



Title	極超短波(マイクロウェーブ)の生物に及ぼす影響について(特に病理組織學的研究)
Author(s)	梅原, 千治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1950, 10(7), p. 33-45
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15556
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

極超短波(マイクロウェーブ)の生物に及ぼす影響について(特に病理組織學的研究)

東京大學醫學部佐々内科教室

梅 原 千 治

緒 言

米國では戰時中祕密兵器として使用されていたレーダーは1946年に初めて民間で利用することが許可され、1947年にはマイクロテルムという携帯用の醫療器が発賣された²⁰⁾。これより先に、hidman²²⁾、Daily⁹⁾、Tullis¹¹⁾、等によつて極超短波の人體及び動物の組織に對する無障礙性が立證され、その後はマイクロテルムによる組織加温の状況に關する研究が主として行われている^{2)30)21) 27)}。吾國に於ては戰時中の陸軍の研究³⁰⁾並びに、戰後井上、藤野¹⁰⁾の報告をみる以外、極超短波の生物作用に關しては殆んど見るべき研究がない。私は1946年以來、極超短波の生物組織に對する作用を追究し、極めて興味ある結果を得たのでここに報告する。

實驗方法

實驗裝置は磁電管發振裝置を使用し、發振管は

日本無線製八分割水冷式 M 312 である。實驗材料はモルモット(300 g~400 g)を使用した。雌雄の別は考慮しなかつた。

照射方法としては全身照射の場合には導波管途中に金網を入れ反射板を使用し、局所照射の場合は導波管口を縮小して直接動物體を密着させた。

照射條件、照射時間、照射方向、照射部位については實驗 I と實驗 II とでは相違するので第 1 圖第 2 圖として表示した。

實驗 I は波長 9.7 cm, 13.7 cm, 16.2 cm の三種をえらび、陽極電壓も 1500 V から 7000 V までを使用して、動物が死亡するまで連續照射し、死亡狀況、體溫、呼吸等を主として觀察した。これは實驗 II の豫備實驗である。

實驗 II では波長約 10 cm, 陽極電壓約 6000 V, 出力 40 W~60 W で條件を一定にし4分乃至5分、動物の腹背方向に照射したのち、動物を生存させ、

第 1 圖 急激照射實驗 I

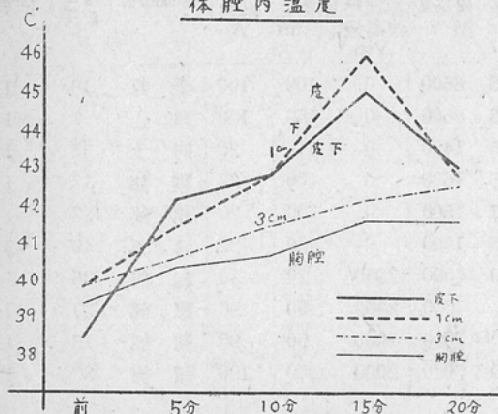
モルモット 番號	性 別	體 重 gr	實驗 期 日	天 候	室 溫 C	照 射 條 件						照射部位	照射時間 (死亡まで) 分	照射回數
						波長 cm	磁界 gaus	陽極電 壓 V	重疊交 番電壓 波高値 V _m	陽極電 流 mA	出力 W			
No. 1	♀	640	昭22 1月14日	曇	4.0	16.2	785	6600	0	100	100	全 身	16	1
No. 2	♂	400	同 2月1日	晴	6.0	16.2	785	6600	0	150	140	同 上	7	1
No. 5	♀	410	同 7月27日	晴	31.0	13.7	315	1400	0	110	20	同 上	37	1
No. 6	♀	370	同 8月11日	晴	34.0	13.7	315	1600	0	100	20	腹 部	17	1
No. 9	♀	350	同 8月21日	晴	32.0	13.7	315	1500	0	100	20	頭 部	27	1
No. 10	♀	400	同 8月22日	晴	33.0	13.7	315	1500	0	100	22	同 上	40	2
No. 11	♂	525	同 11月14日	晴	13.8	9.8	600	4000	1900	70	30	胸 部	36	1
No. 12	♂	530	同 11月18日	曇	13.0	9.9	815	7000	2400	90	90	腹 部	30	2
No. 13	♂	540	同 11月20日	曇	11.0	9.7	840	7000	2200	90	90	胸 部	15	1
No. 14	♀	420	同 12月9日	晴	9.0	9.7	820	7000	2000	100	100	頭 部	30	1

體 試 驗 前	溫 最 高	(直 腸) 上 昇 溫 度	呼 試 驗 前	吸 最 高	痙 増 加 數	攣 起 る ま で の 時 間 分	撃 程 度	備 考
℃	℃	℃	30"	30"				
37.9	38.0	0.1	30	95	30	27	++	照射直後死亡
38.3	41.5	3.2	65	107	33	16	+	照射後次第に體溫下降3時間死亡
39.6	46.7	7.1	74	減少	—	21	+	照射直後死亡
39.4	41.5	2.1	135	140	77	20	++	同上
38.4	41.3	2.9	63	70	25	—	—	同上
34.6	39.7	5.1	45	79	30	24	++	最初21分で死亡せず2回目40分死亡せず翌日外傷のため殺す。
38.0	41.5	3.5	49	141	66	11	+	照射直後死亡
34.5	39.8	5.3	75	115	67	21	++	同上
33.0	40.0	7.0	48					

第2圖 急激照射實驗 II

モルモツ ト番號	性別	體重 gr	實驗 期 日	天 候	室 溫 ℃	照 射 條 件						照射 部位	照射 時間 分	呼 吸 30"			痙攣 の有 無	生 存 期 間	備 考
						波長 cm	磁界 Ga- us	陽電 壓 V	重疊交 番電壓 波高值 Vm	陽極電 流 mA	出力 W			試驗 前	最高	増加 數			
No. 24	♂	300	昭和 23 7 月 30 日	晴	30	9.8	700	5700	1620	48	40	胸部上	7	66	110	44	—	0	直後死亡
No. 31	♂	310	同上 8 月 4 日	晴	27	9.9	750	6500	1500	60	60	胸部上	12	63	106	43	+	0	直後死亡
No. 21	♀	320	同上 7 月 5 日	曇	23	9.9	750	6600	1480	60	60	同上	9	75	130	55	—	6時間	死亡
No. 25	♂	290	同上 7 月 30 日	晴	30	9.8	700	5700	1620	48	40	同上	5	83	140	57	—	6時間	
No. 27	♀	310	同上 7 月 30 日	晴	30	9.8	700	5700	1620	48	40	同上	5	81	158	77	—	12時間	
No. 32	♀	420	同上 12 月 1 日	晴	15	10.0	730	6900	0	66	50	同上	5	60	102	42	—	24時間	
No. 29	♀	310	同上 7 月 30 日	晴	30	9.8	700	5700	1620	48	40	同上	5	65	140	75	—	26時間	
No. 20	♀	330	同上 7 月 5 日	曇	23	9.9	750	6600	1480	60	60	同上	13	65	100	35	—	36時間	自然死亡
No. 26	♀	310	同上 7 月 30 日	晴	30	9.8	700	5700	1620	48	40	同上	6	60	140	80	—	48時間	
No. 33	♀	380	同上 12 月 1 日	晴	15	10.0	730	6900	0	66	50	同上	4	62	80	18	—	48時間	自然死亡
No. 19	♂	310	同上 7 月 5 日	曇	23	9.9	750	6600	1480	60	60	同上	12	74	140	76	—	72時間	
No. 34	♂	400	同上 12 月 1 日	晴	15	10.0	730	6900	0	66	50	同上	5	61	106	45	—	72時間	
No. 18	♂	320	同上 7 月 5 日	曇	23	9.9	750	6600	1480	60	60	同上	11	63	105	42	—	1週間	
No. 28	♀	330	同上 7 月 30 日	晴	30	9.8	700	5700	1620	48	40	同上	5	70	158	88	—	1週間	
No. 30	♀	300	同上 8 月 4 日	晴	27	9.9	750	6500	1500	60	60	同上	5	65	148	75	—	2週間	

体腔内温度



		試驗前溫度 (°C)	5 分	10 分	15 分	20 分
腹	皮下	38.4	42.1	42.8	45.0	43.0
	皮下 1cm	39.8	41.4	42.8	46.0	42.8
	皮下 3cm	39.8	40.6	41.4	42.1	42.6
肝		39.6	40.7	41.4	42.1	42.1
胸腔		39.4	40.3	40.7	41.6	41.6

6時間, 12時間, 24時間, 72時間, 1週間, 2週間毎に殺し, 所用の臓器を直ちに 10%ホルマリンで固定, パラフィン埋包, H.E 染色, マロリ染色

を行い、併せて脂肪染色を行つた。

出力の算定はこの研究で最も重要なものであるが、これについては現在尙研究中である。こゝに用いた方法は陽極損失の方法であるが、この方法によれば、空中線より輻射されるまでの減衰及び動物體表面からの反射は考慮されていないので、実際に動物體内に吸収されるエネルギーはこの値よりかなり小さいものと推定される。尙本實驗ではすべて連続波を使用した。

實驗成績

I) 死亡狀況に關する諸觀察

死亡狀況について實驗Iから得た結果は第1圖として表示した。

極超短波電界内に入れられたモルモットは初期の安靜狀態から、不安、逃避運動、脱力、痙攣等の狀態を経過して死亡する。呼吸數はこの間、約二倍近く増加し、直腸溫度は 2°C 乃至 5°C の上昇を示す。

死亡時間と照射條件の間には著明な關係を見出すことが出来ない。これは動物の個體差、季節等が相違するためと考えられる。

銅、コンスタンタン熱電對を使用して、被照射部位の溫度を測定した結果は第3圖として表示した。これによれば、腹腔内溫度は皮下1cmの所が照射後15分で最高 46°C に達し、皮下溫度がこれに次ぎ、皮下3cmの所が最低である。更に照射を連続すると、これら溫度上昇は停止するか逆に下降を示す。胸腔内及び肝の溫度上昇は腹腔程著明ではない。

II) 病理學的所見

A) 肉眼的剖檢所見 主要所見は第4圖に表示した。肉眼的に著明な變化は肝と消化管とにみられる。皮膚及び外観上の變化は殆どみとめられない。

1) 肝 直後死亡の例では充血が強く、幾分脆くジェリー様の感觸がある。のちに肝表面に赤色の

第4圖 肉眼的所見

生存期間	所見 モルモット 番号	肝			胃				腸				
		充血	浮腫	壊死	充血	浮腫	糜爛	潰瘍	充血	出血	ガス 充満	糜爛	潰瘍
直後死亡	No. 24	+++	—	—	++	+	+	—	+	+	—	—	—
	No. 31	+++	—	—	—	—	—	—	++	++	—	—	—
6時間	No. 21	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	No. 25	—	+	+	+	—	+	—	—	—	—	+	—
12時間	No. 27	+	+	+	+	—	++	—	—	—	+	+	—
24時間	No. 32	+	—	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—
	No. 29	—	—	+	+	+	+	+	—	++	++	—	—
48時間	No. 20	+	+	+++	+	++	+	+++	+	+	+	—	+
	No. 26	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	+	+
	No. 33	+	+	+++	—	+++	—	+++	—	—	+	—	—
72時間	No. 19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	No. 34	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—
1週間	No. 18	+	—	—	—	+	—	++	—	—	—	—	+
	No. 28	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+
2週間	No. 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
所見數		8	4	8	5	7	5	6	3	5	4	3	3

第5圖 肝

生存期間	所見 モルモット番號	充 血	出 血	プラ ズマ 物質 滲 出	白血 球 浸 潤	血管(特に小動脈)					肝 實 質										グリ ソン 氏鞘	
						中 腹 フ イ ブ リ	ノ イ ド 膨 化	空 胞 形 成	血 管 壁 融 解	内 膜 下 浮 腫	内 膜 變 性	ク ツ ペ ル 星 性	肝 索 細 胞 離 解	肝 細 胞 萎 縮	肝 細 胞 腫 脹	原 淡 形 質 化	空 胞 形 成	脂 肪 化	壞 死	浮 腫	プラ ズマ 物質 滲 出	
照射直後死亡	No. 1	卅	+	卅	-	卅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
	No. 5	卅	卅	卅	+	+	-	-	-	-	-	卅	卅	-	-	+	/	-	+	+		
	No. 6	卅	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/	-	+	-		
	No. 13	卅	(+)	+	-	卅	卅	-	卅	+	+	-	+	+	卅	-	/	-	+	-		
	No. 14	卅	-	+	-	卅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	/	-	+	-		
	No. 31	卅	-	+	-	卅	+	-	+	+	-	(+)	-	+	+	+	-	-	+	-		
6 時間	No. 21	-	-	卅	-	+	+	+	-	-	-	卅	+	-	卅	+	+	+	-	-	+	
	No. 25	-	-	卅	-	+	卅	-	卅	卅	-	卅	-	-	-	+	卅	+	卅	-		
12 時間	No. 27	-	-	卅	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	卅	+	+	卅	+		
24 時間	No. 32	-	(+)	+	+	+	卅	-	+	卅	+	+	(+)	+	卅	+	/	+	卅	-		
	No. 29	+	-	卅	-	+	+	-	卅	卅	卅	卅	卅	+	+	卅	卅	+	卅	-		
	No. 11	-	(+)	-	-	卅	卅	-	+	+	+	-	-	+	卅	+	+	+	+	-		
48 時間	No. 20	(+)	-	卅	-	+	+	+	卅	卅	卅	卅	卅	-	-	卅	/	卅	卅	-		
	No. 26	(+)	-	卅	-	卅	卅	+	+	+	卅	卅	卅	-	+	卅	卅	卅	卅	+		
	No. 33	(+)	(+)	卅	+	卅	+	-	卅	+	卅	卅	卅	-	+	+	+	卅	+	-		
72 時間	No. 19	+	-	+	-	+	-	-	卅	+	-	卅	-	-	+	+	-	-	+	-		
	No. 34	+	-	+	+	+	+	-	卅	+	卅	-	+	-	卅	-	-	-	+	-		
1 週	No. 18	-	+	+	-	-	+	-	(+)	+	+	-	-	-	卅	+	-	-	(+)	-		
	No. 28	-	-	-	-	-	+	-	(+)	+	-	-	+	-	(+)	-	-	-	-	-		
2 週	No. 30	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	(+)	-		

充血部と灰白色部とが斑點狀の汚い壊死部を形成し、更に進んだものでは全く褐色に變色し脆くなつた完全な壊死竈をみとめる (No. 20, No. 33).

2) 胃及び腸、照射直後の充血は次第に消退する。胃壁の浮腫は6時間頃より著明となり、潰瘍の形成は24時間以後明瞭になる。肉眼的には粘膜下層の浮腫が目立つ。胃潰瘍は主として胃の前壁に出来、2例では (No. 20, No. 33) 潰瘍の穿孔を證明した。潰瘍形成の胃には内容物は殆んどなく、潰瘍面は緑色の粘液様の被膜で被われ、周圍器官とは癒着している。

腸の場合は胃ほど著明ではない。

B) 組織學的所見、組織學的所見の内、主要な

所見は第5圖から第9圖まで各臓器について記載した。こゝに使用した記號は“+”…存在する。卅…やゝ著明、卅…著明、(+)…部分的に存在する”という基準で記載した。

1) 肝、第5圖に表示した如く、照射直後には充血、プラズマ物質の滲出、浮腫、血管のフィブリノイド變性 (No. 1, 寫眞第1圖) を主とする變化が現れ、次第に肝實質の變化が著明となる。Glisson 氏鞘にも浮腫、プラズマ様物質の滲溜を證明し、Kupffer 氏星狀細胞の腫大、萎縮、崩壊脱失、脂肪化等の變性も證明される。

肝實質は24時間から48時間で著明な變化を證明する。肝實質の變化には二種あつて、その一つ

は寫眞第2圖に示した如く肝細胞索の解離と肝細胞萎縮を主とする變化であり (No. 29, No. 26, No. 20, No. 33), 肝毛細管は擴張し, Disse 腔が開いてプラズマ物質の滲出が明かである。肝細胞原形質は均質に暗く染まり, 核も變性脱失している。第二の變化は肝細胞の膨化と淡明化とを主とする (No. 11, No. 32, No. 13, 寫眞第3圖)。こゝでは肝細胞原形質が粗大な顆粒性となり, 淡明化し, 肝毛細胞は膨化した肝細胞に壓迫され内腔が閉鎖される。このような肝組織は丁度網の目のようにみえる。この際, 核の變性は著明でない。以上二種の肝實質の變化は形態學的に著しい對蹠を示す故に興味深い。肝細胞の脂肪化は6時間以後, 肝細胞の血管極に偏在した小脂肪滴沈着に始まる。肝小葉全體には多量にみられるが, 小葉邊緣にやゝ強い。(寫眞第4圖)前に述べた肝實質變性の強い場所では, 第I型, 第II型いずれの

場合も, 殆んど著明な脂肪沈着を證明しない。

2) 心, 心に於ける主要所見は第6圖として圖示した。心の組織學的所見の内では, 心内膜を中心とした變化が最も注目される。その一つは心内膜下の浮腫性間隙の形成であり (寫眞第5圖), 他は心内膜下細胞の結節性増殖である (寫眞第6圖)。

心筋間質にはプラズマ様物質の滲出, 浮腫をみるとめ, 6時間以後各種のミオチーテンの出現をみる。これらの細胞は間質内小血管の周圍に集合してみることが多い。(寫眞第7圖)のちに心筋間質に膠原纖維の増加をみとめる。

心筋にも早期から輕度の變性をみとめる。

心筋纖維の均質化, 萎縮, 解離を主とする場合と (No. 29, No. 26, No. 19), 心筋原形質の淡明化, 脱失を主とする場合との二つの對蹠的な變化がこゝでも證明される。後者では膜狀結締組織のみ

第6圖 心

生存期間	所見 モルモット番號	充 血	出 血	浮 腫	物質 滲 出	白血 球 浸 潤	血管 (特に冠狀動脈小枝)							心筋							心 浮 腫	心 内 膜 下 細胞 増殖		
							中 膜 均 等 化	中 膜 間 隙 形 成	管 腔 周 圍 増 加	内 膜 下 浮 腫	内 起 立	剥 離	膜 其 他 變 化	軸 性 形 成	心 筋 均 質 化	心 筋 萎 縮	心 筋 變 性	心 筋 淡 明 形 化	心 筋 間 質 浮 腫	間 質 細胞 増殖			心 内 膜 下 浮 腫	心 内 膜 下 結 節 性 増殖
直後 死亡	No. 24	+	++	(+)	+	-	-	+	-	-	+	++	+	++	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
	No. 31	++	++	++	++	-	-	-	+	-	-	-	+	(+)	+	+	+	-	++	-	-	-	-	++
6 時間	No. 21	-	(+)	++	+	-	-	-	++	(+)	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	-	++	+	++	++	-	++
	No. 25	+	+	(+)	++	-	+	-	-	(+)	+	-	+	+	+	-	+	-	+	(+)	-	++	+	++
12 時間	No. 27	++	+	+	+	-	+	++	++	(+)	-	+	+	+	-	-	(+)	-	+	+	-	++	-	++
	No. 32	++	-	-	-	+	(+)	-	+	-	-	+	-	(+)	-	(+)	++	-	+	-	(+)	-	+	
24 間時	No. 29	-	-	++	+	-	+	-	+	+	++	+	++	++	++	++	++	-	++	+	-	++	+	+
	No. 11	+	-	-	+	-	++	-	-	-	-	(+)	+	-	+	(+)	++	++	-	-	++	+	/	
48 時間	No. 26	-	-	++	++	-	+	-	++	-	-	+	+	-	++	++	++	-	++	++	-	++	++	+
	No. 33	-	+	++	++	-	+	(+)	(+)	-	-	-	-	-	(+)	+	+	-	(+)	+	-	+	++	
72 時間	No. 19	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	(+)	++	++	-	+	(+)	++	+	++	-
	No. 34	+	-	-	(+)	-	-	+	++	-	+	+	+	(+)	-	(+)	-	-	-	+	+	+	++	-
1週	No. 18	-	-	+	+	(+)	+	-	++	-	(+)	+	+	+	(+)	++	++	++	++	+	-	++	+	++
	No. 28	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	++	-
2週	No. 30	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	++	+

第7圖 腎

生存期間	所見 モルト モツ號	間質		質		絲		體		尿管		血管	
		浮腫	充	間大	質或	蹄係	蹄係	蹄係	殖或	バ	細	空性	圓
		皮質	髓質	質血	細は	萎縮	膨化	充血	腫大	氏囊腫大	腫大	顆粒性	柱
直後死亡	No. 1	-	+	++	-	-	-	-	-	-	(+)	-	-
	No. 6	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	No. 9	-	-	++	-	-	-	++	-	-	(+)	++	+
	No. 14	-	+	++	-	-	(+)	++	-	-	+	-	-
	No. 31	-	-	++	-	-	-	+	-	-	+	-	-
6時間	No. 21	(+)	+	-	-	-	(+)	(+)	-	+	+	++	+
	No. 25	-	-	+	-	(+)	(+)	-	-	+	+	(+)	-
12時間	No. 27	-	+	-	+	-	+	-	-	+	(+)	++	+
24時間	No. 32	-	-	-	(+)	-	+	-	-	+	(+)	++	+
	No. 29	-	(+)	-	-	(+)	+	-	-	+	+	++	+
	No. 11	+	-	-	(+)	-	+	-	(+)	-	++	-	+
48時間	No. 26	-	-	-	+	(+)	+	-	(+)	++	+	++	(+)
	No. 33	-	-	+	(+)	-	-	(+)	+	-	+	+	(+)
72時間	No. 19	+	++	-	(+)	-	+	-	-	+	+	-	+
	No. 34	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	(+)
1週	No. 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	No. 28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	-	-
2週	No. 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

が網狀に残存する。(No. 11, No. 18, No. 32)。

心臓膜には浮腫と心内膜下細胞の結節性増殖を観察する。

血管に於ける變化は、肝及び肺の如く著明なもののみみられない。

大動脈中膜にも浮腫と筋繊維の解離を證明し、更に進行したものでは、筋繊維の脱失、結締組織化、組織淋巴球性細胞の浸潤等を觀察することが出来た。

3) 腎、主要所見は第7圖に表示した。腎の變化は他の諸臓器に比して最も軽度である。初期には強い充血があつて、絲絨體及び細尿管は膨化或は腫大する。その後絲絨體はやゝ貧血性となり、全體は透明になる。蹄係毛細管壁は太くみえるが、内皮細胞及び上皮細胞の著明な増殖はみられな

い。(寫眞第8圖)バ氏囊中には赤血球、プラズマ物質の滲出を證明する例もある(No. 29, No. 26)。しかしバ氏囊自身には特に細胞の腫大、増殖等の所見はなく、従つて半月體形成も全くみられない。

細尿管では特に主部及び Henle 氏蹄係の上皮細胞の顆粒空胞性の變化が注目される。核の變化は通常輕微である。時に上皮細胞が剝離し、間質の結締組織のみ残存する。1例(No. 26)では著明な硝子滴狀變性をみとめた。

血管の變化も極めて少い。

腎に於ける脂肪沈着は主として6時間以後に、細尿管の潤管部、中間部、或は Henle 氏蹄係の上皮細胞に限局されて始まる。のちに主部上皮細胞にも及ぶが、概して脂肪化した細尿管としから

第8圖 肺

生存 期間	所 見 モルモツ ト番號	充 血	出 血	浮 腫	物質 滲 出	白血 球 浸 潤	血管(特に小動脈)				肺 胞 中 隔				小氣管支		
							フ イ ド 變 性	中 膜 龜 裂	邊 核 空 胞	内 膜 の 變 化	中 隔 肥 厚	組 織 性 淋 巴 球 浸 潤	肺 胞 縮 小	中 隔 細 胞 淋 巴 球 浸 潤	結 締 織 化	上 皮 變 細 胞 化	平 滑 筋 變 性
直後 死亡	No. 1	++	+	+	+	+	+	++	++	++	—	—	—	—	—	+	+
	No. 6	++	+	++	++	+	+	++	—	+	—	—	—	—	—	+	+
	No. 9	+	+	++	++	+	++	++	—	++	+	+	—	—	—	+	+
	No. 14	++	+	++	+	+	+	+	—	—	+	—	(++)	—	—	+	—
6時間	No. 25	—	(+)	+	+	—	+	+	(+)	+	+	+	—	—	—	+	+
12時間	No. 27	—	—	+	+	—	++	++	++	++	++	++	+	+	—	+	+
24時間	No. 32	—	—	+	+	+	—	—	+	—	(+)	(+)	(+)	++	—	—	—
	No. 11	—	—	+	+	+	++	++	—	+	++	++	+	+	—	+	++
	No. 29	—	—	+	+	—	—	—	—	—	(+)	(+)	(+)	—	—	—	—
48時間	No. 26	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+
	No. 33	++	+	+	—	—	+	++	+	+	++	++	++	—	—	—	—
72時間	No. 19	—	—	+	+	—	+	+	+	+	—	—	(+)	—	—	+	+
	No. 34	—	—	+	+	—	—	++	—	+	+	+	—	—	—	+	+
1週間	No. 18	—	—	+	—	—	+	++	—	+	++	++	++	+	++	+	++
	No. 28	—	—	+	—	—	+	—	—	—	++	++	++	++	++	+	+
2週間	No. 30	—	—	+	—	—	—	—	+	+	++	++	++	++	++	+	+

さるものとは明瞭な區別がみとめられる、(寫眞第9圖)

4) 肺, 第8圖に主要所見を表示した。肺に於ける變化は肝に次いで時間的な推移が明かである。こゝでも血管を中心とした變化は非常に早く、實質の變化はこれに引き続いて起る。血管にはフイブリノイド變性、邊核空胞の形成、中膜龜裂(二重輪)形成等の變化を證明する(寫眞第10圖)。

肺胞中隔には初期に著しい充血と毛細管出血の像をみとめ、プラズマ物質の滲出も強い。そのため一部の肺胞中隔は軽度にて肥厚し、他の部では中隔は菲薄となり氣腫性となる。浮腫性となつた肺胞中隔内には、次第に圓形細胞、プラズマ細胞、組織淋巴球性細胞が増加する。6時間頃よりこれらの細胞増殖は著明となり、中隔は、著しく肥厚し、肺胞は壓迫され萎縮する。こゝにみられる細

胞の核の形態は多種多様で、染色も濃淡様々である。これらの細胞は時に小動脈を中心に淋巴濾胞様に集合する(寫眞第11圖)。かゝる細胞集團が塊状になつた肺胞壁は1週間後には器質化の傾向を帯びて来る。

5) 胃, 第9圖として主要所見を表示した胃粘膜には早期より浮腫が現れ、固有膜は粗鬆化する。浮腫は粘膜層基底部に強い。腺細胞は浮腫の中で分離する(寫眞第11圖)。固有膜中にプラズマ細胞が増加することもある(No. 24)。腺細胞は顆粒空胞性の變性を起し、或は萎縮し、平低化することもある。この状態から粘膜層は次第に壊死に向う。粘膜下層も亦照射後間もなく著明な浮腫が現れ、のちに膠原纖維が増加し、結締織化する。この中にある血管は時に高度の空胞乃至水腫變生(hydropische Entartung Helmeke)に陥る(寫眞第12圖)。又此所に赤血球、多核白血球の浸潤をみる

第9圖 胃

生存期間	所見 モルト番 モツ號	粘 膜 層									粘 膜 下 層				化 平 滑			血 管				
		間 質 組 織				腺 細 胞					浮腫	出 血	細胞浸潤	纖維化	筋間の浮腫	均 質 化	筋 變 性	白血球浸潤	フィブリン變性	血管壁融解	中膜形成	胞 形 變 性
		充 血	出 血	浮 腫	組織細胞增加	分 離	萎 縮	淡 明 化	平 低 化	壞 死												
直後死亡	No. 24	(+)	+	++	++	++	++	+	++	+	++	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+
	No. 31	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
6時間	No. 25	+	++	++	-	++	+	-	-	+	++	-	-	-	+	-	++	+	+	-	+	+
	No. 27	++	-	+	+	++	+	++	+	+	+	-	+	+	+	-	++	-	+	-	+	++
24時間	No. 32	-	++	(+)	+	(+)	(+)	-	++	++	+	++	++	++	++	+	++	++	+	++	-	+
	No. 29	++	-	++	++	++	++	-	++	++	++	++	+	+	++	-	-	++	+	(+)	++	++
48時間	No. 26	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	No. 33	-	+	++	-	(+)	(+)	+	+	++	++	+	+	++	++	+	++	++	+	++	(+)	(+)
72時間	No. 19	-	-	+	(+)	-	-	-	-	-	(+)	-	-	-	++	++	+	-	-	+	++	+
	No. 34	-	-	+	(+)	(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)
1週	No. 18	-	-	++	++	++	++	+	++	-	+	++	++	++	++	-	++	-	-	+	++	++
	No. 28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	++	++
2週	No. 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	++	+	-	-	-	+	+	++	++

ことがある(No. 29, No. 30, No. 33).

平滑筋に於ける筋纖維は均質化し、間質の浮腫によつて分離する。筋纖維は萎縮し螺旋狀、卷髮狀に屈曲する。核は濃縮して時に蟲狀或はコルク拔狀(Kolkzieherartig Zink)を呈する。核周邊には邊核空胞が形成され、間質には組織淋巴球性細胞が浸潤している。1例(No. 29)では輪狀筋層に白血球浸潤と細菌集落とを伴つた感染像をみた。

血管中膜は初期よりフィブリンノイド變性をみとめる。

6) 血管、血管の變化は重要な所見であるから、こゝに一括して再述する。血管の變化は肝、肺、胃に著明で、心及び腎では軽い。血管特に小動脈中膜は極めて速かにフィブリンノイド變性を起す(No. 1, 照射16分死亡例)。このフィブリンノイド膨化と同時に或はやゝ遅れて中膜に空胞が形成されて来る。空胞は中膜筋纖維の核の周邊に出来る場合(Perinuclaire Vakuolenbildung Zink)と筋

纖維間に間隙として出来て来る場合(Medialuck-enbildung)とが區別される。前者は邊核空胞の形成であり、高度になれば中膜は脱失し消失する(寫眞第13圖)。後者は中膜龜裂の形成であり、著しい場合は二重輪を形成する(寫眞第10圖)。中膜龜裂の内容は初期に浮腫液であるが、のちに膠原纖維の増加をみとめる。

血管内皮細胞が膨化すると、血管内腔にボタン狀(Knopfartig Zink)に突出し、念珠の輪の如くみえる(寫眞第11圖)。更に又萎縮を起し内腔に向つて起立性の偏位を起すことがある(一種の柵狀配列 Palisadenstellung)。

内膜下には屢々浮腫性間隙を證明し、このため内皮細胞が剝離或は起立性の變化を示す。外膜も浮腫性となり、時に管周圍細胞の増殖(肺、心)がみられる。

靜脈に於ける變化は小動脈の變化に準ずる。

考 按

1) 總括的考察、肝に於ける第I型の變化は Rossle の記載に始まり³⁰⁾、その後ヒスタミン、アシルフォルミートの實驗的中毒症で Eppinger¹⁰⁾が、又火傷の病理組織學的變化として Zink がそれぞれ觀察した漿液性肝炎の像と極めて類型的である。第II型の變化は Fischer の明細胞、水中毒變性 (Wasservergiftung)³⁰⁾と稱される肝細胞變性と近親性を持つている。

心を中心とする變化は古く Siegmund³⁵⁾、A. Dietrich⁷⁾、W Dietrich⁸⁾、Jaffe¹⁷⁾、Eppinger¹⁰⁾、岡林²⁰⁾等によつて注目された心筋炎、心内膜炎の所見と類似し、更に Klinge¹⁸⁾によつて指摘された如く、心内膜下細胞の結節性増殖は直接、間接にアシヨフ結節と關連あるものとして注目される。

肺胞中隔内の細胞の反應性増殖は Bohmig⁴⁾、Siegmund³⁵⁾、岡林等によつて觀察された感作動物に於ける一種の肺像炎の組織像と極めて類似して居り、又從來の超短波²⁷⁾或はX線による肺³⁾の變化とも類型的である。

胃潰瘍の形成はX線による胃潰瘍形成とは作用點を異にし、むしろ Eppinger の實驗的胃潰瘍或は Zink の火傷に於ける胃潰瘍の組織學的所見に近いと思われる。

血管に於けるフィブリノイド變性、管周囲細胞の増殖も亦各種感作動物、過敏症、リウマチ等に觀察され、邊核空胞及び中膜龜裂等の所見は Zink の火傷に於ける所見と相通するものである。従つて私の實驗で得られた以上の組織學的所見は決して極超短波による特異な組織像ではなく、一般的な敗血性血管間葉性組織反應 (岡林²⁰⁾)の形式を踏んだものと考えられる。即ちこゝに觀察し得た所見の主流をなすものは 1) 血管内皮細胞或は毛細管壁障壁によるプラズマ物質の滲出、浮腫發現 2) 二次的實質障壁 3) 滲出したプラズマ物質の纖維化 4) 白血球浸潤の少いこと等である。これは即ち Rossle 以來漿液性炎の概念に抱括して考えられる性質のものであり、各種アレルギー性炎症と呼ばれて來た變化とも關連が深い。唯此處に問題となるのは以上の變化の發生する時間の問題である。中でも血管の變化は極めて早く、

實質の變化も1、2日の中に完成する。この事實はアレルギー、生體アミン、或はX線による組織學的變化の發現とは比較にならぬほど速い。このような漿液性炎像の急速な成立は極超短波の特異的な作用と考えて良いであらう。

2) 極超短波の組織障壁作用の本質、私が觀察した血管のフィブリノイド變性、プラズマ物質の滲出、浮腫等初期の所見は、血管内皮細胞及び毛細管透過性の失調 (Iysorie Schürman³⁴⁾)に起因したものであつて、實質の變化はこれに續いた二次的のものと理解される。よつて極超短波が漿液性炎を誘起させるのは、極超短波が何等かの形で血管内皮細胞を障壁し、血管透過性失調を起したものと理解しなければならない。極超短波が血管透過性を高めるのは、(Hildebrandt の實驗¹⁴⁾及び陸軍の實驗³³⁾)によつて立證された如く、ヒスタミンの増加に起因するか、或は内皮細胞自身の直接の障壁にもとづくものであつて、單なる鬱血とか充血によるものでないと私は考へている。

電波が低分子の化學變化或はその反應に對して影響を與えるということは知られていないが、高分子の場合には個有振動の自由度が高いために、極超短波或は超短波によつて物理化學的な變化を起し得る可能性がある。水島²³⁾及び東¹⁾は卵アルブミン溶液に超短波(波長2m)を照射して、低温で著しい變性を起し得ることを認めた。従つて極超短波も亦低温で動物構成蛋白質體を變性させるという可能性は充分に考慮されねばならない。この前提に立つて血管透過性の異常を説明しようとする並びに實質の變化が常識を越えて速いのは、かかる機序に依るものと私は考へている。

結 語

波長約10cmの極超短波(マイクロウエーブ)をモルモットに照射し、その生物作用を追究した結果を要約すると次の如くである。

1) 極超短波電界内で動物は安靜、不安、逃避運動、脱力、痙攣という経過を取つて死亡する。

2) 非致死量を照射し動物を生存させておくと、肝及び消化管に肉眼的に認められる壊死と潰瘍が形成される。

3) 組織學的には、肝、心、腎、肺、胃等に滲出性機轉を基調とし、のちに膠原纖維の増殖、組織淋巴球性細胞の増加及び實質細胞の二次的變性を伴う變化像を観察した。これは Rossle 以來の漿液性炎として理解される像である。特に Zink の火傷に於ける病理組織學的所見とは著しく相似性を持つ。従來アレルギー性炎症と云われて來た組織像とも深時、上にも述べたような二つの可能性が考えられて來る。即ち一つは生體アミンの發生により血管内皮細胞が障害されることであり、他は極超短波が血管内皮細胞構成蛋白體を變性させ、直接に内皮細胞を破壊するという考えである。

蛋白質の變性は細胞の形態學的變化に重要な關連を持つことは Holzöhner 及び Seelich¹⁵⁾ によつて指摘された。蛋白質が不完全な變性過程ではその滲透壓は倍増し、完全變性のあとでは滲透壓は急激に低下する。この蛋白質變性の過程にみられる滲透壓の増減から、實質細胞にみられる膨化、空胞形成、萎縮の一連の形態學的變化の因果關係を説明することが試みられる(Zink)。今極超短波によつて細胞構成蛋白體の變性が起るとすれば、細胞内外の滲透壓の均衡は全く亂れるであろうことは當然考えられる。この事は血管内皮細胞障害と相俟つて、急激な細胞及び組織の形態學的變化をもたらすであろう。極超短波による血管は關連がある。これらの變化が唯一回の照射で簡単に發生すること、しかも毒素、細菌を使用することなく、又抗原抗体反應にも全く無關係に短時日の内に成立することは、私の實驗で最も興味ある點である。

4) 以上の變化は極超短波の血管内皮細胞障害に起因し、同時に極超短波の生體構成蛋白體に対する變性能力が細胞内外の滲透壓の均衡を亂し、急速な形態學的變化を誘起するものと理解する。

5) 現在米國に於けるこの分野の研究は主としてマイクロテルムを使用し、人體及び動物組織の加温狀況を精査することに主眼が置かれ、その障害作用については殆どみるべき報告がない。これは波型の相違によるか出力の違いによるか、或は他の條件によるか不明であり、今後の追究を必要

とする。

6) 以上の極超短波による組織障害作用は、今後吾國に於て臨床的應用を試みる場合、注意されなければならない。と同時にこの障害作用は新しい組織震盪の方法として、血管間葉性組織反應の研究に貢獻すると信ずる。

拙筆するにあたり、親しく御指導並びに御校閲戴いた佐々教授に厚く御禮申あげると共に、終始熱心に御鞭撻いただいた教室の樫田博士並びに第一工學部電氣工學科岡村助教授に深謝の意を表する。尙病理組織學上は岡林講師より多大の御教示を得ましたことも併せて衷心から感謝を捧げる。

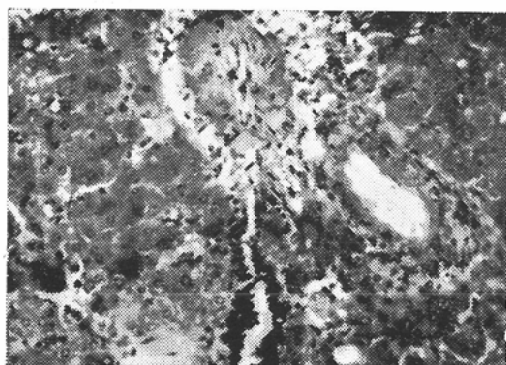
文 獻

- 1) 東、竹田、佐々：科學。Vol. 18: 467, 1948. —
- 2) Barbaru, L., & R.P.T. Feucht: Arch. phrp. Med. Vol. 30: 1949. — 3) Bloom, W.: Histopathology of irradiation uawyork. 1948. — 4) Bohmig, R.: Verh. dtrch. path. Ges. 1934: 166. — 5) Busse, O.: Verh. dlsch. path. Ges. 1914: 140. — 6) Dully, L. E.; U. S. Nav. m. Bull 41: 1052, 1943. — 7) Diltrich, A. & K. Schröder: Virch. Arch. 274: 425, 1930. — 8) Dietrich, W.: Virch. Arch. 299: 285, 1939. — 9) Eppinger, H.; H. Kaunitz & H. Popper: Seröre Eutzündung Wlen 1935. — 10) Eppinger, H.: Virh. dtsch. Ges. Kreislaufforschg 1938: 166. — 11) Fullis, R. H.: Am. J. physiol. 147: 281, 1946. — 12) Heuleiu, H.: Virch. Arch. 296: 448, 1935. — 13) Holmeke, K.: Vircl. Arch 296: 192, 1935. — 14) Hildebrandt, F.: Arch. Exp. Path. Bd. 190: 197, 1938. — 15) Holzöhner E & F. Seelich: Klin Wschr. 1938 II: 1169. — 16) 井上、藤野：日血誌。11卷：140, 1948. — 17) Jaffe, R. H.: Vrich. Arch. 287: 379, 1933. — 18) Klinge, F.: Erg. path. Auat. 27, 1933. — 19) 小宮、加藤、梅原：日血誌。12卷：171, 1949. — 20) Kemp, C. R., W. D. Panl, & H. M. Hives: Arch. phys. Med. Vol 29: 1948. — 21) Krusen, F.H., J.F. Heuick, N. heden & K. G. Wakim: Meet. May Clin 22: 209, 1947. — 22) Lidmann, B. & C. Cohen: Airsurgeon's Bull 2: 448, 1945. — 23) 水島、島内：科學。18卷：452, 1948. — 24) 岡林：日本醫事新誌：3118, 1939. — 25) 岡林：血兎誌。No. 1: 547, 537, 1939. — 26) 岡林：血液討議會報告第二輯：159, 1947. — 27) Osborne, S.L. & J.N. Frederick: J.A.M.A. 137: 1036, 1948. — 28) Ottingen, K.V. & Hook: Strahlenther. 41: 251, 1931. — 29) Raytheon. Microwave acceptable report of the Council on phyioical Medicine:

J.A.M.A. 135: 986, 1947. 30) Rare, J. W., J. F. Herriek, K.G. Wakim & F. H. Krusen: Arch. phrp. Med. Vol. 30: 202, 1949. — 31) Kossle, R.: Virch. Arch. 291: 1, 1931. — 32) Salisbury, W.W, J.W. Clark, & H. M. Hines Electronics: 66. (may) 1949. — 33) 笹田: 電波日本, 42巻.

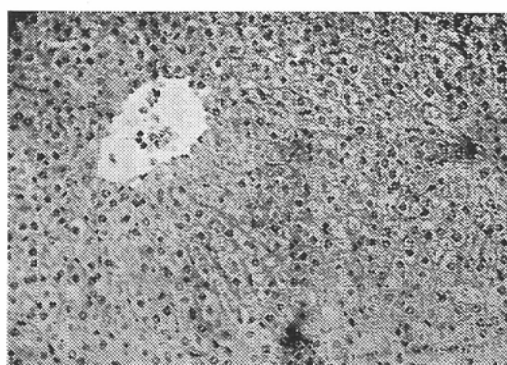
25, 1947. — 34) Schurman, P.: Virch. Arch. 291: 47, 1933. — 35) Siegmund, H.: Virch. Arch. 290: 3, 1933. — 36) 諏訪: 日本臨床. 6巻: 523, 578, 1948. — 37) Zink, K.H.: Pathologische Anatomie der Verbrennung. 1940.

写真第1圖



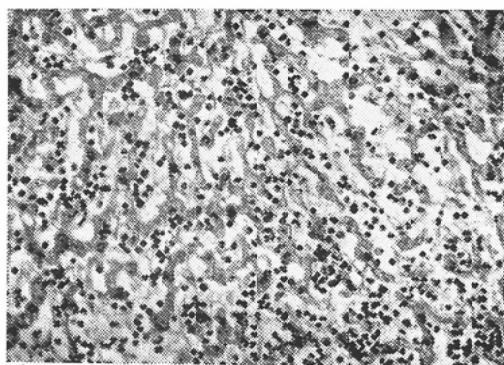
No. 1 (照射16分直後死亡) 血管フィブリノイド
膨化グリソン氏鞘浮腫パラフィン H.E

第 3 圖



No. 11 (24時間) 肝實質淡明化
毛細管閉鎖パラフィン H.E

写真第2圖



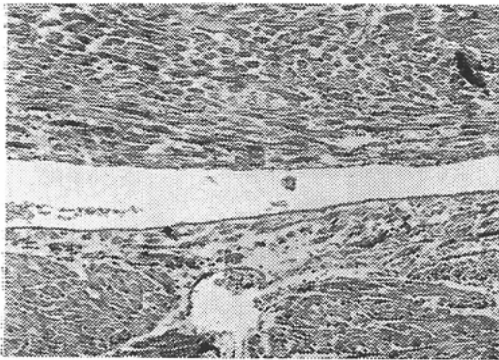
No. 26 (48時間) 肝細胞萎縮肝毛細管及びデツセ
腔擴張パラフィン, マロリー

第 4 圖



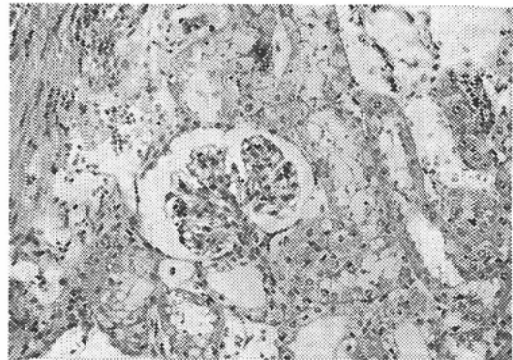
No. 29 (24時間) 脂肪化氷結ブズン III

第 5 圖



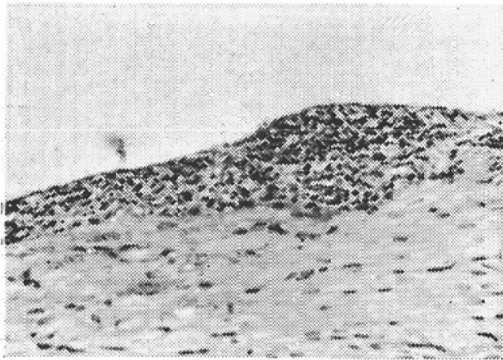
No. 26 (48 時間) 心内膜下浮腫性間隙心筋間質の
プラズマ物質の滲出パラフィン、マロリー

第 8 圖



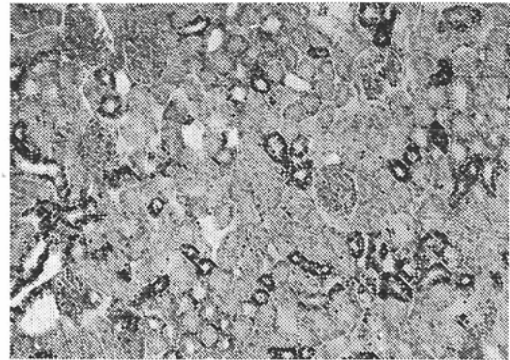
No. 26 (48 時間) 糸球體蹄係の膨化舌状切れ
込み細尿管變性パラフィン、H.E

第 6 圖



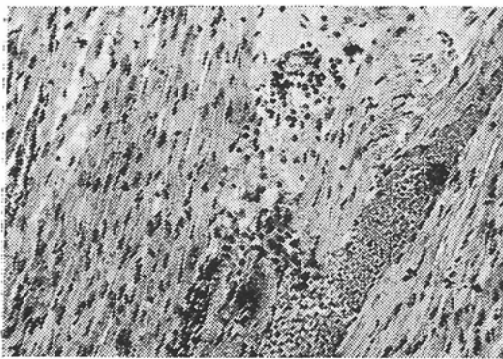
No. 19 (72 時間) 心内膜下細胞の結節
性増殖パラフィン H.E 染色

第 9 圖



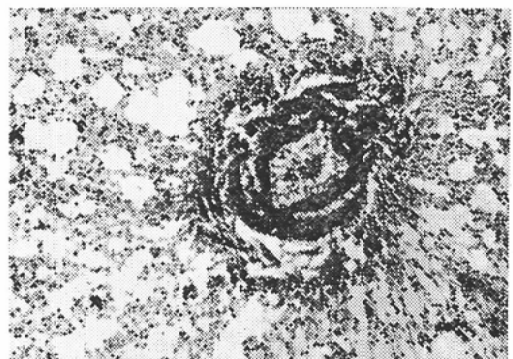
No. 27 (12 時間) 細尿管脂肪化 氷結. ブデン III

第 7 圖



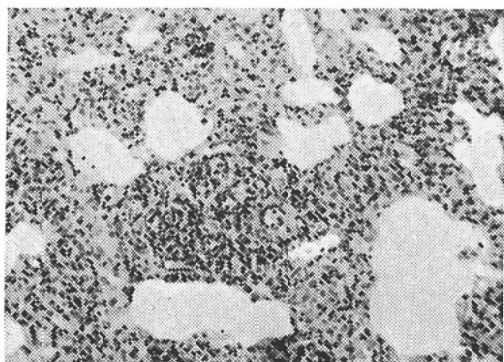
No. 21 (6 時間) 心筋間質の浮腫及びミオチー
テン増加パラフィン H.E 染色

第 10 圖



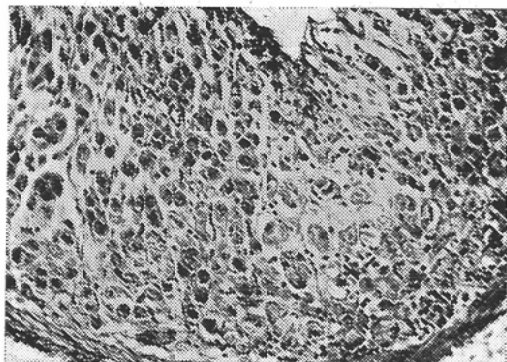
No. 27 (12 時間) 肺小動脈の中膜亀裂二重
輪形成パラフィンマロリー染色

第 11 圖



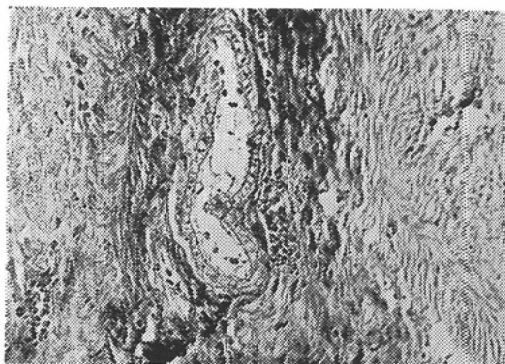
No. 27(12 時間) 肺胞壁肥厚 淋巴球性細胞
浸潤 小動脈内皮細胞のボタン状腫大
パラフィン H.E 染色

第 12 圖



No. 25(6 時間) 胃粘膜層浮腫 腺細胞分離及び
變性パラフィン マロリー

第 13 圖



No. 18(1 W) 胃粘膜下層の強度纖維化
血管中膜の空胞化及び脱失

第 14 圖



胃潰瘍穿孔