

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25862135

研究課題名(和文) 介助負担と乗り心地を考慮した標準型車いすへの改善に関する検討

研究課題名(英文) Study on the improvements to the manual Wheelchair that considers both the user's riding comfort and the helper's physical strain

研究代表者

能登 裕子 (Noto, Hiroko)

九州大学・医学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号：40615910

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)：標準型手動式車いすは、介助用として広く利用されている。前輪を持ち上げ段差へ乗り上げるには、ティッピングレバーの踏込操作が必要となり介助者の身体的負担は大きい。本研究は、ティッピングレバーの形状(3条件)と位置(5条件)を条件とし、高齢介助者の主観評価と操作姿勢、段差乗り上げ操作時の足底圧および筋活動から、介助者の身体的負担の軽減と操作の容易性につながるレバー形状および位置について検討した。

研究成果の概要(英文)：Standard wheelchairs are most frequently used device in Japan to assist peoples with walking disabilities. In order to navigate a wheelchair over steps, a helper has to depress a tipping lever to lift front wheels. The present study investigated several tipping lever designs (3 type of surfaces and 6 locations of levers) to clarify ease of operation and physical strain of elderly helpers by measured subjective evaluation, foot pressure and electromyogram of helpers.

研究分野：基礎看護学、人間工学

キーワード：車いす ティッピングレバー 段差 介助方法

1. 研究開始当初の背景

わが国は要介護者・介助者とも高齢化が進んでおり、生活行動の基本である移動の補助への取り組みは車いす環境においても重要な課題である。介助者を伴う車いす利用環境の改善には、車いすの機能改善、走行環境の整備、安全な操作技術の実践が欠かせない。しかし、乗車者による自走を前提とした車いすの高機能化は多く行われているが、介助者の身体的負担や乗車者の乗り心地を考慮した車いすへの改善や車いすの形状が介助動作に及ぼす影響についての検討は少ない。

路面の中でも段差は走行上大きな障害となる。現在、高齢者や障害者、車いす自走者に配慮した設計基準として段差高さ 20mm がひとつの基準とされている。一方で、これまでに筆者らが行った凸状段差通過の研究では、介助者操作による前輪押しつけ通過では高さ 10mm 以上で乗車者が受ける衝撃が増大し乗り心地が大きく低下したことから、衝撃低減のため前輪を持ち上げ通過する必要があることが示された。前輪を持ち上げ段差へ乗り上げるには、ティッピングレバーの踏み込み操作が必要となり熟練を要するが、その形状が介助者の踏み込み易さに及ぼす影響は検討されていない。

2. 研究の目的

本研究は、ティッピングレバー（以下、レバーとする）の形状と位置を条件とし、高齢女性介助者の主観評価と操作姿勢、段差乗り上げ操作時のレバー踏み込み足底圧及び筋活動から、介助者の身体的負担の軽減と操作の容易性につながるレバー形状および位置について検討した。

3. 研究の方法

1) 被験者

介助者は 65 歳以上の女性 15 名(年齢 69.5 ± 3.2 歳、身長 152.6 ± 5.3 cm、体重 52.5 ± 8.5 kg、左右の握力平均値 22.3 ± 3.9 kgf)、乗車者は若年男性 2 名(年齢 22.5 ± 0.71 歳、身長 163.1 ± 2.0 cm、体重 60.3 ± 0.4 kg)とした。

2) 車いすおよび段差条件

本実験では自走式標準型車いす(カワムラサイクル KR-501 VS)を用いた。段差は、木製通路に高さ 90 mm の階段状段差を設置した。

3) ティッピングレバー条件

車いすの右側レバー部をアタッチメント加工し、踏み込み部の形状を円筒型(標準型)・円筒ゴム型・平坦ゴム型の 3 条件とした(図 1 -a)。位置条件は、基準位置 (Y0, Z0) (車軸から水平方向 150mm, 床面から垂直方向 145mm) を含む水平方向 3 パターン (Y0, Y-40, Y-80) および垂直方向 2 パターン (Z0, Z-40) を組み合わせた 6 条件を設定した(図 1 -b)。

4) 車いす操作内容および実験手順

車いすの操作は、前輪はレバーを踏み前輪を浮かせて乗り上げ、後輪はグリップを持ち後輪を浮かせながら段差に押し付けて乗り上げる方法とした。操作指標を図示したマニュアルを用いた説明の後、練習時間を設け習熟度を統制した。レバー条件の試行順序は、順序効果を考慮して設定した。

5) 測定項目

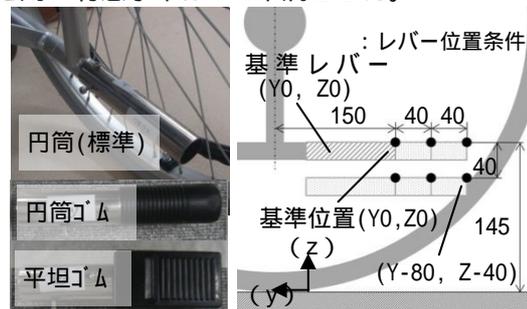
介助者がレバーを踏み込む際の足部負担の指標として、右足底の圧力分布を測定した。記録は、F-スキャン(Nitta 製)にて 50Hz で計測し、同ソフトウェアを用い、踏み込み動作中の最大踏み込み荷重(kgf)と接触面積平均 (cm^2/s)、最大踏み込み荷重発揮時の接触面積 (cm^2)と踏み込み圧力中心位置(%)を算出した。

また、車いすおよび介助者に反射マーカを貼付し、段差乗り上げ区間における車いすの走行軌跡と介助者の姿勢角等を測定した。計測は 3 次元動作計測システム(Motion Analysis 社、Coretex 5.0)にて 60Hz で取り込み、解析には 3 次元動作解析ソフト(KISSEI COMTEC 社、KineAnalyzer)を用いた。さらに、介助者の段差乗り上げ操作に伴う負担を評価するため、グリップの押し下げとレバーの踏み込みに関与する右上腕三頭筋、右上腕二頭筋、右前腕橈側屈曲筋、右大腿直筋の表面筋電図を記録した。記録は、Bagnoli EMG System (Delsys 社製)にて 1020Hz で計測し、筋電図解析用ソフトウェア(Chart6)を用い、レバー踏み込み区間の 100msec 毎の RMS 値及び全波整流した積分値(以下、IEMG)を得た。

介助者には、操作終了ごとに前輪・後輪の持ち上げやすさやレバーの踏み込みやすさ等について数値が大きいほど「容易」とする 5 段階評価、操作時の各部位の負担感について 0 を「感じない」、4 を「非常に感じる」とする 5 段階評価を行った。

6) 統計処理

各測定項目の結果は、形状を要因とした対応のある 1 元配置分散分析、高さと長さを要因とした対応のある 2 元配置分散分析を行った。いずれも主効果が認められた場合には Bonferroni 法による多重比較検定を行った。全ての統計解析には SPSS Version 17(IBM)を用い有意水準は 5%未満とした。



a) レバー形状 b) レバー位置
図 1 ティッピングレバー条件

4. 研究成果

1) ティッピングレバー形状

介助者の主観評価は、前輪の持ち上げやすさ、レバーの踏み込みやすさに形状の主効果が認められた。多重比較検定の結果、いずれの項目も円筒ゴム型、平坦ゴム型は円筒型に比べ有意に高評価であった。また、操作時の負担感は、肩、手・手首、腰、足に形状の有意な主効果が認められ、いずれの部位も平坦ゴム型は円筒型に比べ有意に低値を示した。

足底圧は、踏み込み区間中の接触面積平均と最大踏み込み荷重発揮時の接触面積に形状の主効果が認められた。多重比較検定の結果、平坦ゴムは円筒型に比べ有意に高値を示した。踏み込み区間中の最大踏み込み荷重と最大踏み込み荷重発揮時の踏み込み圧力中心位置に形状の主効果は認められなかった。

筋電図は、いずれの部位においても最大RMS、IEMG に形状の主効果は認められなかった。

2) ティッピングレバー位置

介助者の主観評価は、前輪の持ち上げやすさ、レバーの踏み込みやすさに高さ・長さの主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。多重比較検定の結果、前輪の持ち上げやすさ、レバーの踏み込みやすさは、高さZ0条件、高さZ-40条件とも、Y-80条件はY0条件に比べ有意に高評価を示した(図2)。前輪の持ち上げやすさの高さZ0条件のみ、Y-40条件もY0条件に比べ有意に高評価を示した。操作時の負担感は、いずれの部位にも主効果は認められなかった。

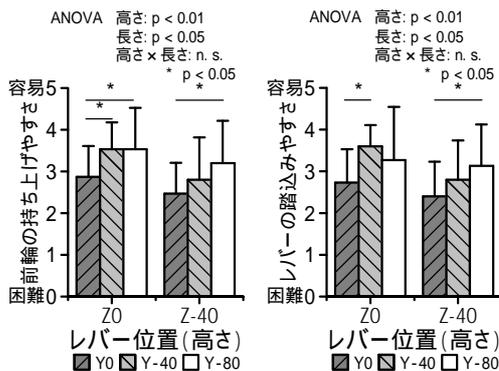


図2 操作の容易性に関するレバー位置別主観評価

足底圧は、最大踏み込み荷重発揮時の踏み込み圧力中心位置に高さ・長さの主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。多重比較検定の結果、高さZ0、高さZ-40条件ともY-40条件、Y-80条件はY0条件に比べ有意に低く、踵に近い位置を示した(図3)。踏み込み区間中の最大踏み込み荷重と接触面積平均、最大踏み込み荷重発揮時の接触面積には、高さおよび長さの主効果は認められなかった。

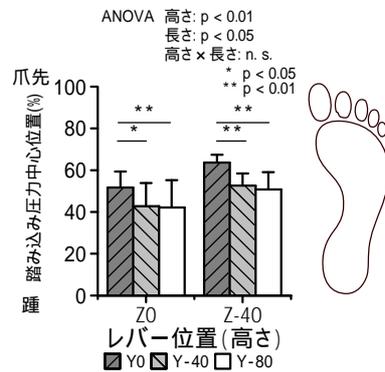


図3 最大荷重発揮時のレバー位置別踏み込み圧力中心位置

筋電図は、上腕三頭筋は最大RMSに長さの主効果、IEMGに高さ・長さの主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。多重比較検定の結果、最大RMS、IEMGとも、高さZ0条件では、Y-80条件はY0条件に比べ有意に低値を示した(図4)。また、IEMGの高さZ0条件ではY-40条件もY0条件に比べ有意に低値を示した。

上腕二頭筋は、最大RMSに主効果は認められなかった。IEMGは長さの主効果が認められ、交互作用は認められなかった。多重比較検定の結果、IEMGは、高さZ0条件、Z-40条件とも、Y-80条件はY0条件に比べ有意に低値を示し、高さZ0条件ではY-40条件もY0条件に比べ有意に低値を示した。

前腕橈側手根屈筋は、最大RMSに高さ・長さの主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。多重比較検定の結果、最大RMSは、高さZ0条件において、Y-80条件、Y-40条件ともY0条件に比べ有意に低値を示した。IEMGに主効果は認められなかった(図5)。

大腿直筋は、最大RMSに主効果は認められなかった。IEMGは長さの主効果が認められ、交互作用は認められなかった。多重比較検定の結果、IEMGは、高さZ0条件において、Y-80条件、Y-40条件ともY0条件に比べ有意に低値を示した。

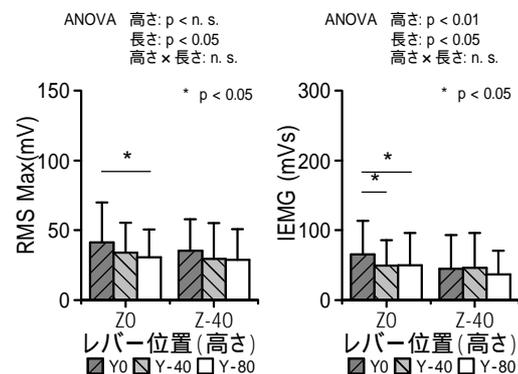


図4 最大荷重発揮時のレバー位置別筋電図 (上腕三頭筋)

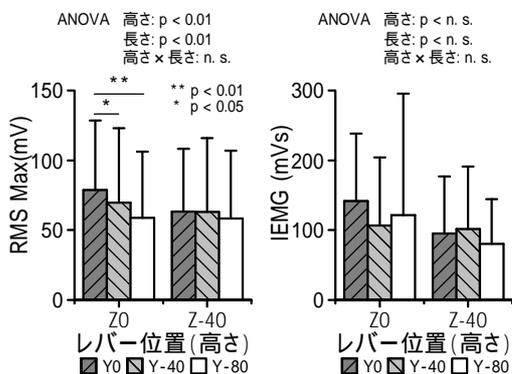


図5 最大荷重発揮時のレバー位置別筋電図 (前腕橈側手根屈筋)

車いすのレバーは、前輪の持ち上げが必要な段差を通過する際に介助者が操作するツールであり、踏み込み力を効果的に発揮でき負担が少ないことが望ましい。本研究では段差乗り上げ介助操作時の容易性、介助負担の軽減を目的とし、レバー形状と位置を比較検討した。形状においては、最大踏み込み荷重発揮時の踏み込み総面積、踏み込み区間の総面積とも平坦ゴム型が円筒型に比べ大きく、操作の容易性や負担感の評価も同様の傾向が認められた。一方で総荷重および筋電図には形状による差は認められなかった結果から、形状が変化しても前輪の持ち上げに要する踏み込み力に違いは生じないと推察する。しかし、踏み込み面の接触面積が拡大することにより荷重が分散し、負担感に影響を及ぼすものと考え。踏み込み面の平坦化は、踏み込み時の負担感の軽減につながり、前輪操作の主観的容易性が高まることが示唆された。

レバー位置は、特に高さ Z0 条件において、上腕三頭筋、上腕二頭筋、大腿直筋とも長さが Y0 条件よりも介助者側に長くなるに伴い、操作の容易性が高まるとともに IEMG が低減していることから、踏み込み位置が介助者の体幹に近くなることにより踏み込みがスムーズに行え、筋負担が減少することが推察できる。レバーの高さと長さの関係により踏み込み位置が変化することが操作姿勢や力の発揮効率に影響を及ぼしていると考え。一方で、前腕橈側手根屈筋では、Y0 条件よりも介助者側に長くなるに伴い最大 RMS が低減していたことは、レバー長さがグリップの押し下げを行う前腕の筋力発揮に影響を及ぼすものと考え。現行の標準型に対して、レバーの形状および長さの改善により介助者の操作負担の軽減とスムーズな段差乗り上げ操作につながる可能性が示唆された。

<引用文献>

能登裕子, 村木里志 (2011) 乗り心地および介助負担を考慮した凹凸段差車いす介助通過方法に関する研究, 日本福祉のまちづくり学会誌, 13(2):14-25.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Noto H, Muraki S, Effect of rear-wheel operation of a manual wheelchair on user's riding comfort and helper's physical strain while navigating steps, International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences, Vol.19, No.1, 17.-22, 2014, 査読有.

〔学会発表〕(計4件)

能登裕子, 村木里志, 車いすのティッピングレバー形状・位置と段差乗り上げ操作を行う介助者の筋活動との関係, 第51回人類働態学会全国大会, 2016.6.11, 富山大学(富山県・富山市)
 能登裕子, 村木里志, 車いすのティッピングレバー形状が踏み込み足底圧と負担感に及ぼす影響, 日本人間工学学会第56回大会, 日本人間工学会誌, 51:350-351, 2015.6.13, 芝浦工業大学(東京都港区)
 能登裕子, 村木里志, 車いす段差通過時の介助姿勢が走行動態と快適性に及ぼす影響, 第27回バイオメディカルファジシステム学会講演論文集, 111-112, 2014.11.16, 昭和大学(東京都品川区)
 Hiroko Noto, Satoshi Muraki, Rear-wheels Operation Indexes for Manual Wheelchair Helpers Navigating Step, The Sixth International Conference on Information, May 11, 2013, Hotel Arcadia (Ichigaya, Tokyo, Japan)

〔その他〕

受賞

International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences, The Best Paper Award (November 15, 2014 Biomedical Fuzzy System Association)
 Noto H, Muraki S (2014) Effect of rear-wheel operation of a manual wheelchair on user's riding comfort and helper's physical strain while navigating steps, International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences, Vol.19, No.1, pp17.-22.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

能登 裕子 (NOTO, Hiroko)
 九州大学・大学院医学研究院保健学部門・講師
 研究者番号: 40615910

(2) 研究協力者

九州大学・大学院芸術工学研究院・教授
 村木 里志 (MURAKI, Satoshi)
 研究者番号: 70300473