スプリング組み込み式松葉杖のスプリングの 設定条件についての検討

佐賀医科大学整形外科

西 田 圭 介・渡 辺 英 夫
浅 見 豊 子・伊 藤 由 美
上 園 英 嗣

Evaluation of Spring Loaded Crutch

by

Keisuke Nishida, Hideo Watanabe, Toyoko Asami,
Yumi Itoh and Eiji Uezono

Department of Orthopaedic Surgery, Saga Medical School

Patients with paraplegia often experience slipping of the crutch during swing-through gait on slopes. To solve this problem, we inserted a coil spring into an ordinary axillary crutch and examined its function. We compared the slipping rate and the change in the amount of load on the crutch between the ordinary crutch and spring-loaded crutch.

The spring-loaded crutch was found to be superior to the ordinary crutch ; it was hard-to-slip and comfortable-to-use. Adjustment of the strength of the coil spring for each patient is considered important.

Key words : axillary crutch (松葉杖), spring (スプリング), gait (歩行)

は じ め に

臨床において松葉杖、クラッチなどの歩行補助具の使用頻度は高い^{5)~7)}。我々は歩行補助具を病態により応じたものにするために、側胸部支持式クラッチ、側腹部支持式クラッチ、坐骨支持式クラッチなどを考案し臨床応用してきた^{2)~4)}。これまでの松葉杖では摩擦係数の低い路面での使用時やスロープ昇降での使用時などで滑りやすいことが問題点であった。またその他に、荷重時に松葉杖握り部における手掌への圧迫衝撃も問題点になることが多かった。

そこで、これらの問題点を改善する目的で、伸展棒にコイル状のスプリングを組み込んだ松葉杖（以下、スプリング式松葉杖と略す）を作製し、検討を行ってきた¹⁾⁸⁾（図1a, b）。しかし、スプリング式松葉杖

を実際に使用する場合にはスプリング強度を症例ごとに、選択することが重要であるとの考えに及び、今回その設定条件について検討を加えたので報告する。

スプリング式松葉杖の構造

市販の松葉杖を利用し、伸展棒にアルミ合金製パイプを使用した。この伸展棒の中にはコイルスプリングとプラスチック製ホルダーが入っており、杖使用時の荷重によりスプリングが圧縮されホルダーのスリット部分と伸展棒のネジの間で、上下方向へ弾力的な動きが生じる構造である。今回の実験に用いたスプリング式松葉杖ではスプリングの最大短縮長は30 mmであった。

また、今回、スプリングの強度を多彩にするために、ばね定数の異なる3種類のスプリング（ばね定数0.5

図1 スプリング組み込み式松葉杖

Kgf/mm, 0.94 Kgf/mm, 1.3 Kgf/mm) を用いて測定した。

方 法

1. 荷重時の杖先の滑りにくさ

荷重時の杖先の滑りにくさの評価として、板張り床とプラスチック床の平面について杖を垂直に立て、上から 20 Kgf の荷重をかけ、杖先から 5 cm 上をばね計りで水平方向に牽引し、杖先が滑り始めるのに要する力を、従来型松葉杖およびばね定数 0.94 Kgf/mm のスプリング式松葉杖について計測した (図 2)。同様の方法で、15 度傾斜面でも計測した。

2. 杖使用時の荷重の変化

次に松葉杖使用時の荷重の変化を評価するために、従来型松葉杖および 3 種類の異なるばね定数 (0.5 Kgf/mm, 0.94 Kgf/mm, 1.3 Kgf/mm) のスプリング式松葉杖を 2 本用いて、体重 70 Kg の健康成人男性について定常の大振り歩行を行わせ、伸展棒部分にかかる荷重をスプリング設置部の上部に付けた歪ゲージを使用して計測した (図 3)。その歪みの大きさを荷重の大きさとして評価、検討した。

結 果

1. 松葉杖荷重時の杖先の滑りにくさ

板張り平面床での従来型松葉杖での滑りにくさを 100% とすると、各々の滑りにくさは床面の種類、傾斜角度に関わらずスプリング式松葉杖の方が従来型よりも約 27%~49% も値が大きくなり滑りにくさの点で優れていた (表 1)。

2. 杖使用時の松葉杖にかかる荷重の変化

歪ゲージにより計測すると、波形としていずれも 2 峰性となる傾向を示した。この最初の山の高さは松葉杖接地直後の荷重を表わしているが、従来型とばね定数 1.3 Kgf/mm のスプリング式松葉杖との間に明らかな差を認めなかった。しかし、ばね定数 0.5 Kgf/mm と 0.94 Kgf/mm のスプリング強度のものは他のものより高い山を示した。また最初の山の立ち上がりの傾きは接地直後からの相と頂点付近の 2 相に分けられるが、スプリングの効果が働いている前者の傾きを比較すると、ばね定数 0.94 Kgf/mm と 1.3 Kgf/mm のスプリング式松葉杖では従来型と比べ荷重が緩やかにかかっていることを示した。しかし、従来型とばね

図2 荷重時の杖先の滑りにくさの測定
20Kgfの荷重をかけ、杖先の5cm上をばね量りで牽引し、滑りはじめを測定する

図3 歪ゲージによる荷重量の変化の測定
伸展棒の金属部に歪ゲージを設置

表1 荷重時の杖先の滑りにくさ

(単位: kg)

	平 面				傾斜面 (15°)			
	板張り床		プラスチック床		板張り床		プラスチック床	
	従来型	スプリング式	従来型	スプリング式	従来型	スプリング式	従来型	スプリング式
平均値	13.7	17.4	7.5	10.6	7.5	11.2	3.1	4.4
%	100	127	55	77	55	82	23	32

スプリング式: ばね定数 0.94 Kgf/mm

定数 0.5 Kgf/mm のスプリング組み込み式松葉杖との間には明らかな差を認めなかった (図4)。

考 察

松葉杖の杖先の滑りにくさについては今回の実験では床面の種類、床面の傾斜角度の、いずれの条件下においてもスプリング式松葉杖の方が優れていた。この

滑りにくい点は、日常生活の場でのスロープ昇降や大振り歩行のような不安定性を生じ易い歩行においてとくに有利に働き、障害者により大きな安心感を与えうると思われた。

次に、スプリング強度の設定条件であるが、まず、杖への最大荷重時にもスプリングが完全に圧縮しないと身体の重心移動時にスプリングの長さが常時変化し

図4 杖使用時の荷重の変化

従来型と3種類の異なるばね定数のスプリング組み込み式の荷重の変化
健康成人男性（体重70 kg）の定常の大振り歩行にて測定

不安定性につながると考えられるため、荷重時の安定性を得るためにはスプリングが完全に圧縮していることが重要であると考えた。ばね定数、荷重量、ばねの短縮の3者間には【ばね定数 (Kgf/mm) = 荷重 (Kgf) / ばねの短縮 (mm)】の関係式が成立するから、例えば今回の実験のように松葉杖2本を使用し被験者の体重が70 kg、ばねの縮む長さが30 mmである場合は、ばね定数は1.17 Kgf/mmと算出される。つまり、スプリングが縮みきるためにはばね定数1.17 Kgf/mmより小さいばね定数のものが適当である。しかし、今回の実験では1.3 Kgf/mmのものも定常歩行時で荷重が緩やかにかかるという利点が見られていた。このように、今回用意したスプリングのうちで、計算上求められたばね定数である1.17 Kgf/mmより1段階大きい1.3 Kgf/mmのものでもスプリングが縮みきることが可能であったのは、松葉杖歩行において接地直後の松葉杖には、体重以上の荷重がかかることによると考えられた。

また、スプリングの短縮により蓄積されたエネルギー

はスプリングが伸張する際に推進力として働くため、スプリング強度の設定条件としては、荷重時にスプリングが縮みきるもののうち、ばね定数がより大きいものがよいと思われる。

以前われわれは、平均体重が68.6 kgである10人の被験者の最大歩行速度の歩行解析より、ばね定数0.7 Kgf/mmのものよりばね定数0.5 Kgf/mmのものが平地での大振り歩行及び完全免荷3点歩行において最大歩行速度及び重複歩距離の点で有意に優れており、同時にばね定数0.5 Kgf/mmのスプリング式松葉杖は従来型と比較し使用感も良好であったと報告した¹⁾。しかし、定常歩行を行った今回の実験では、ばね定数0.5 Kgf/mmのスプリング式松葉杖では荷重が緩やかにかかるという効果は少なく、逆にばね定数がそれより大きいものにおいて荷重が緩やかにかかっていた。これは最大速度歩行においては、スプリングをある程度速く縮ませることが必要となり、ばね定数が大きなものほど上肢に大きな力が要求され、上肢の筋力が十分に強くないと不安定性を生じさせるというマイナス

要素となると考えられる。しかし、定常歩行ではスプリングを十分にゆっくりと縮ませることができるためばね定数が大きいものほど荷重が緩やかにかかり、手掌を始め上肢にかかる衝撃が小さいということになり、使用感がよいことにつながると思われる。使用感の問題は、とくに対麻痺患者でより長期に松葉杖の使用が要求される場合に軽視できない問題と考えられ、このような場合には、適切なスプリング強度を設定すれば、スプリング式松葉杖により十分に高い満足度が得られると考える。

結 語

1. 従来型松葉杖とスプリング組み込み式松葉杖について滑りにくさと歪ゲージを用いて荷重の変化について計測し、比較検討した。

2. スプリング組み込み式（ばね定数 0.94 Kgf/mm）は従来型に比べ滑りにくかった。

3. スプリング組み込み式（ばね定数 0.94 Kgf/mm, 1.3 Kgf/mm）は従来型に比べ荷重のかかり方が緩やかであった。

4. スプリングの強度は定常歩行では、体重とスプ

リングの短縮長から算出されるばね定数よりやや強いものが適当であった。

稿を終るにあたり、ご指導を賜った熊本工業大学機械工学科高浜逸郎教授に深甚なる謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 上園英嗣他：スプリング組み込み式杖の有用性。第9回日本理学診療医学会，1997年7月6日，東京。
- 2) 上野敏輝他：体幹支持式クラッチの開発。義装会誌，10（特別号）：153-154，1994。
- 3) 上野敏輝他：坐骨支持式クラッチの開発。義装会誌，11（特別号）：138-139，1995。
- 4) 梅村 愛他：側胸部支持式クラッチの考案。義装会誌，9（特別号）：191-192，1993。
- 5) 小峯光徳他：身体障害者の起立および歩行用介助具の試作。整形外科と災害外科，46：1056-1061，1997。
- 6) 原 行弘他：歩行訓練－杖・歩行器の種類と選び方。総合リハ，20：793-798，1997。
- 7) 山下和洋他：慢性関節リウマチ患者の歩行補助具の工夫。義装会誌，9（特別号）：193-194，1993。
- 8) 渡辺英夫他：スプリング組み込み式杖の検討，日本臨床整形外科医会会誌，22(4)：79-83，1997。