



## 10-5

### 関節リウマチによる手指伸筋腱断裂術後に用いるダイナミックプリントの提案

キーワード：関節リウマチ 手指伸筋腱断裂  
ダイナミックプリント

○生長 佳世子(PO)<sup>1)</sup>、徳井 亜加根(PO)<sup>1)</sup>

- 1)川村義肢株式会社、  
2)国立障害者リハビリテーションセンター学院

#### 1. はじめに

関節リウマチの手指伸筋腱断裂術後は、縫合した腱を滑走させ、癒着の防止を目的として早期運動療法が行われる。そのうち装具療法では、ゴムの張力を用いてMP関節の自動屈曲・他動伸展を行う伸展補助ゴムを使用したMP関節伸展ダイナミックプリント(以下、ゴム式プリント)が多く使用される。ゴム式プリントは伸展補助力の調整を行いやすい反面、MP関節可動域制限の発生<sup>1)</sup>や、アウトリガーがADLへ支障をきたす<sup>2)</sup>などの問題点が報告されている。

本研究では、ゴム式プリントの問題点を抽出し、それらを解決する新たなダイナミックプリントの試作を目的とした。

#### 2. ゴム式プリントの問題点と新たなダイナミックプリントのコンセプト

先行研究からゴム式プリントの問題点を抽出し、それら問題点の解決方法について表1にまとめた。装

具の目的は、MP関節の可動域において自動屈曲と他動伸展を可能にすることであり、具体的には、①自動屈曲時の抗力を最小限にするため、できるだけ小さな伸展補助力で他動伸展を行うこと、②回転運動による伸展補助によって、関節角度に関わらず、伸展補助力が変化しないこと、を新たなダイナミックプリントのコンセプトとした。そこで、他動伸展に必要な伸展補助力を算出することとし、ゴムに代わる力源を用いたデザインを考案することとした。

#### 3. ダイナミックプリントの試作

伸展補助に必要な伸展補助力を算出することとし、ゴ

ムに代わる力源を用いたデザインを提案した。

##### 3-1. 最小限の伸展補助力の推定

MP関節伸展位保持に必要な最小限の伸展モーメントを指重量による屈曲モーメントと推定した。定量化には指の重量からMP関節屈曲モーメントを算出し、均衡する伸展モーメントを最小限の伸展補助力とした(図1)。指の重量は、まず、健康女性1名の手部をモデルとして各指の石膏モデルを製作し、水置換法から求めた指の体積に除脂肪密度 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$ <sup>4)</sup>を乗じ、算出した(表2)。

##### 3-2. 力源の選定

新たに試作するダイナミックプリントの力源には、回転運動による弾性変形が可能な渦巻きバネを使用することとした。渦巻きバネには他にも、①容積に比してバネを長くすることができ、装具をコンパクトにできる、②バネを長くすることによりMP関節屈曲時の応力変化を小さくできる、③MP継手に取り付けることが容易、④渦巻きバネの巻き数を変えることで伸展補助力の調整が可能、という利点があった。

##### 3-3. 試作するダイナミックプリントのデザイン

渦巻きバネをMP継手に取り付けることにより、アウ

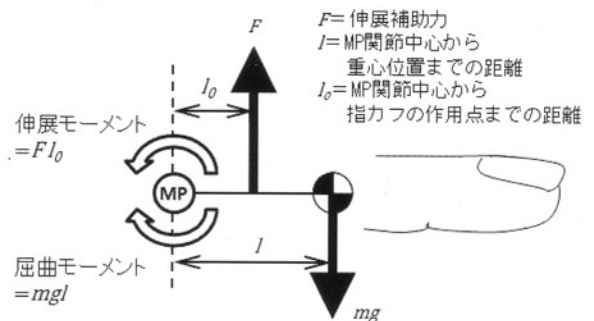


図1 MP関節に働く力

表2 各指の重量と伸展モーメント

	示指	中指	環指	小指
重量 [N]	0.16	0.18	0.16	0.11
伸展モーメント $\times 10^{-2}$ [Nm]	7.0	7.6	6.8	4.1
伸展補助力 [N]	0.22	0.23	0.21	0.17

表1 ゴム式プリントの問題点と解決方法

問題点	考えられる解決方法
①伸展補助力が適切でないことによるMP関節可動域制限の発生 <sup>1)</sup>	自動屈曲時には伸展補助力が抗力として働くため、必要以上の伸展補助力を作用させない。健康指を屈曲補助に利用する。
②MP関節屈曲時のゴムの伸びによる伸展補助力の増大 <sup>3)</sup>	伸展補助力の変化量が少なくなるような、ゴムに代わる力源を用いる。
③アウトリガーによるADLへの支障 <sup>2)</sup> 及び指カフのずれや皮膚との摩擦	アウトリガーを用いた並進運動ではなく、MP継手を軸とした回転運動による伸展補助を行う。



トリガーなしに伸展補助を可能とした。また、患指だけでなく、健指にも伸展補助力を作用させることによって、自動屈曲時に患指に作用する伸展補助力を軽減できると考え、第Ⅱ-V指を1本の基節骨バーで支持し、基節骨バーを介して伸展補助力を作用させることとした。

#### 4. 伸展補助力の検証

##### 4-1. 方法

渦巻きバネを用いて試作したダイナミックプリントとゴム式プリントのMP関節角度変化に伴う伸展補助力を計測し、伸展補助力の変化量について検証を行った。

計測には、押し込み硬さ計測装置(株式会社特殊計測)を用いた。この装置は、ロードセルにより基節骨バーに作用する伸展補助力を、0-30Nの範囲で計測可能である。

基節骨バーを一定速度で駆動することにより、荷重の線形特性を得ることが可能であることから、モーターによりMP継手を屈曲0度から90度の範囲において一定速度で回転させた。伸展補助力の最大値と最小値の差を変化量(図2)として、比較を行った。

計測対象となる装具の力源は、①ゴム5cm、②ゴム10cm、③渦巻きバネ30cm、④渦巻きバネ45cmとした。屈曲0度時の伸展補助力は、表2を基に各指の伸展補助力を合算した0.8Nに設定した。試行回数は6試行とし、サンプリング周波数は20Hzとした。

##### 4-2. 結果

MP関節角度変化に伴う伸展補助力の変化量について、計測した結果を図3に示す。

伸展補助力の変化量は、Steel-Dwass法を用いて統計解析を行った結果、すべての群間に有意差がみられ、渦巻きバネ45cmを用いたときに最も変化量が小さくなることが明らかとなった。また、同じ力源間の比較では長い力源を用いた方が変化量は小さくなり、フックの法則を裏付ける結果となった。

力源にゴムを用いた場合でも、ゴムを長くすれば変化量を少なくすることができるが、同時にアウトリガーも高くなり、ADLに支障をきたす。一方、渦巻きバネでは、

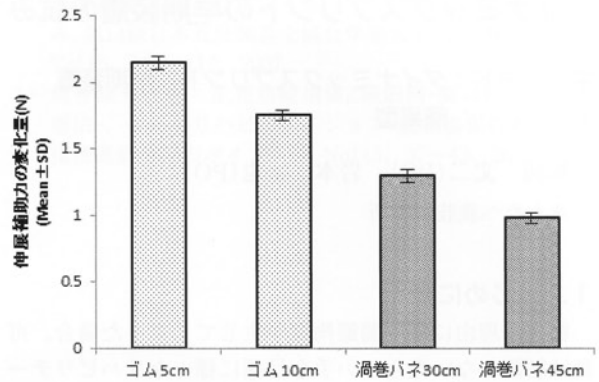


図3 各力源の伸展補助力の変化量

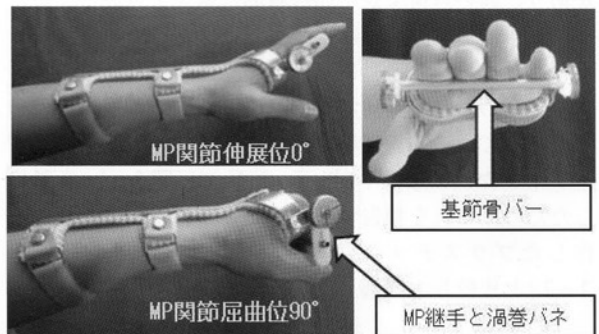


図4 試作したダイナミックプリント

装具の大きさをほとんど変えずにバネを長くすることができ、小型化を実現できると考えられる。

#### 5. まとめ

関節リウマチによる伸筋腱断裂術後に用いる渦巻きバネを用いたダイナミックプリントを試作した(図4)。

試作した渦巻きバネ式ダイナミックプリントの方がゴム式プリントと比較して伸展補助力の変化量が少なく、新たに試作したダイナミックプリントはゴム式プリントの問題点を解決した装具であると考えられる。

本研究は平成25年度国立障害者リハビリテーションセンター学院義肢装具学科卒業研究として行った。

#### 参考文献

- 1) 小田良ほか: 関節リウマチに伴う腱断裂に対する手術成績、日手会誌、26(5): 368-371, 2010.
- 2) 本宮真ほか: 関節リウマチにおける手指伸筋腱断裂の治療成績、日手会誌、29(4): 68-71, 2013.
- 3) 白石英樹ほか: 伸筋腱損傷修復後の早期運動療法での動的プリントの適応性について—表面筋電図による3種の動的プリントの比較—、日本義肢装具学会誌、19(4): 304-310, 2003.
- 4) Brozek J, Grande F, Anderson JT, and Keys A. Densitometric analysis of body Ann. N. Y. Acad. Sci., 110, 113-140, 1963.

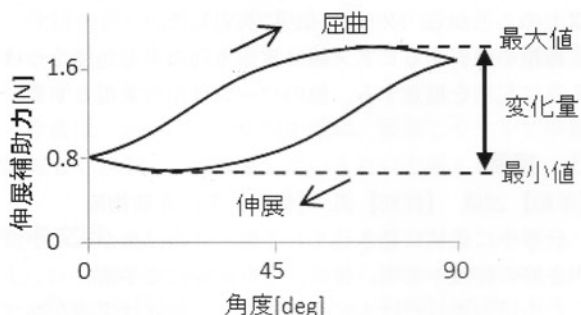


図2 伸展補助力の変化量