

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2023

課題番号：16K09069

研究課題名（和文）脳卒中片麻痺者の長期的な疾患管理のための身体活動量の把握

研究課題名（英文）Physical Activity for Disease Management in People with Stroke.

研究代表者

清水 忍（Shimizu, Shinobu）

北里大学・医療衛生学部・講師

研究者番号：90286386

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：脳卒中患者の身体活動の低下は再発リスクを高めることから脳卒中患者の身体活動量を把握することは重要であるが、歩行速度が遅い脳卒中患者では身体活動量の代表的な指標である歩数を正確に測定することが難しい。本研究では、脳卒中患者の歩数を正確に測定する方法を検討するとともに、病院入院中の脳卒中患者が自発的に病棟内を活動している時の歩数について調査した。その結果、一日に自発的に活動しているときの歩数は約4,400歩であった。さらに、この自発的な歩数は運動麻痺など身体機能の影響を受けるものの、その影響は認知機能により異なり、認知機能が高い場合は運動麻痺による影響が少ないことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脳卒中患者の能力低下や再発予防のためには、退院後も長期的に身体活動量が維持、改善されることが望ましい。本研究では、病院内を独りで歩ける比較的移動能力が高い患者のみを対象としたが、一日の自発的な活動が2,000歩/日程度と身体活動が非常に低い人も含まれていた。退院後はリハビリテーションの機会が減ることから、入院中から継続的にリハビリテーション以外の時間帯の自発的な身体活動を促すことが重要である。今回、自発的な身体活動量には運動麻痺のみでなく認知機能も影響していることが明らかになったことから、認知機能に応じて身体活動を改善させるための取り組み方法を変更する必要があると考えられた。

研究成果の概要（英文）：It is important to evaluate the amount of physical activity in stroke patients, because a decrease in physical activity increases the risk of recurrence of stroke. However, it is difficult to accurately measure the number of steps, an index of physical activity, in stroke patients with slow walking speed. In this study, a method to accurately measure the number of steps taken by stroke patients with slow walking speed was investigated. In addition, the factors influencing the amount of daily steps taken by stroke patients in a convalescent rehabilitation ward during activities other than rehabilitation (non-rehabilitation steps) was investigated. The average number of non-rehabilitation steps taken was approximately 4,400 steps/day. Sex and activities of daily living were independent factors, and physical functions such as motor paresis and cognitive impairment were interactively associated with non-rehabilitation steps.

研究分野：理学療法

キーワード：脳卒中 身体活動

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

身体活動量が低い人ほど生命予後が悪く、冠動脈疾患の罹患率や死亡率が高いことが報告されている。特に、本邦で寝たきりとなる原因疾患の第1位を占めている脳卒中患者は運動麻痺などの身体機能低下に伴う移動能力低下が生じるため、他疾患よりも身体活動量が低下する。身体活動量の低下は脳卒中の再発リスクを高めることも知られており、疾患管理上も、脳卒中患者の身体活動量を把握することは非常に重要である。しかし、脳卒中患者の身体活動量の報告は歩数などの客観的指標による報告が少なく、アンケート調査が中心であり、脳卒中患者が病院内などで日中どの程度の量、活動しているのかは十分に把握できていない。過去に加速度計内蔵の身体活動量計を用いた報告もあるものの、比較的歩行速度が速い(約0.8~1.0m/s以上)脳卒中患者が対象にしたものがほとんどである。これは、活動量計が健常者を想定して計測アルゴリズムが作られているため、片側の上下肢の運動麻痺(片麻痺)による歩行動作の非対称性や歩行速度の低下が大きく生じている脳卒中患者の身体活動量を正確に捉えるのが困難であるためと考えられる。しかし、運動麻痺などの身体機能が低い患者のほうが、将来的な身体活動量低下、能力低下等のリスクが高い可能性を考えると、歩行速度が遅い脳卒中患者の客観的な身体活動量を把握する方法を検討することは重要である。

2. 研究の目的

(1) 脳卒中片麻痺患者(片麻痺者)を対象に、「ぶんまわし歩行」や「すり足歩行」など正常とは異なる歩行パターンとなる場合や歩行速度が遅い場合でも、正確に身体活動量(歩数)を測定する方法について検討することを研究1の目的とした。

(2) 病院入院中の脳卒中患者の1日の身体活動量(歩数)の実態を調べ、身体機能、移動能力、日常生活活動能力との関係性について明らかにすることを研究2の目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究1: 脳卒中患者の身体活動量を計測する機器に関する検討

病院または老人保健施設に入所中の脳卒中患者のうち、1分間以上の連続歩行が監視レベルまたは最小限の介助のもとで可能な者を対象とした。臨床的背景因子(年齢、性別、脳卒中の病型、麻痺側)、快適歩行速度、下肢の麻痺の重症度、歩行補助具または装具の使用の有無、および歩行パターンを調査した。対象者は3軸加速度計が内蔵されている iPod Touch(Apple 社製)および Fitbit One (Fitbit 社製)を非麻痺側下肢の外果上方に装着し、屋内の障害物のない平地にて約2分間の連続歩行を行った。また、検査者は対象者に追従して実際の歩数(実測値)を目視にて計測した。iPod Touch に内蔵された加速度センサから出力された3方向(左右軸、鉛直軸、前後軸)の加速度を合成したのち高速フーリエ変換し、一定の周波数域内でパワースペクトルが最大となる周波数を求め、歩数を算出した。この方法で iPod Touch の加速度センサから求めた歩数と Fitbit One で計測した歩数の精度を確かめるために、統計学的解析として級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficients: ICC(2, 1))と Bland-Altman 解析を使用した系統誤差(加算誤差、比例誤差)を用いた。また、歩行速度と歩数計測の精度との関係についても検討した。

(2) 研究2: 脳卒中患者の身体活動の実態と関連する因子の検討

回復期リハビリテーション病院入院中の脳卒中患者(脳梗塞または脳出血)で、Function Independence Measure (FIM) の歩行の点数が6点以上で病棟内歩行が自立している者、快適歩行速度が0.4m/s(24m/min)以上の者を対象とした。臨床的背景因子(年齢、性別、BMI、初発脳卒中か否か、脳卒中の病型、麻痺側、発症からの期間、併存疾患)、脳卒中機能障害の重症度(Stroke Impairment Assessment Set:SIAS)、活動能力(FIM 運動項目)、認知機能(FIM 認知項目)を用いて調査した。身体活動量の指標である歩数の測定は、Fitbit One (Fitbit 社製)の後継機種である Fitbit Flex2 (Fitbit 社製)を対象者の非麻痺側下肢の外果上方に装着して実施した。Fitbit Flex2 の装着期間は5日間とし、解析には2~4日目の歩数データを使用した。また、1日の総歩数と、リハビリテーション(理学療法、作業療法、言語聴覚療法)実施時間中の歩数(リハ時歩数)および総歩数からリハ時歩数を除いたリハビリテーション実施時間外の歩数(非リハ時歩数)を算出した。非リハ時歩数と関連する因子を検討するために、統計学的解析として階層的重回帰分析、および単純傾斜分析を用いた。階層的重回帰分析では、従属変数として非リハ時歩数を設定し、独立変数として3つのモデルを作成した。モデル1では年齢、性別、脳卒中の病型、麻痺側、および発症からの期間が含まれた。次に、モデル2ではモデル1に加えて、SIAS、FIM 運動項目、FIM 認知項目が追加された。最後に、モデル3ではモデル2に加えて、交互作用項(SIAS×FIM 運動項目、SIAS×FIM 認知項目)が追加された。さらに、モデル3で交互作用項が有意となった場合、その変数間の関係性を明らかにするために単純傾斜分析を実施した。

4. 研究成果

(1) 研究1: 脳卒中患者の身体活動量を計測する機器に関する検討

iPod Touchの加速度センサから算出した歩数は、系統誤差が認められたが ICC は 0.99 と高かった (図 1-A)。一方、Fitbit One は ICC が 0.85 と高く系統誤差も認めなかった (図 1-B)。しかし、歩行速度による影響をみたところ、iPod Touch の加速度センサを用いて算出した歩数は歩行速度による影響を受けないものの、Fitbit One では歩行速度の影響を受けており、対象者の快適歩行速度が約 0.4m/s 以上では誤差は 5%前後と精度が高かったものの、約 0.4m/s 未満の歩行速度が遅い対象者では誤差が著しく増大することが明らかとなった (図 2)。iPod Touch から歩数を算出した場合、歩行速度の影響を受けにくく、歩行速度が遅い場合も歩数計測の精度が高いことが明らかになった。しかし、高さ 123.4 mm、幅 58.6 mm、重さ 88 g という大きさにより長時間の装着は難しく、より小型、軽量のデバイスを検討する必要がある。このため、より小型かつ軽量のスマートウォッチを足部に装着して、そこから得られた加速度データを用いて歩数計測システムの作成を検討した。歩数計測の精度は iPod Touch と大きな差はなく、測定機器のサイズの問題は解消されたものの、加速度データの取得にスマートフォン用アプリを経由する必要があるなど歩数算出までに時間がかかる問題は解決されておらず、実際に脳卒中患者の日常の歩数を計測するためには今後更に改善方法を検討していく必要である。

一方、Fitbit One は軽量であり、足部に装着しても大きな違和感はない。市販の活動量計であり、歩数算出に特別な計算が不要でリアルタイムに歩数を確認することができる。また、今回、脳卒中患者の歩数測定における信頼性が高いことも明らかとなった。歩行速度が極端に遅い場合 (0.4m/s 未満) には誤差が大きくなるものの、この測定機器を用いて脳卒中患者の歩数計測を行う場合には対象者の選定基準を快適歩行速度 0.4m/s 以上とすれば比較的精度が保たれることが明らかになった。

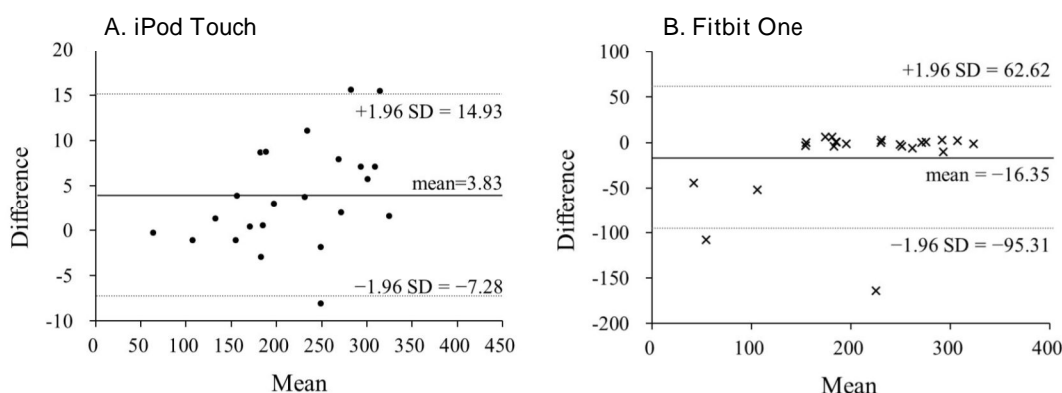


図 1 . 実際の歩数と機器で測定した歩数の一致性を示す Bland-Altman plot

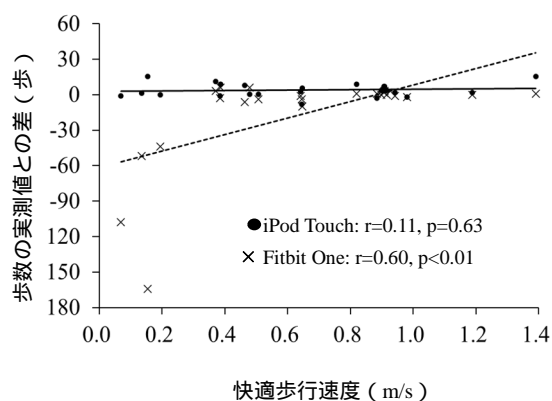


図 2 . 計測機器による歩数の誤差と快適歩行速度の関係

(2) 研究 2 : 脳卒中患者の身体活動の実態と関連する因子の検討

回復期病院内入院中で病棟内歩行が自立している脳卒中患者の身体活動の実態を調査した結果、一日の総歩数は $6,734 \pm 2,817$ 歩、リハビリ歩数は $2,345 \pm 970$ 歩、非リハビリ歩数は $4,390 \pm 2,331$ 歩であった (図 3)。リハビリテーション実施中は療法士による介入が主になるため、その時間を含めた総歩数は脳卒中患者の自発的活動を十分に反映していない可能性がある。一方、総歩数からリハビリテーション時の歩数を除いた非リハビリ歩数は、入院中の脳卒中患者の自発的な活動の量を反映していると考えられる。退院後は毎日リハビリテーションを受ける機会がなくな

るため、退院後の身体活動の維持や改善を考える上においては非リハ時歩数に関連する因子が重要である。このため、歩数のうち特に非リハ時歩数に着目して、それに関連する因子について階層的重回帰分析を用いて調べた。その結果、モデル2の決定係数はモデル1と比較して有意に増加した($R^2=0.07$, $P=0.03$)。さらに、モデル3の決定係数はモデル2に比べて有意に増加した($R^2=0.09$, $P=0.03$)。加えて、モデル3においては、SIASとFIM認知項目の交互作用項が有意となり($P<0.01$)、非リハ時歩数に関連する因子として抽出されたため、これらの交互作用について単純傾斜分析を用いて可視化した。その結果、認知機能(FIM認知項目)の点数が高い場合よりも低い場合の方が、身体機能(SIASの総得点)の勾配が急峻であることが明らかになった(図4)。今回の結果から、非リハ時歩数に関連する因子として性別とFIM運動項目は独立した因子であること、さらに、身体機能と認知機能は相互作用的に関連しており、入院中の脳卒中患者の自発的な身体活動は、脳卒中による身体機能低下に影響を受けるものの、特に認知機能が低い患者のほうがその影響を受けやすいことが明らかになった。

これらの知見から、病棟内歩行が自立可能なレベルの身体機能をもつ脳卒中患者であっても、自発的な身体活動量である非リハ時歩数には認知機能の影響を受け、認知機能が高い場合は脳卒中による機能障害の影響が補完されるが、認知機能が低い場合には脳卒中による機能障害による身体活動への影響が大きいことが明らかになった。このことは、退院後の脳卒中患者の身体活動の維持や改善だけでなく、再発防止といった疾患管理などの長期的な対策を考えるうえで有益な情報であると考えられる。

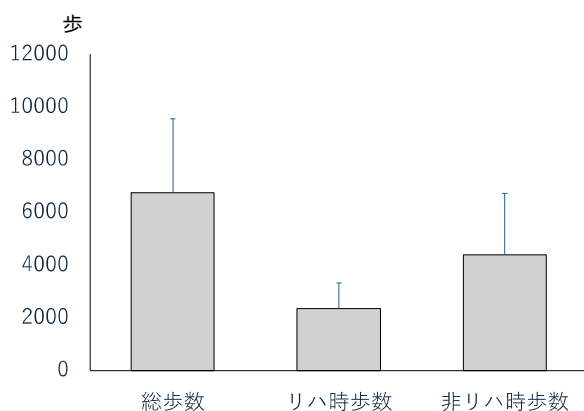


図3. 脳卒中患者の一日の身体活動量

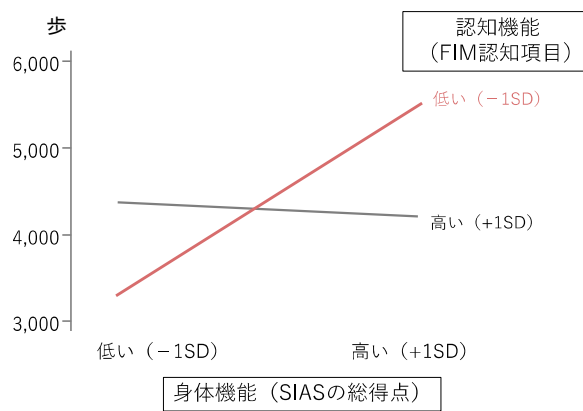


図4. 非リハ時歩数に対する身体機能と認知機能の交互作用を示した単純傾斜

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamada Ryuichiro, Shimizu Shinobu, Suzuki Yuta, Nakachi Yuki, Takemura Nami, Taira Katsuya, Yamazato Tomoya, Shimabukuro Michiru, Tsunoda Satoshi, Shimose Ryota, Ogura Misao, Higa Jun, Nakanishi Takayuki, Matsunaga Atsuhiko	4. 巻 31
2. 論文標題 Factors related to daily step counts of stroke patients during hospitalization in a convalescent rehabilitation ward	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases	6. 最初と最後の頁 106398 ~ 106398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106398	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 守田 憲崇, 清水 忍, 有阪 直哉, 山田 隆一郎, 小倉 太一, 松永 篤彦, 稲岡 秀検	4. 巻 143
2. 論文標題 スマートウォッチによる加速度計測システムの開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌)	6. 最初と最後の頁 473-474
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.143.473	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Yamada R. Shimizu S. Takemura N. Taira K. Shimabukuro M. Yamazato T. Shinzato S. Nakamura Y. Ogura M. Nakajima M. Nakanishi T. Matsunaga A.
2. 発表標題 Predicting community ambulation after long-term inpatient rehabilitation using the Berg Balance Scale.
3. 学会等名 WCNR 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田隆一郎、清水 忍、武村奈美、平 勝也、山里知也、島袋みちる、新里 舜、仲村洋祐、中島三智子、小倉 彩、仲西孝之、松永篤彦
2. 発表標題 脳卒中患者の回復期病棟入院時のバランス能力は屋外歩行に必要な歩行速度の獲得の可否を予測する
3. 学会等名 第20回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamada R, Shimizu S, Yasuhara S, Shimose R, Tsunoda S, Ogura M, Takemura N, Taira K, Goya M, Shimabukuro M, Yamazato T, Shinzato S, Nakamura Y, Nakanishi T, Matsunaga A
2. 発表標題 Factors related to daily step counts of stroke patients during hospitalization in a convalescent rehabilitation ward
3. 学会等名 ISPRM 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuhara S., Shimizu S., Yamada R., Nakachi Y., Takemura N., Taira K., Yamasato T., Nakanishi T., Matsunaga A.
2. 発表標題 Factors related to daily step counts of patients with stroke during hospitalization in a convalescent rehabilitation ward.
3. 学会等名 ECSS 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中地 祐貴, 山田 隆一郎, 武村 奈美, 平 勝也, 呉屋 盛彦, 山里 知也, 安原 彩夏, 清水 忍, 松永 篤彦, 仲西 孝之, 又吉 達, 濱崎 直人, 宮里 好一
2. 発表標題 回復期リハビリテーション病棟で病棟内歩行が自立している片麻痺者の身体活動量の実態
3. 学会等名 第3回日本リハビリテーション医学会 秋季学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田隆一郎, 八木貫太, 清水 忍, 松永篤彦
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者の歩数を測定する ための器機の検討
3. 学会等名 第36回日本私立医科大学理学療法研究会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shimizu, S., Yamada, R., Ichinosawa, Y., Arisaka, N., Mamorita, N., Tsuruta, H., Matsunaga, A.
2. 発表標題 Development of a new method for counting steps taken while walking using a three-axis accelerometer in people with stroke.
3. 学会等名 22nd annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松永 篤彦 (Matsunaga Atsuhiko) (00286387)	北里大学・医療衛生学部・教授 (32607)	
研究分担者	守田 憲崇 (Mamorita Noritaka) (70632420)	北里大学・医療衛生学部・講師 (32607)	
研究分担者	有阪 直哉 (Arisaka Naoya) (40759403)	北里大学・医療衛生学部・助教 (32607)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------