

## 健康成人の皮膚交感神経反応に及ぼす鍼刺激の効果

\*明治鍼灸大学 東洋医学教室 \*\*明治東洋医学院専門学校

\*\*\*明治鍼灸大学教員養成施設

矢野 忠\* 河本 呂\*\*\* 西田 直子\*\*\* 清川 朝栄\*\*\*  
早野 和代\*\*\* 前田見太郎\*\* 山田 伸之\*

要旨：鍼灸治療の効果の発現に求心性刺激を介した自律神経反応が深く関わっているものと考えられる。これまでは自律神経機能に関する鍼灸の研究は主として体性-内臓反射に関するものであり、遠心性の皮膚交感神経活動への影響についてはほとんど触れられていない。そこで遠心性の皮膚交感神経活動を反映する皮膚交感神経反応 (sympathetic skin response : SSR) を指標に検討した。

研究対象は健康成人25例で、無刺激群 (5例) と鍼刺激群 (20例) に分け、正中神経の電気刺激によるSSRを測定し、それぞれにおいて潜時と振幅の変化を比較検討した。なお、鍼刺激はSSR測定側と反対の合谷穴に1Hzの雀啄刺激を1分間行なった。その結果、鍼刺激ではSSRの潜時は有意に延長し、振幅は有意に減少した。このことから鍼刺激はSSRに対して抑制的に作用することが示めされた。

### Effects of Acupuncture Stimulation on the SSR (Sympathetic Skin Response) of Healthy Adult Volunteers.

YANO Tadashi\*, KAWAMOTO Ryo\*\*\*, NISHIDA Naoko\*\*\*,  
KIYOKAWA Choei\*\*\*, HAYANO Kazuyo\*\*\*, MAEDA Kentaro\*\*  
and YAMADA Nobuyuki\*

\*Department of Oriental Medicine, Meiji College of Oriental Medicine

\*\*Meiji School of Oriental Medicine

\*\*\*Meiji Teachers School of Acupuncture, Meiji College of Oriental Medicine

Summary: The autonomic nervous response through afferent nerve fibers stimulated by acupuncture and moxibustion is profoundly related with acupuncture treatment.

Thus far, the effect of acupuncture on the function of the autonomic nervous system was primarily studied in relation to somato-visceral reflex, but the mechanism of the effect of acupuncture on the skin sympathetic nerve activity has not been made clear.

Accordingly, we investigated the effect of acupuncture on the skin sympathetic nerve activity using an index of SSR (sympathetic skin response) which reflects the function of the sympathetic nervous system.

Twenty-five healthy subjects were chosen and classified into two groups, those without acupuncture stimulation (five subjects) and those with acupuncture stimulation (twenty subjects). SSR evoked by electric stimulation of the median nerve was recorded from the palm. The latency and the amplitude of SSR were measured in both groups. Acupuncture stimulus using the sparrow pecking needle technique (雀啄) at 1Hz was given to HOKU for 1 minute on the other side of SSR.

As a result, the latency was significantly extended and the amplitude was significantly decreased by acupuncture stimulation to HOKU. This suggests that acupuncture stimulation may restrain SSR.

Key Words : SSR, 皮膚交感神経反応 Sympathetic Skin Response,  
自律神経 Autonomic nervous system, 鍼 Acupuncture

## I はじめに

鍼灸治療はその治療方式において物理的療法に位置付けられるだけに、その治療効果の発現に求心性刺激を介した自律神経反応が深く関わっているものと考えられる。これまで鍼灸の治療効果の作用機序に関する研究で自律神経に関する研究では主として体性-自律神経反射による体表-内臓反射について検討が進められてきた<sup>1-3)</sup>。しかし、遠心性の皮膚交感神経活動への影響についてはほとんど触れられておらず鍼刺激が皮膚交感神経活動およびその反射系にどのように影響するかについては明らかではない。

そこで、遠心性の皮膚交感神経活動を反映する皮膚交感神経反応 (sympathetic skin response: SSR) を指標に検討した。なお、SSRは求心性刺激による遠心性交感神経を介した汗腺への反応であり、汗腺を支配する無髄C線維由来の電位であるとされており、自律神経機能検査法の一つとして臨床にも応用されている<sup>4-8)</sup>。

## II 対象および方法

## 1. 対象

19歳から25歳の健康成人男女ボランティア25名(女性2名)を対象とした。うち5名は無刺激群とし、20名を鍼刺激群とした。

## 2. 測定環境

SSRの測定は半暗室の室温 $26^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ に設定された半防音シールド実験室で行なった。被験者はベッド上で仰臥位とし安静臥床15分以上経過した時点で実験を開始した。なお、手掌部(SSRの測定部位)の皮膚温は $30^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ とした。

## 3. SSRの測定方法

図1はSSRの記録方法を示す。円盤型表面電極の陰極を手掌中央に、陽極を中指爪上部に貼り、同側手根上部において正中神経に1 msecの矩形波電気刺激を10秒間以上の間隔において、ランダムに10回反復刺激を加えた。なお、電気刺激の強度は刺激閾値の10倍とし、被験者の刺激感が一定になるようにした。使用した電気刺激装置は日本

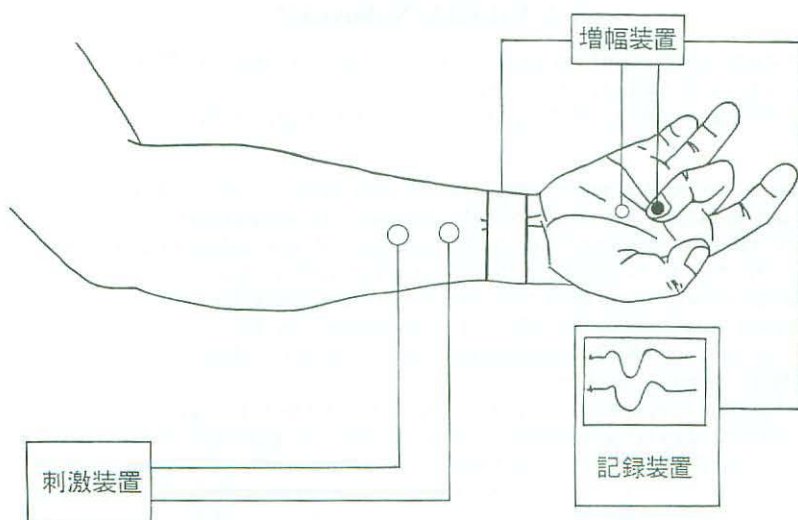


図1 SSRの測定法

円盤型表面電極の陰極を手掌中央に、陽極を中指爪上部に貼り、同側手根上部において正中神経に1 msecの矩形波電気刺激を10秒間以上の間隔において、ランダムに10回反復刺激を加えた。なお、電気刺激の強度は刺激閾値の10倍とし、被験者の刺激感が一定になるようにした。なお、手掌部(SSRの測定部位)の皮膚温は $30^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ とした。

電気三栄製スティミュレーターとアイソレーターで、SSRの記録には日本電気三栄製ポリグラフとオムニコーダーを用いた。

#### 4. SSRの潜時と振幅の求め方

図2はSSRの潜時と振幅の求め方を示す。潜時は刺激から反応の開始までの時間とし、振幅はSSR波形のpeak to peakの電位を計測した<sup>4,5)</sup>。なお、測定代表値は記録始めの10個の中から振幅の大きいものを5つ選び、平均潜時及び平均振幅値を求め、これらの値を代表値とした<sup>5)</sup>。

#### 5. 実験の手順

実験は無刺激群(N=5)と鍼刺激群(N=20)を設定し、それぞれの群においてSSRの測定を行なった。

潜時と振幅の測定法

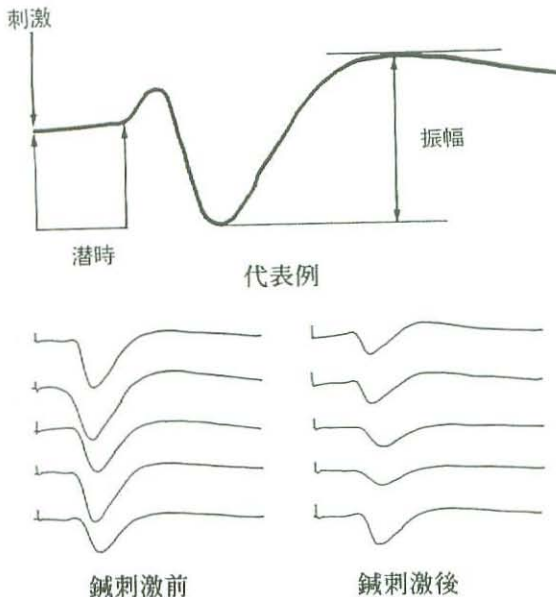


図2 SSRの潜時と振幅の測定方法と鍼刺激前後におけるSSRの変化

潜時は刺激から反応の開始までの時間とし、振幅はSSR波形のpeak to peakの電位を計測した。なお、測定代表値は記録始めの10個の中から振幅の大きいものを5つ選び、平均潜時及び平均振幅値を求め、これらの値を代表値とした。

無刺激群では1回目のSSRの測定後30分間の間隔をあけて2回目のSSRの測定を行った。第1回目と第2回目の間は無処置とし、安静を維持させた。

一方、鍼刺激群は1回目のSSR記録後30分間の間隔をあけた後、SSR測定側と反対側の合谷穴に1Hzの雀啄を1分間行ない、その後直ちに2回目のSSRを測定した。

なお、測定電極は1回目と2回目の間は取り外すことなく付けたままにしておいた。

#### 6. 鍼刺激方法

鍼の刺激はSSR測定側と反対側の合谷穴に1Hzの雀啄を1分間行なった。

#### 7. 統計処理法

ステュUDENT T TESTを用いた。

### III 結 果

#### 1. 潜時の変化

図3は無刺激群における潜時の変化を示す。1回目は $1.31 \pm 0.09$ 秒(平均 $\pm$ 標準偏差)であり、

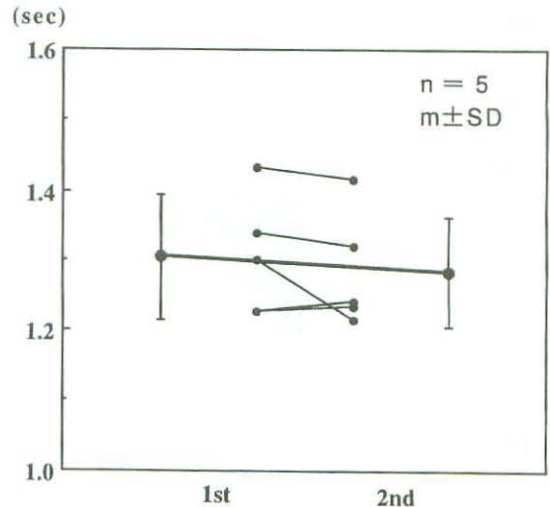


図3 無刺激群における潜時の変化

1回目は $1.31 \pm 0.09$ 秒(平均 $\pm$ 標準偏差)、2回目は $1.29 \pm 0.08$ 秒であり、30分間の間隔を置いてもほとんど変化は認められなかった。

2 回目は $1.29 \pm 0.08$ 秒であった。無刺激群においては30分以上の間隔をあけてもSSRの潜時は有意に変化しなかった。

図4は鍼刺激群における潜時の変化を示す。鍼刺激前は $1.27 \pm 0.08$ 秒、鍼刺激後は $1.33 \pm 0.09$ 秒となり有意 ( $P < 0.01$ ) に潜時は延長した。しかし個別にデータを検討すると20例中4例はわずかに潜時の短縮を示した。

## 2. 振幅の変化

図5は無刺激群における振幅の変化を示す。1回目は $12.8 \pm 6.2$ mV (平均±標準偏差) であり、2回目は $13.3 \pm 5.9$ mVであった。無刺激群においては30分間の間隔をあけてもSSRの振幅は有意に変化しなかった。

図6は鍼刺激群における振幅の変化を示す。鍼刺激前は $11.05 \pm 4.8$ mV、鍼刺激後は $8.5 \pm 4.4$ mVとなり有意 ( $P < 0.001$ ) に振幅は減少した。しかし個別にデータを検討すると20例中3例は振幅の増大を示した。

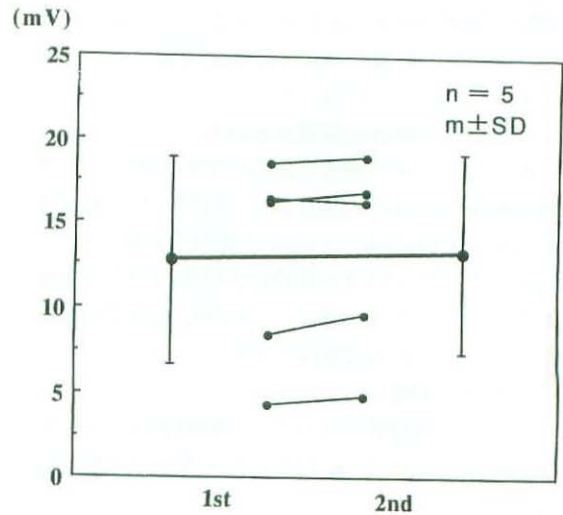


図5 無刺激群における振幅の変化

1回目は $12.8 \pm 6.2$ mV (平均±標準偏差)、2回目は $13.3 \pm 5.9$ mVであり、30分間の間隔を置いても振幅はほとんど大きく変化しなかった。

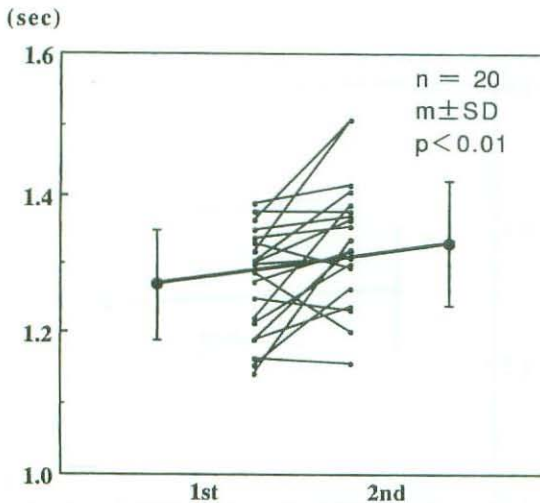


図4 鍼刺激群における潜時の変化

鍼刺激前は $1.27 \pm 0.08$ 秒 (平均±標準偏差)、鍼刺激後は $1.33 \pm 0.09$ 秒となり有意 ( $P < 0.01$ ) に潜時は延長した。しかし個別にデータを検討すると20例中4例はわずかに潜時の短縮を示した。

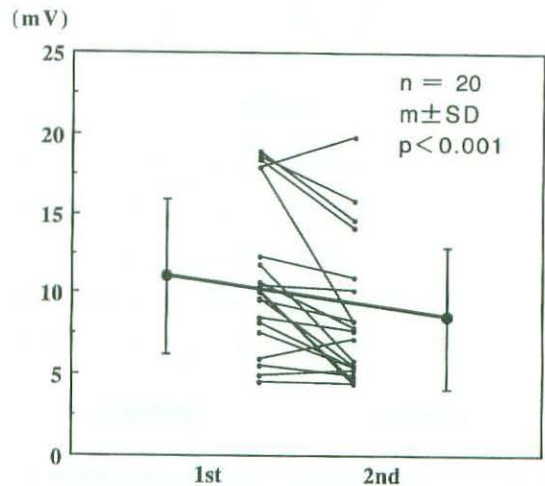


図6 鍼刺激群における振幅の変化

鍼刺激前は $11.05 \pm 4.8$ mV (平均±標準偏差)、鍼刺激後は $8.5 \pm 4.4$ mVとなり有意 ( $P < 0.001$ ) に振幅は減少した。しかし個別にデータを検討すると20例中3例は振幅の増大を示した。

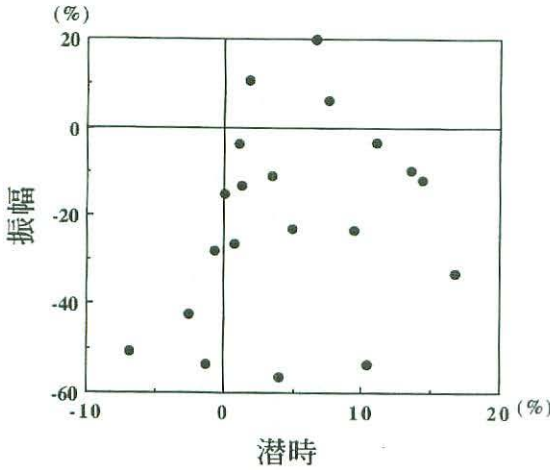


図7 鍼刺激群における潜時と振幅の関係

図は症例ごとの潜時と振幅の増減率の関係で縦軸は振幅の増減率を、横軸は潜時の増減率を示す。このうち潜時の延長と振幅の減少は12例、潜時の短縮と振幅の減少は4例、潜時の延長と振幅の増大は3例、振幅の減少のみは1例であった。第4象現に布置するもの、すなわち潜時の延長と振幅の減少を示した症例が12例ともっとも多かった。

### 3. 鍼刺激群における潜時と振幅の関係

図7は症例ごとの潜時と振幅の増減率の関係を示す。縦軸は振幅の増減率を、横軸は潜時の増減率を示す。このうち潜時の延長と振幅の減少は12例、潜時の短縮と振幅の減少は4例、潜時の延長と振幅の増大は3例、振幅の減少のみは1例であった。すなわち潜時の延長と振幅の減少を示した症例が12例でもっとも多く、第4象現に布置した。

## IV 考 察

SSRは求心性刺激による遠心性交感神経を介した効果器(汗腺)への反応であり、微小神経電図法等による検討から汗腺を支配する皮膚交感神経の無髄C線維由来の電位と考えられている。すなわちSSRは体性-自律神経反射の一つであり、遠心性の皮膚交感神経活動を反映する指標である<sup>8-10)</sup>。

体性-自律神経反射は多シナプス反射であり一般的には効果器の反応では単一の神経スパイクが明確な反応を生じることはほとんどないとされている。しかし、SSRのように汗腺を効果器とする体性-自律神経反射においては1回の体性求心性刺激に対して効果器である汗腺ではただの1個の反応のみを形成する例外的な反応であるとされている。それだけに1回の体性求心性刺激(電気刺激)で誘発されるSSRは正確に皮膚交感神経の活動を反映する。

以上のことからSSRは遠心性の皮膚交感神経活動を反映する指標として適切な指標であり、この指標を用いて鍼刺激が皮膚交感神経活動に及ぼす影響について検討した。

今回のSSRの測定はphase cancellationやhabituationの影響を考慮して加算法は用いず一つ一つのSSR曲線を記録した<sup>4)</sup>。また、SSRの測定における電極位置は一般に手掌と手背に電極を装着する方法がとられているが、この2点の電位は共に変動し、Phase CancellationによりSSRの潜時や振幅の正確な測定ができないことから電気刺激に対してほとんど電位変化を生じない部分として爪上部と手掌中央部に電極を装着して測定した。

その結果、SSRの潜時及び振幅は無刺激群では30分間の時間経過による変動は小さく、潜時および振幅ともに有意な変化は認められなかった。しかし、合谷の鍼刺激では潜時は有意に延長し、振幅は有意に減少した。このことは鍼刺激によってSSRが抑制されたこと、すなわち皮膚交感神経活動への抑制を示すものである。

一般的にSSRの潜時に及ぼす要因として反射弓を構成する神経線維の長さ、求心路あるいは遠心路の障害および中枢神経機構への関与があげられる。本実験では研究対象がいずれも健康成人であることから神経線維の障害は除外でき、しかも同一被験者における刺激前後の比較をおこなっていることから反射弓を構成する神経線維の長さの変化によることも除外できる。したがって鍼刺激による潜時の延長は主として中枢神経機構の関与

によるものと考えられる。

また、SSRの振幅に及ぼす要因として振幅形成に参加する神経線維の数、中枢および末梢での時間同期性の状態、さらに効果器(汗腺)の状態などの要因があげられている。本実験では対象が健康成人であることから神経線維の数の減少は除外できる。したがって鍼刺激による振幅の減少は主として中枢や遠心性皮膚交感神経における時間同期性への影響による皮膚交感神経活動の抑制によるものによると考えられる。

宮川ら<sup>11)</sup>はSSR出現と事象関連電位の関係について検索したところSSRの出現時にP200成分が特異的に出現することからSSRの出現に高次認知機能が関与することを明らかにしている。また、これまで鍼刺激の中枢神経機能への影響について幾つかの報告があるが、堀ら<sup>12)</sup>は鍼刺激は脳幹網様体の活動性を適度に抑制することを $\alpha$ 波再現時間から明らかにし、矢野ら<sup>13)</sup>は脳波等電図における $\alpha$ 波のパワー増大から鍼刺激はリラクゼーションの誘導作用があると報告している。

これらの知見はSSRの反射中枢が延髄にあり、その反射中枢は脳幹網様体からの調節を受けていることからいって鍼刺激が中枢神経機能になんらかの影響を及ぼし、SSRの中枢機構において抑制が生じ、その結果として皮膚交感神経活動は抑制されてSSRの潜時の延長と振幅の減少を引き起こしたのと考えられる。しかし、本実験では脳波など他の指標を同時測定をしていないために推測の域をでず、今後、高次神経機構を含めた詳細な検討が必要である。

## V ま と め

鍼刺激が皮膚交感神経活動にどのように影響するかを検討するためSSRを指標に検討した。対象は健康成人とし無刺激群(5例)と鍼刺激群(20例)に分け、それぞれの群において正中神経の電気刺激によるSSRを測定し、潜時と振幅の変化について比較検討した。

1) 無刺激群ではSSRの潜時および振幅の変化はほとんど認められなかった。

2) 鍼刺激ではSSRの潜時は有意に延長し、振幅は有意に減少した。

以上のことから鍼刺激はSSRに対して抑制的に作用することが示唆された。

## 参 考 文 献

- 1) 佐藤昭夫：体性神経刺激で誘発される自律神経反射，自律神経，15(2)：88～96，1978。
- 2) 矢澤一博：麻酔動物における鍼および皮膚の侵害刺激によって誘発される心臓および膀胱の反射的反應の神経生理学的機序，自律神経，23(1)：58～70，1986。
- 3) 西条一止，矢澤一博，森 英俊ら：人体における人体-心臓反射，理療の科学，7(1)：10～15。
- 4) 真野行生，中室卓也，高柳哲也：Sympathetic skin response と自律神経系，発汗との関係について，臨床脳波，30(2)：71～75，1988。
- 5) 渡引康公，馬場正之，松永宗雄：Sympathetic skin response，交感神経無髄線維機能の定量的評価法，臨床脳波，31(12)：777～782，1989。
- 6) 渡引康公：Sympathetic skin response(SSR)の臨床応用に関する研究(第2報)，糖尿病性末梢神経障害における交感神経無髄線維機能の定量的評価法の試み，自律神経，24(6)：557～564，1987。
- 7) 田中浩稔，三島徳雄，上田朋宏ら：Sympathetic skin response(SSR)と膀胱内圧測定における糖尿病性自律神経障害の早期発見に対しての有用性の比較，自律神経，29(3)：289～293，1992。
- 8) 照井直人：体性-自律神経反射，Clinical Neuroscience，4：1100～1102，1986。
- 9) 岩瀬 敏，間野忠明：マイクロニューログラムによる交感神経活動の解析，臨床脳波，31(12)：787～793，1989。
- 10) 菅屋潤壹，岩瀬 敏，間野忠明ら：発汗活動と皮膚交感神経活動との関係，名古屋大学環境医学研究所年報XL，125～129，1989。
- 11) 宮川美知子，宮坂 周，瀬上達夫ら：Sympathetic skin response(SSR)と事象関連電位，自律神経，29(5)：422～427，1992。
- 12) 堀川隆志，山田富美雄，平井高宏ら：鍼鎮痛時の脳波の検討，関西鍼灸短期大学年報，50～60，1988。
- 13) 矢野 忠，丸山彰貞，田中淳子ら：鍼通電，TENによるEEGトポグラムの変化，明治鍼灸医学，創刊号，55～64，1985。