

## 物理的定量刺激による生体反応に関する研究

矢澤 一博\*・芹澤 勝助\*

### I はじめに

東洋医学における物理療法である鍼灸治療は、個々の生体条件に応じて刺激の種類と量を選択して治療を行っている。<sup>1)~4)</sup> この刺激量の決定は治療の成否ときわめて重大なかかわりを持つものであるが、臨床場においては、経験的に選定、処方されている。

そこで物理的的刺激に対する生体反応、特に刺激量と生体反応の関係を明らかにする目的で、最も客観的に刺激量を定量化できる熱輻射線による熱刺激を体表に加え生体反応を観察した。

### II 実験対照及び方法

実験対象：健康成人男子10例（年齢22~32歳）

実験方法：図1に本実験における測定部位ならびに刺激部位を示す。

脈波は光電型容積脈波計を用い、右前腕前面中央、右手示指、右手小指、右足第2趾、軀幹部では体前面胸骨中央(臆中)、剣状突起と臍との中央(中臆)において測定した。

温度情報では、深部温を熱流補償法による深部温度計<sup>5)6)</sup>（テルモ製）を用いて左手母指球において測定し、皮膚温は赤外線サーモグラフィ<sup>7)~9)</sup>（日本電子製）を用いて左前腕前面から左手掌面までの温度を測定した。他に心電図ならびにGSR（精神電流現象）を測定した。

刺激部位：右手背面，母指と示指のつけねの交点で、東洋医学でいう「合谷」穴を用いた。

刺激装置：ハーディ型疼痛計（工藤電機製，NYT—5型）を刺激装置として用いた。本装置は熱量を  $\text{mcal}/\text{sec}/\text{cm}^2$  単位で自由に設定可能であるが、今回は一律に  $150 \text{mcal}/\text{sec}/\text{cm}^2$  で用い、刺激量の調節は刺激時間をもって行なった。

刺激時間は、被験者各自の自覚的な熱痛感覚により以下の様に決定した。

刺激1，自覚的快適値とし、刺激開始後、被験者が快適感を感じる時に、被験者自身の操作でリモートコントロールスイッチにより刺激を中断した。

刺激2，自覚的熱痛閾値とし、刺激開始後、被験者が熱刺激により初め疼痛を感じた時に、刺激1と同様にして刺激中断をした。

刺激3，自覚的熱痛忍耐限度値とし、疼痛を感じた後もできるだけまんをするように被験者にあらかじめ指示し、忍耐限度点において刺激を中断した。

刺激4，以上の実験を行なうに際し、被験者の精神的な動揺による測定値変動を観るために、刺激4に精神的刺激として暗算負荷<sup>10)</sup>を与えた。

以上刺激1，2，3は共通10例，刺激4は5例について実験観察を行った。

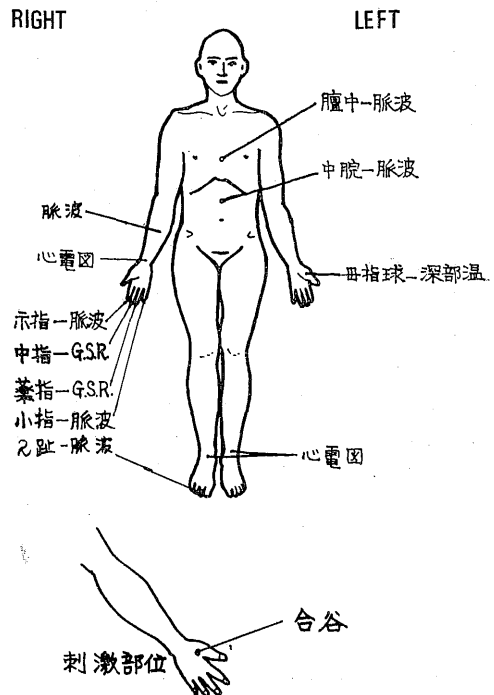


図 1

\* YAZAWA Kazuhiro, SERIZAWA Katsusuke:  
筑波大学理療科教員養成施設

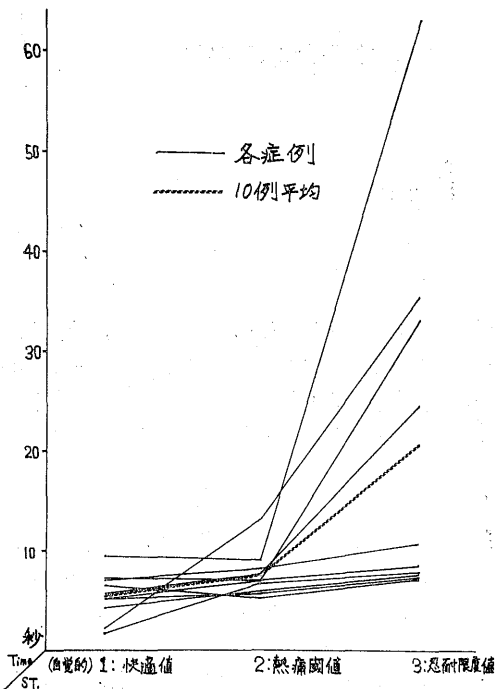


図2 熱刺激 (150 mcal/sec/cm<sup>2</sup>) による自覚的熱痛値と刺激時間

### III 実験成績及び考察

10例の刺激1, 刺激2, 刺激3における刺激時間を図2に示す。実線は各症例, 波線は10例平均である。熱量は全て 150 mcal/sec/cm<sup>2</sup> であり, 刺激時間は秒で示した。

刺激1の自覚的快適値は, 全例10秒以内にあるが, 1.8秒から9.5秒と広がりが大きく, 平均は5.49秒であった。

刺激2の自覚的熱痛閾値は, 1例を除くと他の刺激より数値(秒数)がよく収束しており, 生理的な疼痛閾値<sup>11)12)</sup>を示すものと思われる。平均は7.66秒であった。

刺激3の自覚的熱痛忍耐限度値は, 最短7.3秒, 最長63.2秒と大きなひらきがみられ, 10秒付近の6例と, 20秒以上の4例の2グループに大別された。これは熱痛に対する各個人の忍耐に差があり, いわばがまん強いグループとそうでないグループとして現われたものと考えられる。

図3は, 刺激1から4までの熱及び精神刺激による生体反応をとらえた, 症例T.S.男26歳の手指と足趾の脈波である。

各刺激共通して, 刺激中から脈波波高値減少がみられ, 刺激終了直後(0)より波高値増加の傾向がみられた。

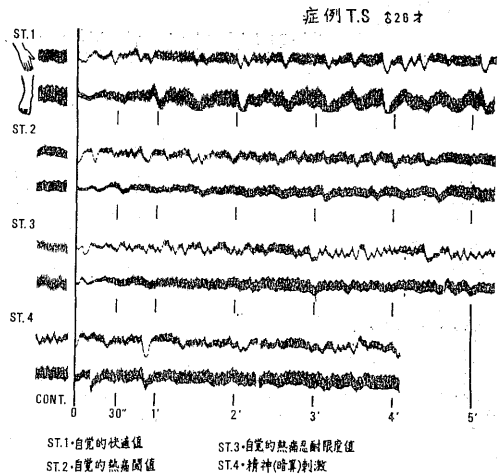


図3 熱・精神刺激による生体反応(脈波波高値)

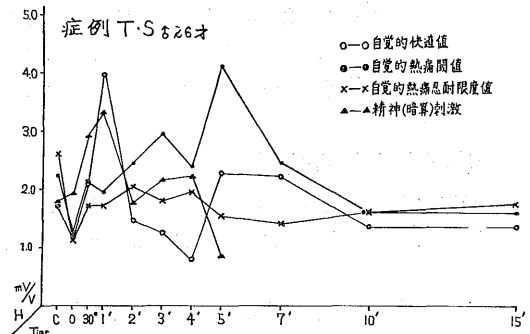


図4 熱・精神刺激による生体反応(脈波波高値)

詳しくみると, 刺激1より刺激2の方が, 刺激2より刺激3の方が, 波高値の復元が遅い傾向がみられ, 特に刺激3においては波高値がコントロール値近くに復し, 安定するまでに長時間を要した。刺激4においては, 刺激による減少率は少なく, コントロール値に復し安定する時間も短い。

図4は, 同症例T.S.の示指脈波波高値より作成したグラフで, 縦軸に波高値 mv/v, 横軸に時間を示す。

刺激終了直後に波高値の低い谷を示すことは共通であるが, 刺激1においては刺激終了後1分に波高値増大のピークを示し, 刺激2においては5分に増大のピークを示した。刺激3においては刺激終了後もこまかい増減周期をもちながらも特に高いピークはなく, 波高値の低い状態を継続していた。

図5—1~5—4は, 同症例T.S.の左手の皮膚温度変化をとらえたサーモグラムである。

図5—1は刺激1, 図5—2は刺激2, 図5—3は刺

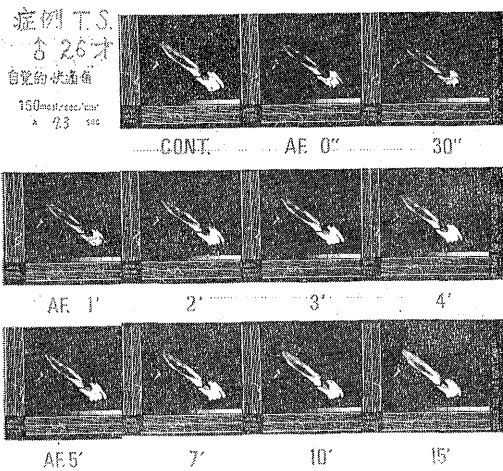


図 5-1 熱(定量)刺激による生体反応(皮膚温)

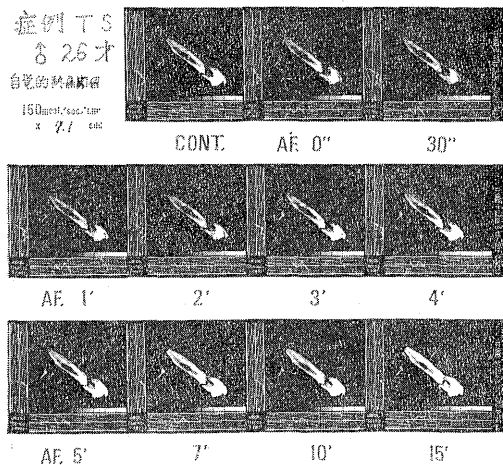


図 5-2 熱(定量)刺激による生体反応(皮膚温)

刺激 3, 図 5-4 は刺激 4 の時のサーモグラムであり前述の脈波波高値の変動とほぼ対応した温度変化が認められ、特に刺激 3 において皮膚温は脈波波高値変動と同様に小さな上昇下降をくりかえすがなかなかもとの温度には復さない。

症例 T.S. の深部温の変動を図 6 に示す。刺激 1 では、刺激後 30 秒から 1 分に約  $0.1^{\circ}\text{C}$  の温度下降を示すが、その後は上昇傾向を示した。刺激 2 では、刺激後の温度下降の谷は 2 分から 5 分にみられ、その後は上昇の傾向を示した。刺激 3 では、刺激後に持続的な温度下降を示し、下降の谷は 7 分において現われた。

以上の事より、この症例 T.S. は、脈波、皮膚温、深部温の変化が、自覚的感覚にもとづく刺激量の変化とよく一致している一例であることがわかった。

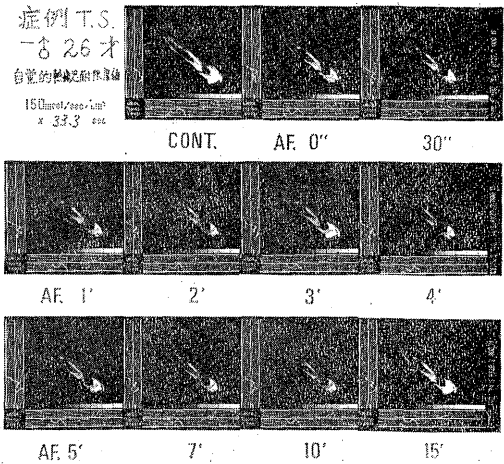


図 5-3 熱(定量)刺激による生体反応(皮膚温)

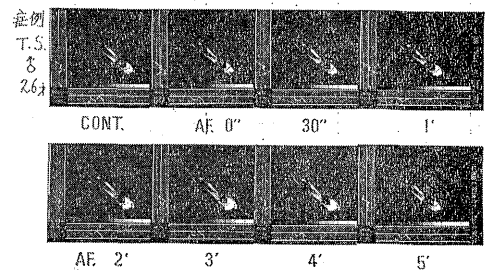


図 5-4 精神(暗算)刺激による生体反応(皮膚温)

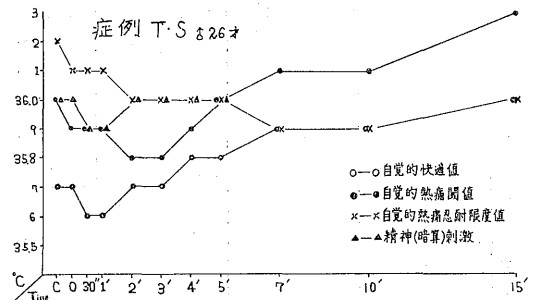


図 6 熱・精神刺激による生体反応(深部温)

刺激 1~4 の熱及び精神刺激による脈波波高値の各刺激ごとの全例平均を図 7 に示す。前述の症例 T.S. の脈波波高値変動と類似した傾向がみられ、刺激時に波高値減少、のち上昇下降をくりかえしながら安定に取束する様子がうかがわれる。

そこでさらに、脈波波高値が増大の傾向にあるか、減少の傾向にあるかを知るために、脈波波高値を微分して脈波波高値変動変化率を求めた。図 8 にそのパターンを示す。各刺激、全例ともに、波高値減少、増大、そして

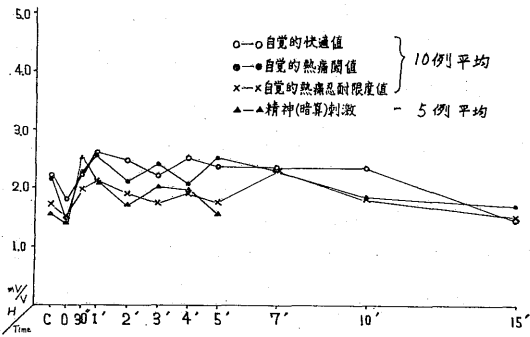


図7 熱・精神刺激による生体反応(脈波波高値)

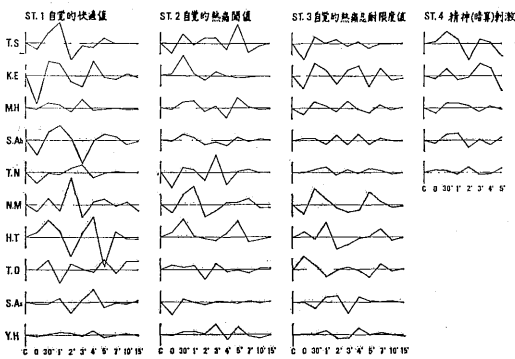


図8 熱・精神刺激による生体反応 脈波波高値変動変化率パターン

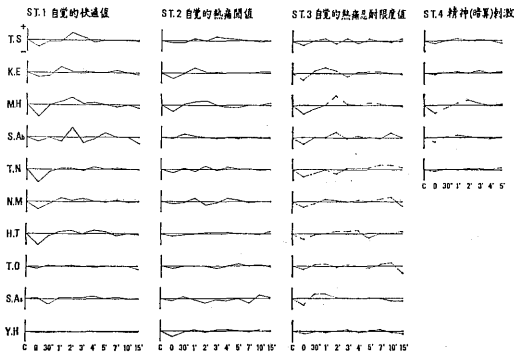


図9 熱・精神刺激による生体反応 皮膚温変動変化率パターン

小さな減少増大の波をくりかえすというよく似たパターンを示す。又、各刺激ごとに見ると、刺激1は早くにピークがあり、刺激2は同じ様な山が続き、刺激3はピークの出方が少し遅れるというほぼ共通のパターンを示す。又、各個人個有の変化パターンを示していることもわかった。

図9に同様にして得た皮膚温変動変化率パターンを示す。

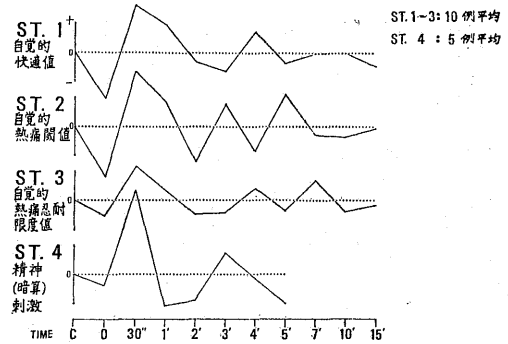


図10 熱・精神刺激による生体反応 脈波波高値変動変化率パターン

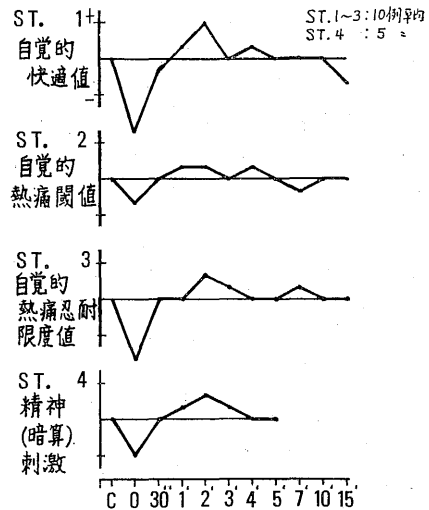


図11 熱・精神刺激による生体反応 皮膚温変動変化率パターン

脈波と同様のパターンを示していることがわかる。

そこでさらに各刺激ごとの全例平均の脈波波高値変動変化率パターン(図10)をもとめると、各刺激共に30秒までは一過性に波高値減少し、その後増大傾向を示す共通のパターンであることがわかる。しかし、ここでその後の変動をみると、刺激1における反応は一過性的の変動が主であるが、刺激2では一過性の波のあとにリズムカルな増減の波をくりかえすという特徴を示しており、一定の規則性をもった反応であることを示すものとする。刺激3では、一過性の波のあと、その後の反応が遅延傾向を示すところに特徴がある。刺激4では刺激1同様に一過性的の反応パターンである。

同様に各刺激ごとの全例平均の皮膚温変動変化率パターンを図11に示す。脈波同様に各刺激に共通して一過性

の減増の波があるが、その後の30秒以後の温度変動をみると、刺激1では最初のピークのあと収束に向い、刺激2ではリズムカルな増減の波が続き、刺激3では共通の一過性の反応のあと脈波同様に遅延性に増減の波がくりかえされることがわかった。刺激4では刺激1によく似た反応パターンを示すが、より収束がはやいことがわか

#### IV まとめ

同一種類の熱刺激を用いたにもかかわらず刺激量の差があった。

による自覚的感覚の違いにより生体の反応は異なった。

概して、弱い刺激での脈波、皮膚温を中心とした生体反応は、一過性の亢進（皮膚温上昇、脈波波高値増大）を示し、中程度の刺激による反応はリズムカルに持続し、強い刺激での反応は抑制的に起こることがわかった。

特に痛覚閾値刺激は刺激量としては比較的個人差も少なく、反応にも共通な特徴がみられた。同刺激に比べ、それより強いあるいは弱い値の刺激では各個人においての差異が強く認められた。

#### 参 考 文 献

- 1) 霊枢：中国古典。
- 2) 杉山真伝流，表の巻：日本古典。
- 3) 芹澤勝助：鍼灸の科学，医歯薬出版，1959。
- 4) 柳谷素靈：鍼灸の科学実技篇，医歯薬出版，1959。
- 5) 戸川達男，根本鉄：熱流補償法を利用した生体温度計測装置，東京医科歯科大学，医用器材研究所報告，7，1973。
- 6) 戸川達男ほか：深部温度計の特性の実験的解析，医用電子と生体工学，11(6)，1973。
- 7) 東京大学医学部サーモグラフィ研究会：医用サーモグラフィ図譜，医学書院，1971。
- 8) 渥美和彦：第1回日本医用サーモグラフィ研究会抄録集，1968。
- 9) 西條一止：日本温泉気候物理医学会雑誌，39(3，4) 1976。
- 10) 松本淳治ほか：臨床脳波，17，1975。
- 11) 佐藤暢，岡崎直人ほか：痛覚計の使用評価，医科器械学，47(3)，1972。
- 12) 中浜博ほか：痛覚の神経生理学的研究，日本医師会雑誌，68(4)，1972。

## Summary

### THE STUDY ON THE BODY REACTION BY THE PHYSICAL SPOT STIMULATION

Kazuhiro YAZAWA, Katsusuke SERIZAWA

The University of TSUKUBA

The acupuncture and moxibustion are the physical therapy methods of the oriental medicine. The effects of the acupuncture and moxibustion are influenced by the quantity of the stimulation that decided through the empirical observation.

We used a dolorimeter (type NYT-5, manufactured by Kudo Electric Co., Ltd) as a spot stimulator. The heat energy was  $150\text{mcal/sec/cm}^2$  and the quantity of the stimulation was controlled by the time.

The body reactions were observed by the following methods. The skintemperature at the arm region was determined with a thermography instrument (manufactured by JEOL Ltd). The deep-temperature at the hand region was determined with a deep-temperature instrument (manufactured by TELMO Ltd). And we also observed pulse wave and ECG.

The reactions of the human bodies were observed in 10 cases of normal adult male.

The results were obtained as follows:

The difference of the quantity of the stimulation caused the difference of the body reaction.

The difference of the quantity of the stimulation was able to make excitatory and inhibitory stimuli.