

片麻痺者の下肢・体幹機能差による歩行での体幹の動きの特徴 —三次元動作解析装置を使用した症例検討—

上條 史子

文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科

要旨

片麻痺者の動作能力改善には、下肢機能と体幹機能が重要と報告されている。これら下肢機能と体幹機能の差が、片麻痺者の歩容に与える影響を体幹に着目し検討した。体幹は骨盤、中部体幹、上部体幹の3つに分け分析を行った。対象者は下肢機能、体幹機能が異なる3名の成人男性片麻痺者である。最も機能の低い者では、骨盤に対し中部体幹・上部体幹が大きく前傾した歩行であった。この前傾角度は、体幹機能が高い対象者では小さくなっており、中部体幹と上部体幹を伸展保持させておく能力が体幹機能の差を示す1指標と推察された。また、回旋角度においては、最も機能が低い者では各セグメントが同調して動いており、体幹機能が高い者では、骨盤と中部体幹間で反位相的な動きが出現していた。さらに体幹・下肢ともに最も機能が高い者では、この反位相的な動きが小さくなるため、下肢の運動分離性も体幹の動きに影響していると考えられた。

キーワード

片麻痺, 動作解析, 体幹, 歩行

序論

脳血管障害を発症し、片麻痺を呈した患者では一側の上下肢の運動コントロールが失われること、それに加え選択的な体幹コントロールができないこと¹⁾が特徴である。リハビリテーションに携わるコメディカルは、患者が少しでも自力で日常生活を送れるように治療を実施する。この日常生活の自立には、移動能力が重要である。特に日本家庭は廊下幅が狭く、在宅生活を送る上で、歩行能力の獲得を患者、家族から望まれることが多い。歩行能力の向上には、古くから下肢機能が重要と多くの報告²⁻⁸⁾がされている。しかし近年、体幹機能も歩行能力向上に重要とされており⁹⁻¹¹⁾、臨床現場では体幹機能向上から治療アプローチしていることも多い。これは、Hodgesらの報告¹²⁾にあるように四肢の選択的運動には、身体中枢部である体幹

の活動が必要と考えられているから¹⁾である。しかしながら、実際に片麻痺者の下肢機能と体幹機能が異なると、歩行にどのような特徴が出現するか、明らかになっていない。これは、片麻痺者の障害像が多様であることが要因であると考えられる。今回は、片麻痺者の歩行能力向上に重要である下肢機能と体幹機能が異なる対象者の歩行を三次元動作解析装置で計測した。そのうち、体幹の動きに着目して、その特徴をもとに症例検討を行ったため報告したい。

方法

対象者は、3名の男性片麻痺者であった。対象者は全て脳血管障害の発症が初発であり、日常生活を障害するような高次脳機能障害を有していなかった。また、少なくとも介助なしに静止立位を10秒間とれる者であった。対象者

の評価は、下肢機能評価として Fugl-Meyer Assessment (以下、FMA) の下肢項目を、体幹機能評価として Trunk Impairment Scale (以下、TIS) の動的項目を用いた。FMA は片麻痺者の機能評価として多くの論文で用いられており、その妥当性も報告¹³⁾ されている。TIS は、先行研究で検者間・検者内信頼性が報告されており、片麻痺者の体幹の静的平衡や動作性を評価できる¹⁴⁾ とされているため、両評価法を機能評価として用いた。対象者 A は、下肢機能・体幹機能ともに低く、対象者 B と対象者 C では体幹機能には差がないが、下肢機能に差を生じていた (表 1)。

表 1 対象者の属性

	対象者A	対象者B	対象者C
疾患名	左視床出血 (発症から210日経過)	右内包後脚部梗塞 (発症から76日経過)	左内頸動脈部梗塞 (発症から74日経過)
年齢、性別	67歳、男性	57歳、男性	51歳、男性
歩行補助具	T字杖、プラスチック製 短下肢装具	簡易装具	なし
FMA下肢	14	28	34
TIS動的	1	10	10
歩行スピード	0.2m/sec.	0.7m/sec.	0.9m/sec.

計測には、三次元動作解析装置 (VICON MX, VICON MOTION SYSTEMS co.) と大型床反力計 4 枚 (共和電業製、600mm × 1800mm) を用いた。三次元動作解析装置での赤外線カメラは計測空間上に 8 台設置した。赤外線マーカーは 14mm のものを使用し、各カメラの平均誤差が 1.5mm 以下になるように校正した。三次元動作解析装置のサンプリング周波数は 120Hz とし、床反力計と同期させ、Vicon Data Station を介しパソコンに取り込んだ (図 1)。計測空間の原点を床反力計②と③の間とし、左右方向を X (右方向が+)、進行方向を Y (進行方向が+)、鉛直方向を Z (上方向が+) とした。身体に貼付したマーカーは、両側の肩峰、烏口突起 (以下、CP)、上前腸骨棘 (以下、ASIS)、上後腸骨棘 (以下、PSIS)、大転子、膝関節点 (大腿骨外側上顆の高さで膝蓋骨を除いた前後径の中央)、外果、第 5 中足骨骨頭と胸骨頸切痕 (以下、CLAV)、剣状突起 (以下、STRN)、第 2 胸椎棘突起 (以下、Th2)、第 8 胸椎棘突起 (以下、Th8) の計 20 点とした。今回の計測では、下肢のマーカーは歩行周期を決定するために用いた。骨盤と体幹に貼付したマーカーのうち、上部体幹セグメント (以下、上部体幹)、骨盤セグメント (以下、骨盤) の 2 つのセグメントと中部体幹高位に直線 (以下、中部体幹) を定義した。このセグメントと直線は、Vicon Body Builder ver3.7 を使用し作成した (図 2)。上部体幹は、両 CP マー

カと Th2、CLAV マーカから作成し、座標系の原点を CLAV マーカとした。骨盤は、両側の ASIS・PSIS マーカから作成し、座標系の原点を両 ASIS の中点とした。中部体幹の高位は、軟部組織の動きが座標系の動きに影響を与える可能性が高いため、Th8 と STRN マーカを結ぶ直線で定義した。中部体幹を直線で定義したため、上部体幹、中部体幹と骨盤の角度の抽出は前後傾角度 (前傾を+) と回旋角度 (麻痺側の前方回旋を+) とした。

計測は、静止姿勢 (計測時間 10 秒) と歩行であった。歩行計測では助走路を 2m 設け、麻痺側 1 歩行周期が 5 回計測できるよう、2~3 回計測空間上を歩行した。歩行は、至適スピードで行うよう指示し、通常の訓練で使用している歩行補助具を用いた。

静止立位姿勢の各角度データから、計測開始 3 秒後から 3 秒間を抽出し平均値を求めた。歩行の角度データは、この静止姿勢のデータを基準とし補正したものを使用した。また、歩行のデータは麻痺側 1 歩行周期を 100% に正規化したものを用い、対象者ごと 5 周期分を平均した波形を用いた。

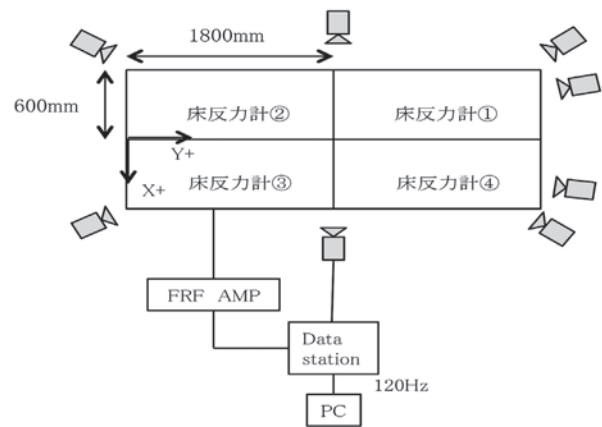


図 1 三次元動作解析システムの設定

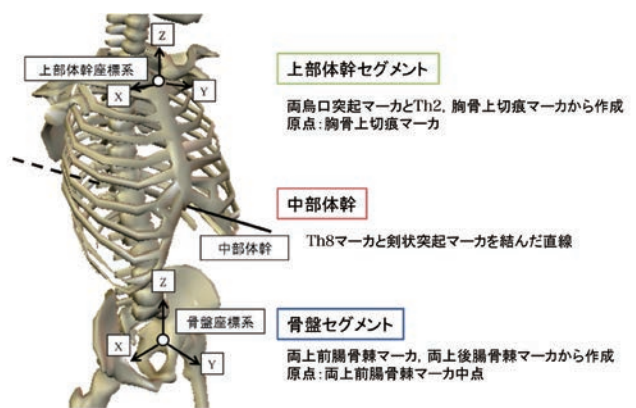


図 2 体幹に作成したセグメントと直線

本研究は、国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認を受けて実施した（承認番号 10-27）。また、対象者が入院中であった医療施設の代表者からの承認を受けた上で実施し、対象者の主治医にも了承を得た。対象者には研究の内容を口頭と紙面で説明し、同意を得てから実施した。

結果

麻痺側 1 歩行周期における上部体幹、中部体幹、骨盤の前後傾角度の結果を対象者ごとに図 3 に示す。対象者 A では、骨盤と中部体幹・上部体幹との間で角度差が大きく、

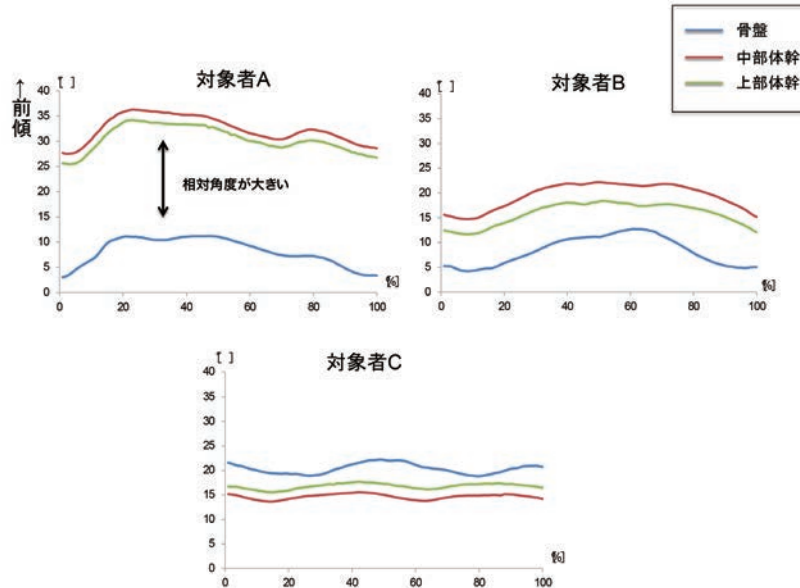


図 3 麻痺側 1 歩行周期における骨盤、中部体幹、上部体幹の前後傾角度変化

各グラフは、麻痺側 1 歩行周期における各セグメントの前後傾角度変化を対象者ごと示している。横軸は、麻痺側 1 歩行周期を 100% とした時間軸であり、縦軸に前後傾角度を示す。縦軸のプラスが前傾となる。

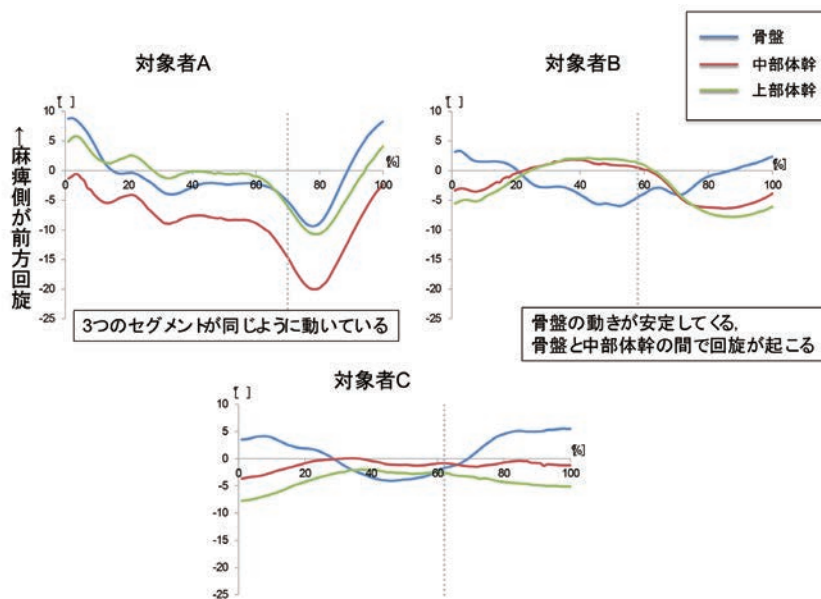


図 4 麻痺側 1 歩行周期における骨盤、中部体幹、上部体幹の回旋角度変化

各グラフは、麻痺側 1 歩行周期における各セグメントの回旋角度変化を対象者ごと示している。横軸は、麻痺側 1 歩行周期を 100% とした時間軸であり、縦軸に回旋角度を示す。縦軸のプラスは麻痺側が前方回旋していることを示す。

骨盤に対し中部体幹と上部体幹が前傾していた。対象者 A に比較して、体幹機能が高い対象者 B と対象者 C では、骨盤と中部体幹間の前傾角度の差は小さくなっていた。

また、回旋角度についての結果を図 4 に示す。対象者 A では、骨盤と上部体幹、中部体幹が同調して動いており、対象者 B・C では骨盤と中部体幹・上部体幹との間で反位相的な回旋が起こっていた。機能が最も高い対象者 C では、中部体幹・上部体幹の回旋変位は小さくなっていた。

考察

まず、前後傾角度から考察する。機能が最も低い対象者 A に対し、体幹機能と下肢機能が高い対象者では、骨盤と中部体幹・上部体幹間の前傾角度の差が小さくなっていた。歩行では、体幹を抗重力位に保つ必要がある。脊柱の安定化には、多裂筋や腹部筋の協調した働きが必要であると Shirley ら¹⁵⁾ は述べている。今回、前傾角度が大きく示された骨盤と中部体幹間には、構造的に剛体は椎骨しか存在せず、これら安定化に働く筋が協調して働く必要があると推察できる。体幹機能評価が低い対象者 A では、中部体幹から上部体幹を抗重力位に保つことが難しく、歩行における前後傾角度に反映されていたと考える。片麻痺に対する治療手技として知られているボバース概念においても、中部体幹を持ち上げるように片麻痺者の体幹をアシストするテクニック¹⁾ が紹介されている。このようなテクニックの対象となる者は、対象者 A のような者であろう。片麻痺者の歩行においては、骨盤と中部体幹間の前後傾角度を注意深く観察し、その変化を追って評価することが必要と考えられる。

機能が最も低い対象者 A に対し、体幹機能と下肢機能が高い対象者 B、C では、骨盤と中部体幹・上部体幹の間で反位相的な回旋が生じていた。機能が最も低い対象者 A では、下肢・骨盤の動きに体幹も影響を受けていると考察できる。体幹機能が高い対象者では、股関節・骨盤と上位の中部体幹・上部体幹との間に分節的な回旋を起こすことが可能となると推察できる。対象者 B と対象者 C を比較すると、対象者 C にて中部体幹から上位の回旋が小さくなっており、今回の機能評価結果からでは断定はできないが、股関節の可動性と運動分離性も関与していると考えられる。

今回の結果から、歩行中の体幹の動きに大きく特徴が現れやすい部位は中部体幹高位であると考えられ、視診のポイントとなると考える。今回の対象者では、疾患名や発症からの日時を統一できていない。今後は、1 対象者の経過

を追って報告したい。また、筋の活動についても筋電図を用いて報告しなければならないと考える。

結語

下肢機能と体幹機能が異なる 3 名の片麻痺対象者の歩行を体幹の動きに着目し解析をした。機能が最も低い者では、骨盤から上位の中部体幹と上部体幹を伸展位に保てないことが特徴であった。この特徴から、骨盤と中部体幹間の抗重力伸展保持能力と骨盤に対する中部体幹の回旋の動きを観察することが、片麻痺者の歩行分析に重要な着眼点と考えられる。

引用文献

- 1) P.M. デービス (富田昌夫監訳). Right in the Middle. 東京: シュプリンガー・フェアラーク; 1998.
- 2) 成田寿次. 片麻痺症例における施設内歩行自立に関する歩行速度. 理学療法科学. 2008; 23(3): 419-424
- 3) Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. Am J Phys Med 2003; 66(2): 1185-1193.
- 4) Combs S, Miller EW, Forsyth E. Motor and functional outcomes of a patient post-stroke following combined activity and impairment level training. Physiother Theory Pract 2007; 23(4):219-229.
- 5) 明崎禎輝, 山崎裕司, 吉本好延ら. 脳血管片麻痺患者における 6 分間歩行距離と麻痺側下肢 荷重率の関連. 理学療法科学. 2009;24(1):41-44.
- 6) Yavuzer G, Eser F, Karakus D, et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomised controlled trial. Clin Rehabil 2006;20:960-969.
- 7) Roth EJ, Merbitz C, Mroczek K, et al. Hemiplegic gait. Relationships between walking speed and other temporal parameters. Am J Phys Med Rehabil 1997;76(2):128-133.
- 8) 田次秀彦, 秋田裕. 片麻痺患者の歩行自立度と非麻痺側膝伸展筋力・麻痺側荷重量との関係. 理学療法 技術と研究. 2004;34:13-16.
- 9) Duarte E, Marco E, Muniesa JM, et al. Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. J Rehabil Med 2002;34(6):267-272.
- 10) Verheyden G, Vereek L, Truijien S, et al. Trunk perfor-

- mance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil* 2006;20(5):451-458.
- 11) Saeys W, Vereeck L, Truijen S, et al. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26(3):231-238.
- 12) Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77(2):132-142.
- 13) 赤星和人, 才藤栄一, 花山耕三ら. Fugl-Meyer 評価法による“脳血管障害の総合的身体機能評価”に関する検討. *リハ医学*. 1992;29:131-136.
- 14) Yu SH, Park SD. The effect of core stability strength exercise on muscle activity and trunk impairment scale in stroke patients. *J Exerc Rehabil* 2013;9(3):362-367.
- 15) Shirley D, Hodges PW, Eriksson AE, et al. Spinal stiffness changes throughout the respiratory cycle. *J Appl Physiol* 2003;95(4):1467-1475.

Characteristic of Trunk Movement During Gait of the Hemiplegic Patients Associated with Function of Affected Lower Extremity and Trunk: Gait Analysis of 3 Cases using the Three-dimensional Motion Analysis System

Fumiko Kamijo

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University

Abstract

The function of the affected lower extremity and trunk in hemiplegic patients are important factors for the improvement of the movements. This study aimed to investigate the characteristic of trunk movement in relation to those functional abilities in gait. For analysis, the trunk was divided into three parts: pelvis, middle trunk and upper trunk. Subjects were three adult hemiplegic patients that had differences in their functions of the affected lower extremity and trunk. In the subject whose functions were both low, the middle and upper trunk apparently tilted forward against the pelvis. The tilting angle became smaller in the subjects who had better trunk function, suggesting that the ability to keep an extended posture at the middle-upper trunk represents an index of the trunk function. When focused on the rotation angle, the subject with the lowest function showed synchronized movement in the three parts. For the subjects with better trunk function, anti-phase movement was observed during gait between pelvis and middle trunk. Additionally, with the improvement of lower limb function, the magnitude of the anti-phase movement angle was reduced, suggesting that the separate movement of lower limb affects the rotation angle of trunk in gait.

Key words —— hemiplegic patients, motion analysis, trunk, gait

Bunkyo Journal of Health Science Technology vol.8: 1-6