

下空静脈結紮術に関する実験的研究

第 2 編

放射性同位元素による下肢末梢循環について

岡山大学医学部砂田外科教室 (主任: 砂田輝武教授)

副 手 本 吉 正 晴

〔昭和33年4月22日受稿〕

目 次

第1章 諸 言

第2章 実験方法

第3章 実験成績

第1節 基礎実験

第2節 下空静脈結紮術の末梢循環に及ぼす影響

1. 筋循環について
2. 皮下循環について
3. 皮膚循環について

第1章 結 言

下空静脈結紮術後の続発症である浮腫、潰瘍等は末梢循環と深い関連がある。さきに私は本手術が循環系に及ぼす影響と、副行路形成の過程などを観察したが、末梢循環については窺い得なかつた。

従来、末梢循環の研究には、皮膚温測定やプレチスモグラフなどが用いられてきたが、これらは皮膚面より深部の状態については知り難いという限界がある。

最近、放射性同位元素が生物学の研究に広く用いられるようになり、末梢循環の診断にも新しい分野が拓けてきた。

放射性同位元素をトレーサーとした循環の研究法としては、Smith & Quimby (1944)¹⁾ による build up 法と、Kety (1948, 1949)²⁾ が始め、McGirr, Reese 等により展開された local clearance 法とがある。build up 法は循環時間の測定等に用いられるが、放射能の濃度が平衡するまでに長い時間を要するため、末梢循環に生じた変化を即刻に診断することはできない。これに反し、Kety による local clearance 法では、末梢循環に生じた変動、たとえば手術、薬剤などによる影響を即座に診断評価する

第3節 下空静脈結紮直後に行つた末梢循環の改善法

1. 腰部交感神経遮断
2. 末梢血管拡張剤

第4節 股静脈結紮その他

1. 股静脈結紮
2. 下空静脈と腹部大動脈同時結紮

第4章 総括並びに考按

第5章 結 論

ことができる。また筋肉、皮膚など、およそ任意組織の局所循環を探索することができるものである。

私はこの local clearance 法を用いて、下空静脈結紮術が下肢末梢循環に及ぼす影響を調べるとともに、結紮術直後に用いた腰部交感神経遮断、末梢血管拡張剤などの治療効果について研究し、いささか成績を得たので報告する。

第2章 実験方法

体重2~3kgの家兎35匹を用いた。

下空静脈結紮は開腹後、5号絹糸で、腎静脈の下部を単純結紮した。腹部大動脈結紮は静脈結紮部とはほぼ同じ高さを絹糸で結紮した。股静脈も絹糸により単純結紮した。

腰部交感神経遮断法: 下空静脈結紮後、腹腔内より1%プロカイン15~20ccを腰椎の両側後腹膜下に広く注入し、浸潤麻酔を行つた。

末梢血管拡張剤注射: Benzyl-imidazoline (Prisco) の邦製品イミダリン (山之内製薬) 1cc(20mg) を耳翼静脈より静注した。本剤の末梢血管拡張作用は注射後5分で始まり、10~20分後に最強となるといわれるので、静注後5分してP³²を注射した。

Local clearance 法:

家兎を固定後、1側下肢腓腹筋部を剃毛し、皮膚に印をつけて注射部位とした。

放射性同位元素は P^{32} (Oak Ridge National Laboratory) を用い、これを5%糖液に溶解したもの0.1cc (1~5 μ c) を印の部より約0.5cmの深さに筋注射する。注射後ただちに注射部位に Geiger Müller counter (以下 GM 管と略す) を当てて固定し、カウント測定を行う。この際、注射部以外からの放射能を防ぐため GM 管を鉛で包覆しておく。鉛の遮蔽装置は森¹⁷⁾ のを模した。

カウント測定は1~2分間隔で行い、30秒間カウントを半対数表にプロットする。カウントの対数を縦軸に時間を横軸にとり、実点を結ぶ可及的直線をもとめる(減衰曲線 disappearance curve)。半減時間 half time は局所の放射能が $1/2$ となるに要する時間であるが、本実験では P^{32} の注射後5分を基点として算出した。

Clearance Konstant ("K" と略す) は減衰曲線

の傾斜を規定するもので、Kety によれば

$$K = \frac{\log C_1 - \log C_2}{0.4343(T_2 - T_1)} \quad \text{但し } C_1, C_2 \text{ は測定時 } T_1, T_2 \text{ の1分間カウント}$$

であるが、半減時間より算出した。

$$K = \frac{0.693}{T_{1/2}} \quad \text{--- Wishan, Yellow \& Freund (1951)}$$

減衰曲線を正確に得るため本実験では30秒間のカウントを用い、測定間隔を短くした。

減衰曲線、半減時間は P^{32} 注射後5~20分までの成績を主体とした。

皮下注射、皮内注射もそれぞれ前述の筋肉注射の場合と同様にした。実験はほぼ室温下に行つた。

第3章 実験成績

第1節 基礎実験

正常家兎について行つた(表1, 図1, 2)。筋注射した P^{32} のカウントの対数を縦軸に、経過時間を横軸にとりプロットすると図1のごとく、放射能は

表1 正常家兎(P^{32} , 筋, 皮下, 皮内注)

	注射後(分)								半減時間	K 値
	5~7	10~12	15~17	20~22	25~27	30~32	35~37			
No. 3 筋	4210	2520	1610	1200	935	720	650		7.5分	0.0924
No. 5 筋	2217	1425	963	672	506	423	375		8分	0.0875
No. 7 筋	8810	6030	4210	2840	2270	1860	1620		9分	0.0770
No. 11 筋	5253	3853	2927	2212	1711	1498	1396		11.5分	0.0602
No. 61 筋	5250	3320	2430	1840	1270	1020	964		9.5分	0.0729
No. 62 筋	6100	4560	3410	2550	1920	1470	1350		12分	0.0577
No. 63 筋	2097	1422	971		527		376		8分	0.0875
No. 9 皮下	6820	5650	4210	3850	3180	2710	2400		17.5分	0.0395
No. 20 皮下	315	264	216	171	143	121	109		18分	0.0393
No. 8 皮内	3590	3010	2550	2230	1900	1780	1610		22分	0.0315
No. 10 皮内	1013	768	708	596	508	420	407		20分	0.0346
No. 21 皮内	916	768	682	542	472	418	380		21分	0.0330
No. 65 皮内	1245	1040	852	710		518			17分	0.0409

はじめ正しい指数函数的遷滅を示し、次第に軽い曲線的遷滅となる。

正常家兎の筋肉内注射の半減時間(以下" $T_{1/2}$ "と略す)は7.5~12分、平均9分である。

Clearance Konstant (以下" K "と略す)は0.0577~0.0924、平均0.0743である。

皮下注射では $T_{1/2}$ 18分前後、 K 値約0.039であり、筋肉に比べ減衰速度はかなり遅い。注射後5分間までの減衰速度は大であるが、これは拡散とか接触圧迫などの物理的因子によるものと思われる。

皮内注射は皮下注射とあまり差異がなく、幾分減衰速度が遅い。 $T_{1/2}$ 20分、 K 値は0.0315~0.0330で

図1 筋注時の減衰曲線 (正常家兎)

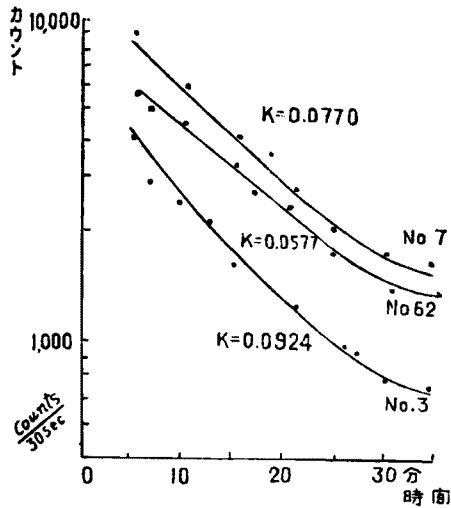
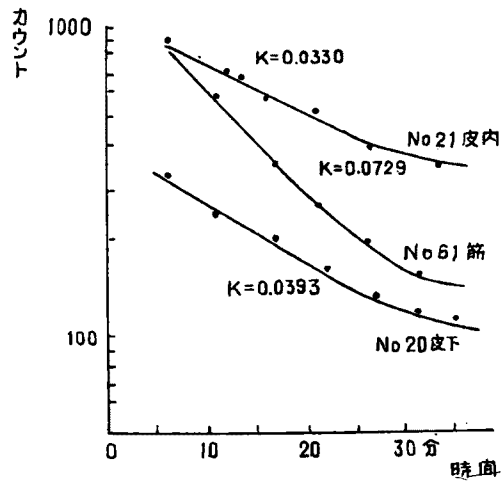


図2 減衰曲線の部位別比較 (正常兎)



あつた。No. 65のT_{1/2}は17分で皮下の場合と同値を示している。家兎の皮膚は極めて薄く、注射時にP³²が幾らか皮下に漏れたためかも知れない。

減衰速度は筋肉、皮下、皮内の順に速やかである。減衰曲線で示すと図2のごとくで筋肉が最も強い斜傾を示すが皮下、皮内はあまり差を認めない。

正常家兎による基礎実験よりみて、皮下、皮内注

射によるものは半減時間が長く、かつ物理作用が加わり易いので、末梢循環の評価には主として筋肉内注射を用いた。

第2節 下空静脈結紮術の末梢循環に及ぼす影響

1) 筋循環

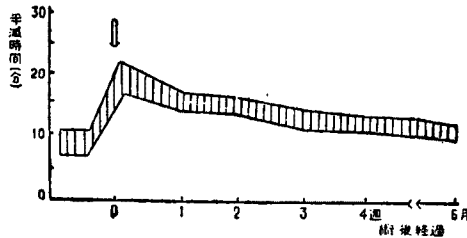
P³²を筋肉内に注射したものである(表2, 図

表2 下空静脈結紮(P³²筋注)

	注射後(分)								半減時間	K 値
	1~3	5~7	10~12	15~17	20~22	25~27	30~32	35~37		
No. 14 術直後	552	464	380	344	301	255	241	230	24分	0.0247
No. 15 " 直後	2350	1630	1420	1190	1010	860	720	690	17分	0.0409
No. 17 " 直後	4520	3250	2740	2360	1710	1620	1220	990	20分	0.0346
No. 53 " 直後	364	307	257		184			1460	22分	0.0315
No. 16 術後1週		740	610	560	490	340	290	240	15分	0.0462
No. 18 " 1週	2620		1210	1040	840		650	560	17.5分	0.0395
No. 19 " 2週		1502	1206	1001	804	706	625	580	16分	0.0433
No. 22 " 2週	608	544	405	329	270	229	200	194	14.5分	0.0471
No. 12 " 3週		1670	1290	980	722	600	520		12分	0.0577
No. 56 " 3週	217	145	112	88	66	56	61	47	14分	0.0495
No. 26 " 4週		1320	916	764	764	544	433	376	12分	0.0577
No. 33 " 4週		946	701	514	387	352	542	536	13分	0.0533
No. 48 " 6ヶ月		864	682	495	384	321	272	263	12分	0.0577
No. 50 " 6ヶ月		1720	1200	870	680		440	420	10分	0.0693

3). 筋循環は結紮術直後は著しい障害をうけるが、次第に恢復してゆく。

図3 下空静脈結紮後の筋循環



術前はT $\frac{1}{2}$ 9分, K値0.0743であつたものが、結紮術直後にはNo. 15, 17, 53に見るごとく、T $\frac{1}{2}$ は17~22分、(平均20分)、K値0.0315~0.0409(平均0.0346)となり減衰速度は著明に減少している。No. 14は術後1時間のものであるが、T $\frac{1}{2}$ は24

分であつた。これはP 32 が筋肉内に深く入り過ぎたためかも知れない。

時間の経過につれ、K値は次第に増加し、筋循環は恢復してゆく。すなわち術後1週では0.0395~0.0462, 2週では0.0433~0.0471となり、それ以後は大体0.0495~0.0577(T $\frac{1}{2}$ 12~14分)の範囲内にある。

6ヶ月後のものではT $\frac{1}{2}$ 10~12分, K値0.0577~0.0693で術前値とあまり差がない。

結紮術後の経過を半減時間で示すと図3のごとくで、筋循環は結紮術直後に著しく障害されるが、次第に正常値に近くまで復帰してゆく。

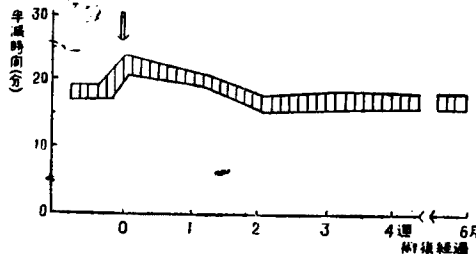
2) 皮下循環

P 32 を皮下1注射したものである(表3, 図4)。術前のT $\frac{1}{2}$ 約17分K値0.0394であつたものが結紮直後では20~23分, 0.0346~0.0301となる。術直

表3 下空静脈結紮(P 32 皮下注)

	注射後(分)								半減時間	K 値
	1~3	5~7	10~12	15~17	20~22	25~27	30~32	35~37		
No. 23 術直後	4620	4240	3170	2860	2530	2360	1940	1810	23 分	0.0301
No. 24 " 直後			1871		1264	1082		822	20 分	0.0346
No. 25 術後1週	11440		8380		5310		4020	3750	19 分	0.0364
No. 28 " 1週			642	450	390	375	347		22 分	0.0315
No. 31 " 2週		2480	2160		1120	940	760	690	16 分	0.0433
No. 32 " 3週		684	542	415		290	267		16 分	0.0433
No. 58 " 3週		2910	2540	2260	3110	1620	1420		18 分	0.0393
No. 34 " 4週	3250	2330	1730	1240	1040	930	750		15 分	0.0462
No. 42 " 4週		1740	1380		850		804	762	18 分	0.0393
No. 51 " 6ヶ月	109	91	64	58	45		36		15 分	0.0462

図4 下空静脈結紮後の皮下循環



後の循環障害は筋肉程著明でない。2週間頃から皮下の減衰速度は術前のものより反つて早くなるものがある(No. 31)。その後は術前値と同等か、または

わづかに早くなつている。4週目のNo. 34, 6ヶ月のNo. 51はT $\frac{1}{2}$ 15分, K値0.0462で術前より減衰速度が早い。No. 58, No. 42は術前と同様である。基礎実験で述べたごとく、皮下循環の評価は困難である。すなわち術直後には僅かな障害をうけるが、2週間以後はかえつて幾分循環が促進される傾向があると思われる。

半減時間より術後経過をみても(図4), 皮下循環は易動揺性である。

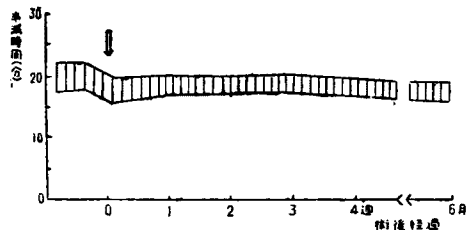
3) 皮膚循環

皮内にP 32 を注射したものである(表4, 図5)。結紮術による影響は少く、直接的でない。術前のT $\frac{1}{2}$ 20分, K値0.0346のものが、術直後には

表4 下空静脈 (P³²皮内注)

	注射後 (分)								半減時間	K 値
	1~3	5~7	10~12	15~17	20~22	25~27	30~32	35~37		
No. 46 術直後		125	100	77	62	55	45		16 分	0.0433
No. 54 " 直後	2210	1840	1650	1340	1100	1030	820	610	19 分	0.0346
No. 44 術後1週		1200	1011	803	660	545	469		17.5分	0.0395
No. 47 " 1週		803	689		516	435			22 分	0.0315
No. 45 " 2週		1030	835	650	560	470	440	410	17 分	0.0409
No. 55 " 2週	940	820	690	550	490	430	350	320	20 分	0.0346
No. 57 " 3週		5190	4800	3990	3240	2900	2450	2200	20 分	0.0346
No. 62 " 3週		1725	1400	1230	980	840	780	710	18 分	0.0393
No. 35 " 4週		3420	2770	2320	1870	1590	1320	1280	19 分	0.0364
No. 49 " 6ヶ月		2468	2315	2764	2105	1872	1950		15.5分	0.0447
No. 52 " 6ヶ月	1731	1382	1036	865	603	564	342		18 分	0.0393

図5 下空静脈結紮後の皮膚循環



No. 46, No. 54 のごとく $T_{\frac{1}{2}}$ は 16~19分, K 値 0.0433~0.0364 となり, 皮膚循環はわずかに促進されている。術後1週間より後の循環は, 術前値と同様か, あるいは少しく良好である。すなわち, 1週から4週までは, 1週目の No. 47 が $T_{\frac{1}{2}}$ 22分であつたほか, すべて $T_{\frac{1}{2}}$ は 17~20分であつた。半減時間より術後の変化をみると図5のごとく, 筋循環の場合と異なつた変動を呈している。

第3節 下空静脈結紮術後に行つた末梢循環の改善法

結紮直後に末梢循環の改善法を行い, その治療効果を, P³² の筋内注射による筋循環より検討した。

1) 腰部交感神経遮断

単に結紮術のみを行つたものの直後の筋循環では, $T_{\frac{1}{2}}$ 約20分, K 値 0.0346 であるが, 神経遮断を行つたものでは $T_{\frac{1}{2}}$ 15.5~17分, K 値 0.0409~0.0449 となり, 筋循環は明らかに改善された (表5 I, 図6)。No. 29 は二度神経遮断を行つた。すなわち初回には, P³² 注射後20分までの $T_{\frac{1}{2}}$ が約20分であり,

神経遮断の効果を認めなかつたので再遮断を行い, 反対脚で clearance を測ると, $T_{\frac{1}{2}}$ 17分, K 値 0.0409 となつた。

神経遮断後の循環は, 術後1, 2週間のものに相当する。

2) 末梢血管拡張剤

結紮直後にイミダリンを静注し, 筋循環を測つたものである (表5 II, 図7)。

成績は腰部交感神経遮断の場合とほぼ同じであり, $T_{\frac{1}{2}}$ 14~16分, K 値 0.0433~0.0495 であつた。これは術後2, 3週間の筋循環に相当し, 図7にみるごとく, 単に結紮術のみを行つたものに比し, 明らかに循環の改善を認めた。

図6 交感神経遮断

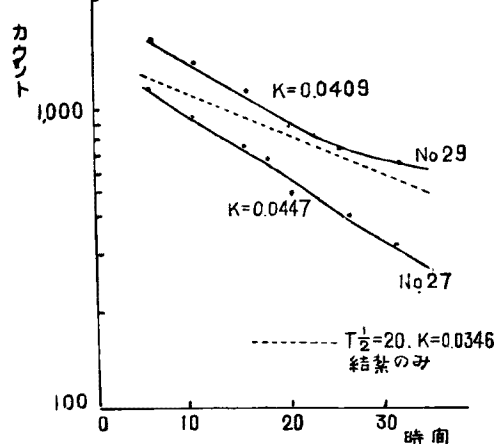
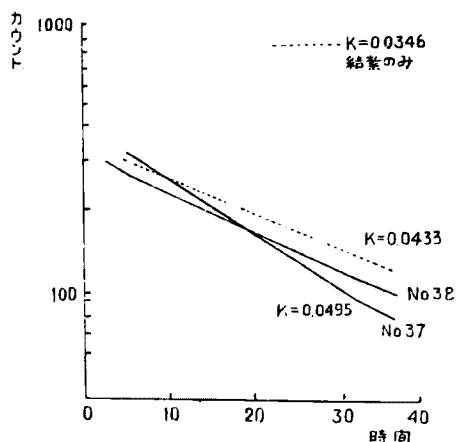


表5 末梢循環改善法その他 (P³²筋注)

		注射後(分)							半減時間	K値
		5~7	10~12	15~17	20~22	25~27	30~32	35~37		
I	No. 27 交感神経遮断	1027	840	685	520	406	328	242	15.5分	0.0447
	No. 29 交感神経遮断	1432	1232	1020	800	650	600		17分	0.0409
	No. 30 交感神経遮断	514	420	350	280	230	180	170	17分	0.0409
II	No. 36 イミダリン注射	3350	2700	2200	1800	1500	1350		16分	0.0433
	No. 37 イミダリン注射	336	244	186	158	112	98	76	14分	0.0495
	No. 38 イミダリン注射	276	218	189	152	125	115		16分	0.0433
III	No. 59 股静脈結紮	335			173	140			14分	0.0433
	No. 60 股静脈結紮	3210	2650		1810		1240	1030	16分	0.0433
	No. 64 股静脈結紮	608	492	377	297	246	225		15分	0.0462
IV	No. 40 動静脈同時結紮	2829	2718	2591		2393		2329		
	No. 41 動静脈同時結紮	2332	2056	1925	1807	1642	1323	1302	約45分	0.0154
	No. 43 動静脈同時結紮	826	740	719	687					

図7 イミダリン静注



第4節 股静脈結紮術その他

1) 股静脈結紮

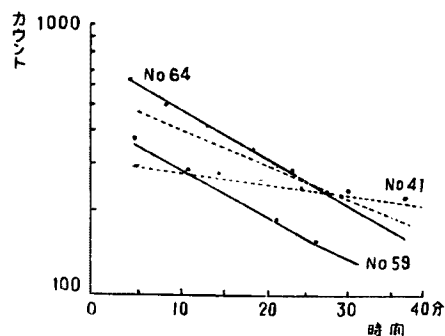
股静脈結紮直後の筋循環について行い、下空静脈結紮直後のものと比較した(表5Ⅲ, 図8)。

下空静脈結紮ではT_{1/2}約20分, K値0.0346であるが, 股静脈結紮ではT_{1/2}14~16分, K値0.0433~0.0462であった。

このK値は下空静脈結紮後2, 3週間の筋循環と等しい。

2) 下空静脈, 腹部大動脈同時結紮結紮術直後の筋循環について行つた(表5Ⅳ, 図8)。P³²注射位の放射能の減衰はほとんど無く, 減衰曲線は水平

図8 股静脈結紮, 動静脈同時結紮



位となり, 半減時間も得られない。

兎3匹に行つたが, 2匹は24時間内に死亡し, 1匹は術後4日目に死亡した。No. 41は術後3日に測定したものであり, T_{1/2}約45分, K値0.0154と推定された。図8の割線がそれであるが, 兎の後肢は萎縮し, 極度に冷めたく, 下腹部の皮膚静脈は著明に怒張していたが, 浮腫, 壊死などは認めなかつた。

第4章 総括並びに考按

Kety (1948, 1949)⁵⁾ が始めた local clearance 法は, 任意組織における効果的循環 effective circulation を量的に評価し得るものといわれている。組織の clearance は多くの因子により影響されるのであるが, その理論については Kety⁵⁾, Mc Girr (1952)¹²⁾ が詳述しているので省略する⁸⁾¹⁶⁾。

本実験では Na^{24} にかわり P^{32} を用いたが、本質的には Kety 法と変わりなく、筋、皮下、皮内における循環効果について評価できたと考えている。

下空静脈結紮術後の末梢循環に関する研究はあまり見当らず、また clearance 法を用いた結紮術の実験的研究も見うけない。しかし、末梢血管性疾病の研究に clearance 法を用いたものは Mufson, Quimby (1948)⁹⁾, Elkin (1948)³⁾, Cooper (1949)¹⁾, Semple (1951)¹⁴⁾, Reese (1951)¹²⁾, Mc Girr (1952)⁷⁾ 等の報告がある。

森¹⁷⁾ は正常家兎について、 P^{32} の減衰速度は筋、皮下、皮内の順で、半減時間はそれぞれ、8.5分、14分、22.5分と述べている。

正常人の腓腹筋のK値は0.040 (0.018~0.076)¹²⁾ で個体差が多いといわれている。K値は末梢血行に障害があるとき減少し、運動、興奮などに増加するものである。

Reese (1951)¹²⁾ は肺塞栓症のため下空静脈結紮術を行った1患者の腓腹筋に clearance 法を用い、K値は術前は左右でそれぞれ0.039, 0.046のものが術後0.021, 0.032に減少したと述べている。この例では術前すでにK値が低い、結紮術そのものによる影は少ない。

本実験では、下空静脈結紮術直後の筋のK値は著明に減少を示したが、術後1~2週間でK値は大部分恢復した。本手術による影響は術直後が著明で、時間の経過につれ次第に恢復に向うことは、第1編の静脈圧等の変化と同様である。

筋循環は結紮術により障害を受けているにかかわらず、皮膚循環はかえつて循環効果の促進を示した。術後経過を半減時間より図示すると、筋と皮内とではやや異なつた変動を認める。勿論、皮膚の循環促進はわづかであるし、皮下循環も術後ある期間の後には循環効果がわづか促進されている。

Reese (1952)¹³⁾ は下肢の血流には局所偏位 local shifting が行われ、筋肉と皮膚、または筋群間に起ると述べている。彼は皮膚循環を指趾の皮膚温度でしらべ、筋循環は Na^{24} を腓腹筋に注射した local clearance 法で測つた。Priscoline や直接加温等は皮膚温を上昇しますが、筋のK値はかえつて減少すると述べている。

また Friedlander (1940)⁴⁾ は皮膚温度と筋肉内温度を同時に測定し、交感神経麻酔、腰椎麻酔等は皮膚温は上昇しますが、筋温は低下する。下肢の皮膚と筋肉の循環は別個に調節されると結論している。

これらのことは、間歇性跛行の治療の際に起る貸借現象 "borrowing and lending phenomenon" Haematokinesis として古くから知られている²⁾。

下空静脈結紮術により筋循環が低下するのに皮膚循環が促進されるということは、血流の局所偏位とか Friedlander⁴⁾ の説によつて解釈できなくもないが、つぎのごとく考えている。下空静脈結紮により、その支配下にある筋群は循環機能が低下し鬱血するためK値が減少する。皮膚は下空静脈結紮による直接の影響を受けず、筋が蒙つた循環障害の代償作用として皮膚は新陳代謝、循環の機能が亢進するためK値が増大するのであろう。

下空静脈結紮により筋循環の低下をみるが、皮下、皮膚循環はそれに伴わず、微妙な態度を示している。術後浮腫の発生は皮下、皮膚循環と関連するものかも知れない。

股静脈結紮後の筋循環は、下空静脈結紮のものより良好である。Reese (1951)¹²⁾ は表在性股静脈結紮などの際、K値はほとんど正常値であると述べている。O'Neil (1945) は股静脈結紮の際は、下空静脈結紮術後よりも浮腫が多いと述べているが、筋循環の面よりみれば、股静脈結紮の方が下肢への影響は軽度であつた。

静脈結紮により末梢静脈の鬱血を招くが、この際、動脈性流入を抑制し、動静脈の平衡を計るため動、静脈同時結紮を行つたところ、循環効果は極度に悪化し、Laurence & Dodds (1955)⁶⁾ の報告とあまり異ならなかつた。

臨床上下空静脈結紮術を行う場合、でき得る限り、手術による循環障害を緩和しなければならない。

次に末梢循環の改善法として、物理的、薬物的、外科的に大別できる多くの方法が行われてきた¹¹⁾。

Oschner (1947)¹⁰⁾ は静脈血栓症の治療に、プロカインによる交感神経遮断法を推奨し、血管痙攣を除き、疼痛を軽減すると述べている。

前編に記載した Thebaut, Shea, Veal 等は下空静脈結紮術に交感神経切除、遮断法などを併用しているが、その効果については諸説がある。

本実験では下空静脈結紮と同時に付た腰部交感神経遮断の効果を確認できた。Reese¹³⁾ や Friedlander⁴⁾ は、交感神経遮断や脊椎麻酔、Priscolinなどは皮膚血流のみを増大し、筋循環はかえつて減少すると述べているが、本実験成績では、腰部交感神経遮断やイミダリンが、下空静脈結紮直後の筋循環を明らかに改善することを証明した。

故にこれらの方法は一応試みて有益なものと思われる。その作用の機序については明らかでないが、あるいわ術後の血管攣縮を緩和するのではないかと考えている。

第5章 結 論

家兎の筋、皮下、皮内に P₃₂ を注射し、local clearance 法により、下空静脈結紮術後の筋、皮下、皮膚循環の変動を追求した。

1. 筋循環は下空静脈結紮術直後に最も著明な障害を受けるが、術後2週間頃より正常に近く恢復する。

2. 皮下循環、皮膚循環は下空静脈結紮術の影響が軽度で、筋循環の変化と平行しない。

3. 皮膚循環は下空静脈結紮術後かえつて促進される傾向がある。

4. 股静脈結紮後の筋循環は、下空静脈結紮術に比べ良好である。

5. 腰部交感神経遮断、イミダリンなどは下空静脈結紮術直後の筋循環を改善し、その治療効果を確認した。

稿を終るにあたり、御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師津田誠次前教授並びに砂田輝武教授、稲田潔助教授に深謝します。

(本論文の要旨は第67回岡山医学会総会に発表した。)

文 献

- 1) Cooper, F. W. et al.: Surg. Gynec. & Obst., **88**, 711, 1949.
- 2) De Bakey, M. E. et al.: Ann. Surg. **126**, 850, 1947.
- 3) Elkin, D. L. et al.: Surg., Gynec. & Obst. **87**, 1, 1948.
- 4) Friedlander, M. et al.: Am. J. Med. Sci. **199**, 657, 1940.
- 5) Kety, S. S.: Am. Heart. J. **38**, 321, 1949.
- 6) Lawrence, W. Jr. & Dodds, M. E.: Surg. **38**, 333, 1955.
- 7) Mc Girr, E. M.: Brit. Med. Bull. **8**, 1952.
- 8) Miller, H. & Wilson, G. M.: Brit. Med. Bull. **8**, 192, 1952.
- 9) Mufson, I., Quimby, E. D. et al.: Am. J. Med. **4**, 73, 1948.
- 10) Ochsner, A.: Surg., Gynec. & Obst. **84**, 659, 1947.
- 11) Reich, N. E.: Med. Times. **77**, 29, 1949.
- 12) Reese, H. L. et al.: Surg., Gynec. & Obst. **92**, 751, 1951.
- 13) Reese, H. L. et al.: J. A. M. A. **149**, 821, 1952.
- 14) Semple, R. et al.: Am. Heart. J. **41**, 803, 1951.
- 15) Smith, B. C. & Quimby, E. H.: Surg., Gynec. & Obst. **79**, 142, 1944.
- 16) Stone, P. W. & Miller, W. B.: Proceed. Society. Experiment. Biology. Med., **71**, 529, 1949.
- 17) 森茂男: 日大医学雑誌, **14**, 279, 昭30.

Experimental Studies on Ligation of Inferior Vena Cava.

II. Studies of Peripheral Circulation by Means of Radioisotope P³²

By

Masaharu Motoyoshi, M. D.

Dept. of Surgery, Okayama University Medical School
(Director: Prof. Terutake Sunada, M. D.)

Radioisotope P³² was injected intramuscularly, subcutaneously, and intracutaneously on the lower leg of rabbit before and after ligation of inferior vena cava. Muscle, subcutaneous, and skin circulations were calculated by local clearance method (Kety) in each case. The following results were obtained.

- 1) Muscle circulation is markedly impeded immediately after ligation and is restored to normal two or three weeks later with gradual improvement.
 - 2) Subcutaneous and skin circulation are not correlated to muscle circulation following ligation.
 - 3) Skin circulation is accelerated after ligation.
 - 4) Lumbar sympathetic blockade and injection of Imidalin improved muscle circulation following ligation.
 - 5) Influence of ligation of femoral vein on muscle circulation is less than that in the case of inferior vena cava.
-