

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：33916

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25750235

研究課題名(和文)脳卒中片麻痺者に対する定量的な指標に基づいた歩行訓練の確立

研究課題名(英文)Establishment of a quantitative index for stroke patient's gait training

研究代表者

谷野 元一(Tanino, Genichi)

藤田保健衛生大学・藤田記念七栗研究所・助教

研究者番号：70631753

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は脳卒中患者の歩行を定量的な指標に基づいた練習を確立することであった。対象は、回復期リハビリテーション病棟に入院した脳卒中片麻痺患者とし、トレッドミル歩行を解析した。入院から2週時での麻痺側下肢運動機能により、重度麻痺、中度麻痺、軽度麻痺に分類した。麻痺側の立脚期および遊脚期での最大膝関節屈曲角度は、重症度による違いを認め、それぞれの患者にあった指標による歩行練習が必要であることが示唆された。また、電子ゴニオメータを用い、これらの指標を歩行練習に使用可能であることが確認できた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to establish a gait training based on quantitative index for stroke patients. The subjects were stroke patients admitted to the Kaifukuki rehabilitation ward whose treadmill gait trainings were analyzed. The stroke patients were classified into sever, moderate, and mild paralysis after 2 weeks of hospitalization based on the function of their paralyzed lower limb. Maximum angles of the paralytic knee flexions at the stance and swing phases varied in patients with different paralysis severity. This suggests the need for a patient specific gait training index. By applying an electro-goniometer, we could verify possibility of the application of these indexes for gait training.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：脳卒中 片麻痺 歩行

1. 研究開始当初の背景

リハビリテーション医療において脳卒中患者の歩行訓練は、主に視診による歩行分析を行い、その結果を医療者が経験と勘を頼りに解釈し、定性的に行われているのが現状である。そもそも、歩行分析が視診のみでは立脚・遊脚時間などの時間因子、重複歩距離、歩隔などの距離因子を明確に推し量ることは困難である。また、複数の関節の同時観察は評価者間の信頼性も不十分であるとされている(谷川広樹, 他: 総合リハビリテーション 38: 1175-1181, 2010)。そのため関節などにマーカをつけ、その位置情報の得られる3次元動作解析装置による定量的分析に期待が寄せられている。

既存の大型3次元解析装置による歩行分析では、脳卒中片麻痺者は同年代の健常高齢者と比べ、麻痺側遊脚期での股関節外転角度が大きいこと(Kim CM, et al: Gait Posture 20: 140-146, 2004)や、杖の使用により歩行速度は速くなるが歩行中の下肢関節角度には改善がない(Polese JC, et al.: Clin Biomech 27. 131-137, 2012)といった研究が報告されている。しかしいずれの研究においても設定された歩行路を自立して歩ける患者のみが測定対象であり、随意性の低い重度片麻痺者を含めた歩行分析結果が明らかになっていない。そのため、定量的な指標に基づいた歩行訓練を実施するのに必要な重度片麻痺者を含めた歩行分析の基礎データが欠落している状態である。

また、脳卒中患者の歩行訓練に関する報告は体重免荷でのトレッドミル歩行練習や近年ではロボットを使用した歩行練習が報告がされている。どちらも歩行という課題の反復による歩行能力の改善を明らかにしているが、どのような歩容で歩かせるかといった部分には焦点が当たっていないのが実情である。

2. 研究の目的

これまで行うことのできなかった重度片麻痺を含めた脳卒中片麻痺者の歩行分析を行い、それを基に定量的な指標による新たな歩行訓練方法を提案することである。歩行分析では麻痺重症度別に時間因子、距離因子、運動学的因子を定量化する。定量化された指標を用い、電子角度計による関節角度のフィードバックを加味した歩行訓練の可能性を検証することとした。

歩行中の関節角度・タイミングを活用する本手法により、治療者の技量などのあいまいな概念をできる限り取り除き、既存の歩行訓練の枠を超えた治療を実現し、高齢化社会での脳卒中医療に貢献することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 脳卒中片麻痺患者の定量的な指標の作成

対象は回復期リハビリテーション病棟に

入院した、初発のテント上一側性病変の脳卒中片麻痺者を計測の対象者とした。意識障害または重篤な高次脳機能障害により指示理解が不良な者は除外し、入院から2週時点でトレッドミル上の歩行が可能で、入院から6週後まで経過の追えた患者は90例であった。

歩行分析はトレッドミル歩行を3次元動作解析装置であるKinemaTracer(キッセイコムテック社製)を用いて実施した。対象者の身体に直径30mmのマーカを、両側の肩峰、股関節、膝関節、足関節、第5中足骨頭の計10カ所に貼着し、4台のCCDカメラで撮影し、サンプリング周波数は60Hz、計測時間は20秒とした。計測は入院から2週後と6週後に実施した。歩行速度は計測時での平地歩行の快適歩行速度とした。

麻痺側下肢運動機能の評価はStroke Impairment Assessment Set (SIAS)の麻痺側運動機能項目である、下肢近位テスト(hip-flexion test, knee-extension test)、下肢遠位テスト(foot-pat test)を用いた(各項目0から5点の6段階評価)。これら3項目の合計点(SIAS下肢合計点)から、入院2週時に0から5点を重度麻痺群、6から10点を中等度麻痺群、11から15点を軽度麻痺群と3群に分類した。

3群それぞれの入院から2週時と6週時の時間距離因子と麻痺側立脚期と遊脚期での最大膝関節屈曲角度を算出した。3群間の比較にはBonferroni法を用いた。

(2) 歩行練習にむけた膝関節での電子ゴニオメータの検討

健常者を対象に電子ゴニオメータ(バイオメトリクス社製)を用いた歩行練習が可能であるか検討を行った。対象関節は脳卒中患者で多くの問題点が指摘される膝関節とした。電子ゴニオメータを大転子と足関節外果を結んだ線上に配置し、中心は大腿骨顆部最大膨大部にあわせ、歩行周期中の膝関節角度の推移を計測した。歩行周期中の膝関節の角度データはフィードバックログ(ディケイエイチ社製)で計測し、膝関節角度の最大値と最小値との差を算出した(膝関節角度範囲)。健常者をトレッドミル上で0.5、1.0、2.0、3.0km/hの速度で歩行させ、検者内および検査者間での確認を行い、歩行治療での使用の可能性を検証した。

4. 研究成果

(1) 脳卒中片麻痺患者の定量的な指標の作成

脳卒中患者90例を入院から2週時点でのSIAS下肢合計点で分類した結果、重度麻痺群は23例、中等度麻痺群は40例、軽度麻痺群は27例であった(表1)。

入院から2週時と6週時での重症度別の各群の時間距離因子(表2)は、快適歩行速度、歩行周期時間、歩行率、重複歩距離、非麻痺側歩幅、麻痺側歩幅のすべての項目で、重度

表1. 患者基本情報

	重度麻痺群	中等度麻痺群	軽度麻痺群
	23例	40例	27例
年齢 (歳)	60 ± 10	61 ± 11	65 ± 12
性別 (例)	男性: 16	男性: 31	男性: 18
	女性: 7	女性: 9	女性: 9
麻痺側 (例)	右側: 11	右側: 20	右側: 14
	左側: 12	左側: 20	左側: 13
発症後期間 (日)	46 ± 15	44 ± 11	44 ± 12
FIM 歩行 (点)	4(3-4)	5(4-5)	5(5-6)
SIAS 下肢合計点	3(3-4)	8(7-9)	12(12-12)
下肢装具 (例)	有り: 23	有り: 35	有り: 7
	無し: 0	無し: 5	無し: 20

FIM 歩行と SIAS 下肢合計点は中央値 (四分位範囲) を示す

表2. 入院時から2週時と6週時の重症度別の時間距離因子

		重度麻痺群	中等度麻痺群	軽度麻痺群
快適歩行速度 (km/h)	2週時	0.9 ± 0.9	1.6 ± 0.6	2.9 ± 1.0
	6週時	1.5 ± 0.9	2.2 ± 0.6	3.5 ± 1.0
歩行周期 (秒)	2週時	2.0 ± 0.7	1.5 ± 0.3	1.2 ± 0.2
	6週時	1.6 ± 0.5	1.3 ± 0.2	1.1 ± 0.1
歩行率 (歩/分)	2週時	68.3 ± 25.0	83.4 ± 17.7	106.4 ± 16.7
	6週時	82.3 ± 23.4	95.3 ± 16.1	114.0 ± 11.6
重複歩距離 (cm)	2週時	37.8 ± 19.8	64.5 ± 18.4	87.6 ± 22.5
	6週時	55.6 ± 20.1	78.2 ± 17.7	103.9 ± 25.2
非麻痺側歩幅 (cm)	2週時	15.1 ± 10.8	31.6 ± 10.6	43.8 ± 11.4
	6週時	26.2 ± 12.3	38.3 ± 9.8	51.7 ± 12.9
麻痺側歩幅 (cm)	2週時	22.3 ± 12.0	32.7 ± 9.3	43.5 ± 12.3
	6週時	29.3 ± 10.8	39.5 ± 10.0	52.1 ± 12.9

麻痺群と中等度麻痺群、重度麻痺群と軽度麻痺群、中等度麻痺群と軽度麻痺群との間に有意差を認めた ($p < 0.05$)。重症度別での時間距離因子の違いが明確になり、歩行練習の指標値に用いる際には重症度別の目標値を使用する必要性が考えられた。

入院から2週時の麻痺側立脚期の最大膝屈曲角度は軽度麻痺群が 14.2 ± 8.7 度、中等度麻痺群が 19.3 ± 9.6 度、軽度麻痺群が 24.5 ± 8.9 度であり、重度麻痺群と軽度麻痺群との間で有意差を認めた ($p < 0.01$)。同様に6週時では軽度麻痺群が 16.7 ± 7.6 度、中等度麻痺群が 18.7 ± 7.0 度、軽度麻痺群が 26.0 ± 8.7 度であり、重度麻痺群と軽度麻痺群、中等度麻痺群と軽度麻痺群との間で有意差を認めた ($p < 0.01$)。重度麻痺群では、麻痺側立脚期での骨盤後退や、下肢装具の使用により、膝関節の屈曲角度が小さいことが推察された。

入院から2週時の麻痺側遊脚期の最大膝屈曲角度は軽度麻痺群が 23.6 ± 11.4 度、中等度麻痺群が 36.7 ± 12.9 度、軽度麻痺群が 55.6 ± 10.6 度であり、重度麻痺群と中等度麻痺群、重度麻痺群と軽度麻痺群、中等度麻痺群と軽度麻痺群との間で有意差を認めた ($p < 0.01$)。同様に6週時では重度麻痺群が 27.9 ± 12.0 度、中等度麻痺群が 37.7 ± 11.4 度、軽度麻痺群が 59.1 ± 9.4 度であり、重度麻痺群と中等度麻痺群、重度麻痺群と軽度麻痺群、中等

度麻痺群と軽度麻痺群との間で有意差を認めた ($p < 0.05$)。麻痺側遊脚期の最大膝屈曲角度は2週時と6週時のすべての群間で差が明らかであり、時間距離因子の結果とあわせ、麻痺が軽度になるにつれ、歩行速度も速くなり、遊脚期での膝関節屈曲角度が大きくなる傾向にあった。

(2) 歩行練習にむけた膝関節での電子ゴニオメータの検討

同一の検査者により0.5、1.0、2.0、3.0km/hの計測を2回行った結果、膝関節角度範囲の差は0.5 km/hが7.5度、1.0 km/hが0.9度、2.0 km/hが0.4度、3.0km/hが3.5度であった。また、2名の検査者で0.5、1.0、2.0、3.0km/hの計測を4名の健常者に対して行った結果、膝関節角度範囲の差は0.5 km/hが 4.1 ± 4.1 度、1.0 km/hが 2.2 ± 2.0 度、2.0 km/hが 1.0 ± 0.5 度、3.0km/hが 1.9 ± 0.6 度であった。健常者を対象としたため、0.5km/hでは歩行速度が遅く、歩きにくかった可能性があり、やや誤差が大きい傾向にあった。0.5km/h以外の速度では、誤差は小さく、電子ゴニオメータを用いた歩行練習を膝関節に実施できることが確認できた。

本研究により得られた成果により、今後は定量的な指標に基づいた歩行練習を実施し、その効果を確認する必要がある。また、膝関節以外にも、麻痺側の立脚期での股関節屈曲角度など、脳卒中患者の歩行において重要な問題点の改善を図るために、対象とする関節を増やしていくことも重要であると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Kawakami K, Tanino G, Tomida K, Kato Y, Watanabe M, Okuyama Y, Sonoda S. Influence of increased amount of exercise on improvements in walking ability of convalescent patients with post-stroke hemiplegia. J Phys Ther Sci. 2016; 28(2): 602-606. 査読有
- ② 富田 憲, 園田 茂, 谷野 元一, 川上 健司, 加藤 洋平. 高強度・高密度リハビリテーションによる歩行再建. Jpn J Rehabil Med 53:12-16, 2016. 査読無
- ③ Tanino G, Sonoda S, Watanabe M, Okuyama Y, Sasaki S, Murai H, Tomida K, Suzuki A, Kawakami K, Miyasaka H, Orand A, Tomita Y. Changes in the gait ability of hemiplegic patients with stroke in the subacute phase - A pattern based on their gait ability and degree of lower extremity motor paralysis on admission. Jpn J Compr Rehabil Sci 5, 40-9, 2014. 査読有

〔学会発表〕（計 4 件）

- ① 小川 浩紀, 谷野 元一, 富田 憲, 鈴木 享, 川上 健司, 盛田 豊次, 近藤 輝, 宮島 拓実, 園田 茂. 回復期脳卒中片麻痺者の歩行における麻痺側の膝関節屈曲角度. 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会. 2016 年 6 月 9 日. グランドプリンスホテル京都（京都府, 京都市）.
- ② 盛田 豊次, 富田 憲, 近藤 輝, 山森 裕之, 鈴木 享, 川上 健司, 加藤 洋平, 小川 浩紀, 谷野 元一, 武田 湖太郎, 園田 茂. 脳卒中片麻痺歩行の単脚支持割合と両脚支持割合の検討: 左右対称性と膝関節角度に着目して. 第 42 回バイオメカニクス学会. 2015 年 11 月 14 日. ソラシティカンファレンスセンター（東京都, 千代田区）.
- ③ 加藤 洋平, 富田 憲, 鈴木 享, 川上 健司, 山森 裕之, 小川 浩紀, 盛田 豊次, 近藤 輝, 谷野 元一, 武田 湖太郎, 園田 茂. 脳卒中片麻痺患者における歩行パラメタのばらつきの限界域: 層別化による最小可検変化量の比較. 第 37 回臨床歩行分析研究会定例会. 2015 年 10 月 18 日. 九州看護福祉大学（熊本県, 玉名市）.
- ④ 小川 浩紀, 谷野 元一, 富田 憲, 鈴木 享, 川上 健司, 加藤 洋平, 盛田 豊次, 近藤 輝, 園田 茂. 回復期脳卒中片麻痺者の歩行における麻痺側遊脚期での膝関節屈曲角度. 第 13 回日本臨床医療福祉学会. 2015 年 8 月 28 日. 名古屋国際会議場（愛知県, 名古屋市）.

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷野 元一 (TANINO, Genichi)
藤田保健衛生大学・藤田記念七栗研究所・
助教
研究者番号：70631753

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし