車いすティッピングレバーの改善と上下肢負担との関係

○能登 裕子（九州大学大学院医学研究院保健学部門）

村木 里志（九州大学大学院芸術工学研究院デザイン人間科学部門）

Effect of Wheelchair Tipping Lever Form on the Helper's Physical Strain
of Upper and Lower extremities.

Hiroko NOTO (Department of Health Sciences, Faculty of Medical Science, Kyushu University)

Satoshi MURAKI (Department of Human Science, Faculty of Design, Kyushu University)

1. はじめに

要介護者の療養の場が病院から在宅へと急速に移行していく中で、生活行動の基本である移動の補助への取り組みは重要な課題である。車いすを用いた移動においては、介助者が操作する支援が求められる。一方で、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わずかである。路面の中でも段差は走行上大きな障害となる。乗車者が受ける衝撃を考慮すると低段差でも前輪を持ち上げ通過する必要がある。車いすの前輪を持ち上げ段差へ乗り上げるには、手動によるティッピングレバーの踏み込み操作が必要となり、適切な操作方法の実施と介助者・乗車者双方に適した車いすの使用が望ましい。一方で、実際の場合では介助者の身体的特性や操作の熟練度に合わせて車いすを選択することは困難なことが多い。そこで、高齢女性を対象とした実験を行った結果、ティッピングレバー形状や位置の違いが介助者の負担軽減やレバーの踏み込みやすさに一定の影響を及ぼすことが示されたとともに、姿勢や上肢のグリップ押し下げ動作への影響もうかがえた¹⁾。物理的に操作荷重が小さいだけでなく、上下肢の運動の連動性も考慮した検討が必要である。

本研究は、標準型車いすに2種類のティッピングレバー（現行型、改善型）（以下、レバーとする）を用いて、レバー踏み込みおよびグリップの押し下げ動作時の上下肢負担への影響を比較検討することを目的とした。

2. 実験方法

2-1. 対象者

介助者は運動機能に障害のない65歳以上の女性14名とした。被験者には実験の目的および方法を十分に説明した後、実験参加への同意を得た。

2-2. ティッピングレバー条件

踏み込み部は円筒スチール、レバー位置（Y-0、Z-0）（車軸から水平方向150mm、床面から垂直方向145mm）の現行型、車いすの右側レバー部を溶接加工し、踏み込み部を平坦ゴム型、レバー位置を40mm延長した（Y-40、Z-0）改善型の2条件とした（図1）。改善型レバーの条件は、先の実験結果と先行研究¹⁾²⁾に基づき設定した。

図1 ティッピングレバー条件

2-3. 実験手順

被験者は、乗車者が搭乗した車いすを操作し、木製通路に設置した高さ90mmの階段状段差に乗り上げる課題を行った。前輪が段差端に接触した位置から操作開始とし、操作指標を図示したマニュアルを用い、操作姿勢と操作手順を指示した後、練習時間を設け習熟度を統制した。試行回数は各条件2回とし、レバー条件の試行順序は、順序効果を考慮して設定した。

2-4. 測定項目

グリップの押し下げ動作に関与する右上腕三頭筋、右上腕二頭筋、右前腕橈側屈曲筋の表面筋電図（DS-B02 Bagnoli-4 EMG System Delsys社製）、右手掌面への圧力分布、前輪の持ち上げやすさ、踏み込みやすさ、コントロールのし易さ、上下肢の負担感などについての主観評価とした。筋電図データからは、レバーに足底を接地した時点から前輪が段差上段へ接地するまでの区間の100msec毎のRMS値及び全波整流した積分値（以下、

IEMG)を得た。圧力分布の測定には、圧力フィルム(富士フィルム、プレスケール極超低圧用)を用いた。グリップ周囲にフィルムを貼付し、操作開始から前輪が段差上段へ接地するまでの区間の圧力分布を測定した。フィルムはフィルムスキャンに対応したGT-F740で300dpiで取り込み、ピクセル(以下pix)毎に数値化した色濃度および圧力×色濃度線図から1mm×1mm毎の平均圧を算出し0.05MPa以上の部分を解析対象とした。指の根元部の圧力0.05MPa未満の部分を分割線とした3つの領域(第1指、第2～5指、手掌部)に区分し、各領域の合計荷重を算出した。

2-5. 統計処理

各筋のRMS値とIEMG、手掌にかかる荷重の2条件の比較には、対応のあるt検定を行った。主観評価の2条件の比較には、Wilcoxonの符号付順位和検定を行った。全ての統計解析にはSPSS Version 23(IBM)を用い有意水準は5%未満とした。

3. 結果

主観評価では、「操作のし易さ」、「前輪の持ち上げ易さ」、「踏み込み易さ」、「高さコントロールのし易さ」とも改善型のほうが有意に高い評価($p<0.01$)を示した。部位別の負担感には、「腰」を除く「肩・腕」・「手・手首」($p<0.01$)、「脚・足」($p<0.05$)、「全体」($p<0.01$)において有意に低値を示した。

表面筋電図では、右上腕二頭筋のRMS最大値($p<0.05$)、右前腕橈側屈曲筋のRMS最大値($p<0.05$)において、現行型条件に比べ改善型条件の方が有意に低値を示した。

手掌にかかる荷重は、全範囲の荷重合計は、現行型(426.2 ± 113.3 (N))に比べ改善型(349.8 ± 98.6 (N))が低く有意な差($p<0.01$)を認めた。部位別では、第1指では差が認められず、第2～5指($p<0.01$)、指を除く手掌部($p<0.01$)では現行型に比べ改善型のほうが有意に低値を示した($p<0.05$)。

4. 考察

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改善したレバーと非改善型レバーの上下肢負担への影響を比較検討した。踏み込み面の平坦化と後輪車軸からレバー踏み込み部までの延長は、踏み

込みに必要な下肢の負担感軽減のほか上肢の負担感軽減にもつながる。手部においては、母指を除きグリップにかかる荷重および手関節の橈屈に伴う負担が減少し、後輪の接線方向への押し下げ動作がスムーズ化したことが推察される。今回は四肢への負担を検討しており、三角筋や後背筋などを含めた測定ではなく身体全体の動作の効率性の評価には至っていない。腰部の負担感に差は認められなかったことから、現行型による操作と同様に押し下げと踏み込みの主働として一定の力は必要とするが、改善により特に手部・手関節の負荷は軽減するものと考ええる。また、レバーが長くなると踏み込みに必要な荷重は低下する一方で前輪を同じ高さに持ち上げる踏み込む距離は長くなり下肢をより広い範囲で動かす必要が生じる。今回、改善型のレバー位置条件は後輪車軸からの最長(地面と接触しない最大長)ではなく、股関節、膝関節の至適角度をふまえた条件とした。操作の容易性には、身体負担(加えるべき荷重)が少ないことの他に、持ち上げ高さ・速度のコントロールがし易いことが重要であり、主観による高評価は上肢・下肢の動作の連動が容易であったことが推察される。

現状ではレバーに関する基準はなく、介助者にとって短い場合や踏み込みにくい場合の対策は、市販の延長レバーやテッピングガイドなどの取り付けが可能となっている。固定の介助者が使用する際はこのような対応が有効であるが、実際では不特定多数の者が頻回に利用することも少なくない。そのため、ある範囲の体格を想定したレバー長さの基準や踏み込み面の最適化は必要であると考ええる。しかし基準化には、介助者の体格、筋力や運動機能などの影響を検討する必要がある。

謝辞 本研究の一部は、科研費(16K15871, 23890246)の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) 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、人間工学会誌、Vol. 51、Supplement号、pp. 350-351、2015。
- 2) 中村 孝文、黒岡 紀哉、他：“車いす前輪上げ下げ動作におけるティッピングレバー位置と介助者の身体的負担との関係”、人間工学、Vol. 49、No. 2、pp. 43-53、2013。