

静止電位測定による癌浸潤診断法について

東北大学医学部産科婦人科学教室(主任 九嶋勝司教授)

研究生 遠藤 義彦

概要 動物, 植物を問わず発育旺盛な組織は負電位に傾くという一般原則があるので, 特に増殖の激しい癌組織が電氣的に負電位を帯びることは当然推測出来る。

子宮癌根治手術後及び放射線治療後の骨盤内再発, 特に子宮旁結合織, 膈旁結合織などが単なる癒痕か, 炎症性のものか, fibrosis か, 癌浸潤によるものかを早期に鑑別することは殆んど不可能である。そこで著者は骨盤内の静止電位を測定することによつて早期に鑑別することを試みた。

1) 著者は改良分極電極を試作し, これをチョッパー型の直流微小電圧測定器に接続して使用した。この電極は700銀針で尖端のみをAgClでメッキしたものと, Au, Cr, Niでメッキしたものを作り比較検討しながら使用した。

2) 動物実験。C3HマウスにMH-134腫瘍を皮下に移植して, 皮膚と腫瘍との電位を測定した。腫瘍動物16匹測定し, 13匹の腫瘍が負電位を示した。健常動物25匹の背部の皮下組織が正電位を示した。

3) 非癌患者37例について子宮腔部及び子宮内膜を104回測定し, 35例, 92回正電位を示した。

4) 子宮頸癌患者21例について57回測定し, 16例, 43回負電位を示した。測定の結果, 初期の癌性変化の方が, むしろ忠実に反応することがわかつたので, 病変部の早期診断が可能である。

5) 子宮癌根治手術後患者の子宮旁結合織, 膈旁結合織に抵抗のある24例について測定し, 17例が正電位を示し, 7例が負電位を示した。その内, 4例は組織検査で癌を証明したが, 残りの3例は癌を証明していないのでfollow up中である。尚, 正電位を示した17例については臨床経過, その他の所見から正診であることが確かめられた。

はしがき

子宮癌では可視的な部位に発生することが多いため早期発見が他臓器の癌よりも比較的容易である。すなわち, コルポスコプやマイクロコルポスコプによる直視下診断がなされるとともに細胞診, 組織診によつて, 診断が確定されている。

しかるに, 婦人科領域でも子宮癌根治手術後の再発のごとく深部にあるものは, 上記診断法の埒外にあり日常の診療上困惑する場合が多く, 新たな診断法の出現が期待されていた。

Burr¹⁾²⁾が動物, 植物を問わず, 発育旺盛な組織は, 電氣的に負電位に傾くという一般原則を発表し, さらに, Langman, Burr³⁾は子宮癌患者の子宮腔部に素焼筒不分極電極を密着し, 腹壁と子宮腔部との電位を測定している。しかし, その後今日までこの問題は十分に検討されないまま放置されていた。

今回筆者は深部不可視癌に対しこの診断法を利用することを考え電位測定法の研究を行なつた。すなわち, 先ず最も重要な導出電極の研究をなし, 次いで測定器の選定を行ない, これらを先ず, 動物実験によつて検討した上, 非癌患者および子宮頸癌患者について測定を行ない, 最後に子宮癌根治手術後の深部癌浸潤の診断に応用し, ほぼ満足すべき成績を得たので, ここに報告する。

導出電極の作成

生体組織中の電位を外部に取り出すためには, 生体組織に導出電極を挿入または接触させる必要がある。この導出電極には, 不分極電極と分極電極とがある。

A. 不分極電極: 一般には金属塩で被覆された金属がよいとされている。例えばZn/ZnSO₄, Hg/Hg₂Cl₂ またはAg/AgCl等が広く用いられている。このうちZnSO₄ またはHg₂Cl₂ は生体に有

害であるため、直接、生体組織に触れないようにする工夫が必要である。

その具体的例を挙げれば次のごとくである。

1. 長時間食塩水あるいは Ringer 液に浸した素焼筒の内部に $ZnSO_4$ の飽和溶液を満し、それに Zn 棒を挿入し、生体組織には素焼筒を接触させ不分極電極とする……場合。

2. ガラス円筒の底に食塩水で溶かしたゼラチンまたは寒天を満し、その上部に $ZnSO_4$ 溶液を入れ、その中に Zn 棒をたて生体組織にはゼラチンまたは、寒天を接触せしめて不分極電極とする……場合。

3. AgCl の場合は 1 および 2 ほど有害でもないので、Ag の表面に AgCl のメッキ被膜を施し不分極電極とする……場合などである。

すなわち、生体組織に金属が直接接すれば分極作用を起すが、金属塩が接した場合は、分極作用を起さない。ただ、筆者の目的には 3 以外の電極は形態が大きくなり、生体組織の極小部から電気を取り出すには不向きである。また消毒が困難であるとか、取扱い上不便なことが多い。

B. 分極電極：現在使用されているものには、心電図用電極で黄銅板をクロムメッキしたものや、筋電図用の単極または双極同心型針電極などがある。

C. 改良分極電極：筆者の研究目的に対しては、分極電極でもある程度の結果は得られたが、測定の信頼度を高めるため、分極電極をそのまま使用することをさげ、種々、電極の改良研究を行ない、分極と不分極との長短を相い補った改良分極電極を開発した。さらに、現在は電子管技術の進歩により、使用目的によつて電極の構造、形態を自由に選択改良して応用範囲を拡張することが可能になつた。以上の理由から、筆者は先ず、研究目的にかなつた電極を作成し、その後その不分極性について検討した。

電極の作成にあたり、測定物が生体で、しかも深部組織であるという条件を満足するものでなければならぬ。この条件を満足する電極としては、a) ある程度の硬さを持つ針電極であること、b)

生体に無害で消毒可能なもの、c) 構造が簡単で電極の電位変動の少ないもの、d) 連続使用に耐えうるもの、e) 持ち運びや操作が簡単なもの、f) 低周波特性のすぐれているもの、g) 製作が容易で材質が均一なもの、等があげられる。これらの条件を満足する電極について種々、製作検討した結果、700銀針電極（銀を主体に銅、亜鉛を含む合金）が最良であることを知つた。

1. 塩化銀メッキ電極針（以下 KE-I 型電極と称す）……700銀針をよく磨き、脱脂した後、尖端だけを残して合成樹脂塗料で絶縁し、尖端だけ

表 1 改良分極電極の構造及び性質

No.	種類 構造	塩化銀メッキ電極	重金属メッキ電極
		KE-I 型	KE-II 型
1	名 称	KE-I 型	KE-II 型
2	材 料	700銀針	同左
3	直 径/長 さ	1mm/70mm	同左
4	メ ッ キ	AgCl	Au, Cr, Ni
5	分 極 性	不分極電極に近い	AgCl よりやや劣る
6	電 極 抵 抗	30~60 K Ω	30~90 K Ω
7	周波数特性	低周波数帯域で反応	同左
8	測定値の変動	ほとんどなし	同左
9	構造及び均一性	簡単で良好	同左
10	製作の難易	易	同左
11	消 毒	煮沸十アルコール	同左
12	消毒による電位の変動	無	同左
13	深部組織への穿刺	易	同左
14	生体に対する影響	無	同左
15	組織との接触性	良好	同左
16	メッキの性質	剥離し易い	剥離し難い
17	連続使用の可否	否	可
18	絶 縁 塗 料	合成樹脂塗料	CASHEW, ワニス
19	絶縁塗料の性質	1) 自然乾燥	1) 熱硬化性
		2) 剥離し易い	2) 剥離し難い
		3) 連続使用否	3) 連続使用可
20	絶 縁 性	良好	非常に良好
21	組合せの測定器	直流増幅器	直流微小電圧計
22	製 品 社 名	三栄測器製 (DA111型)	コロナ電気製 (CEM-303C)
23	測定器の入力抵抗	100 K Ω	1 M Ω

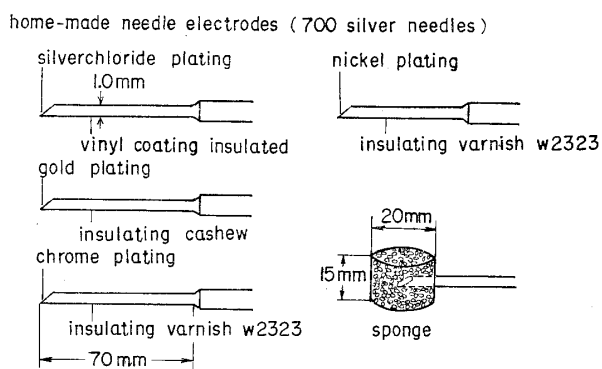
を 0.1 n KCl に 0.005 n HCl を加えた液に浸し、これを 2 V の蓄電池の陽極に、他方白金線を陰極につないで約 2 分間通電し、尖端のみに塩化銀メッキ被膜を作り⁴⁾、不分極電極に近ずけた。

2. 重金属メッキ電極針 (以下 KE-II 型電極と称す) ……同じ 700 銀針の尖端のみを Au, Cr, Ni, の重金属でメッキを施した。なお、絶縁材料としては、油性塗料の CASHEW または、熱硬化性の日立 W2323 号ワニスで焼付け絶縁を施した。

両電極とも、基部にはエポナイトの柄をつけ、導線としてはシールド単線約 150cm を付けた (表 1)。

腹部電極には、同種の電極を生理食塩水を含ませたスポンジに穿刺して接触電極として使用した (図 1)。

図 1 Structure and Kinds of Electrodes used

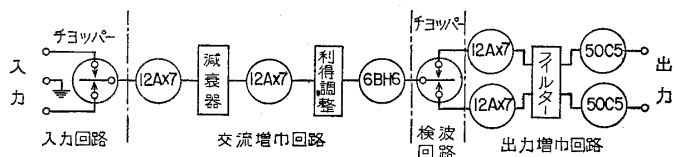


測定器の選定

生体の組織電位はきわめて微弱であるため、それを忠実に取り出すには、高感度、高増幅、高入力抵抗の測定器が必要である。そこで筆者は下記の 2 種類の測定器に上述の 2 種類の改良分極電極を組み合わせて、種々、測定してみた。

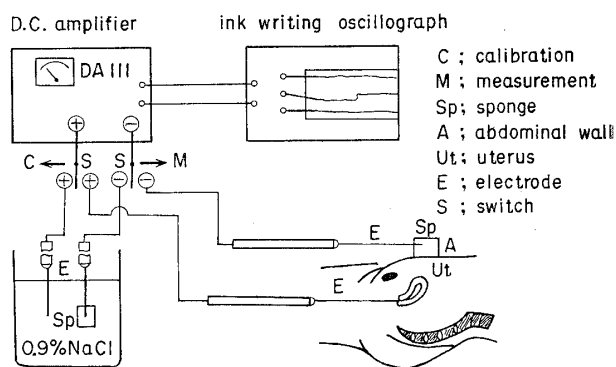
A. 直流増幅器 (三栄測器 K K 製 DA-111 型) : この測定器の構造は図 2 のごとく、直流入力を

図 2 System diagram



ョッパーで交流に切替え、交流増幅器で増幅し、再びチョッパーで交流を直流に戻し、出力を増幅して指示計またはペン書き記録器に接続して読み取るものである。したがって、この測定器を使用すれば入力抵抗は大で、しかも増幅度の高い、雑音の少ない安定度の高い成績が得られる。この測定器の動作原理、性能を要約すると、入力回路は平衡および不平衡入力方式で入力トランスは使用していない。チョッパーの動作は 50c/s—60c/s で、その入力抵抗は 100K Ω である。測定電圧範囲は 0.01mV~100mV で、周波数特性は 0~20c/s、偏差 $\pm 10\%$ 以内である。増幅回路は C-R 結合の 3 段増幅で、その中間に減衰器および感度調整器がついている。

図 3 Measuring Method



なお、測定に際しては図 3 のごとく KE-I 型電極を接続し、同時に同社製のペン書き記録器で記録した。

B. 直流微小電圧測定器 (コロナ電気 K K 製 C EM-303 C 型) : この測定器もやはりチョッパー型で、入力抵抗が 1 M Ω 、測定電圧範囲は 0.01mV~3 V である。増幅回路には負饋還回路を利用しているので、周波数特性が向上し、入力と出力の直線性もよくなり、雑音も減少し、安定忠実に重きを置いた測定器である。現在はこの測定器に KE-II 型電極を接続して使用している。

測定成績

A. 測定要領 : 生体の測定に先立つて、生理食塩水を入れたビーカーに、生体組織に挿入する針電極と、腹部に接触させるスポンジに穿刺した同

種の針電極を入れ、前者を測定器の⊕端子に、後者を⊖端子に接続して、両電極の固有の電位差をあらかじめ測定し、両電極の電位差が2 mV 以内の電極を選び、それを0ポイントに調整し、5分以上浸漬し、電位の変化のないことを確かめて生体の測定を行なった。測定中も一回測定毎に患部の電極針をベンジン、アルコール綿で附着物をふき取りながら測定した。測定終了後は再び両電極の電位差のないことを確かめた。さらに、信頼度を高めるため、患部に使用した電極針と、腹部に使用した電極針を、それぞれ交換して、前者を腹部電極として⊖端子に、後者を患部電極として⊕端子に接続し、再び生理食塩水に入れて電位差のないことを確かめ、再度同一部位を繰り返し測定した。

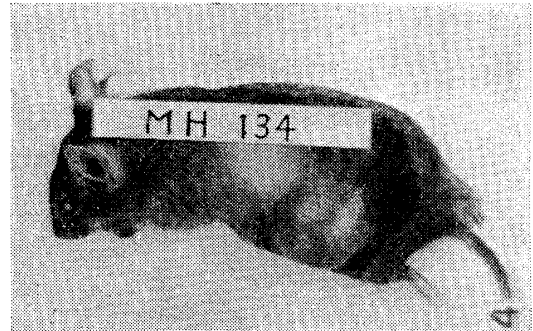
B. 動物実験：電極には直径0.3mmのNo.6鍼術用銀鍼の先端のみを塩化銀メッキを施し、その他の部分を合成樹脂塗料で絶縁し、導線としてビニール絶縁単線100cmを使用した。測定器はDA-111型直流増幅器にペン書き記録器を接続して記録した。

腫瘍はC3Hマウスに原発した肝癌に由来する腹水肝癌、MH-134を材料に用いた。この腹水肝癌は腫瘍の移植性はきわめて均一安定しており、移植腫瘍の自然治癒という現象もなく⁵⁾、また腹腔に移植すれば腹水癌となり、皮下に移植すれば結節性の腫瘍を形成する⁶⁾ので筆者の実験に適していた。

まず、体重15~25gの♀成熟C3Hマウスの背部に平均47,000個/mm³の腹水肝癌細胞を移植した。移植率は100%で移植後、6日から30日間に拇指頭大から鳩卵大の結節状の腫瘍を形成した。

したがって測定方法はまず、図4のごとく腫瘍部位の毛を剃り、ベンジン、アルコールで皮脂を除去し、乾燥を待つて注射針を腫瘍中に穿刺し、腫瘍内の組織融解物、血液などを排出し、注射部位から静かに電極を腫瘍組織と思われる部分に挿入した。一方背部の健常皮膚の毛を剃り、上述と同一処置を行なった後、0.9%生理食塩水を1滴滴下し、静かに他の電極を皮膚面に接触させ

図 4



た。次に、腫瘍部の電極を、図3測定器の⊕端子に、健常皮膚の電極を⊖端子に接続し、腫瘍組織と健常皮膚間の電位を測定し、同時にその値をペン書き記録器で記録した。

測定終了とともに電極を挿入したままで腫瘍部に切開を加え、電極が接触した部分の組織の切片を切り取り染色検鏡した。

次に、何等の腫瘍を有しない健康な対照マウスの電位測定は上記と同様の処理後、⊖端子の電極を背部健常皮膚上におき、⊕端子の電極を背部健常皮下組織に挿入して行なった。

以上の測定を腫瘍マウス16例と健常マウス25例について行なった。

図5、6は健常マウスについての電位記録の

図 5

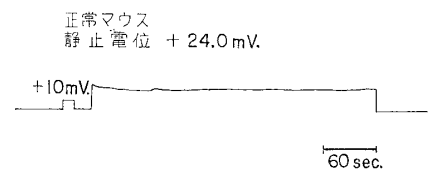


図 6

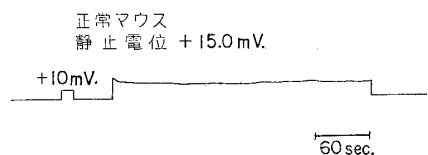


図 7

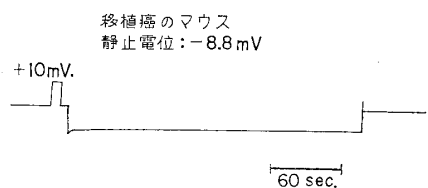


図 8

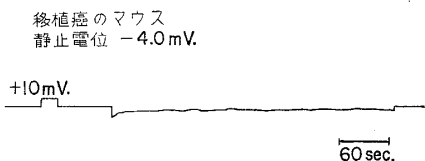


表 2 C3Hマウス背部皮膚の静止電位

マウス No.	腫瘍	対 照		
	MH 134 移植癌群	0.9% NaCl 無処置群	0.9% NaCl 処置群	0.9% NaCl 処置群
1	-4.0	+0.9	+1.2	+12.4
2	-1.5	+1.9	+2.0	+9.8
3	-2.0	+1.1	+1.3	+13.2
4	-1.8	+1.8	+2.0	+11.7
5	0.0	+1.3	+1.2	+18.6
6	+4.7	+1.5	+1.9	+17.5
7	-8.8	+0.5	+0.6	+9.8
8	-7.6	+0.5	+0.5	+17.0
9	-2.5	+0.6	+0.5	+7.0
10	-9.1	+0.6	+0.7	+15.0
11	-3.4			+17.3
12	-1.7			+15.5
13	+1.8			+24.0
14	-5.2			+18.0
15	-2.0			+13.9
16	-1.3			
平均	-3.6	+1.2		+14.7

1例で、図7、8は腫瘍マウスの1例である。

これらの測定結果を総合したものが表2である。

健常マウスである対照例25例中15例は健常皮膚に生理食塩水を滴下して測定した。残りの10例は生理食塩水を滴下せず、1例におのおの電極を交換して2回ずつ測定してみた。それらの結果は、表2に示すごとく、処置例の場合も無処置例の場合もいずれも電位は正電位を示すことが判明した。しかも、処置例の場合は無処置例の場合より正電位がかなり高いことも明らかになった。

腫瘍例16例については、1例は0電位で正負の判定不明、2例は正電位を示したが残り13例はいずれも負電位を示した。正電位を示した2例については、測定後検鏡の結果、すでに組織の大部分が崩壊、壊死におちいつていることが分つた。

C. 人体測定

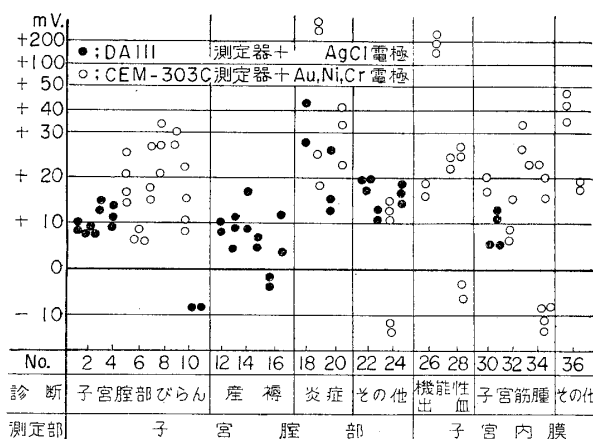
前項の動物実験の結果、これらの電極ならびに測定装置が初期の目的に叶い、ほぼ満足に作動することを知つたので、測定上の処置や技術等を十分に修得し、これを人体について測定を試みた。

人体測定に際しては、この検査の目的や重要性を認識させ、かつ測定に対する不安、恐怖感を除くため、まず疼痛の軽微なること、副作用も皆無であることを納得せしめて被検者の了解を得てから実施した。

測定にはまず被検者を婦人科検診台にのせ、下腹部をベンジン、アルコールで清拭した後乾燥を待ち、恥骨結合部と臍との中間点から右横2cmの部位に、生理的食塩水を浸したスポンジを密着して、それに上述の電極を穿刺して腹部電極とし、測定器の⊖端子に接続した。一方、⊕端子に同種の電極を接続し、患部に穿刺または挿入して、両極間の電位を測定した。なお、測定には2種類の測定器具を用い、それぞれ検討した。すなわち、DA-111型にはKE-I型電極を、CEM-303C型にはKE-II型電極を使用し、前者には同時にペン書き記録器を接続して静止電位を記録した。

1. 非癌患者：表3のごとく、37例について子

表 3 非癌患者の静止電位 (I)



宮腔部および子宮内膜を104回測定した。その結果、35例、92回が正電位を示した。負電位を示したものは5例、12回でそのうち1例は産褥期で肉眼的にも明らかに正常であり、原因が不明であつ

た. その他の4例は測定部位により正電位を示す部位と負電位を示す部位があり, 負電位を示す部位から組織を採取して検査した結果, 表4のごとく, 4例のうち3例はそれぞれ頸管ポリープ, 子宮内膜増殖症, アデノミオーシスの像を認めたが, 1例は正常の組織像であった.

なお, 図9, 10, 11は非癌患者の静止電位記録の一部である.

表4 非癌患者の静止電位(2)

臨床診断	測定症例		正電位		負電位		負電位を示した症例の組織所見	
	例数	回数	例数	回数	例数	回数		
子宮腔部	子宮腔部びらん	11	31	10	29	1	2	Erosio simplex
	産褥	6	13	5	11	1	2	
	子宮附属器の炎症	4	12	4	12			
	その他	4	13	4	11	1	2	Adenomatous cervical polyp
	小計	25	69	23	63	3	6	
子宮内膜	機能性血	4	11	4	9	1	2	glandural hyperplasia
	子宮筋腫	6	19	6	15	1	4	Adenomyosis
	その他	2	5	2	5			
	小計	12	35	12	29	2	6	
計	37	104	35	92	5	12		

図9

T.T. 28 L.J.
臨床診断: 産褥3日
静止電位: +16.6 mV. (子宮腔部)

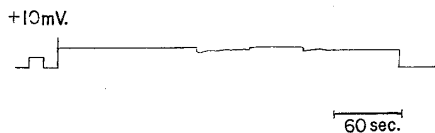


図10

T.M. 34 L.J.
臨床診断: 子宮腔部びらん
組織診断: 腺性びらん
静止電位: +6.5 mV. (子宮腔部)



図11

H.N. 55 L.J.
臨床診断: 子宮腔部びらん
組織診断: 腺性びらん
静止電位: +6.9 mV.

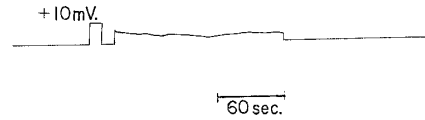
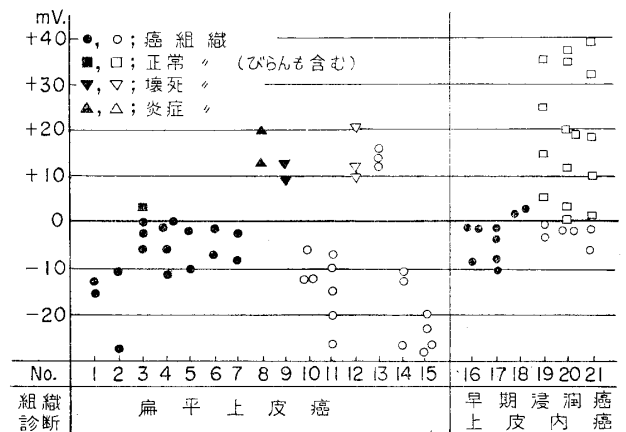


表5 子宮頸癌患者の静止電位



2. 子宮頸癌患者: 表5のごとく, 21例について74回測定した. その結果16例が負電位を示し, 5例が正電位を示した.

子宮頸癌患者21例のうち15例は肉眼的にも明らかに癌であり, 組織診断でも扁平上皮癌であった. 残りの6例は臨床的にいわゆる早期癌であった. 扁平上皮癌の15例のうち4例は正電位を示し, そのうち3例はいずれも癌組織の壊死が広範であつたり, 炎症のきわめて著明な例であつた. 残りの1例は明らかに癌組織でありながら正電位を示し, その原因については不明であつた.

早期癌の6例のうち1例は正電位を示したが組織検査の結果, 初期癌であり, 癌性変化の部分が島嶼状に散在しているため電極が正常組織の部分に接触したものである.

なお, 図12, 13, 14は癌患者の静止電位記録の一部である.

上述の測定成績から, 人体の場合も動物の場合と同様, 癌組織の電位は大体において「負電位」を示す傾向のあることが判つたので, 子宮癌根治

図 12

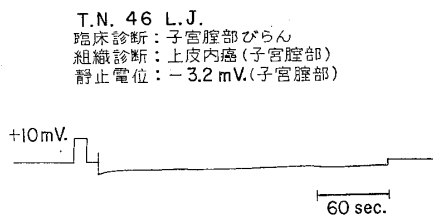


図 13

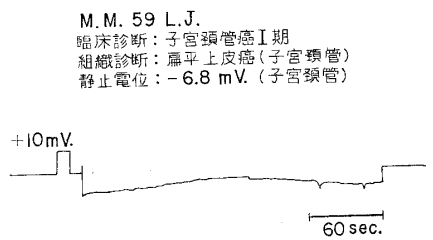
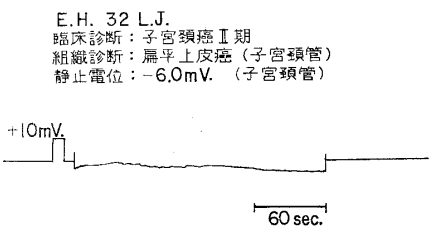


図 14



手術後の骨盤内の癌浸潤の有無についてこの診断法を試みた。

骨盤内癌浸潤診断への応用

子宮癌根治手術後の骨盤内再発についてはこれを初期に診断する適確な方法はなく、再発の診断に際し、レ線所見や一般臨床所見とともに、ことに直腸診による骨盤内所見の変化が重要な再発診断の推定根拠となつている。しかしながら術後の子宮旁結合織や膈旁結合織の抵抗が単なる瘢痕か、炎症性のものか、放射線による fibrosis か、または癌浸潤によるものかを早期に鑑別診断することは不可能である。

そこで筆者は前項の測定成績から、癌は電氣的に負電位を示す傾向のあることが判つたので骨盤内の再発癌の診断に応用した。

測定は患者を外來の婦人科検診台にのせ、無麻酔の下で直腸診により部位を確定し、経腔的に2~3 cmの深さの部位を2~3個所穿刺し測定し

表 6 子宮癌根治手術後で静止電位が正電位を示す群

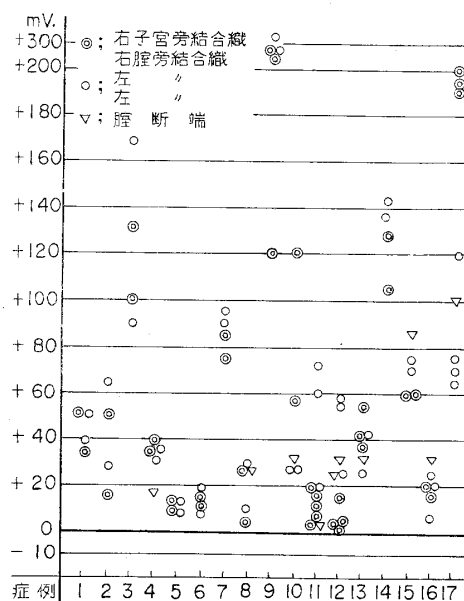


表 7 子宮癌根治手術後で静止電位が負電位を示す群

No.	氏名	臨床診断	静止電位	手術・治療
1	A.O	癌再発	-53.0	1年前 E.T.H. 6000%
	52	組織診：癌	-42.0 -46.0 -38.0	
2	A.Y	癌再発	-17.0	2年前 E.T.H.
	54	組織診：癌	-75.0 -6.0 -45.0	
3	H.S	癌再発 (直腸腔瘻)	+2.0	3年前 E.T.H. 7500%
	59	組織診：癌	-15.0 -70.0 -20.0	
4	T.Y	癌再発 (右子宮旁結合織)	-12.0	2年前 E.T.H.
	52	パパ：Ⅳ 組織診：癌	-6.0 +15.0 +5.0	
5	K.A	癌再発疑 (follow up)	+2.0	4年前 E.T.H. 5000%
	49		+15.0 0 -5.0	
6	Y.S	癌再発疑 パパ：Ⅲ (follow up)	+17.0	6ヵ月前 E.T.H. 6000%
	52		+15.0 +14.0 -5.0 +25.0	
7	A.F	癌再発疑 パパ：Ⅲ (follow up)	-20.0	6ヵ月前 E.T.H. 6000%
	56		-8.0 +12.0 +10.0	

■；瘢痕組織

た。

患者は子宮癌根治手術後および放射線治療後で、直腸診にて子宮旁結合織、膈旁結合織に抵抗のある24例について測定した。そのうち17例は表6のごとく全例が正電位を示し、臨床的経過や膈断端の組織診、細胞診などにより正診であることが認められた。表7は負電位を示した7例であ

り、そのうち2例は臨床的経過、腔断端の組織診または細胞診で、2例はSilvermann針でneedle biopsyを行ない、それぞれ癌組織を確認した。他の3例は一部負電位を示した部位があつたが癌を証明していないのでfollow up中である。

なお、人体測定の際の測定時間は一人平均約20分位で、終了後タンポンを挿入し、直ちに帰宅できた。現在まで、測定中に異常な疼痛、出血、損傷、副作用を訴えたものは1例もなく、また後日に感染を併発したものも皆無であつた。

考 案

A. 測定器具について：生体組織の電位は微小直流電位である。従来、直流電位の測定ほど困難なものはなく、そのためにこの分野の研究は数少なく、未解決の問題が多かつた。しかるに、現在電子管技術の発達によつて、直流に対し高増幅、高入力抵抗の測定器の製作が可能となり、生体の電位変化をきわめてわずかの電流で測定することができるようになった。そのために導出電極を流れる電流が少なくてすむため電極に起る分極は僅少となり、その影響はほとんど無視できるようになつた⁶⁾。また一方、測定器が高入力抵抗のため導出電極の抵抗も高めることができたので、針のように表面積の小さい電極の使用も可能になつた。しかしながら、一方生体に面積の小さい分極電極を用いたり、入力抵抗の高い測定器を使用すれば雑音の影響が大きくなる欠点がある。この雑音は電極と組織の接触部で組織が動揺すると発生するもので、この生体電気と雑音比をよくするためには、不分極電極を用いたり、電極と生体組織との接触をよくしたり、導出電極の抵抗に適應した入力抵抗をもつ前置増幅器を選択することによつて解決される⁷⁾。

そこで筆者は電極をあらかじめ電極抵抗測定器で測定し10~40 K Ω の低い抵抗の電極を選び、生体測定には同一種類でできるだけ同一抵抗の電極を使用した。また腹部電極には、生理食塩水を含ませたスポンジを下腹部に密着させて電極面積を大きくした。こうすることによつて、導出電極自体の見かけ上の分極は小さくなり、同時に皮膚の

電気抵抗も小さくなるので、生体分極も少なくなり生体からの小さい電流も容易に導出することができた。このようにして、分極電極でもできるだけ不分極性に近づけるため改良分極電極を作り、測定に際しても雑音や分極の生成もできるだけ排除するように努力した。

B. 人体の静止電位測定について：Langman, Burr³⁾は真空管ブリッジ方式の測定器と不分極電極を組み合わせて子宮および付属器の癌患者の静止電位を測定した。腹部電極には塩化銀円板に生理食塩水を含ませたガーゼを密着させ、子宮腔部には生理食塩水を含んだ素焼筒を密着させて両極間の電位差を測定した。電極を両側にあてると指針は左右にふれなかなか安定せず、安定するまでに15~20分を要した。測定は癌患者75人を行ない、そのうち74人が明確に患部が前腹壁に対して負電位を示した。75人の癌患者のうち子宮頸癌61人、子宮体癌7人、卵巣癌6人、膀胱癌1人であつた。対照として非癌の353人の患者では、腔部が前腹壁に対して289人(81.9%)が正電位を示し、残りの64人(18.1%)が負電位を示した。その理由は不明で、負電位を示した64人のうち何%かは、近年癌になり得る要素を秘めているのではないかと説明している。また、Burr, Musselman⁹⁾等は子宮頸部が推定された排卵時の間は負電位に傾き、さらに、月経の終了頃にも時々負電位になると述べている。Parsons¹⁰⁾等は甘汞電極で、婦人の腔の電位を測定して典型的な排卵変動を見出し、この電位から排卵時期を確定し、不妊に対する治療を行ない、かなりの効果をあげている。この電位の変動は、腔粘膜上皮のエストロゲンの増減と相関関係があり、月経周期のエストロゲンの排出量と腔上皮粘膜の電位差との関係について検討している。

しかしながら筆者の電極は針電極であり、接触部位の組織の電位そのものであるため、月経周期による変動の影響は少なく、むしろ局所の変化に左右されると考えられる。表5に示すように、臨床的にいわゆる早期癌の場合は肉眼的に子宮腔部ビランとの鑑別は困難であり、コルポスコピー

で異常所見の部位を確認しておき、電極でその部位を「ねらい穿し」を行ない、負電位を示した部位から組織を採取した。さらに、電極の精度を確かめる目的で、同一電極で非癌部を数箇所穿刺して正電位になることを確かめ、その部位から組織を採取して非癌であることを確認した。この結果、初期の癌性変化の方がむしろ忠実に反応することが判つたので病変部の早期診断が容易である。

C. 再発癌の診断について：Wennemann¹¹⁾等は子宮癌根治手術後または放射線治療後の患者30例に Predonisolon および抗生剤を使用して癒痕の変化を観察することにより、25例（癌13、炎症または fibrosis 12）を鑑別することができた。また、Kratochwil¹²⁾等は、術後および放射線治療後に癒痕を有する患者40例に、Silvermann 針を用いて60回 needlebiopsy を行ない、癌12例、fibrosis 8例その他を鑑別できたという。しかしながら、上述の方法は診断に多くの日数を要したり、尿管や血管を損傷するおそれがある。筆者の測定方法によれば次のような利点がある。すなわち、a) 骨盤内の深部に穿刺可能である、b) 診断に時間を費さない、c) 早期の癌性変化が忠実に反応する、d) 患部の侵襲が皆無である、e) 疼痛や出血は軽微で副作用がない、等である。しかし他方、a) 性質の全く同一の電極の作成が非常に困難である、b) 組織診でも同様であるが直接癌組織に接触しなければ判定が逆転する、c) 進行した癌の時に負電位を示さないことがある…という欠点もあるが、早期再発癌の診断に応用し得る価値があると考えられる。

むすび

筆者は不分極電極との長短を相い補つた改良分極電極を開発し、これと高入力抵抗の直流増幅器と組み合わせて癌の診断を行なうべく生体組織の電位測定を試みて、次の結果を得た。

A. この測定装置により動物ならびに生体の非癌および癌組織について電位測定を行なつた結果、非癌の場合は正電位に、癌の場合は負電位になることを確認した。非癌は37例、104回測定し、35例、92回が正電位を示し、正診率はそれぞ

れ94.6%、88.4%であつた。負電位を示したものは5例、12回であり、これらのうち3例はいずれもある部位において負電位を示したものであり、その部位からの組織診断でそれぞれ、頸管ポリープ、子宮内膜増殖症、アデノミオージスであり、残りの2例は正常の組織像であつた。これらを含めた非癌の誤診率はそれぞれ13.5%、11.6%であつた。

また、子宮癌患者21例に対し明らかに癌組織と思われる部分には57回穿刺して測定した。その結果、16例、43回が負電位を示し、正診率はそれぞれ76.2%、75.4%であつた。正電位または0を示したものは5例、14回でそのうち3例、7回はいずれも癌組織の壊死、炎症がきわめて著明な例であり、これらを除外するとそれぞれ、88.8%、86.0%の正診率を示した。

B. 子宮癌根治手術後および放射線治療法術後における骨盤内癌浸潤の診断に、この測定方法を応用し、直腸診にて子宮旁結合織、腔旁結合織に抵抗のある24例について測定した。その結果、17例はいずれも正電位を示し、臨床経過、その他の所見から正診であることが認められた。負電位を示したものは7例で、そのうち4例は組織検査で癌を証明しているが、残り3例は癌を証明していないので follow up 中である。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師九嶋勝司教授に深甚の謝意を表します。また終始御指導御鞭撻を戴いた当教室野田起一郎講師、並びに御協力を下さつた一條元彦講師初め教室員各位に心から謝意を表します。尚、文献、資料の御便宜を戴きました東北大学抗酸菌研究所佐藤春郎教授、同教室員各位に深く感謝致します。又、測定器の便宜を恵与せられたコロナ電気KK柳生勉氏に謝意を表します。

尚、本論文の要旨は第4回日本癌治療学会総会に於て発表した。

文 献

- 1) Burr, H.S. and Hamett, F.S.: (1939) Growth, 3: 211. —2) Burr, H.S.: (1942) Yale J. Biol. & Med., 14: 581. —3) Langman, L. and Burr, H.S.: (1949) Amer. J. Obst. & Gynec., 57: 273. —4) 本川弘一: (1953) 医学生物学電氣的実験法, 3版: 37, 南山堂, 東京. —5) 佐藤春郎: (1961) 癌と

臨床, 7:11:629. —6) *Sato, H. Kawasima, Y. Kanno, K. Munakata, H. Saito, T.*: (1958) *Fukushima J. Med. Sci.*, 5:3:155. —7) 本間三郎, 渡辺士郎: (1963) 医学用電子と生体工学, 1:220. —8) 宮脇一男, 高橋隆: (1965) 計測と制御, 4:151. —9) *Burr, H.S. and Musselman, L.K.*: (1937) *Science*, 86:312. —10) *Parsons, L. Whit-*

taker, J.O. and Lemon, H.M.: (1960) *Amer. J. Obst. & Gynec.*, 79:736. —11) *Wennemann, J. und Hütter, K.A.*: (1960) *Geburtsh. u. Frauenhk.*, 20:925. —12) *Kratochwil, A. Schüller, E.*: (1962) *Geburtsh. u. Frauenhk.*, 22:1413.

(No. 2194 昭43・12・2 受付)