は14日間であった。

訓練1

重心軸の位置を調整することのできるバネ付き多軸不安定板(図1)上に両上肢支持の立位をとり、セラピストによって操作される重心位置の変化から足底圧の位置の変化を分析する課題を実施した。この課題は静的立位において足底の圧覚を情報源とし、その変化から足部の水平性を保つために最適な重心の位置情報を収集・分析する課題である。症例には足部を水平に保つよう言語にて指示を与え、足底の圧覚へ集中す

るよう求めた。板端に設置されたバネは全て一定の張力を持ち、これを水平移動させることでモーメントアームを変化させた。モーメントアームが短縮した方向へ足部が傾斜する際、足部の水平保持のために、重心が足底のどの部分へ移動したか言語にて解答を求めた。



図1 バネ付き多軸不安定板

訓練2

床反力を調整することのできるバネ付きボックス(図2)上で片手支持のステップ位をとり、操作される前足部の床反力の変化を分析する課題を実施した。この課題は動的立位において、足底の圧覚を情報源とし、その変化から足部の水平を保持しての前足部内における最適な重心の位置を収集・分析する課題である。この課題では前足部への圧移動を行うが、症例には訓練1と同様、足部を水平に保つよう言語にて指示し、前足部の圧情報の変化に注意を向けることを求めた。また、前足部への圧移動は自動介助運動にて行った。ボックス内に設置するバネは、張力の異なる2種類のバネを使用した。この2種類のバネを組み合わせることで、前足部への圧移動時に発生する床反力を変化させた。床反力が弱い方向へ足部が傾斜する際、足部の水平保持のために、重心が前足部内のどの位置へ移動したか言語にて解答を求めた。さらに母趾側へ移動した場合と小趾側へ移動した場合の比較を行い、どちらがより安定するかの解答を求めた。また歩行(Mst)においては、母趾側と小趾側への圧移動ではどちらがより安定するかの解答を求めた。

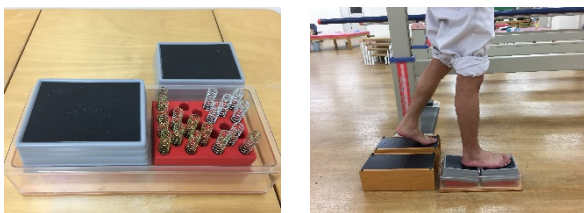


図2 バネ付きボックス

結果

結果は、2回目の介入にてBBSが56/56点となり、10mの継脚歩行では歩容に著明な変化がないものの、踏み外さなく遂行可能となった。5回目の介入にて閉脚立位でのCOP左右方向の最大範囲は開眼で 1.7 ± 0.3 cm、閉眼で 4.0 ± 0.8 cmとなり、重心動揺幅の減少を認めた。14回目の介入にて10m歩行では、高速歩行6.66秒、14歩、低速歩行41.56秒、23

歩となり、10mの継脚歩行では歩行周期全体を通して目線が前方かつICは踵接地へと変化した。症例は随意的な歩行速度の調整が可能となり、歩行困難感の訴えは消失した(表1)。

表1 介入前後での比較

	介入前	介入後
COP(閉眼・左右)	6.6 ± 1.4 cm	4.0 ± 0.8 cm
10m歩行(高速)	8.63秒/17歩	6.66秒/14歩
10m歩行(低速)	16.76秒/23歩	41.56秒/23歩

考察

本症例は体性感覚に基づく予測的姿勢制御機構が破綻し、視覚優位の姿勢制御を代償的に学習したことで、閉眼時や狭い支持基底面内での重心動揺の増大を招き、歩行速度の調整が困難となっていたと考えた。小脳は運動の内部モデル(順モデル・逆モデル)を学習・記憶し、それをを用いて運動の予測制御を行うことで、円滑な運動が実現されるといわれている²⁾。また小脳は、運動時に特定情報を正確に獲得する必要があるときに活発に活動することから、訓練課題は特定の情報の選択と分析を必要とするような問題状況を内包するものでなければならないといわれている⁴⁾。本症例の介入に際し、体性感覚情報をもとに、重心の位置や床反力の変化を分析する訓練課題を静的立位から動的立位へと段階的に実施した。この段階的な訓練課題によって、症例は静的立位保持やMstでの前足部への圧移動における最も安定する重心の位置を学習したと考える。これらの課題によって、運動指令の実行による結果を予測する順モデルの学習・記憶が促され、これにより、目的にかなった運動指令を作成する逆モデルの学習・記憶が促されたと推察する。その結果、重心動揺は減少し、体性感覚に基づいた歩行の予測制御が可能となり、歩行速度の調整が可能となったことは、前述の基礎知見を支持する結果であると考えられる。

文献

- 1) 中尾智博：小脳。分子精神医学。Vol15. No.3. 2015
- 2) 永雄総一・他：小脳の学習と運動・認知機能。運動障害。第23巻第1号。31-39。2013
- 3) 松坂誠徳・他：足底感覚が立位姿勢および歩行に及ぼす影響。リハビリテーション医学。Vol30. No.11. 1993
- 4) Carlo Perfetti：小脳機能のリハビリテーション医学的解釈。認知運動療法研究。第2号。2002