

心 臓 外 科 と 心 電 図

第 3 編

人為低血圧麻酔時の心電図について（実験的研究）

岡山大学医学部津田外科教室（主任：津田誠次教授）

副 手 河 西 正 充

（昭和32年2月19日受稿）

第1章 緒 言

手術時出血軽減の試みは近年とみに盛んとなり、Gardner (1946)¹⁾ は頭部手術に際し、動脈切開による大量脱血により低血圧を得、Griffiths (1948)²⁾ は高位脊椎麻酔により低血圧を得ているが、1948年 Paton 及び Zaimis³⁾ が一連の Methonium 塩を盛んに紹介し、その一つである Pentamethonium, Hexamethonium の薬理作用が解明され、1950年英国の Enderby⁴⁾ により始めて外科的に応用された。以来、Davison⁵⁾, Houghes⁶⁾, Lewis⁷⁾ 等の報告があり、わが国においても新たに着目され、菅原、羽石⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾, 清水¹¹⁾, 宮本¹²⁾, 大谷¹³⁾ 等の報告をみるようになり、ここ数年来 Methonium 塩を用いた人為低血圧下の病態生理学的研究及びその外科的応用が盛んとなり、第1回日本麻酔学会総会（昭29）には多数の報告¹⁴⁾があり、又第55回日本外科学会（昭30）の共同研究の課題ともなった。

Methonium 塩の作用機転は、Paton³⁾ によると自律神経の節前シナプスに作用し、その際シナプスのアセチルコリン遊離を阻止することなく、交感及び副交感神経を比較的純粋に遮断するにあるといっており、このため小動脈、静脈腔を拡張せしめ低血圧を得るのであつて、その利点は、要するに出血を軽減し手術を容易にするとともに、自律神経系遮断により Vaso-Vagal reflex を予防するにある。

当教室においても、いち早く本法の心臓外

科或は胸部外科への応用を企図し、共同研究にて脳、心、肝、腎等への病態生理学的影響を解明すべく動物実験を行つた。私は、本法の心機能への影響を心電図学的方面から追求しようとし、本研究を企てた。

本法の心機能に関する文献的考察を試みるに、心搏出量と冠血流量との関係について Eckenhoff¹⁵⁾, 林¹⁶⁾, 坂内¹⁷⁾ 等は犬で心搏出量、冠血流量ともに減少するが、減少度は心搏出量の方が大であるといっており、又左室心筋酸素消費量の減少を報告している。Werkö¹⁸⁾ は心搏出量は5例中3例において減少、2例において不変を報告しており、Gilmore¹⁹⁾ は不変を報告している。水野²⁰⁾ は人体で血圧下降25.5%の減少に対し、心搏出量は30.5%の減少を認めている。久保²¹⁾ は人体で心搏出量は低血圧下では一般に減少を認めるが、血圧下降との間には相関関係はないと述べている。本法の創始者 Enderby²²⁾ は血圧 75mmHg 以下の低血圧でも心冠動脈領域の局所貧血の変化を証明していないが、冠不全者には禁忌であると述べている。又 Werkö¹⁸⁾, Gilmore¹⁹⁾, 大谷¹³⁾ 等は肺動脈圧の低下を報告している。

つぎに心電図に関しては、Enderby²²⁾, James²³⁾ は一般に心筋の低酸素血症の徴候は見られないと述べており、大谷¹³⁾ は心臓疾患5例中3例に洞性頻脈及び ST・T の極く僅かの低下を認め、一般患者の数例では変化を認めなかつたと述べており、Kelley²⁴⁾ は Q-T の延長、T の変化を報告している。第1回目

本麻醉学会総会において、久保²¹⁾、水野²⁰⁾、福原²⁵⁾等は変化を見ないと報告しているが、羽石²⁶⁾はST・Tの下降、QRSの延長を認めること多く、大量静脈内注入時には稀に一過性の心室性頻脈或は低電位差を示し、頻脈対除脈の比は凡そ3:1であると報告している。又上田²⁷⁾、藤代²⁸⁾等もST・Tの平低化乃至陰性化を報告している。

第2章 実験材料及び実験方法

実験動物は体重8.5kg乃至13kgの雑犬を用い、前麻酔として塩酸モルヒネ溶液をPro kg 2~4 mg 皮下注射し、背位四肢固定後、Pentothal-sodiumの静脈内麻酔による挿管を行い、エーテルによる往復式気管内麻酔を行った。

自律神経遮断剤はHexamethonium bromide (以下C₆と略す) (本邦製品Methobromin 山之内)を使用した。C₆ 50mgを20ccの生理的食塩水に混じ、これを2乃至3分を要して徐々に血圧下降度を観察しながら静注し、目的の血圧に達すると中止した。血圧は80乃至60 mm Hgに保つようにした。血圧の下降しない場合或は再び上昇の微ある場合は適宜C₆を追加静注し、頭上位に体位を傾斜し、目的の血圧に達するようにした。血圧測定には腋下動脈にタンブールを挿入し、水銀マノメーターに連結し、心臓基底の高さにマノメーターの零点を一致させて測定した。これは体位変換の際、四肢と心臓に近い部分とでは相当の血圧差を生じるためである。低血圧麻酔中は絶えず気管内チューブを通して純酸素を補給した。

心電計は前編と同じく福田製作所製FUS-2型を使用し、誘導方法は標準肢誘導I, II, IIIにて、血圧下降過程を逐時採取した。心電図の興奮伝導時間及び各棘波の高低の測定に関しては前編と同様である。

第3章 実験成績

犬15頭に就いて検査し、各実験毎に表示した。

No. 1 10.5 kg ♂ (表1)

C₆ 25 mg 静注するも血圧下降せず、更に25 mg 追加するも血圧下降せず、頭上位10°に体位変換を行うも血圧下降せず、本例はC₆無効例であつた。心電図では軽度のR-R短縮、誤差範囲内におけるP-Qの短縮、Q-Tの延長をみる以外棘波には全然変化をみない。

表1 No. 1 10.5kg ♂

番 号	1	2	3
採取時	19.50	20.45	21.15
血 圧	90/85	90/85	88/85
誘 導	II	III	II
P	++	++	++
Q	+	○	+
R	++	++	++
S	++	++	++
T	±	±	±
ST			
実測値	0.10	0.10	0.08
P-Q計算値	0.099	0.097	0.097
(誤差)	(0.001)	(0.003)	(-0.017)
実測値	0.20	0.20	0.20
Q-T計算値	0.172	0.16	0.16
(誤差)	(0.028)	(0.04)	(0.04)
QRS	0.04	0.04	0.04
R-R	0.35	0.30	0.30
脈 搏	171	200	200
備 考	C ₆ 投与前 20.30 C ₆ 25mg 19.00挿管 20.35 C ₆ 25mg 呼 12 頭上位 10° 呼 16		

No. 2 11 kg ♂ (表2, 図1)

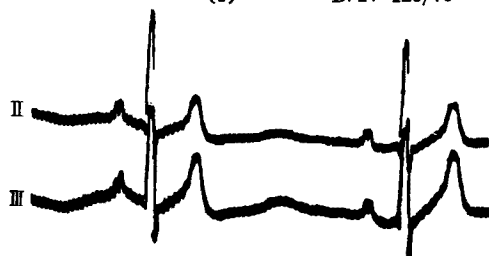
C₆ 50mg 静注直後血圧急に下降し、ついで漸次血圧は上昇するので、頭上位13°に体位変換を行い、C₆ 25 mg 追加し、10分後血圧90/80に一定した。心電図では②、呼吸性不整脈は消失し、R-Rの短縮とともにP_{III}増高、R_{III}軽度減高、T_{III}著しく平低化し

表 2 No. 2 11 kg ♂

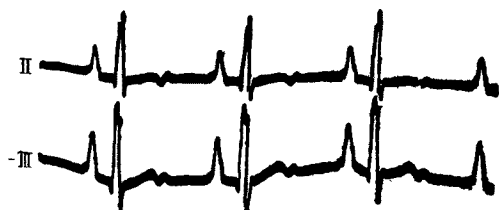
番 号	1	2	3	4	5	6	7	8
採 取 時	19.40	20.0	20.40	20.50	20.55	21.10	21.50	22.30
血 压	125/75	90/80	85/75	60/50	44/34	35/28	80/70	100/90
誘 導	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
P	+	+	+	+	+	+	+	+
Q	+	+	+	+	+	+	+	+
R	+	+	+	+	+	+	+	+
S	+	+	+	+	+	+	+	+
T	+	+	+	+	+	+	+	+
ST	+	+	+	+	+	+	+	+
P-Q	0.13 0.109 (0.021)	0.10 0.101 (-0.001)	0.10 0.099 (0.001)	0.10 0.099 (0.001)	0.10 0.101 (-0.001)	0.10 0.099 (0.001)	0.10 0.099 (0.001)	0.10 0.097 (0.003)
Q-T	0.23 0.228 (0.002)	0.20 0.181 (0.019)	0.20 0.172 (0.028)	0.20 0.172 (0.028)	0.20 0.181 (0.019)	0.20 0.172 (0.028)	0.20 0.172 (0.028)	0.15 0.16 (-0.01)
QRS	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
R-R	0.75	0.40	0.35	0.35	0.40	0.35	0.35	0.30
脈 搏	80	150	171	171	150	171	171	200
備 考	C ₆ 投与前 19.10 挿管		19.45 C ₆ 50mg 19.50 C ₆ 25mg 頭上位13°				血压上昇剂 投与 補液	
					傾斜 0°			

図1 No.2 11.0 kg ♂

(1) B. P. 125/75

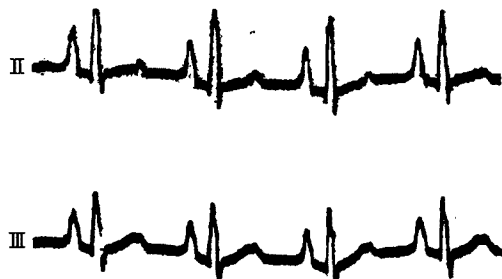


(2) B. P. 90/80

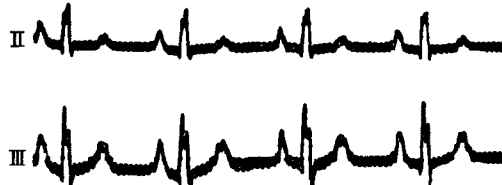


R-R 短縮, P 增高, T 平低

(4) B. P. 60/50

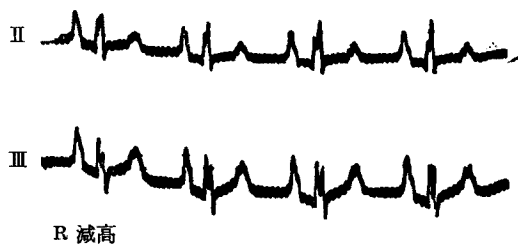


(5) B. P. 44/34

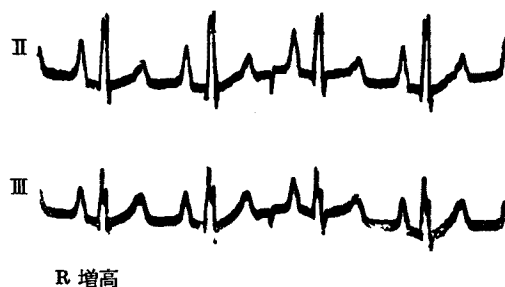


P.R. 減高, T 增高

(6) B. P. 35/28



(7) B. P. 80/70



頂点に分裂をみる。50分後血圧 60/50 となつた。心電図では④, R-Rの更に短縮以外②と略同様である。体位を水平にすると直ちに血圧 44/34 に下降し, 心電図では⑤, $R_{II III}$ 及び $P_{II III}$ の減高, T_{III} の増高をみる。血圧 35/28 になると, 心電図では⑥, $R_{II III}$ 更に減高し分裂顕著となり恰もショック時の心電図に似る。種々の血圧上昇剤を静注し, 強ちに補液するに, 血圧漸次上昇し, 40分後 80/70 となつた。心電図で⑦, R, T波は増高し旧に復するをみる。全経過中 ST の下降はみない。本例は体位変換により急に血圧が下降し, ショック状態となつた例であつた。

No. 3 13 kg ♂ (表3)

C_6 25mg 静注直後血圧急に下降するも, 直ちに上昇したので, C_6 25mg 追加するも下降せず, 更に 25mg 追加し, 頭上位 10° に体位変換を行つたが, 遂に血圧下降をみなかつた。血圧は全然下降しなかつたにも拘らず, 心電図では②, R-Rの著しい短縮とともに $P_{II III}$, $T_{II III}$ の増高, $R_{II III}$ の減高をみる。又 P-Q, Q-T は極く軽度の短縮をみる。本例は C_6 無効例にも拘らず, ショック時心電図に似た所見を呈した。

表 3 No. 3 13 kg ♂

番 号	1	2
採 取 時	17.20	18.45
血 圧	100/90	100/90
誘 導	II	III
P	+	+
Q	○	○
R	++	++
S	++	++
T	++	++
ST		
P-Q	0.11 0.107 (0.003)	0.08 0.101 (-0.021)
Q-T	0.30 0.214 (0.086)	0.25 0.181 (0.069)
QRS	0.06	0.06
R-R	0.65	0.40
脈 搏	92	150
備 考	C_6 投与前 17.00 挿管	17.40 C_6 25mg 18.00 C_6 25mg 18.20 C_6 25mg 頭上位 10°

No. 4 12.5kg ♀ (表4)

C_6 25mg 静注するに血圧 100/80 より 70/60 に下降し一定した。心電図では②, R-Rの軽度短縮とともに, $P_{II III}$ の増高, $R_{II III}$ の減高, S_{II} の増大, T_{III} の2相性化, T_{II} の頂点分裂, $ST_{II III}$ の軽度下降をみる。30分後血圧 74/68 となり, 心電図では③, $P_{II III}$ は旧に復するも, $T_{II III}$ の2相性化, $ST_{II III}$ の下降をみる。

No. 5 10.5kg ♂ (表5)

C_6 50mg 静注後血圧 130/125 より 65/60 に下降しほぼ一定した。心電図では②, R-R不変, $P_{II III}$ 増高をみる。又本例は C_6 投与前既に $ST_{II III}$ の軽度下降をみているが, 更に著しい下降をみる。同時に Ear Oximeter にて血中酸素飽和度を測定した所, 明らかに減

表 4 No. 4 12.5kg ♀

番 号	1		2		3	
採取時	20.15		20.40		21.0	
血 圧	100/80		70/60		74/68	
誘 導	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ
P	+	+	Ⅲ	Ⅲ	+	+
Q	○	Ⅲ	○	+	○	+
R	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
S	○	±	Ⅲ	±	+	+
T	Ⅲ	±	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
ST			+		+	
P-Q	0.12		0.12		0.12	
	0.101		0.099		0.099	
	(0.019)		(0.021)		(0.021)	
Q-T	0.22		0.22		0.22	
	0.181		0.172		0.172	
	(0.039)		(0.048)		(0.048)	
QRS	0.06		0.06		0.06	
R-R	0.4		0.35		0.35	
脈 搏	150		171		171	
備 考	C ₆ 投与前 19.45 挿管		20.30 C ₆ 25mg 傾斜 0°			

表 5 No. 5 10.5kg ♂

番 号	1		2		3	
採取時	18.0		18.50		19.20	
血 圧	130/125		65/60		65/60	
誘 導	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ
P	+	+	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
Q	○	○	○	○	○	○
R	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
S	○	+	○	+	○	+
T	+	+	+	+	+	+
ST	+	+	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
P-Q	0.10		0.10		0.10	
	0.103					
	(-0.003)					
Q-T	0.20		0.20		0.20	
	0.188					
	(0.012)					

QRS	0.06	0.06	0.06
R-R	0.45	0.45	0.45
脈 搏	133	133	133
備 考	C ₆ 投与前 17.30 挿管	18.20 C ₆ 50mg 傾斜0°	冠性 R

少していた。30分後血圧は同様に、心電図上③, ST_{II III} は更に下降をみる。

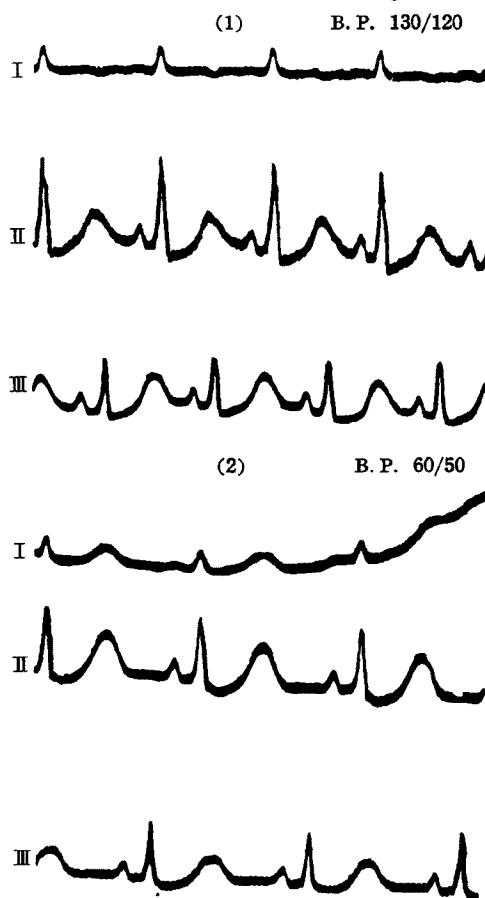
No. 6 8.5kg ♀ (表 6, 図 2)

C₆ 20mg 静注後血圧 130/120 より 60/50 に下降し一定した。心電図では②, R-R延長とともに R_{II} 減高をみる。本例も C₆ 投与前既に ST_{II III} の軽度下降を示しているが、更に

表 6 No. 6 8.5kg ♀

番 号	1			2			3		
採取時	18.0			18.35			19.35		
血 圧	130/120			60/50			35/30		
誘 導	I	Ⅱ	Ⅲ	I	Ⅱ	Ⅲ	I	Ⅱ	Ⅲ
P	±	Ⅲ	Ⅲ	±	Ⅲ	Ⅲ	±	Ⅲ	Ⅲ
Q	○	○	○	○	○	○	○	○	○
R	±	Ⅲ	Ⅲ	±	Ⅲ	Ⅲ	±	Ⅲ	Ⅲ
S	○	○	○	○	○	○	○	○	○
T	—	Ⅲ	Ⅲ	+	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
ST		+	+		Ⅲ	Ⅲ		Ⅲ	Ⅲ
P-Q	0.07			0.07			0.07		
	0.099			0.104			0.105		
	(-0.029)			(-0.034)			(-0.035)		
Q-T	0.25			0.28			0.30		
	0.172			0.196			0.203		
	(0.078)			(0.084)			(0.097)		
QRS	0.05			0.05			0.07		
R-R	0.35			0.50			0.55		
脈 搏	171			120			109		
備 考	C ₆ 投与前 17.30 挿管			18.20 C ₆ 20mg 傾斜0°			19.10頃下位12° 19.20頃下位20° 19.30頃斜 0° 19.38頃斜20° 心細動 死亡		

図2 No. 6 8.5kg ♀

R-R延長, 冠性 R, R_{II} 減高

下降し, 冠性 R の所見をみる. 又極く軽度の P-Q 短縮, Q-T 延長をみる. ついで体位変換を行つた. 頭下位 12° にすると血圧 50/35 に下降し, 更に 20° にすると血圧 40/35 に下降した. 体位を水平にすると血圧 35/30 と更に下降し, 心電図上 ③, R-R 延長とともに R 波を凌駕する T 波の著しい増高, ST の著しい下降, QRS の増巾, Q-T の延長をみる. 頭上位 20° に変換すると血圧 20/16 となり, 心室性細動を起し死亡した.

No. 7 10 kg ♂ (表 7)

C₆ 25mg 静注後血圧 90/80 より 65/60 に下降しほぼ一定した. 心電図では②, R-R の延長, R_{II} III の減高, Q-T の軽度延長をみる. その他の棘波には変化をみない. 血圧徐々に上昇し, 60分後 80/70 となり, 心電図では③,

表 7 No. 7 10kg ♂

番 号	1	2	3
採取時	18.0	18.35	19.25
血 圧	90/80	65/55	80/70
誘 導	I II III	I II III	I II III
P	±	±	±
Q	○	○	○
R	±	+	±
S	○	+	○
T	±	±	±
ST			
P-Q	0.08 0.101 (-0.021)	0.09 0.104 (-0.014)	0.10 0.104 (-0.004)
Q-T	0.23 0.181 (0.049)	0.25 0.196 (0.054)	0.25 0.196 (0.054)
QRS	0.05	0.05	0.05
R-R	0.4	0.5	0.5
脈 搏	150	120	120
備 考	C ₆ 投与前 17.40 挿管 呼 12	18.20 C ₆ 12.5mg 18.25 C ₆ 12.5mg 傾斜 0° 呼 17	呼 15

R_{II} III の旧に復するをみる.**No. 8 11 kg ♀ (表 8)**

C₆ 15gm 静注後血圧 120/110 より 80/75 に下降し一定した. 心電図では②, R-R 軽度短縮し, P_{II} III 増高, Q-T 軽度延長以外著変をみない. 頭上位 20° に体位変換を行うと, 血圧 75/70 と少しく下降した. 心電図では③, ②と全く同様である.

No. 9 10 kg ♂ (表 9)

C₆ 10mg 静注後血圧 130/120 より 85/80 に下降しほぼ一定した. 心電図では②, R-R 短縮, R_{II} 減高, Q-T の軽度延長をみる以外著変はない. 血圧漸次上昇するので, 再び C₆ 40mg 追加静注するに血圧 90/85 に留つた. 心電図では③, T_{II} III の平低化をみる以外著

表 8 No. 8 11 kg ♀

番 号	1			2			3		
採取時	20.0			20.35			21.20		
血 圧	120/110			80/75			75/70		
導 誘	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P	○	+	+	○	+	+	○	+	+
Q	○	○	○	○	○	○	○	○	○
R	±	+	+	±	+	+	±	+	+
S	○	+	+	○	+	+	○	+	+
T	○	+	+	○	+	+	○	+	+
ST									
P-Q	0.10 0.103 (-0.003)			0.10 0.101 (-0.001)			0.10 0.101 (-0.001)		
Q-T	0.25 0.188 (0.062)			0.25 0.181 (0.069)			0.25 0.181 (0.069)		
QRS	0.05			0.05			0.05		
R-R	0.45			0.4			0.4		
脈 搏	133			150			150		
備 考	C ₆ 投与前 19.30 挿管			20.25 C ₆ 15mg 傾斜0°			頭上位20°		

表 9 No. 9 10kg ♂

番 号	1			2			3		
採取時	17.30			18.15			18.30		
血 圧	130/120			85/80			90/85		
誘 導	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P	±	+	+	±	+	+	±	+	+
Q	○	○	○	○	○	○	○	○	○
R	±	+	+	±	+	+	±	+	+
S	○	+	+	○	+	+	○	+	+
T	±	+	+	±	+	+	±	+	+
ST									
P-Q	0.07 0.101 (-0.031)			0.07 0.099 (-0.029)			0.07 0.099 (-0.029)		

Q-T	0.23 0.181 (0.049)	0.23 0.172 (0.058)	0.23 0.172 (0.058)
QRS	0.05	0.05	0.05
R-R	0.4	0.35	0.35
脈 搏	150	171	171
備 考	C ₆ 投与前 17.0 挿管	18.05 C ₆ 10mg 傾斜0°	18.15 C ₆ 40mg

変はない。

No. 10 8.5kg ♀ (表10)

C₆ 100mg 静注後血圧 120/110 より 80/70
に下降しほぼ一定した。心電図では ②, R-R
不変, S_{II} 増大以外変化をみない。頭上位15°

表 10 No. 10 8.5kg ♀

番 号	1			2			3		
採取時	18.30			19.0			19.30		
血 圧	120/110			80/70			68/55		
誘 導	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Q	○	○	○	○	○	○	○	○	○
R	±	+	+	±	+	+	±	+	+
S	○	+	+	○	+	+	○	+	+
T	±	+	+	±	+	+	±	+	+
ST									
P-Q	0.11 0.103 (0.007)			0.11 0.103 (0.007)			0.11 0.104 (0.006)		
Q-T	0.25 0.188 (0.062)			0.25 0.188 (0.062)			0.25 0.196 (0.054)		
QRS	0.05			0.05			0.05		
R-R	0.45			0.45			0.50		
脈 搏	133			133			120		
備 考	C ₆ 投与前 18.10 挿管			18.40 C ₆ 50mg 18.48 C ₆ 50mg 傾斜0°			頭上位15°		

にすると血圧 68/55 に下降し、心電図上③、 $T_{II III}$ の陰性 2 相性化、 $ST_{II III}$ の軽度下降をみる。体位を水平にすると、血圧徐々に上昇し 75/70 となり、心電図上 T 波の陰性 2 相性化、ST の下降は旧に復した。

No. 11 10 kg ♂ (表 11, 図 3)

C_6 25mg 静注後血圧 130/120 より 60/50 に下降しほぼ一定した。心電図では②、R-R 軽度短縮、 $R_{II III}$ 減高、 $T_{II III}$ 平低化、 P_{III} 極く軽度増高をみる。血圧 50/45 に下降すると、心電図上③、 $T_{II III}$ の陰性 2 相性化、 $S_{II III}$ の減少をみる。P-Q、Q-T はほぼ不変である。

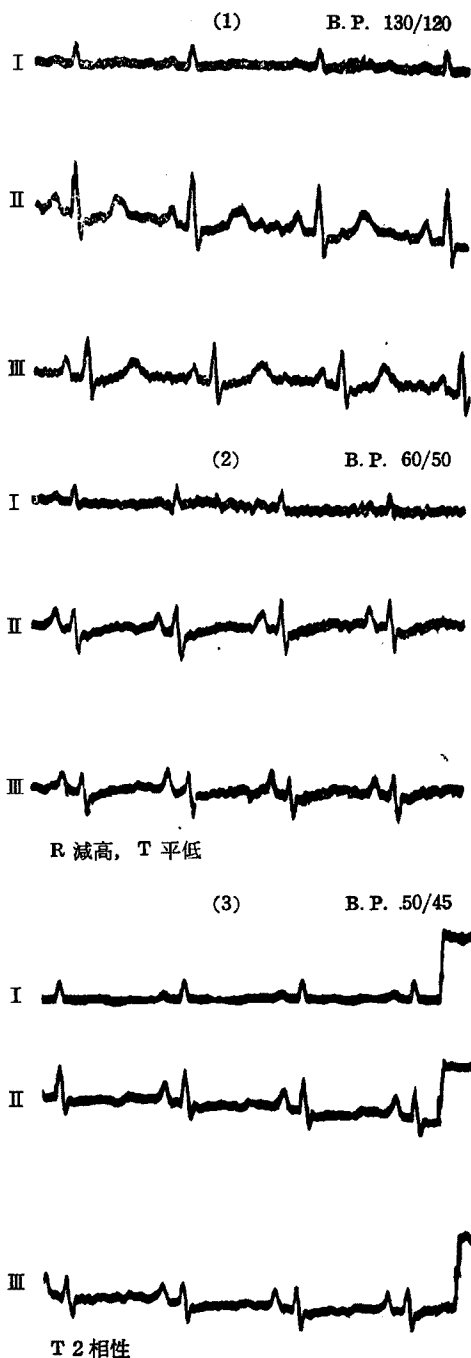
表 11 No. 11 10.0kg ♂

番 号	1	2	3
採取時	19.0	19.15	19.35
血 圧	130/120	60/50	50/45
誘 導	I II III	I II III	I II III
P	± ++ +	± ++ ++	± ++ ++
Q	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
R	± ++ +	± + ±	± + ±
S	○ ++ ++	○ ++ ++	○ ++ ++
T	± ++ ++	○ + +	± ± ±
ST			
P-Q	0.11 0.103 (0.007)	0.11 0.101 (0.009)	0.11 0.103 (0.007)
Q-T	0.25 0.188 (0.062)	0.25 0.181 (0.069)	0.25 0.188 (0.062)
QRS	0.05	0.05	0.05
R-R	0.45	0.40	0.45
脈 搏	133	150	133
備 考	C_6 投与前 18.30 挿管 C_6 25mg 傾斜 0°		

No. 12 9 kg ♂ (表 12, 図 4)

C_6 50 mg 静注後血圧 110/90 より 80/70 に下降すると、心電図では②、R-R の軽度短縮、 $T_{II III}$ の陰性化、 $Q_{II III}$ の消失をみる。血圧

図 3 No. 11 10 kg ♂



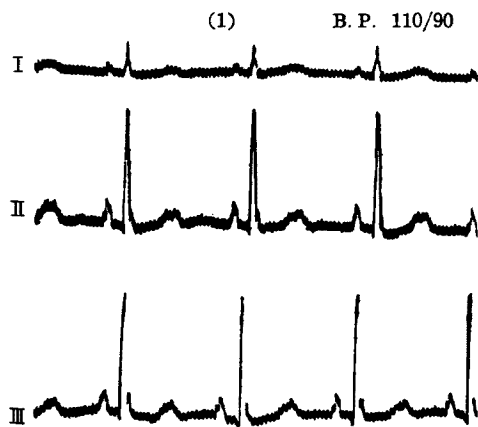
60/55 に下降すると、心電図で③、 $ST_{II III}$ の下降、 $T_{II III}$ の陽転をみる。血圧 80/70 に上昇すると、心電図で④、 $ST_{II III}$ の旧に復するをみる。

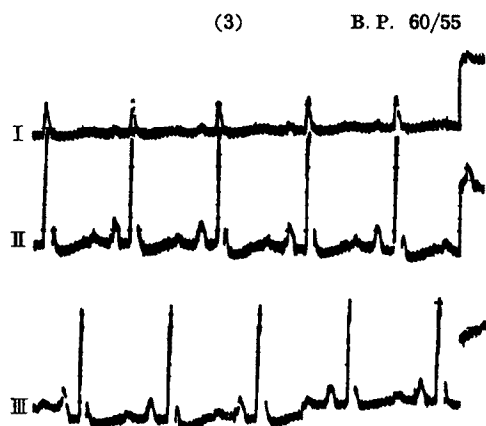
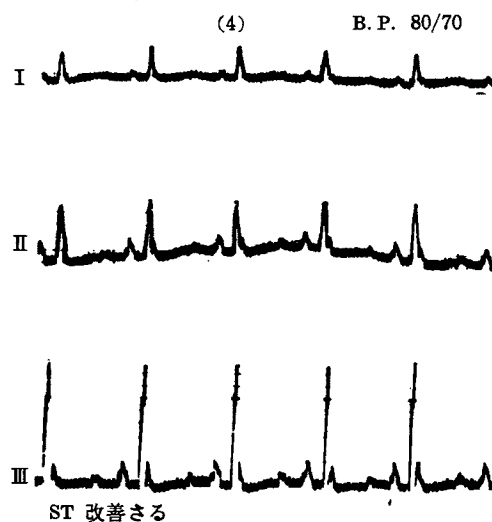
表 12 No. 12 9 kg ♂

番 号	1			2			3			4		
採 取 時	17.35			17.50			18.10			18.40		
血 圧	110/90			80/70			60/55			80/70		
誘 導	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P	±	+	+	±	+	+	±	+	+	±	+	+
Q	○	±	+	○	○	○	○	○	○	○	○	○
R	+	+++	+++	+	+++	+++	+	+++	+++	+	+	+++
S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
T	±	+	+	±	-	-	±	+	+	±	±	±
ST								+	+			
P-Q	0.10			0.10			0.10			0.10		
	0.103			0.101			0.099			0.099		
	(-0.003)			(-0.001)			(0.001)			(0.001)		
Q-T	0.25			0.25			0.25			0.25		
	0.188			0.181			0.172			0.172		
	(0.062)			(0.069)			(0.078)			(0.078)		
QRS	0.06			0.06			0.06			0.06		
R-R	0.45			0.4			0.35			0.35		
脈 搏	133			150			171			171		
備 考	C ₆ 投与前 17.10 挿管			17.35 C ₆ 50mg 傾斜0°								

図 4 No. 12 9 kg ♂

(2) B. P. 80/70

T_{II III} 陰性

ST_{III} 下降

ST 改善さる

表 13 No. 13 9.5kg ♀

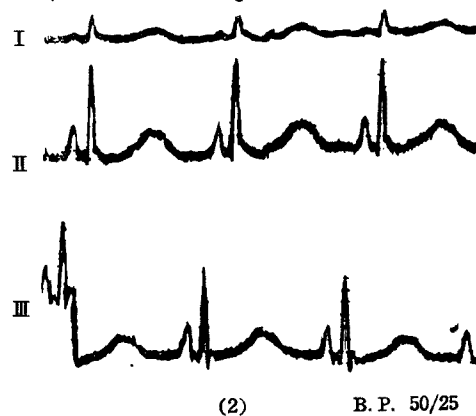
番 号	1	2	3
採取時	19.30	20.0	20.20
血 圧	110/90	50/25	50/25
誘 導	I II III	I II III	I II III
P	± 卅	± 卅	± 卅
Q	○ +	± ○ +	± ○ ±
R	+ 卅	+ 卅	+ 卅
S	○ ○	+ ○ ○	○ ○ ±
T	+ 卅	+ 卅	+ ±
ST			+
P-Q	0.08 0.106 (-0.026)	0.10 0.11 (-0.01)	0.10 0.11 (-0.01)

Q-T	0.40 0.208 (0.192)	0.47 0.24 (0.23)	0.45 0.24 (0.21)
QRS	0.06	0.07	0.07
R-R	0.6	0.85	0.85
脈 搏	100	71	71
備 考	C ₆ 投与前 18.50 挿管	19.45 C ₆ 10mg 傾斜 0°	ST _{II III} 動揺

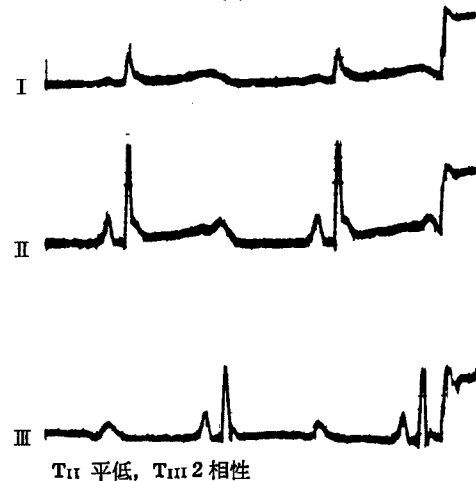
No. 13 9.5kg ♀ (表13, 図5)

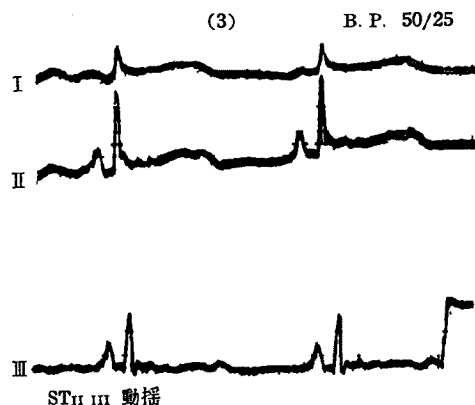
C₆ 10mg 静注後血圧110/90 より 50/25 に下降すると, 心電図では ②, R-R 延長, T_{II} 平低化, T_{III} 2 相性化, ST_{III} 軽度下降, P-Q, Q-T, QRS の軽度延長をみる. 20 分後血圧同様なも, 心電図で ③, ST_{II III} の著しい動揺をみる.

図5 No.13 9.5kg ♀ (1) B. P. 110/90



(2) B. P. 50/25

T_{II} 平低, T_{III} 2 相性



No. 14 11.5kg ♂ (表 14)

C₃ 50mg 静注後血圧 120/80 より 85/75 に下降した。心電図では ②, R-R の著しい短縮, P_{II III} の増高, R_{II III} の減高, Q-T の軽度短縮をみる。又C₃ 投与前既にT_{II III} は陰性化しているが, 更に陰性度を増している。

表 14 No. 14 11.5kg ♂

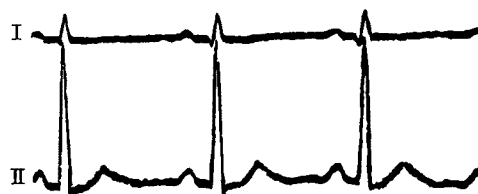
番 号	1			2		
採取時	15.0			15.35		
血 圧	120/80			80/75		
誘 導	I	II	III	I	II	III
P	○	+	+	±	+	+
Q	○	○	○	○	○	○
R	+	+	+	+	+	+
S	○	○	○	○	○	○
T	○	—	—	±	±	±
ST						
P-Q	0.10			0.10		
	0.108			0.101		
	(-0.008)			(-0.001)		
Q-T	0.30			0.25		
	0.222			0.181		
	(0.078)			(0.069)		
QRS	0.05			0.05		
R-R	0.70			0.40		
脈 搏	86			150		
備 考	C ₃ 投与前			15.20		
	14.30 挿管			C ₃ 50mg		
				傾斜0°		

No. 15 11.5kg ♀ (表 15, 図 6)

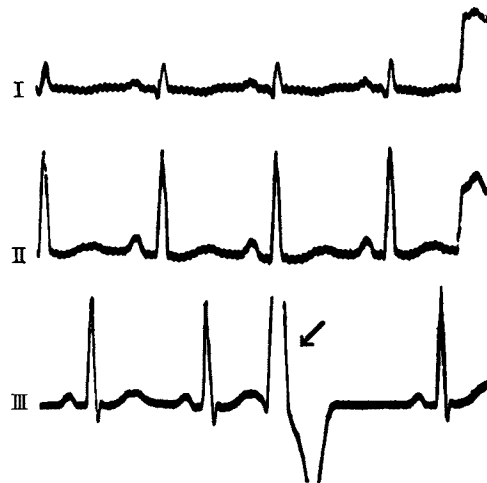
C₃ 12.5mg 静注後血圧 130/120 より 70/65 に下降した。心電図では②, R-R 短縮, R_{II III} 減高, S_{II III} 減少, T_{II III} 平低化, P-Q, Q-T の軽度短縮及び心室性期外収縮をみる。血圧 58/55 に下降すると, 心電図で③, R_{II III} の更に減高, ST_{I II III} 下降, T_I 陰性化, T_{II III} 平低化及び心室性期外収縮をみる。頭上位 20° に体位を変換すると血圧 45/40 に下降し, 心電図で④, ST の著しい下降をみる。

図 6 N. 15 11.5kg ♀

(1) B. P. 130/120



(2) B. P. 70/65



R 減高, T 平低, 心室期外収縮

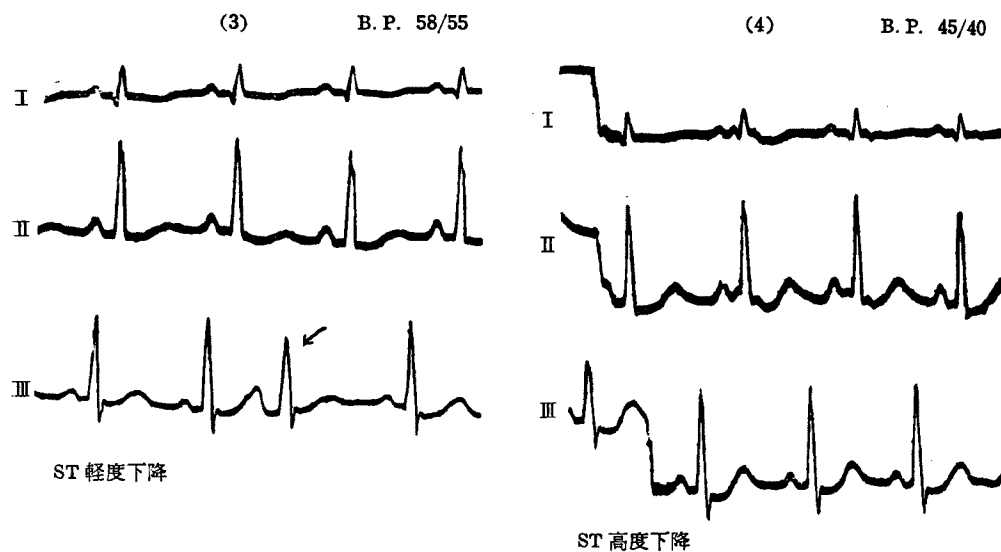


表 15 No. 15 11.5kg ♀

番 号	1			2			3			4		
採 取 時	16.55			18.05			18.20			18.35		
血 圧	130/120			70/65			58/55			45/40		
誘 導	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P	±	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+
Q	+	±	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○
R	+	+++	+++	+	+++	+++	+	+++	+++	+	+++	+++
S	○	+	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+
T	±	+	+	±	+	+	-	+	+	-	+	+
ST				±	±	±	+	+	+	+	+	+
P-Q	0.10			0.09			0.10			0.09		
	0.103			0.099			0.099			0.099		
	(-0.003)			(-0.009)			(0.001)			(-0.009)		
Q-T	0.23			0.21			0.23			0.22		
	0.188			0.172			0.172			0.172		
	(0.042)			(0.038)			(0.058)			(0.048)		
QRS	0.05			0.05			0.05			0.05		
R-R	0.45			0.35			0.35			0.35		
脈 搏	133			171			171			171		
備 考	C ₆ 投与前			17.50 C ₆ 12.5mg						ST(V ₂ , V ₅) 著明に下降		
	16.40 挿管			心室性期外収縮出現						頭上位20°		
	呼 4			傾斜0°			呼 16			呼 18		

第4章 総括並びに考按

R-R :

表16に示す如く、9頭(60%) R-Rの短縮即ち脈搏数の増加をみ、3頭(20%) R-Rの延長即ち脈搏数の減少をみ、3頭(20%)においてはほぼ不変であつた。No.1, No.3のC₆無効例においてもR-Rの短縮をみた。

表 16 R-R

短 縮	No. 1, 2, 3, 4, 8, 9, 12, 14, 15,	9	60%
延 長	No. 6, 7, 13,	3	20%
不 変	No. 5, 10, 11,	3	20%

羽石⁹⁾等は犬で頻脈対徐脈の比はほぼ3:1であると述べており、Enderby²²⁾、光井²³⁾、久保²¹⁾、水野²⁰⁾、大谷¹³⁾等も脈搏数の増加を報告している。私の実験成績及び諸家の報告よりみて、C₆投与により一般に脈搏数は増加を来す傾向にある。

刺戟生成異常 :

No. 6において、体位変換により血圧著しく下降し、ショックとなり、心電図上R波減高、T波増高、ST下降、QRS増巾、Q-T延長をみ、ついに心室細動を起し死亡した。即ち体位変換によるショック死と思われる。

No. 15において、血圧130/120より70/65に下降した時、一過性に心室性期外収縮出現をみた。

羽石、菅原²⁶⁾もC₆大量静注時一過性に心室性期外収縮を示すことがあると報告している。Sealy³⁰⁾等はhypercapniaが心室細動の重要因子の一つであると主張しており、心室細動の前駆症状として、心電図上Tの変化、QRS増巾、心室性期外収縮、房室解離等を認めている。

低血圧麻酔時には、潜在するanoxia或はhypercapniaの危険性を充分考慮に入れておかねばならぬと思われる。

興奮伝導 :

P-Q :

表17に示す如くで、軽度短縮したものは3

表 17 P-Q

短 縮	No. 1, 2, 3,	3	20%
延 長	No. 7, 13, 14,	3	20%
不 変	No. 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15,	9	60%

頭(20%)、軽度延長したものは3頭(20%)で、9頭(60%)はほぼ不変であつた。しかし藤原式による計算値と実測値との誤差は、全頭藤原式の平均誤差内にあつて、病的延長或は短縮を示したものは1頭もなかつた。即ち房室伝導には何等異常所見をみなかつた。体位変換後ショック死を来したNo. 6においても病的延長は認めなかつた。

Q-T :

表18に示す如くで、軽度短縮したものは3頭(20%)、軽度延長したものは4頭(26.7%)で、8頭(53.3%)はほぼ不変であつた。No. 13はC₆投与前既に延長著しく、平井出式の最大誤差を越えていたが、その他は全頭平井出式の平均誤差内にあつた。

表 18 Q-T

短 縮	No. 2, 3, 14,	3	20%
延 長	No. 6, 7, 13, 15,	4	26.7%
不 変	No. 1, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12,	8	53.3%

Kelly²⁴⁾等はQ-Tの延長を報告しているが、私の成績ではQ-Tの病的延長或は短縮は認められなかつた。

QRS :

羽石、菅原⁸⁾等は低血圧時一過性にQRSの増巾を増告しているが、私の成績では、No. 2で体位変換後血圧44/34に下降し、恰もショック様となつた時軽度のQRS増巾をみ、No. 6で体位変換後血圧35/30に下降し、心室細動直前にQRSの著しい増巾をみ、No. 13で血圧50/25に下降した時軽度のQRS増巾をみた。以上15頭中3頭(20%)においてQRSの増巾をみた。

従来よりショック時或は心室細動直前にはQRSの増巾を示すといわれているが、上述の

3頭とも最高血圧 50 以下になった時 QRS の増巾をみており、最高血圧 60 以上に保つた場合は 1 頭も QRS の増巾をみなかつた点よりして、ショックを来たさない程度の血圧下降状態では、心室内伝導障害は来たさないようである。

各棘波の変化：

P 波

表 19 に示す如くで、6 頭 (40%) P_{II III} の増高をみ、1 頭 P_{II III} の軽度減高をみ、8 頭 (53.3%) はほぼ不変であつた。P 波の分裂は 1 頭もみなかつた。

表 19 P 波

増 高	No. 2, 3, 4, 5, 8, 14,	6	40%
減 高	No. 13,	1	6.7%
不 変	No. 1, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15,	8	53.3%

心電図に関しては、藤代²⁸⁾等が P 波の一過性の陰性化を報告しているのみである。又 Werkö¹⁸⁾, Gilmore¹⁹⁾, 大谷¹³⁾, 羽石²⁶⁾, 藤田³¹⁾等は肺動脈圧の低下を報告しており、私の成績でも 40% において P_{II III} の増高をみている所から、低血圧による肺循環不全状態を多少とも来たすことは、心電図上からも窺い得る。

Q 波

表 20 に示す如くで、No. 4, No. 12 の 2 頭を除いて、他はほぼ不変であつた。

表 20 Q 波

減 少	No. 4, 12,	2	13.3%
増 大	No.	0	0%
不 変	No. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15,	13	86.7%

S 波：

表 21 に示す如くで、S 波の変化は不定であ

表 21 S 波

減 少	No. 2, 3, 11, 15,	4	26.7%
増 大	No. 4, 5, 10,	3	20.0%
不 変	No. 1, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14,	8	53.3%

つた。

R 波：

表 22 に示す如くで、減高したものは 9 頭 (60%)、増高したものはなく、6 頭 (40%) はほぼ不変であつた。又 R 波の減高した例も

表 22 R 波

減 高	No. 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 14, 15,	9	60%
増 高	No.	0	0%
不 変	No. 1, 5, 8, 10, 12, 13,	6	40%

血圧上昇とともに旧に復するをみた。血圧との関係は、No. 2 (44/34), No. 4 (70/60), No. 6 (60/50), No. 7 (65/55), No. 9 (85/80), No. 11 (60/55), No. 14 (80/75), No. 15 (70/65) で R 波の減高をみた。又血圧が 80 前後に回復すると、R 波も旧に復する傾向がみられた。又 No. 2, No. 6 の 2 頭のショック例以外では、著しい低電位差の所見はみなかつた。

心電図に関しては、羽石、菅原²⁶⁾等は C₆ 大量静注時一過性に低電位差を来たすことがあると報告している。又光井²⁹⁾等は家兎で血圧下降とともに心筋の収縮力の減少を認めており、Werkö¹⁸⁾, 林¹⁶⁾, 坂内¹⁷⁾, 水野²⁰⁾等は心搏出量の減少、羽石²⁶⁾, 高橋³²⁾等は循環血液量の減少を報告しており、又我々の実験でも明らかに循環血液量の減少を認めている。

以上の報告よりみて、R 波の減高は、心臓への還流血液量減少に基く心臓の自家調節作用と思われる。即ち心臓の起電力減少を来す傾向がみられる。

T 波：

Kelly²⁴⁾, 羽石⁸⁾, 上田²⁷⁾, 藤代²⁸⁾等は T 波の平低化乃至陰性化を報告しており、福原²⁵⁾, 久保²¹⁾, 水野²⁰⁾等は異常所見をみないと報告している。

私の成績では表 23 の如くで、15 頭中 9 頭 (60%) において、T 波の平低化、陰性化或は 2 相性化をみた。

T 波は興奮の消退過程の表現であり、Bayley³³⁾は ST の変化は心筋の損傷により、

表 23 T 波

平 低 化	No. 2, 9, 13, 15,	4	26.7%
陰性或は 2相性化	No. 4, 10, 11, 12, 14,	5	33.3%
増 高	No. 3, 6,	2	13.3%
不 変	No. 1, 5, 7, 8,	4	26.7%

T波の変化はその虚血により生ずるといつており、又従来より動物実験では副交感或は交感神経の刺激により陰性Tを生ずることが知られている。又平井出³⁴⁾は犬で大量脱血による著しい血圧下降時T波の増高を報告している。

本法におけるT波の平低化、陰性化或は2相性化の発現機序に関しては文献上何等報告をみないが、急激な血圧下降に伴う一過性の心筋障碍と考えられる。しかしC₆投与による自律神経遮断、血圧下降に伴う anoxia, hypercapnia 等の要因が加つていることも考慮に入れる必要があると思われる。

ST:

Enderby²²⁾は血圧 75 mmHg 以下でも冠動脈領域の局所貧血の変化を証明していないが、既に冠不全のある場合は絶対禁忌としている。Frey³⁾は長期に深く行くと心冠動脈の血栓形成を指摘しているが、藤田³¹⁾等は犬で血圧 70 mmHg 前後では心冠血行はむしろ増加すると述べており、坂内¹⁷⁾、Crumpton³⁵⁾等は心搏出量減少度に比し冠血流量減少度は少く、冠血流保持に役立つと報告している。心電図に関しては、羽石、菅原²⁶⁾、上田²⁷⁾、藤代²⁸⁾等はSTの下降を報告しており、久保²¹⁾、水野²⁰⁾、福原²⁵⁾等は変化をみないといっている。

私の成績では表24の如くで、6頭(40%)においてST下降をみた。又1頭においてST線の著しい動揺をみた。他の8頭(53.3%)

表 24 ST

下 降	No. 4, 5, 6, 10, 12, 15,	6	40%
不 変	No. 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 14,	8	53.3%
動 揺	No. 13,	1	6.7%

においてはほぼ不変であつた。血圧との関係は、No. 4 (70/60 で ST_{III} 下降), No. 5 (65/60 で ST_{II III} 下降), No. 6 (60/50 で ST_{III} 下降), No. 10 (68/55 で ST_{II III} 下降), No. 12 (60/55 で ST_{II III} 下降), No. 15 (70/65 で ST_{II III} 下降) で、最高血圧 70 mmHg 以下になると ST の下降をみた。

冠循環の調節に関しては複雑であり異論が多い。本法下の冠血流に関する増高は上記の如くであるが、私の成績では最高血圧 70 mmHg 以下では ST の下降をみることが多い点よりして、冠血流減少及び低酸素血症による一過性の冠不全を来たすものと思われ、長時間に互る低血圧状態は危険であると思われる。Ciocatto³⁶⁾等もいつている如く、本法実施中は酸素補給及び輸血は絶対必要であると思われる。

第5章 結 論

Hexamethonium bromide, C₆ (本邦製品、メトブロミン)を用いた低血圧麻酔犬15頭について血圧下降中の心電図を採取し、つぎの如き結論を得た。

1) R-R

C₆投与により R-R は短縮：延長：不変の比は凡そ 3：1：1 であり、頻脈を来たす傾向にあつた。又血圧の下降しなかつた場合(C₆無効例)でも頻脈を来たす傾向にあつた。

2) 興奮伝導

P-Q, Q-T の異常延長或は短縮は認めなかつた。

3) QRS

最高血圧 60 mmHg 以上においては QRS の増巾をみず、即ち心室内興奮伝導には異常なく、脚ブロックの傾向は認められなかつた。

4) P波

P_{II III} の軽度増高を来たす傾向がみられた。

5) Q, S波

著変をみなかつた。

6) R波

最高血圧 80 mmHg 以下ではR波の減高を来たし、血圧恢復とともに旧に復す傾向にあ

つた。しかし著しい低電位差は認められなかつた。

7) T波

T波は平低化、陰性化或は2相性化を示すことが多く、血圧恢復につれ旧に復す傾向にあつた。

8) ST

最高血圧 70 mmHg 以下では屢々 ST_{II} III の下降をみる事が多く、これは冠血流減少及び低酸素血症による一過性の冠不全と思われる。

9) 刺戟生成異常

15頭1頭において体位変換後著しく血圧が下降した時心室細動を起し死亡、1頭において一過性に心室性期外収縮をみた。

本論文の要旨は岡山医学会第66回総会にて発表した。

稿を終るに臨み御指導御校閲を賜つた恩師津田教授に深甚なる感謝の意を捧げるとともに、終始御教示を戴いた砂田助教授に深謝し、あわせて共同研究者山田、井元、松本、坪井、寺本、松岡の諸学士に対して謝意を表す。

文 献

- 1) Gardner, W. J.: J. A. M. A. 132, 572, 1946.
- 2) Griffiths, Anesthesia, 3, 143, 1948.
- 3) 桑原 悟: 人為低血圧と冬眠下手術(南江堂) 昭28.
- 4) Enderby, G. E. H.: Lancet, 1, 1145, 1950.
- 5) Davison, M. H. A.: Lancet, 1, 252, 1950.
- 6) Houghes, G. M. B.: Lancet, 1, 666, 1951.
- 7) Lewis, L.: Lancet, 2, 150, 1951.
- 8) 菅原克彦, 羽石昇一: 手術, 7, 7, 407, 昭28.
- 9) 菅原克彦, 羽石昇一: 外科の領域, 1, 4, 311, 昭28.
- 10) 菅原克彦, 羽石昇一: 外科, 15, 8, 昭28.
- 11) 清水健太郎, 菅原克彦: 麻酔, 3, 3, 155, 昭29.
- 12) 宮本忍: 外科, 16, 7, 401, 昭29.
- 13) 大谷五良ほか: 臨床外科, 8, 10, 577, 昭28.
- 14) 麻酔, 4, 1 (第1回日本麻酔学会総会号) 昭30.
- 15) Eckenhoff, J. E. et al.: Am. J. Physiol. 152, 545, 1948.
- 16) 林 周一ほか: 呼吸と循環, 3, 11, 11, 昭30.
- 17) 坂内五郎: 麻酔, 4, 1, 7, 昭30.
- 18) Werkö, L. et al.: Lancet, 2, 470, 1951.
- 19) Gilmore, H. R.: Lancet, 2, 898, 1952.
- 20) 水野成徳ほか: 麻酔, 4, 1, 80, 昭30.
- 21) 久保克行ほか: 麻酔, 4, 1, 82, 昭30.
- 22) Enderby, G. E. H.: Lancet, 1, 663, 1951.
- 23) James, A. & Coulter, R. L.: Lancet, 1, 412, 1953.
- 24) Kelley, R. T., Freis, E. D. & Higgins, T. F.: Circulation, 7, 169, 1953.
- 25) 福原文明: 麻酔, 4, 1, 92, 昭30.
- 26) 羽石昇一ほか: 麻酔, 4, 1, 5, 昭30.
- 27) 上田直紀ほか: 麻酔, 4, 1, 89, 昭30.
- 28) 藤代国夫ほか: 麻酔, 4, 1, 91, 昭30.
- 29) 光井庄太郎ほか: 最新医学, 10, 1, 162, 昭30.
- 30) Sealy, W. G., Young, Jr. W. G. and Harris, J. S. J.: thorac. Surg. 28, 447, 1954.
- 31) 藤田政孝ほか: 日外会誌, 56, 6, 736, 昭30.
- 32) 高橋雅俊ほか: 麻酔, 4, 1, 94, 昭30.
- 33) Bayley: Am. Heart J. 31, 677, 1946.
- 34) 平井出正三: 岡医会誌, 48, 4, 859, 昭11.
- 35) Crumpton, C. W., G. G. Rowe and G. O'Brien: Circ. Research. 2, 79, 1954.
- 36) Ciocatto, E., Ciocatto, A., Bianchetti, L.: Anesthetist, 2, 49, 1953.

Electrocardiographic Study in Cardiac Surgery

Part III. Effects of Induced Hypotension
on E. C. G.

By

Masamitsu KAWANISHI, M. D.

(Tsuda's Surgical Department, Okayama Univ. Medical School)

(Director · Prof. Seiji TSUDA, M. D.)

Hypotension was induced on 15 dogs by intravenous injection of hexamethonium bromide (C₆) following intravenous pentothal anesthesia. The following alterations in E. C. G. were noticed.

(1) R-R: R-R interval showed shortening or prolongation or no change. These changes occurred in frequency of 3:1:1 as in order. Tachycardia developed in all cases, even in dogs where no changes in blood pressure were produced with C₆.

(2) Impairment of conduction: No marked changes were seen in P-Q and Q-T intervals.

(3) QRS: R wave was depressed at the level of 80 mm HG of systolic blood pressure and returned to normal with recovery of blood pressure. Neither low voltage nor widening of QRS were observed in the case where systolic blood pressure remained over 60 mm HG.

(4) P: Slight elevation of P waves were noticed in leads II and III.

(5) T: Prolongation of T wave was seen in two, low and diphasic T in six, inverted T in three and there was seen no change in T wave in four dogs. These alterations returned to normal with recovery of blood pressure.

(6) ST: Depression of ST segments was noticed in six of 15 dogs where systolic blood pressure was lowered than 70 mm HG.

(7) Abnormal stimulus formation. One of 15 dogs died of ventricular fibrillation followed marked hypotension which developed after posture change. One another dog developed temporary ventricular fibrillation. (author's abstract)
