

生体の電気現象に関する研究 (Ⅱ)

湯ノ口万友・古川 徹也・大園 義久

(受理 昭和55年5月31日)

STUDIES ON ELECTRIC PHENOMENA IN A HUMAN BODY (Ⅱ)

Kazutomo Yunokuchi, Tetsuya Furukawa and Yoshihisa Ōzono

Because of supporting a very expert homeostasis, a human body is made of great number of feedback loops. In a human body the control made in detail and with great care and being very safely balanced is worked without learning.

It is very important that we go into the control principle of a human body from the viewpoint of control theories.

In this paper, from the viewpoint of the body fluid's control system we measured directly the stationary potential (SP) of trigger points and roots with the Ag-AgCl electrode.

The SP of trigger points and roots on a body surface measured roughly 30 mV.

1. 緒 言

前報では巧妙でかつ複雑な生体の恒常性 (homeostasis) 維持機構¹⁾の解明の一方法として定常電位および定常電流に着目し、外部からの適刺激(主として電気パルス刺激を使用)の印加によって変化のパターンが三つのタイプに分類されることを報告した²⁾。

しかし、本報では生体表面上の測定点(東洋医学で説明される経穴や良導点³⁾)に一致する。以下、トリガポイントと称する)および機能的ルート(東洋医学で説明される経絡・良導絡・脈・合を総称しており、以下ルートと称する)間の定常電位の時間的変化や体表面上の分布についての研究結果を示した。最初、研究を進めるにあたり「生体表面の電位差にはある一定の方向性がある。」という仮定のもとに測定を行なったが、研究の進展とともに、この仮定に幾分の無理があることが判明してきた。それは、生体表面上のトリガポイントの電位が健康体であればある範囲内で常に変動していることが測定によって確かめられたからである。ただし、異常があったり健康を著しく損ねている場合には、この範囲を越える電位が発生するものと予想される。このように推測されるのは火傷などによって高い電位を測定したからである。なお、本研究で対

象としている被測定者が健康体であるため、不健康体の測定結果がないということがこのような表現になっている。これは今後の研究で明らかにしていくつもりである。

そこで、本研究では安静時における体表面上のトリガポイントの定常電位変動の範囲を次のように分類した。(1)生理的範囲、(2)防衛反応の働く範囲、(3)過剰防衛の範囲(自覚症状として表われ、痛みが認められる範囲)、(4)麻痺や自律神経失調の範囲の以上4つであるが、特に(1)と(2)の範囲についての電位を実験的に考察したので報告する。(4)の項目については研究対象外であるので、除外して考える。しかし、このように分類できたとしても変動のパターンは個人によって様々であり一定の法則を定義づけるのは現段階では早計であるが、活動時から安静時に落ち着くまでの電位の変化は前報の適刺激に対する変化と同様、あるパターンに分類できるように思う。

以下、2章および3章で実験や方法について述べ、4章で問題点ならびに今後の方針を述べて結びとした。

2. 生体の電気現象および装置と実験方法

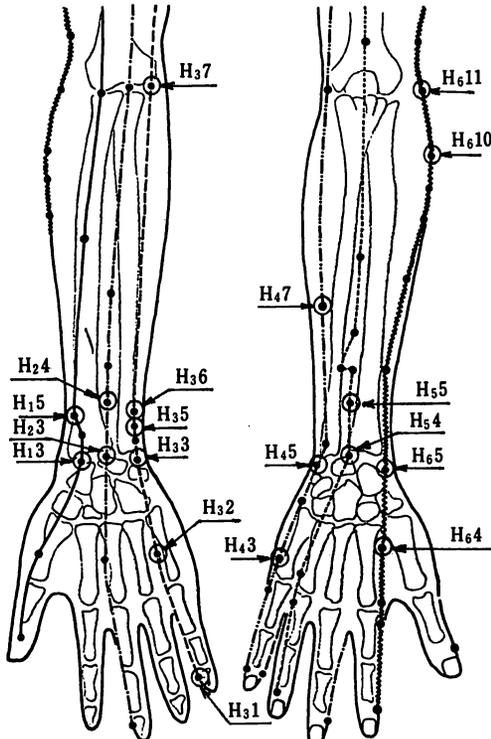
2.1. トリガポイントとルート

前報で説明した良導点、反応良導点および東洋医学

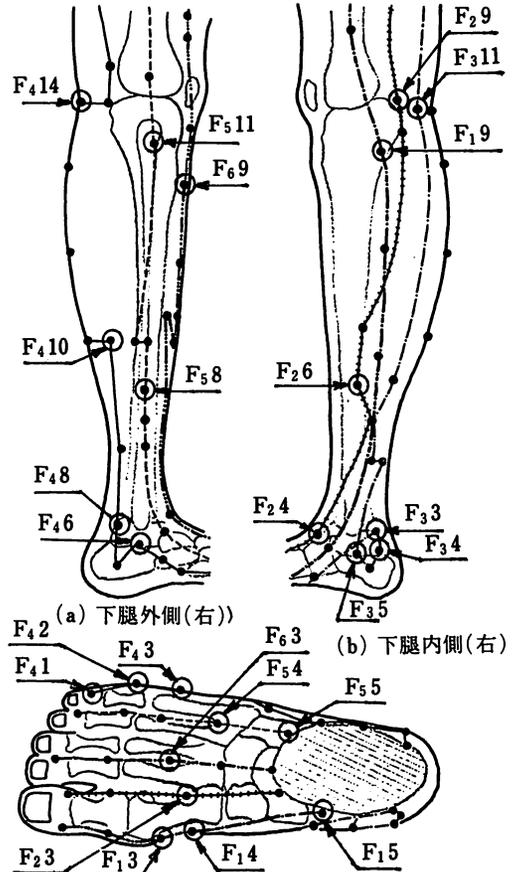
で使われる経穴等, 本稿で研究対象とする体表面上の著しく電流の流れる点を総称してトリガポイントと呼ぶことにする. なお, 記号は前報同様中谷氏の使用した統一的な記号に従い, 第1図から第3図に示す位置を選んだ²⁾⁴⁾. ルートはトリガポイントが体表面上で線状に結びついているもので, 同一ルート上のトリガポイントは同じような反応を示すが, 異常のある場合は特定のトリガポイントが他と比較して非常に高い電位を示す. 又, ルートは次のような働きをもっている.

- ①栄養作用……………栄養の流通する経路
- ②機能調整作用……全身の生活機能を調整, 総合する一大調整網
- ③刺激伝達作用……一ヶ所の点の刺激がそのルートにそって伝達される
- ④病態反応作用……生体の異常(外因性・内因性)をあらわす

以上の4つの働きであるが⁵⁾, 特に②と④に注目し, その調整作用および反応作用を体表面電位として測定した. このようなルートには, 「正経」「奇経」「経別」等の種類があり, それを第1表から第3表に示す. こ



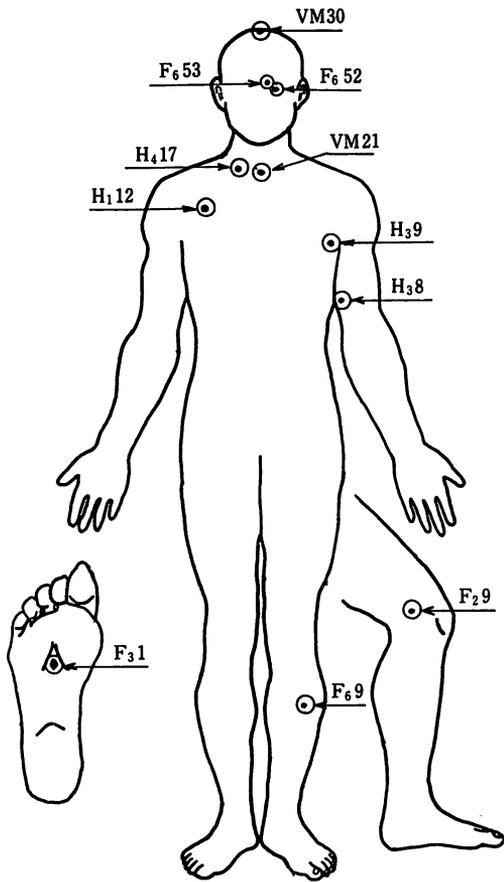
(a) 前腕内側(右) (b) 前腕外側(右)
第1図 代表的なトリガポイント



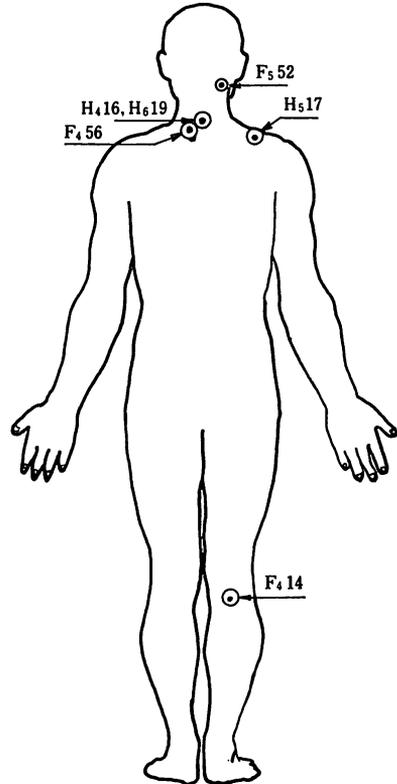
(c) 足背
第2図 代表的なトリガポイント
第1表 「正経」のルート

手のルート		足のルート	
名称	関連する臓器	名称	関連する臓器
H ₁	肺	F ₁	脾
H ₂	心包	F ₂	肝
H ₃	心	F ₃	腎
H ₄	小腸	F ₄	膀胱
H ₅	淋巴管	F ₅	胆
H ₆	大腸	F ₆	胃

れらは生体の臓器と密接に結びついていると考えられており, 更にはルート間同志も第4図に示すような関係にあり, それぞれがフィードバック的にあるいはフィードフォワード的に作用し合って, homeostasisが維持されている. 以上のような理由から, トリガポイントおよびルートを研究対象として選び測定を行なった.



第3図 (a) 代表的なトリガポイント



第3図 (b) 代表的なトリガポイント

第2表 「奇経」のルート

名称	トリガポイント	対応する「経穴」の名称
P ₁	H ₃ 3 — F ₆ 6	後谿 — 申脉
P ₂	H ₅ 5 — F ₄ 4	外関 — 臨泣
P ₃	H ₄ 4 — F ₆ 3	合谷 — 陷谷
N ₁	H ₁ 5 — F ₅ 5	列欠 — 照海
N ₂	H ₂ 4 — F ₁ 4	内関 — 公孙
N ₃	H ₅ 5 — F ₃ 3	通里 — 太衝

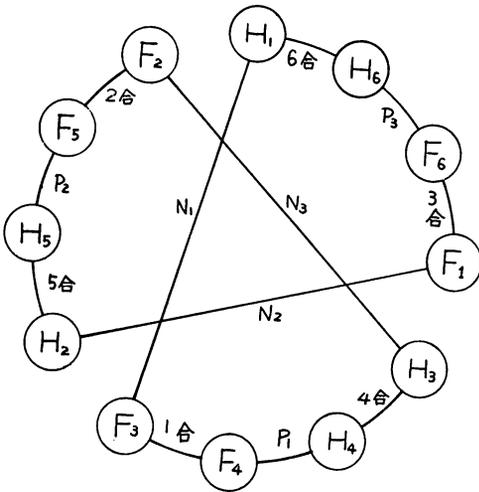
2.2. 生体用電極

生体の電位を正確に測定するために分極の極めて小さい電極を選ぶ必要がある。そこで本実験では最もよく使われており分極電圧も小さい銀—塩化銀電極を使用し、特性の劣化が測定値に悪影響をおよぼさないように常にチェックして正常な電極（分極電圧が2mV

以内におさまる）だけを使用している²⁾。しかし、使用頻度が増すにつれ電極の損傷が無視できなくなってきた。しかも電極が高価であるので従来のやり方では非常に不経済である。そのため、分極電圧が大きくなった電極の再生利用を試みた。最初は分極電圧が大きかったり、メッキ面が剥がれてしまうなど多くの問題点があったが試行錯誤のもとに分極電圧も小さくしかも剥がれにくい電極の再生が可能になり、電極が測定値に及ぼす分極の影響をほとんど取り除くことができるようになったので、再生法を第5図に流れ図で示す

第3表 「経別」るルート

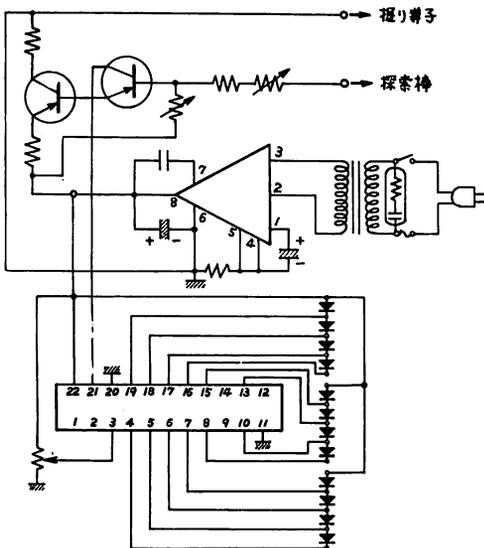
名称	その1	その2
1合	VM21(天突) — F ₅ 5(照海)	F ₃ 3(太谿) — F ₄ 56(大抒)
2合	VM21(天突) — F ₂ 4(中封)	F ₂ 3(太衝) — F ₅ 50(踵3綫)
3合	VM21(天突) — F ₁ 4(公孙)	F ₁ 3(太白) — F ₆ 52(承泣)
4合	VM30(百会) — H ₄ 7(支正)	H ₃ 3(神門) — H ₄ 75(睛明)
5合	VM30(百会) — H ₅ 5(外関)	H ₂ 4(内関) — H ₅ 52(完骨)
6合	VM30(百会) — H ₆ 5(陽谿)	H ₁ 3(太谿) — H ₆ 35(穴盛)



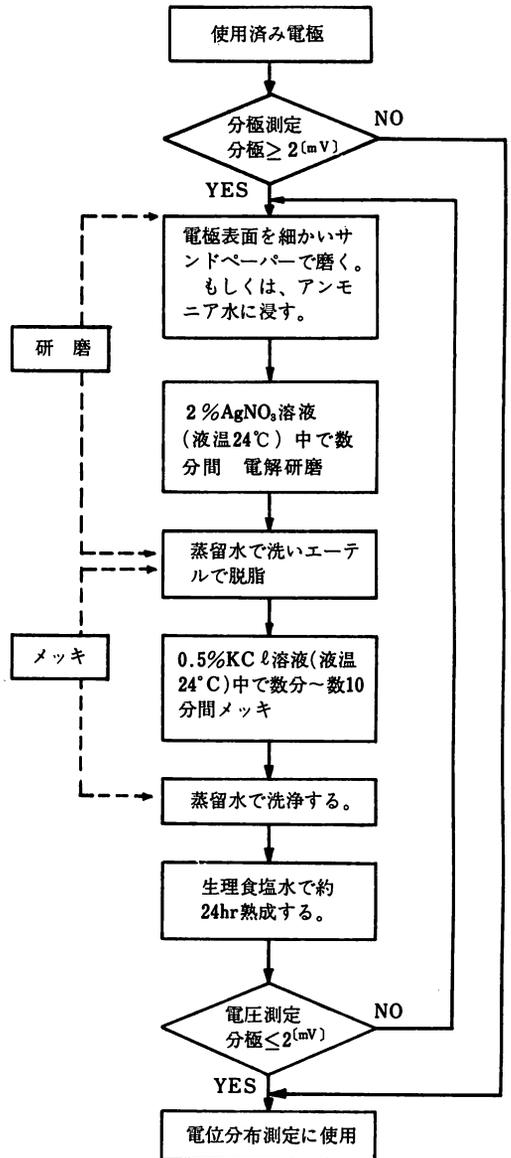
第4図 ルートの関係

2.3. トリガポイント検出器

実験を行なう上で最も大事なことは安定性である。測定機器の電源からの電撃はもちろんのこと、アース等には細心の注意をはらって測定を行なっていると、同時に測定精度の向上にもじゅうぶんな配慮をしている。また、被測定者に苦痛を与えないために実験時間の短縮も大きな問題点である。まだまだ改良を加えなければならない点が累積している中で、今回考案されたトリガポイント検出器(第6図)は従来のものより正確にかつ敏速にトリガポイントを探せるようになった。



第6図 トリガポイント検出器



第5図 電極再生法の流れ図

ており取り扱いも簡単であるから実験時間短縮の一助となっている。この器械は電源に商用の100Vを使用しているが、電源として乾電池を使用した装置も同時に作成し実験にじゅうぶん役立っている。しかし、乾電池を使用した方は、表示器に使っている発光ダイオードの消費電力がかなり大きく電池の消耗が激しいので実用になるまではもう少し考慮されなければならない。また、従来の探索棒にも改良を加えより使い易くしている。

2.4 実験方法

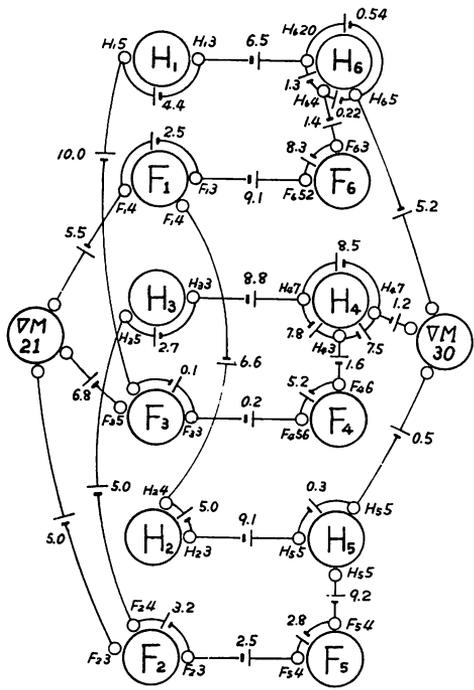
生体表面の電気現象を研究するためにトリガポイントを測定部位に定めた。それはトリガポイントが生体内外受容器 (receptor) でありかつ効果器 (effector) であると考えられ、その部位の電位を測定すれば生体の制御機能を把握できると考えたからである。

まず、2.3 で説明したトリガポイント検出器で生体表面の測定すべきトリガポイントを探索し、その点にペーストをつけた Ag-AgCl 電極をハンソウコウでとめて電位を測定する。その際、注意すべきは被測定者の安静状態を保つことである。本研究では定常電位のみ注目しているため、各トリガポイントの指先に対する電位やルート間の電位を測定したので次に結果を報告する。

3. 実験結果と考察

3.1 ルート間の電位

代表的な電位関係を第7図に示す。これはそれぞれのルート上の代表的なトリガポイント間の電位を測定した結果であるが、必ずしもこの結果例のように一定の関係を保っているわけではない。常に電位は変動しており、同一人物においても時間によりあるいは日によって変化していることは実験を通して確かめられた。

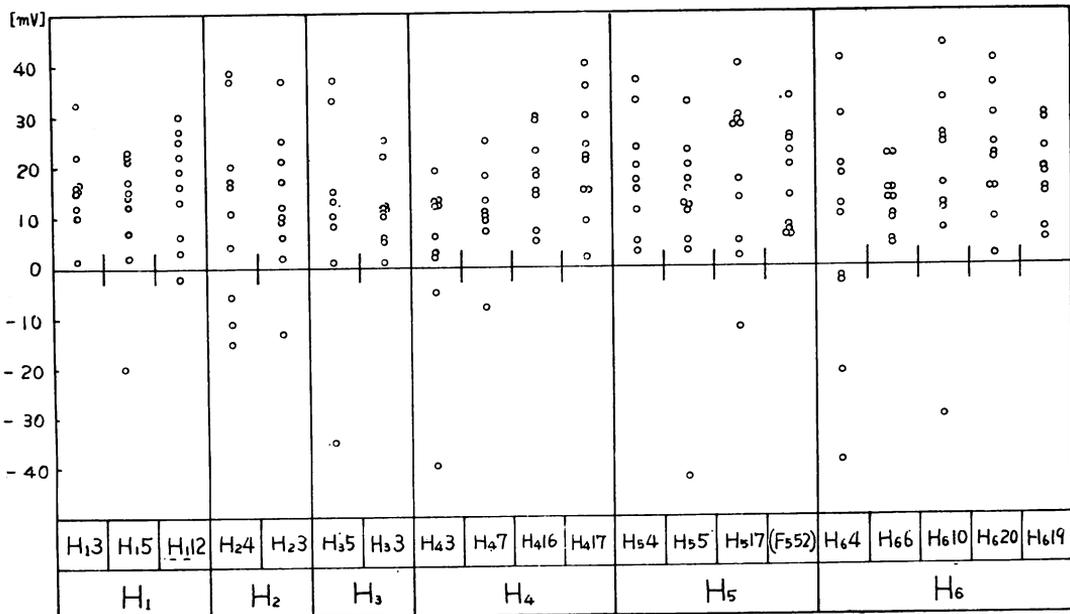


第7図 ルート間の代表的な電位

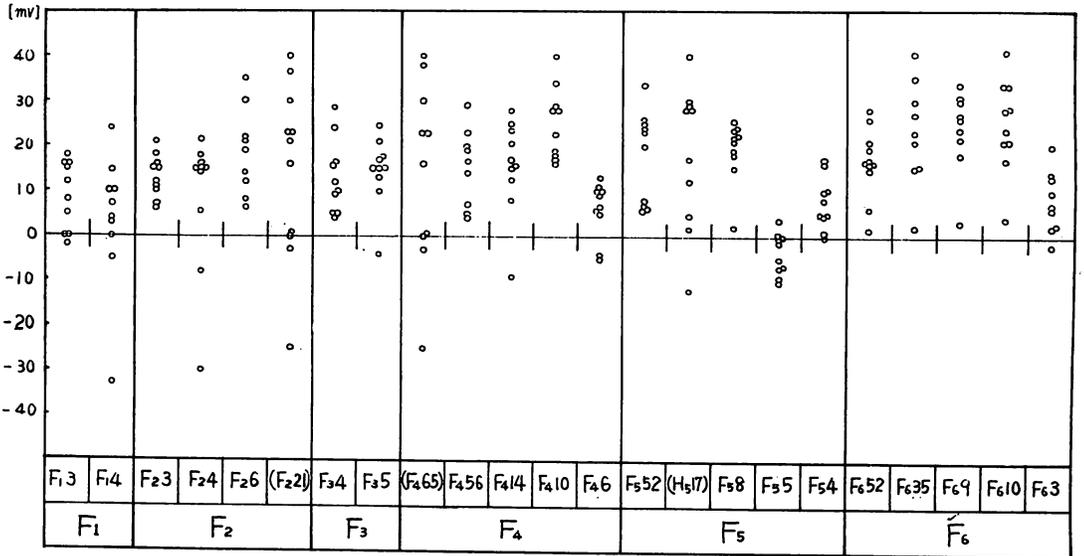
恒常性が維持されているためである。

3.2 定常電位の分布

第8図と第9図には安静時の定常電位の分布を示し



第8図 Hの電位分布 (指先基準)



第9図 Fの電位分布(指先基準)

ている。これは指先を基準としたときの各トリガポイントの電位である。これらの図から見るとH(手)の系でもF(足)の系でもほぼ30mV以内に分布していることがわかる。又、これらの電位の平均値を求めると第4表に示すようにほぼ5mV程度になっている。さらにこの平均値から±15mVの範囲にあるデータは全データの80%位になる。すなわち、ほぼ20mV程度の変化を示す電位は生体の生理的活動によって体表表面に表われる電位であると言える。つまり、我々

はこの範囲を生理的範囲と定義づけることにした。次に30mV以内を考えると約90%のデータがこの範囲に分布していることになる。この範囲を防衛反応の範囲と呼ぶことにする。生体が健康でしかも安静にすれば、ほとんどがこの防衛反応の範囲に落ち着くであろう。ただし、厳密な領域を決めることは現段階ではまだデータ不足のためできない。今後さらに研究を積み重ねていく必要がある。

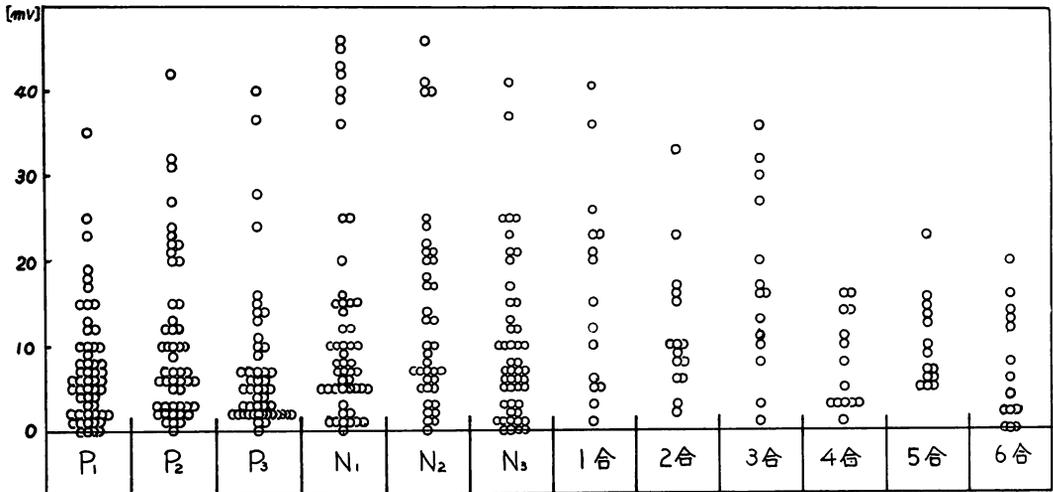
第4表 定常電位の分布

	平均値 [mV]	<平均値+15[mV]> の範囲のデータ[%]
P ₁	- 0.92	95
P ₂	10.6	92
P ₃	5.0	92
N ₁	5.0	91
N ₂	5.0	85
N ₃	3.4	86
1 合	8.8	86
2 合	7.0	88
3 合	7.5	79
4 合	0.63	78
5 合	- 0.26	76
6 合	4.1	71

3.3. 安静状態での電位の時間的变化

前節でも述べたように実験結果より安静状態において、体表のトリガポイントおよびルート間の電位差はほとんどなくなることがわかった。ただし、異常がある場合はその部位に関連するトリガポイントやルートの電位が他に比べて極めて高くなると考えられる。しかし、健康でかつ安静状態の電位が必ずしも小さいとはいえない。生体の周囲の環境、時間や季節によっても定常電位にかなりの差が見られる。また、実験室のさまざまな外乱(例えば音や光等)によっても非常に敏感に反応する人とそうでない人がある。これは、生体のreceptorとeffectorの働きに差があるためで、人によって感度の差があると考えられる。

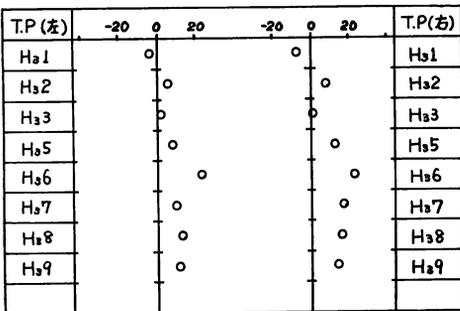
第10図よりそれぞれのルートによって電位の変動幅が異なっていることがわかる。Pの電位変化がNに比べて小さい。これは前報で報告したように体表の内側より外側の電位変化が小さいということに一致して



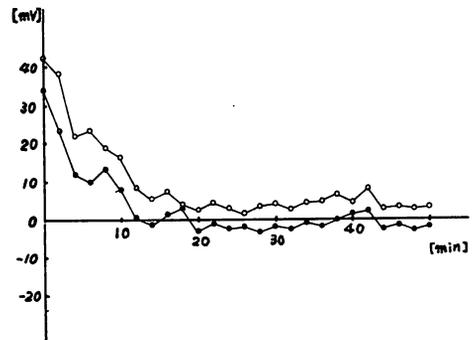
第10図 定常電位の変動

いる。また、合に関しては1合から3合までのルートが4合から6合までのそれに比べて変化が大きい。このことは、足の電位が手の電位よりも低いと考えることで納得できる。以上のことを左右で比較してみたところ、ほとんど同じような変化を示している。(第11図)

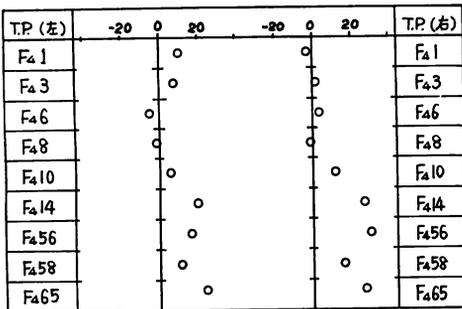
次に時間的な変化を示した代表的な実験結果が第12図から第14図である。これからわかるように安定するまでに3つのタイプに分類できる。割に敏感な変化を繰り返しながら安定するAタイプ。(第12図) 単調に減衰して安定値に落ち着くBタイプ。(第13図) はじ



(a) 手の H_a のルート

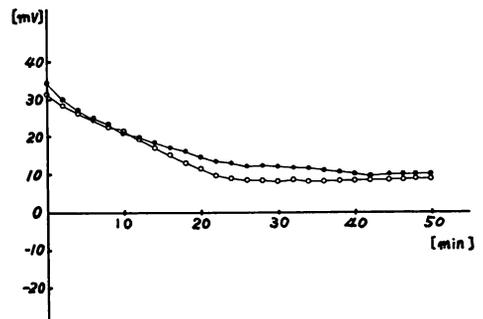


第12図 定常電位の時間的変化 (Aタイプ)

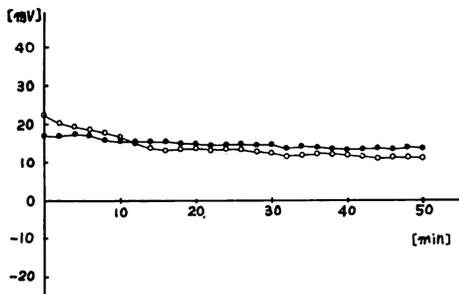


(b) 足の H_a のルート

第11図 定常電位の左右の分布



第13図 定常電位の時間的変化 (Bタイプ)



第14図 定常電位の時間的变化 (Cタイプ)

めからほとんど変化せず安定しているCタイプ。(第14図)すべての生体はこれらのタイプのいずれかに属するわけであるが、恒常性維持機能の特性が個人によって異なっているために3つのタイプに分けられると考える。Aタイプの人の場合、自律神経機能が非常に敏感に働いていると考えられるが、はっきりしたことはまだわからない。これから、自律神経特に交感神経や副交感神経と体表面の定常電位の関係についてじゅうぶんな検討がなされなければならない。

4. 結 言

本稿で述べたことを整理すると次のことが言える。

1) 生体表面の定常電位は安静状態においては、ほとんどが減少する傾向にあり(第5表)、ほぼ30mV前後以内に落ち着く。その変化には3つのパターンが

第5表 安静時における電位の変化

	減少する傾向にあるもの(%)	増加する傾向にあるもの(%)	ほとんど変化しないもの(%)
P ₁	67	13	20
P ₂	71	14	15
P ₃	46	24	30
N ₁	68	13	19
N ₂	88	6	6
N ₃	68	12	20
1合	67	22	11
2合	66	27	7
3合	78	11	11
4合	47	38	15
5合	47	38	15
6合	30	30	40

考えられるが、体液制御との関連でじゅうぶんな検討がなされる必要がある。

2) 生体の電位はルート間によって定まった方向性は認められなかった。それは、交感神経と副交感神経が常に拮抗的に作用しているため、変動するのが普通である。しかし、異常がある場合には方向性がはっきりすると言われているので今後も更に追究するつもりである。

3) 安静状態での電位の時間的変化の変動幅はほとんど30mV程度である。このことは、1)で述べた防衛反応の範囲とはほぼ一致している。というのは生体表面の定常電位の平均値がわずか5mVであることから納得できる。このように、健康体でしかも安静状態の電位は防衛反応の範囲にあることはわかったが、今後は異常の認められる人の電位がどのような変化を示すかということ、すなわち過剰防衛の範囲への考察も行なう必要がある。

以上のように、生体の定常電位についての研究の一部を報告したわけだが続いて今後検討すべき問題点を列挙する。

1) トリガポイントを探し電極を装着するまでに約1時間を要している。そのため、電極を装着するまでの時間を短縮する工夫が必要である。一方法として、型をつくって利用する方法を試行中である。

2) データ数の増加と測定時間を短縮し、電圧計の読み取り誤差をなくするために、マイコンを使った測定システムを開発している。また、データ解析や診断まで行なえるシステムへ発展させていくつもりである。

3) 生体の体液制御の中で最も重要なものが、血液と酸素である。今後は血液の流れと体表面電位の分布についての追究をも試みるつもりである。

おわりに、本研究は昭和54年度の卒業研究に取り上げられたものであって、福原正則氏(鹿大工学部大学院在学)等に負うところが多く、ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 問田直幹・内藤耕二; 新生理学上下, 医学書院
- 2) 湯ノロ・古川他; “生体の電気現象に関する研究”, 鹿大工研報, 21, p 181
- 3) 中谷義雄; 良導絡自律神経調整療法, 良導絡研究所
- 4) 木下晴都; 臨床経穴図, 医道の日本社
- 5) 川北幸男・山上栄訳, Earl. Lawrence. House. Ben. Pansky; 機能的神経解剖学, 医歯薬出版