

経穴における皮膚インピーダンスのトポグラフィー

○藤井 慶*, 藤井 崇知**

*京都パストゥール研, **京都市衛生公害研究所

1. はじめに

内臓機能に障害があると、内臓感覚神経から脊髄を介して特定の皮膚に内臓皮膚反射が現れる。西洋医学における圧痛点、東洋医学における経穴もこの内臓皮膚反射点に属すると考えられる¹⁾。内臓皮膚反射点は、肉眼的には正常皮膚と識別困難であるが、電気抵抗の低下点として検出され、定量的な測定が可能である。それにより、より詳しい診断への応用が期待されるが、そのためにはまず、詳しい2次元的な抵抗分布図、インピーダンス・トポグラフィーを制作することが有用であると思われる。しかし、分解能の高いトポグラフィーを制作するには、直径の小さい電極を用いる必要があるが、小さな直径の電極は、皮膚表面との接触抵抗と角質層における抵抗が高く、臓器皮膚反射点におけるインピーダンスの変化を検出するのは、困難であった。

著者らは、直径0.5mmの銀塩化銀電極を用い、電極糊により、角質層表面と接触抵抗を低くすることにより、経穴におけるインピーダンスの低下を検出し、インピーダンス・トポグラフィーを制作したが、電極糊によりインピーダンスの誤差が生ずるといった欠点があった²⁾。

本研究では、銀塩化銀電極にて一

定時間、持続的に圧力を加えることにより、皮膚表面との接触抵抗を低下させ、経穴におけるインピーダンスの変化を検出した。

2. 実験方法

パルス発生器により発生した3V、300 μ sのパルスを経絡上の経穴付近に加えた。電極は、反射点側をマイナスにし直径0.7mmの銀塩化銀電極をあて、対極電極をプラスにして前腕屈側に直径10mmの銀塩化銀電極をマジックテープで固定した。生じた電流は電圧に変換し、ADコンバーターでデジタル変換してコンピューターに入力した。電極の位置は、キーボードより入力し、発生した電流はCRTにリアルタイムでインピーダンス・トポグラフィーとして表示した(図1)。

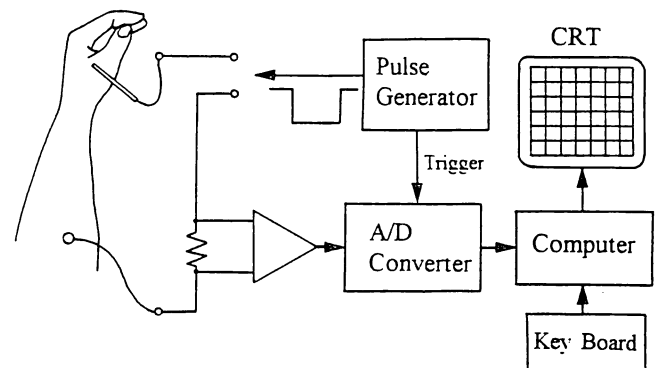


図1 実験系
電極と皮膚の接触抵抗は電極の圧

力の影響をうける。また、皮下組織内の体液量は外から加えた圧力により変動するため、皮膚を圧迫すると抵抗の変動が起こり得る。これらの変動の影響を避けるために、電極を押さえる圧力によりスプリングの変位量が一定レベルに達して、圧力が一定値になったとき、スイッチが入り、数秒後にADコンバーターをトリガーし電極にパルス電圧を加えた(図2)。この間、スプリングの変移量は、支持棒により一定に保たれる。電極の位置は、皮膚表面に被せた網目約1mm×1mmの化学繊維を座標にして決定した。

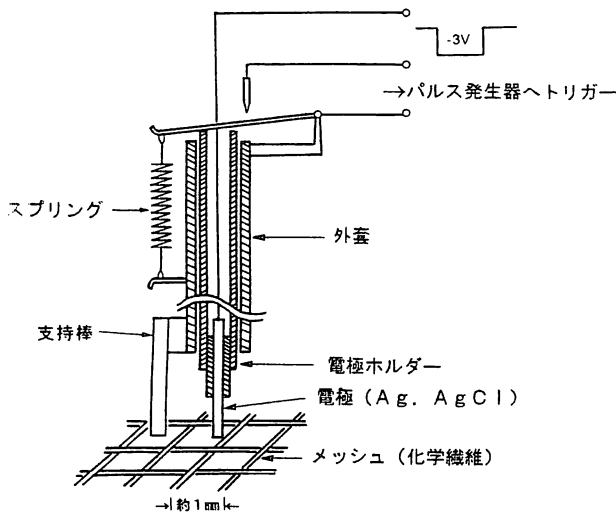


図2 電極の構造

3. 実験結果

皮膚にパルス電圧(図3上段)を加えたとき生じる電流波形を図3中段に示す。電流の最大値を計測しMAX、パルス電圧を加えてから230μsから260μsまでを平均し、直流成分DCとした。そして、電流波形からDCを引き、最大値の時間から時定数TC(図

3下段)と、面積を計算し過渡的電流の電荷量IQとした(図3中断斜線)。

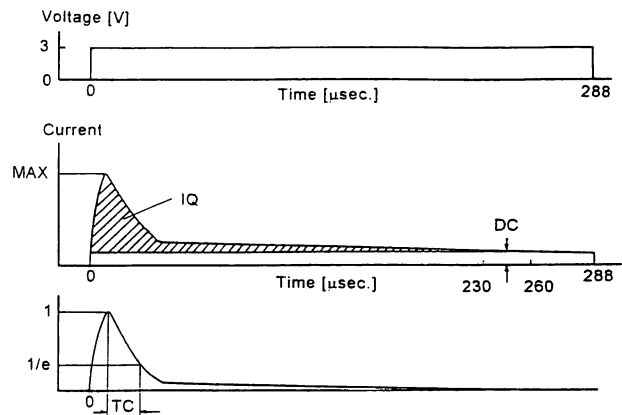


図3 電流波形の計測点

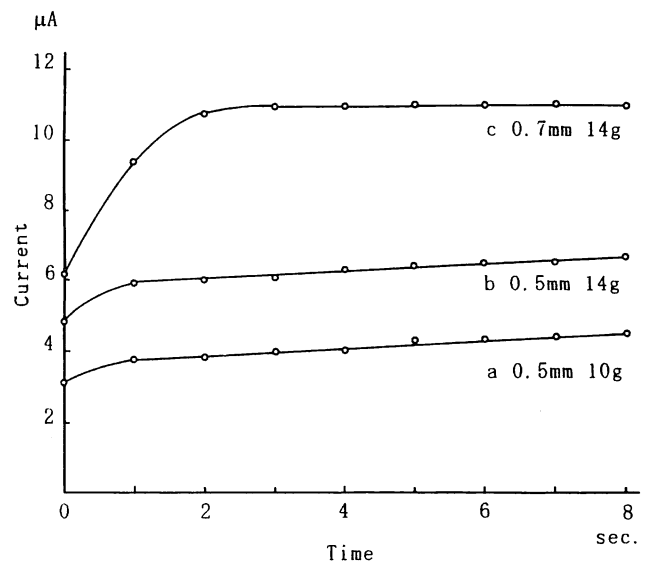


図4 皮膚圧迫による電流の増加

50才代男性の通常皮膚にて、電極の圧力が一定値に達してから、一秒間隔でパルス電圧を加えたところ生じた電流の最大値MAXは、直径0.5mmの電極では、約1秒後まで急速に上昇し、あとは、徐々に直線的に上昇した(図4 a,b)。直径0.7mmの電極では、2から3秒後まで急速に上昇し、あとは、徐々に直線的に上昇した(図4 c)。

この抵抗の初期の減少は、電極にて持続的に圧力を加えることにより、角質層が圧縮され表面が平らになり、電極との接触面積が増加することによると考えられる。

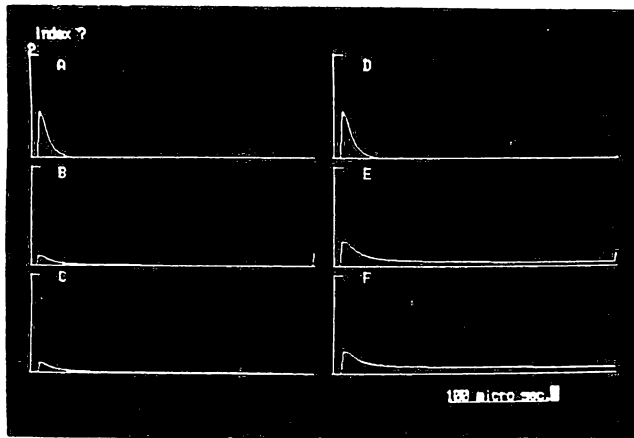


図5 計測電流の波形

図5は皮膚にパルス電圧を加えたときの電流波形を示している。左(A, B, C)は周辺の通常皮膚で右(D, E, F)は経穴部での波形で、上の段(A, D)は、下の2段の10倍に増幅されている。そして、ADは電極の圧力が一定値(約14g)に達した直後にパルス電圧を加えた場合で、経穴部では通常皮膚に比較して最大値で20%程度の増加とわずかな直流成分の増加が認められる。中段は電極の圧力が一定値(約14g)に達してから3秒後にパルス電圧を加えた場合で、通常皮膚に比較して経穴部では最大値で、約3倍の増加と著しい直流成分の増加が認められる。下段は電極の圧力が一定値(約14g)に達してから5秒後にパルス電圧を加えた場合で、通常皮膚に比較して経穴部では最大値で、約2.5倍の増加とさらに直流成分の増加が

認められるが、計測時間の短縮のため、実験はほとんど3秒でおこなった。

石川らは皮膚インピーダンスの等価回路として、角化層、真皮、皮下組織の三層を通じての基本的等価回路を提案している(図6)。そして、内臓-皮膚反射部位では、交感神経による反射で終末小動脈の血行調節失調が生じ、その結果、浸出性変化により皮膚インピーダンスが低下するとしている²⁾。

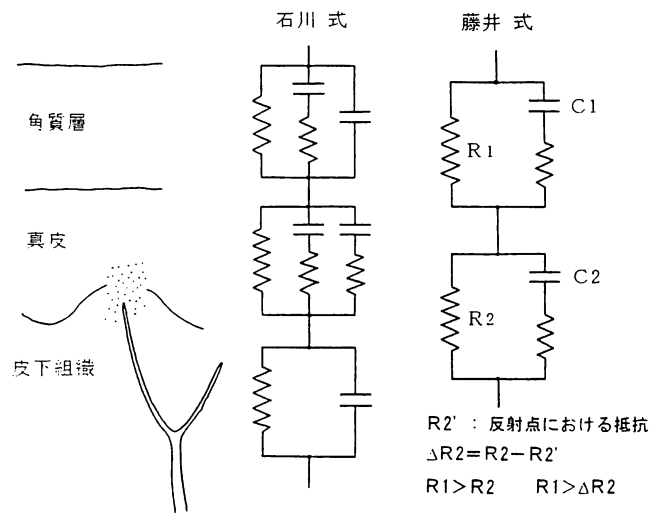


図6 等価回路

この回路を単純化して右の等価回路を考える。皮膚表面と電極との接触部の抵抗と角化層の抵抗をR1、真皮、皮下組織の抵抗をR2とし、反射点ではR2はR2'に減少するとすと、この反射点における抵抗の変動分 $\Delta R2$ は $R2 - R2'$ となる。R1の値は、このR2, $\Delta R2$ に比べて相当大きな値になっていると思われる。したがって、皮膚表面に持続的に圧力を加えることによりR1の値を低くすると、皮膚抵抗全体に比較して反射点のイン

ピーダンス変化量 $\Delta R2$ は相対的に大きくなり、 $\Delta R2$ の検出が容易になるものと思われる。高い周波数成分はC1をより多く流れ、低周波成分はよりR1を多く流れると考えられ、R1の低下は特に低周波成分にたいして有効であると考えられる。

図7は、経穴の一つである合谷で制作したトポグラフィーである。左は直径0.5mmの電極で、皮膚表面に電極糊を塗ってから、表面にそって電流が流れるのを防ぐためによく拭き取ってから測定し、電流の最大値により制作した。右は、同一被験者で約6ヶ月後に直径0.7mmの電極で電極糊を使用しないで一定圧力(約14g)に達してから3秒後にパルス電圧を加えた。左と類似したパターンが認められ、電極糊を使用しなくてもトポグラフィーが計測可能なことが分かる。このパターンの一致しない部分は、臓器-皮膚反射により内

臓の状態を反映しているのか、再現性の低さによるのかは、現時点ではまだ不明である。

4. おわりに

臨床検査と臓器皮膚反射を関連させた詳しい研究として石川ら¹⁾の研究があるが、これらのトポグラフィーの変化と臨床検査データとの相関を調べることによって、臓器と皮膚との反射関係はさらに明らかになるとおもわれる。

5. 文献

- 1) 石川太刀雄：内臓体壁反射-皮電計による範例図譜-覆刻第2版木村書店、東京(1994)
- 2) 藤井慶、藤井崇知：臓器皮膚反射点における皮膚インピーダンス。JJME,33(suppl.),113, 1995

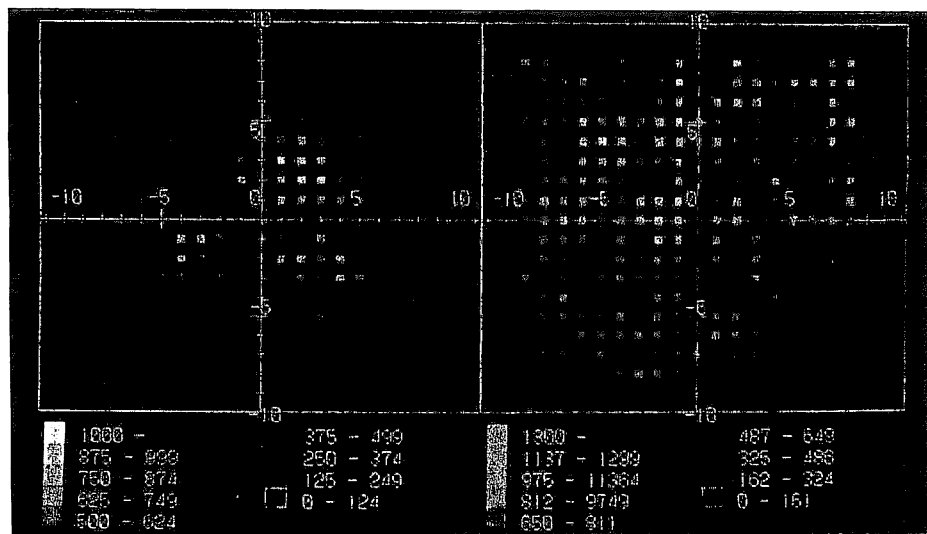


図7 合谷におけるトポグラフィー。左は電極糊を使用。右は、圧迫後3秒で計測。スケールの数値はA/Dコンバーターの値で計測電流に比例している。横軸縦軸の単位はmm。