

## 内臓-皮膚（血管）反射の病理

金沢大学医学部病理学教室(主任 石川大刀雄教授)

岡 本 義 郎

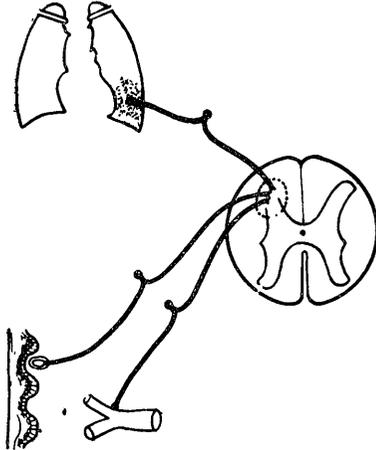
(昭和34年6月11日受付)

(本研究は文部省科学研究費を受けた。これを感謝致します)

### I. 緒 論

内臓に障害が存する時、その内臓と所属脊髄断区を同じくする体壁に、知覚、運動異常等を内容とした複雑な連関反射 *Referred Reflex* が現われる。それは内臓障害というインパルスが不断に求心性神経を介して脊髄後根に伝えられ、後根神経細胞に、*Mackenzie* の所謂P物質蓄積による *Irritable Focus* を形成した結果であると説明されている(第1図参照)。

第1図 連関反射模式図  
*Referred pulmo-cutaneous Reflex*



その時、体壁に現われる反射症状は仲々に複雑である。第Iに知覚異常、*Irritable Focus* ができて後根神経細胞の感受閾が低くまつているために、同じ脊髄断区に属する体壁の皮膚または筋肉に刺戟が加えられると、正常時には痛みとして受取られない程度のもので、痛覚ないし異常感覚として受取られるようにな

る。即ち、連関痛覚 *Referred pain* 連関感覚 *Referred tenderness* である。臨床的には *Head* 氏知覚過敏帯として記載されるものもこれに属する。体壁の知覚は痛みだけではない。痛み、かゆみ、触覚、温度覚、圧覚、筋肉痛、形容し難い不快感等、さまざまである。これらを内臓体壁反射(知覚性)、内臓筋肉反射(知覚性)として理解されるものである。

第IIは運動異常。内臓→求心路→脊髄→遠心路→運動器という反射弓のリレー回路に *Irritable Focus* という障害があるので、同じ脊髄断区に属する筋肉、または血管等の運動器に影響が現われるようになる。筋肉についていえば、強直、攣縮等も反射内容とする連関緊張 *Referred rigidity* がそれに相当する。例えば、筋肉のコリはしばしば見逃されるところである。同様にして、反射が血管運動神経に投影されてもよい。それによる臨床所見は、しばしば見逃されているけれども、更に精査するべきであろう。これらを、内臓体壁反射(運動性)と理解されよう。

第IIIは分泌異常。前と同様に、皮脂腺、汗腺等の分泌異常を伴うことがある。殊に発汗反射については従来より多数報告されて来たものであるが、これらは内臓体壁反射(分泌性)といえることができる。

第IVは代謝異常。以上と全く同軌的に内臓体壁反射(代謝性)が成立すべきであろう。

かくして、内臓障害が存するとき、所属断区の体壁、即ち、皮膚並びに筋肉に、内臓体壁反射(知覚性)(運動性)(分泌性)(代謝性)等が現われ所謂連関反射の症候内容を複雑にすることになる。しかし、勿論これらの事項は、逐次系統的に分析されることが望ましいであろう。

私共は今ここに、連関反射に属する一つの新しい反射型式として、皮電点反射を報告し、且つ、皮電点の

成立ち、性格、及び診断的価値について吟味を行なうことにしたい。

## II. 皮電点(反射)と皮電計の設計

皮電点反射では、皮膚の電氣的抵抗を測定する。過去において、何らかの方法によつて皮膚の電氣的抵抗を測定する診断法は、著名なものが若干ある。しかし、そのいずれもが汗腺の活動に関係したものである。即ち、そのIは精神電流反射 Psychogalvanic Reflex である。汗腺の活動は主に、交感神経性に支配されるが、精神的衝撃を受けて不安定な状態に陥ると、それが汗腺の活動を高め、発汗が電気伝導を容易にし、電氣的抵抗は減弱する。この反射は従来主として、心理学的に興味をもたれ、“嘘発見器”その他に應用されている。そのIIは、Richter<sup>1)</sup>のいう Sympathicotomized area における高抵抗現象である。即ち、戦場外傷によつて皮膚の交感神経が切断されると、その麻痺領域に汗腺の活動が停止し、高抵抗化する。それを診断的に利用するというにある。その後、彼等は Sympathectomy を行なつて、高抵抗化領域を測定することによつて、知覚神経 Dermatome とは異なつた美しい“交感神経性 Dermatome”を決定しようとした<sup>2,3,4)</sup>。

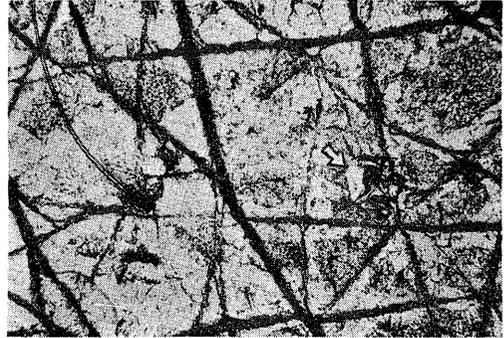
以来、交感神経外科領域に多くの注目すべき業績が相次いで發表されている。例えば、Ray, Console (1948)<sup>30)</sup> Thomson, Brose, Smithwick (1950)<sup>31)</sup>等は各領域にわたる多数の交感神経切除患者に対して、詳細な研究業績を發表した。

そのIIIは、内臓痛の投影として、脊髓断区を同じくする皮膚に発汗異常と低抵抗領域が現われるという報告である。Korr (1949)<sup>5)</sup>は心筋硬塞、十二指腸潰瘍の場合に、同じ分節の皮膚に電気抵抗の低い部位が現われることを実証した。後藤、大坪 (1952)<sup>6)</sup>は胃、十二指腸潰瘍、胆石症、脾臓炎等、34名において、Minor 氏法による発汗、電気抵抗、知覚検査をし、異常発汗部と低抵抗部とは一致すると述べている。

これらはいずれも汗腺に関連しており、過去における皮膚抵抗測定は同一主旨によるもので、その綜說的報告も少なくない。例えば、我が国においては、藤森聞一教授 (1950)<sup>32)</sup>、(1953)<sup>33, 34)</sup>の綜説があり、外国においては Gildmeister (1928)<sup>35)</sup> 最近では McCleary (1950)<sup>36)</sup>がある。

私共のいう皮電点反射は、皮膚の電気抵抗を測定するが、本質的には汗腺に関与しない。健康な皮膚は、電氣的に絶縁といいたいほどに高抵抗である。しかし、広大な皮膚領域を精査すると、一点に局限して、

第2図 皮膚表面の Sump 像 (100倍) 皮膚のシワ、毛根等の他に刻印した皮電点 (↑印) を認めることができる。



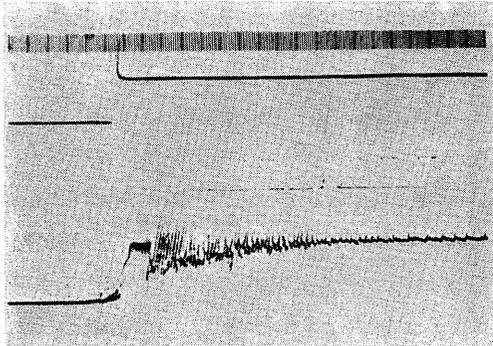
強く抵抗値が減弱した部分を証明することができる。

その抵抗減弱点の大きさは、直径約 0.5mm 大、これを私共は皮電点 (E. D. P.) と名づけている。(第2図)の写真は皮膚表面の Sump 像の顕微鏡写真(約 100 倍)で皮膚のシワ、毛根等を認める間に、刻印したような皮電点が位置している。その直径を微動装置を用いて測定すると、前記のように大体 0.5mm である。ここで大きさを強調するのは、若干の理由が存する。既往において、皮膚電気抵抗を測定した殆んどの実験は、かなりの大きさの面積をもつた電極を皮膚にあてたものである。そこには点という概念がない。汗腺が活動すると、かなりの皮膚領域が汗ばむから、汗腺の活動を目標とする限り、点の概念を必要としない。私共の皮電点は本質的に発汗とは異なつたものを目標としているということをお先ず強調したい。

ところで、広大な皮膚の領域より、かかる微細な皮電点を見出すことは、仲々困難である。そのことが、過去において、皮電点を見出さしめ得なかつた理由であろうと思われるのであるが、ともあれ、ここにおいて、皮電点を容易に見出すことができるような、皮電計の設計が必要となつてくる。私共の設計した皮電計は、次のような原理を應用したものである。

皮電点に 10V の直流を入れる。電極に乾性の銀電極を用いた場合、皮電点側を(−)にすると(第3図)に示すように、皮電点に相当して、抵抗値の減弱を示す所見が現われると同時に、かなり著明な、不規則な波が現われる。電極を(+)にした場合は、この波はあまり著明でない。次に電極を不分極にした場合、図に示すように抵抗値の減弱は示すが、不規則な波は現われない。不分極電極の代りに、単にぬれたガーゼで巻いた電極を用いた場合、更には、単に電極に糊をつけた場合においても、同様に不規則波は現われない。この事実は何を示すものであろうか。この不規則な波

第3図 乾性電極（一）を用いた場合、皮電点において、抵抗減弱と同時に、著明な不規則な波（放電波）が現われるのを示す。



(一) 極 (不分極電極)  
(一) 極 (乾性銀電極)

の発生原因は何か。思うに、皮膚の表面は非常に粗で、凹凸も多く、乾性の金属電極を用いた場合には、皮膚との密着が不十分であり、且つ、皮電点においては、微小な面積において相当量の電流が流れることと相まつて、皮膚表面と乾性電極との間に放電現象が起るためと考えられる。何故ならば、電極をぬらす等の、電極と皮膚表面との間隙をなくすることによつて、この波が消失することでも想像される。今この不規則な波形、（放電波）を低周波増巾器で増巾することにより、特有の音に変えることができる。

今、電極に乾電極を用い、皮膚例を（一）にして、音とメーターの振れを指標とするならば、広大な皮膚試験領域より、微小な皮電点を見出すことも、さして難事ではない。否寧ろ、容易である。私共は電極として、ローラー型のもを用い、それで皮膚表面をロールすることにより、大体の皮電点の所在を知り、次いで細い電極を用いることにより、確実な所在部位を定めている。以上が私共の皮電計の原理である。

では、かようにして見つけられた皮電点は一切何物であろうか、皮電点の本態は何か、このことを先ず病理組織学的に吟味してみたいと思う。

### Ⅲ. 皮電点の組織学的根拠

手術例につき、予め皮電計により、皮電点を刻印しておき、摘出した皮膚切片につき連続標本として、組織学的に追求した。その組織学的変化は、微小な領域に止まるであろうから、連続標本で観察する必要がある。目的とする変化は恐らく連続標本の中央附近の数枚に見出されるであろう。そしてその変化は皮電点以

外にあつてはならない。即ち、皮電点に特異な所見である必要がある。

次に代表的な写真を掲げて、説明にかえよう（巻末写真参照）。

写真 a 皮下小動脈分枝に相当した表皮の基底細胞附近に、限局性、点状の水腫が認められる。吾々はこれを、分子状水腫と名づけている。これは、次第に次の如き一連の変化に発展する。

写真 b 写真 a と同様であるが、水腫がやや大きさを増し、その間に生活反応としての白血球遊走を認める。——点状水腫

写真 c 点状水腫が更に拡大、その間にも若干の白血球を混ずる。

写真 d 水腫は更に範囲を拡大し、表皮の上層細胞の退行変数が認められる。

写真 e 水腫並びに、退行変性が、皮下小動脈分岐部より、分枝を中心として、皮下、並びに表皮に楔状に拡がっている。

写真 f 血管分枝支配域の典型的な楔状変性、変性部の表皮細胞の核染色度が弱い。しかも正常部との限界が明瞭である。

写真 g 楔状の水腫域に小出血を伴っている。——点状出血

これらは、検出された皮電点を精査することによつて見出されたもので、20数例の手術材料に例外なく証明できる。任意の正常皮膚には見出されない。これらの分子状水腫、点状水腫、楔状変性、点状出血等は、皮下小動脈分枝を中心して発展したもので、小動脈分枝の血行失調、この場合は運動失調による結果である。内臓体壁反射が、皮下小動脈に投影し、血管運動失調を来し、それに相当した支配域に、点状水腫、楔状変性を招き、それが直径約 0.5mm の皮電点として検証されたものである。即ち、皮電点の良導性は、このような所見、表皮の水腫化、小血管周囲の滲出機構によつて充分説明し得るのである。ここに附言したいことは、この所見には、汗腺、皮脂腺は直接には関係していない。

前記の如き、皮下血管分枝を中心とした、これらの変化は、実はやがて臨床的に、皮膚顕微鏡による毛細血管拡張→発疹→丘疹等として、可視的なものに発展するものである。或いは、発疹、丘疹の治癒後に色素沈着を残すであろう。これらの諸相は、内臓疾患が存する時、所属皮膚断区にしばしば観察されるもので、そのことが一つの診断根拠になつている。その目的のために毛細血管階級の拡張→発疹、丘疹の診断的意義（藤田）→色素沈着（例えば、肺結核症における茶托

変性) 等が観察, 記載されている。例えば藤田<sup>7)</sup>は「出診点と丘疹点」についての独創的な観察を行なっている。胃潰瘍における Boas 氏点, 虫垂炎における Mac-Burney 氏点等々の圧診点は, 既往における著明な診断点であるが, それとの比較検討において丘疹点を吟味している。Boas 氏点等の圧診点の成立には, Head 氏帯的見解が行なわれ, 一つの内臓体壁反射と解釈されているが, 丘疹点の成立にそれと同軌的な機序を求めているのである。丘疹等の名残りとしての色素沈着も同様である。その意味において, 色素沈着の或るものは, その人の既往症を示すであろう。

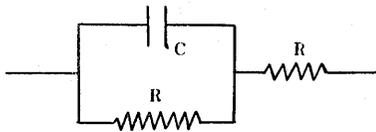
それはともかく, これらの可視的な変化のすべてに先行して, 私共の皮電点反射が現われるのである。それは顕微鏡的に分子状水腫, 点状水腫, 楔状変性, 点状出血として認めることができる。かかる滲出性, 器質的病変に基づく電気抵抗減弱が皮電計によつて指摘されるわけである。それが皮電点である。かくして皮電図 Electrodermogram (E. D. G.) が作成される。その臨床的意義は, 後述するようになり大きい。各種疾患, 殊に各種内臓疾患の皮電図の詳細は, 教室同人によつて逐次発表されるであろう。

しかし, ここでは, 更に皮電点の特徴を電気生理学的に検討してみたい。

#### IV. 皮電点並びに正常皮膚の電氣的構造及び電氣的性質

皮電点の電氣的構造並びに電氣的性質を吟味するためには, 正常な皮膚の電氣的構造, 性質をも同時に検討する必要がある。現在迄のところ, 電気生理学においては, 皮膚の電氣的構造は (第 4 図) に示す如く,

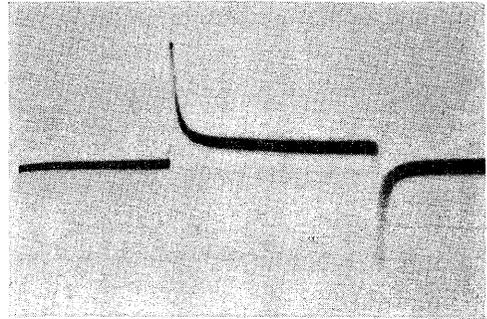
第 4 図 既往における皮膚の電氣的等価回路



容量 C と抵抗 R との並列結合として電氣的等価回路が考えられている。即ち, 皮膚に直流を通じた場合, 「見かけ」の電気抵抗を測ることができる。「見かけ」というのは皮膚には Ohm 抵抗以外に電気容量があり, 更に主として汗腺の活動電位, 分極, 脱分極等の諸要因が加わるので, R として Ohm 計に現われるのは, これらのすべての代数和と考えられている。一方, 皮膚に直角電流を与えると, 電流の強さは初めは甚だ強く, 次いで急激に減少して, 遂にはほぼ一定の値

に達する。次に電流を断つと, 一時反射方向に電流の流れるのを見る。(第 5 図) の写真は正常皮膚に 60 サイクルの矩形波 (脈流) を与え, これをオツシログラフで撮影したものである。

第 5 図 正常皮膚に矩形波を入れたオツシログラフ (電極直径 5mm)



即ち, 所謂初期の尖りと終期の尖りが見られる。Gildmeister (1922)<sup>8)</sup> はこれを皮膚の電気容量によつて起されるものと考えた。Einthoven (1923)<sup>9)</sup> は弦電流計を用い, その経過を直接に描き, その尖りの形を分析した。朴沢 (1928)<sup>10)</sup> は回路中に 10~325mH の自己誘導コイルを挿入して振動を証明し, 皮膚に容量の存することを確認した。橋田 (1935)<sup>11)</sup> は陰極線オツシログラフで皮膚及び神経の分極曲線を撮影し, またコイル挿入による振動をも撮影した。本間 (1955)<sup>12)</sup>, (1950)<sup>13)</sup>, (1953)<sup>14)</sup> は直径 1mm の微小電極を用いて, 汗孔部と汗孔部以外の皮膚との分極曲線の差を吟味している。これらの今迄の実験研究から, 皮膚に電気容量的作用のあることは明らかであるが, この容量が普通のコンデンサー, 即ち, 不良導体である表皮を電媒質とし, 良導体である電極及び皮下組織を二枚の蓄電板とする蓄電器の静電容量であるか, 細胞膜, 特に汗腺の細胞膜における分極容量であるかは, 学者の見解に相違があるが, これは今後解明さるべき一つの問題点であろう。

今この皮膚の電氣的等価回路を更に吟味しようとするものであるが, 私共の見解よりすれば, 皮膚の電氣的性質は, 表皮角質層, 表皮内, 皮下織によつて甚だしく異なる。従つて, 皮膚を単一なる一層として等価回路を求めるより, 組織学者の立場からするならば, 少なくとも上記三層について各々の等価回路を求めて判断する方がより正しい。正常皮膚三層の R 並びに C はそれぞれ幾許か, 或いは, この等価回路以外に何らかの成分を含みはしないか, 皮電点の特徴づけるものは何か。皮膚の電氣的性質の解析はここから始めらるべきであろう。私共はこれより, 正常皮膚の三層並び

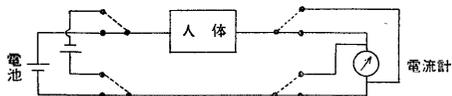
に皮電点の電気抵抗，容量，及びその他の成分の有無等について，吟味を進めたいと思う。

1) 電気抵抗成分

正常皮膚の電気抵抗成分については，すでに多くの報告がある。しかしその大部分は発汗による低抵抗領域と，そうではない高抵抗領域の区分を調べたものである。例えば Richter (1943)<sup>10)</sup> は冷水浴をすると手掌の抵抗部位は次第に指尖及び手掌の中心部に向つて縮み，限局して行き，反対に温湯に入ると，低抵抗部位は指尖から手掌全体へ，更には手背に迄拡大して行くと説明し，足においても同様な変化を観察している。これは発汗がどの部位から始まり，どのように拡がって行くかを知るのに価値がある。Wagner (1952)<sup>16)</sup> は先天的に汗腺の殆んど欠如している母子について，長期間にわたり検査した結果，全身の抵抗は著しく高く，加温による影響も現われなかつたと述べている。これらのことは交感神経緊張に基づく汗腺の活動せる領域と，然らざる領域の区別が，電気抵抗を測ることにより可能であることを示しているが，これらは電気抵抗の本態を説明したものではない。即ち，皮膚の電気抵抗は発汗によつて影響されるということ述べたに過ぎないのであつて，皮膚の抵抗成分そのものの性格とか，値とかいうものには触れてはいない。皮膚の電氣的構造を知るためには，先ず電気抵抗成分そのものの性格から吟味してかからなくてはならない。私共は正常皮膚の角質層，皮内，皮下，皮電点の各々について，先ず抵抗成分の性格を吟味するため，次の若干の実験を行なつた。

A) 電気抵抗の電圧，極性による変化

a) 測定装置及び回路

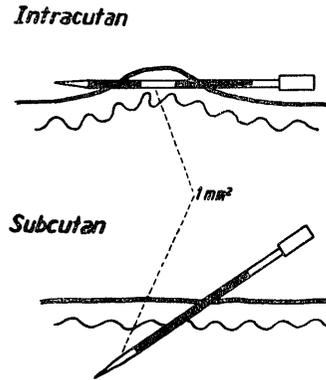


上記の回路により，一定電圧の直流を流し，その時の電流値を電流計で読み， $R = \frac{V}{I}$ よりRを求めた。且つ，その際，スイッチを切換えることにより，通電方向を変え得るようにした。また電圧をも変え得るようにした。電流計は Hansen の製品を用いた。

b) 電 極

関電極は正常皮膚角質層，並びに皮電点を測定する場合には，直径 1mm の銀棒を用いた。何故ならば，金属電極を用いる場合，電極の面積が広い程，抵抗は減少する。そして皮電点が直径 0.5mm~1mm 大であることより，正常皮膚と皮電点を比較するため，直径 1mm の銀棒を用いた。皮内の場合は直径 0.25mm の

第6図 皮内及び皮下の関電極  
Electrode at Intracutaneous  
and Subcutaneous



銀針を用い，且つ，針の先端よりやや上方に，表面積が 1mm<sup>2</sup> になる如く残し，後はエナメルで絶縁したものをを用いた。測定時には殆んど痛覚を感じない程度に，角質層のみを（第6図）の如く刺しつらぬいた。皮下を測定する場合も，直径 0.25mm の銀針で先端の表面積が 1mm<sup>2</sup> になるようにして，他をエナメルで絶縁したものをを用い，深さ 3mm 程（第6図）の如く刺入した。

不関電極は生理的食塩水に浸したガーゼを巻いた電極を手掌一杯に握らせた。

① 正常皮膚

部位は健康人の上腕及び前腕を選んだ。手掌は解剖学的に汗腺の性質が異なること，また表皮の解剖学的差異を考慮して，別個に一括して取扱つた。先ず，関電極側を⊕にして 2V の直流を流し，その電流値を測定し，次にスイッチで関電極側を⊖に切り換えて測定する。次に 4V の⊕，更に 4V の⊖，6V の⊕，6V の⊖としてそれぞれの電流値を測定した。勿論その際，電極は固定したままである。また或る場合は⊖から先にしたが，結果には差がなかつた。室温は 20°C~23°C を選んだ。

次表は，電流値から  $R = \frac{V}{I}$  の式より R を計算して表にしたものである（表 1，表 2）。

表 1 によれば前腕及び上腕の電気抵抗値は Volt を高めるに従つて著名に減少する。

また更に注目すべきことは，極性を変えることによつて，即ち，皮膚上に⊕の極を置いた方が⊖極を置いた時より，電気抵抗が低い。即ち，⊕極を置いた方が電流が流れ易いということである。これに反し，手掌部の電気抵抗は（表 2）に見られるように，Volt を高めることによつて，余り減少しない。また極性を変え

ることによつて著名な変化は見らない。

② 皮内及び皮下

測定装置及び方法は角皮層上の場合と同じである。関電極は電極の項で述べた。

(表3)に見られるように、皮内では、その電気抵抗値は角質層上のそれに比して格段に減少する。角質層上からは数十、数百 MΩ であるに反し、皮内即ち、角質層を破ることによつて、数百、数十 KΩ に減少する。全く栝違いである。皮下になると(表4)に見

られるように、更に減少する。

また Volt を高めることによつて著名に抵抗値の減少するのは、皮膚上の場合と同じであるが、面白いことは、極性による抵抗値の変化が全く逆になる。即ち、皮膚上の場合は電極を⊕にした方が、⊖にした時より電流が良く流れたが、皮内及び皮下の場合は全く逆で、電極を⊖にした方が、⊕にした時より電流がよく流れる。即ち、⊖の方が抵抗が低くなっている。

③ 皮電点

表 1 正常皮膚抵抗値の Volt 並びに極性による変化 (単位 Ohm)

例		2 V		4 V		6 V	
A	(+)	13.2MΩ		5.8M		3.2M	
	(-)		49M		10M		4.8M
B	(+)	32.3M		21M		14M	
	(-)		65M		35.3M		21M
C	(+)	49M		49M		36.5M	
	(-)		500M		200M		119M
D	(+)	9M		5.4M		4M	
	(-)		10M		5.8M		4.5M
E	(+)	9.5M		6M		4M	
	(-)		12.3M		7M		5.6M
F	(+)	32.3M		24M		14M	
	(-)		99M		49M		25M
G	(+)	65M		43M		42M	
	(-)		400M		200M		150M
H	(+)	39M		32M		25M	
	(-)		200M		79M		53.5M
I	(+)	49M		43M		36.5M	
	(-)		400M		200M		119M
J	(+)	65M		49M		34.3M	
	(-)		1000M		400M		119M
K	(+)	49M		43M		32.3M	
	(-)		660M		200M		119M
L	(+)	19M		15.5M		11M	
	(-)		99M		27.5M		15.6M
M	(+)	14M		11M		7.3M	
	(-)		27M		15.5M		9M
平均	(+)	34.3M		26.7M		20.3M	
	(-)		270M		110M		59M

表 2 手掌部抵抗値の Volt 並びに極性による変化 (単位 Ohm)

人名	部位	極性	2 V		4 V		6 V	
R. K.	A(第2指頭)	+	10.7M		9M		7.8M	
		-		10M		9M		8.4M
	B(手掌中央)	+	27.5M		21M		16M	
		-		32.3M		25.6M		19M
K. O.	A	+	7.3M		6.4M		5.6M	
		-		6.4M		5.7M		5.3M
	B	+	7.3M		7.3M		6M	
		-		7.3M		6.6M		5.8M
Y. O.	A	+	7M		6.2M		5.5M	
		-		7.6M		6.4M		5.8M
	B	+	9M		8.4M		8.4M	
		-		9M		9.8M		10M
Y. F.	A	+	3.2M		3.6M		3.6M	
		-		3.2M		3.6M		5.5M
	B	+	10M		10M		9M	
		-		11M		11M		10M
平均		+	10.2M		9.2M		7.7M	
		-		10.8M		9.7M		8.7M

表3 皮内抵抗値の Volt 並びに極性による変化 (単位 Ohm)

人名	部位	極性	2 V		4 V	
			(+)	(-)	(+)	(-)
K. N.	前腕(A)	+	230K	61K	47K	12K
	上腕(B)	+	50K	17K	33K	7K
O. S.	A	+	300K	24K	41K	12K
	B	+	150K	26K	56K	14K
O. M.	A	+	230K	73K	50K	17K
	B	+	230K	42K	90K	19K
	平均	+	198K	40.5K	56K	13.5K

表4 皮下抵抗値の Volt 並びに極性による変化 (単位 Ohm)

人名	部位	極性	2 V		4 V	
			(+)	(-)	(+)	(-)
K. N.	前腕(A)	(+)	73K	11K	11K	6.4K
	上腕(B)	(+)	42K	10K	9.5K	5K
O. S.	A	(+)	48K	12K	14.3K	7.6K
	B	(+)	42K	10K	12K	5.6K
O. M.	A	(+)	90K	21K	37K	9.0K
	B	(+)	42K	17K	21K	12.0K
	平均	(+)	56K	13.5K	17.4K	7.6K

表5 皮電点抵抗値の Volt 及び極性による変化

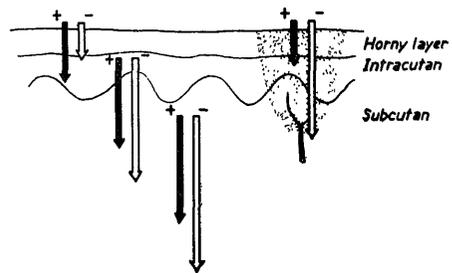
	極性	2 V		4 V	
		+	-	+	-
A	(+)	90K	61K	83K	53K
B	(+)	500K	61K	400K	40K
C	(+)	500K	73K	600K	27K
D	(+)	320K	133K	190K	90K
E	(+)	240K	73K	190K	25K
平均	(+)	330K	80K	290K	47K

測定装置, 測定方法, 電極等は正常皮膚の場合と全く同様である。その結果は(表5)である。即ち, 正常皮膚の場合と同じく, 角質層の上より測定したのであるが, 正常皮膚の場合に比して, 著名に抵抗値の減

少が見られる。且つ, 角質層に可視的な傷がないにも拘らず, 皮内に近い値が出ている。また Volt を増すに従つて, 更に抵抗の減少するのは他の場合と同様であるが, 興味のあるのは, 極性を変えることによる電流量の変化が, 正常皮膚の場合と全く逆で, ⊖の電極を置く方が⊕の電極を置くより, 電流がよく流れる。これは皮内, 皮下の場合とよく似ており, しかも皮内, 皮下の場合より, この傾向は大きい。

以上, 角質層上, 皮内, 皮下, 皮電点の極性による電流量の変化を図示すれば(第7図)の如くなる。

第7図 極性による電流量の変化模式図  
Variation of Electrical Resistance by Polarity



B) 抵抗値の時間的变化

電流(直流)を流す時間により, 抵抗値がどのように変化して行くか, 即ち, 電流量がどのように変化して行くかを, 皮膚上, 皮内, 皮下, 皮電点において調べてみた。(第8図)は電流量の変化をグラフにしたものである。

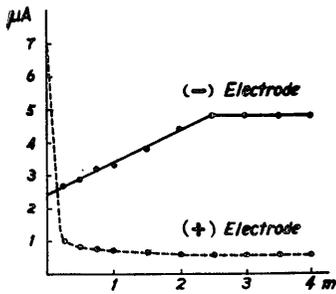
この場合も極性変化により差を認めた。正常皮膚上においては, ⊕電極の場合も, 電極の場合も, 時間と共に電流値は増加する。が, しかし, ⊕の電極の方が著名に増加する。そして4分程度で大体一定値に達する。皮内, 皮下の場合は, 時間と共に余り変化しない。大体安定している。

皮電点においては, 最も興味深い変化が現われる。電極を⊖にした場合, 時間と共に電流量が増加し, 2分30秒程で大体安定する。ところが, 電極を⊕にした場合, 電流を入れた瞬間, 著名に流れるが, その直後に急激に減少し15~30秒でほぼ一定値に達する。かかる⊕と⊖とで全く異なつた, 特異な曲線を描くことは, 皮電点の一つの特徴ともいえよう。

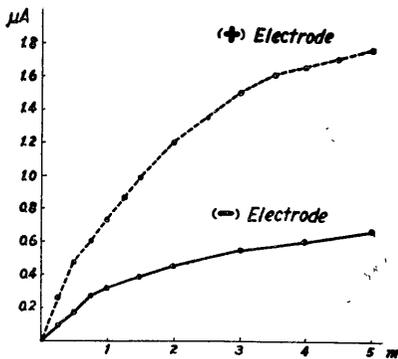
2) 電気容量成分

前に述べたように, 皮膚に電気容量の存することは, すでに多くの学者によつて証明されている。しかれば皮膚に存する容量の値は幾ら位であろうか。この容量値についても, 多くの学者によつて, 種々の方法, 種々の理論的数式より導き出されている。しか

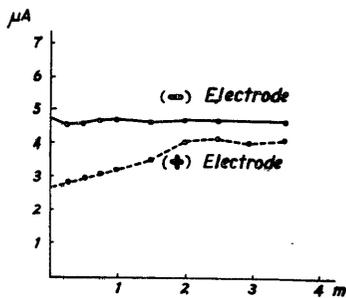
第8図 電流値の時間的变化  
E. D. P.



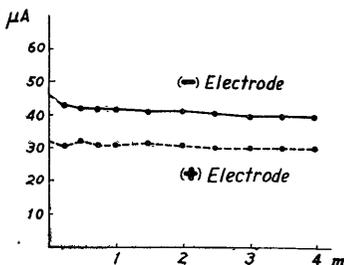
Change of Direct Resistance  
by time



Intracutan



Subcutan



し、容量においても、電極の面積に比例して大となるから、電極の面積が同一である必要がある。私共は電気抵抗の場合と同じく、直径 1mm の電極を用いた場合の容量を測定することにした。

今、皮膚に電気容量があるとするならば、皮膚に直列に既知のコイルを挿入すると、皮膚の容量 C とコイルとの間に直列共振回路を作ることになる。これに正弦波交流を流し、その周波数を漸次変えながら、これに流れる電流量を読んで行くならば、或る特定の周波数において、著名に電流量の増加が見られる筈である。即ち、共振周波数が存在する筈である。そして共振周波数を求めることができるならば、共振周波数の式、即ち

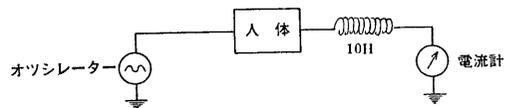
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}} \dots \dots \text{①}$$

但し、 $f_0$  は共振周波数  $L$  : コイルのヘンリー  
 $C$  は求める容量  $\pi$  : 定数 3.14 とす。

①式より  $C$  を求めることができる筈である。

上記の理論より、正常皮膚三層及び皮電点の各電気容量を求めるために、次の実験を行なった。

a) 実験回路並びに装置



オツシレーターは Kasugai の製品で、周波数を自由に変え得るものを用いた。電流計は抵抗測定に用いたものと同じ製品を用いた。

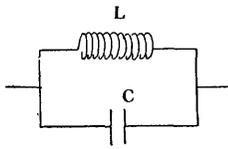
b) 電 極

抵抗測定の場合と同じ。

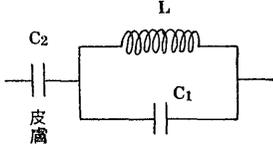
c) コ イ ル

市販の 10H チョークコイルを用いた。しかしここに問題がある。チョークコイルの Inductance は、巻数とコイルの直径に比例し、且つ、鉄心の性質によって定められる。これらは検定済みであり、その Inductance は 10 Henry (H) である。ここ迄は問題はないが、コイル自身、銅線と銅線が密着して巻いてあるために、ここに容量  $C$  が同時に内蔵されていることになる。即ち、コイルは (第9図) の回路が代用される。事実、私共の用いた 10H の Choking Coil に正弦波交流を入れ、周波数を漸次変えて行くと 4.7K Cycle で著名に電流値が減少する。即ち、並列共振を起す。これは明らかに  $L$  と並列に  $C$  の存在することを証明するものである。それ故に、実験共振回路は (第10図) の如く書き直さるべきであろう。(第10図) の如き回

第9図 Choking Coil の回路



第10図 実験共振回路



路の場合、共振周波数は次の如き式で求めることができる。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(C_1+C_2)L}} \dots\dots\dots ②$$

$f_0$  を測定し、 $L$  及び  $C_1$  が一定であるならば、②式より  $C_2$ 、即ち、人体の電気容量を求めることができる筈である。

今、(第10図)の回路の  $C_2$ 、即ち、人体皮膚の代りに、既知の、検定済みのコンデンサーを入れ、これに正弦波交流を流し、周波数を漸次変えながら電流値を読み、 $f_0$  (共振周波数) を求めてみた。電圧は 2.5V

とした。モデルの  $C_2$  は 10PF~0.5 $\mu$ F 迄である。(P :  $10^{-12} \mu : 10^{-6}$ ) これを  $f_0$  を縦軸に、 $C_2$  を横軸とした片対数グラフを書いてみた。(第11図)の実線がそれである。また一方、②式の  $C_2$  に 10PF~0.5 $\mu$ F 迄を順次代入して  $f_0$  を求めた。即ち、理論値である。(第11図)の点線がそれである。この理論値とモデルの値とを比較してみると、 $C_2$  が 10PF~400PF 迄の間では、 $f_0$  の理論値と、実験値とでは少しく差があるが、 $C_2$  が大きくなるに従つてほぼ等しくなる。しかし、私共の皮膚の実験においては  $C_2$  が 10PF~400PF の間も必要であるから、皮膚の  $f_0$  を実験的に求めた後、モデルのグラフ (第11図の実線) によつて  $C_2$  を求めることにした。

d) 実験方法

正常皮膚上、皮内、皮下、皮電点それぞれ断定の電極を置き、これに 2.5V の正弦波交流を流し、その電流値を読みながら、漸次周波数を変え、最も電流値の大きくなる周波数  $f_0$  を求めた。 $f_0$  を求めたならば、これを (第11図)の実線のグラフに照らし合わせて  $C_2$  を求めた。

e) 結果

正常皮膚、皮内、皮下、皮電点のそれぞれについて容量  $C_2$  の値を求めた。(表 6、表 7、表 8、表 9) がそれである。

即ち、正常皮膚 (角質層上) の容量値 (直径 1mm<sup>2</sup>) は上肢内側、上肢外側、腹部、背部、下腿共に大差なく、25PF~130PF で平均値は約 50PF であつた。

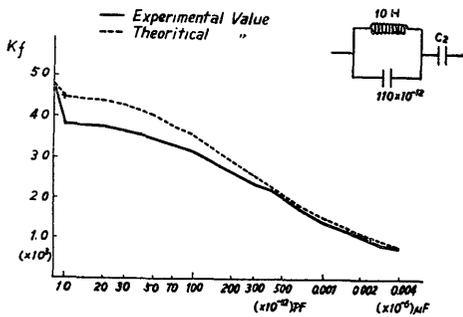
皮内においては容量はぐんと大きくなる。しかし、部位差は同じく認められず、0.084 $\mu$ F~0.026 $\mu$ F の間であり、平均値は 0.056 $\mu$ F であつた。

皮下になると、更に容量は大きくなるが、比較的安定した値を示している。勿論、部位差は認められない。その範囲は 0.2 $\mu$ F~0.11 $\mu$ F であり、平均値は 0.15 $\mu$ F を示している。

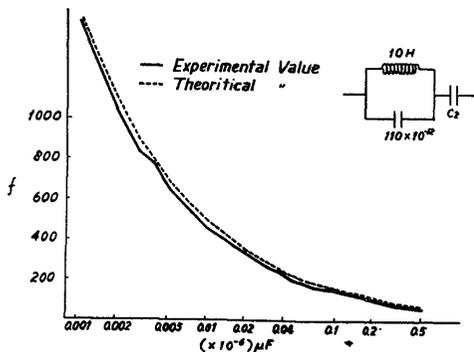
皮電点になると様相は一変する。共振周波数は 120 Cycle より 2.8 K. Cycle の間で、これを容量値に換算すると、大なるは 0.18 $\mu$ F より、小なるは 170PF を示している。即ち、正常皮膚に近いものより、皮内、更には皮下と同じ容量値を示すものに至る迄、種々雑多であつて、一定値は存在しない。しかしながら、このことは皮電点の組織学的変化を思い浮かべる時、容易に理解できることである。即ち、分子状水腫より、変化の皮下に迄及ぶ水腫または楔状変性、更には点状出血等の一連の変化と平行するものと思われる。

3) その他の電気的成分の吟味

第11図 共振点片対数グラフ  
Graph of Resonance Point



Graph of Resonance Point



私共は今迄、第4図に示した皮膚の等価回路を正しいものとして、その抵抗成分と、電気容量成分とを求めた。しかし、果してこの等価回路が正しいものであろうか、他の成分も含まれてはいないだろうか、このことについて更に吟味を進めてみたいと思う。

① 正常皮膚における吟味

a) 特性曲線による吟味

正常皮膚(角質層上)に 2.5V の正弦波交流を入れ、

周波数を漸次変えながら、ここに流れる電流を電流計で読み、これをグラフに描いた。これを特性曲線と呼ぶことにする。

(註) 皮膚のCと並列のRを一定にするために、5MΩ のRを並列に入れた。正常皮膚(角質層上)のRは 10MΩ~1000MΩ であるから、5MΩ を入れることにより、Rは 5MΩ と一定する。

表 6 正常皮膚(角質層上)電気容量(直列共振法による)

部 位 人 名	上肢内側		上肢外側		腹 部		背 部		下 腿	
	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量
O. K.	3.6 kc	35 P	3.45 kc	50 P	3.3 kc	70 P	3.5 kc	45 P	3.5 kc	45 P
K. M.	3.4	60	3.4	60	3.65	30	3.5	45	3.6	35
T. N.	3.4	60	3.55	40	3.4	60	3.5	45	3.7	25
H. K.	3.4	60	3.35	65	3.6	35	3.7	25	3.7	25
O. S.	3.5	45	3.55	40	3.7	25	3.4	60	3.4	60
S. M.	3.4	60	3.5	45	3.5	45	3.3	70	3.5	45
K. S.	3.5	45	3.5	45	3.4	60	3.3	70	3.4	60
T. N.	3.5	45	3.4	60	3.55	40	3.4	60	3.45	50
F. N.	3.7	25	3.5	45	3.3	70	3.3	70	3.4	60
Y. M.	3.5	45	3.5	45	3.1	110	3.4	60	3.4	60
O. Y.	3.5	45	3.4	60	3.1	110	3.2	90	3.2	90
Y. F.	3.2	90	3.3	70	3.2	90	3.1	110	3.0	130
N. M.	3.35	65	3.3	70	3.4	60	3.1	110	3.4	60
K. F.	3.3	70	3.2	90	3.45	50	3.25	80	3.45	50
平 均	3.45	50	3.45	56	3.4	60	3.35	65	3.45	54

最高最低値 (fo) 3.0kc~3.7kc (容量) 130 P~25 P

総 平 均 値 (fo) 3.4kc (容量) 60 P

表 7 皮内電気容量(直列共振法による)

	上肢内側		上肢外側		腹 部		背 部	
	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量
O. S.	250 c	0.038 μF	200 c	0.06 μF	180 c	0.075 μF	200 c	0.06 μF
S. M.	230	0.045	180	0.075	210	0.055	180	0.075
K. S.	180	0.075	190	0.068	210	0.055	190	0.068
T. N.	170	0.084	170	0.084	210	0.055	190	0.068
O. K.	220	0.05	200	0.06	210	0.055	200	0.06
M. K.	220	0.05	210	0.055	190	0.068	250	0.038
O. Y.	220	0.05	220	0.05	250	0.038	300	0.026
F. N.	180	0.075	200	0.06	210	0.055	200	0.06
範 囲	170~250		170					
平 均	210	0.055	196	0.064	210	0.055	214	0.053

最高最低値 (fo) 170 c~300 c (容量) 0.084μF~0.026μF

総 平 均 値 (fo) 207 c (容量) 0.056μF

表 8 皮下電気容量

人 名	上肢内側		上肢外側		腹 部		背 部	
	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量	fo	容 量
S. M.	135 <sup>c</sup>	0.14 <sup>μF</sup>	145 <sup>c</sup>	0.12 <sup>μF</sup>	110 <sup>c</sup>	0.2 <sup>μF</sup>	140 <sup>c</sup>	0.13 <sup>μF</sup>
K. S.	140	0.13	120	0.18	150	0.11	140	0.13
T. N.	140	0.13	120	0.18	140	0.13	125	0.16
O. K.	140	0.13	150	0.11	140	0.13	135	0.14
M. K.	140	0.13	135	0.14	140	0.13	135	0.14
O. Y.	130	0.15	130	0.15	120	0.18	110	0.2
F. N.	120	0.18	130	0.15	135	0.14	115	0.19
O. S.	140	0.13	125	0.16	110	0.2	125	0.16
平 均	135	0.14	132	0.15	130	0.15	128	0.16

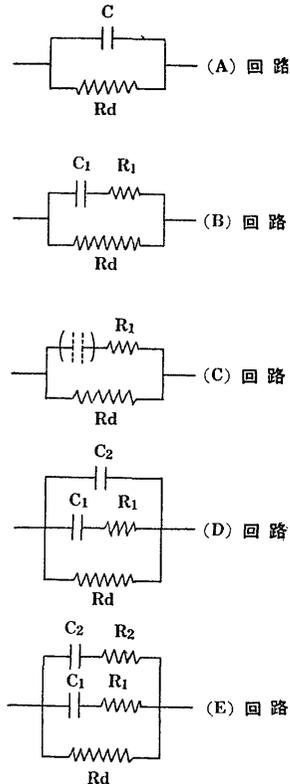
最高最低値 (fo) 110 c ~ 150 c (容量) 0.2μF ~ 0.11μF  
 総平均値 (fo) 130 c (容量) 0.15μF

表 9 皮電点電気容量

部 位	病 名	共振周波数 (fo)	容 量 値
背 部	前腕骨折	2.8kc	170 P
"	"	2.3kc	340 P
顔 面	疲 勞	2.3kc	340 P
前腕内側	気管支炎	2.0kc	500 P
項 頸 部(右)	疲 勞	1.5kc	900 P
" (左)	"	1.5kc	900 P
"	感 冒	1.5kc	900 P
肩 背 部	前腕骨折	1.5kc	900 P
顔 面	ムシ 歯	1.3kc	0.0013μF
項 頸 部	疲 勞	1.2kc	0.0016μF
前腕内側	感 冒	1.1kc	0.0018μF
項 頸 部	"	1.0kc	0.002 μF
肩 部	骨 折	650 c	0.0054μF
"	"	650 c	0.0054μF
"	"	630 c	0.0058μF
前 腕	肺 結 核	470 c	0.01 μF
"	"	450 c	0.011 μF
背 部	骨 折	400 c	0.015 μF
前 腕	肺 結 核	350 c	0.018 μF
"	"	300 c	0.026 μF
腹 部	胃 潰 瘍	240 c	0.04 μF
"	"	230 c	0.045 μF
肩 部	骨 折	220 c	0.05 μF
"	"	200 c	0.06 μF
背 部	"	180 c	0.075 μF
上 膊	"	130 c	0.15 μF
"	"	130 c	0.15 μF
"	"	120 c	0.18 μF
頸 項 部	肺 浸 潤	120 c	0.18 μF

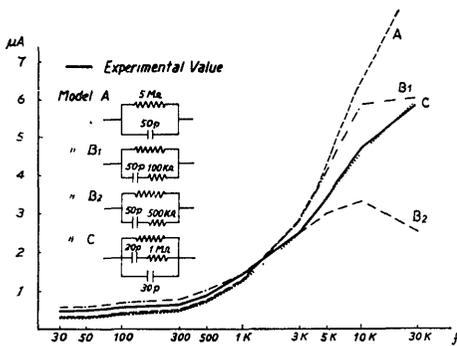
更に、この部の共振点を求め、これよりCを求めておく。次にモデルとして、皮膚のCと同じ容量のコンデンサーと 5MΩ の抵抗を並列に結び、皮膚のモデル回路(第12図 (A) 回路)を作り、これの特性曲線を取つて見た(第13図)。

第12図 種々の皮膚モデル回路

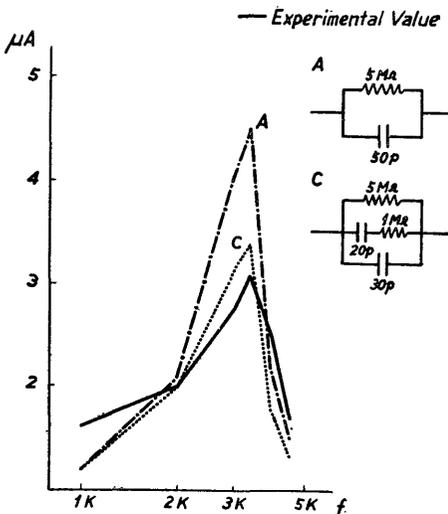


実線は皮膚の特性曲線であり、点線Aがモデル第12図 (A) 回路のそれである。これを見ると、1K. cycle 位迄はほぼ似ているが、それより周波数が高くなるにつれて、モデルの電流量は急速に増加し、皮膚の場合より著名に上昇するのを見る。この両曲線より、皮膚にCを抑制するもの、即ち、Cに直列に抵抗  $R_1$  があるのではないかとということが考えられる。即ち、第12図 (B) 回路が考えられる。そこで第12図 (B) 回路において、30 K. cycle で皮膚の電流量と同じ電流量となるような  $R_1$  を入れて見る。その特性曲線が第13図曲線  $B_1$  で、皮膚のものとは一致しない。次に 3 K cycle

第13図 正常皮膚特性曲線  
Characteristic Curve at Normal Skin



第14図 正常皮膚共振曲線  
Resonance Curve at Normal Skin



で皮膚の電流量と同じ電流量になるような  $R_1$  を入れて見る。それが曲線  $R_2$  である。3 K cycle 迄は一致するが、それより周波数が高くなると上昇が少なくなる。ここで解ることは、直列に  $R_1$  を入れた場合、或

る一定の周波数以上になると、殆んどCが働かなくなり (Reactance が低くなる)、第12図 (C) 回路に示すように、 $R_d$  と  $R_1$  との並列回路と同じになる。

ところが、皮膚の特性曲線は 30 K. cycle 迄、急激なカーブに昇つて行く。このことから、なお他のCが存在するのではないかと考えられる。即ち、第12図 (D) 回路が考えられる。先ず、30 K. cycle ではほぼ実測値と同じ電流を流す  $C_2$  を探す。  $C_2$  は共振周波数  $f_0$  より導いたCより小さいのは当然である。  $C-C_2=C_1$  より  $C_1$  を決定し、  $C_1$  と直列に  $R_1$  を入れるのであるが、  $R_1$  は 3 K. cycle の電流量が実測値と等しくなるように  $R_1$  を入れる。このようにして求めた第12図 (D) 回路の特性曲線をとつて見ると、第13図点線Cの如く、皮膚の特性曲線とほぼ一致する。それ故に、特性曲線よりすれば、正常皮膚 (角質層上) の等価回路には第12図 (D) 回路が考えられる。

b) 共振曲線による吟味

前述の第12図 (D) 回路を共振曲線の上より吟味して見る。第14図に示すように、皮膚共振曲線 (実線) と第12図 (A) 回路の共振曲線を比較すると、(A) 回路の山は著名に高い。このことより、やはり皮膚にはCと直列に  $R_1$  が何らかの形で存在することが想像される。何故ならば、共振曲線において、山が滑らかになるためには、3つの場合が考えられる。

- (1) コイルに抵抗が直列につく場合
- (2) Cと並列のRが小さい場合 ( $R_d$  が小さい)
- (3) Cと直列に  $R_1$  がつく場合

ところがコイルは抵抗値は小さく、更に、皮膚の場合も、モデルの場合も同じものである。また  $R_d$  も  $5M\Omega$  であるから (1) (2) 共に問題にならない。それ故に (3) の場合のみ可能である。この場合は前の結性曲線の場合に求めた (D) 回路の値をそのまま入れて共振曲線を描いて見ると第14図に見られるようにほぼ皮膚の共振曲線と一致する。それ故に前に求めた (D) 回路の値は正しいものと考えられる。

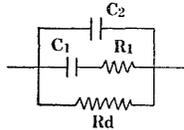
以上のような方法で、特性曲線より (D) 回路の  $C_1$ 、  $C_2$ 、  $R_1$  を求めたのが (表10) である。

② 皮内における吟味

a) 特性曲線による吟味

正常皮膚角質層上と同じように、皮内においても特性曲線を描いてみる。(第15図) 実線が実測値である。次にモデル回路であるが、Cは共振周波数  $f_0$  より求め、  $R_d$  (並列抵抗) は (30 Cycle の電流値を、実測値と一致させるような  $R_d$  を入れる。何故ならば、30 Cycle では殆んど容量は働かず、並列抵抗  $R_d$  によつてほぼ電流値が決定される。かくして、Cと  $R_d$

表10 正常皮膚構成成分  
値特性曲線による

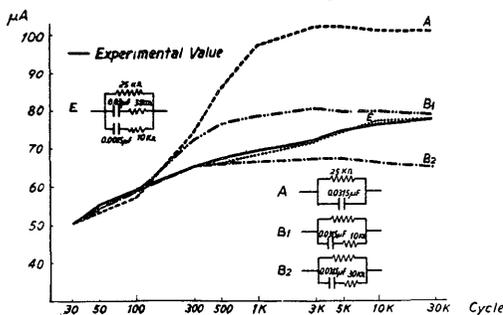


例	共振点fo	C <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
A	3.35kc	30 P	500kΩ	35 P
B	3.3	40	600kΩ	35
C	3.3	40	600kΩ	37
D	3.2	80	1.5MΩ	15
E	3.4	50	2.0MΩ	10
F	3.45	20	1.0MΩ	30
G	3.1	70	1.0MΩ	35
H	3.25	70	1.5MΩ	13
I	3.4	40	800kΩ	16
J	3.25	50	1.0MΩ	24
K	3.45	40	1.2MΩ	15
平均	3.31	48	1.0	24

が求められる。即ち、第12図 (A) 回路で特性曲線をとつたものが第15図 (A) の曲線である。角質層上と同様、モデル (A) 回路は実測曲線より、はるかに上昇する。それ故に、前と同様、第12図 (B) 回路を使つてみるが、実測値と一致しない。(第15図 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 曲線) ところで、角質層上の場合には第12図 (D) 回路を使用したのであるが、皮内特性曲線をよく観察すると、5 Kc 位より 30 Kc 迄の電流の上昇度が極めて緩やかである。(D) 回路を用いると、5 Kc より 30 Kc 迄のカーブが急峻となる。故に第12図 (D) 回路より (E) 回路が考えられる。実際に (D) 回路を用いて見ても実測値と一致しない。(10 Kc より 30 Kc 迄の上昇度が強くなる。) (E) 回路を用いる場合の C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> 各々の求め方は次の如き方法による。

(1) 30 Cycle の電流値に一致 するよう Rd を定め

第15図 皮内特性曲線  
Characteristic Curve at  
Intracutaneous Layer



る。

(2) C<sub>1</sub> は共振点より 求めた C よりやや少ない値をもつて仮りに定める。

(3) R<sub>1</sub> は 300 Cycle の電流値に一致するよう R<sub>1</sub> を決定する。

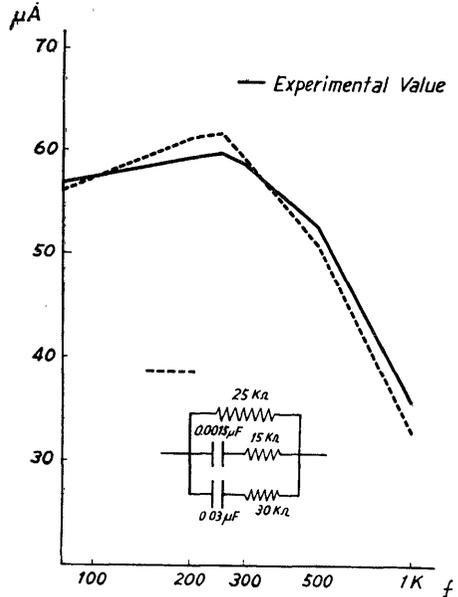
(4) 3 Kc の電流値に合致するよう C<sub>2</sub> を定める。次に C-C<sub>2</sub>=C<sub>1</sub> により C<sub>1</sub> を決定する。同時に R<sub>1</sub> も入れ換えて調節する。

(5) 30 Kc の電流値に合致する如き R<sub>2</sub> を定める。

以上の方法に従つて (E) 回路の値を求め、その特性曲線を描くと、ほぼ実測値と一致する (第15図 E 曲線)。

共振曲線においても (E) 回路モデルは、皮内の実測による曲線とはほぼ一致する (第16図)。

第16図 皮内共振曲線  
Resonance Curve at  
Intracutaneous Layer



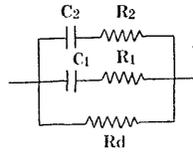
同様にして、皮内特性曲線と共振周波数 fo より (E) 回路の Rd, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> を求めたのが、(表11) である。

この表を見ると、各成分共、大体安定した値を示しており、C<sub>1</sub> と C<sub>2</sub> の関係では、C<sub>2</sub> は C<sub>1</sub> のおよそ 1/10~1/20 の値を示している。

③ 皮下における吟味

皮下においても、角質層上、皮内と同様、特性曲線による吟味を行なつてみた。その結果、(第17図) に見られるように、皮下特性曲線と、モデル (A) 回路とは完全に一致する。また共振曲線も一致する。この

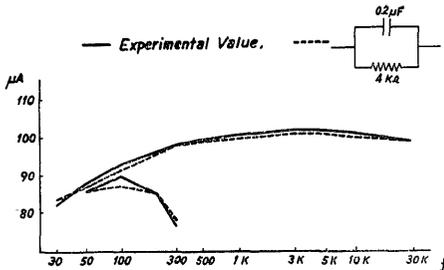
表11 皮内構成成分値  
特性曲線により



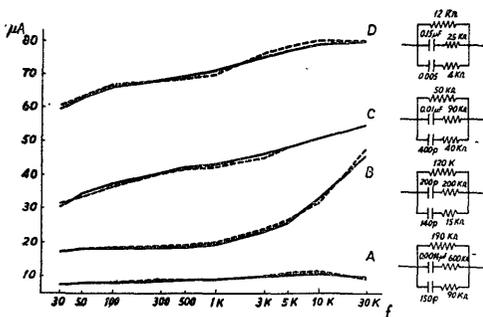
例	共振点 fo	Rd	C1	R1	C2	R2
	c	kΩ	μk	kΩ	μF	kΩ
A	220	25	0.04	20	0.003	15
B	200	20	0.05	25	0.004	15
C	180	20	0.06	27	0.005	15
D	220	25	0.04	20	0.003	15
E	250	25	0.03	30	0.0015	15
F	300	35	0.02	50	0.002	7
平均	230	25	0.04	28	0.003	14

場合のCは、共振周波数 fo より求めたものであり、Rd は 30 Cycle の電流量より Rd を決定したものである。皮下の場合は R1, R2 が存在しないばかりでなく、C の値も Rd の値もほぼ一定しており、安定した状態にある。

第17図 皮下特性曲線及び共振曲線  
Characteristic and Resonance Curve  
at Subcutaneous Layer



第18図 皮電点特性曲線の種々相  
Characteristic Curve at E. D. P.



④ 皮電点における吟味

前と同様の方法により、皮電点の特性曲線より、回

路の吟味を行なった。その結果、皮内と全く同様の回路であることが判明した。皮電点においては、組織学的変化と平行して、fo より求めたCの範囲が非常に広い。故に特性曲線においても、それに応じて種々の形を示す。その代表的なものを、(第18図)にモデル回路の曲線と共に示した。

ここに注意しなければならないことは、皮電点の共振点 fo は、共振の山が非常に緩やかであるために、決定が困難である。即ち、共振の山は広い範囲で現われてくる。そのために、正確な容量の決定は事実上困難な場合が多い。即ち、大体の見当しかつかない。そのために、寧ろ、特性曲線より逆に、容量を求めた方がいい場合がある。皮電点の場合の第12図(E)回路の求め方は、次の如くである。

- (i) 大体のCと並列に Rd を入れるが、Rp は 30 Cycle の電流量で決定する。
- (ii) C1 は 300 Cycle の電流量値に一致する如き C1 を決定する。
- (iii) R1 は 1 Kc の電流量値で決定
- (iv) C2 は 3 Kc の電流量値で決定
- (v) R2 は 30 Kc の電流量値で決定
- (vi) 最後にもう一度レンジをかえて C1, R1, C2 を調整する。

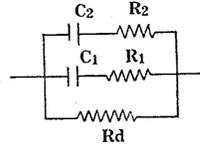
かくして、皮電点の特性曲線より求められた(E)回路の Rd, C1, C2, R1, R2 の値は次の(表12)に示す如くである。

皮電点の場合は、皮内と等価回路が同じであるが、共振点が種々であるために、それに応じて内容も変わってくる。先ず、Rd についていえば、共振周波数が低くなるにつれて、即ち組織学的な変化が高度になるにつれて、Rd は低くなっていく。C1 の変動は fo と相関関係にあるのは当然であるが、C1 大きくなるにつれて、C2 も大きくなる傾向がある。R2 のみが著明な変動が見られない。これを皮内の値と比較してみると、皮電点において、皮内と同じ容量をもつものはH例のみであるが、Rd, C1, C2, R2 は良く似た値を示している。ただ、R1 のみが皮電点の方が高い。一例のみをもつて云々することはできないけれども、或いは、角質層の有無が関係しているのかも知れない。

以上、正常皮膚、皮内、皮下、皮電点の等価回路を検討したが、それを図示すれば(第19図)の如くなる。しかしながら、各層において、何故にかかる等価回路が成立するのであろうか。このことについては、現在のところ、不明である。しかし、次の機会において、その本態を解明したいと考えている。

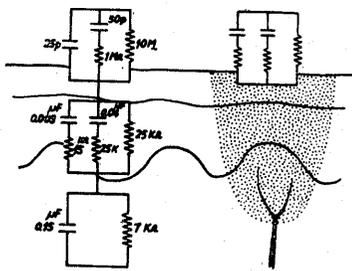
4) 矩形波(脈流)を用いての検討

表12 皮電点の構成成分値特性曲線より



例	共振点 fo	Rd	C <sup>1</sup>	R <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>
A	2.3kc	120kΩ	200 P	200kΩ	140 P	15kΩ
B	2.0kc	200kΩ	300 P	1MΩ	180 P	50kΩ
C	1.2kc	190kΩ	0.0014μF	600kΩ	150 P	90kΩ
D	1.0kc	150kΩ	0.002 μF	500kΩ	100 P	40kΩ
E	630 c	35kΩ	0.005 μF	200kΩ	500 P	25kΩ
F	630 c	35kΩ	0.005 μF	200kΩ	700 P	15kΩ
G	470 c	50kΩ	0.01 μF	90kΩ	400 P	40kΩ
H	220 c	20kΩ	0.05 μF	100kΩ	0.002μF	15kΩ
I	130 c	12kΩ	0.15 μF	25kΩ	0.005μF	4kΩ
J	120 c	13kΩ	0.15 μF	9kΩ	0.02 μF	10kΩ

第19図 皮膚並びに皮電点の等価回路  
Equivalent Circuit for Normal  
Skin and E. D. P.



① 正常皮膚上，皮内，皮下，皮電点のモデル回路の検討

今迄の吟味によつて，正常角質層上，皮内，皮下，皮電点においては，それぞれ特有な等価回路を有し，且つ，その構成成分の値も大体測定し得た。しかし，果してこれが正しいものであろうか。これらを更に検討するため，次の方法をとつた。正常皮膚，皮内，皮下，皮電点にそれぞれ，矩形波（脈流）を入れ，これをオツシログラフでとらえ，別にそれぞれのモデル回路に同じく矩形波を入れ，比較してみた。（第20図）がそれである。

これによれば，正常皮膚，皮内，皮下はモデル回路とほぼ一致する。

しかし，皮電点においては，全く興味ある形が見られる。即ち，（-）と（+）で形の上に著名な差がある。そして，（-）の場合は特有の形を示す。即ち，矩形波の特有な歪みを見る。（+）の場合は全く逆の

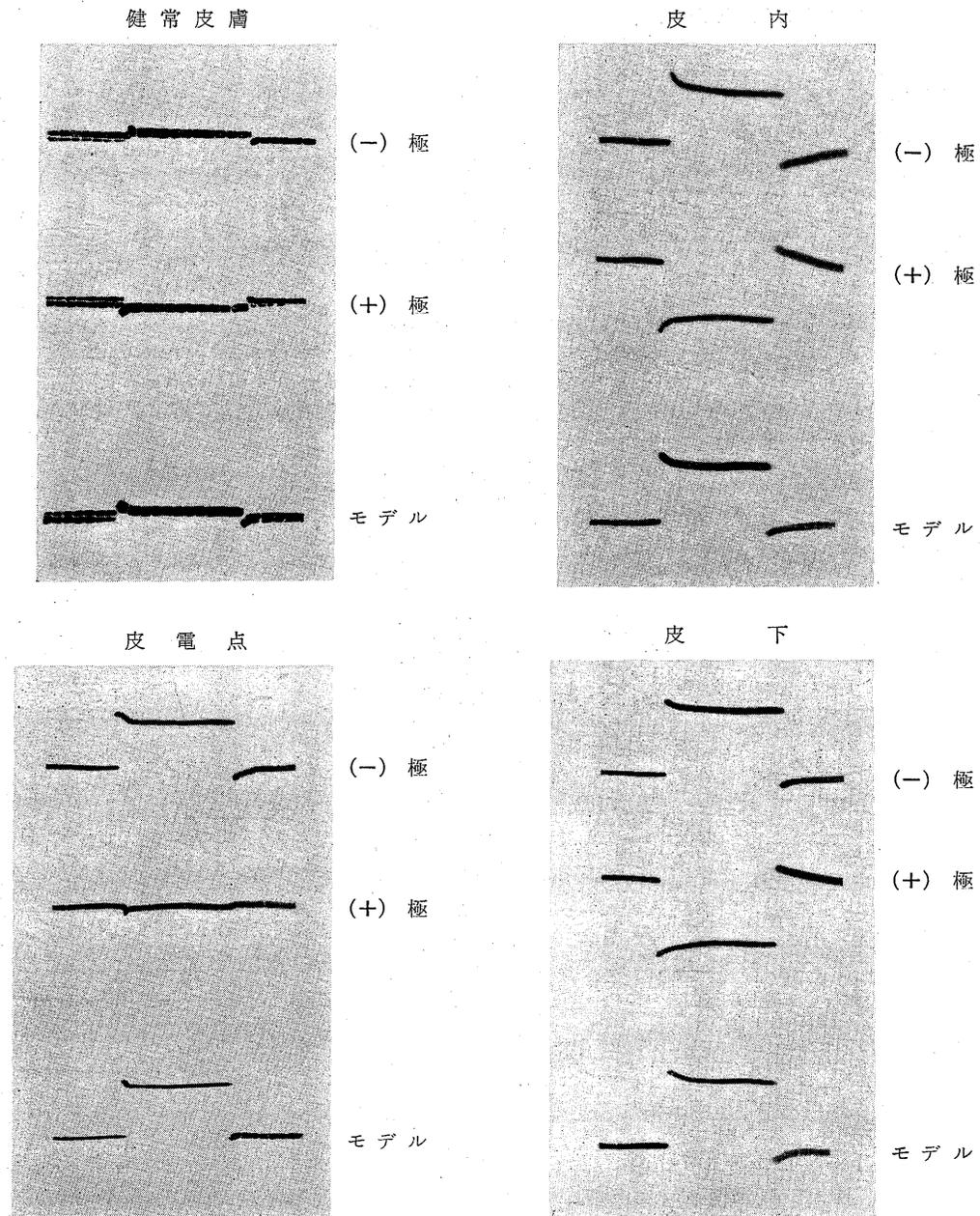
形を示し，且つ，時間と共に縮少する。このことは，抵抗成分の時間的変化の項と関連性があるように思われる。しかも，モデル回路においては歪みは少ない。これは何に起因するのか，恐らくは（-）の歪みは脱分極現象によるものではないかと思われるし，（+）の形，及び時間的な縮少傾向は，分極が促進された形と解釈できないであらうか。何はともあれ，この問題については更に吟味を要するが，次報において検討したいと思う。

② 皮脂腺（毛根部），及び汗口部の検討

過去の報告によれば，皮膚の抵抗減弱部は汗口部であることが大部分の定説となつている。また中谷<sup>17)</sup>によれば，抵抗減弱部は毛根，即ち，皮脂腺であるという。私共の皮電点は，直径 0.5mm の微小なもので，皮下小動脈の血管分枝部における血管周囲炎に因する点状水腫であることを，組織学的に，また，その電気的特徴について，電気生理学的に解明した。しかしなお，汗口部並びに毛根部との比較を行なう必要がある。ここにおいて毛根部，及び汗口部に矩形波（脈流）を入れ，その形を検討した。汗口部は Minor 氏法<sup>19)</sup>の改良法，和田，高垣法<sup>18)</sup>により，汗口部を見出し，その部に電極をあてて行なつた。その結果は（第21図）の通りである。

汗口部においては，やや抵抗が低くまつているように思える。また毛根部においては正常皮膚に比し，Cの容量が大きいように思われる。しかしながら，皮電点の特有な形とは全く異なるものである。これによつても皮電点は，汗口部，皮脂腺に全く関係のない，全

第20図 矩形波（脈流）を入れたモデル回路との比較  
皮電点において特有の形を示す。



く新しい反応点であることが分る。

5) 小 括

私共は正常皮膚の三層（角質層上、皮内、皮下）並びに皮電点について、その電気生理学的な性格を吟味した結果、次の如き結論を得た。

a) 正常皮膚について

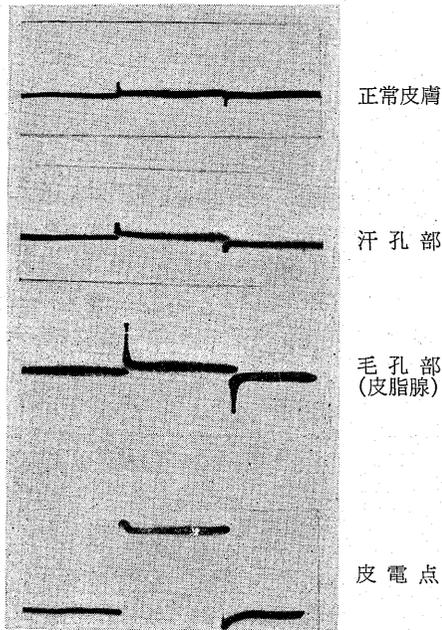
① 皮膚の電気抵抗については、角質層が大きな役

割を演じている。そのことは角質層上と皮内では、その値に格段の差があることから明らかである。

② 皮膚の直流抵抗は電圧が高くなるに従つて減少する。

③ また極性を変えることによつて、電流の流れ方に著名な差があり、更に角質層上と、皮内及び皮下とはその傾向が全く逆になる。即ち、角質層上では電

第21図 矩形波による汗孔部、  
毛根部、皮電点の比較  
脈 波



極を (+) にした方がよく流れ、皮内及び皮下では電極を (-) にした方がよく流れる。

④ 直流を流し、電流量または抵抗値の時間的変化を調べてみると、角質層上では、徐々に電流量は増加し、(抵抗値は減少) 約3~4分で安定値に達する。その増加のしかたは (+) 電極の場合の方が著名である。皮内及び皮下においては時間的変動は余り見られない。即ち、抵抗値は比較的安定した状態にあるといえる。逆にいえば、角質層は電気刺激に対して不安定であるともいえるであろう。

⑤ 各層の容量値については、直列共振法を用いて求めた結果、直径 1mm<sup>2</sup> の面積において、角質層上では 25PF~130PF 平均 60PF であり、皮内は 0.026 μF~0.034 μF の範囲で、平均値は 0.056 μF である。皮下は 0.11 μF~0.2 μF で、平均値は 0.15 μF であった。ここで注意すべきことは皮内、皮下においても容量が存在し、且つ安定した値を示しているということである。

⑥ 皮膚の等価回路は従来考えられていた、抵抗と容量との簡単な並列回路ではなく、各層毎に、即ち、角質層上、皮内、皮下にそれぞれ特有な等価回路を有する。それは第19図に示した如くである。

b) 皮電点について

① 前項において、皮電点の組織学的な変化に種々

の段階が有することを証明したが、電気的構造においても、組織学的変化と平行して、種々の段階が存在する。例えば、抵抗成分は正常皮膚に比しては、いずれも格段に低いけれども、皮内の抵抗よりは高いものから、皮内と同様のもの、皮下並のもの迄、種々の段階がある。容量成分の範囲も広く、正常皮膚角質層上に近い値のものより、皮下と同じもの迄、一連の段階が存する。即ち、分子状水腫の段階のものは、Cも小さく、Rも数百 KΩ 位であるが、大きな水腫になると、皮下と同様のCやRの値を示す。

② 皮電点の等価回路は皮内の等価回路と同一であった。勿論、その構成成分の値は、皮電点の各段階によつて相違するため、皮内と同一ではない。

③ 極性による抵抗値の変化も、皮内、皮下と同じ傾向を示す。即ち、電極が ⊖ の方が電流がよく流れる。このことは (②、③) の特徴は) 角質層が浮腫状になつたために皮内と同じ性格になつたためかとも疑われるのであるが、しかしながら、皮電点には皮内とは異なつた特徴が存在する。即ち、

④ 直流抵抗の時間的変化は、皮内、皮下では殆んどその変化は見られないが、皮電点においては特有な変化を示す。

⑤ 矩形波 (脈流) を入れた場合、皮内、皮下では見られない特有の形を示す。

④⑤ は明らかに分極、脱分極が関係しているものと思われる。即ち、電極を (-) にすると、脱分極を起し、(+) にすると分極を促進するものと考えられる。

以上、正常皮膚の各層と皮電点について、一応の電気生理学的吟味を行なつたが、未だ説明不可能な現象も多々存在する。これらの現象の本態については更に次報において吟味されるである。

### V. 皮電点の診断学的意義

内臓に疾患があると、相当した Dermatome に反応点が見られることが知られている。その代表的なものとして、私共は Boas 氏点、Mc. Burney 氏点、小野寺氏点、その他を知っている。それらはそれぞれ、圧痛点として、原内臓疾患に特定な Dermatome に検出され、統計的にそれぞれ相当率に陽性である。例えば、Mac. Burney 氏点は虫垂炎に対して不可欠な診断法であり、胃潰瘍の何%かにおいて Boas 氏点が検出される。換言すれば、Boas 氏点は何%かの確率における診断的価値を持つ。しかし、圧痛法は診断法として主観的因子が多きに過ぎる。皮膚を圧迫する。それに対して痛いと言ふ。検者にも被検者にも主観が入

つて、それだけに成績の信頼性が少ない。かかる主観的診断法は測定器を用いての客観的な方法に改められることが望ましい。而して、測定器の感度が正確で敏感な程、診断的価値が高まるであろう。且つ、測定器の感度が高い程、今迄に未知であつた内臓体壁反射点を、記載して行くことができるであろう。そして、その検出率の高い程、より多くの診断的価値を期待し得るであろう。私共の皮電計はすでに分子状水腫をとらえている。例えば、胃潰瘍に対し診断的確率の極めて高い特定の皮電点を指摘することができる。このことは更に拡大されて、胃潰瘍に限らず、殆んどすべての内臓疾患に際して、それぞれに特定の相当度の診断的価値を有する皮電点を指摘できる可能性がある。

しからは、各臓器の疾患に際して、如何なる場所に

皮電点反射が現われるものであろうか。これを予想、解明するためには一方において臓器知覚系が問題になる。

#### 1) 内臓知覚系

内臓知覚は交感並びに副交感神経系によつて二重に支配されている。このことは生理学的には **Noci-Reflex** を示標とし、形態学的には支配神経幹を切断して後に現われる知覚神経変性像をそれぞれに追求することによつて確かめられる。**Noci-Reflex** とは動物につき知覚 (Noci 知覚) の有無を判断し得る症候内容をもつもので、石川日出鶴丸教授<sup>20)</sup> がその本態を明確にした。石川は **Noci-Reflex** を示標として、すべての臓器が **Noci** 知覚を有し、且つ、それが交感並びに副交感神経によつて二重に支配されていること、更にそれぞ

表 13 各臓器の知覚神経支配断区  
Centripetal

Organ	Vagus	Sympathicus	Plevicus
Esophagus	++	C <sub>7</sub> ~T <sub>10</sub>	
Stomach	++	T <sub>3</sub> ~L <sub>1</sub> (T <sub>8</sub> ~T <sub>10</sub> )	
Duodenum	÷	T <sub>(5,6)7</sub> ~L <sub>2</sub> (T <sub>11</sub> ~T <sub>12</sub> )	
Jejunum	÷	T <sub>7</sub> ~L <sub>3</sub> (T <sub>11</sub> ~L <sub>1</sub> )	
Ileum	÷	T <sub>7</sub> ~L <sub>3</sub> (T <sub>11</sub> ~L <sub>1</sub> )	
Vermiform Appendix	÷	T <sub>9</sub> ~L <sub>4</sub> (T <sub>10</sub> ~T <sub>11</sub> )	
Ascending Colon	÷	T <sub>8</sub> ~L <sub>2</sub> (T <sub>9</sub> ~T <sub>11</sub> )	
Transverse Colon	÷	T <sub>10</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>1</sub> ~L <sub>2</sub> )	S <sub>2</sub> ~S <sub>3</sub>
Descending Colon	-	T <sub>10</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>1</sub> ~L <sub>2</sub> )	S <sub>2</sub> ~S <sub>3</sub>
Sigmoideal Colon	-	T <sub>11</sub> ~L <sub>3</sub> (L <sub>1</sub> ~L <sub>2</sub> )	S <sub>2</sub> ~S <sub>3</sub>
Rectum	-		S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Anus	-		S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Lung	##	C <sub>7</sub> ~T <sub>6</sub> (T <sub>1</sub> ~T <sub>3</sub> )	
Heart	++	C <sub>7</sub> ~T <sub>7</sub> (T <sub>1</sub> ~T <sub>3</sub> )	
Liver	++	T <sub>3</sub> ~T <sub>12</sub> (T <sub>7</sub> ~T <sub>9</sub> )	
Gallbladder	++	T <sub>4</sub> ~L <sub>1</sub> (T <sub>9</sub> ~T <sub>11</sub> )	
Pancreas	÷	T <sub>3</sub> ~L <sub>1</sub> (T <sub>9</sub> ~T <sub>11</sub> )	
Spleen	÷	T <sub>6</sub> ~L <sub>1</sub> (T <sub>7</sub> ~T <sub>8</sub> )	
Kindney	+	T <sub>8</sub> ~L <sub>3</sub> (T <sub>11</sub> ~L <sub>1</sub> )	
Ureter	÷	T <sub>9</sub> ~L <sub>4</sub>	
Bladder	+	L <sub>1</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>3</sub> )	S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Testis	÷	T <sub>10</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>2</sub> ~L <sub>3</sub> )	S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Testicula Duct	÷	L <sub>1</sub> ~L <sub>4</sub>	S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Prostata	-	T <sub>10</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>3</sub> )	S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Ovary	÷	T <sub>10</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>3</sub> )	S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Uterus	+	T <sub>11</sub> ~L <sub>4</sub> (L <sub>3</sub> )	S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>
Vagina	-	L <sub>2</sub> ~L <sub>4</sub>	S <sub>1</sub> ~S <sub>4</sub> (S <sub>2</sub> )
Aorta Thorac.		C <sub>8</sub> ~T <sub>8</sub>	
Aorta Abdom.		T <sub>7</sub> ~L <sub>4</sub>	
Arcus Aortae		C <sub>7</sub> ~T <sub>4</sub>	

れの支配濃度，知覚中枢に至る迄の知覚路，視丘下部における中枢所在部位，大脳皮質並びに視丘に存する第一，第二制止中枢等々を明確にした。これが即ち，石川の求心性二重支配則である。これは Langley<sup>21)</sup>の遠心性二重支配列に比肩して高く評価されるべきであろう。更に，この生理学的な報告は木村<sup>22)</sup>が記すが如く，続いて形態学的に確かめられた。瀬戸<sup>23, 24)</sup>，久留教授<sup>25)</sup>の所説がその領域を開拓した。

支配する知覚神経を根幹部で切断すると，数日後，末梢神経繊維に神経変性像が現われる。これを追求することによつて，各臓器の支配域を組織学的に決定することができる。

交感神経性知覚は脊髄神経節切断による変性像を追求することによつて確かめ得る。教室同人は殆んど全脊髄域にわたる脊髄神経節切断を行なつた。その他，我が国においては，木村<sup>26)</sup>，穴戸教授<sup>27)</sup>による宿題報告がなされている。

Noci-Reflex による動物実験と，交感神経節切断による変性実験の結果とを総合すると，各臓器の知覚神経支配断区は（表13）の如くである。

2) 皮膚の交感神経 Dermatome

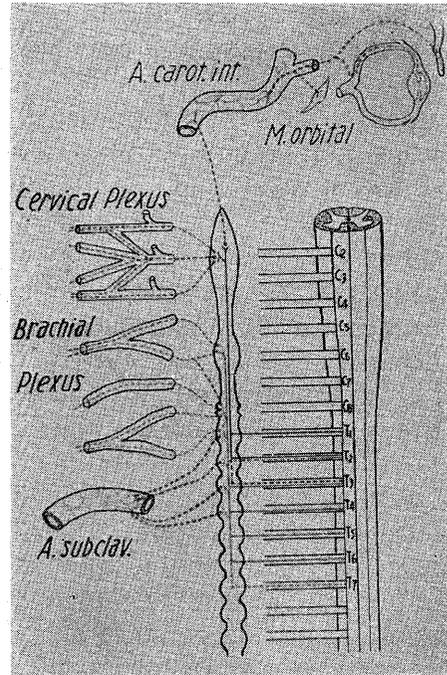
前記の如く各内臓臓器に対する交感神経性知覚の脊髄断区は C<sub>7</sub>~L<sub>5</sub> にわたっている。しからば，C<sub>8</sub>~L<sub>5</sub> 迄の交感神経支配の皮膚断区はどこか，その皮膚断区が即ち，各内臓疾患に際し皮電点反射の現われるところであろう。

この問題は上半身においては決して簡単ではない。

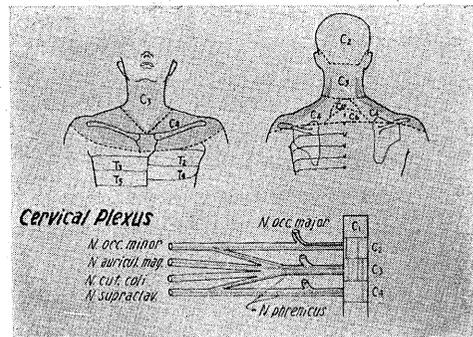
成書<sup>28)</sup>によれば，（第22図）に示すように，C<sub>8</sub>~T<sub>7</sub> 迄においては，A) C<sub>8</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> 及び T<sub>3</sub> の一部の交感神経繊維は上行して上頸神経節に入り，ここで Neuron を変えて Cervical Plexus に入り，Cervical Plexus 固有の脊髄神経に混じて Cervical Plexus が供給する皮膚領域に分布する。ところで，Cervical Plexus 自体の解剖学的横型は，（第23図）の如くで，C<sub>2</sub>~C<sub>4</sub> より発する脊髄神経及びそれらの皮膚支配を示している。これによつて，頸部，肩部の脊髄神経支配を諒解し得る。但し，それぞれの皮膚域は脊髄神経 Dermatome を示すものであつて，交感神経性 Dermatome を示すものではない。

B) T<sub>2</sub> の一部及び T<sub>3</sub>~T<sub>6</sub> (7) の交感神経繊維は上行して中頸神経節並びに星芒神経節，及び T<sub>1</sub> 神経節に至り，ここにて Neuron を変えて，Brachial Plexus に入る。而して Brachial Plexus 固有の脊髄神経束に混入して走行，所定の皮膚域に至る。Brachial Plexus の脊髄神経は C<sub>5</sub>~T<sub>1</sub> に由来するもので，それらが供給する Dermatome は主として上肢にわたり，（第24

第22図 上半身における交感神経繊維分布模式図



第23図 Cervical Plexus の解剖学的横型及び Dermatome



第24図 Brachial Plexus の解剖学的横型及びその Dermatome

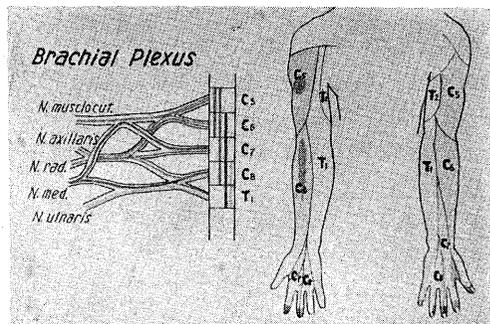


図) に示す如くである。

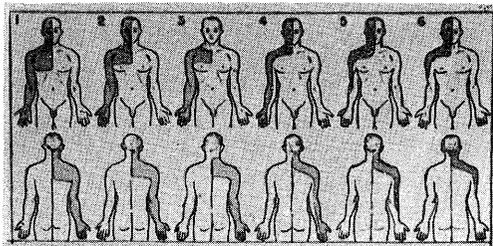
この皮膚断区地図も脊髄神経性知覚 Dermatome であつて、交感神経性 Dermatome ではない。

C) この外、 $T_2 \sim T_7$  は直接軀幹の皮膚域を支配する。

以上述べた如く、 $C_9 \sim T_7$  所属の支感神経繊維は上頸、中頸、星芒、 $T_1$  神経節を介し、それぞれ Cervical Plexus, Brachial Plexus に入り、ここでそれら神経叢に固有の脊髄神経に合流して、それらが供給する皮膚域に分布するが、いずれの交感神経繊維が、いずれの脊髄神経に合流して、いずれの皮膚域に分布するかは正確には決定されていない。但し、Richter (1947) のは人体において、上胸部の Ganglionectomy を行ない、電気抵抗の高抵抗領域を検索することにより、その交感神経性 Dermatome を作成しようとした。それによれば、

①  $T_1, T_2, T_3, (T_4)$  を切除した場合、Cervical Plexus 並びに Brachial Plexus の支配皮膚領域全体に、即ち、頸項部、肩部、上肢全体に高抵抗(無発汗)を現わす。(第25図)の1及び2がそれで、(1は  $T_4$  も切除したため、軀幹の  $L_4$  支配領域だけ2より広く高抵抗化している。)このことは  $T_1 \sim T_3$  (4) ばかりでなく  $T_5 \sim T_6$  の神経節内を上行する交感神経繊維が全部ここにおいて遮断されることを考えれば当然である。

第25図 上胸部 Ganglionectomy による高抵抗領域 1.  $T_1 \sim T_4$  切除 2.  $T_1 \sim T_3$  除去 3.  $T_1$  を残した場合 4, 5, 6 は星芒神経節切除の場合 (von Richter (1947))



② 次に  $T_1$  を残して、 $T_2$  または  $T_2 \sim 3$  を除去した場合、 $C_2 \sim C_3$  脊髄神経支配皮膚領域を(頸項部を)残して、後は全部高抵抗領域を示す。(第25図3)このことは  $T_1$  の交感神経繊維は上行して、上頸神経節に入り、これより Cervical Plexus の  $C_2 \sim C_3$  の脊髄神経に合致して、その支配皮膚分野に分布されるためと思われる。

且つ、上肢における  $T_1 \sim T_2$  皮膚域も高抵抗化していることは、 $T_1$  より出た交感神経繊維が Brachial

Plexus の  $T_1 \sim T_2$  脊髄神経とは合流していないことを意味するもので、このことは注目に値することであろう。 $T_1$  の交感神経が Cervical Plexus の  $C_2 \sim C_3$  に合流するものとすれば、残る  $C_4$  に合流するものは  $T_2$  及び  $T_3$  の一部の交感繊維でなければならない。

③ 次に星芒神経節を切除した場合

Cervical Plexus  $C_2 \sim C_4$  と Brachial Plexus 中  $C_5 \sim C_8$  支配領域は高抵抗化するが、 $T_1$  支配域は高抵抗化しない(第25図4)。或いは  $T_1$  支配域ばかりでなく  $B_7 \sim 8 \sim T_1$  或いは  $C_6 \sim 8 \sim T_1$  も高抵抗化しない場合もある(第25図5, 6)。このことは Brachial Plexus に合流すべき  $T_3 \sim T_6$  の交感神経繊維中、 $T_1$  神経節で Neuron をかえて Brachial Plexus の  $T_1$  脊髄神経或いは  $C_6 \sim T_1$  脊髄神経と合流する交感神経繊維が遮断されなかつたためと思われる。この交感神経繊維は  $T_3 \sim T_6$  の中のいずれより出たものであるかは断定はできないけれども、 $T_1$  の交感神経繊維が Cervical Plexus の  $C_2 \sim C_3$  と分流し、 $T_2$  及び  $T_3$  の一部が  $C_4$  と合流するものとすれば、同様のことが Brachial Plexus でも行なわれていであろう。即ち、Brachial Plexus の  $T_1$  (時には  $C_6 \sim C_8$ ) 脊髄神経に合流するものは  $T_3 \sim T_6$  交感神経の中、 $T_5 \sim T_6$  あたりであろうと想像される。このことは、Richter が Ganglionectomy に際し、更に、 $T_1, T_2$  を残して  $T_3, T_4$  の切除を行ない、また更には  $T_1 \sim T_3$  を残して  $T_4 \sim T_5$  の切除を行なうというように漸次下部神経節の切除を行なつていたならば明瞭に判明していたであろう。しかし、彼は臨床家であるがために、治療目的を逸脱した手術はできなかつたものと思われる。

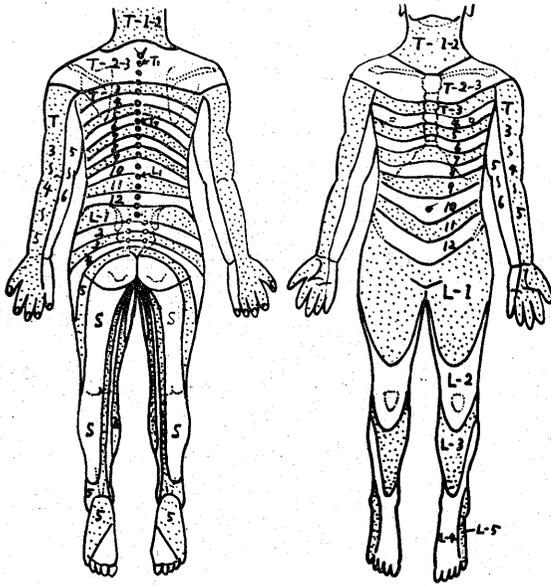
以上のような考えに立つて、上半身の交感神経 Dermatome を作製することができる。

下半身については Richter<sup>2), 3)</sup> の (1945), (1946), Ganglionectomy による美しい Dermatome が作られている。これらを参照して、全身の交感神経 Dermatome を作成したのが(第26図)である。

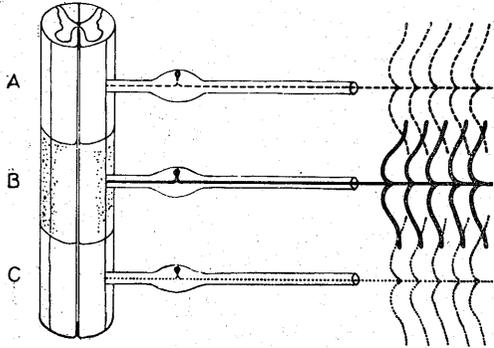
なお注意すべきことは、各神経の支配領域は第26図の如く明確に境界されたものでなく、(第27図)に示す如く、互いに相交錯したものであるということである。

内臓に障害がある場合、その障害部位の知覚神経(交感性)を介して、その脊髄断区を同じうする皮膚の領域に Referred Reflex が成立する。そして Referred Reflex の一つの新しい形式である皮電点反射も成立していい。皮電点反射は内臓障害が所属脊髄断区を同じうする皮膚領域の血管→血管分岐部→その分枝に投影された反射である。即ち、血管分岐部には血行調節に

第26図 交感神経 Dermatome



第27図 各神経皮膚分野の交錯模式図



関する特殊機構が存し、(私共の教室でいう化学的感  
受機構), その結果、一連の 血行調節失調 (分子状  
水腫→点状水腫→楔状変性→点状出血) を内容とする  
ものであることはすでに組織学的に確かめた。この血  
管分枝部における血行節失調反射は交感神経 (遠心性、  
血管運動性) によるものと思われる。

故に内臓障害時の皮電点反射は、その所属断区を同  
じうする交感神経 Dermatome 上の皮膚に現われねば  
ならない。例えば、肺臓疾患の場合、肺の脊髄断区は  
(表13) により C<sub>5</sub>~T<sub>6</sub> である。故に C<sub>5</sub>~T<sub>6</sub> の交感  
神経 Dermatome 即ち、頸部、肩部、上肢、及び T<sub>3</sub>~  
T<sub>6</sub> 支配の軀幹のどこかに皮電点が現われるであろう  
ことが予想される。また胃疾患の場合、胃の脊髄断区  
は T<sub>3</sub>~L<sub>1</sub> である。故に T<sub>3</sub>~L<sub>1</sub> の交感神経 Dermatome

即ち、肩部、上肢、T<sub>3</sub>~T<sub>12</sub> 支配の軀幹、L<sub>1</sub>  
支配の臀部(小野寺氏点を含む)、大腿の前上  
部のどこかに現われるであろう。特に T<sub>8</sub>~  
T<sub>10</sub> の支配が強いため、それらの Dermatome  
に現われ易いであろう。その他、各臓器の疾  
患についても、同様にして反射部位が予想で  
きる。しかし、正確には、諸種疾患につい  
て、多数例において、各疾患毎に統計的な皮  
電点分布の吟味がなされなければならない。  
これについては教室同人によつて着々進めら  
れつつあるが、今迄のところ、大体において  
予想は的中しつつあるようである。しかし、  
これらについては今後、逐次報告が行なわれ  
るであろう。

3) 皮電点の解剖学的関係

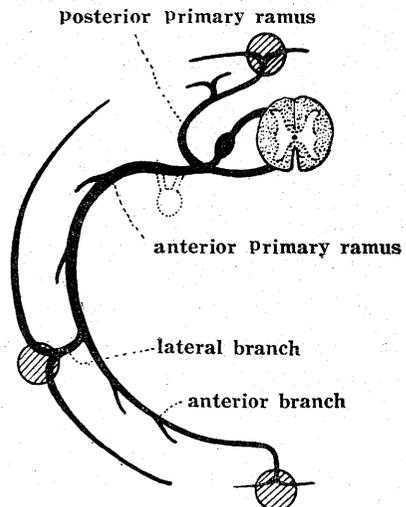
しかしながら、ここに一つの注意すべきこ  
とが存する。それは内臓疾患の場合、所定の  
皮膚断区に全体的に皮電点が現われるのでな  
く、具体的には、先ず所定の部位に、次いで  
それを中心とした部位に皮電点が現われる。

即ち、同一 Dermatome においても皮電点反射の頻度  
の高い解剖学的な根拠が存するということである。そ  
の主要反射路は(第28図)に示す如くで、

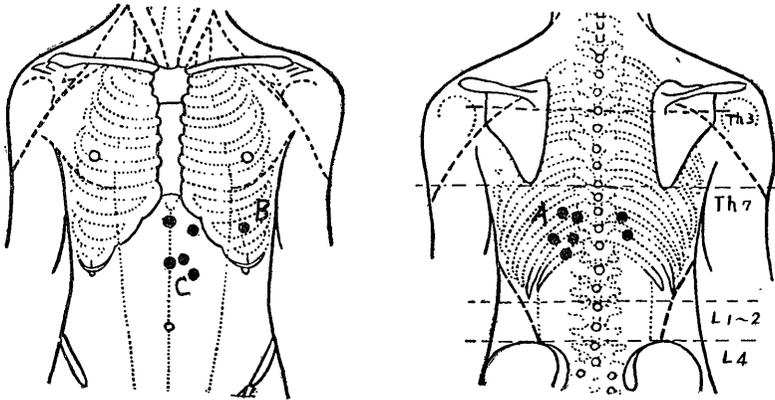
- a) Posterior primary ramus
- b) Anterior primary ramus の lateral branch
- c) Anterior primary ramus の anterior branch

が問題となる。それぞれは図示の位置において、体壁  
筋層の間隙を貫いて、深部より体表層に現われてく  
る。即ち、神経が筋層を貫いて皮膚に出現する部位が

第28図 皮膚主要反射路



第29図 胃潰瘍における主要皮電点



皮電点出現の一つの拠点となり得る。例えば、胃潰瘍患者の皮電点を実測してみると、その出現率頻度は原著報告にゆずるが、意義あるものとして（第29図）の如きものを得る。意義ある皮電点とは手術によつて胃潰瘍を確認し、その術前に現われ、術後に、即ち、病巣を取り去つた後、消失するか、減退するかを確かめたものである。Aグループは Posterior primary ramus の筋層を貫いた附近であり、B点は lateral branch C点は anterior branch のそれに相当するであろう。

Croon<sup>29)</sup> は皮膚反応点の所在を3群、即ち、

- (1) 額、頸部に現われるもの。
- (2) paravertebral に現われるもの。
- (3) その他に分類している。この中 paravertebral

のものについては（第28図）の a) に相当する。Boas 氏点はその T<sub>10</sub>にあるものを指している。Vallsix は圧診点として、胸部疾患に際して、

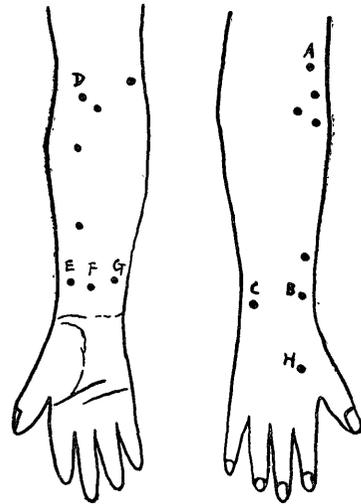
- a) 前正中線上（胸骨部）圧診点
- b) 腋窩線上圧診点

c) 脊椎部圧診点 を示している。これら既知の反応点はそれぞれ先に解剖図として掲げた前皮枝分枝部、外側皮枝分枝部、後枝分枝部に相当している。

次に上肢に現われる皮電点に若干の吟味を加えよう。数人の教室員及び数人の肺結核患者において、上肢の皮電図を作成し、その主な皮電点をひろつてみると（第30図）の如きものを得る。これらの皮電点を吟味すると、一定の解剖学的関係に位置することが多いのを知るのである。即ち、

① その一つは皮神経が筋層を破つて皮下へ出る附近、例えば、A点は N. radialis が筋層を破つて N. cutaneus antibrachii dor. となる附近であり、同じく B. E は N. radialis が、C. G は N. ulnaris が、F は N. medianus がそれぞれ皮神経として皮下に出る

第30図 上肢の主要皮電点



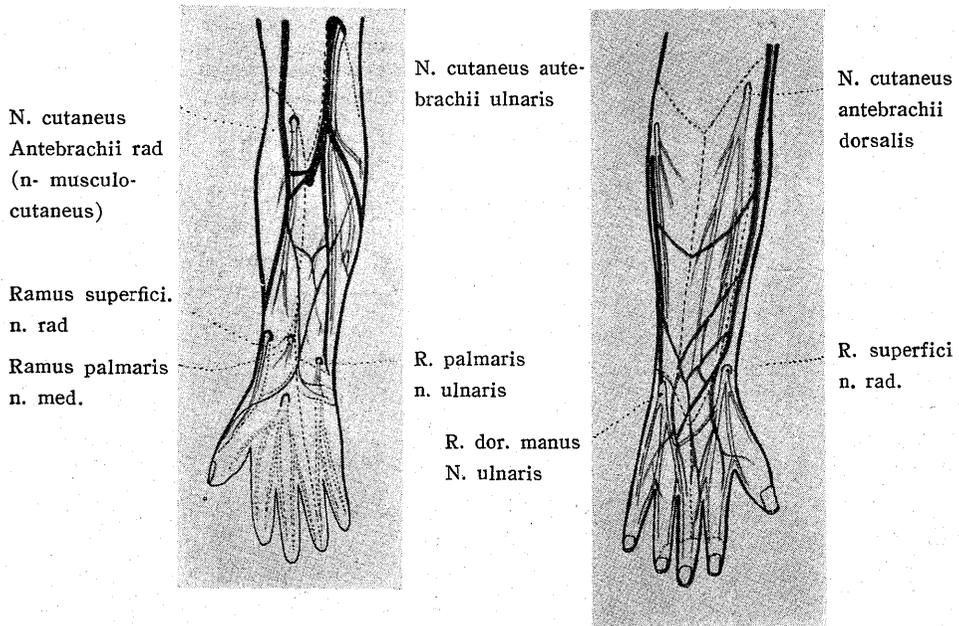
ところで、Dは N. musculocutaneus が N. cutaneus antibrachii rad となるところである。

第31図を参照されたい。

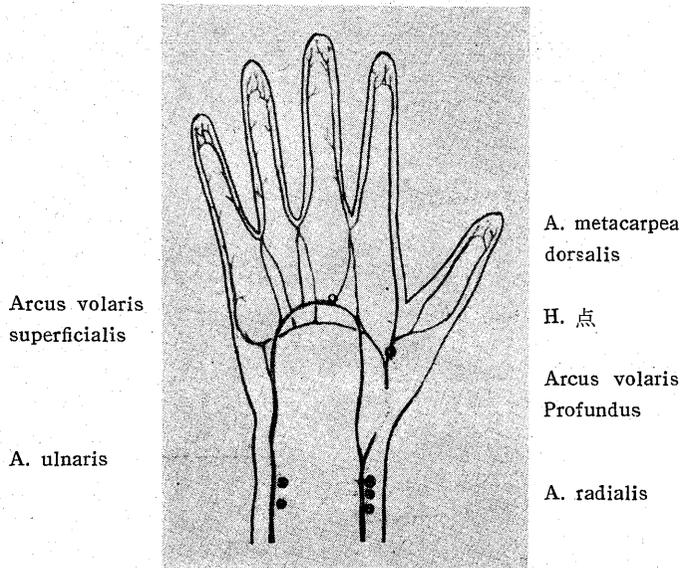
② 次は Arterio-arterio-Anastomosis (A-a-A) を行なっている附近である。例えば、第30図H点は A. radialis と A. ulnaris とが A-a-A を行ない、そこに Arcus volaris superficialis et. profundus を形成する。その A. metacarpea dorsalis との血管分枝部に相当している（第32図参照）。

A-a-A は身体のあらゆる分野に血行調節的な機構として存在している。即ち、大循環系の起始部にあるものから (Glomus aorticum, caroticum), 末梢小動脈分枝部に至る迄、諸所に血行調節の必要に応じて発達しているものである。皮膚末梢小動脈分枝部の血管運動失調は、皮電点として皮電計によりとらえ得るこ

第31図 上肢解剖図



第32図 手の代表的な A-a-AGlomerus



とはすでに述べた。血行調節の必要に応じて、原始的なものから複雑なものへ、単純なものから類器官的なものへと分化の度を高める。しかし、それらを買いて固執的な特性があり、その機構の成り立ちを検討して、系統的な一連の存在を当教室では“化学的感受体系統”と命名した。H点は主要な血行調節部位で、その血管壁は濃厚な神経支配を受けている。換言すれば

化学的感受体機構が重装備されたものと理解し得る。(巻末写真 h) は兔の耳における A-a-A 機構の神経支配を示す。

Hなる皮電点が Glomus 機構部位に相当した皮膚に見出されたことは、上位の血行調節部位に最も近い皮膚の末梢小動脈分枝部 (末梢 Dermatome 機構) に最初に炎症性変化の起ることを意味している。

以上述べた如く、皮電点反射は障害された内臓と脊髄断区を同じうする皮膚 Dermatome 上に無選択に、一様に出現するのではなく、

1. 皮神経(交感神経を含んだ)の筋層を破つて皮下へ出現する附近。

2. 皮膚に近く主要動脈が A-a-A を行なっている附近。を中心として末梢皮膚動脈分枝部に変化が起り出すものであということができよう。

#### IV. 総 括

1. 内臓に障害が存すると脊髄断区を同じくする体壁に複雑な内容を持つ Referred Reflex が現われる。その一つの新しい反射形式として、皮電点反射の存在を確認した。

2. 皮電点反射とは所属断区の皮膚に現われる血管運動反射であつて、皮膚末梢小動脈分枝部における運動失調の結果、分子状水腫、点状水腫、楔状変性、点状出血等を内容とするものであることを組織学的に確かめた。

3. 皮電点は直経約 0.5mm の表皮上の微小点であつて、かかる微小な皮電点を見出すために皮電計を設計した。且つ、その原理を説明した。

4. 皮電点の電気生理学的特徴を吟味するために、先ず正常皮膚の三層(角質層、皮内、皮下)の電気的構造、性格を吟味検討し、これら三層の各々に特有な等価回路を作成した。

5. 皮電点の等価回路は皮内のそれと同一であつた。

6. 正常皮膚三層及び皮電点は共に、極性により抵抗性の変化を来すが、皮電点は角質層を含むに拘らず、正常皮膚上とは傾向が全く逆で、皮内、皮下と同じ傾向を示す。即ち、(一)極の方が電流がよく流れる。

7. 皮電点は(一)極により脱分極を起し、(+)極で分極を促進する傾向がある。しかもこの現象は極めて顕著である。これは直流抵抗の時間的変化と皮電点に矩形波(脈流)を入れた時の特有の形より想像できるものである。

8. 皮電点は汗口部、毛根部とは全く異なつた反応点であることを矩形波を使つて証明した。

9. 皮電点反射は診断学上にも、将来大いに利用され得る可能性のある反射であり、そのために必要な予備知識として、各内臓の交感神経性知覚の脊髄断区と、新しく交感神経 Dermatome を作成した。

10. 皮電点反射は内臓所属の脊髄断区 Dermatome 上に一様に、無選択に現われるものでなく、或る特定の解剖学的拠点を中心として現われるものであること

を説明した。

本稿を終るにあたり、御懇篤な御指導を賜つた恩師石川太刀雄教授に深謝すると共に、本研究の協力者である小田島、草野両君に感謝の意を表します。なお種々の援助並びに便宜を戴いた、本学第二生理岩間教授、整形外科高瀬教授、並びに水見厚生病院の各位に厚く御礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 1) Richter, C. P. and Woodruff, B. G. : Surgery, 10, 957~970 (1941).
- 2) Richter, C. P. and Otenasek, F. G. : J. Neurosurgery, 3, 120~134 (1946).
- 3) Richter, C. P. and Woodruff, B. G. : J. Neurophysiol, 8, 323~338 (1945).
- 4) Richter, C. P. : J. Neurosurgery, 4, 221~232 (1947).
- 5) Korr, I. M. : Feder. Proc. 8, 87 (1949).
- 6) 後藤敏夫・大坪孝彦 : 第10回脳神経外科学会, (1952).
- 7) 藤田六朗 : 日本循環学会誌, 15, 7~8号, 189 (1952).
- 8) Gilmeister, M. : Pflügers Arch. 195, 112 (1922).
- 9) Einthoven, W. u. J. Bijtel : Pflügers Arch. 198, 439 (1923).
- 10) 朴沢進 : (I) Pflügers Arch. 219, 111 (1928). (II) Pflügers Arch. 219, 141 (1928). (III) 生理学講座, 生体の電気現象 (II), 2 (1), 1~30 (1952).
- 11) 橋田邦彦 : Jap. J. Med. Sci. III Biophysics 4, 119 (1935).
- 12) 本間三郎 : 最新医学, 10, 5, 936~945 (1955).
- 13) 本間三郎 : 日本生理誌, 12, 261 (1950).
- 14) 本間三郎 : Jap. J. Physiol 3, 231 (1953).
- 15) Richter, C. P. and Woodruff, B. G. : J. Neurophysiol, 6, 417~424 (1943).
- 16) Wagner, H. N. : Arch. Derm. & Syphilol 65, 543~548 (1952).
- 17) 中谷義雄 : 自律神経雑誌, 3, 7 ( ).
- 18) 和田正男・高垣敏一 : 日本生理誌, 11, 223 (1949) : Science 3 (2885), 376~377 (1950).
- 19) Minor : Deut. Zeitsch. Nerven Krank 51, 302~308 (1928).
- 20) 石川日出鶴丸 : 京都医学雑誌, 23 卷~25 卷.
- 21) Langley : 1. Autonomic Nervous System, Brain XXVI (1903). 2. The Autonomic Nervous System. Part I Cambridge 1921, W. Heffer and Sons Ltd.
- 22) 木村忠司 : 臨床の進歩, 7 卷, 131~202 (1954).
- 23) 瀬戸八郎 : 医学の進歩, V, 225.
- 24) 瀬戸八郎 : 最新医学, 2 卷, 5 号, 昭22 (1947).
- 25) 久留勝 : a. 医学綜報, 2, 4 (1949). b. 脳神

- 経領域, 10 (1951). c. 最新医学, 7, 11 (1952). 26) 木村忠司: 日本外科学会誌, 57, 6, 947~973 (1956). 27) 穴戸仙太郎: 日本外科学会誌, 57, 6, 922~946 (1956). 28) W. Haymeiker and B. Woodhall: "Peripheral Nerve Injuries" Saunders Company Philadelphia & London (1956). 29) Croon, R.: Acta neuroveget. 3, 352~398 (1952). 30) Ray, B. S. and Console, A. D.: J. Neurosurg. 5, 23~50 (1948). 31) Thompson, J. E., Brose, N. A. and Smithwick, R. H.: Arch. Surg. 60, 431~455 (1950). 32) 藤森聞一: 生体の科学, 2, 98~103 (1950). 33) 藤森聞一: 心理学講座, 2 (7), 1~27 (1953). 34) 藤森聞一: 脳と神経, 5巻, 5号, 259 (1953). 35) Gildmeister, M.: Bethes Handbuch d. norm. u path. Physiol. 8/2 658~682, u 775~784 (1928). 36) Mc Cleary, R. A.: Psychol. Bull 47, 97~117 (1950).

## Abstract

1) An injury to an internal organ is accompanied by a complicated set of referred reflexes which appear in the part of the body wall governed by the same segment of the spinal cord as the organ affected. The author has confirmed the existence, among them, of a new pattern which he proposes to call Electro-Dermal Point Reflex. (point reflex.)

2) Point reflex is the vasomotor reflex appearing on the surface of the skin of the part belonging to the spinal segment in question. The author has demonstrated on histological grounds that it is caused by the motor ataxia present at the points of bifurcation of peripheral arterioles and consists of molecular or point edema, cuneiform degeneration, point bleeding etc.

3) The reaction point, i. e. Electro-Dermal Point (E. D. P.), is a minute spot on the epidermis, about 0.5mm in diameter. The author has designed an instrument for locating such small spots and explained the principle its action depends on.

4) In order to investigate the electro-physiological characteristics of E. D. P. the construction and the property, in the electrical sense, of the three layers . . . horny, intracutaneous and subcutaneous . . . of the normal skin have been studied and an equivalent circuit for each constructed.

5) The equivalent circuit for (E. D. P.) has been found to be the same as that for the intracutaneous layer.

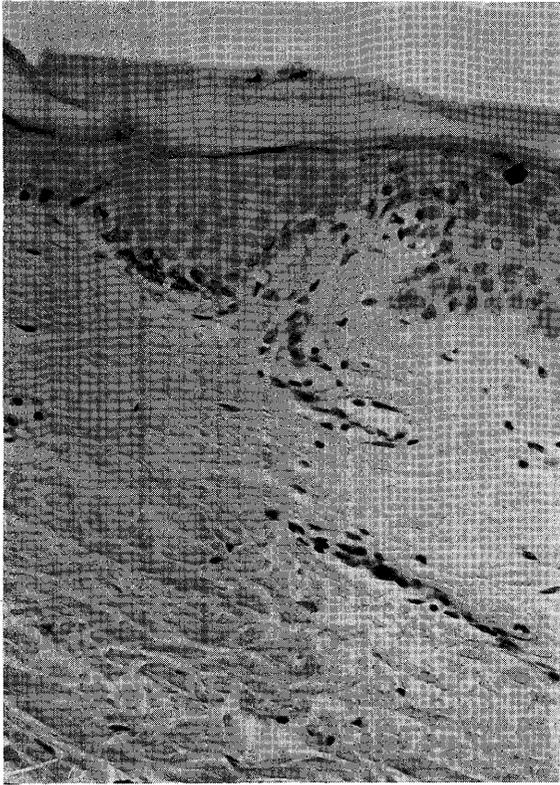
6) All the three layers of the normal skin, as well as E. D. P. show a variation of electrical resistance when the polarity of the applied voltage is reversed. Though E. D. P. contains the horny layer, its behavior is opposite to that of the normal (skin) and is similar to that of the intracutaneous and the subcutaneous layer. That is, lower resistance is shown by the normal (skin) with the positive electrode but by E. D. P. with the negative.

7) On E. D. P. an electric current from the positive electrode seems to promote polarization and one from the negative, depolarization. These tendencies are very clearly shown by a change in time of direct-current resistance, and by the characteristic shape of the current curve exhibited when a voltage of a rectangular wave form is applied to the point.

8) The same rectangular voltage is used in demonstrating that E. D. P. is totally distinct from the opening of the sweat duct and the hair follicle.

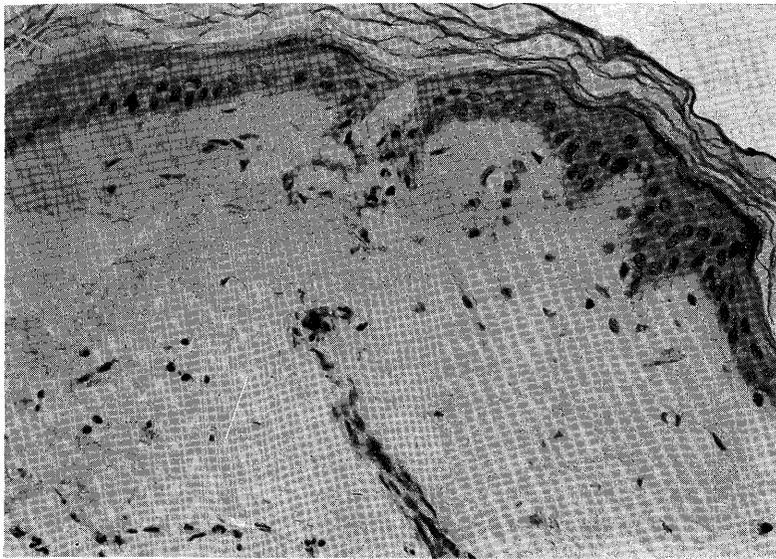
9) In order to provide some preliminary information necessary for the diagnostic use to which point reflex will very probably be put in future, the author has determined the spinal segment responsible for the sensory sympathetic nerve distributed in each viscus and prepared a new dermatom for the sympathetic nerve.

10) The point reflex does not appear uniformly and indiscriminately all over the part of the dermatom belonging to the spinal segment involving the viscus concerned, but concentrates itself in the neighborhood of certain specific anatomical points.



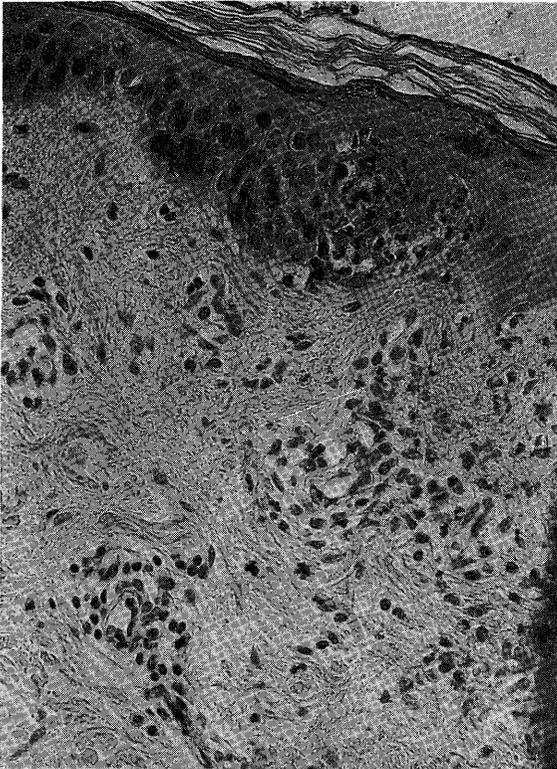
(写真 a)

皮下小動脈分枝に相当した表皮の基底細胞  
附近に点々として微小な水腫が見られる。  
→分子状水腫。



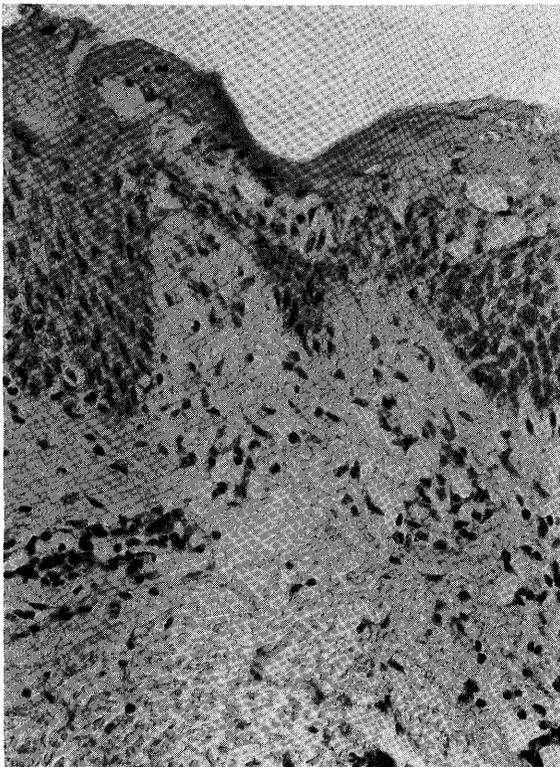
(写真 b)

分子状水腫が稍々大きさを増して、限局性の点状の水腫を形成している。その  
間に生活反応としての白血球遊走を見る。→点状水腫。



(写真 c)

点状水腫は更にその大きさを増し，その中にも白血球の遊走を見る．皮下小動脈は明らかに血管周囲炎を起しており，小動脈分枝の周辺にも白血球の滲出が見られる．



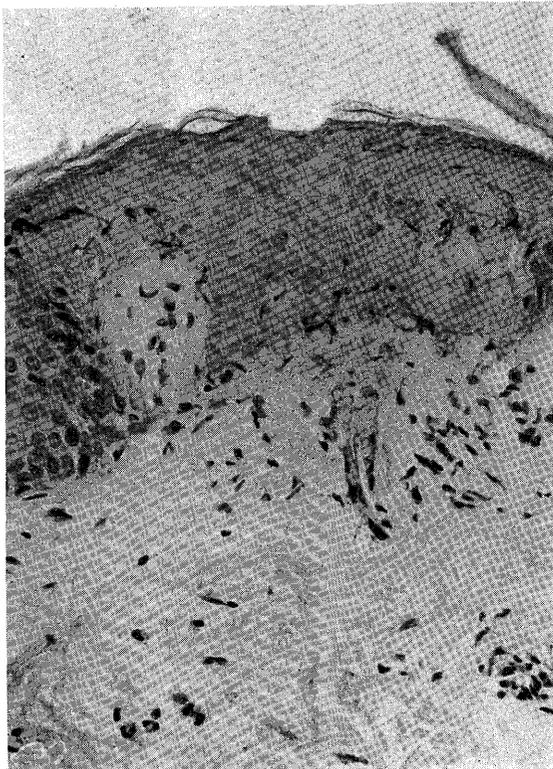
(写真 d)

水腫は更に範囲を拡大し，表皮の上層細胞の退行変性が見られる．



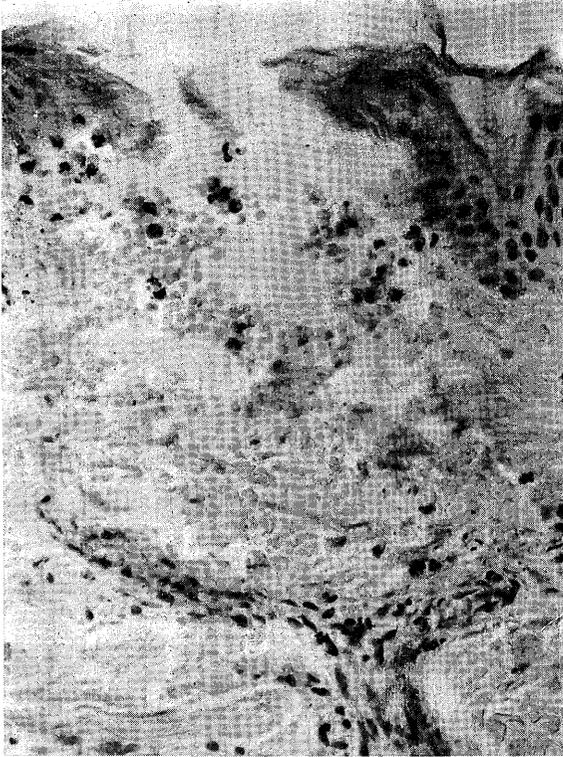
(写真 e)

水腫及び退行変性が，皮下小動脈分枝を中心として，皮下及び表皮に楔状に拡がっている。



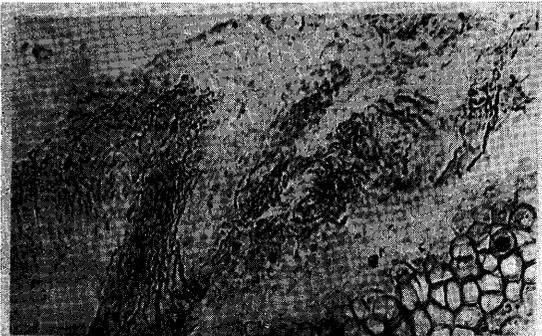
(写真 f)

血管分枝支配域の典型的な楔状変性。変性部の表皮細胞の核染色度が弱い。而も正常部との限界が明瞭である。



(写真 g)

楔状の水腫域に小出血を伴っている。  
→点状出血。



(写真 h)

家兎の耳における Arterio-arterio-  
Anastomosis 部の神経分布。  
(Cholinesterase 染色による)

