

温灸（温筒灸）の温熱刺激特性

明治鍼灸大学 東洋医学教室

尾崎 昭弘

A Special Quality of Thermal Stimulus on the Indirect Moxibution

Akihiro OZAKI

Department of Oriental medicine, Meiji College of Oriental Medicine

Key Words : 温灸 Indirect Moxibution, Scarless Moxibution, 灸 Moxibution, 温熱刺激 Thermal Stimulus

1 はじめに

局所の温熱刺激の生理的、臨床的効果については研究の歴史が古いこともあって、今日までに数多くの研究成果が報告されている。(1,2,3,4,5,6)

局所の皮膚に温熱刺激を加えると反射性の血管拡張にもとづく(局所または遠隔部位の)血流量の増加、皮膚温の上昇がみられ組織代謝が亢進するという事などもそのひとつであり、局所の温熱刺激が鎮痛、鎮静、筋緊張の緩和、循環障害の改善などをもたらす、臨床上有用であるということなどもそのひとつである。(6,7,8,9)

また、温熱による鎮痛効果についてもここ10年来の形態学、生理学の豊富な知見や神経ペプチドを中心とした鎮痛機序に関する研究のめざましい進歩で飛躍的に発展し、痛覚情報の伝達・制御機構に關与する受容器、末梢・中枢神経系、神経ペプチドなどの態度がより一層明確になるとともに、温熱刺激に应答するポリモーダル受容器、温受容器、高閾値機械受容器や温熱刺激と内因性疼痛抑制系との関連など、新しい事実がかなりわかっ

てきた。(10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26)

他方、温熱刺激を行なう機器、器具の発展、進歩にもめざましいものがみられ、近年では癌の温熱療法をはじめ、各種の温熱治療機器による新しい治療手法が創案され、臨床でも広く利用されるにいたっている。

鍼灸医学とりわけ灸療法においても最近では、艾(もぐさ)を利用する伝統的な温熱刺激の手法に改良を加えたものや電気・光線を用いる新しい温熱刺激の手法がめだつようになり、また民間においても近年の健康ブームにのって価格が安く取り扱いも簡単な灸療法器具が汎用されるようになってきている。

しかし、時流の勢いによって誕生した新しい灸療法器具の中には、民間での使用頻度が非常に高くなっているにもかかわらず、その温熱刺激特性、作用機構が十分に明らかにされておらず、科学的裏付けに欠けるというものも少なくない。

最近、筆者らはY社の好意により各種の温筒灸

を入手し、その温熱刺激特性について検討する機会を得た。したがって、以下ではその知見にもとずいて現代、各種ある温灸（間接灸、無痕灸）の中から特に民間での利用頻度の高くなっている温筒灸の温熱刺激特性にスポットをあて解説する。

II 各種の温筒灸の構造とその特徴

各種の温筒灸に共通する構造上の特徴は、皮膚と熱源の間に一定の広さの筒内空洞を設け、空気を媒体とした乾熱刺激が手軽に行なえるように工夫されていることである。

現在、市販されている温筒灸には筒内空洞の広さ、形状の異なるものが各種あり（図1）。

- (1) 紙筒の中に入れた艾（もぐさ）を使用時に適量押し出し、空気層を設けて乾熱刺激を与えるように工夫したもの（図2の1）。
- (2) 台座の上に切艾を組み込み、台座の中央に円形の空気層を設けて乾熱刺激を与えるように工夫したもの（図2の2）。
- (3) 台座の上に組み込まれた円柱固形の熱源（円柱固形の中心に空洞を設けてあり、発生した煙は皮膚表面へ向かうように作られている）が燃焼したときに出る（温かい）煙を刺激に



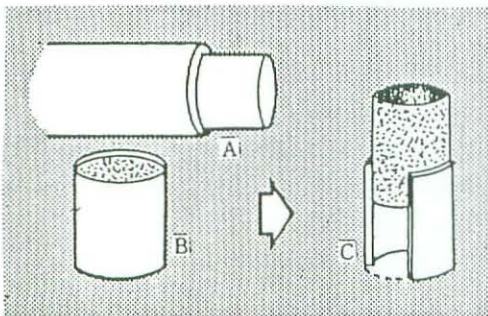
図1 各種の温筒灸

鎮痛、鎮静、筋緊張の緩和、循環障害の改善などを主目的として、最近とくに民間での利用頻度が高くなっている各種の温筒灸。

利用できるように工夫したもの。

- (4) 木製でやや大型の筒内に太い艾巻を入れ、少し広い皮膚領域を乾熱刺激できるように工夫したもの。
- (5) （高さのある）台座の中間にセラミック板を組み込み、遠赤外線効果を加味したもの。など構造面においてそれぞれ創意工夫されたものが多くある。

1



2

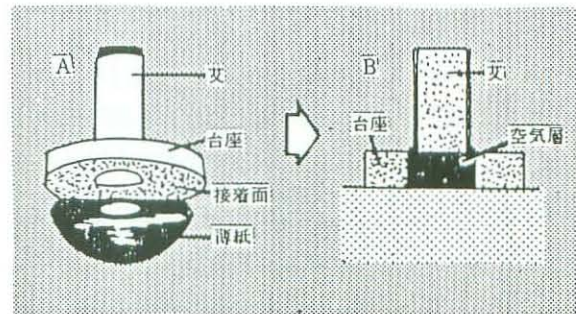


図2 温筒灸の構造（尾崎による，1987）

1は、紙筒の中に入れた艾を使用時に適量押し出し、使用するタイプの温筒灸の構造。1のAは、押し出し用の棒。Bは、（艾の入った）温筒。Cは、紙筒の中の艾を押し出したところで使用時の状態を示す。

2は、台座の中央に円形の空気層を設けた上に切艾を組み込んだタイプの温筒灸の構造。2のAは、台座付温筒灸の外観。Bは、その横断面を示す。

Ⅲ 各種の温筒灸の温度変化は同一でない

市販されている各種の温筒灸の中から構造・形状のよく似たもの4種類(前述Ⅱの(2)のタイプ)、構造・形状の少し異なるもの2種類(前述Ⅱの(2)と(5)のタイプ)を選択し、種類別に温筒灸の温度変化を検討してみると、構造・形状のよく似たものでもその温度変化にそれぞれ特徴があり、同一でない。

表1は、構造・形状のよく似た温筒灸A~Dと構造・形状の少し異なるE、Fについて種類毎に無作為抽出し、生体皮膚表面上でそれぞれ38℃以上、40℃以上、45℃以上を超えた時間(温熱の持続時間)を統計的に検討したものである。

表1に示すように構造・形状のよく似た温筒灸A~Dのうちでも、温筒灸Cは熱覚(熱痛覚)の閾である45℃以上を36.0±13.8秒間超え、温筒灸

表1 各種の温筒灸の温熱持続時間(生体皮膚表面上)

| 種類 | 38℃以上の温熱持続時間(秒) | 40℃以上の温熱持続時間(秒) | 45℃以上の温熱持続時間(秒) |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 温筒灸A(紫) | 40.5 ± 12.0秒 | 17.3 ± 12.6秒 | 0.0 ± 0.0秒 |
| 温筒灸B(黄金) | 61.9 ± 9.0秒 | 33.8 ± 8.6秒 | 0.0 ± 0.0秒 |
| 温筒灸C(長生) | 102.6 ± 9.4秒 | 75.2 ± 11.2秒 | 36.0 ± 13.8秒 |
| 温筒灸D(ロケット) | 123.5 ± 14.3秒 | 98.7 ± 14.8秒 | 54.8 ± 16.3秒 |
| 温筒灸E(カマヤミニ) | 273.2 ± 42.3秒 | 217.5 ± 39.4秒 | 127.5 ± 19.5秒 |
| 温筒灸F(セラミック灸) | 588.5 ± 37.2秒 | 442.5 ± 22.8秒 | 274.2 ± 24.9秒 |

<注: サンプルは、無作為抽出でn=13>

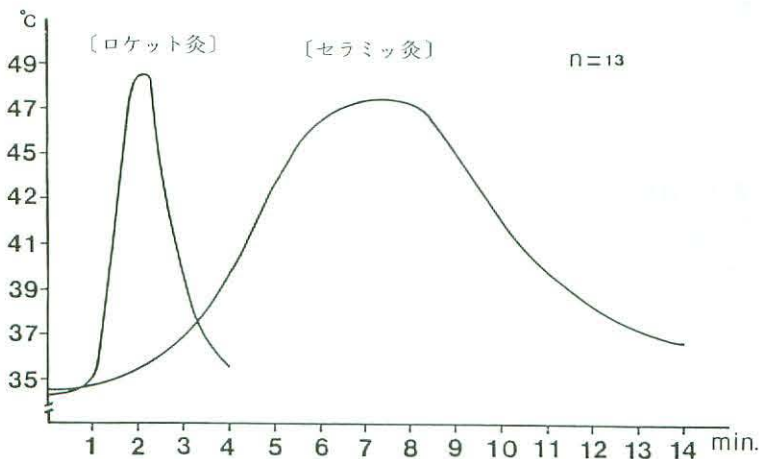


図3 温筒灸D(ロケット灸)と温筒灸F(セラミック灸)の温度曲線

温度曲線は、無作為抽出したサンプル(n=13)を生体皮膚表面上において点火、燃焼させた時の皮膚表面温度の平均値を示す。

Dは 54.8 ± 16.3 秒間超える。また、温度感覚も
 (1)ほんのり温かい (2)温かくて気持ちが良い
 (3)ちょっと熱い (4)かなり熱い (5)ピリピリま
 たはチクチクと痛い (6)耐えがたく刺すように痛
 い、という感覚を生じ、しばしば施灸後に小水泡

の形成をみる。これに対し、温筒灸A、Bでは
 45℃以上を超えない。40℃以上を超えた時間で
 みても温筒灸Aは 17.3 ± 12.6 秒間、温筒灸Bで
 33.8 ± 8.6 秒間とかなり短い。また、温度感覚も
 (1)ほんのりと温かい (2)温かくて気持ちが良い

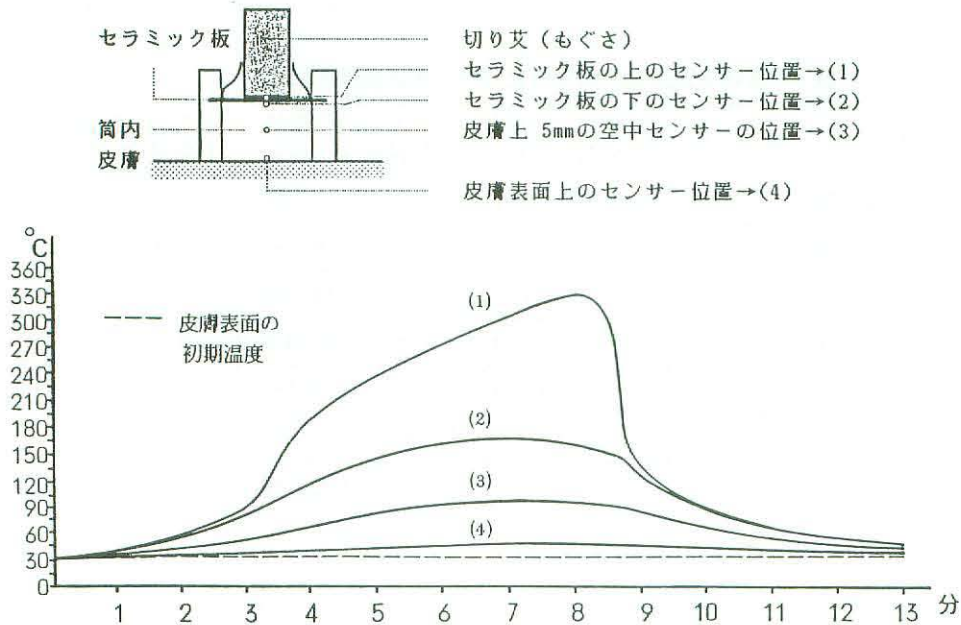


図4 温筒灸F（セラミック灸）の筒内空気層の経時的温度変化
 上段は構造、下段は筒内温度の変化を示す。

表2 各種の温筒灸の最高温度と最高温度到達時間（生体皮膚表面上）

| 種類 | 最高温度 (°C) | 最高温度到達時間 (秒) |
|---------------|-------------------|--------------------|
| 温筒灸A (紫) | 40.2 ± 1.2 °C | 92.2 ± 10.9 秒 |
| 温筒灸B (黄金) | 43.6 ± 1.3 °C | 75.3 ± 7.4 秒 |
| 温筒灸C (長生) | 44.9 ± 1.7 °C | 162.1 ± 7.1 秒 |
| 温筒灸D (ロケット) | 48.6 ± 2.4 °C | 133.8 ± 12.1 秒 |
| 温筒灸E (カマヤミニ) | 46.7 ± 1.3 °C | 207.9 ± 18.3 秒 |
| 温筒灸F (セラミック灸) | 49.6 ± 1.6 °C | 394.3 ± 15.7 秒 |

<注：サンプルは無作為抽出でn=13>

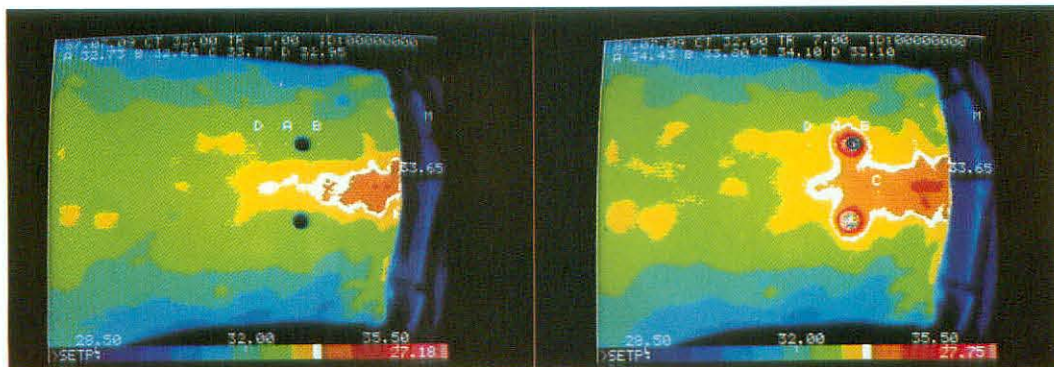


写真1〔CONTROL〕—左右胃俞—
左右胃俞に温筒灸(ロケット灸)を置いたときのサーモ像.

写真4〔点火後3分経過時〕—胃俞—
艾は、ほぼ完全燃焼. 熱エネルギーは極端に低下している.

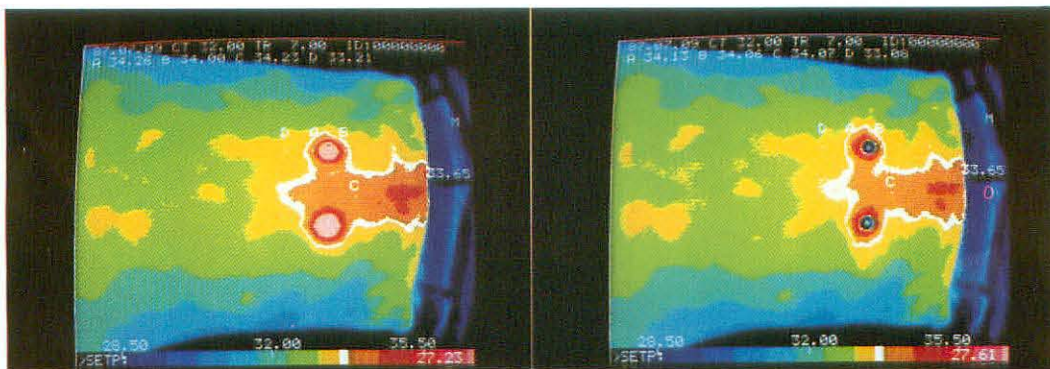


写真2〔点火後1分経過時〕—胃俞—

写真5〔点火後4分経過時〕—胃俞—

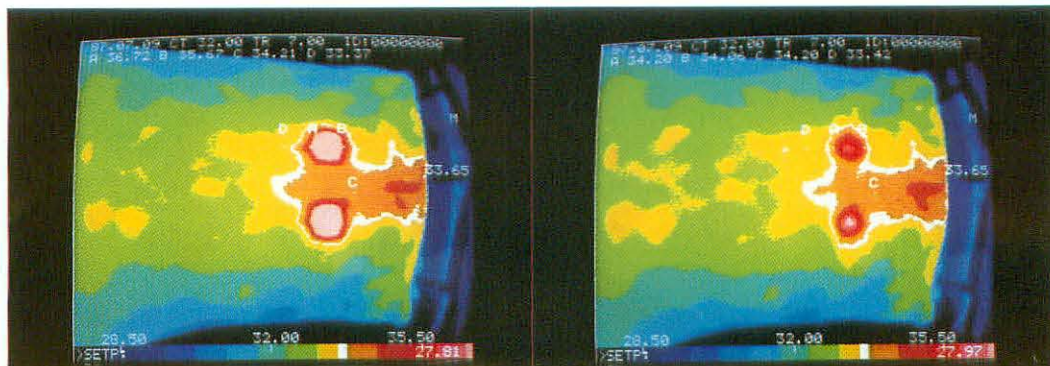


写真3〔点火後3分経過時〕—胃俞—

写真6〔温筒灸除去(4分10秒経過時のサーモ像)〕

図5 温筒灸D(ロケット灸)のサーモグラフィによる検討
—左右胃俞のロケット灸刺激時の皮膚温変化—

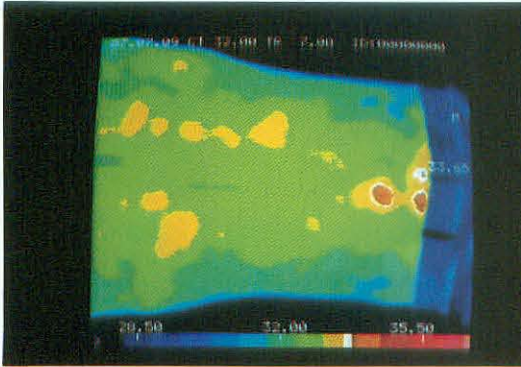


写真1〔CONTROL〕—左右胃俞—
左右胃俞の温筒灸（セラミック灸）の施灸前サーモ像。

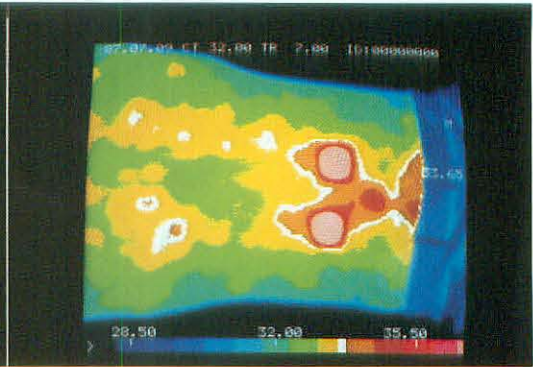


写真4〔点火後5分経過時〕—胃俞—
施灸部直下の皮膚温度は40℃を超え、局所温感が出現する。

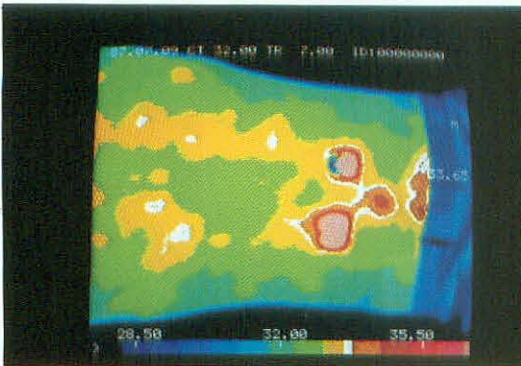


写真2〔点火後1分経過時〕—胃俞—

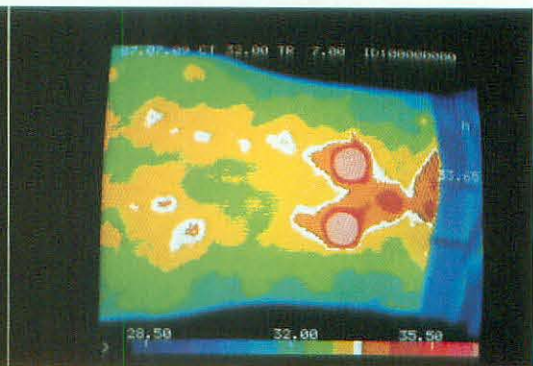


写真5〔点火後7分経過時〕—胃俞—

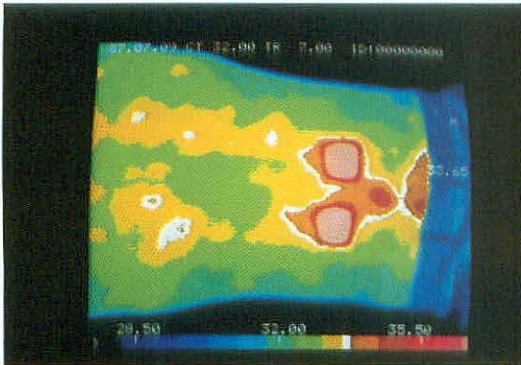


写真3〔点火後3分経過時〕—胃俞—

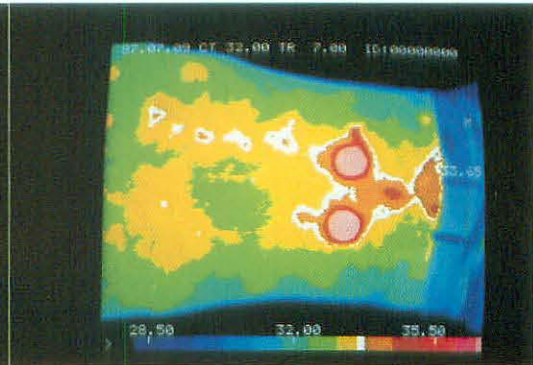


写真6〔点火後9分経過時〕—胃俞—

図6 温筒灸F（セラミック灸）

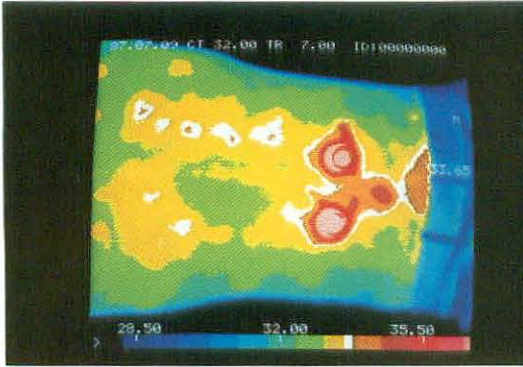


写真7〔点火後11分経過時〕—胃俞—

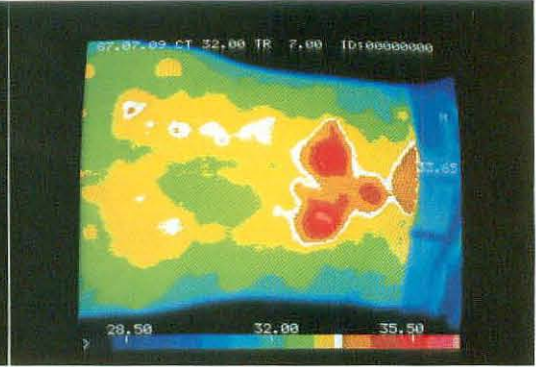


写真10〔温筒灸除去(14分10秒経過時のサーモ像)〕

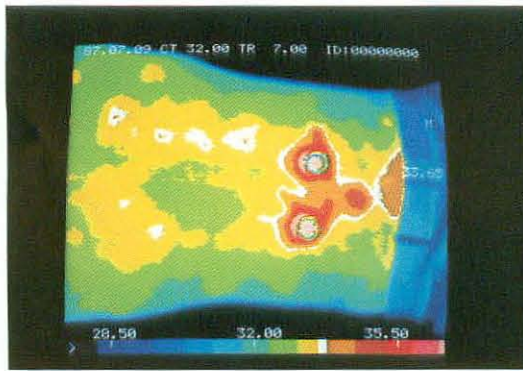


写真8〔点火後13分経過時〕—胃俞—

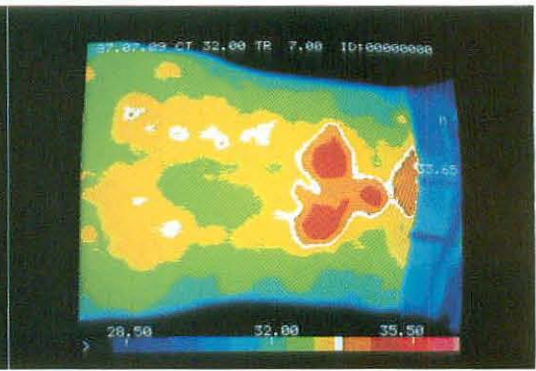


写真11〔温筒灸除去後1分経過時〕—胃俞—

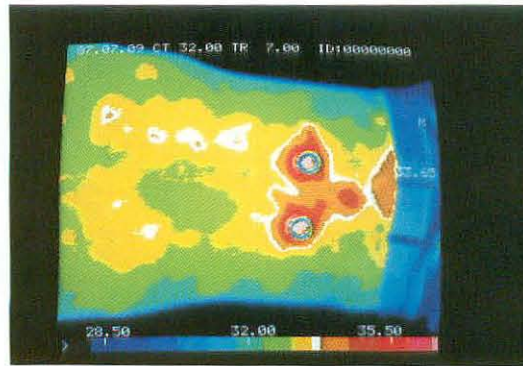


写真9〔点火後14分経過時〕—胃俞—

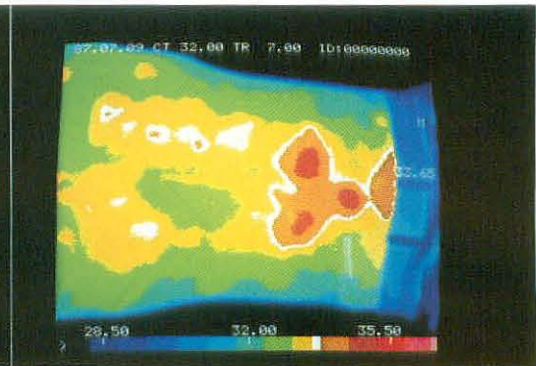


写真12〔温筒灸除去後3分経過時〕—胃俞—

のサーモグラフィによる検討 —左右胃俞のセラミック灸刺激時の皮膚温変化—

(3)ちょっと熱い、という感覚を見るにとどまり、施灸後に水疱を形成することもない。

このことは、市販の温筒灸には構造・形状のよく似たタイプでも、持続性温覚の範囲から熱覚（熱痛覚）の範囲の感覚を誘発させるタイプのものや持続性温覚の範囲の感覚を誘発させるタイプのものがあることを意味し、それぞれの温熱の入力変化様式が同一でないということを示唆する。

それでは、構造・形状の異なる温筒灸の温度変化はどうか？

表1に示す構造・形状の異なる温筒灸Eでは、熱刺激が侵害性となる45℃以上を127.5±19.5秒間、温筒灸Fでは、274.2±24.9秒間超え、いずれも最高温度約47℃（温筒灸E）または約50℃（温筒灸F）以内を約2～5分間、温熱が持続するという特徴があり、温度曲線でみるとこの特徴は、さらにはっきりする。

図3は、温度変化の大きく相違する温筒灸2種類（温筒灸Dと温筒灸F）の経時的温度変化（皮

膚表面温度の平均値、n=13）を対比したものである。両者間では、40℃以上の温熱持続時間で約4.5倍、45℃以上の温熱持続時間で約5.0倍というように構造・形状の相違は、大きな温熱刺激上の違いとなっていることがわかる。

図4は、今回の温筒灸の検討で構造面、温度変化面で他の温筒灸に比較して格段の相違をみた温筒灸Fの構造と筒内空気層ならびに皮膚表面上の温度上昇の変化を示したものである。この温筒灸では、熱源となっている切艾の燃焼中の内部最高温度は、600～700℃前後と高く、セラミック板上に置いたセンサーで記録した切艾底面（セラミック板と切艾底面の接触面）の温度でも300℃以上と非常に高い。しかし、セラミック板の下の筒内温度はそれほど高くなく、熱源からの距離に比例して遠くなるほど安定的に低くなっている。

なお、各種の温筒灸の最高温度、最高温度到達時間の相違については、表2に示す通りであり、最高温度は約40～50℃前後、最高温度到達時間は

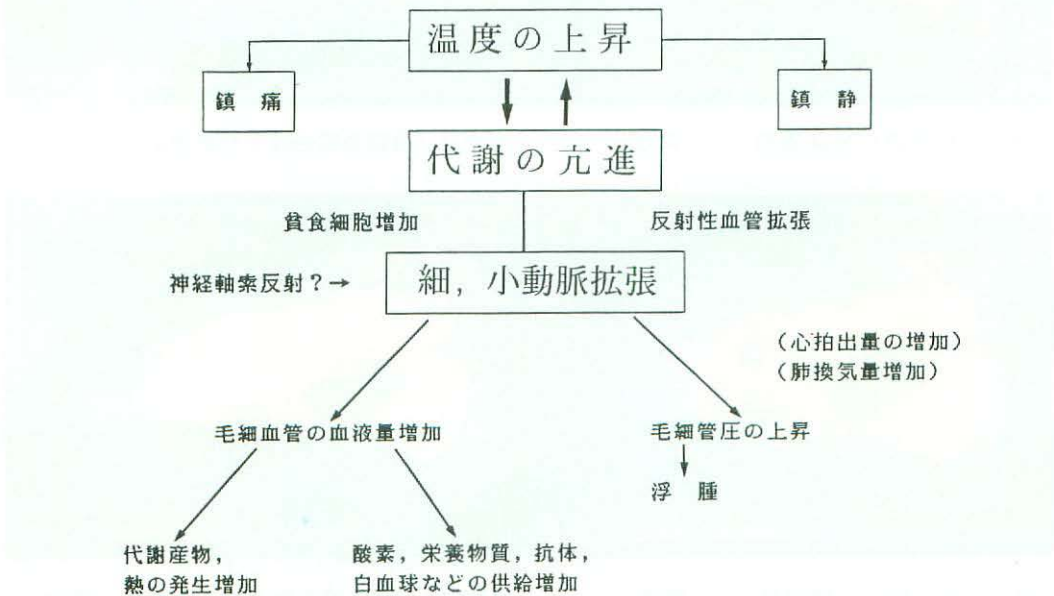


図7 局所の温熱刺激の生理的効果 (Stillwell, G. K. による, 1963)

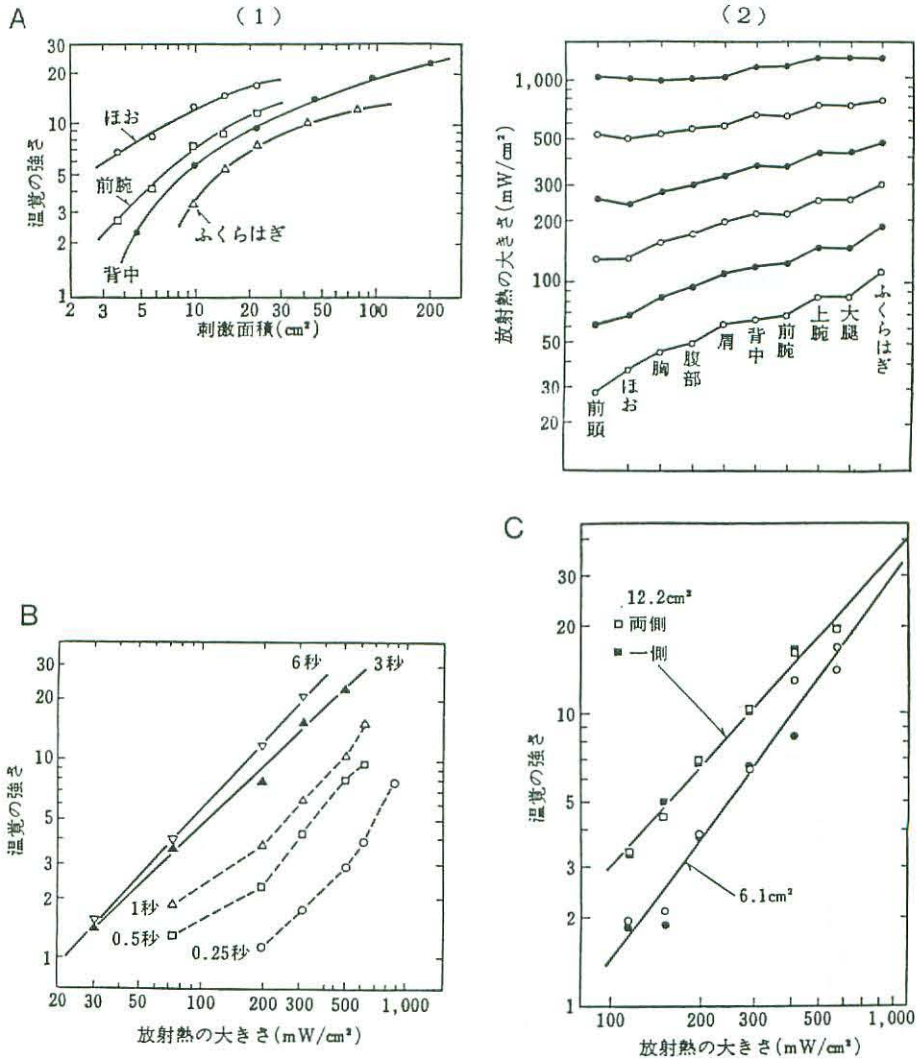


図8 温覚の強さと刺激面積，刺激部位による差異，時間的加重，空間的加重

- A: 温覚の強さと刺激面積の関係を示す (Stevens, J. C. らによる, 1974.).
 温覚は刺激する面積が大きいほど強い (1). 同一面積, 同一の温熱刺激条件でも刺激する部位によって痛覚の強さは異なる (1). 部位差は温熱刺激 (放射熱: 縦軸) が弱いときに著明であり, 強い温熱刺激では部位差も小さい (2).
- B: 同一部位 (前額部) の温熱刺激であっても, 刺激時間 (図中の数字と秒) が長いほど温覚は強くなる (温覚の時間的加重) (Marks, L. E. らによる, 1973.).
- C: 1本の神経支配領域の1点または2点の面積を単独または同時刺激した場合と2本の異なる神経支配領域で半分ずつ両側に分かれた2点を同時刺激した場合の温熱刺激 (放射熱) の関係を示す. 後者では前者に比し, 加重 (空間的加重) がみられる (Marks, L. E. による, 1974.). (丸印は6.1cm², 角印は12.2cm²の刺激面積である)

約1分30秒～6分30秒前後に設定されている。

以上のように、温筒灸の温度変化は同一ではなく、各種の温筒灸は熱源となる艾の品質、切艾の大きさ、筒内空気層の広さなど、その構造・形状に由来する温熱刺激特性（温度変化、温熱刺激の持続時間、刺激する皮膚面積の大きさなど）を有し、感覚内容の質や温熱刺激の量を異にしている。

IV 温筒灸による皮膚温熱刺激の意味は何か

温度変化、温熱刺激の持続時間、刺激する皮膚面積の大きさなどが大きく相違する2種類の温筒灸Dと温筒灸Fを用い、サーモグラフィで刺激前と刺激後の腰背部末梢循環動態（健康成人）を比較検討してみると、2種類の温筒灸とも施灸中、施灸後に刺激局所を中心とした皮膚温の上昇を見る（図5、図6）。また、この皮膚温の上昇は、

温筒灸の温熱刺激効果消失後もしばらく持続し、発赤の消失とともにゆっくりとした時間経過で元に戻る事がわかる。

発赤の消失時間については、温筒灸の熱刺激により皮膚の損傷（火傷）を生じた場合と生じない場合で大きく相違するが通常、後者では温熱刺激の持続時間や刺激する皮膚面積の大きい温筒灸の方が長い。

このような局所の温熱による加温の生理的効果については、近年、Stillwell, G. K. ら（1963）⁷¹が局所の温度上昇に伴う鎮痛、鎮静ならびに細・小動脈拡張に起因するいくつかの系統的効果をあげており、皮膚受容器よりの入力に単に求心性に温度情報を伝達するのみでなく、局所の発赤、血流量の増加、代謝の亢進、熱発生、発汗、軸索反射など種々の生体反応を生じることを報告している（図7）。

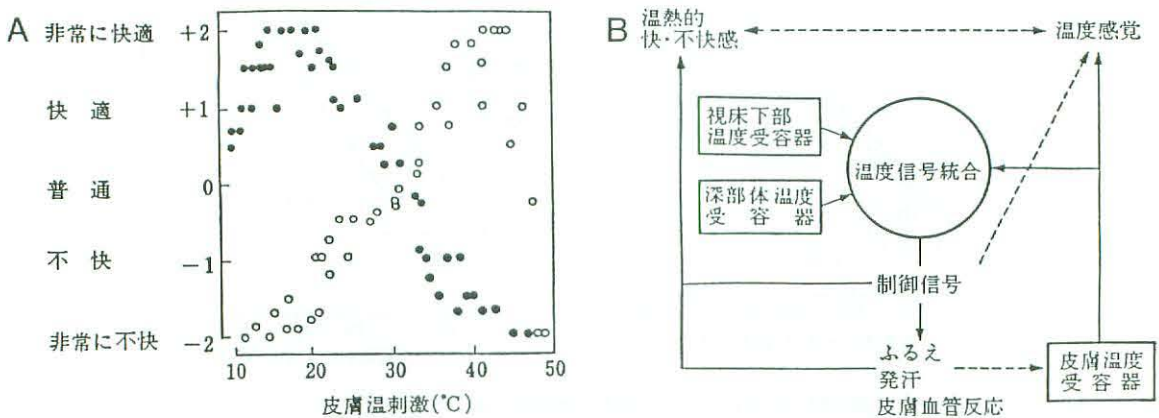


図9 温熱的快・不快感の発現機構

- A: 温熱的快・不快感の発現は、皮膚温だけでは決まらない、深部体温によっても大きく影響される。図中の○印は低深部体温のとき、●印は高深部体温のときを示す（Cabanac による、1969.）。
- B: 皮膚及び深部温度受容器からの温度情報と視床下部温度受容器からの温度情報は、中枢で統合され、体温を正常に近づける方向への皮膚温度刺激を快、その反対を不快と感じる。図は、その温熱的快・不快感の発現機構のモデルである（Hardy, J. D., Stolwijk, J. A. J. and Gage, A. P. による、1971.）。

また、温度感覚の特性として、一定の温熱刺激であっても刺激する面積の大きさによって温覚の強さが異なることや同一刺激条件でも刺激する部位によって温覚に差異があること、時間的加重、空間的加重などがあることも報告されている(図8)^{27,28,29)}。

また、ヒトの温度感覚には温度刺激を識別する

こと以外に、与えられた温熱刺激に対して温熱的快、不快感の発現をみることも知られている。この発現機構については今日、まだ不明な点も多いが、Hardy らはこの主観的溫度感覚の発現に、皮膚及び深部温度受容器からの温度情報や視床下部温度受容器からの温度情報が重要な意味を有していること、さらに体温を正常に近づける方向

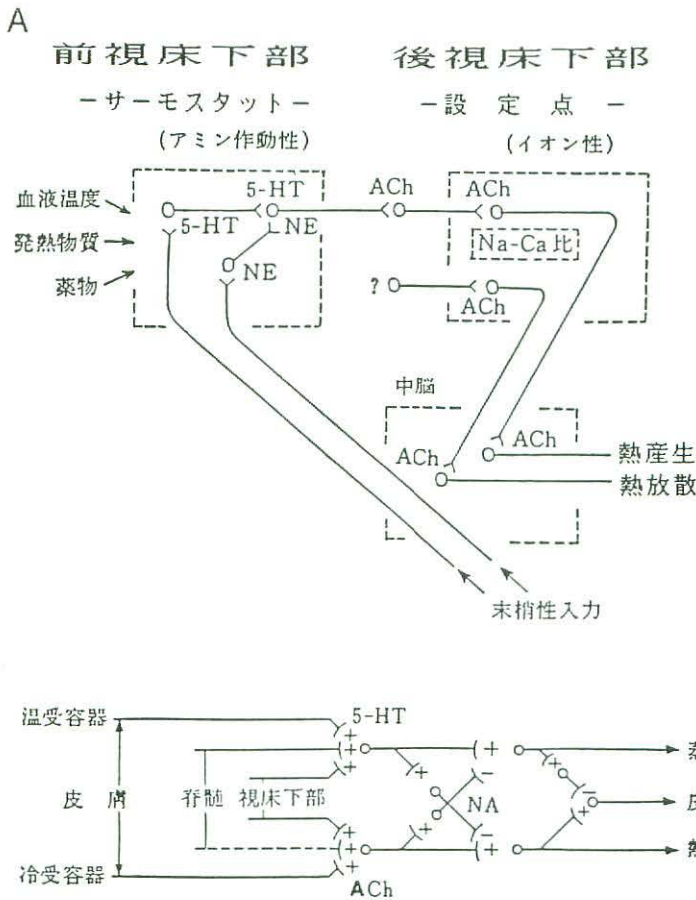


図10 神経ペプチドによる中枢性体温調節機構

Aは、ヒト以外の霊長類の中枢性体温調節モデルを示す(Myers, R. D. による, 1971.)。Bは、ヒツジ、ヤギ、ウサギの中枢性体温調節モデルを示す(Bacon, M. & Bligh, J. による, 1976.)。

ACh : アセチルコリン, NE : ノルエピネフリン, 5-HT : セロトニン, NA : ノルアドレナリン

への皮膚温度刺激を快適と感じ、その反対の場合を不快と感ずることなどを報告している（図9）^{30,31)}

他方、温度受容、伝達については、温受容器、ポリモーダル受容器、高閾値機械受容器の関与やA δ 、C線維の関与が知られている^{10,11,12,13,19,20)}。また、近年、中枢性体温調節機構に神経ペプチドの関与が重要な要素となっていることを指摘する報告も多くみられる（図10）^{32,33)}。神経ペプチドについては、最近、鍼灸領域においても鍼麻酔の話題以後、鍼鎮痛と内因性疼痛制御機構（図11）^{21,34)}の関係においてとくに注目されている物質であり、現在までに末梢・中枢内で各種の神経ペプチドが見つまっている^{15,16,17,18,22,23,24,25,26)}。最近、脊髄に多数存在するペプチド（図12）の中では、温熱刺激とくに灸刺激に深く関与すると考えられるソマトスタチンの態度が少しずつわかってきた。

ゆえに、以上これらの温熱刺激に関する知見ならびに近年の温熱生理学の知見から、前述の各種温筒灸の温度変化の相違は、入力系の相違に起因する体温調節反応の相違、つまり末梢レベルにおいては温受容器、ポリモーダル侵害受容器、高閾値機械受容器などへの関与の仕方の相違や伝達神経（A δ 、C線維など）の関与の相違を生じると考えられる。

また、温熱刺激により経時的に変化する皮膚または深部の温度情報は、さらに中枢レベルにおいて快、不快という主観的溫度感覚に結びつく。構造、形状の相違（刺激する皮膚面積の大きさ、温熱刺激の持続時間、温度変化などの相違）は、結果的に温覚の強さや時間的加重の相違の原因となり、さらに複数以上の異なる場所の同時温熱刺激では温覚の空間的加重の相違を生む要因になると考えられる。

したがって、温受容器、ポリモーダル侵害受容器、高閾値機械受容器など末梢の入力部分における温度受容上の差異は、単に受容器の違いということにとどまらず、さらに次の要素、つまりインパルスの伝達神経の相違、末梢・中枢レベルにお

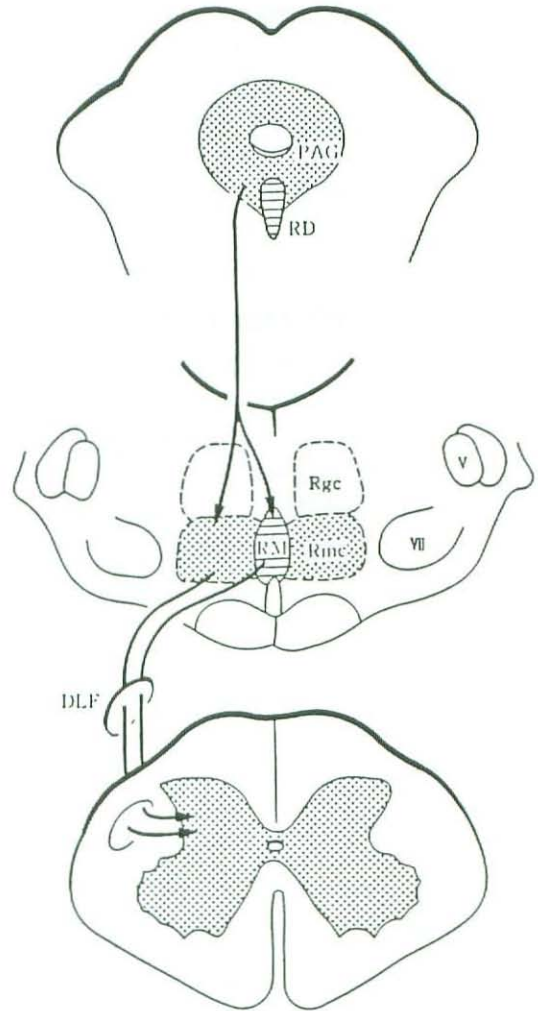


図11 下行性疼痛抑制系（横田による、1982）

D L F : 背外側索, P A G : 中脳中心灰白質,
R D : 背側縫線核, R g c : 巨大細胞性網様核,
R M : 大縫線核, R m c : 大細胞性網様核
V : 三叉神経脊髄路核, VII : 顔面神経核

ける神経ペプチドの遊離のさせ方の相違、中枢でのインパルス干渉の起こり方の違いというように順次発展し、入力様式の違いにはじまる一連の各種の生体反応の相違は、多重入力に対する末梢・

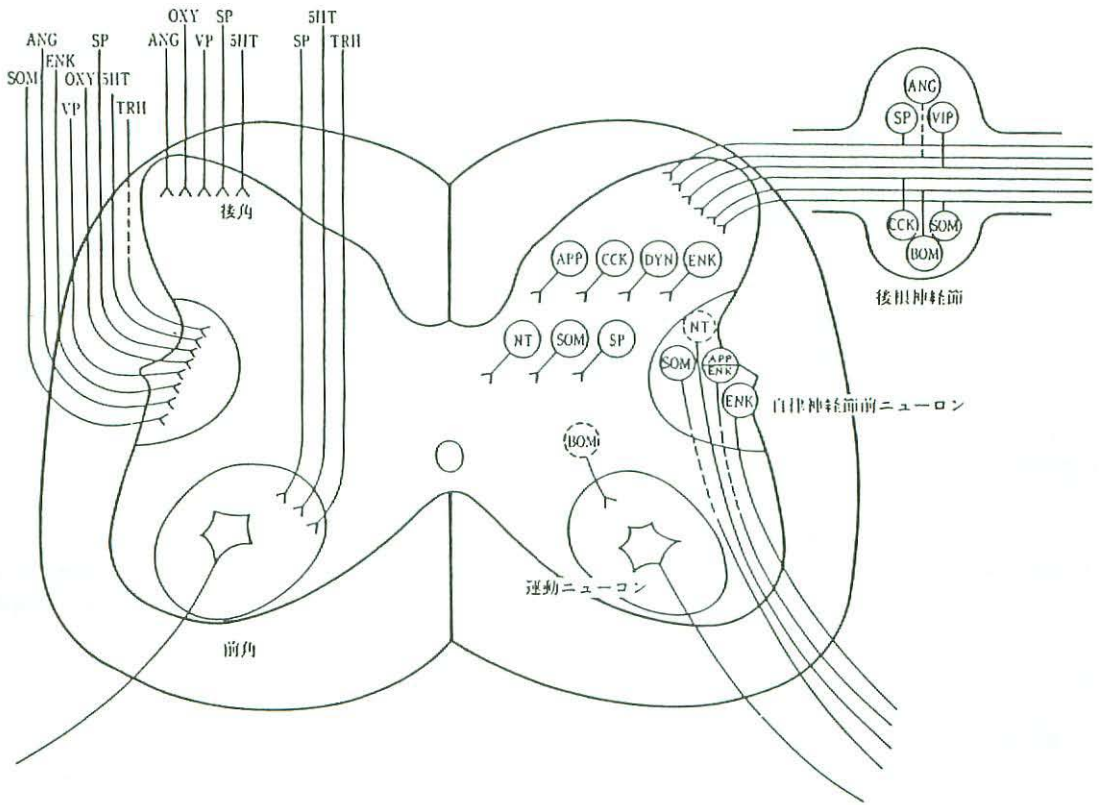


図12 最近の免疫組織化学的研究でその存在が証明されている脊髄の神経ペプチド (鈴江による, 1983)

右は、神経ペプチドを含有する一次求心性ニューロンと脊髄内のニューロン、自律神経節前ニューロン (介在ニューロン、脊髄固有ニューロン、自律神経節前ニューロンなど)、左は、下行性線維を示す。

図中の破線は、現時点で証明の弱いものである。

ANG : angiotensin II, APP : avian pancreatic polypeptide,
 BOM : bombesin あるいは gastrin releasing peptide (GRP), CCK : cholecystokinin,
 CCK-8 : cholecystokinin octapeptide, DYN : dynorphin, ENK : enkephalin,
 NT : neurotensin, OXY : oxytocin, SOM : somatostatin, SP : substance P,
 TRH : thyrotropin-releasing hormone, VIP : vasoactive intestinal polypeptide,
 VP : vasopressin, 5HT : serotonin

中枢神経系を中心とした多重統合と多重出力の相違になると結論される。

V おわりに

昨今、民間では伝統的な温灸 (間接灸, 無痕灸

ともいう) にかかわって、手軽に行なえ、しかも有痕灸のように痕を残さず価格も安いという温筒灸の活用頻度が非常に高い。しかし、まだ温筒灸を実際の鍼灸臨床の中で取り扱う頻度が少ないこともあってその温熱刺激特性、作用機構、臨床上の

有効性等よく知られていない部分も多い。

今回、著者は各種の温筒灸を入手し、検討する機会を得たのでその知見にもとづいて入力部分、とくに温筒灸の温熱刺激特性のみを解説した。今後、その作用機構、臨床上的有効性などに関する不明な部分が明らかにされ、ますます温筒灸の基礎的・臨床的研究が学問的に進展することを期待する。

稿をおわるにあたり、御教示いただいた解剖学教室・松浦忠夫教授、生理学教室・岩瀬善彦教授ならびに各種の温筒灸を提供していただいた押谷幸治郎氏、資料作成、実験に多大のご協力をいただいた森本泰司、北出充氏の諸氏に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 中山昭雄編：温熱生理学，第1版，理工学社，東京：1～638，1981。
- 2) 末梢循環研究会編：末梢循環とその病態生理，第1版，東京大学出版会，東京：1～485，1967。
- 3) ビュールン・フォルコウ，エリック・ニール著，入内島一郎訳：循環，第1版，真興交易医書出版部，東京：1～517，1982。
- 4) シュミット編，岩村吉晃ら訳：感覚生理学，第1版，金芳堂，京都：1～286，1981。
- 5) 芹澤勝助編：東洋医学研究集成Ⅲ，第1版，医歯薬出版，東京：1～254，1979。
- 6) 森 和，高橋暁正：物理療法の実際，第6版，南山堂，東京：1～588，1985。
- 7) Stillwell, G. K.: The use of physical medicine in office practice with particular emphasis on the aftercare of fractures. *J. Iowa Med. Soc.*, 53:12～18, 1963.
- 8) 尾崎昭弘：図解 鍼灸臨床手技の実際，第1版，医歯薬出版，東京：1～336，1987。
- 9) 山下九三夫ら編：東洋医学を学ぶ人のために，第1版，医学書院，東京：1～550，1984。
- 10) 川喜田健司，河村広定：灸刺激の鎮痛効果の部位差について，全日本鍼灸学会雑誌，36(2)：131～133，1986。
- 11) 出野陽二，川喜田健司：鍼灸刺激の末梢受容機序に関する神経生理学的研究，明治鍼灸医学，2：47～53，1986。
- 12) 後藤和廣ら：ヒト皮膚C線維およびA δ 線維求心性神経活動の研究，全日本鍼灸学会雑誌，32(3)：195～203，1983。
- 13) 後藤和廣ら：ヒト皮膚求心性神経活動と鍼灸刺激との関係，全日本鍼灸学会雑誌，34(2)：94～99：1984。
- 14) 田中淳子ら：末梢循環動態からみた灸刺激の効果について，明治鍼灸医学，2：15～23：1986。
- 15) 鈴江俊彦：脊髄におけるペプチド作動性神経伝達，神経研究の進歩，27(3)：436～452，1983。
- 16) 金澤一郎，須藤伝悦：脊髄ニューロンの神経伝達物質について，神経研究の進歩，26(4)：623～636，1982。
- 17) 小西史郎：ペプチドの作用—神経伝達物質としての可能性—，生体の科学，30：73～81，1979。
- 18) 大塚正徳：P物質作動性シナプス伝達，生体の科学，32：409～416，1981。
- 19) 熊澤孝朗：侵害受容性一次ニューロン，神経研究の進歩，26(5)：825～842，1982。
- 20) 横田敏勝：脊髄と三叉神経脊髄路核の侵害受容ニューロン，神経研究の進歩，26(5)：843～856，1982。
- 21) 横田敏勝：内因性疼痛抑制系，神経研究の進歩，26(5)：857～868，1982。
- 22) 加藤進昌，兜 真徳：神経ペプチドの基礎と臨床—精神疾患へのアプローチ—，第1版，金剛出版，東京：1～212，1987。
- 23) 伊藤真治：神経ペプチド，理工学社：1～224，1980。
- 24) Patrick D. WALL, 横田敏勝訳：さざ波，波浪および潮流—損傷が痛みに及ぼす効果の時間的外延—，神経研究の進歩，26(5)：881～901，1982。
- 25) 近藤尚武，油井龍五：自律神経系におけるペプチド—形態学の立場から—，神経研究の進歩：453～458，1983。
- 26) 小西史郎：自律神経シナプスにおけるペプチド作動性伝達，神経研究の進歩：459～467，1983。
- 27) Stevens, J. C., Marks, L. E. & Simonson, D. C.: Regional sensitivity and spatial summation in the warmth sense. *Physiol. Behav.*, 13:825～836, 1974.
- 28) Marks, L. E. & Stevens, J. C.: Temporal summation related to the proximal stimulus for the warmth sense. *Perception and Psychophysics*, 14:570～576, 1973.
- 29) Marks, L. E.: Spatial summation in the warmth sense, In: Sensation and Measurement (ed. Moskowitz, H. R. et. al.), D. Reidel publishing Company, Dordrecht-Holland: 369～378, 1974.
- 30) Cabanac, M.: Plaisir ou deplaisir de la sensation thermique et homeothermie. *Physiol. Behav.*, 4:359～364, 1969.
- 31) Hardy, J. D., Stolwijk, J. A. J. and Gagge,

- A. P. : Man. In ; Comparative Physiology of Thermoregulation (ed. Whittow, G. C.). vol. 2 : Mammals, Acad. Press, New York : 327~380, 1971.
- 32) Myers, R. D. : Comparative Physiology of Thermoregulation. C. C. Whittow, ed., Vol. 2 : 283, 1971.
- 33) Bacon, M. & Bligh, J. : Interaction between the effects of spinal heating and cooling and of injections into a lateral cerebral ventricle of noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and carbachol on thermoregulation in sheep. *J. Physiol.*, **254** : 213~227, 1976.
- 34) 武重千冬 : 針麻酔の鎮痛発現機序, *日本生理学雑誌*, **49**(3) : 83~105, 1987.