

〈研究論文〉

## 脳卒中片麻痺患者における体幹部回旋運動が歩行動作に及ぼす影響

谷内 幸喜<sup>1)</sup> ・ 河崎由美子<sup>2)</sup> ・ 河崎 政治<sup>2)</sup>  
杉村 雅人<sup>2)</sup> ・ 木原 幸太<sup>2)</sup>

### 【要旨】

目的：脳卒中片麻痺患者に対する頸部・体幹の回旋運動が歩行動作に及ぼす影響について検討し、脳卒中片麻痺患者の歩行能力向上を目的とした有効な理学療法となり得るのか検証した。対象と方法：下肢装具なしにて15m以上の独歩可能な脳卒中片麻痺を呈する患者である。体幹部回旋運動（体幹下部麻痺側回旋・体幹上部非麻痺側回旋・頸部麻痺側回旋の他動運動）前後において歩行動作に及ぼす影響について分析した。結果：実験1（任意歩行を比較）では、ストライド長、麻痺側ステップ長の有意な増加と歩隔の有意な減少が認められ、麻痺側 swing 動作向上に有効である可能性が示唆されたものの、歩行速度や1歩行周期における歩行動作に変化は認められなかった。実験2（下肢関節運動と速歩における歩行動作を比較）では、ストライド指標（ステップ長・ストライド長）、ピッチ指標（ケーデンス）、バランス指標（歩隔）の向上および下肢関節角度変化の有意な増加から麻痺側 swing 動作向上に伴う歩行能力の向上を認めた。実験3では、歩行時の姿勢制御能力として重要な骨盤の動きに着目し、麻痺側 swing 動作の向上とともに、骨盤前傾を伴う前方移動能力向上を引き起こしていることを確認した。結論：本研究から、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部回旋運動は、運動量戦略による姿勢制御を伴った swing 動作に繋がっている可能性が示唆された。また、2次元分析による「骨盤前傾」評価は、脳卒中片麻痺患者に対して、簡便に出来る歩行能力評価法として有用であると考えられる。

キーワード：脳卒中片麻痺患者、体幹部回旋、歩行動作、骨盤前傾、麻痺側 swing

---

<sup>1)</sup> 城西国際大学 福祉総合学部 理学療法学科

<sup>2)</sup> 総合リハビリテーション伊予病院リハビリテーション部

## はじめに

我が国の理学療法は、欧米から導入された治療概念や病態生理学的な知見等を、各々の理学療法士の臨床経験に基づく、主観的概念によって行われてきたところが少なからずあったように思う。こういった理学療法の現状は、偶然性や思いこみなどの影響を受けることによって、個々の担当患者にとっての最適な理学療法とならない可能性がある。臨床現場におけるこのような臨床的判断を、科学的な根拠に基づいて実施するための行動指針として、科学的根拠に基づく医療（Evidence-based Medicine：EBM）の概念が、1991年に Guyatt<sup>1)</sup>によって提唱された。そして、このようなEBMを重視する流れを受けて、我が国の理学療法分野においても、従来の臨床経験に基づく主観的概念による理学療法から、科学的根拠に基づく理学療法（Evidence-based Physical Therapy：EBPT）への取り組みが進められている。しかし、理学療法分野における介入内容は複雑多様であり、主観的概念による臨床的判断が、各々の理学療法士間に技術差をもたらしている。このような現状は「疾患別評価フォーマットの標準化」・「理学療法効果のエビデンス構築」を示していく上において、理学療法を困難な分野にしているものと言える<sup>2)</sup>。

本研究では、「脳卒中片麻痺患者」を研究対象とし、「歩行動作」を研究項目とした。脳卒中片麻痺を呈する患者の歩行能力は日常生活活動を左右する因子であることは言うまでもなく、日常生活活動を向上させるために、安定した歩行能力を獲得させることが必要である。脳卒中片麻痺患者における歩行能力向上を阻害する要因のひとつに体幹機能の障害があることは諸家の報告<sup>3)-6)</sup>からも伺われ、体幹機能へのアプローチが有用であることは従来から広く認識されてきている<sup>7)-10)</sup>。しかし、主観的概念・複雑多様といった理学療法の特徴が、アプローチにおける標準化を困難にしている事実は否めない。

今回、脳卒中片麻痺患者に対する歩行能力向上のための理学療法として、頸部・体幹の回旋運動に注目し、頸部・体幹回旋運動前後における歩行動作を調べ脳卒中片麻痺患者の歩行能力向上を目的とした有効な理学療法となり得るのか検証した。2回の実験を経ることで、脳卒中片麻痺患者の歩行能力向上は、歩行動作時の身体重心前方移動能力向上ではないかという臨床的仮説を導いた。実験3では麻痺側 swing 動作向上が、前方移動能力にどのように繋がっているのかを検証するために、麻痺側 swing 動作と骨盤の動き（骨盤前傾）との関連性を調べた。

本研究の目的は、脳卒中片麻痺患者に対する歩行能力向上のための理学療法として、頸部・体幹の回旋運動の有効性および、その指標としての骨盤前傾角度の信憑性を明らかにすることである。頸部・体幹の回旋運動といった単純な他動運動と骨盤前傾角度といった評価項目によって、脳卒中片麻痺患者に対する歩行能力向上のための理学療法の標準化の担い手になれば幸いである。結果的に3回の実験を経ることになったが、その変遷を含め文献的考察を加えて報告する。

## －実験 1－

### 対象および方法

被験者は短下肢装具使用にて 10m 以上の独歩が日常生活活動場面で可能となった脳卒中片麻痺患者 16 名とした。内訳は男性：7 名・女性：9 名、右片麻痺：15 名・左片麻痺：1 名、発症からの期間は 21 日から 88 日、年齢【平均（標準偏差）】は 44 歳から 82 歳までの平均年齢 65.3 (11.8) 歳、身長は 149.0cm から 165.0cm までの平均身長 156.1 (5.7) cm、体重は 41.0kg から 70.0kg までの平均体重 53.7 (11.0) kg、日常生活状況では、杖使用者が 6 名、短下肢装具使用者が 2 名であった。

実験 1 に対する研究倫理は、医療法人財団尚温会総合リハビリテーション伊予病院倫理審査委員会にて承認されその後、ヘルシンキ宣言に基づき、研究説明書、研究同意書、研究同意撤回書を作成し、被験者に研究参加に対する自由意志と権利の確認、個人情報保護に対する配慮を十分に説明し同意を得た。なお、歩行測定中は理学療法士による監視を常に行い安全性には最大限の配慮を行った。

被験者には、ゼブリス高機能型圧分布計測システム Win FDM（インターリハ社製）（図 1）上で介入前後に任意歩行を実施した。介入動作は、両上前腸骨棘を結ぶ線および両肩峰を結ぶ線が前額面と平行かつ体幹回旋 0°の立位姿勢からバランスを崩すことなく非麻痺側下肢を任意的に一歩踏み出した状態から以下の操作を行った。①. 体幹下部である骨盤を麻痺側方向へ下部体幹回旋筋の他動的伸張に対する抵抗があるまで回旋（図 2）。②. ①の状態から、胸郭を非麻痺側方向へ上部体幹回旋筋の他動的伸張に対する抵抗があるまで回旋（図 3）。③. ②の状態から、頭部を麻痺側方向へ頸部筋の他動的伸張に対する抵抗があるまで回旋（図 4）。そして、それぞれの筋の他動的伸張に対する抵抗がなくなるまで検者が保持させた（以下、体幹部回旋運動）。なお、体幹部回旋運動前後における歩行はそれぞれ 2 回実施し 1 回目を練習とし 2 回目の値を採用した。

測定項目は、ゼブリス高機能型圧分布計測システム Win FDM（インターリハ社製）（図 1）で測定した信号を解析ソフト FDM Gait（インターリハ社製）を用いて、麻痺側および非麻痺側における足角（°）、ステップ長（cm）、ステップ時間（秒）、1 歩行周期における立脚期率（%）遊脚期率（%）両脚支持期率（%）、そして歩隔（cm）、ストライド長（cm）、ストライド時間（秒）、ケーデンス（ストライド/分）、歩行速度（km/h）、介入前の歩行速度と介入後の歩行速度との差を表す比率である歩行速度変動率（%）を求めた。なお、ステップ長（cm）、歩隔（cm）、ストライド長（cm）は、身長により正規化【ステップ長（cm）／身長（cm）、歩隔（cm）／身長（cm）、ストライド長（cm）／身長（cm）】した数値（Body Height、以下 BH）で表した。

体幹部回旋運動前後における歩行の変化をデータの正規性を確認してから対応のある t 検

定を用い、有意水準を 5%として解析を行った。なお統計学的解析には、Microsoft 社製表計算等ソフトウェア（Microsoft Excel 2010）の分析ツールを使用した。



図 1 測定環境



図 2 骨盤麻痺側回旋

- \* 開始肢位：立位姿勢から非麻痺側下肢を任意的に一步踏み出した状態
- \*  骨盤を麻痺側方向へ下部体幹回旋筋の他動的伸張に対する抵抗があるまで回旋



図3 胸郭非麻痺側回旋

\* 開始肢位：図2の状態

\* ← 胸郭を非麻痺側方向へ上部体幹回旋筋の他動的伸張に対する抵抗があるまで回旋



図4 頭部麻痺側回旋

\* 開始肢位：図3の状態

\* → 頭部を麻痺側方向へ頸部筋の他動的伸張に対する抵抗があるまで回旋

## 結 果

体幹部回旋運動前後の歩行において、ストライド長（BH）の有意な増加がみられた。 $(p<0.05)$ 。また、ステップ長（BH）は、麻痺側において有意な増加がみられた  $(p<0.05)$  が、非麻痺側においては有意な増加はみられなかった。体幹部回旋運動前後の歩行における歩隔（BH）も有意な減少がみられた  $(p<0.05)$ 。その他の項目には、体幹部回旋運動前後の歩行において有意な差はみられなかった（表 1）。

表 1 体幹部回旋運動介入前後における任意歩行動作時の測定値

	左右足部角度(度)		ステップ長(BH)		ステップ時間(秒)		立脚期(%)		遊脚期(%)	
	非麻痺側	麻痺側	非麻痺側	麻痺側	非麻痺側	麻痺側	非麻痺側	麻痺側	非麻痺側	麻痺側
介入前	13.51(5.46)	14.29(7.68)	0.19(0.05)	0.19(0.05)	1.08(0.74)	1.10(0.69)	77.02(7.66)	71.11(5.75)	22.98(7.66)	28.89(5.75)
介入後	9.34(8.39)	13.57(6.52)	0.22(0.09)	0.25(0.11)	1.01(0.66)	1.09(0.85)	75.39(13.89)	69.45(5.73)	24.61(13.89)	30.55(5.73)

	歩隔	ストライド長	ストライド時間	ケーンズ	歩行速度	歩行速度変動	両脚期
	(BH)	(BH)	(秒)	(ストライド分)	(km/h)	(%)	(%)
介入前	0.08(0.03)	0.36(0.10)	2.15(1.37)	69.75(31.90)	1.28(0.68)	21.69(14.34)	49.78(10.95)
介入後	0.06(0.02)	0.47(0.16)	2.03(1.09)	72.19(25.44)	1.44(0.72)	23.75(28.77)	47.44(16.10)

介入前後における値は、平均値(標準偏差)を示す \* :  $p<0.05$

## 考 察

本研究結果は、運動介入によって通常歩行のステップ長が改善するといった先行研究<sup>11)12)</sup>結果を同様に支持したものの、通常歩行の速度の改善にまで至らなかったことを考慮すると、「体幹部回旋運動」が歩行能力向上に至ったとはいえない。

運動介入とバランス能力に関する先行研究では、運動介入によって静的バランス能力<sup>13)14)15)</sup>、動的バランス能力<sup>14)16)17)</sup>、外乱応答バランス能力<sup>16)18)19)</sup>はいずれも運動介入によって向上することが既に報告されている。しかし、静的バランス能力と動的バランス能力の介入効果を比較すると、動的バランス能力は向上するが、静的バランス能力は向上しない報告<sup>19)20)</sup>や、動的バランス能力と外乱応答バランス能力の介入効果を比較すると、動的バランス能力は向上するが、外乱応答バランス能力は向上しない報告<sup>21)22)</sup>などがあるが、運動介入によって動的バランス能力が向上することは、先行研究でも一致した見解となっている。

今回、脳卒中片麻痺患者に対して、非麻痺側下肢を前に踏み出した状態における体幹部回旋運動を実施し、その後の歩行において、ストライド長および麻痺側のステップ長の増加と歩隔の減少を認めた。本研究結果は、脳卒中片麻痺患者における身体の体幹部回旋運動が麻

痺側下肢の麻痺側 swing 動作向上を促し、歩行動作という動的場面におけるバランス能力や姿勢制御能力を改善する可能性を示したものと考えられる。今後、効果的な歩行練習法の検討につながっていくことが期待されるが、本研究における麻痺側振出しが向上した結果は、麻痺側ステップ長の改善であり、振り出し速度の改善ではなかった。類似した研究報告では、走行速度があがるにつれてストライド長とピッチは変化するが、最初の上昇はストライド長の増加であり、その増加は非支持局面が前方に振り戻される時のストライド長が伸びたことに起因する報告<sup>23)</sup>や、下肢の前方への振り出しの速度は、離地時や遊脚期の膝関節屈曲角度と関連することなどが報告<sup>24)25)</sup>されている。今後、歩行速度に焦点を当ててみて、速度変化の有無がストライド指標であるステップ長とストライド長、そしてピッチ指標であるとケードンスにおいてどのように影響を及ぼしているのかを、実験方法の再検討も含めて検討していかなければならないと考える。

## 実験 2 の目的

脳卒中片麻痺患者における身体の体幹部回旋運動が麻痺側下肢の麻痺側 swing 動作向上に有効である可能性が示唆された。しかし、歩行速度においては変化が認められなく、また、下肢関節の動きに関する具体的変化は測定していないため、推進力の向上という観点では課題が残った。実験 2 では、これらの内容をより科学的に具体化するために、歩行動作時の動画解析により麻痺側下肢関節の動きを加えて、最大歩行能力として速歩の状態を測定したので文献的考察を加えて報告する。そして、その結果を引き続き、脳卒中片麻痺患者における身体の体幹部回旋運動の有効性をより客観的に示していきたい。

### —実験 2—

## 対象および方法

被験者は下肢装具なしにて 15m 以上の独歩可能な脳卒中片麻痺を呈する患者 15 名とした。内訳は男性：7 名・女性：8 名、右片麻痺：6 名・左片麻痺：9 名、年齢【平均（標準偏差）】は 37 歳から 80 歳までの平均年齢 61.9（11.1）歳、身長は 147.0cm から 172.0cm までの平均身長 158.1（8.7）cm、体重は 42.0kg から 86.3kg までの平均体重 58.0（13.2）kg、発症からの期間は 20 日から 187 日までの平均期間 93.3（44.0）日、下肢 Brunnstrom recovery stage：Ⅲ4 名・Ⅳ3 名・Ⅴ4 名・Ⅵ4 名、日常生活状況では、杖使用者が 10 名、短下肢装具使用者が 8 名であった。

実験 2 に対する研究倫理は、医療法人財団尚温会総合リハビリテーション伊予病院倫理審査委員会にて承認されその後、ヘルシンキ宣言に基づき、研究説明書、研究同意書、研究同

意撤回書を作成し、被験者に研究参加に対する自由意志と権利の確認、個人情報保護に対する配慮を十分に説明し同意を得た。なお、歩行測定中は理学療法士による監視を常に行い安全性には最大限の配慮を行った。

被験者には、ゼブリス高機能型圧分布計測システム Win FDM（インターリハ社製）（図 1）上で体幹部回旋運動（図 2）（図 3）（図 4）介入前後における任意歩行ではなく最大速度による歩行（以下、速歩）を実施した。なお、測定方法および測定項目は実験 1 と同様な方法を用いて、麻痺側ステップ長（cm）・非麻痺側ステップ長（cm）・ストライド長（cm）・ケージンス（ストライド/分）・歩隔（cm）・歩行速度（km/h）とした。なお、麻痺側ステップ長（cm）・非麻痺側ステップ長（cm）・ストライド長（cm）・歩隔（cm）は、身長により正規化した数値を百分率（%Body Height、以下%BH）で表した。

歩行時における下肢関節運動の測定は、臨床歩行分析研究会が提唱する DIFF マーカーセット使用し、麻痺側の肩峰、大転子、膝関節外側関節裂隙、脛骨外果、第 5 趾（小趾）先端上部の 5 箇所に貼付。そして、CASIO 社製ビデオカメラ（HIGH SPEED EXILIM HS EX-FH100）を用い、体幹部回旋運動前後における歩行動作中におけるマーカーの動きを麻痺側から連続撮影した。そして、サンプリング周波数 100Hz でコンピューターに取り込んだ後、以下のように関節角度を定め、東総システム社製動画解析システム TOMOCO Lite により時系列データとして算出した。体幹股関節屈曲角度は、肩峰と大転子を結ぶ線分が大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度。膝関節屈曲角度は、大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分が膝関節外側関節裂隙と脛骨外果を結ぶ線分とのなす鋭角角度。足関節背屈角度は、膝関節外側関節裂隙と脛骨外果を結ぶ線分が脛骨外果と第 5 趾（小趾）先端上部を結ぶ線分とのなす鋭角角度とし、歩行周期における股関節・膝関節・足関節に対する角度および角速度を測定した。

体幹部回旋運動前後における歩行の変化をデータの正規性を確認してから対応のある t 検定を用い、有意水準を 5%として解析を行った。なお統計学的解析には、Microsoft 社製表計算等ソフトウェア（Microsoft Excel 2010）の分析ツールを使用した。

## 結 果

体幹部回旋運動前後の歩行動作において、実験 1 結果（麻痺側ステップ長（ $p<0.05$ ）、ストライド長（ $p<0.01$ ）の有意な増加、歩隔（ $p<0.05$ ）の有意な減少）に加え、非麻痺側ステップ長（ $p<0.01$ ）、ケージンス（ $p<0.05$ ）、歩行速度（ $p<0.01$ ）の有意な増加がみられた。また、体幹部回旋運動前後の歩行動作における麻痺側体幹股関節の動きは遊脚後期における体幹股関節屈曲角度の有意な増加（ $p<0.01$ ）、麻痺側膝関節の動きは遊脚前期における膝関節屈曲角度の有意な増加（ $p<0.01$ ）および膝関節屈曲角速度の有意な増加（ $p<0.05$ ）、麻痺側足関節の動きは立脚後期における足関節背屈角度の有意な増加（ $p<0.05$ ）がみられた（表 2）。

表 2 体幹部回旋運動介入前後における速歩動作時の測定値

	ステップ長(%BH)		ストライド長	ケージンス	歩隔	歩行速度
	非麻痺側	麻痺側	(%BH)	(ストライド/分)	(%BH)	(km/h)
介入前	26.38(9.81)	28.50(7.58)	54.61(15.94)	102.40(26.60)	8.04(3.16)	2.76(1.25)
介入後	30.85(8.73)	30.28(8.48)	59.81(16.43)	106.93(23.14)	7.84(2.66)	3.15(1.33)
実験1	n.s.	*	*	n.s.	*	n.s.
任意歩行動作時						

	麻痺側体幹股関節		麻痺側膝関節		麻痺側足関節	
	最大屈曲角度(°)	最大伸展角度(°)	最大屈曲角度(°)	最大屈曲角速度(°/秒)	最大背屈角度(°)	最大底屈角度(°)
介入前	26.39(4.68)	-2.50(6.51)	54.50(15.97)	311.93(120.00)	-13.66(9.97)	35.70(10.64)
介入後	32.16(7.14)	-1.88(8.41)	60.97(16.24)	343.72(124.90)	-10.70(9.66)	38.13(9.45)

介入前後における値は、平均値(標準偏差)を示す \* :p<0.05

## 考 察

実験 2 結果では、実験 1 結果同様体幹部回旋運動前後の歩行動作において、麻痺側ステップ長を含むストライド長の有意な増加および歩隔の有意な減少がみられたのに加え、非麻痺側ステップ長・ケージンス・歩行速度においても有意な増加がみられた。これは、走行速度が上がるにつれてストライド長とピッチは変化するが、最初の上昇はストライド長の増加であり、その増加は非支持局面が前方に振り戻される時のストライド長が伸びたことに起因するといった「歩行（走行）速度とストライド・ピッチの関係」を述べた金子ら<sup>23)</sup>の報告から理解できる。つまり、実験 1 では任意歩行を指示したのに対して、実験 2 では速歩を指示したため、速歩という歩行速度上昇がストライド指標であるステップ長とストライド長だけでなく、ピッチ指標であるケージンスにおいても影響を及ぼしたものと考えられる。また、実験 2 結果は実験 1 結果同様、運動介入によって通常歩行のステップ長が改善するといった諸家の報告<sup>11)12)</sup>結果を支持したと同時に、体幹部回旋運動前後における歩隔の有意な減少は、歩行時の左右のバランス向上を意味することから、運動介入によって動的バランス能力が向上することといった諸家の報告<sup>13)22)</sup>結果も同様に支持したと言える。

実験 2 の目的は、実験 1 で報告した体幹部回旋運動前後における歩行能力の向上がどのような影響によるものなのかを、画像解析により明確にすることである。その結果、体幹部回旋運動前後の歩行動作において、ストライド指標であるステップ長とストライド長、ピッチ指標であるケージンス、バランス指標である歩隔といった歩行能力の向上に加え、麻痺側体幹股関節の動きは遊脚後期における体幹股関節屈曲角度の有意な増加、麻痺側膝関節の動きは遊脚前期における膝関節屈曲角度および角速度の有意な増加、麻痺側足関節の動きは立脚後期における背屈角度の有意な増加がみられ、麻痺側下肢立脚中期以降における足部の動きに伴う体幹股関節および膝関節屈曲による麻痺側 swing 動作の向上、それに伴う歩行速度の上

昇を認めたと考える。

脳卒中片麻痺患者に対する体幹部介入による先行研究では、体幹の促通反復療法（体幹回旋・側屈運動）を1日に各100回、週5日、8週間実施し、体幹回旋筋力と10m歩行速度で有意に改善したという報告<sup>26)</sup>がある。しかし、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部介入が、骨盤の安定性や操作性が向上しバランス能力改善に繋がったといった解釈であり、骨盤の安定性や操作性、バランス能力の内容においては具体性が示されていない。

実験2においても、脳卒中片麻痺患者への体幹部回旋運動が、歩行能力を改善しており、特に遊脚前期における膝関節屈曲角度および角速度の有意な増加は、下肢の前方への swing 速度が離地時や遊脚期の膝関節屈曲角度と関連するといった報告<sup>24)25)</sup>があるように、麻痺側 swing 動作時のフットクリアランス向上に伴う、麻痺側下肢の推進力向上に繋がっている可能性を示したと考えられる。

### 実験3の目的

実験2において、体幹部回旋運動による麻痺側下肢立脚中期以降における麻痺側体幹股関節の伸展運動や麻痺側足関節の底屈運動との関連性はみられなかったことは、股関節を屈曲させる主動作筋である大腰筋の機能や、足関節背屈位による Stretch-Shortening Cycle 機能（足部の踏み返し機能）などによって、麻痺側下肢の推進力向上が図れたとは言い難い結果であるとも解釈できる。今後、麻痺側下肢の前方運動量焦点をあて、麻痺側下肢の推進力について検証していく必要がある。

北谷ら<sup>27)</sup>は、脳卒中片麻痺患者の歩行能力において、麻痺側下肢により前方運動量を大きく形成できない者は歩行能力が低くなることを報告しており、麻痺側下肢による前方運動量の重要性を述べている。また、大田尾ら<sup>28)</sup>は、脳卒中片麻痺患者の骨盤前傾角度と歩行能力との関連性を報告しており、動作時の身体重心前方移動において骨盤前傾は重要であるとし、さらに上條ら<sup>29)</sup>は、脳卒中片麻痺患者における体幹アライメント歩行自立度との関係から、骨盤傾斜が可能なほど歩行能力が高いことを報告している。

以上の脳卒中片麻痺患者の歩行能力と歩行時の骨盤前傾角度との関連性を述べた諸家の報告などから歩行時の下肢推進力において骨盤前傾を伴う前方移動能力は重要と考える。

そこで実験3では、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部回旋運動の効果（麻痺側 swing 動作向上）が、前方移動能力にどのように繋がっているのかを検証するために、骨盤の動きを中心に解析したので文献的考察を加えて報告する。

## —実験 3—

### 【対象および方法】

被験者は実験 2 における 15 名中、骨盤の画像解析が可能であった 14 名とした。内訳は男性：6 名・女性：8 名、右片麻痺：5 名・左片麻痺：9 名、年齢【平均（標準偏差）】は 37 歳から 80 歳までの平均年齢 61.4（11.4）歳、身長は 147.0cm から 172.0cm までの平均身長 158.2（9.0）cm、体重は 42.0kg から 86.3kg までの平均体重 58.9（13.2）kg、発症からの期間は 20 日から 187 日までの平均期間 91.0（44.7）日、下肢 Brunnstrom recovery stage：Ⅲ3 名・Ⅳ3 名・Ⅴ4 名・Ⅵ4 名、日常生活状況では、杖使用者が 9 名、短下肢装具使用者が 7 名であった。

実験 2 から得た時系列データから、体幹股関節屈曲角度・骨盤前傾角度および肩峰と上前腸骨棘との位置関係から体幹に対する骨盤の推進性を以下のように定め分析項目とした。

体幹股関節屈曲角度は、肩峰と大転子を結ぶ線分が大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度。骨盤前傾角度は、上前腸骨棘と大転子を結ぶ線分が大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度。骨盤と体幹の位置関係を指標とした骨盤の推進性は、上前腸骨棘からの垂線が、上前腸骨棘と肩峰を結ぶ線分とのなす鋭角角度とし、歩行周期において麻痺側の下肢が床に設置した時点（麻痺側踵接地時）の角度を測定した（図 5）（図 6）（図 7）。

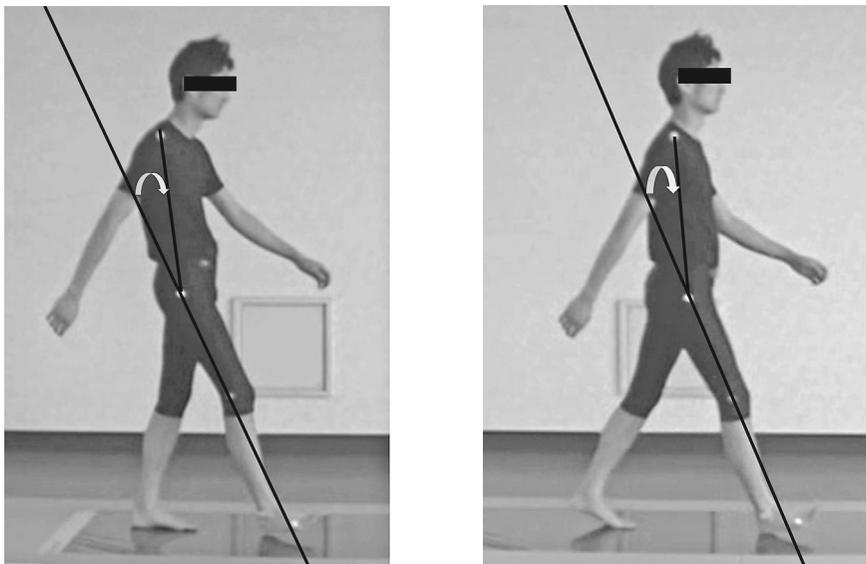


図 5 体幹股関節屈曲角度

\* 肩峰と大転子を結ぶ線分が大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度(°)

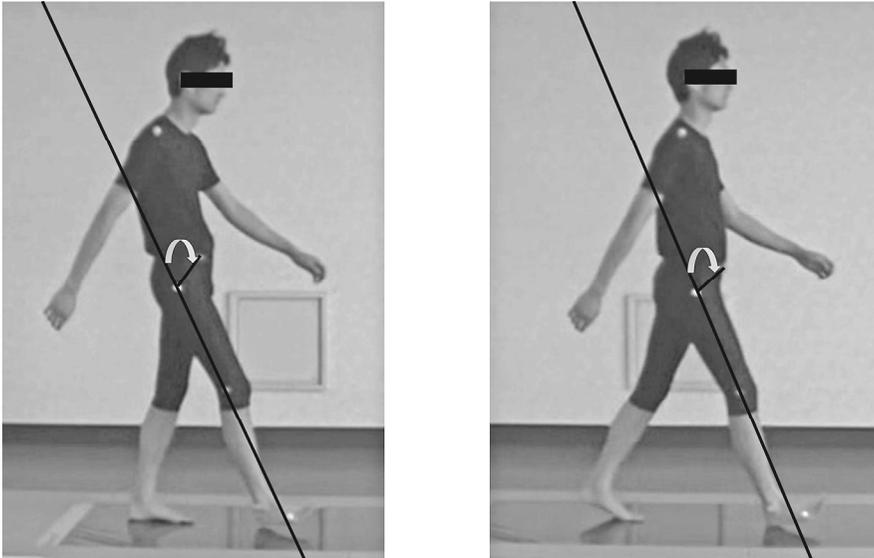


図 6 骨盤前傾角度

\*上前腸骨棘と大転子を結ぶ線分が、大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度(°)

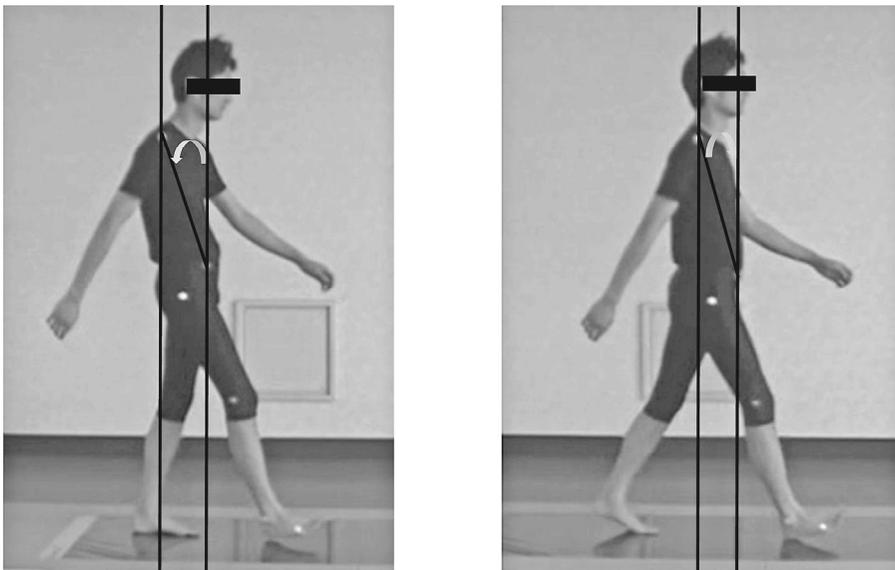


図 7 骨盤の推進性 —骨盤～体幹との位置関係—

\*上前腸骨棘からの垂線が、上前腸骨棘と肩峰を結ぶ線分とのなす鋭角角度(°)

体幹部回旋運動前後における麻痺側 swing 動作の変化をデータの正規性を確認してから対応のある t 検定を用い、有意水準を 5%として解析を行った。なお統計学的解析には、Microsoft 社製表計算等ソフトウェア (Microsoft Excel 2010) の分析ツールを使用した。

## 結 果

体幹部回旋運動前後の歩行動作において、麻痺側踵接地時での骨盤前傾角度の有意な増加 ( $p<0.01$ ) および骨盤の推進性の有意な増加 ( $p<0.05$ ) がみられたものの、体幹股関節屈曲角度においては有意な差はみられなかった (表 3)。

表 3 体幹部回旋運動介入前後における麻痺側踵接地時の測定値

	麻痺側体幹股関節 屈曲角度(°)	麻痺側骨盤 前傾角度(°)	麻痺側骨盤の推進性 上前腸骨棘からの垂線が上前腸骨棘と両峰を 結ぶ線分とのなす鋭角角度(°)
介入前	22.65(8.10)	52.89(10.29)	8.66(5.26)
介入後	24.84(7.24)	58.30(8.71)	6.76(4.91)

介入前後における値は、平均値(標準偏差)を示す \* :  $p<0.05$

## 考 察

実験 1 および実験 2 では、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部回旋運動後において、ストライド指標 (ステップ長とストライド長)、ピッチ指標 (ケーデンス)、バランス指標 (歩隔) といった麻痺側 swing 動作の向上がみられたことを報告した。実験 3 の目的は、麻痺側 swing 動作向上が、前方移動能力にどのように繋がっているのかを骨盤の動きを中心に解析し、歩行時の下肢推進力を明確にすることである。

実験 2 結果では、体幹部回旋運動後における麻痺側体幹股関節屈曲角度が遊脚後期で有意増加していたものの、実験 3 で指標とした麻痺側 swing 動作終了時点である麻痺側踵接地時には有意な差はみられなかった。麻痺側踵接地時における骨盤前傾角度の有意な増加および骨盤の推進性の有意な増加はみられたことを考えると、歩行中における前方移動能力は、体幹股関節による屈曲運動というよりも骨盤前傾運動によって行われていることが推測された。

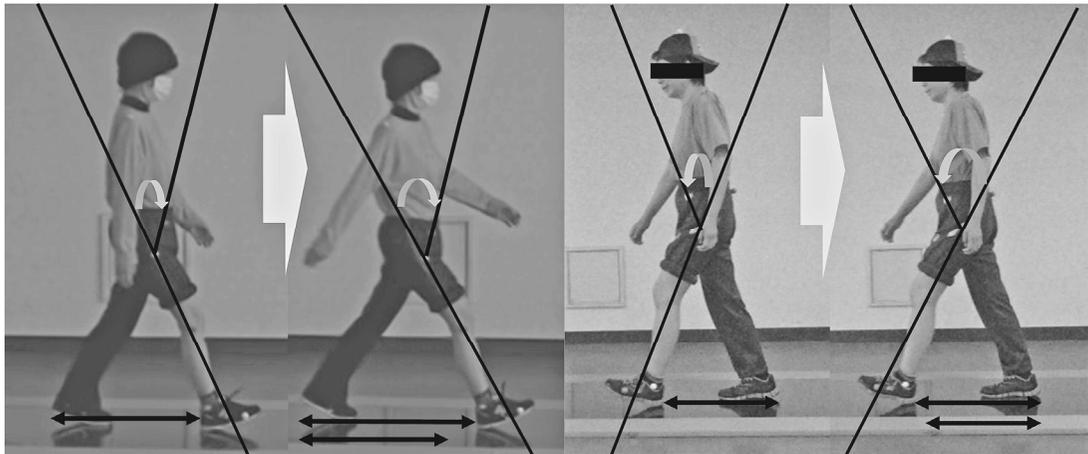
脳卒中片麻痺患者の自動運動による骨盤前傾能力は、歩行能力だけではなく、立ち上がり・着座・立位保持といった基本動作能力に関連していること<sup>28)</sup> や座位にて骨盤傾斜が可能なほど歩行能力が高いこと<sup>29)</sup>、そして骨盤前傾運動に参加する筋群が姿勢制御や立位・歩行動作に関わる筋群であることから、骨盤を自動的に動かす能力からも骨盤前傾能力と立位・歩行動作との関連性は報告されている<sup>30)-37)</sup>。

実験 3 結果から、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部回旋運動によって、骨盤前傾を伴う骨盤推進性の有意な増加がみられた。このことから、実験 1 および実験 2 で確認された麻痺側

swing 動作向上というものが前方移動能力向上に繋がっている可能性が示唆された。前方移動能力向上と姿勢制御能力向上との関連性を考えると、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部回旋運動は、歩行能力を改善する効果的な歩行練習法の可能性を示したとも考えられる。今後の展望とするとともに、科学的根拠に基づいた具体的歩行能力向上アプローチ創設に向けて、なお一層追究していきたいと考える。

体幹部回旋運動前後における麻痺側踵接地時の体幹股関節屈曲角度において有意な差はみられなかったことに関しては、脳卒中片麻痺患者の体幹前傾は、ほとんどが体幹上部の屈曲にて行っており<sup>38)</sup>、骨盤の前傾運動が不十分のまま体幹上部を屈曲し頭部を前方に移動させる<sup>39)</sup>ことが特徴的である。本研究では、肩峰と大転子を結ぶ線分が大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度を、体幹股関節屈曲角度とし、体幹部・骨盤・股関節の要素が混ざった複雑な指標となってしまったため、脳卒中片麻痺患者における純粋な体幹股関節角度としての指標を得なかった可能性も考えられる。また、本研究における被験者（実験1での被験者16名・実験2での被験者15名・実験3での被験者14名）に、極端な体幹前傾姿勢を呈している症例は見受けられなかったことを考えると、実験3における骨盤と体幹の位置関係を指標とした「骨盤の推進性」評価（上前腸骨棘からの垂線が、上前腸骨棘と肩峰を結ぶ線分とのなす鋭角角度）は、対象と出来る症例に限界があるのではないかと、やや疑問が残った。脳卒中片麻痺患者における体幹部の動きをどのように捉えていくのか。また、骨盤における進行方向への移動量をどのように評価していくのかに関しては、今後の研究課題としたい。

実験3結果における骨盤前傾を伴う前方移動能力向上は、2次元での分析結果であり、回旋の動きに関しては現段階では限界部分と考えるが、体幹部回旋運動における麻痺側 swing 動作向上は、骨盤前傾角度増加および骨盤推進性増加を伴い下肢における推進力に繋がっていると考えられるため、実験3結果は、骨盤前傾角度と歩行能力との関連性を述べた諸家の報告<sup>30)-37)</sup>とも一致しており、諸家の報告を支持したものと考える。また、体幹股関節屈曲角度が、麻痺側 swing 動作終了時点である麻痺側踵接地時では有意に増加していなかったことを考えると、歩行中における骨盤前傾角度をみることは重要であり、「骨盤前傾」2次元分析評価は、脳卒中片麻痺患者に対して、簡便・敏速にできる歩行能力評価法として有用であると考え（図8）。



体幹部回旋運動前⇒体幹部回旋運動後

体幹部回旋運動前⇒体幹部回旋運動後

図8 「骨盤前傾」2次元分析評価の有用性

## 結 論

体幹部回旋運動実施後の麻痺側 swing 動作の変化から、麻痺側ステップ長の増加や歩行スピードの向上は、麻痺側骨盤前傾角度の向上による身体の前方移動（骨盤の推進性向上）を伴っており、脳卒中片麻痺患者に対する体幹部回旋運動は、運動量戦略による姿勢制御を伴った swing 動作に繋がっている可能性が示唆された。脳卒中片麻痺患者に対する歩行能力を改善する効果的な歩行練習法の可能性を示したものと考えられる。

## 【参考文献】

- 1) Guyatt GH: Evidence-based medicine. ACP Journal Club March/April.1991; A16.
- 2) 木村貞治：EBPT の実践に向けて．理学療法科学 2007;22(1):19-26.
- 3) 江連亜弥，原田慎一，他：脳卒中片麻痺者の体幹機能と日常生活活動（ADL）との関係について．理学療法科学．2010；25（1）：147-150.
- 4) 長澤 弘：日常生活活動と筋力，理学療法科学．2003；18〔1〕：7-13.
- 5) 八谷瑞紀，村田 伸，他：脳卒中片麻痺患者の起き上がり動作能力と身体機能との関連．理学療法科学，2009；24（4）：593-597.
- 6) Verheyden G, Nieuwboer A, et al：Trunk performance after stroke：an eye catching Predictor of unctional outcome. J Neurol Neurosurg Psychiatr. 2007；78：694-698.
- 7) Davies PM：Right in the middle. 富田昌夫（監訳），Springer-Verlag Tokyo，東京，1999,p.18-220.
- 8) 藤原俊之，岡島康友，他：体幹機能障害．総合リハ．2001；29（12）：1089-1094.
- 9) 佐藤房郎：片麻痺の体幹運動と筋活動．理学療法科学．1994；21（8）：464-469,

- 10) 富田昌夫, 宇野 潤 : 片麻痺患者の体幹機能と呼吸. 理学療法学. 1993 : 20 ( 3 ) : 188-192.
- 11) Weerdesteyn, V. Nienhuis, B. Duysens, J. Exercise training can improve spatial characteristics of time-critical obstacle avoidance in elderly people. *Human Movement Science*.2008;27:738-748.
- 12) Silsupadol, P. Lugade, V. Shumway-cook, A. Donkelaar, P. V. Chou, L. Mayr, U. Woollacott, H. M. Training-related changes in dual-task walking performance of elderly persons with balance impairment: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait & Posture*.2009;29:634-639.
- 13) Lord, R. S. Ward, J. A. Williams, P. Strudwick, M. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*.1995;43:1198-1206.
- 14) Shumway-Cook, A. Gruber, W. Baldwin, M. Liao, S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Physical Therapy*.1997;77:46-56.
- 15) Li, F. Harmer, P. Fisher, J. K. McAuley, E. Chaumeton, N. Eckstrom, E. Wilson, N. L. Tai chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial. *Journals of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*.2005;60:187-194.
- 16) Wolf, S. L. Barnhart, H. X. Ellison, G. L. Coogler, C. E. The effect of Tai Chi Quan and computerized balance training on postural stability in older subjects. *Physical Therapy*.1997;77:371-381.
- 17) Shigematsu, R. Chang, M. L. Yabushita, N. Sakai, T. Nakagaichi, M. Nho, H. Tanaka, K. Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age and Aging*.2002;31:261-266.
- 18) Binder, E. F. Brown, M. Craft, S. Schechtman, B. Kenneth, Birge, S. J. Effects of a group exercise program on risk factors for falls in frail older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*.1994;2:25-37.
- 19) 中谷敏昭, 灘本雅一, 森井博之 : 身体動揺に及ぼすバランスボール・トレーニングの効果. 体力科学 2001,50:643-646.
- 20) Seidler, R. D. and Martin, P. E. The effects of short term balance training on the postural control older adults. *Gait & Posture*.1997;6:224-236.
- 21) 島田裕之, 内山靖: 高齢者に対する 3 ヶ月間の異なる運動が静的・動姿勢バランス機能に及ぼす影響. 理学療法学 2001,28:38-46.
- 22) Shimada, H. and Uchiyama, Y. Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. *Clinical Reha*.2003;17:472-479.
- 23) 金子公宥, 福永哲夫 (編) : バイオメカニクス, 身体運動の科学的基礎. 杏林書院, 東京, 2004,p.168.
- 24) 東原 綾子 : ハムストリングス肉離れに関する研究 —伸張性収縮とハムストリングスの機能—. 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科 修士論文 2008:36-67.
- 25) 柳川 和優 : 高齢者の歩行動作特性. 広島経済大学地域経済研究所 2008.
- 26) 廣川 琢也, 松元 秀次, 上間 智博, 他 : 脳卒中片麻痺患者に対する体幹への促通反復療法の効果 —ランダム化比較試験による検討—. 理学療法学. 2013 ; 40 ( 7 ) : 457 -464.
- 27) 北谷亮輔, 大畑光司, 橋口優, 他 : 脳卒中後片麻痺者における歩行開始動作に筋の同時活動が与え

- る影響. 理学療法学 2013,40(Suppl.1) 第 48 回日本理学療法学会大会抄録集 : 136.
- 28) 大田尾浩, 村田伸, 八谷瑞紀, 他 : 脳卒中片麻痺患者における座位での骨盤傾斜角度と基本動作能力との関連. Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy 2012,1(2) : 123-129.
- 29) 上條史子, 山本澄子 : 脳卒中片麻痺患者における体幹アライメント歩行自立度との関係.理学療法科学 2010,25(4):543-549.
- 30) Jackson PM, Newmann DA.: Essentials of Kinesiology for the Physical Therapist Assistant. Mosby Elsevier Inc. St.Louis Missouri, 2009: 227-271.
- 31) Oddsson L, Thorstensson A.: Task specificity in the control of intrinsic trunk muscles in man. Acta Physiol Scand, 1990, 139(1): 123-131.
- 32) 三浦達浩, 桜庭影植 : 座位での姿勢変換における体幹筋活動. Prof Physiother, 2010, 4 : 1 - 6.
- 33) 寺垣康裕, 新谷和文, 臼田滋 : 脳血管障害患者における座位前方リーチテストの臨床的有用性の検討. 理学療法科学 2008,23(1) : 151-155.
- 34) Keagy RD, Brumlik J, Bergan JL.: Direct electromyography of the psoas major muscle in man. J Bone Joint Surg Am, 1966, 48(7): 1377-1382.
- 35) Hughes MA, Myers BS, Schenkman ML.: The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. J Biomech, 1996, 29: 1509-1513.
- 36) Rantanen T, Avela J.: Leg extension power and walking speed in very old people living independently. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 1997, 52: 225-231.
- 37) Okada M.: An electromyographic estimation of the relative muscular load in different human postures. J Human Ergol, 1972, 1: 75-93.
- 38) Messier S, Bourbonnais D, Desrosiers J, et al.: Dynamic analysis of trunk flexion after stroke. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(10): 1619-1624.
- 39) Campbell FM, Ashburn AM, Pickering RM, et al.: Head and pelvic movements during a dynamic reaching task in sitting: implications for physical therapists. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(12): 1655-1660.

# Effects of Trunk Rotation Exercise on Gait Performance in Patients with Post-Stroke Hemiplegia

Kouki Taniuchi<sup>1)</sup>, Yumiko Kawasaki<sup>2)</sup>, Masaharu Kawasaki<sup>2)</sup>  
Masato Sugimura<sup>2)</sup>, Kouta Kihara<sup>2)</sup>

## Abstract

**Purpose:** This study examined the effects of neck and trunk rotation exercise on gait performance in adults with post-stroke hemiplegia, and considered whether the exercise could be one of useful strategies in physical therapy. **Subjects and Methods:** Stroke patients who were independently able to walk more than 15 meters were included in this study. All of them received passive trunk rotation exercise which consists of neck and lower trunk rotations to the paralyzed side and upper trunk rotation to the non-paralyzed side. **Results:** In the experiment 1 (comparison of free gait), there were significant increases in the stride length and paralyzed side's step length, and a significant decrease in the step width. On the other hand, there was no difference in the gait speed and gait performance over a gait cycle. Regarding the experiment 2 (comparisons of movements in the lower extremities and gait performance during maximum speed gait), the gait performance was improved with increased swing motions in the paralyzed side, and this was caused by improvements of stride index (step and stride lengths), pitch index (cadence), balance index (walking width) and lower extremity's range of motion. The third experiment focusing on the pelvic movements which play an important role for the postural control ability in walking showed increased pelvic anterior tilt and improved forward transfer ability, which resulted in improvement in the paralyzed side's swing motions. **Conclusions:** Giving the above, this study has indicated that rotational exercise for post-stroke patients could improve the swing motions accompanied with the improved momentum strategy for the postural control. Additionally, assessment of pelvic anterior tilt using the two-dimensional analysis is considered as a convenient and useful tool to examine the gait performance ability in patients with post-stroke hemiplegia.

**Key words:** post-stroke hemiplegia, trunk rotation, gait performance, pelvic anterior tilt, paralyzed side's swing motions

---

<sup>1)</sup> Department of Physical Therapy, Welfare General Faculty, Josai International University

<sup>2)</sup> Department of Rehabilitation, General Rehabilitation Iyo Hospital