

毫針の物理的性質 Physical property of Filiform Needle

感覚工学研究室 9530128 山岸有希

[目的]

針刺治療は歴史的には体表に対する機械的刺激より発したが、体表から体内部位を刺激するには針の形状を取ることが不可欠であった。そこで金属の発明とともに金属材料による毫針 filiform needle が定着した。これは金属の強い強度や弾性、すぐれた可撓性、表面平滑性、尖端微細加工性などによる¹。

毫針刺法には、進針・行針・留針・退針の4過程がある²。このうち行針は針刺感応を得る(得気)ための手技操作で、最も技術を要するところであり、治療効果の要点であるが、それには道具としての毫針の物理的性質が重要な役割を果たすことは言うまでもない³。

本研究では、各種毫針の物理的性質、特に針身の連続体としての性質を明らかにすることを目的とした。

[実験]

電子ノギスに毫針を針柄で水平固定し、針根から水平距離 l の点の下方に、ポリエチレン管を水平かつ針軸に垂直に電子天秤に設置した (Fig. 1)。電子ノギスの垂直動に伴い針柄が上下移動し (上下距離 y /mm=1~5)¹、彎曲した針身がこれに直交するポリエチレン管および天秤に力 F を加える (Fig. 2)。この F と y と l との関係を各種毫針に関して求めた。

測定毫針は、寸6 (針身長 50mm) の市販不銹鋼毫針 17種、銀針 3種、金針 1種のである。

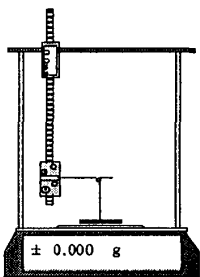


Fig. 1 Experimental apparatus

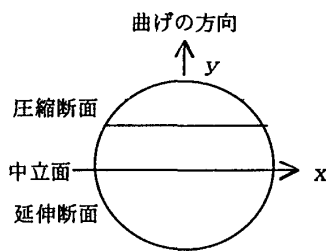


Fig. 4 Cross section of filiform needle

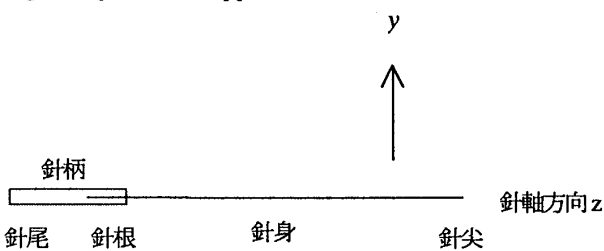


Fig. 2 Structure of filiform needle

[理論]

針根からの水平距離 $\lambda=l$ において、毫針に鉛直上方に力 F を加える。この時の位置 λ における上方への曲げ距離 $y(\lambda)$ を求める。

λ における毫針の断面はその中心を通る針軸 (z 方向) が上方 (y 方向) に曲げられている (Fig. 4)。この時針軸は下に凸であるが、図の断面の上半分は圧縮断面、下半分は延伸断面、その間に紙面に垂直に xz 中立面 (断面上では x 中立線) がある。

この中立線に関する断面幾何慣性モーメント $I = \int \eta^2 dS$ は、

$$I = S r_R^2 = (\pi/4) r^4 \tag{1}$$

となる (r : 直径に関する円の回転半径は $r_R = r/2$)。

一方、針軸の曲率 $\kappa = d^2y/d\lambda^2$ は

$$\kappa = M/EI \tag{2}$$

であり、 λ における曲げモーメント M は

$$M = F(l - \lambda) \tag{3}$$

であるから、これより

$$y(l) = (4/3\pi E) \cdot (F^3/r^4) \tag{4}$$

が得られる。

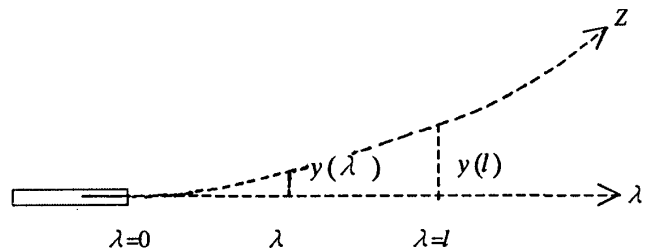


Fig. 3 Winding of filiform needle

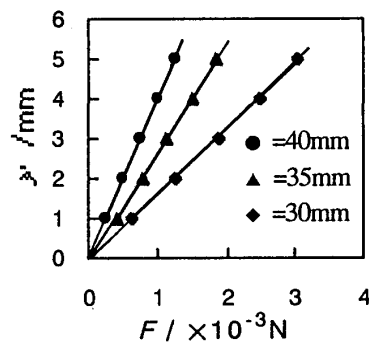


Fig. 5 Winding distance by force F

[結果と考察]

最初に予備実験として、各毫針が測定範囲内で塑性を示さないことを確認した。位置 l における曲げの力 F と毫針の曲げ距離 y との関係を図 5 に示す。それぞれの l の位置ごとにより直線性を示すが、 l が大きくなるにしたがって傾きが大きくなった。これは (4) 式と一致する。

ついで、 $\log F l^3$ に対し、 $\log y$ をプロットした Fig. 6 はそれぞれの針の太さについて傾き 1 の直線となり、(4) 式の妥当性を示した。

これより求めた弾性率 E を Table 1 に示す。

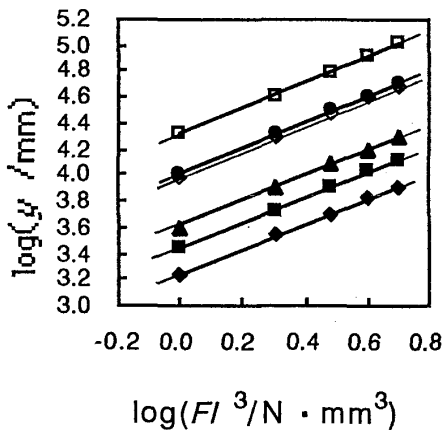


Fig. 6 Relation between $\log F l^3$ and $\log y$

- ◆ $r=77.2\mu\text{m}$ ▲ $r=97.1\mu\text{m}$ ◇ $r=122.0\mu\text{m}$
- $r=87.5\mu\text{m}$ ● $r=107.9\mu\text{m}$ □ $r=146.9\mu\text{m}$

不銹鋼には、SUS400 番台の ferrite 系 (体心立方) α -不銹鋼 (18Cr) と martensite 系 (体心正方) 低クロム不銹鋼 (13Cr)、および SUS300 番台の austenite 系 (面心立方) γ -不銹鋼 (18-8 Cr-Ni) とがある。いづれも原子間距離は約 2.5 Å、弾性率は約 $2 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ である (Table 2) ^{4,7}。

これに対し金や銀は原子間距離は約 2.9 Å と大きく、弾性率は約 $0.8 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ と柔らかくなっている。

本研究の結果はこれらの値と矛盾するものではなかったが、一部の毫針に関しては弾性率がやや小さめに出た。これは針根における針柄と針身との接合部に一種のあそびがあるため、これが見かけの弾性率低下を引き起こしたものであろう。

[まとめ]

不銹鋼・金・銀を素材とする各種毫針の弾性率を簡便に測定する方法を開発し、これを実際に応用した。実験により、針根の安定性が測定値に影響を与えることが示唆された。

Table. 1 Young moduli of filiform needles

製造元	毫針名	針身長, l/mm	針柄	材質	弾性率 $E/10^5 \text{N/mm}^2$
セイリン	DST 針-L	寸 6,50	W 不銹鋼	SUS304	2.12
カナケン	DST 針	寸 6,50	不銹鋼	SUS304	2.09
医交社	ST 針	寸 6,46	不銹鋼	SUS304	2.09
カナケン	ST 針鈴蘭	寸 6,48	不銹鋼	SUS304	2.01
カナケン	ST 針	寸 6,49	不銹鋼	SUS304	2.00
ユニコ	DST 針	寸 6,48	不銹鋼		1.96
TAIHO	ST 針	寸 6,46	不銹鋼		1.91
セイリン	DST 針-J	寸 6,50	Plastics	SUS304	1.90
医日社	DST 針	寸 6,48	不銹鋼	SUS304	1.75
多賀製作	ST 針	寸 6,48	不銹鋼		1.75
アサヒ医療	ST 針	寸 6,49	不銹鋼		1.73
前田豊吉	DST 針	寸 6,48	不銹鋼		1.71
吉徳製針	ST 針	寸 6,48	不銹鋼		1.68
ユニコ	ST 針	寸 6,47	不銹鋼		1.66
中国針 B	ST 針	,75	W 不銹鋼		1.66
中国針 A	ST 針	寸 3,40	W 不銹鋼		1.47
カナケン	金針	寸 6,48	不銹鋼		0.97
カナケン	銀針	寸 6,49	銀	銀 80%	0.88
神戸源蔵	銀針	寸 6,49	銀		0.85
医日社	銀針	寸 6,47	銀	銀 80%	0.72

Table. 2 Young moduli of metals

metal	結晶格子	$a/\text{Å}$	$d/\text{Å}$	$E/10^5 \text{N/mm}^2$
α -Fe	体心立方	2.87	2.48	1.96
Cr	体心立方	2.88	2.50	2.48
SUS430	体心立方			2.00
SUS410	体心正方			2.00
γ -Fe	面心立方			
Ni	面心立方	3.52	2.49	2.06
SUS304	面心立方			1.96
Au	面心立方	4.08	2.88	0.80
Ag	面心立方	4.09	2.89	0.76

[謝辞]

本研究に当たり、東京衛生学園・會澤重勝医学博士の御指導および、茅沼美樹針灸学士の御協力を頂きました。厚く感謝申し上げます。

[参考文献]

- 竹内伸「金属材料の物理」日刊工業新聞社 1992
- 會川義寛, 岡部哲郎「針灸理論と針灸の作用」内科 81 巻, 1 号 1998
- 新井美紀ら「鍼の統一規格および物理特性について」東京衛生学園論文集 1-13 (1997)
- 産業調査会 材料大辞典 1984
- 電気製鋼研究会編 特殊鋼便覧 理工学社 1969
- 日本規格協会 JIS ハンドブック 鉄鋼 1992
- 小原嗣朗 金属材料概論 朝倉書店 1995