

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 20 日現在

機関番号：37128
 研究種目：研究活動スタート支援
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23890246
 研究課題名（和文） 段差の高さと車いす通過介助操作方法が乗り心地および介助負担に及ぼす影響
 研究課題名（英文） Effect of the step height and helper's wheelchair navigating steps techniques on the user's riding comfort and helper's physical strain
 研究代表者 能登 裕子 (NOTO HIROKO)
 純真学園大学保健医療学部看護学科・助教
 研究者番号：40615910

研究成果の概要（和文）：

介助者を伴う車いす利用環境の改善は重要な課題である。段差路面は、介助負担や転倒の危険の要因となるが、高齢介助者を考慮した環境基準や操作指標に関する検討は少ない。本研究は、5～150mm の高さ 8 条件の階段状段差と 2 種類の乗り上げ方法を設け、60 歳代女性介助者が操作可能な境界高さとし主観評価から、介助者の乗り上げ操作を考慮した段差高さの基準について示した。また、車いす走行軌跡、介助者・乗車者の主観評価および介助者の姿勢角から介助者の操作指標について検討した。

研究成果の概要（英文）：

Improving the usage environment for helpers pushing a wheelchair is an important issue. Steps are one of the main factors that have an effect on the physical strain of wheelchair helpers and the safety of wheelchair users. In this study, we investigated the preferable operation techniques for helpers and standards of step height, taking into account the user's riding comfort and the helper's physical strain.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2011 年度 | 1,300,000 | 390,000 | 1,690,000 |
| 2012 年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 総計 | 2,200,000 | 660,000 | 2,860,000 |

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学・基礎看護学

キーワード：車いす・介助方法・段差

1. 研究開始当初の背景

近年、被介護者・介護者とも高齢化が進んでおり、特に女性の介護者の割合が多く、介護負担は大きな問題となっている。車いすは移動に最も多く利用される福祉・介助機器である。介助者が高齢であっても安全に操作できるように、車いす自体の機能向上に加え、安全な走行環境および適切な操作技術の実践が必要となる。走行環境の中でも特に段差は、屋内・屋外とも走行上大きな障害となり、通過できない場合もある。そのため、移動に車いす等を必要とする人も社会活動に参加で

きるよう、高齢者や障がい者に配慮した設計基準が示されている。道路や建築物については、バリアフリー新法や各都道府県の福祉のまちづくり条例、住宅については、長寿社会対応住宅設計指針など、高齢者や障害者に配慮した設計基準に基づきバリアフリー化が推進されている。しかし、新しい建築物には目立つ段差はなくなっている一方で、古い建築物や住居には依然段差が存在する。また、車いすを介助者が操作し利用する場合の段差基準はない。

段差環境と車いす走行に関する研究は、乗

車者が操作する場合については、車いすの機能向上、車いすや生体の振動特性、操作負担などを目的とした多くの報告がある。しかし、介助者の操作負担の軽減を目的とした報告は少ない。中でも、実際の介護現場で多く利用されている標準型車いすを用いた段差乗り上げ方法についての研究は少ない。

段差の通過は、押す動作に限られる平地やスロープ勾配と違い、車輪を持ち上げる動作が加わる。階段状段差は凸状段差と比べ、高さが高い場合が多い。段差が高くなると、前輪・後輪の持ち上げが必要となり、介助者への負担は増す。また、乗車者の受ける衝撃低減のためには、前輪を持ち上げ通過する必要がある。そのため、高齢介助者でも車いす介助可能な段差高さ基準および乗車者・介助者双方の安全性と快適性を考慮した望ましい段差乗り上げ操作マニュアルが必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、介助者が車いすを操作して段差を通過する場合の①階段状段差高さが介助操作に及ぼす影響について、②車輪持ち上げ操作技法と乗り心地および介助負担との関係について検討し、高齢女性にも容易に通過可能な階段状段差高さと望ましい操作技法についての指針を提案する。

3. 研究の方法

(1) 被験者

介助者は60歳代女性11名(年齢64.6±3.5歳、身長153.6±4.1cm、体重52.2±4.8kg、握力25.2±4.2kgf)、乗車者は若年女性2名(A:年齢22.0歳、身長159.7cm、体重47.3kg、B:年齢22歳、身長161.3cm、体重53.0kg)とし、乗車時に53kg(60歳代女性の平均体重)に調整した。

(2) 車いす

車いすはスチール製の介助用標準型車いす(表1)を用いた。

表1. 車いすの特性

| | |
|--------|--------------------|
| 寸法 | 96L x 55W x 84H cm |
| 前輪径 | 7 inch |
| 後輪径 | 16 inch |
| 重量 | 15.6 kg |
| フレーム材質 | スチール |

(3) 段差条件

長さ6m、幅1.5mの木製通路に階段状段差を設置した。段差条件は、高さ8条件(5mm、10mm、20mm、40mm、60mm、90mm、120mm、150mm)とした。

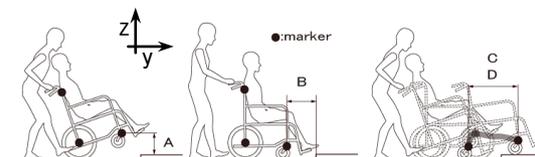
(4) 車いす操作内容および実験手順

車いすを段差端から180cmの位置に停止させ、介助者には、合図により車いすを任意の

位置まで進めさせた後、停止した状態から段差の乗り上げ操作を行わせた。スタートから介助者が段差に上がり停止するまでを1動作とした。乗り上げ操作は、高段差の場合に推奨されている基本的な方法(前輪はティッピング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。さらに、5~20mmの低段差は、前輪・後輪とも押しつけて乗り上げる操作も行った。以後、前輪が乗り上げるまでの操作を前輪操作、後輪と介助者が段差に乗り上げるまでの操作を後輪操作とする。介助者には、測定前に操作方法を指示し、練習を行い習得させた。測定は低段差から開始し、各1試行ずつとした。また、車いすの発進位置と前・後輪の通過方法の他は介助者の任意とした。

(5) 測定項目

段差通過区間における車いすの走行軌跡等を計測した。走行軌跡より、A:前輪最大持ち上げ高さ(最大持ち上げ時の前輪位置一段差高さ)(z)、B:持ち上げ前の前輪と段差端との距離(y)、C:前輪持ち上げ中の推進距離(y)、D:前輪持ち上げ継続時間を算出した。計測は3次元動作計測システムにて60Hzで取り込み、解析には3次元動作解析ソフトを用いた。



- A: 前輪最大持ち上げ高さ(z) (mm)
- B: 持ち上げ前の前輪と段差端との距離(y) (mm)
- C: 前輪持ち上げ中の推進距離(y) (mm)
- D: 前輪持ち上げ継続時間(sec)

図1. 車いす走行軌跡からの算出項目

主観評価は、乗車者には乗り心地について数値が大きいほど「快適」とする5段階評価を行った。さらに介助者には、首、肩、腕、手首、手・指、腰、脚、足について「負担を感じない」を0、「やや感じる」を1、「感じる」を2とした3段階評価を前輪操作・後輪操作別に行い、各部位の負担感を合計したものを全身の負担感とした。

6) 統計処理

主観評価は、段差の高さを要因とした繰り返しのある1元配置分散分析を行った。主効果が認められた場合にはDunnnett法により多重比較検定を行い最も低い条件である5mm高さとの比較を行った。また、限界段差高さと介助者の身体特性(身長・体重・握力)との関係、走行軌跡の各計測値および主観評価との関係をみるためPearson相関係数を算出した。有意水準は5%未満とした。

4. 研究成果

主な成果である、安全性を考慮した段差高さ基準および前輪段差乗り上げ操作時の操作指標について得た示唆を報告する。

(1) 安全性を考慮した段差高さ基準

①前輪押し付けによる乗り上げ操作 (5~20mm 条件)

5~10 mm条件では、いずれの介助者も前輪押し付けによる乗り上げが可能であった。しかし、20 mm条件では押し付けによる乗り上げが不可能な者 (36.4%) を認めた。

主観評価の結果、5mm では介助者、乗車者とも前輪押し付けによる乗り上げを好んだ (介助者 10/11 人 乗車者 10/11 人)。20mm 高さでは3組が押しつけ操作では段差を乗り越えられず、乗り越えた組では介助者は押しつけ操作と持ち上げ操作に評価が分かれた (4/7 人が押し付け) のに対し、乗車者は持ち上げ操作を好んだ (6/7 人)。

②前輪持ち上げによる乗り上げ操作 (5~150mm 条件)

乗り上げ可能な最大段差高さ (限界段差高さ) は、90 mmが2名 (18%)、120mmが6名 (55%)、150mmは3名 (27%) であった。しかし 90 mm条件以上では、乗り上げ可能であった者の中には操作中にバランスを崩すなどの難あり操作が認められた (表 2)。また、限界段差高さとの関係は、限界段差高さとの間にのみ有意な正の相関 ($r=0.76$, $p<0.01$) が認められた。一方で、限界段差高さが150mmであった介助者3名のうちの1名は、握力が23.8kgfであり、平均握力値以下であった。

表 2 操作の可否 (段差高さ別)

| 段差高さ | 介助者の操作結果 (人) | | |
|---------|--------------|----------|----|
| | 通過 | 通過 (難あり) | 不可 |
| 5~60 mm | 11 | 0 | 0 |
| 90 mm | 7 | 4 | 0 |
| 120 mm | 4 | 5 | 2 |
| 150 mm | 2 | 1 | 8 |

主観評価は、介助者の操作の難易度 ($p<0.01$)、乗車者の乗り心地 ($p<0.01$) とも段差高さの主効果が認められ、多重比較検定の結果、操作の難易度は 60mm を境に有意に上昇、乗り心地は 90mm を境に有意に低下した (図 2)。

介助者の全身負担感は、前輪操作時 ($n=77$, $r=0.31$, $p<0.01$)・後輪操作時 ($n=77$, $r=0.58$, $p<0.01$) とも段差が高くなるにつれ増加する傾向を示した。一方で、高段差においても負担感が生じない介助者も認めた。負担感を感じる部位は、前輪操作時は脚、次いで腕で

あり、後輪操作時は腕、次いで腰であった。

現在、様々な設置基準によりバリアフリー化が推進されており、歩車道の境界や出入口の上限は 20 mmと規定されている。しかし本研究の結果では、20mm 高さになると前輪押し付けによる乗り上げ操作は3割以上の介助者が通過困難となった。障がい者を考慮した道路法規では 20mm 以下を標準としているが、20 mmでは介助者は押しつけ通過困難となる。屋外走行を行う場合、現状では、介助者への身体的負担が大きい持ち上げ操作が実施可能であることが前提となる。

持ち上げ操作を行う場合は、60mm を超えると介助者の難易度が上昇し、90mm を超えると乗り上げ不可能な介助者が生じた。住環境においては上がり框 (上限 180mm) などの基準があるとともに、古い建築物や住居に存在する高段差や屋外での縁石などへの乗り上げを余儀なくされる場合も多い。屋外での走行路の選択、住宅改修においては、介助者の技術レベル、握力および乗車者の体重によっては、90mm を境に転倒などの危険性が生じることを考慮する必要があることが示唆された。

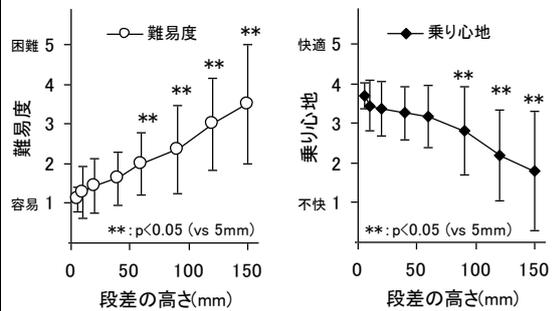


図2 持ち上げによる乗り上げ操作の主観評価

(2) 乗り心地と介助負担を考慮した前輪持ち上げ操作指標

①操作フォーム

前輪持ち上げ時の操作フォーム (10 mm段差通過時) の1例を示す (図 3-A、図 3-B)。介助者のフォームには個人差が認められ、段差高さに応じて上げる (図 3-A)、段差高さにかかわらず高目に上げる (図 3-B)、上げている時間が長いなどの違いがみられた。

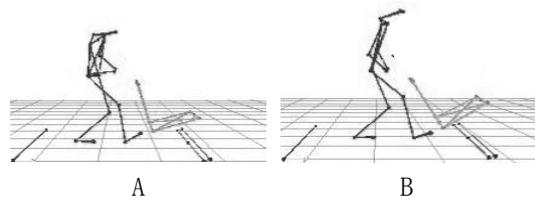


図 3 前輪持ち上げ操作フォームの例 (10mm)

②前輪操作時の走行軌跡と乗り心地および介助負担との関係

前輪操作時の車いす走行軌跡は、A:前輪最大持ち上げ高さ、C:前輪持ち上げ中の推進距離、D:前輪持ち上げ前との距離、B:持ち上げ前の前輪と段差端との距離、継続時間のいずれも段差高さの主効果は認められず、段差高さの増加による違いはなかった。一方で、C:前輪持ち上げ中の推進距離は 268 ± 80 mm(全条件)であり、最大値は 538mm にも達し、主観的乗り心地との間(図4)には、有意な負の相関 ($r = -0.48$, $p < 0.01$) が認められた。

また、C:前輪持ち上げ中の推進距離と A:前輪最大持ち上げ高さ ($r = 0.41$, $p < 0.01$) (図5)、C:前輪持ち上げ中の推進距離と B:持ち上げ前の前輪と段差端との距離 ($r = 0.66$, $p < 0.01$) (図6)、C:前輪持ち上げ中の推進距離と B:前輪持ち上げ継続時間 ($r = 0.63$, $p < 0.01$) (図7) との間には有意な正の相関が認められた。

介助者の負担感と走行軌跡との関係では、A:前輪最大持ち上げ高さとの間には相関はみられなかった。身体各部位の負担感のうち、脚の負担感と B:持ち上げ前の前輪と段差端との距離 ($r = 0.24$, $p < 0.05$)、腕の負担感と C:前輪持ち上げ中の推進距離 ($r = 0.29$, $p < 0.05$)、肩の負担感 ($r = 0.44$, $p < 0.01$)・脚の負担感 ($r = 0.29$, $p < 0.05$) と D:前輪持ち上げ継続時間との間に有意な正の相関が認められた。

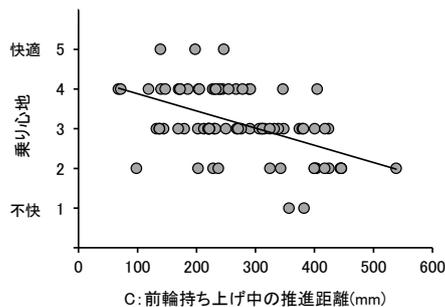


図4 C:前輪持ち上げ中の推進距離と乗り心地との関係

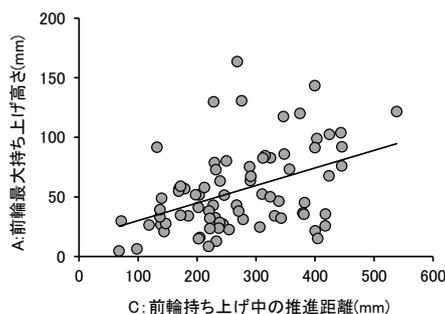


図5 C:前輪持ち上げ中の推進距離とA:前輪最大持ち上げ高さとの関係

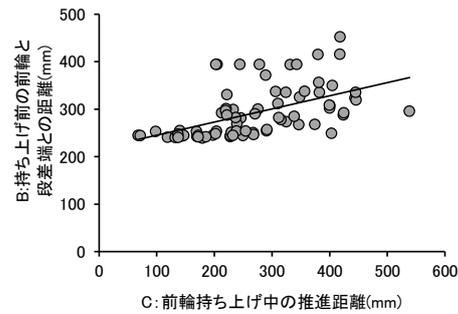


図6 C:前輪持ち上げ中の推進距離とB:持ち上げ前の前輪と段差端との距離との関係

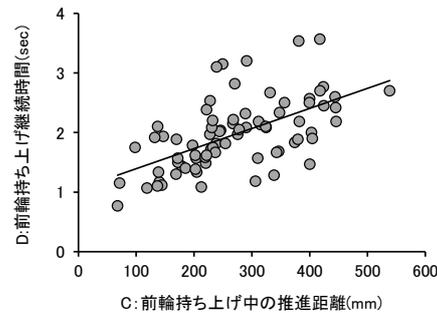


図7 C:前輪持ち上げ中の推進距離とB:持ち上げ継続時間との距離

ティッピングレバーを踏み込む方法により乗車者が搭乗した車いすを持ち上げる操作は、介助者にとって身体的負担の大きい操作である。今回の実験では、高齢女性介助者の場合、前輪・後輪操作とも介助者の全身負担感には段差が高くなるにつれ増加する傾向を示した。一方では 90~120mm の段差においても負担感を感じない介助者もいた。また、同程度の握力値でも乗り上げ可能な限界高さが異なっていたことから、走行軌跡や持ち上げ時の操作姿勢などの個人によるフォームの違いによって負担感の程度が異なるのではないかと推測する。

前輪操作において、介助者が負担感を感じやすい部位であった腕や脚は、ティッピングレバーを踏み込む操作とグリップを下方に押す操作に働く。一方で、前輪操作時の介助者のフォームは、持ち上げ高さや持ち上げ継続時間に違いがみられ、B:前輪持ち上げ前の前輪と段差端との距離、C:前輪持ち上げ中の推進距離、D:前輪持ち上げ継続時間が大きいと肩・腕・脚の負担感が増大することが示唆された。持ち上げ前の車いすの位置が離れている場合、段差に前輪をおろすまでに車いすを進める必要があり、持ち上げたまま推進する距離が長くなるとともに、持ち上げ継続時間が延長する。介助者が負担を感じやすい、脚でティッピングレバーを踏み込み、腕でグリップを下方へ押し、車いすを押し

進める前輪操作において、持ち上げ前の前輪と段差端との距離と、前輪の上げ下ろしがしやすい姿勢が有効な操作指標となる可能性がある。

走行軌跡より算出した測定値（前輪持ち上げ高さや持ち上げ前の前輪と段差端との距離、前輪持ち上げ中の推進距離）は、いずれも段差高さによる差がなかった。介助者個人の操作方法の違いが走行軌跡に影響をおよぼしているものとする。中でも、前輪を持ち上げたまま推進する操作は、車いすが後方に傾いたままの状態であり、乗車者の乗り心地の低下を招く。また、前輪が高く、長い時間持ち上がっている状態は、介助者にとっても身体的負担が大きい。C:前輪持ち上げ中の推進距離は、B:持ち上げ前の前輪と段差端との距離および A:前輪持ち上げ高さとの相関があったことから、B:持ち上げ前の前輪と段差端との距離を小さく、A:前輪持ち上げ高さを段差に応じてコントロールすることにより、C:前輪持ち上げ中の推進距離と D:前輪持ち上げ継続時間を短縮した操作が可能となるのではないかと推測する。これらの具体的な指標を操作手順に取り入れたマニュアルを作成し、高齢介助者や経験値の低い介助者が安全に介助操作を実施できるよう推進する必要があるとともに、段差乗り上げ操作が実施しやすい標準型車いすへの改善も必要である。

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 1 件)

- ① Noto H, Muraki S, Standards for Step Height and Front Wheel Operation Indexes for Wheelchair Helpers Navigating Steps, ICIC Express Letters, An International Journal of Research and Survey, ICIC International, 査読有, 6 (11), 2012, 2901-2907.

[学会発表] (計 4 件)

- ① 能登裕子, 村木里志, 介助者による乗り上げ操作を考慮した段差高さ基準と最適操作について, 日本人間工学会第 53 回大会, 2012 6.9, 九州大学(福岡県).
- ② 能登裕子, 村木里志, 医療・看護の現場に活かす人間工学的アプローチの提案(シンポジウム), 日本人間工学会第 53 回大会, 2012 6.10, 九州大学(福岡県).
- ③ 能登裕子, 村木里志, 「実証試験に向かおう」～車いすの推進操作方法と路面環境が乗り心地と介助負担に及ぼす影響: 車いすの評価視点, 生活生命支援医療

福祉工学系学会連合大会(Life2012), 2012 11.3, 名古屋大学(愛知県).

- ④ Hiroko Noto, Satoshi Muraki, Rear-wheels Operation Indexes for Manual Wheelchair Helpers Navigating Step, The Sixth International Conference on Information, May 11, 2013, Ichigaya, Tokyo, Japan.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

能登 裕子 (NOTO HIROKO)

純真学園大学保健医療学部看護学科・助教
研究者番号: 40615910

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

村木 里志 (MURAKI SATOSHI)

九州大学芸術工学研究院・准教授
研究者番号: 70300473