松葉杖のグリップ径が杖使用時における手部の負担に及ぼす影響

○横田 知明（九州大学大学院芸術工学府）
村木 里志（九州大学大学院芸術工学研究院）

Effects of Crutches' Handle Size on Hand and Fingers Load during Ambulation

Tomoaki YOKOTA (Graduate School of Design, Kyushu University),
Satoshi MURAKI (Faculty of Design, Kyushu University)

1. はじめに

松葉杖は下肢の免荷や支持性の向上に有効であるが、杖を使用することによって上肢への負担が大きくなる。特に手部の負担が大きく、杖荷重時における掌への圧迫は更なる障害を引き起こす可能性がある。手部の負担は松葉杖と直接触れるグリップ部の形状に大きく影響されると思われる。

先行研究より、円筒の最適握り径は35mm前後であり、小さい力で把持できるため筋疲労が少ないことが示されている¹⁾。また幅広のグリップを装着した杖は、掌への局所的な圧迫を軽減できることが報告されている²⁾。これは掌との接触面積が関与していると考えられる。松葉杖においてはグリップの直径を太くすることで接触面積の拡大が期待でき、最適径とのバランスを取ることで、杖使用時における手部の負担の少ないグリップを提案できると考えた。

本研究では、グリップ径と手および手関節の負担との関係を検討し、その結果から手および手関節の負担が少なく扱い易い最適なグリップ径を導くことを目的とした。

2. 方法

2-1. 対象者

上下肢に疾患のない成人男性16名（年齢23.5±1.8歳、身長171.4±5.1cm、体重64.5±10.4kg）を対象とした。被験者には実験の目的および方法を十分に説明した後、実験参加の同意を得た。

2-2. 条件

グリップの形状はJIS (T9204) で規定されている樽型とし、中央部の直径を25mm、30mm、35mm、40mm、45mm、50mmとする6条件とした。

2-3. 実験手順

まず、被験者に合わせて松葉杖の高さを調節し、松葉杖歩行訓練（歩行方法：左足を患脚とした両松葉杖による3点歩行）を行った。その後、十分

な休憩を取り、すべてのグリップ条件で測定を行った。被験者には課題として8mの直線歩行路上を上記の歩行方法により歩行させた。歩行速度は任意とした。各条件を実施する順番は被験者ごとにランダムとし、1試行ごとに十分な休憩を取らせた。

2-4. 測定項目

指の屈曲伸展に関与する浅指屈筋および総指伸筋の筋電図、手関節の掌背屈方向の角度変位、掌の圧力分布および松葉杖の使用感、歩行後の負担感についての主観評価とした。圧力分布の測定には、加圧されると発色し、その発色濃度から圧力値を推定できるフィルムを用いた。本研究ではこのフィルムを10mm四方に細断し、右掌に4-5の等間隔で貼付して圧力分布を測定した（図1）。

分析は歩行周期を次のように区分し、それぞれの区間で行った。①一歩行周期（杖先の接地から次に杖先が接地するまで）、②杖接地期（杖先の接地から離地する瞬間まで）、③杖離地期（杖先の離地から杖先が接地する瞬間まで）。

図1 圧力測定フィルム貼付位置

3. 結果

3-1. 主観評価

グリップ径 35mm および 40mm では、「扱い易さ」および「握り易さ」が 50mm よりも有意

に高かった ($p < 0.05$)。「掌の痛み」は横軸をグリップ径とした時、U字を示し、40mm付近で痛みが最も小さくなった。

3-2. 表面筋電図

各分析区間の実効値を算出し、最大握力発揮時の実効値との百分率比を求めた。杖接地期および杖離地期のいずれの分析区間においても、総指伸筋の筋活動は35mmで最小となった。一方で浅指屈筋の筋活動は、杖接地期においてのみ、35mmおよび45mmで25mmよりも有意に小さくなった ($p < 0.05$)。

3-3. 手関節角度

各分析区間における平均角度および最大角度変位量 (P-P値) を求めた。いずれの分析区間においてもグリップ径が大きくなるにつれて、平均背屈角度は増加していた (図2)。一方、一歩行周期中のP-P値は径が大きくなるほど減少する傾向を示した。

図2 平均背屈角度

3-4. 手掌面圧力分布

得られた20部位のデータを6領域にまとめた後、各領域の平均圧力を求めた (図3)。遠位3領域 (遠位尺側、中央、橈側) において、グリップ径が大きくなるにつれて平均圧力は有意に減少したが、40mm以上ではほぼ一定の値となった (図4)。また、近位尺側領域においても、同様の傾向を示した。一方、近位2領域 (近位中央、橈側) の平均圧力に条件間の差はなく、ほぼ一定の値であった (図4)。

図3 圧力分布の分析領域

図4 遠位中央 (左)・近位中央 (右) 平均圧力

4. 考察

グリップ径が40mm以上で、遠位3領域および近位尺側の平均圧力が減少した。これは、当該4領域における、掌とグリップとの接触面積が拡大し、掌への局所的な圧迫が軽減されたためだと考えられる。一方で、径が大きくなるほど、松葉杖歩行中の手関節はより背屈し、角度変位が少なくなっていた。これは、径が大きくなるにつれて地面からグリップの最高点までが高くなったためだと思われる。手関節肢位は手根管内圧に影響を及ぼし、背屈角度が増加すると手根管内の圧力を高め、そこを通る神経を圧迫することが示唆されている³⁾。そのため径の大きいグリップほど手根管内圧が高くなり、神経障害のリスクが増加すると考えられる。また、握り易さおよび扱い易さも低下するため、過度に太いグリップは望ましくないことが示された。さらに、径が35mm付近で筋活動が小さくなり、把持における筋負担が少なくなった。

以上の結果を総合的に判断すると、松葉杖における最適径は35~40mmであると考えられた。

引用文献

- 1) 山本圭治郎他: “長時間把握時における感性評価と筋電位および力発揮特性”, 日本機械学会論文集 (C編), Vol. 63, No. 611, pp. 2408-2412, 1997.
- 2) Sala DA et al: “Crutch handle design: Effects of palmer loads during ambulation”, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 79, pp. 1473-1476, 1998.
- 3) Keir PJ et al: “Effects of finger posture on carpal tunnel pressure during wrist motion”, Journal of Hand Surgery, Vol. 23, pp. 1004-1009, 1998.