片麻痺者の体幹機能評価と歩行における 体幹の動きとの関係

The Relationship between Clinical Evaluation of the Trunk and Trunk Movement in the Gait of Hemiplegic Patients

上條 史子¹⁾ 山本 澄子²⁾

FUMIKO KAMIJO, RPT, PhD¹⁾, SUMIKO YAMAMOTO, ENG., PhD²⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University: 1196 Kamekubo, Fujimino-shi, Saitama 356-8533, Japan TEL +81 49-261-6488 E-mail: kamiyo@bgu.ac.jp

²⁾ International University of Health and Welfare Graduate School

Rigakuryoho Kagaku 31(3): 445-450, 2016. Submitted Dec. 25, 2015. Accepted Feb. 1, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to examine the relationship between the trunk impairment scale (TIS), an evaluation of trunk function, and gait. [Subjects] The participants were fourteen hemiplegic men. [Methods] Trunk movement of the gait was measured using a 3D-motion analysis system and the trunk function was evaluated by TIS. [Results] A significant relationship was found between the angle of the trunk in the terminal stance of gait and TIS. In particular, there was a correlation between the rotation angle of the middle of the trunk and the dynamic and coordination items of TIS. [Conclusion] These results suggest that TIS is an adequate evaluation tool of trunk movement, especially rotation of the trunk, in the terminal stance phase of hemiplegic patients' gait.

Key words: trunk impairment scale, gait, motion analysis

要旨:〔目的〕体幹機能評価として用いられる Trunk Impairment Scale (TIS) と歩容との関係を片麻痺者で検討することである。〔対象〕男性片麻痺者 14 名とした。〔方法〕三次元動作解析システムを用い、対象者の歩行を計測した。また、対象者の体幹機能は TIS を用いて評価し、歩行中の体幹の動態と TIS の項目との関係を検討した。〔結果〕麻痺側立脚後期の体幹の動態と TIS の動的項目・協調性項目の結果に関係が認められた。特に骨盤と中部体幹間の回旋と TIS に相関が認められた。〔結語〕TIS の動的項目と協調性項目は、片麻痺者での歩行中の体幹の動態を評価できると示唆された。特に、立脚後期の体軸内回旋を反映すると考えられた。

キーワード: Trunk Impairment Scale, 歩行, 動作解析

¹⁾ 文京学院大学 保健医療技術学部 理学療法学科: 埼玉県ふじみ野市亀久保 1196 (〒356-8533) TEL 049-261-6488 FAX 049-261-8923

²⁾ 国際医療福祉大学大学院

I. はじめに

片麻痺者の日常生活動作の向上には、下肢機能や体幹機能が重要とされている。片麻痺者の下肢機能はBrunnstrom Recovery StageやFugl-Meyer Assessment(以下、FMA)、筋力、麻痺側下肢荷重量などで評価され、それらは歩行能力¹⁻⁵⁾や日常生活動作との関係⁶⁾が示されている。この下肢機能評価は、中枢神経系の障害から生じる随意的な関節運動の程度を評価、つまり中枢神経障害による回復段階を示している。この回復課程の中で、麻痺側上下肢の関節運動の随意性向上や関節運動の分離がみられてくると関節の動きに多様性が生じ、それにより様々な動作が可能となる。そのため、これら下肢機能評価と動作能力の向上の関係が報告されていると考えられる。

一方、体幹機能評価にはTrunk Control Test⁷⁾やFunctional Assessment for Control of Trunk⁸⁾、Trunk Impairment Scale(以下、TIS)⁹⁾、The Postural Assessment Scale for Stroke Patients¹⁰⁾の体幹項目などが活用されている。これらの評価法は、いずれも複数の動作を評価項目として点数化し、評価動作が可能であれば、体幹機能が良好と判断される。これらで評価された体幹機能と日常生活動作^{7,10-12)}や歩行^{13,14)}との関係は示されており、体幹機能の良し悪しが動作能力に影響を与えていることは明白である。しかし、これら評価法に挙げられている評価動作が動作様式に与える影響は明らかではない。

そこで、片麻痺者の体幹機能の評価法の1つであるTISを用い、体幹機能評価の結果と歩行での体幹の動きの関係を検討することを目的に本研究を実施した。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、脳血管障害が初発で、日常生活動作に支障をきたす高次脳機能障害や他の整形外科的疾患を有さない、回復期から慢性期の片麻痺者14名(平均年齢 $\pm$ 標準偏差: 59.2 ± 10.5 歳, 身長 $\pm$ 標準偏差: 163.8 ± 9.3 cm, 体重 $\pm$ 標準偏差: 63.3 ± 13.0 kg, 発症から計測までの日数 $\pm$ 標準偏差: 104.8 ± 54.9 日)とした。内訳は、脳梗塞8名(右麻痺4名, 左麻痺4名)、脳出血6名(右麻痺2名, 左麻痺4名)であった。対象者は、静止立位保持を少なくとも10秒間介助なしで行える者とした。なお、前胸部の軟部組織が動作計測の支障となるため、対象者はすべて男性とした。研究計画に関しては、国際医療福祉大学倫理委員会(承認番号10-27)と計測施設の施設長、リハビリテーション部長の承認を得て実施した。対象者は計測協力施設に入院中の者であったため、主治医と担当理学療法士から計測の許可が下りた者とした。対象者には、本研究の目的と内容を紙面と口頭で説明し、承諾を得た。

2. 方法

歩行計測には、三次元動作解析装置VICON MXおよびVICON NEXUS(VICON Motion Systems社製)と床反力計を使用した。VICON MXでは、大型床反力計(共和電業社製)4枚(600×1800 mm)を、VICON NEXUSでは床反力計(AMTI社製)6枚(600×800 mm)を同期させ、解析用PC(VICON MX; 120 Hz, VICON NEXUS; 100 Hz)に取り込んだ。両システムともバージョンが異なるのみで、性能は同等であった。両システムとも赤外線カメラは計測空間上に8台設置し、各赤外線カメラの精度はカメラの平均誤差が1.5 mm以下になるように校正した。計測に使用した赤外線マークは直径14 mmのものを使用した。身体に貼付した赤外線マークの位置は、両烏口突起(以下、CP)、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)、両上前腸骨棘(以下、ASIS)、両上後腸骨棘(以下、PSIS)、両外果、両第5中足骨骨頭とした。下肢に貼付した赤外線マークは、歩行周期を決定するために使用した。

計測動作は、静止立位姿勢と歩行とした。静止立位姿勢は、左右の足部がそれぞれ1枚の床反力計に乗る肢位とし、上肢はSTRNマークが隠れないような高位の体幹前面で組むように指示した。その際、足角や足幅は規定しなかった。自然な立位で前方の壁を見るように指示し、10秒間静止立位姿勢を計測した。歩行計測では、2 mの助走路を設けた計測空間を至適速度で歩行するように指示し、対象者が普段使用している歩行補助具の使用を許可した。歩行は、少なくとも麻痺側5歩行周期が計測できるよう、最低3施行の計測を実施した。

身体に貼付したマークから、VICON付属のソフトウェアBody Builder 3.7を使用し、体幹部分を3つの部分に分けた。座標系としては2つ、上部体幹座標系と骨盤座標系を設定した。上部体幹座標系は、肩甲骨上で最もマークのズレが少ないとされるCPマーク¹⁵⁾、Th2、CLAVマークを用いて定義し、原点をCLAVマーク位置に置いた。骨盤座標系は、両ASISマークと両PSISマークを用いて作成し、原点を両側のASISの midpointとした。中部体幹は、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大きいため、座標系を定義せず、Th8とSTRNを結ぶ直線で定義した。体幹の3部位で算出した角度は、矢状面上角度の前後傾角度、水平面角度の回旋角度であった。体幹の角度は絶対角度と相対角度を算出した。相対角度は、骨盤に対する中部体幹の角度(以下、中部体幹相対角度)と中部体幹に対する上部体幹の角度(以下、上部体幹相対角度)とし、それら相対角度についての前後傾角度と回旋角度を算出した。算出された角度は、前傾と麻痺側の前方回旋をプラスとして計算した。

静止立位姿勢では、計測した10秒間のデータから計

測開始 3 秒後から 3 秒間のデータを抽出し、上部体幹、中部体幹、骨盤角度と中部体幹相対角度、上部体幹相対角度の平均値を算出した。歩行計測データからは、麻痺側 Initial Contact (以下, IC), 非麻痺側 Toe off (以下, 非麻痺側 TO), 非麻痺側 Initial Contact (以下, 非麻痺側 IC), 麻痺側 Toe off (以下, 麻痺側 TO) を特定し、この 4 時点での上部体幹、中部体幹、骨盤角度と中部体幹相対角度、上部体幹相対角度を抽出した。抽出したデータは、静止立位での角度を基準として補正後、5 歩行周期分の値を平均し、解析データとした。

対象者には、体幹機能評価として TIS と下肢機能評価として FMA の下肢項目を動作計測前後 2 日の間に実施した。TIS は検者間・検者内信頼性が報告されており⁹⁾、今回の研究に用いた。TIS は静的項目 (7 点)、動的項目 (10 点)、協調性項目 (6 点) の 3 大項目から構成されており、それぞれの項目の合計点数を記録した。TIS は、3 大項目の得点が高いほど体幹のパフォーマンスが良好であることを示すものである。TIS の静的項目は、足底を接地した座位と足を組んだ状態での座位が保持可能かを評価する項目から構成される。また動的項目は、座位姿勢での上部・下部体幹の側屈動作から評価され、協調性項目は上部・下部体幹の回旋動作を評価する構成となっている。

歩行での体幹の動態と TIS との関係へ焦点を絞るために、TIS の大項目の点数と FMA 下肢機能の相関を検討し、その後 TIS の大項目での評価点数と歩行における体幹の動態との関係を検討した。両検討には、Spearman の順位相関係数を用いた。統計解析には、SPSS ver.21 を使用し、有意水準は 5% とした。

III. 結 果

対象者の FMA と TIS、歩行スピードの結果を表 1 に示す。歩行での 4 時点における体幹角度の結果を表 2 に示す。FMA 下肢機能と TIS の 3 大項目との関係は、FMA 下肢と TIS 動的項目に正の相関 ($r=0.55$, $p<0.05$) を認めたのみであった (静的項目: $r=0.03$, 協調性項目: $r=0.48$)。

TIS と歩行 4 時点における体幹角度との関係を表 3 に示す。TIS の静的項目と関係を示したのは、IC 時での中部体幹相対回旋角度のみであった。つまり、TIS の静的項目点数が良好であると、麻痺側 IC 時に骨盤に対し、麻痺側の中部体幹が後方回旋位となる結果であった。立脚期前半に対し、立脚期後半の体幹角度と TIS に多くの優位な相関を示した。非麻痺側 IC 時では、TIS の動的項目と中部体幹相対回旋角度との間に正の相関が認められた。つまり、TIS の動的項目の点数が高いほど、非麻痺側 IC 時に骨盤に対して中部体幹の麻痺側が前方回旋位にあることを示した。また、TIS の協調性項目と中部体幹の前後傾角度に負の相関、中部体幹の相対回旋角度との間に正の相関を認めた。つまり、TIS 協調性項目の点数が高いほど非麻痺側 IC 時に中部体幹の前傾角度が小さく、また骨盤に対して麻痺側の中部体幹が前方回旋しているということを示した。

麻痺側 TO 時では、TIS の動的項目の点数が高いほど麻痺側の中部体幹が前方回旋位となっていた。また TIS の協調性項目の点数が高いほど、骨盤に対して麻痺側の中部体幹が前方回旋位となっていた。

表 1 対象者の機能評価結果

	FMA 下肢項目	TIS 静的項目	TIS 動的項目	TIS 協調性項目	歩行スピード (m/s)
対象者 A	14	7	1	1	0.15
対象者 B	14	6	1	0	0.15
対象者 C	14	6	1	0	0.09
対象者 D	18	7	7	3	0.28
対象者 E	19	5	5	1	0.34
対象者 F	22	7	9	1	0.66
対象者 G	23	6	6	4	0.21
対象者 H	27	5	4	2	0.38
対象者 I	28	7	10	4	0.70
対象者 J	30	7	8	6	1.05
対象者 K	30	7	10	1	0.45
対象者 L	30	5	4	2	0.54
対象者 M	30	5	1	1	0.74
対象者 N	34	7	10	2	0.91

FMA: Fugl-Meyer Assessment, TIS: Trunk Impairment Scale. FMA の下肢項目は 34 点満点, TIS の静的項目は 7 点満点, 動的項目は 10 点満点, 協調性項目は 6 点満点。

表2 歩行4時点における体幹角度の結果

	麻痺側 Initial Contact	非麻痺側 Toe Off	非麻痺側 Initial Contact	麻痺側 Toe Off
骨盤				
前後傾角度 (°)	-3.31 ± 5.09	-0.62 ± 4.03	1.20 ± 4.43	0.25 ± 4.64
回旋角度 (°)	2.89 ± 5.64	1.92 ± 4.78	-2.28 ± 4.37	-4.01 ± 4.90
中部体幹				
前後傾角度 (°)	1.25 ± 3.23	2.71 ± 3.43	5.00 ± 4.08	3.73 ± 4.34
回旋角度 (°)	-1.41 ± 5.80	-0.14 ± 4.36	0.15 ± 3.50	-3.71 ± 5.05
上部体幹				
前後傾角度 (°)	3.27 ± 4.08	3.91 ± 5.58	5.53 ± 7.42	5.87 ± 5.08
回旋角度 (°)	-2.11 ± 5.53	-0.16 ± 4.18	0.62 ± 3.57	-3.04 ± 5.07
中部体幹				
相対前後傾角度 (°)	4.56 ± 3.48	3.32 ± 2.73	3.80 ± 3.07	3.49 ± 3.25
相対回旋角度 (°)	-4.29 ± 3.33	-2.06 ± 3.28	2.43 ± 3.10	0.30 ± 3.09
上部体幹				
相対前後傾角度 (°)	2.01 ± 1.79	1.20 ± 3.55	0.54 ± 6.36	2.14 ± 1.77
相対回旋角度 (°)	-0.70 ± 1.96	-0.02 ± 2.42	0.47 ± 1.36	0.66 ± 1.57

平均 ± 標準偏差. 符号の+は前傾あるいは麻痺側の前方回旋を示す.

表3 Trunk Impairment Scale と歩行時の体幹角度との相関係数

TIS	麻痺側 Initial Contact			非麻痺側 Toe off			非麻痺側 Initial Contact			麻痺側 Toe Off		
	静的	動的	協調性	静的	動的	協調性	静的	動的	協調性	静的	動的	協調性
骨盤												
前後傾角度 (°)	-0.40	0.00	-0.07	-0.31	-0.49	-0.43	-0.33	-0.26	-0.34	-0.36	-0.08	-0.04
回旋角度 (°)	0.14	-0.02	-0.26	0.08	0.02	-0.09	0.06	-0.33	-0.45	0.33	0.02	-0.12
中部体幹												
前後傾角度 (°)	-0.44	-0.05	-0.17	-0.11	-0.26	-0.24	0.00	-0.27	-0.54*	-0.02	0.05	0.03
回旋角度 (°)	0.04	-0.12	-0.34	0.02	0.10	-0.06	0.08	0.11	-0.02	0.44	0.53*	0.33
上部体幹												
前後傾角度 (°)	-0.39	-0.06	0.10	-0.32	-0.43	-0.20	-0.09	-0.08	-0.08	-0.31	-0.18	0.02
回旋角度 (°)	-0.10	-0.42	-0.44	0.06	0.16	-0.03	0.33	0.13	-0.11	0.43	0.24	0.25
中部体幹												
相対前後傾角度 (°)	0.40	0.13	0.17	0.39	0.33	0.37	0.27	0.10	0.15	0.29	0.25	0.34
相対回旋角度 (°)	-0.57*	-0.24	-0.14	-0.40	-0.02	0.05	0.33	0.62*	0.72**	0.16	0.52	0.55*
上部体幹												
相対前後傾角度 (°)	-0.43	-0.24	0.32	-0.42	-0.29	0.38	-0.42	-0.25	0.32	-0.38	-0.37	0.03
相対回旋角度 (°)	-0.08	-0.43	0.06	0.30	0.13	0.05	0.38	0.17	0.07	0.13	-0.19	0.08

*: p<0.05, **: p<0.01. TIS: Trunk Impairment Scale.

IV. 考 察

本研究では、片麻痺者の立脚後期の体幹角度がTISと関係があるという結果となった。優位な相関が多くみられた非麻痺側ICから麻痺側TOまでは、麻痺側の歩行周期の50～60%にあたるPre-swingの時期である¹⁶⁾。この時期は、麻痺側の骨盤が最も後方回旋して

いる時であり¹⁷⁾、麻痺側下肢から荷重は少なくなり遊脚の準備をする時期である。この時、正常歩行に近ければ、体幹内での回旋が起こり、骨盤の後方回旋に対し中部体幹・上部体幹は反位相的な回旋（前方回旋）をしているはずである。今回の結果においても、体幹の回旋角度は、非麻痺側IC時に麻痺側の中部体幹が骨盤に対し前方回旋しているほど、つまり正常歩行に近いほど、

TISの動的項目と協調性項目が良好であった。また、麻痺側TO時に麻痺側の中部体幹が前方回旋しているほど、TISの協調性項目が良好であった。麻痺側TO時において、中部体幹の相対回旋角度とTISとの間に相関がみられたのではなく、中部体幹の絶対角度とTISに相関がみられたのは、麻痺側足部の離床によって麻痺側の骨盤の後方回旋角度が減少したためと考えられる。TISの動的項目は上部体幹からの側屈や骨盤の側方傾斜が評価項目であり、協調性項目は体幹を回旋させる動作が評価項目となっている。これらのTISの動的項目・協調性項目は、体幹上部を動かすための下部体幹の固定能力や下部体幹から骨盤にかけての動きに合わせた体幹の制御能力を評価していると考えられ、片麻痺者の立脚後期の体幹動態へ影響を与えている可能性があるとし唆される。同じく、体幹の反位相的回旋が起こる麻痺側IC～Loading Response (LR)までにTISとの相関が認められた項目が少なかったのは、重心移動や衝撃吸収を少なくするために非麻痺側下肢の関与が大きいと考えられる。この非麻痺側下肢の関与は、対象者によって異なっていたと考えられ、一定の相関がみられなかったと推察する。

今回の結果では、TISの協調性項目の点数が高いほど、非麻痺側IC時の中部体幹の前傾角度が小さい結果もみられた。非麻痺側IC時は麻痺側からの荷重の受け渡し期であり、衝撃吸収をしている時期でもある^{16,18)}。麻痺側ICでは、この荷重の受け渡しや衝撃吸収を非麻痺側下肢でコントロールしていると考えられるが、非麻痺側ICでは麻痺側下肢での制御は期待できない。正常歩行では、脊柱起立筋(胸椎部と腰椎部)の最大活動は反対側のIC時であると報告¹⁶⁾されている。また多裂筋や回旋筋群、腰方形筋の活動は各IC時に活動するとも報告¹⁶⁾がある。片麻痺者では、非麻痺側IC時に麻痺側の脊柱起立筋群や下部体幹の安定に関与する多裂筋や回旋筋群の活動が起こりにくく、ニュートラルな位置に体幹を保持しておくことが難しいと推察できる。TISの協調性項目は決められた秒数の中で体幹上部を回旋する評価や骨盤とともに下部体幹を回旋する評価も含まれている。TISの評価は随意的運動下の課題であるが、これらの下部体幹の安定性に関わる筋群の収縮や反応性を評価しており、非麻痺側ICでの中部体幹前傾角度に相関を示したと考えられる。

本研究より、体幹機能評価の1つであるTISの動的項目と協調性項目は、脳卒中片麻痺者の歩行での立脚後期の体幹の動きと関係しており、歩容の評価ツールになる可能性があると考えられた。特に中部体幹の動態に関係を示しやすいことが明らかになった。

臨床においてTISのような既存の評価法を用いて患者の体幹機能の評価する場合、総合的な点数に着目するだけでなく、各評価項目にどのような機能的要素が含ま

れているかを常に考える必要があると考えられる。特に今回の研究で用いたTISの動的項目、協調性項目を評価する場合には、下部体幹の筋収縮の確認や中部体幹からの体軸内回旋を注意深く観察することにより、歩行へのアプローチの一助となると推察する。

本研究の限界としては、対象者が少なく下肢機能との詳細な検討ができていないこと、また筋電図での筋活動の裏付けがないこと、歩行中の下肢関節角度の結果がないことが挙げられる。また、今回の結果からFMA下肢機能とTISの動的項目に優位な相関を認めたが、考察ではTIS動的項目と歩行中の体幹動態についての考察は述べていない。今後は対象者を広げ、下肢機能との関係や他の体幹機能評価との関係も検討していく必要があると考える。

引用文献

- 1) 菅原憲一, 内田成男, 石原 勉・他: 片麻痺者の歩行能力と麻痺側機能との関係. 理学療法科学, 1993, 20(5): 289-293.
- 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) 本田亜紀子, 田原弘幸, 山本秀正・他: 脳卒中片麻痺者における立位患側体重負荷率と歩行・バランス能力との関連. 長崎大学医療技術短期大学部紀要, 1992, 5: 187-191.
- 4) Bohannon RW: Gait performance of hemiparetic stroke patients: Selected variables. Arch Phys Med Rehabil, 1987, 68(11): 777-781.
- 5) Hamrin E, Eklund G, Hillgren AK, et al.: Muscle strength and balance in post-stroke patients. Ups J Med Sci, 1982, 87(1): 11-26.
- 6) 斎藤正也, 長谷川恒雄: 脳血管障害による片麻痺患者の下肢機能の予後に関与する諸因子について. リハビリテーション医学, 1974, 11(2): 85-91.
- 7) Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C, et al.: Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. Stroke, 1997, 28(7): 1382-1385.
- 8) 奥田 裕, 荻野禎子, 小澤佑介・他: 臨床的体幹機能検査 (FACT) の開発と信頼性. 理学療法科学, 2006, 21(4): 357-362.
- 9) Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al.: The trunk impairment scale: A new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. Clin Rehabil, 2004, 18(3): 326-334.
- 10) Benaïm C, Perennou DA, Villy J, et al.: Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: The Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). Stroke, 1999, 30(9): 1862-1868.
- 11) Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP, et al.: Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. Stroke, 2002, 33(11): 2626-2630.
- 12) Di Monaco M, Trucco M, Di Monaco R, et al.: The relationship between initial trunk control or postural balance and inpatient rehabilitation outcome after stroke: A prospective comparative study. Clin Rehabil, 2010, 24(6): 543-554.
- 13) Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al.: Trunk performance

-
- after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil*, 2006, 20: 451-485.
- 14) Collin C, Wade D: Assessing motor impairment after stroke: A pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1990, 53: 576-579.
- 15) 中村康雄, 林 豊彦, 林 真里・他: 体表マーカの偏位と肩甲骨運動のin-vivo計測. *バイオメカニズム*, 2004, 17: 111-121.
- 16) Perry J: ペリー歩行分析 正常歩行と異常歩行. 武田 功(監訳), 医歯薬出版, 東京, 2009, pp9-12, 80-81.
- 17) Rose J, Gamble GJ: ヒューマンウォーキング 原著第3版. 武田 功(監訳), 医歯薬出版, 東京, 2009, pp44-49.
- 18) 石井慎一郎: 動作分析 臨床活用講座 バイオメカニクスに基づく臨床推論の実践. メジカルビュー社, 東京, 2013, pp171-178.