原 著

皮膚の二点融合感覚と鍼刺激の効果

前 山 文 子* 熊 本 賢 三 岩 瀬 善 彦

要旨 目的：皮膚の二点融合距離から融合野を求めた。この融合野は鍼刺激によってはなはだしく拡大する。この拡大効果を中枢神経機序の立場から明らかにした。

方法：二点融合距離は触あるいは圧の二点刺激を一点と感ずる最大の二点間距離で求め、縦軸と横軸の測定から融合野を作図してその面積を算出した。

結果及び結論：融合野は触よりも圧覚刺激で面積が小さく再現性も高い。上肢の二点融合野の形は長方形に近く、上肢の末梢部ほど面積が小さくなる。鍼刺激によって融合野は拡大する。これは鍼刺激による求心性神経のインパルスによって、中枢への伝導系内の側方抑制機構が作動しなくなった結果と考えられる。

I 緒 言

鍼灸の治療に当って経穴が重要な意味を持っており、また治療上の特殊性をも有する。

今回この経穴刺激による治療効果の一端を明らかにするため、皮膚感覚の分野より実験を行った¹⁾。よく知られている皮膚感覚は触・圧・痛・温・冷であるが、この感覚点の存在は時間的に変動することが多い。これは見掛け上の現象で感覚点の閾値の変動を反映しているものである。したがって感覚点の分布や密度の測定から鍼灸の効果を判定することは非常によい着眼点であるが²⁾、再現性の点で問題がある。そこで皮膚の感覚点より高次の感覚内容を持つ二点弁別閾値を改良した二点融合感覚について、上肢と体幹で実験を行いそれぞれ

興味ある所見が得られた³⁾。

この融合距離に基づく二点融合野は、皮膚の受容野の知見に該当すること、また経穴と非経穴の鍼刺激による二点融合野の拡大効果とその神経機序について報告する。

II 実験方法

(1) 二点融合野の測定法

被検者は19~28才までの健康な男女学生で、上肢での測定は仰臥位、背部では座位で、アイマスク (eye mask) をかけて安静閉眼状態で行った。方法は、触覚ではナイロン糸を介して直径1.3mm、長さ3mmの木片を2個つけたノギス (図1A)、圧覚では直径1.0mm、長さ15mmの木棒を2個つけたノギスを用いた (図1A')。皮膚への二点の刺激圧を一定にするために、ノギスを被検者の皮膚上に平行に当てるのが大切で、皮膚の彎曲には充分注意した。

皮膚への二点の刺激圧を一定にするために、検者は圧力トランスデューサーにノギスを押しつけて練習を重ねた。図1B、B'がその試行例の一部で、4回の圧記録を示しほぼ一定の二点刺激圧で

*Fumiko MAEYAMA 明治鍼灸大学生理学教室

(現在 金沢市、東洋医学臨床研究所)

共同研究者：Kenzo KUMAMOTO 明治鍼灸大学解剖学教室、

Yoshihiko IWASE 明治鍼灸大学生理学教室

Key Words：二点弁別、二点融合感覚、融合野、受容野、側方抑制、鍼刺激、感覚点、経穴、非経穴

ある。上肢では通常、触の刺激閾値は2 gm, 圧の刺激閾値は10gm の規準で二点刺激を行った。これらは被検者または部位により圧の閾値が異なる。二点刺激を皮膚に加える時間は、圧覚では3～4秒、触覚では1～2秒である。

二点弁別閾値では二点間距離を次第に大きくして、二点間を離れている点として識別できる最小の値を求める。これに反して二点融合距離は二点間距離を次第に狭くして二点刺激が融合して一点と感ずる最大距離で求めた。図1 C, C'は、二点刺激を触覚と圧覚で行ったときの二点融合感覚を模式的に示している。横軸は二点間の距離、縦軸は感覚量である。触覚より圧覚では感覚量が大きいので融合感覚が判定しやすい。二点弁別閾値の場合には感覚量が小さくなるため正確な測定が得られにくいことが多い。したがって圧の二点

融合距離では測定結果の再現性が高い。なお、この二点融合距離の測定では『一点』と答えるのが一般的であるが、被検者によってはこの時に『棒一点』と答える者もある。上肢の場合、デルマトームの長軸方向に縦軸を取った。そして縦軸一カ所、横軸三カ所で二点融合距離の測定を行って、それに囲まれた部分の面積を算出しこれを二点融合(感覚)野 Two-Point Fused Sensory Area (以下融合野という)と名づけた。

実験を行う場合の注意点として、測定部位近くの皮膚上にノギス以外のものが接触していると、測定誤差や誤認をきたし易かった。例えば検者の手が被検者の皮膚に近接すると、それが温覚となり測定に支障をきたす場合がある。そのため検者の手が皮膚に触れないようにするため検者の前腕の下に台を置くことで調整した。またこの台を置

図1 実験方法

- A, A': 二点融合距離の測定用ノギス
- B, B': 圧トランスジューサーでモニターした各ノギスの接触圧
- C, C': 二点融合感覚の感覚量(縦)と二点融合距離(横)

くことにより検者の手は安定し、加える圧を一定にするためにも効果があった。

その他の実験条件として被検者が実験に慣れることが必要である。また実験中、被検者は話し声、電話の音、ドアの開閉の音等、周囲の状況に影響を受け易い。これらの雑音を取り払うため実験に際しては充分留意した。室温は $25\sim 27^{\circ}\text{C}$ を保つよう注意を払った。また暑い季節や運動などによる発汗が多い場合には測定値が変わるので、実験前に10分間の安静状態を取った。次に実験を行う時間帯を考慮した。すなわち午後は遅ければ遅いほど測定値の再現性が悪く、午前中の実験では再現性が良い。これは被検者が学生のため授業終了後で疲れていたり、実験終了時間を気にしたりする心理的条件によるものと思われる。

(2) 圧点の測定法^{4,5)}

上腕外側部、前腕外側部、手背部で測定を行った。皮膚表面に $20\times 20\text{mm}$ 内に2mmごとの碁盤

目(計121点)を捺印し、その内枠の81点についてFreyの刺激毛をもってその交点を次々に刺激した。刺激毛は木棒の先端に直径 0.288mm 、長さ 25mm のナイロン製の糸をつけたものである。そして皮膚がたわむ程度の圧(5gm)で刺激し、圧点の有無で判定した。

(3) 鍼刺激の方法

上肢、下肢、体幹の鍼刺激は、1寸3分,3番(直径 0.197mm)のステンレス鍼を皮内 10mm 刺入し(横刺)、その 1.5cm 外方に不関電極を置き鍼通電刺激(2Hz, $10\sim 40\text{V}$, 10min)を行った。電圧は原則として触或いは圧覚として感ずる閾値電圧を用いた。ただし、図7では鍼は皮内 5mm 横刺し鍼通電刺激(2Hz, 10V , 5min)を行った。

III 実験結果

1) 融合野の特徴

(a) 融合野の面積と形状

図2 前腕部の二点融合野の製作方法

A: 二点融合野の測定部位

B, C: 各刺激による融合野(実線と破線に囲まれた面積)

数字(cm^2)は各融合野の面積を示す。

融合野について前腕外側の同一部位で触覚刺激と圧覚刺激で実験した(図2A)。触覚刺激では融合野の面積が大きく(8.8cm^2 , 図2B), 圧覚刺激では小さい(5.7cm^2 , 図2C)。このように両者には明らかに面積の相違が認められた。

融合野の形状は部位により異った形を呈する。それは正方形, 長方形あるいはそれらに近い形であったり(図2B, C参照), 六角形に近い形であったりする(図4Bの実線)。これらの融合野の面積と形状は一般に同一被検者では再現性はかなり良い。しかし, 同一被検者の同一部位でも異なる場合もあった。

(b) 融合野の面積の経時的変化

触覚と圧覚刺激による融合野の面積の経時的変化を検討した。一般に触覚刺激と圧覚刺激の融合野は最初の5分までは変動し易い。その後は触覚刺激よりも圧覚刺激の方が経時的変化が少なく, また形状, 面積もほぼ一定であり, 以下の実験では主に圧覚刺激で行った。

(c) 上肢の融合野の面積の部位差

融合野の面積には部位差が認められ, これについて上肢で検討した。測定部位は手背部(A), 前腕外側部(B), 上腕外側部(C)で行った(図3挿入図参照)。図3は代表的な3例で, 実線が上肢の

部位による融合野の面積を表わす。

融合野は上腕部 $7.0\sim 10.5\text{cm}^2$, 前腕部 $4.5\sim 5.0\text{cm}^2$, 手背部 $1.5\sim 2.5\text{cm}^2$ の順に小さくなる。

ところで上述の上肢の融合野の部位差が何に基因するかを検討するため, 圧点の密度を測定し融合野の面積との関係を求めた。図3の破線は各部位の圧点の密度を示すが, 圧点の密度にはほとんど変化は見られない。したがって融合野の面積の部位差を圧点の数から説明することはできない。

なお, 背部では上肢のどの部位よりも融合野の面積が大きい(最大 20cm^2)。

2) 鍼の刺激条件による融合野の拡大効果

(a) 同側の鍼刺激

合谷に閾値下の鍼刺激をしても融合野の面積にはまったく変化が見られない。次に合谷へ鍼の閾値刺激をして, 抜鍼後1分, 8分, 15分に融合野の測定をすると何れも融合野は拡大するが, そのうちの最大拡大値について検討した。

触覚刺激と圧覚刺激の融合野の測定部位は前腕外側部で, 鍼刺激は合谷に行った。図4のAは触覚刺激で融合野の測定を行った場合, Bは圧

図3 二点融合野の部位と圧点

左縦軸に融合野(cm^2), 右縦軸に圧点(%)をとり, 横軸は測定部位をとった。記号(○, ●)等は同一被験者を示す。

図4 鍼刺激による融合野の拡大効果
実線は対照, 破線は鍼刺激後の拡大を示す。

図5 鍼刺激による融合野の拡大形式
実線は対照, 破線は鍼刺激後の拡大を示す。
数字(%)は拡大率

覚刺激で行った場合である。実線は対照を, 破線は鍼刺激後の融合野の拡大を表わしている。同側の合谷への鍼の閾値刺激により前腕外側部の融合野は, 触覚刺激では 15cm^2 から 20cm^2 , 圧覚刺激では 7cm^2 から 20cm^2 と特に圧覚刺激では著しい面積の拡大を呈す。

また融合野の形状も変化する。すなわち融合野の拡大には3つの拡大形式がある(図5)。何れも

180~190%の拡大効果を示すものでも, その拡大の方向に特徴がみられる。I型では上肢の縦軸方向(図2A参照), すなわち図5では左右方向の拡大効果, II型は全体的な拡大効果, III型は横軸方向, この図では上下方向の拡大効果がみられた。このI型は上肢に多く見られ, II型は上肢, 体幹ともに見られ, III型は体幹に多く見られる。このように被検者により或いは部位により, その拡大のし方に特徴を有することが実験により確かめられた。

(b) 同側, 反対側, 両側の鍼刺激

鍼刺激によって反対側の融合野がどうなるかを検討した。これは鍼灸でよく知られる巨刺法⁶⁾(病が右にあれば左を治療し, 病が左にあれば右を治療する。)である。測定部位は前腕外側部で, 鍼刺激は同側合谷, 反対側合谷, 両側合谷にそれぞれ圧覚の閾値電圧(9V)で実験を行った(図6挿入図参照)。その結果, 実線で示されるように同側合谷の鍼刺激では161%の拡大, 反対側合谷の鍼刺激では149%の拡大効果が認められた。ところで両側合谷の同時刺激では実線で示すように270%とはなほだしい拡大効果を示し, 生理学でいう加重現象が認められた。

反対側の融合野への影響について, 同様の実験を鍼刺激量を変えて検討してみた。この場合圧覚の刺激電圧について閾値以下(圧覚閾値電圧の $\frac{1}{2}$, すなわち4.5Vの電圧)で実験を行った。このときは非常に弱い触覚か或いは何も感じない電圧である。図6の破線で示されるように, 同側合谷, 反対側合谷の閾値下刺激では何れも拡大効果が認められなかった。しかしながら両側合谷の同時刺激では破線で示されるように158%の拡大効果が現れた。これは生理学でいう促進現象である。

以上のように刺激量, すなわち閾値刺激はもちろんのこと閾値下刺激でも, 合谷の両側同時刺激で融合野の拡大効果の増大が認められた。

IV 経穴と非経穴の鍼刺激による融合野の拡大効果

(1) 同一デルマトーム上の経穴と非経穴の鍼刺激
鍼灸医学では経穴が重要視されているが, 同一デルマトーム上で経穴と非経穴の鍼刺激を検討し

図6 同側, 反対側および両側の鍼刺激効果

図7 同一デルマトーム内の経穴と非経穴の鍼刺激効果

図8 同一経絡上の経穴と非経穴の鍼刺激効果

た。前腕外側部（デルマトームC₆）の融合野について、合谷（C₆）と非経穴部（合谷より中枢側で約3cm離れたC₆あるいはC₇の部位）に鍼刺激を行って実験した（図7挿入図参照）。経穴刺激では対照値に戻った30分まで、非経穴刺激では60分まで測定した。このように経穴、非経穴への鍼刺激により何れも200%以上の拡大効果が見られ、非経穴刺激の方の回復が遅かったが両者間に本質的な差は見られなかった。以上の所見から、測定部位と鍼刺激部位が同一かあるいは隣接のデルマトームでは、経穴と非経穴とではほぼ同様の拡大効果を示した。

(2) 同一経絡上の経穴と非経穴の鍼刺激

同一経絡上で鍼刺激効果を検討するため膀胱経で実験を行った。これは鍼灸臨床で遠隔部の経穴刺激による遠隔作用がよく知られているが、その一端について検討してみた。またこれについて遠隔部の非経穴でも実験してみた。

融合野の測定部位は膀胱経の腎俞付近とし、鍼刺激は近位部経穴の大腸俞、遠隔部経穴の崑崙、委中、上部の膈俞で行った。また遠隔部非経穴は崑崙、委中と同一デルマトーム内で経穴より2～3cm離れた部位で行った（図8挿入図参照）。図8

実線が上述の経穴の鍼刺激による融合野の拡大を示している。この被検者の場合では崑崙208%、委中183%、大腸俞192%、膈俞180%と、遠隔部の経穴でも近位の経穴と同等かあるいはそれ以上の拡大効果が認められた。またこの時の圧の鍼通電刺激の電圧については、大腸俞27V、膈俞30Vであったが、崑崙10V、委中9Vではるかに小さかった。このようにどの被検者でも体幹よりも下肢では低い鍼刺激電圧であった。このことより崑崙、委中は非常に刺激効果の高い経穴であることが実験より確かめられた。一方、破線は非経穴への鍼刺激の結果を示している。いずれも110～120%とほとんど拡大効果が認められなかった。

(3) 遠隔デルマトームと同一経絡上の経穴と非経穴の鍼刺激

鍼灸医学で重視する縦の経絡、西洋医学のデルマトームとが直角に交叉する部位について鍼刺激の効果を検討してみた（図9左参照）。

融合野の測定部位はデルマトームT₁₀の背部（正中線の外方）で一定にした。鍼刺激部位は測定部位から遠隔のデルマトームC₇の上腕部の非経穴、C₇と膀胱経が交叉するところの経穴として附分で行った。融合野の測定部と同一デルマトームでは

図9 膀胱経上の経穴と同一デルマトーム(T₁₀, C₇)
内の非経穴の鍼刺激効果
○, ●, △, □, ◇, は同一被験者を示す。

T₁₀の腹部の非ツボ、T₁₀と膀胱経が交叉する経穴として脾俞で行った。図9は五人の被検者のデータを示した。遠隔デルマトームC₇の非経穴の鍼刺激(b)ではほとんど拡大効果が認められなかった(102%)が、附分の鍼刺激では160%で強い拡大を示した。同一デルマトームT₁₀の非経穴(a)と脾俞の鍼刺激では、前者が150%、後者が180%といずれにも拡大効果が認められた。このように同一デルマトームでは経穴と非経穴の鍼刺激により著明な拡大効果が得られたが、遠隔デルマトームの非経穴では拡大効果はなかった。

V 考 察

1. 二点融合距離

二点融合距離の測定は従来の二点弁別閾値よりも容易で測定誤差が少ない。触と圧覚刺激で比較すると、圧覚刺激による二点融合距離や融合野の方が再現性が高い。上肢で融合野の形状は長方形でほぼ一定で、触覚刺激よりも圧覚刺激で面積も小さく安定して変動が少ない。また経時の変化も比較的少ない。この理由は、圧覚刺激による感覚神経のインパルスが常に持続性発射をきたし、後述の側方抑制機構を安定に働かせるからである。

2. 融合野の部位差

融合野の面積は手背、前腕、上腕の順に大となる(図3参照)。このような部位差について考察する。

(a) 感覚点

感覚点としては触、圧点が考えられる。我々が主として試みた圧覚刺激は遅順応受容系を活動させ、受容器としては Ruffini, Merkel 小体などが考えられる。そこで融合野の面積を圧点の密度と閾値から考察してみよう。

① 圧点の密度

圧点は手掌には非常に多いが手背、前腕、上腕では圧点の数はあまり変わらない。

② 圧点の閾値

最も鋭敏なのは舌の先端、口唇、指尖であるが、上肢外側では手背、前腕、上腕の閾値はあまり変わらない⁷⁾。

これらのことより融合野の面積の部位差を圧点の数と閾値から説明できない。

(b) 末梢感覚神経の受容野

指尖、手掌では触、圧を支配している感覚神経線維の受容野(感覚単位、感覚神経支配領域ともいう)は小さくほぼ一定である。しかし振動感覚

図10 二点融合野の部位差と圧受容野の比較

図11 二点融合距離と二点弁別閾値の末梢神経機構

A, B, C: 受容野 □: 受容器

の受容野は手掌では非常に大きいことが知られている⁸⁾。

ところで上肢における圧の受容野の大きさは手背の方が前腕、上腕に比べて必ずしも小さいとは言えない。これは皮膚の感覚神経支配の密度(innervation density)の相違に基づくからで、融合野の部位差の説明にはならない。

(c) 中枢神経系の受容野

サルの触、圧による受容野の直径は指尖掌側で最も小さく(1.5mm)、手背では7.5mmである。この値は二点弁別閾値にほぼ等しい⁹⁾。

このように上肢の受容野を大脳皮質の体性感覚

野ニューロンで検討すると、手背では受容野は小さく、数も多く、重なり合いもほとんどなく二点弁別がよい。前腕から上腕部でしらべると受容野も大きくなり、重なり合いが多くなって二点弁別が悪くなる(図10参照)。したがって融合野の部位差は末梢の圧点、感覚神経の受容野の立場から説明するよりも、中枢神経系を含んだ神経機構を考慮した方が理解しやすい。この点から二点弁別や二点融合の感覚は単なる触、圧などの皮膚感覚よりも高次の感覚を意味するといえよう。

3. 融合野の神経機構

(a) 融合野の末梢機構

二点の圧覚刺激を与えて二点融合感覚をきたす末梢神経機構としては、原則として一つの圧受容野内(B)に二点刺激が存在することである(図11)。しかし二点の圧覚刺激の一つが隣接の受容野(AまたはC)内に存在しても二点弁別は不可能で融合感覚を生ずる。そこでこの二点弁別の末梢機構としては、二点刺激の間に少なくとも一個以上の興奮しない受容野(B)の存在が必要であろう(図11参照)。

(b) 融合野の中枢神経機構

二点刺激からの圧インパルスは中枢神経系内に入ると、ニューロンの連絡方式と刺激条件によって次のことが起こる。

- ① インパルスの発散(divergence)により、多数のインパルスが脳に達したり(促進)、脳の広い範囲を興奮させる(空間的拡大現象)。
- ② インパルスの収斂(convergence)により、脳の局部的興奮を起こす(空間的縮小現象)。

③ 介在性抑制ニューロンによる側方抑制¹⁰⁾の機構(図12のL I)が作動して、圧インパルスは脊髄内の中継核(A', B', C')ではなはだしい修飾を受けて体性感覚に伝達される(図12)。すなわちこの側方抑制機構によってA', C'のインパルスは中継核で抑制を受けて消失し、圧インパルスはB'ニューロンの経路のみに存在する。こうして感覚の正確度や二点弁別などの分離度がはなはだしく改善される。

図12 二点融合感覚の中樞神経機序

A, B, C: 受容野 A', B', C': 中継ニューロン
A'', B'', C'': 皮質感覚野 LI: 側方抑制ニューロン
⌘: 神経線維のインパルス群

以上の所見は、触覚刺激より圧覚刺激で融合野が小さくなること、また脳の活動レベルや皮膚からの求心性インパルス(例えば鍼刺激)によって融合野は変わり得ることを意味している。

4. 鍼刺激による融合野の拡大とその神経機序

鍼刺激は痛みの軽減、各種の疾患の治療に与るが、これは一つには中枢神経系が関係しているからである。皮膚へ鍼刺激をすると皮膚感覚の一つである融合野の拡大現象が明らかになった。

(a) 拡大の形式, 加重, 促通

拡大現象は前述の空間的縮少機構が消失したり、空間的拡大(増幅)機構の活動によるものと考えられる。融合野の極大は約200%以上におよび、その形式としては上肢ではI型(図5), 体幹ではIII型が代表的なものである。また、部位特異性も見られるがその理由はわからない。これら融合野の拡大に当って、鍼の刺激条件によって加重や促通の現象が生ずる。また歯の疼痛閾値上昇に対し、同一デルマトーム(四白)と異ったデルマトーム(合谷)の鍼(経皮的神経)の同時刺激では、閾値は二倍以上も上昇する(空間的加重現象)ことが知られている¹¹⁾。これらの所見は中枢神経系のシ

図13 鍼刺激による二点融合野の拡大機序

A, B, C: 受容野 A', B', C': 中継ニューロン
A'', B'', C'': 皮質感覚野 LI: 側方抑制ニューロン
EN_B: 脳幹の興奮性ニューロン IN_B: 脳幹の抑制性ニューロン IN: 抑制性ニューロン
⌘: 神経線維のインパルス群

ナブスレベルでの生理学的現象の発現で、鍼の作用機序の一端を示している。

また鍼灸臨床では治療に当って鍼の刺激量がよく問題にされる。しかし実際には正確な定義はなく、病気の種類、臨床症状や部位などで臨床家の経験にゆだねられている。本実験では、融合野の立場から鍼刺激条件（鍼通電の際の電圧と刺激部位）についてのデータを提供した。すなわち刺激条件の設定の如何によって、鍼の治療効果の有無につながる事がこの実験からわかった。

(b) 末梢からの求心性抑制による脱側方抑制

鍼刺激をすると、皮膚のA β 線維¹²⁾の興奮によって、図13のINニューロンが活動すると側方抑制ニューロンLIの活動が減弱する(脱側方抑制)。その結果A', C'ニューロンのインパルスは消失しない。したがって脳のA'', B'', C''ニューロンが興奮し融合野の拡大をきたす。抑制機構が存在する部位としては脊髄、脳幹の後索核、視床中継核、体性感覚野などである。神経機序としてはIPSPやシナプス前抑制が考えられる¹³⁻¹⁵⁾。

(c) 上位中枢からの遠心性抑制

鍼刺激による求心性インパルスは体性感覚野に達するが、その途中たとえば脳幹で遠心性ニューロンIN_Bを興奮させ、図13のA', B', C'ニューロンの抑制を起こしたり、遠心性ニューロンEN_Bを介してINの活動によって側方抑制ニューロンLIの働きをなくしたりする。これらの所見は融合野の拡大を神経レベルからよく説明できるものである。以上の神経機構は秒のオーダーの現象である。ところが拡大現象は鍼刺激後30分にもおよぶ。これは求心性インパルスが中脳中心灰白質¹⁶⁾視床下部弓状核ニューロン¹⁷⁾を興奮させて、液性の抑制機構が働くからであろう。

5. 鍼刺激による融合野の拡大と経絡

鍼灸治療では基本となり且つ重要性を持つ経穴や経絡の立場から、この鍼灸による融合野の拡大効果を考察した。IVで説明したように、融合野の測定部位と同一デルマトーム上の経穴、非経穴(図7), また同一経絡上の経穴への鍼刺激(図8)では融合野の拡大効果はいずれにも認められた。これは鍼刺激が脊髄分節的に脊髄に入ることによって融合野の拡大をきたしやすいからである。一方、

融合野の測定部位に対する遠隔デルマトームの非経穴刺激(図9)では拡大効果が認められなかった。これは脊髄分節的な刺激効果が出現しないからと考えられる。この遠隔デルマトーム上であっても、融合野の測定部位と同一経絡上の鍼刺激では拡大効果が認められた。鍼灸では治療に当ってその選穴方法は種々あるが、ある経絡の疾患はその経の穴を使って治療をするというのが基本である。つまり言い換えれば、ある経穴への鍼刺激はその経絡に作用を及ぼすということになる。その観点から図9で附分穴への鍼刺激で、その同経絡上の測定部位に拡大効果が得られる現象は当然といえる。

経絡では膀胱経で遠隔作用について検討した。下肢には六本の経絡が走行しており、膀胱経は下肢後側中央から外側にかけて走行している。この実験の非経穴では拡大効果が得られなかった。このことについて非経穴部位は膝窩部では委中より内側で、これは経絡でいうと少陰腎経や太陰脾経に近い側に属し、これらの経絡は腹部へ連っている。また崑崙に対する非経穴についても、やはりその付近は腹部へ連なる経絡の通るところであった。鍼灸臨床ではよく使われる同一経絡上での遠隔療法を裏付ける実験結果である¹⁸⁾。

VI 結 論

皮膚への触、圧覚刺激による二点融合距離を縦、横軸の両方向で測定し融合野を求めた。上肢と体幹の融合野について次の結果を得た。

1. 二点融合距離と融合野の特徴

(a) 二点融合距離は二点弁別閾値よりも測定しやすく、また再現性がよい。

(b) 融合野は上肢では長方形、体幹では正方形に近く、その面積は触覚刺激よりも圧覚刺激で小さく経時的変動も少ない。

(c) 上肢外側では上腕、前腕、手背の順に融合野の面積は小さくなり部位差が認められる。

2. 鍼刺激条件と融合野

合谷へ鍼の閾値刺激をすると同側の上肢の融合野の面積は200%以上も拡大する。また反対側前腕部の融合野でも拡大効果が認められた(鍼灸の巨刺激法)。両側の鍼刺激を同時に行うと拡大効果の

加重が起った。同様の実験を閾値下の鍼刺激で行うと融合野の拡大効果は見られない。しかし両側の閾値下の同時鍼刺激をすると融合野の拡大効果が起った(促通)。

3. 経穴と非経穴と融合野

融合野の測定部位と鍼刺激部位が同一または隣接のデルマトームでは、経穴と非経穴の鍼刺激はほぼ同様の拡大効果を示した。膀胱経で鍼の遠隔作用について検討した結果、遠隔部の経穴刺激でも著しい融合野の拡大が起った。しかしその付近の非経穴の刺激では拡大は認められなかった。

以上の鍼刺激による融合野の面積の拡大効果は中枢への伝導系内の側方抑制機構が作動しなくなったことと、鍼刺激により脳幹などが興奮し上位中枢からの神経性、体液性の抑制機構が遠心性に働くからと考えられる。また鍼灸の基礎をなす経絡の意義が巨刺法と経穴の遠隔刺激作用で裏付けられた。

本論文の要旨は、第60回日本生理学会大会(大阪)および第33回全日本鍼灸学会学術大会(神戸)にて発表した。

引用文献

- 1) D. Sinclair 著, 市岡正道訳: 皮膚感覚, 医歯薬出版, 東京(1969),
- 2) 須永隆夫, 柴田昭, 新島旭, 小林庄一: ツボの鍼刺激および圧刺激の皮膚感覚点に及ぼす影響, 自律神経雑誌 27(2・3); p.269~271. (1980)
- 3) 前山文子, 熊本賢三: 鍼刺激と皮膚感覚(二点融合感覚に与える影響について), 月刊東洋医学 No.144, 明治東洋医学学院出版部, (1982), p.1~6.
- 4) 菊地鏡二: 感覚に関する実験, 日本生理学会編 生理学実習書, 南江堂, 東京(1978)
- 5) 福井尚見, 金子篤子, 大久保ゆみ, 佐々木頼子: 触圧覚・痛覚に関する二, 三の知見, 東女医大誌 47; p.29~34. (1977)
- 6) 長浜善夫: 東洋医学概説, 創元社, 大阪(1977)
- 7) S. Weinstein, Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterality, in the skin senses ed. by D. R. Kenshalo, Springfield, Ill. C. C. Thomas, (1968), p.195~222.
- 8) 宮岡徹, 間野忠明: ヒトの触圧覚求心性神経発射の解析, 臨床脳波 22(12); p.800~809. (1980)
- 9) Weddell, G.: The multiple innervation of sensory spots in the skin, J. Anat. (London) 75; p.441~446. (1941)
- 10) G. von Békésy.: Sensory Inhibition. Princeton University Press, Princeton, (1967)
- 11) K. Toda and A. Iriki.: Inhibitory actions produced by local electrical stimulation in the caudal spinal trigeminal nucleus in rat, Brain Research Bulletin, vol.7; 169~174. (1981)
- 12) Toda, K.: Effects of electroacupuncture on the rat jaw opening reflex elicited by tooth pulp stimulation, Jap. J. Physiol. 28; p.485~497. (1978)
- 13) K. Kubota, Y. Kidokoro and J. Suzuki.: Post-synaptic inhibitions of trigeminal and lumbar motoneurons from the superficial radial nerve in the cat, Jap. J. Physiol. 18; p.198~215. (1968)
- 14) 錦織綾彦, 川本正純, 安雲和四郎, 辻本太郎, 山口雄三: ハリ通電刺激による皮膚抑制, 自律神経雑誌 27(2・3); p.274~275. (1980)
- 15) 戸田一雄: 針鎮痛の神経生理学的基礎 紫耀(東京都歯科医師会雑誌) 31(5); p.7~16. (1983)
- 16) 武重千冬: 針鎮痛の機序, 神経研究の進歩 26(5); p.948~965. (1982)
- 17) Hamba, M. and K. Toda.: Acupuncture effects on the neuronal activity of the arcuate-median eminence cells of the rat hypothalamus, 日本生理学会誌 45(8・9); p.493. (1983)
- 18) 山下詢: 鍼灸治療学(正経と奇経の運用), 医歯薬出版, 東京(1976)

(〒920-02 金沢市南新保町ル53番地
東洋医学臨床研究所)

The Two-point Fused Sensory Area of the Skin and the Effect of Acupuncture Stimulation

Fumiko Maeyama, Yoshihiko Iwase

Department of Physiology, Meiji College of Acupuncture

Kenzo Kumamoto

Department of Anatomy, Meiji College of Acupuncture

The two-point fused sensory area (fused area) was calculated from two-point fused distance. The fused area was enlarged by acupuncture stimulation. This enlargement of the fused area by acupuncture was explained on the point of the central nervous mechanisms.

Applying the two points of touch and pressure stimuli to the skin, the threshold separation required for the two stimuli to be noticed as one rather than two points was determined. On the same region of the body, three longitudinally combined points and one transversally combined point were measured and the area which was surrounded by them was calculated.

The fused area was more enlarged through the touch stimuli than through the pressure ones. On the upper limbs, the shape of the fused area was like an oblong and the area was smaller at the peripheral part than the central part. Acupuncture stimulation enlarged the fused area. This was concerned that the lateral inhibition could not be worked in the tract by impulses which were generated by acupuncture.