

脳卒中片麻痺歩行におけるステップ時間の左右差と Physiological Cost Index との関係

○小松弘典¹⁾・重島晃史^{2) 3)}・熊谷匡紘¹⁾・森国 裕¹⁾
川畑志乃¹⁾・松村文雄¹⁾・半田健壽⁴⁾・藤原孝之^{3) 4)}
小駒喜郎⁵⁾

- 1) 近森リハビリテーション病院理学療法科
- 2) 高知リハビリテーション学院理学療法学科
- 3) 信州大学大学院総合工学系研究科
- 4) 郡山健康科学専門学校
- 5) 信州大学繊維学部機能高分子学科

【目的】

脳卒中片麻痺歩行（以下、片麻痺歩行）の特徴の1つとして、時間空間因子の左右差がある。先行研究において、時間空間変数の左右差は機能障害や歩行能力と関連することが報告されているが、歩行のエネルギー効率に関する報告は少ない。歩行の左右差とエネルギー効率との関係が明らかになれば、歩行訓練において左右差改善の意義が明確になる。今回、片麻痺歩行の左右差と歩行時のエネルギー効率との関連性について検討したので報告する。

【方法】

対象は当院回復期病棟に入院中の脳卒中片麻痺患者12名（脳梗塞8名，脳出血4名）である。内訳は、男性8名，女性4名，平均年齢65歳（52～83歳），身長 161.2 ± 10.3 cm，体重 55.0 ± 11 kg，BMI 20.8 ± 1.9 ，Brunnstrom Recovery Stage（下肢）（以下，BRS）Ⅲ：3名，Ⅳ：2名，Ⅴ：6名，Ⅵ：1名であった。歩行自立度は監視もしくは自立であり，必要に応じて杖や装具を使用した。なお歩行速度100m/min以上の対象者は除外した。対象者は理学療法室内で2mの予備路を設けた10m歩行路を最大歩行速度で歩行した。その時の歩行場面を歩行路中央から側方約5mに設置したデジタルカメラで動画撮影した。そして歩行時間変数であるステップ時間をビデオブラウザで左右それぞれ測定した。測定は5回施行し，最も速い歩行速度のデータを採用した。ステップ時間は歩行場面の動画をパソコン上に取り込み，ビデオブラウザ（Area61 Video Browser）で左右それぞれ3歩ずつ計測した。ステップ時間の単位はビデオブラウザのサンプリング周波数が30frames/secであることからframe数とした。左右差の程度を評価するためにステップ時間の左右比（左右比=麻痺側/非麻痺側，以下，左右比）を求めた。左右比=1は完全に左右差がないことを意味し，左右比>1は麻痺側ステップ時間が大きく，左右比<1は麻痺側ステップ時間が小さいことを示す。

エネルギー効率の測定では1周20mの8字歩行路を3分間最大歩行速度で歩行し，その時のPhysiological

Cost Index（以下，PCI：bts/m/min）を算出した。脈拍数の測定にはパルスオキシメーター（コニカミノルタヘルス社製PULSOX 300）を使用し，3分間の安静椅子坐位後の脈拍数を安静時脈拍数，3分間歩行直後の脈拍数を歩行時脈拍数として用いた。Macgregorらの方法に従い，「歩行時脈拍数-安静時脈拍数/歩行速度」にてPCIを求めた¹⁾。

統計学的解析には，まずPCIと左右比の関係について回帰式を求め，決定係数で回帰式の適合度合いを検討した。また，PCIの値を $PCI < 0.2$ ， $0.2 \leq PCI \leq 0.4$ ， $PCI > 0.4$ の3群に分類し，各群における左右比の平均値を比較検討した。

【説明と同意】

当院の倫理委員会より承認を受け，本研究の趣旨を対象者に十分に説明し同意のもとに実施した。

【結果】

歩行速度，PCI，左右比について，全症例での平均値はそれぞれ， 25.2 ± 14.8 m/min， 0.56 ± 0.37 ， 1.35 ± 0.43 であった。

左右比とPCIの関係について，回帰式は1次関数において $y = 0.33x + 0.12$ ($R^2 = 0.15$)，2次関数において $y = 0.67x^2 - 1.81x + 1.66$ ($R^2 = 0.31$) となった。回帰式の適合度は1次式よりも2次式において良好であった（図1）。

PCI3群間での左右比の比較では， $PCI < 0.2$ ， $0.2 \leq PCI \leq 0.4$ ， $PCI > 0.4$ の群の順に，1.08，1.36，1.43であり， $PCI > 0.4$ の群で最も左右比は高値を示した。

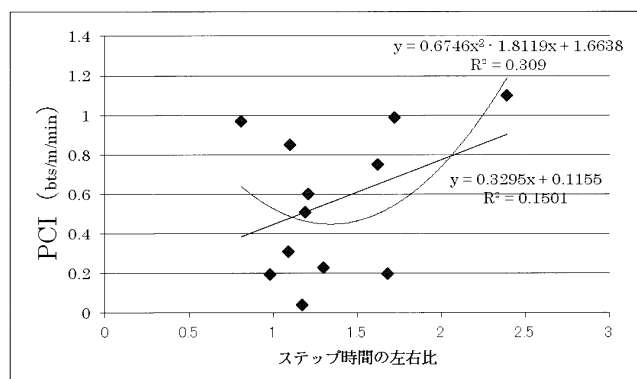


図1 ステップ時間の左右比とPCIの関係

【考察】

今田らは健康人の最大歩行速度での3分間歩行によるPCIを報告している²⁾。その歩行速度とPCIは各々 104.8 ± 15.9 m/min， 0.46 ± 0.12 で，今回の測定結果は各々 25.2 ± 14.8 m/min， 0.56 ± 0.37 であった。今回の結果でも，片麻痺患者は健康者より歩行速度が遅く，PCIも高値であった。

また、左右比についても、健常人の値は 1.0 ± 0.1 と報告されているが³⁾、今回の測定の平均値は 1.35 ± 0.43 であり、片麻痺患者において高値を示した。

PCIは自由歩行速度において最小値となり、それより速度が遅くとも速くとも値は増加する。先行研究において、歩行速度とPCIの関係は2次多項式に近似可能とされている⁴⁾。

今回の結果、左右比とPCIの関係について、回帰式の適合度は1次式よりも2次式において良好であった。ステップ時間の左右比とPCIの関係は、歩行速度と同様にU字型の2次曲線を示す傾向が見られた。また、その2次関数の頂点におけるステップ時間の左右比は、正常範囲である 1.0 ± 0.1 に近似しており、左右差が少ないほどエネルギー効率が良好であることが考えられた。

PCI 3群間の比較では、左右比が高いほどPCIも高値であり、また $PCI > 0.4$ の群は最も左右比が高かった。

よって、片麻痺歩行は正常歩行よりも速度が遅く、その際のステップ時間の左右差はエネルギー効率の低下をもたらしている可能性が示唆された。

今回の結果から、ステップ時間の左右差を改善することは、歩行時のエネルギー効率の改善に繋がり、歩行耐久性の向上が期待できると思われた。

PCIは臨床現場で簡便に実施が可能であるが、個々の能力による差が生じやすく、心拍数の変化には運動負荷以外の因子も影響する為、横断的なデータで左右比とエネルギー効率について検討するには限界がある。よって同一症例での、左右比とPCIの縦断的な測定なども必要と思われる。しかし一定の歩行レベルが獲得されていても、全身持久力の低下した症例には3分間連続歩行は負担が大きい。また縦断的にPCIの測定を実施するにあたり、一定の歩行速度での測定を実施することは困難であり、測定方法についても今後検討が必要と思われる。

さらに、PCIは自由歩行速度で最小値となるために、日常歩行場面への影響を把握するには自由歩行速度でのPCI、左右比の評価も必要と思われる。脳卒中患者の歩行能力の評価においては、歩行パターンが制御できない、患者の最大能力が発揮されるなどの理由で最大歩行速度での評価を推奨している報告が散見される。左右比の評価も最大歩行速度下にて実施しており、今回はその比較のために最大歩行速度でのPCI測定を実施した。今後は、多数の症例での縦断的な研究や、自由歩行速度での左右比とPCIの関係の検討などにより、ステップ時間の左右差がエネルギー効率にもたらす影響の程度、日常の歩行場面での障害についてさらに検討していく必要があると思われる。

【文献】

- 1) Mac Gregor J : The objective measurement of physical performance with long-term ambulatory physiological surveillance equipment (LAPSE), Proceedings of the Third International Symposium on Ambulatory Monitoring, London, Academic Press ; pp29-39, 1979
- 2) 今田元・他 : Physiological Cost Indexによる脳卒中片麻痺患者の歩行機能評価, リハビリテーション医学28 : 491-494, 1991
- 3) 重島晃史・他 : 脳卒中片麻痺歩行における歩行時間変数の左右差の客観的評価の検討－脳卒中片麻痺患者と健常成人女性との比較－ (当学会発表)
- 4) 清水智英子他 : 健常女性における歩行速度とPCIの関係. 理学療法学22 : 449-453, 1995