

新しい圧痛測定法に関する研究

*明治鍼灸大学 東洋医学基礎教室 **明治鍼灸大学 東洋医学臨床教室

廖 登 稔* 佐々木和郎** 大山 良樹* 森 和*

要旨: 鍼灸臨床の診察法の中で最も重要な検査は触診である。なかでも経穴現象の一つである圧痛の触診が経験上重視されている。従来の指による主観的な圧痛測定と圧痛計による客観的な圧痛測定を比較すると、後者の方が不便で測定部位のずれや不快感などを被検者に与える傾向が強いという欠点が見られる。本研究はこの圧痛計による圧痛測定時に生じる様々な誤差、不便さ及び不快感を解消する目的でストレンゲージとサーモスプリントを用いた小型ヘッドセンサーの開発を試みた。このヘッドセンサーによる圧痛の測定は、検者が普段の様に触診しながら直接被検者から客観的な痛覚閾値を測定でき、同時に検者の指の主観的な感覚も損なわないという理想的な測定法になっている。しかも、ヘッドセンサーの出力と加圧との間に直線性が見られるため、臨床に応用することが可能である。

Study on a New Method for Measuring the Pressure Pain Threshold

LIAO Ten Jen, SASAKI Kazuro,
OYAMA Yoshiki and MORI Kazu

Department of Oriental Medicine, Meiji College of Oriental Medicine

Summary: It is an important examination for clinical acupuncture by measuring the pressure to evaluate the pain threshold, for this tenderness palpation is one of the traditional method to detect the acupuncture points. There are two methods for these tenderness palpation measurement, one uses the fingers and the other uses the pressure algometer to do an examination. The former can offer a comfortable sensation, and the latter will cause much inconvenience and discomfortable sensation for subjects during measurement. This study measured the pain threshold of deep muscle tenderness by a small head sensor which contained a piece of strain gauge and which made of thermosplint (a kind of plastic which can change its shape by heating). This head sensor is different from the usual pressure algometer because it can take a convenient and precise examination for experimenter to obtain both subjective and objective data at the same time. Using this head sensor on the finger, one can retain the same touch sensation, and it also possesses a good linearity between the pushing pressure and changing strain.

Key Words: ストレンゲージ Strain gauge, 触診 Palpation 鍼 Acupuncture, 感覚 Sensation, 圧痛 Tenderness, 東洋医学 Oriental medicine

I はじめに

西洋医学、東洋医学を問わず、触診は主観的な検査であるがそれぞれの医学における重要性を無視することができない。東洋医学における触診の利点は、患者の愁訴を大切にしながら、直接術者の指を通して局所の硬結、圧痛点、過敏点などの生体情報を患者からの主観的な感覚情報（刺激の部位感覚、感覚の性質、情動及び空間感覚）と共に主観的な触圧感覚として把握するところにある。これらの情報は、鍼灸診断にとって特に重要であるが客観性に乏しいところに問題がある。一般的に触診では、手指にある諸種の受容器で発生した触覚情報は求心性神経線維を介して中枢に伝えられ、過去の触圧情報と照合してこれを知覚し、認識するという過程を経る。しかし、触知覚の能力には個体差があり、客観的なデータを得にくい処に問題がある。これまでに Keele¹⁾ は Pressure algometer を、Andrew²⁾ は Pressure threshold meter を用い圧痛の客観的な測定の可能性について検討している。著者らも圧痛計及び検者の指を用い、硬結部及び非硬結部に一定の力を加圧しながら被検者の加圧に対する感覚を検討してきた。その結果、圧痛計を用いた場合は Keele と Andrew と類似の客観的なデータが得られたが、被検者が測定時に不快感を訴えたり、測定部位からアタッチメントの方向性がずれることが常にあった。また、測定器本体が大きいので、身体各部で自由に測定することができず、極めて限定した領域で圧痛を定め、その閾値を測定しなければならなかった。また、従来の圧痛計の性能には誤差が大きく、患者の感覚が圧痛計の測定部の材質によって左右された。このように圧痛計を使用することによって客観的な測定値を得ることができるが、前述したような多くの不備な点を有している。しかも圧痛計の最大の欠点は、検者が被検者の圧痛に関する主観的な情報（組織の硬さ、柔らかさ、過敏の有無など）を直接得られないことである。著者らはこれらの問題を踏まえ、加温によって可塑性があり、皮膚との接触性が良く違和感が少ないプラスチック材質（サーモスプリント）と

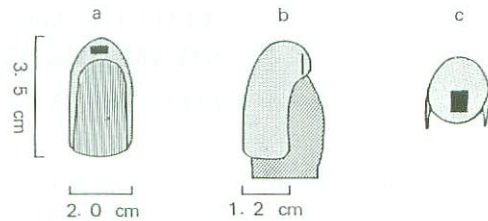
ストレンゲージを用いて、小型センサーを開発することにした。この小型センサーは簡単に指に装着でき、検者が測定時に本来の指を用いるときと同じ触覚が得られる。

II. 方 法

1. ヘッドセンサーの開発

熱（65～70℃）で柔らかくなるプラスチック材料サーモスプリント（Thermosplint）を使用し、指の先端部に装着できるようなピックアップを形成した（図1(A)a～c）。測定時には指から落下することを防ぐためセンサー本体前面の後方で指にひっかけるような工夫をした。指型モデルが固まってから形を修正し、本体のヘッドの最先端から3mmの場所にナイフで切れ込みをつくりストレンゲージ（Foil strain gauge-NEC San-ei）一枚を貼りつけた。このストレンゲージを含む先端部は同じ材料で封じ込み、導線を出して固定し

(A)



(B)

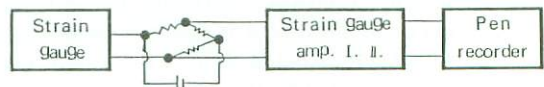


図1 ヘッドセンサーの開発

(A)は、ヘッドセンサーの構造を示す。ヘッドセンサーの正面図(a)、側面図(b)、上面図(c)。黒四角はストレンゲージ、(b)の斜線部分は指である。(B)は、ヘッドセンサーのブロックダイヤグラムを示す。ヘッドセンサーの先端部に貼りつけたストレンゲージのひずみをひずみ増幅器Iで増幅しペンレコーダで記録する。一方、握力計に貼りつけたストレンゲージのひずみは同じ手法で増幅器IIで増幅しペンレコーダで記録する。

た。このようにヘッドにセンサーをつけたことからヘッドセンサーと命名した。このヘッドセンサーを指に装着した時の模式図は図1(A)-bの通りで、指腹の部分は完全に露出できる。導線は図1(B)のようにひずみ増幅器Iに連結し、ペンレコーダで記録する。

2. 硬結と非硬結の触診法

触診の手法は術者によって様々であるが一般には1本指から4本指までが使用される。本実験では2または3本の指を使うこととした。第2指にヘッドセンサーを装着し、第3、4指は触覚の補助とした。触診の手順はまず第2、3、4指または第2、3指で硬結部、過敏点を探し、その場所が見つければ第2指を用いて圧痛を引き起こす程度にまで加圧する。指の加圧によってヘッドセンサー先端に貼りつけてあるストレンゲージの抵抗値を変化させ、これをひずみ増幅器で増幅し、電圧波形を記録する。

3. 指及び圧痛計による加圧時の感覚テスト

男子7名、女子3名の健康な被検者(平均年齢21才)を対象にし、ベッドに寝かせ、検者が指及び圧痛計(木下式)を用い、被検者の下腿部の腓腹筋沿いに存在する硬結部及び非硬結部に触診を行い、その時の加圧刺激による被検者の主観的な感覚(刺激の部位感覚、感覚の性質、情動及び空間感覚)について調べた。

4. ヘッドセンサーの性能テスト

加えた力とヘッドセンサーの出力との関係について検討した。ヘッドセンサーを装着した指を秤台の上に載せ、指から台に向かって垂直に様々の力を加え、この時のヘッドセンサーの出力を図1(B)のひずみ増幅器I(San-ei 6M84)で増幅し、ペンレコーダ(San-ei RECTI-HORIZ 8K)で記録し、同時に加圧時の秤の目盛りを読み取った。

5. Cross modality matching³⁾法によるテスト

触診は、経験を積んだ5人の鍼灸師を被検者として、彼らの指にヘッドセンサーを装着したときの指の触圧感覚の低下の程度について調査した。防音、恒温シールドルーム内で被検者を閉眼させ、

検者が Asker 硬度計で測定した異なる硬さ(40, 50, 60, 70)のシリコンゲルをランダムに与え、シリコンゲルの硬さを指及びヘッドセンサーを装着した指で触診させた。その際、被検者の一方の手にストレンゲージを貼りつけた握力計を握ぎらせ、触診で感じた硬さの程度に応じて握力を増減させた。これをひずみ増幅器II(SHOWA 5391)で増幅して記録する(原理は図1(B)と同じ)。この方法は、主観的な硬さの感覚を握力計を使って客観的に表現する一種の精神物理学的な測定法であり、Cross modality matchingの手法という。

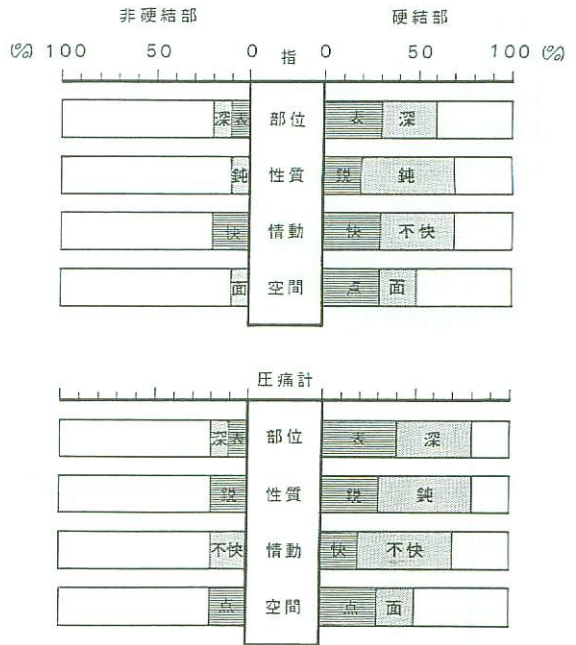


図2 指及び圧痛計による圧痛測定時の感覚テスト—硬結部と非硬結部の比較

上の図は検者が被検者の下腿部の腓腹筋沿いの硬結部及び非硬結部を指を用いて測定した時の被検者の指刺激に対する主観的な感覚、感覚の性質、空間感覚及び情動への影響を示す。表：表面に感じる 深：深部に感じる 鋭：鋭い感覚 鈍：鈍い感覚 点：点の感覚 面：面の感覚 快：快適な感覚 不快：不快感覚 ブランクは解答なし。

下の図は上の図に対応させ、指の代わりに圧痛計を使用した時の成績である。

Ⅲ. 結 果

被検者の硬結部と非硬結部を指及び圧痛計を用いて測定した結果を図2に示す。検者の触診で得た硬結部を圧痛計で測定すると、被検者は主観的な表現として不快感覚(情動)を訴える者が50%、鈍い感覚(性質)を訴える者が50%、快適な感覚を訴える者が20%である。圧痛計の代わりに指で測定すると、不快感覚を訴える者が40%、鈍い感覚を訴える者が50%、快適な感覚を訴える者が30%となり、このことは明らかに指による測定が快適であることを裏づけている。また、硬結部と非硬結部における感覚テストの成績を比較すると、硬結部の圧迫刺激に対する感覚反応は平均で66%、非硬結部の圧迫刺激に対する感覚反応は平均で17%となり、明らかに硬結部の方が大きい。圧痛測定時の圧痛反応の有無では、圧倒的に硬結部での出現数が多い。この成績は、硬結の実在性を感覚テストで客観化できる可能性を示唆している。

ヘッドセンサーの性能テストの結果を図3に示す。ヘッドセンサーの性能については、ストレンゲージで生じたひずみの変化と加えた圧力との間に良い直線性が見られるので実用性が高いといえる。

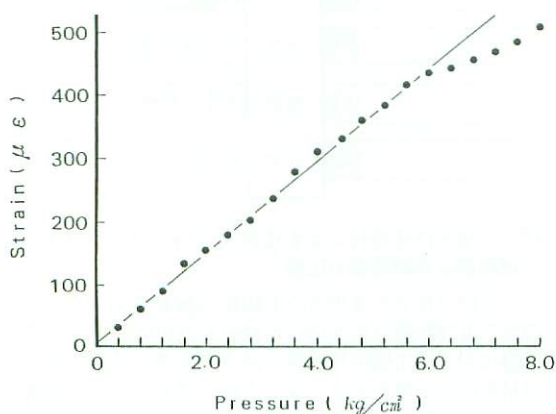


図3 ヘッドセンサーの性能テスト

ストレンゲージで生じたひずみの変化と加えた圧力との間の関係を示す。横軸は圧力、縦軸はひずみ。

ヘッドセンサーを装着した指の Cross modality matching 法による感覚テストの結果を図4に示す。図に示す通りA, B被検者共に硬さに応じて握力の出力が比例し、その傾きは同じであることから、ヘッドセンサー装着指と非装着指の感覚弁別能力に差が認められなかった(同じ被検者にしても時間の経過や疲労によって握力の差異が見られるが、直線の傾き(n)は同じである)。しかし、異なる被検者との間にははっきりした相関関係がみられなかった(nの値が異なる)。

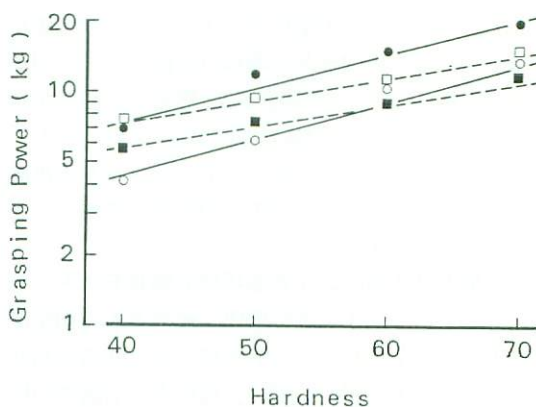


図4 Cross modality matching 法によるヘッドセンサーを装着指の感覚テスト

横軸は硬度、縦軸は握力の強さ。黒丸と黒四角はAとB被検者が指を用いた時の感覚弁別。白丸と白四角はAとBの被検者が指にヘッドセンサーを装着した時の感覚弁別。(A被検者の傾き $n=0.23$, B被検者の傾き $n=0.14$)

Ⅳ. 考 察

正確な触診情報を得るには加圧する指と、触覚を補助する指の感覚閾値のレベルを維持することが大切である。通常の圧痛計による圧痛測定は、検者の指感覚をコントロールすることが困難であり、硬結部位を正確に定めることができない。しかし、人の指と共に本ヘッドセンサーを使用することによって時間と空間のずれを最低限に押え、適切な触診情報を得ることができる。つまり、触診しながら硬結及び圧痛を直接測定できる。この

ヘッドセンサーの装着では指の両側面及び指尖部が刺激され、指腹の感覚閾値が通常より高くなり触圧感覚の弁別能力が低下するのではないかと考えられるが、実際にテストした結果は、図4に示すように感覚弁別能力に殆ど影響を与えないことがわかった。従って、本ヘッドセンサーを使用した場合は使用しない場合と同程度の指の感触が保たれる。興味ある所見として、異なる被検者との間には一定な相関関係が見られないという成績を得たが、これはスティーブンスのベキ関数 (Stevens' power function)⁴⁾ に従わないと考えれば妥当である。スティーブンスのベキ関数は単一な感覚刺激について調べた成績であり、本実験の硬さに対する感覚刺激は単一な感覚刺激ではない。触診時には手を動かし、物体の構造と形態を認識するが、この時に起こる固有感覚で触れた物体の形と弾力を認識している⁵⁾。皮膚の受容器には順応性がないので皮膚のひずみに関する詳しい感覚情報を中枢に送ることができる。言い替えると“硬さ感覚”は、人間の固有感覚と機械的刺激感覚と皮膚の温度感覚の複合感覚として中枢で認識されるのである⁵⁾。これらの諸点を踏まえて硬さの感覚刺激はスティーブンスのベキ関数に従わないといえる。

本装置のヘッドセンサーの出力と加圧との間の直線性は良好なので測定した圧痛が6 kg/cm²以内であれば正確に検出できる。一方、本装置のひずみ増幅器及びペンレコーダは、現状のままではコンパクトでない、運搬に不便である。実用化するには小型化が必要である。

(謝 辞)

実験にあたってヘッドセンサーの改良に意見を提供していただいた東洋医学基礎教室の吉村幸男先生に深謝します。

文 献

- 1) Keele K D : Pain-sensativity tests — the pressure algometer, *Lancet* G : 636~639, 1954.
- 2) Andrew A Fischer : Pressure algometry over normal muscles. Stand values, validity and reproducibility of pressure threshold, *Pain* 30 : 115~126, 1978.
- 3) Chapman C R, Casey K L, Dubner R, Foley K M, Gracely R H and Reading A E : Pain Measurement : an Overview, *Pain* 22 : 1 ~ 31, 1985.
- 4) Stevens S S : To Honor Fechner and Repeal His Law, *Science* 133 : 80~86, 1961.
- 5) Robert F Schmidt : Fundamentals of Sensory Physiology, Springer-Verlag, New York, Heidelberg Berlin, 1978 (岩村吉晃ら訳, 第一版, 金芳堂, 81~111, 1986) .