

精神性発汗活動におよぼす鍼灸刺激の影響

1 明治鍼灸大学 経絡經穴学教室 2 明治鍼灸大学 第1東洋医学臨床教室
3 明治鍼灸大学 内科学教室

廣 正基¹ 矢野 忠² 中村 満² 山田 伸之²
石崎 直人² 江川 雅人² 岡本 芳幸² 福田 文彦²
梶山 静夫³ 中村 直登³

要旨：精神性発汗活動に及ぼす鍼灸刺激の影響を検討するため、健康成人ボランティア15名（平均年齢28.4歳）を対象に、カプセル換気法による連続発汗測定装置（ハイドログラム）を使用して手掌部の発汗量を測定した。

方法は発汗量測定部位と同側の合谷穴への鍼刺激、灸刺激時、および同側の示指への痛み感覚を伴う電気刺激（以降は侵害刺激とする）時の手掌部の発汗量を記録し、さらに侵害刺激で誘発される反射性発汗活動に対する鍼刺激の影響を検討した。

発汗量の測定にあたってホワイトノイズとアイマスクを使用することによって安定した手掌部の発汗活動を記録することができた。この測定条件のもとで行った鍼刺激、灸刺激および侵害刺激ではいずれも発汗活動は亢進を示した。また、侵害刺激を30秒間の間隔をあけて2回反復して行くと1回目より2回目で発汗活動はより亢進を示した。しかし、置鍼中および置鍼後での侵害刺激で誘発される発汗活動は抑制される傾向を示した。

手掌部の発汗は精神性発汗で、その活動は遠心性皮膚交感神経によって支配されている。したがって鍼刺激、灸刺激および侵害刺激による発汗活動の亢進は皮膚交感神経活動の亢進によるものと考えられる。しかし、置鍼中あるいは置鍼後での侵害刺激による発汗活動の抑制傾向は鍼刺激によって皮膚交感神経活動が結果的に抑制されたことを示唆するものである。すなわち、鍼刺激は痛み刺激などの侵害刺激によって引き起こされる過度の皮膚交感神経活動を抑制し、発汗活動を抑制する傾向に導いたものと考えられた。

I はじめに

筆者ら¹⁾や松本²⁾はサーモグラフィ法による疼痛診断および鍼灸治療の鎮痛効果を検討してきたが、ある種の疼痛疾患においては疼痛部位に一致して低皮膚温分布を示し、しかも鍼灸治療により痛みの軽減に伴って皮膚温が回復することから、筆者らはその機構に皮膚交感神経活動が関与するのではないかと考えた。

そこで本研究は、鍼灸刺激の皮膚交感神経活動への影響を観察することを目的に、皮膚交感神経

活動を反映する手掌部の発汗活動への影響について検討した。なお、手掌部の発汗活動について岩瀬ら³⁾は microneurography により直接皮膚交感神経活動を記録して手掌部発汗量と皮下血流量の関係を解析し、発汗量および皮下血流量が皮膚交感神経活動を反映することを明らかにした。

これまでカプセル換気法による手掌部の発汗活動に対する鍼灸刺激の影響についての報告はない。皮膚交感神経活動への鍼刺激の影響について矢野ら⁴⁾は皮膚交感神経反応（SSR）を指標に検討

Key Words : 精神性発汗 Emotional sweating, 鍼灸 Acupuncture and Moxibustion, 皮膚交感神経 Skin sympathetic nerve

しているが、それは手掌部の発汗活動を電位変化としてとらえたもので直接的に発汗量を測定したものではない。そこで本研究では、鍼刺激、灸刺激および痛み感覚を伴った電気刺激（侵害刺激）の手掌部の発汗活動に及ぼす影響ならびに侵害刺激で誘発される反射性発汗活動に対する鍼刺激の影響を観察し、その結果から遠心性皮膚交感神経活動への作用を検討した。

II 対象および方法

1. 対 象

平均年齢28.4歳（22歳～46歳）の健常成人男子15名を対象とした。

2. 方 法

室温 $25.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の半防音恒温室にて安静臥床のもと、外部からの雑音などが被験者の精神的負担にならないようにヘッドホンでホワイトノイズを与え、アイマスクで視覚刺激を遮蔽した。なお、各種の刺激による実験は安静臥床15分間経過し、発汗活動が安定していることを確認してから

行なった。

発汗量の測定には、連続発汗測定装置（ハイドログラフ・AMU-3：フォーション製）を使用した。ハイドログラフの測定原理は断面積 1cm^2 のカプセル内に乾燥窒素ガスを流し、その湿度の増加分から発汗量を定量するもので、本研究では手掌部中央部にカプセルを専用シールで固定し、連続的に記録した（図1）。

3. 実 験 内 容

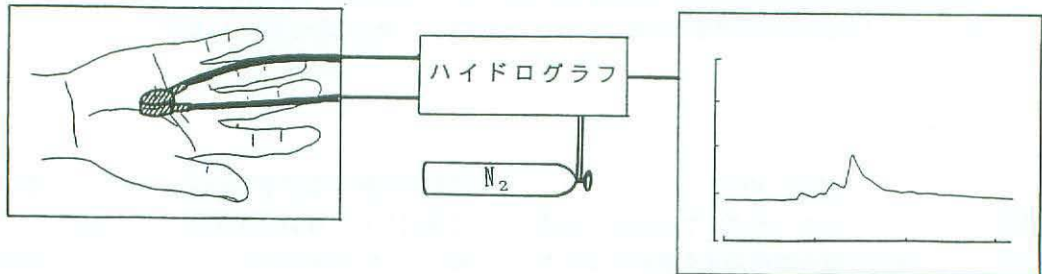
1) 安静臥床時における発汗活動の測定

安静臥床のもと手掌部の発汗を連続的に測定し、外部からの雑音（会話、暗算）負荷時とホワイトノイズ、アイマスク下での測定を行い、比較検討した。

2) 鍼、灸刺激時における発汗活動の測定

ホワイトノイズ、アイマスク下で発汗活動を測定し、鍼刺激（40mm, 18号鍼、置鍼刺激を1分間）および灸刺激（有痕灸、半米粒大、燃焼最高温度約 120°C 、全灸3壮）を発汗測定部と同側の合谷穴部に行なった。なお、被験者全員に鍼刺入

発汗量測定



刺激方法

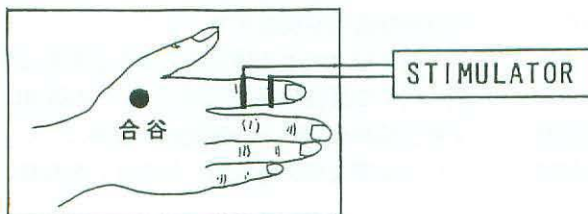


図1 実験方法：手掌部に 1cm^2 のカプセルを装着、ハイドログラフにて連続的に発汗量を測定し、STIMULATORにて痛み刺激を与え合谷穴に鍼灸刺激を与えた。

痛は認めなかった。また、灸刺激は全員に熱痛感覚が発生した。

3) 侵害刺激による発汗活動の測定

発汗量測定部位と同側の示指指尖部に電気刺激装置（アイソレーター-5361, ELECTRONIC STIMULATOR 3F46：日本電気三栄社製）を用い、500 μ s, 150Vの矩形波の侵害刺激を①1回のみ与えた場合、②30秒の間隔をあけて2回続けて与えた場合、③30秒間隔で連続10回与えた場合の発汗活動を比較検討した。

4) 侵害刺激で誘発される発汗活動への鍼刺激の影響

- ①侵害刺激で誘発される発汗活動を確認したのち、5分間の置鍼刺激を与え、刺激後1分、5分、10分に同様に侵害刺激を与え、発汗活動を測定し、刺激前の発汗活動と比較検討した。
- ②侵害刺激の1回目と2回目の間に1分間の置鍼刺激（測定側と同側の合谷穴）を行い、2回目の侵害刺激による発汗活動を1回目の発汗活動と比較検討すると共に無処置群（30秒の間隔をあけて2回続けて与えた場合：3)の②)のそれと比較検討した。
- ③侵害刺激で誘発された発汗活動を確認した後5分間の置鍼（測定側と同側の合谷穴）を行い、置鍼中に同様の侵害刺激を施行し、誘発される発汗活動を無処置群（侵害刺激のみの群）を対照として比較検討した。

4. 発汗活動曲線の分析

各種刺激によって誘発された発汗曲線のピーク値を発汗量とした。

5. 統計処理

発汗量についての前後差検定はスチューデントt検定を用いた。

III 結 果

1. 安静臥床時における発汗活動

ホワイトノイズ、アイマスク下の安静時による3分間の発汗活動は平坦な経過を示し、 $0.09 \pm 0.034 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ （平均±標準偏差、 $n=15$ ）と安定した発汗量を示した（図2-a）。しかし、

ホワイトノイズ、アイマスクなしでは図2-bのように不規則に動揺する発汗曲線を示し、暗算負荷で $0.05 \sim 0.24 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ にわたる大小の発汗波が観察された。

このことから外部からの負荷を除去するためホワイトノイズ、アイマスク下で各種の刺激時の検討を行なった。

2. 鍼と灸刺激による発汗活動

1分間の置鍼刺激では、15例中6例が軽度から中等度のさまざまな発汗活動の反応を示し、刺激時に $0.14 \pm 0.07 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ と刺激前（安静時）よりも平均 $0.07 \pm 0.06 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ の発汗量の増加を示したが、刺激後は比較적すみやかに安静時に復した（図3-a）。なお、鍼刺激で発汗活動が亢進した6例は鍼の得気感覚が得られ、発汗活動の亢進が認められなかった9例では得気感覚は得られなかった。

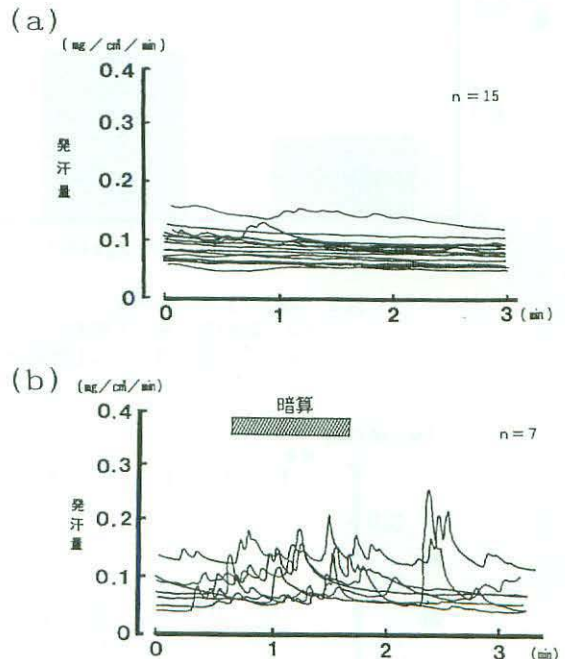


図2 安静時における発汗

- (a) ホワイトノイズ、アイマスク下においては安定した発汗活動が認められた。
- (b) ホワイトノイズ、アイマスクなしでは暗算や物音などにより不安定な発汗活動が認められる。

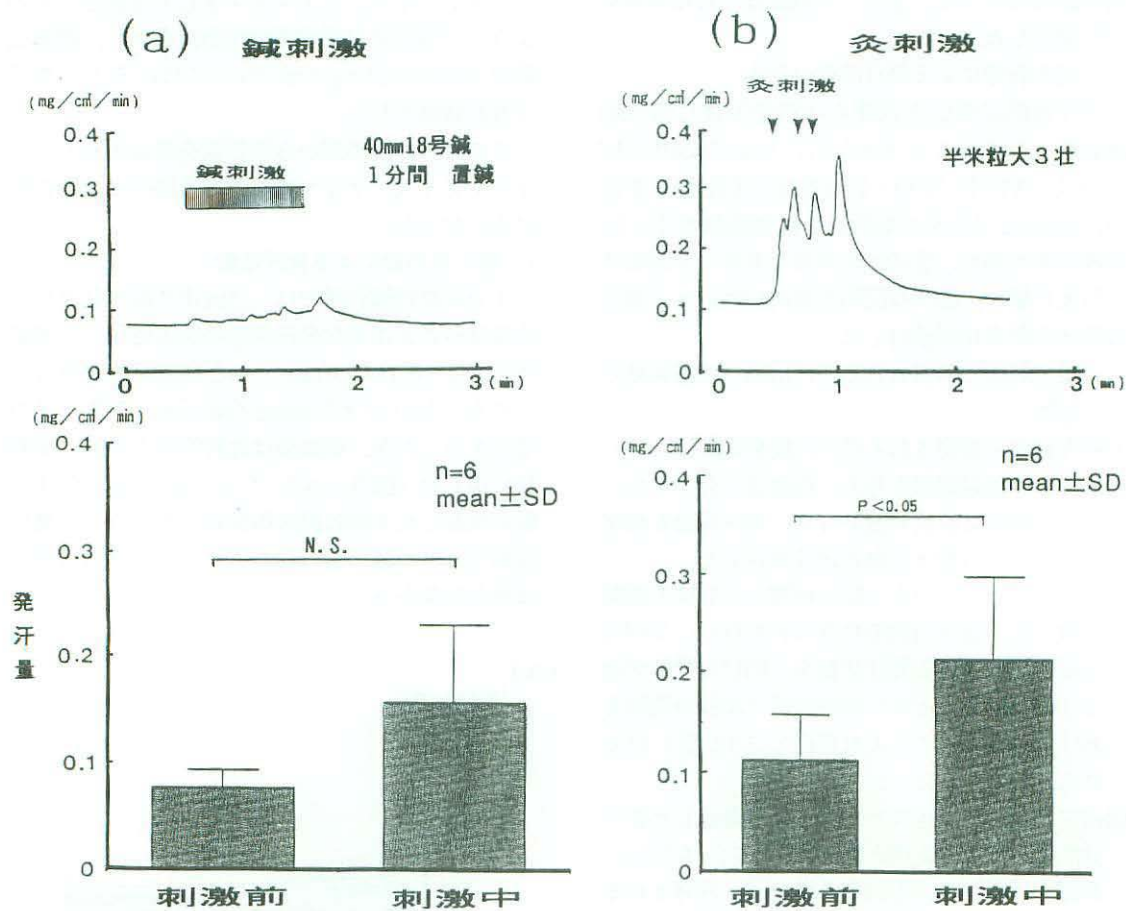


図3 鍼灸刺激による影響

(a) 鍼刺激において刺激とともに軽度の発汗活動が認められた。

(b) 灸刺激では3壮とも熱痛とともに有意な発汗活動の増加が認められた。

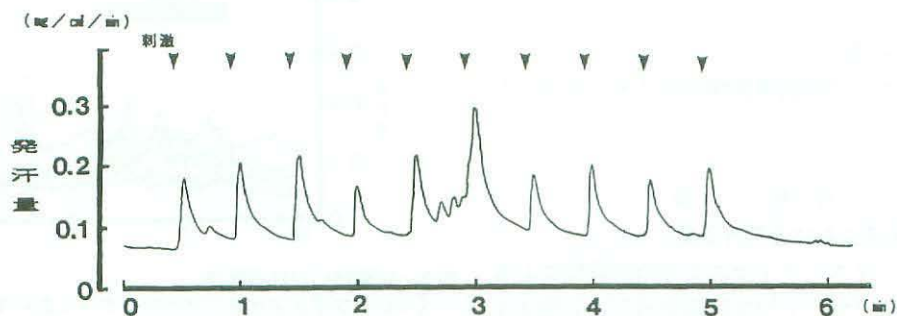


図4 反復刺激による発汗活動への影響

10回の反復刺激による慣れの現象は認められない。

一方、灸刺激を行った6例では3社の施灸毎に一致して反射性の発汗活動を示し、平均 $0.21 \pm 0.08 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ と刺激前（安静時）と比べて平均 $0.10 \pm 0.08 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ の有意な発汗量の増加を示した（ $p < 0.05$, 図3-b）。

3. 侵害刺激による発汗活動

1) 侵害刺激10回の反復刺激

侵害刺激を30秒間隔で10回の反復刺激を与えても図4に示すように慣れの現象が認められなかった症例のみを選別し、以下の実験を行なった。なお、共通して3回までは発汗活動は漸増する傾向を示した。

2) 1回の侵害刺激

1回の侵害刺激では刺激前（安静時）の $0.09 \pm 0.02 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ （ $n = 6$ ）に比べて刺激で誘発された発汗量は $0.12 \pm 0.02 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ であり、

刺激前（安静時）に比べて $0.05 \pm 0.02 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ と有意に増加を示した（ $p < 0.01$, 図5-a）。

3) 2回の反復侵害刺激

刺激前の $0.10 \pm 0.03 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ （ $n = 8$ ）に対し、1回目の刺激では $0.16 \pm 0.07 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ 、30秒後の2回目の刺激では $0.2 \pm 0.1 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ であり、いずれも刺激前（安静時）に比べて1回目 $0.07 \pm 0.04 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ 、 $0.11 \pm 0.08 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ と有意に増加を示した（1回目： $p < 0.05$ 、2回目： $p < 0.02$ ）。しかも侵害刺激を反復させることによって発汗活動はより亢進する傾向を示した（図5-b）。

4. 侵害刺激で誘発される発汗活動に対する鍼刺激の影響

1) 置鍼前後における発汗活動の変化

置鍼前の侵害刺激で誘発される発汗活動は、刺

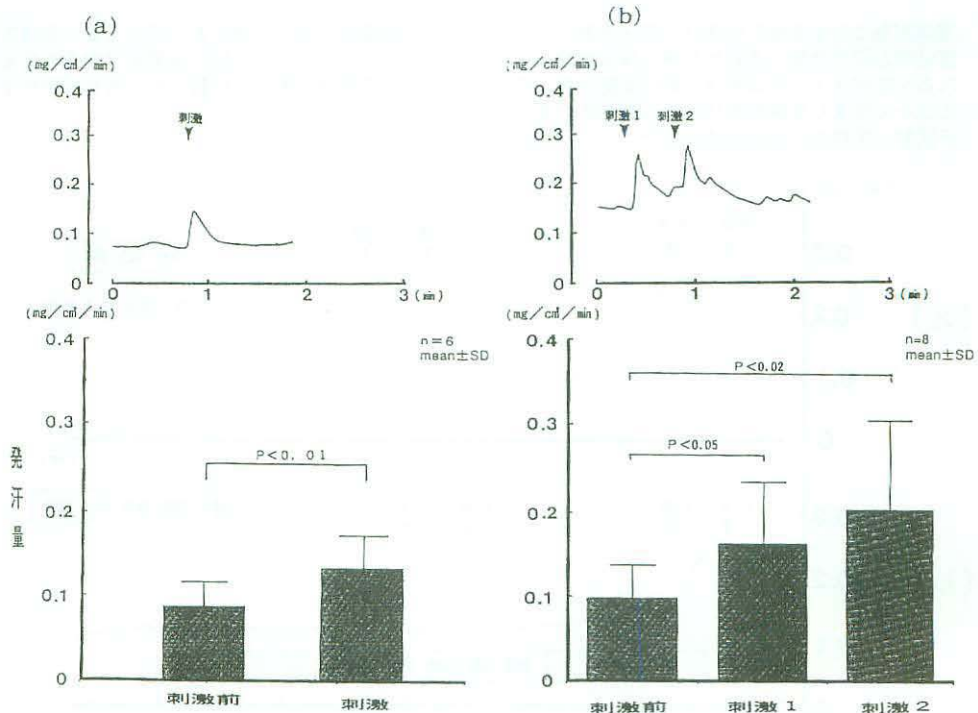


図5 痛み刺激による発汗活動への影響

(a) 痛み刺激1回では安静時と比較して有意な発汗活動が認められた。

(b) 痛み反復刺激では1回目の刺激に対し有意に発汗活動の増加が認められ、さらに2回目の反復刺激により1回目より亢進した発汗活動が認められた。

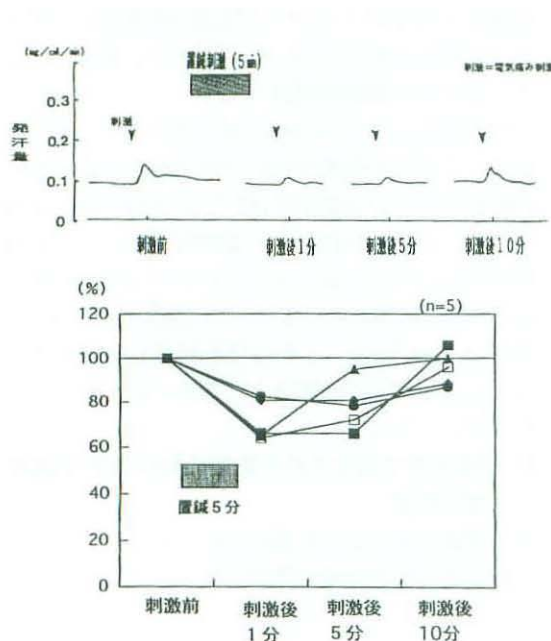


図6 置鍼刺激に対する痛み刺激時の発汗活動
置鍼刺激前では発汗活動が有意な増加が認められるが置鍼後1分では発汗活動は抑制され、のち徐々に回復し置鍼刺激10分では刺激前の発汗活動と同様の反応が認められた。

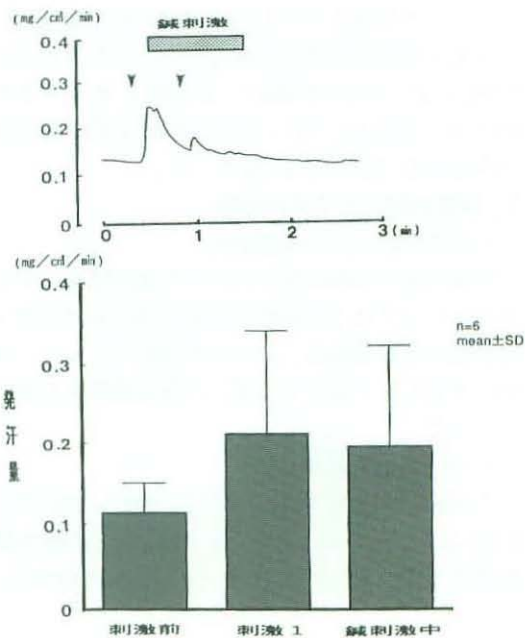


図7 鍼置鍼刺激が反復刺激の発汗活動に及ぼす影響
1回目と2回目の間に鍼置鍼刺激を与えると2回目の発汗活動は1回目より亢進せず抑制する傾向を示した。

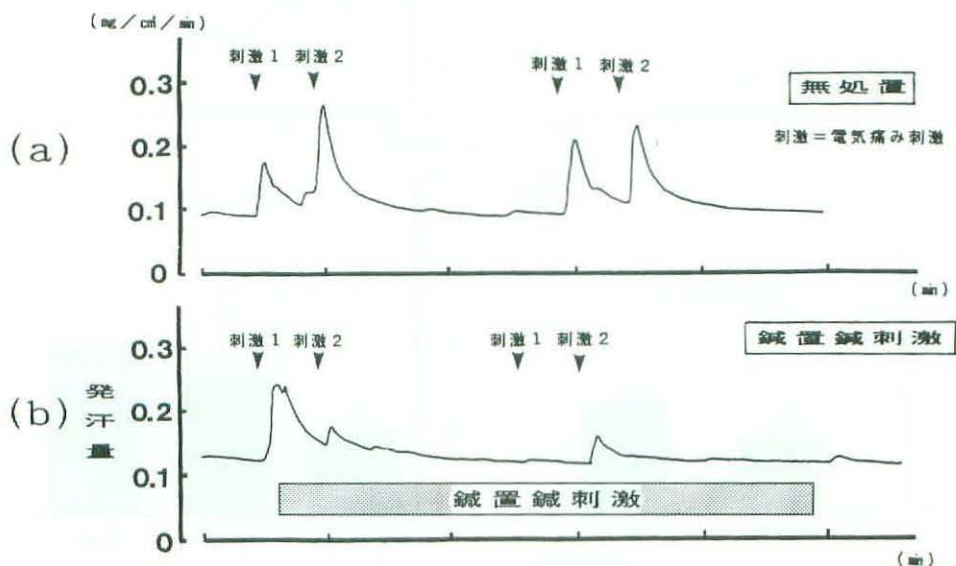


図8 置鍼刺激に対する痛み刺激の発汗活動（反復刺激による）
(a) 痛み反復刺激のみ発汗活動：2分間の間隔をあげた後も痛み刺激に対して同様の反応がみられる。
(b) 置鍼中に痛み刺激を行ったところ痛み刺激による発汗活動は抑制を示した。

激前(安静時)の $0.08 \pm 0.02 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ に対し $0.12 \pm 0.03 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ ($n = 5$)であった。これに対して5分間の置鍼終了後1分における侵害刺激で誘発される発汗量は、 $0.09 \pm 0.03 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ であり、置鍼前のそれに比べると平均 $0.03 \pm 0.01 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$ の減少を示した。しかし、置鍼刺激後5分では徐々に回復し、置鍼刺激後10分では刺激前のそれと同様の発汗量を示した。(図6)

2) 置鍼中の侵害刺激によって誘発される発汗活動の変化

1回目の侵害刺激後に置鍼を行なうと、2回目の侵害刺激で誘発される発汗量($0.19 \pm 0.12 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$, $n = 6$)は1回目の発汗量($0.21 \pm 0.12 \text{ mg/cm}^2/\text{min}$)に比べて平均9.5%減少を示し(図7)、無処置対照群(図5-b)と比較すると逆の傾向を示した。

3) 置鍼中の2回反復侵害刺激で誘発される発汗活動の変化

無処置対照群(1例)では2回の反復侵害刺激でいずれも発汗活動は明瞭に誘発され、しかも第1回目および第2回目ともに2回目の侵害刺激で亢進を示した(図8-a)。しかし、置鍼中では第2回目の反復刺激では明瞭な発汗活動は認められず、抑制する傾向を示した(図8-b)。

IV 考 察

これまで筆者ら¹⁾や松本²⁾は疼痛部位や鎮痛効果を客観的に評価する方法としてサーモグラフィー法を用いて検討してきたがある種の疼痛疾患では疼痛部位に一致して皮膚温低下が認められ、それが鍼灸治療による疼痛の軽減に伴って回復することを観察した。本研究はこのような機構に皮膚交感神経活動の関与があるものと推測し、鍼灸刺激の皮膚交感神経活動に及ぼす影響を明らかにしようとしたものである。そこで比較的容易にしかも非侵襲的にかつ測定負荷を与えずに皮膚交感神経活動を観察できる指標として手掌部の発汗活動を指標として選んだ。

岩瀬^{3),10)}、菅屋(1989)ら¹¹⁾は microneurogra-

phy により直接皮膚交感神経活動(SSA)を記録し、手掌部発汗量と皮下血流量の関係を解析するとともに精神負荷により正中神経SSAについて観察し、手掌部の発汗活動は皮膚交感神経活動を反映することを明らかにした。

一方、正常人にみられる発汗は、温熱性発汗と精神性発汗に大別される。前者は皮膚を熱すると起こる発汗であり、体内・体外の温度、血液の浸透圧、皮膚局所の温・冷刺激などの要因が関与している。この温熱性発汗の中枢は視床下部にある視床前野の体温調節中枢にあると考えられ、手掌・足底を除く全身の温熱性発汗を支配している。後者は感覚受容器からの反射や、精神的努力(暗算、思考など)に際し起こる発汗で、手掌、足底で認められる。この部の発汗活動は脳に支配され、外界の温度には関係なく起こる⁵⁾⁻⁹⁾。

以上の知見から本実験で測定した手掌部の発汗活動は精神性発汗であり、遠心路を皮膚交感神経とする自律反射である。したがって手掌部の発汗活動を正確に測定することにより情動系を介した皮膚交感神経活動をとらえることができる。

これまで発汗の測定法にはヨード・澱粉反応を応用する呈色法や濾紙により重量変化を測定する濾紙法あるいは皮膚電気活動の記録などの方法が用いられていたが、近年高感度容量湿度計を用いたカプセル換気法により正確にしかも連続的に発汗量を測定することが可能になった。小川ら¹²⁾、木原ら¹³⁾は、このカプセル換気法を用いた定量的発汗機能検査法は定量的自律神経検査法として極めて有用であると報告している。

今回、筆者らはまず安静臥床時、鍼刺激、灸刺激、侵害刺激時の手掌部発汗活動を測定した。その結果、安静臥床時においてはホワイトノイズ、アイマスクの無使用下では不規則な発汗活動が認められ、しかも暗算負荷では発汗活動は亢進を示し、精神活動による発汗活動の亢進を示した。しかし、ヘッドフォンによるホワイトノイズやアイマスクによる視覚遮蔽の処置を施すことによって低く安定した発汗活動を認め、外界からの不要な精神負荷を除去することに成功した。精神活動と

発汗について宮下¹⁴⁾は、恐れで身がすくむ思いがするときや、不快な刺激に対してじっと耐えているときは増加し、快や報酬を求め行動している時には変化が少ないとしているが、今回のこの処置で刺激に対する発汗活動の応答性を正確に記録することが可能となった。

このような条件下において鍼刺激、灸刺激、侵害刺激を作用させたところいずれの刺激においても発汗活動は有意な亢進を示した。特に熱痛感覚を引き起こす灸刺激と侵害刺激では顕著な発汗活動を認め、侵害刺激としての特性を示した。すなわち痛みや不快感覚に伴う情動系を介した皮膚交感神経活動の亢進によることを示すものである。なお、鍼刺激では刺入において無痛であったが、得気感覚が発生した症例ではいずれも発汗活動の亢進を示し、得気感覚が無かった症例では発汗活動の亢進は認められなかった。得気感覚については渡邊¹⁵⁾は事象 関連電位の変化から大脳活動に深く関連することを示唆しているが、得気感覚の発生を伴った発汗活動は大脳活動を介した反応と考えられる。

しかし、置鍼後あるいは置鍼中における侵害刺激によって誘発される発汗活動は無処置におけるそれと比較して抑制される傾向を示した。図4で示したように、反復する侵害刺激でも慣れの現象の認められない症例を対象にして行なったことから、これらの現象は鍼刺激による抑制効果を示すものと考えられる。すなわち侵害刺激により誘発される一過性の過剰な皮膚交感神経活動に対して抑制的に作用したことを示唆するものである。

その機序として侵害刺激の入力系の経路での抑制と中枢神経機構における抑制が考えられるが、本研究からは発汗反射のどの段階で抑制がかかったかを明らかにすることはできないが、侵害刺激で誘発される発汗活動の亢進を抑制する効果が鍼刺激にあることを示唆するものであり、指標は異なるものの矢野⁴⁾と同様の結果を示した。

V ま と め

手掌部発汗活動に及ぼす鍼、灸刺激および侵害

刺激の影響を検討するとともに侵害刺激で誘発される発汗活動に対する鍼刺激の効果をカプセル換気法による連続発汗測定装置（ハイドログラム）を用いて検討した。

1. 安静臥床時においてホワイトノイズ、アイマスクを処置することによって低く安定した発汗活動を記録することができた。
2. 鍼刺激、灸刺激および侵害刺激で発汗活動は亢進を示した。
3. 置鍼中、置鍼後で侵害刺激で誘発される発汗活動は抑制される傾向を示した。
4. 3の結果から鍼刺激は侵害刺激で誘発される皮膚交感神経活動を抑制する作用を有することが示唆された。

参 考 文 献

- 1) 廣 正基, 矢野 忠, 石崎直人ら: サーモグラフィ法の疼痛部位および鍼灸治療効果の客観的評価法としての有用性について, 明治鍼灸医学, 8: 43~51, 1991.
- 2) 松本 勲: 東洋医学物理療法のサーモグラフィによる研究(1) 鍼灸治療で取り扱った疼痛症例のサーモグラフィ所見一, 東洋医学とペインクリニック, 8(2): 1~8, 1978.
- 3) 岩瀬 敏, 間野忠明, 斉藤 満ら: ヒトの皮膚交感神経活動と発汗量および皮膚血流量との関係について, 環研年報XXXIX: 70~77, 1988.
- 4) 矢野 忠, 河本 呂, 西田直子ら: 健康成人の皮膚交感神経反応に及ぼす鍼刺激の効果, 明治鍼灸医学, 11: 47-52, 1992.
- 5) 後藤由夫, 松尾 裕, 佐藤昭夫: 自律神経の基礎と臨床, 233~243, 1987.
- 6) 真島英信: 生理学, 500~502, 1981.
- 7) 菅屋潤彦: 発汗の中枢機構(I), 臨床脳波, 32(2): 126~130, 1990.
- 8) 菅屋潤彦: 発汗の中枢機構(II), 臨床脳波, 32(3): 189~194, 1990.
- 9) 小川徳雄: 発汗活動に影響する中枢性および末梢性要因, 日本生理誌, 48, 1~13, 1986.
- 10) Satoshi IWASE, Tadaaki MANO, Junichi SUGENOYA: Relationships among Skin Sympathetic Nerve Activity, Sweating, and Skin Blood Flow. Reprinted from Environmental Medicine, 32: 55~67, 1988.
- 11) 菅屋潤彦, 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.
- 12) 小川徳雄 : 発汗の機序. 医学のあゆみ, 140(6), 413-417, 1987.
- 13) 木原幹洋, 渡邊晴雄 : カプセル換気法による局所発汗量の測定. CLINICAL NEURO SCIENCE 別冊, 4(11), 104-105, 1986.
- 14) 宮下彰夫 : 精神活動と発汗. 香粧会誌, 10(3):133-137, 1986.
- 15) 渡邊一平, 矢野 忠, 小林章子ら : 痛み関連電位からみた鍼ひびき感覚の効果について, 明治鍼灸医学, 11, 53-60, 1992.

Effect of Acupuncture and Moxibustion on Emotional Sweating

HIRO Masaki¹, YANO Tadashi², NAKAMURA Mitsuru²,
YAMADA Nobuyuki², ISHIZAKI Naoto², EGAWA Masato²,
OKAMOTO Yoshiyuki², FUKUDA Fumihiko²,
KAJIYAMA Shizuo³ and NAKAMURA Naoto³

¹ Department of Meridians and Acupuncture Points, Meiji College
of Oriental Medicine

² Department of First clinic of Oriental Medicine, Meiji College
of Oriental Medicine

³ Department of Internal Medicine, Meiji College of Oriental Medicine

Summary: We studied the effect of acupuncture and moxibustion stimulus on palmar sweating by emotional stress. Subjects in the present study were 15 healthy adult volunteers. Palmar sweating of all subjects was measured continuously and quantitatively using the ventilated capsule method (hydrography). We observed changes in palmar sweating in six terms as follows; (1) under load with the calculation, (2) during acupuncture stimulation at IL4 acupoint on the ipsilateral side for 1 min., (3) direct moxibustion stimulation at IL4 acupoint on the ipsilateral side (3 times continuously, peak temperature of 120°C), (4) single or twice electric pain stimulation (intensity of 150V, duration of 500 μ s) at the forefinger of ipsilateral side, (5) electric pain stimulation during acupuncture stimulation at LI4 acupoint, (6) electric pain stimulation after acupuncture at LI4 acupoint.

We could stabilize the palmar sweating curve by masking the auditory and visual input using white noise and a blindfold, and this made observation of various changes by stimulation easier. As a result, palmar sweating was increased temporally by any stimulation with acupuncture, direct moxibustion, or single electric pain stimulation. Palmar sweating evoked by either type of electric pain stimulation showed a higher level than that evoked by single electric pain stimulation. These responses were inhibited during acupuncture stimulation on the ipsilateral side. These results suggested that acupuncture stimulation tended to inhibit hyperactivity of skin sympathetic activity (SSA) evoked by electric pain stimulation, since SSA is reflected in palmar sweating.