

高圧下に於ける「とのさま」蛙の種々なる剔出 組織の O₂ 消費量に関する研究

第1報 縫匠筋、大脳、腎臓、心臓及坐骨神経に高圧を

作用させた時の O₂ 消費量について

岡山大学医学部生理学教室 (主任 林 香苗教授)

助手 川 岡 曉 美

[昭和27年4月15日受稿]

I 緒 言

高圧下にある生活組織の O₂ 消費量に関しては、先に教室の大和が「とのさま」蛙の縫匠筋の 300 気圧以下に於ける O₂ 消費量について報告しているが、それによると未だ筋肉に短縮の現はれない 300 気圧以下 (閾下圧) に於ても O₂ 消費量が増加しており加圧程度が高い程増加の度が大であるという。その後教室に於て 2000 気圧まで加圧し得る装置の製作に成功したので、著者は「とのさま」蛙の剔出組織の 5 種について O₂ 消費量に及ぼす高圧の影響をしらべたので茲に報告する。

I 実験材料及方法

実験に使用した剔出組織は「とのさま」蛙の縫匠筋、大脳、腎臓、心臓及坐骨神経の 5 種である。縫匠筋、腎臓及坐骨神経は 2~5 匹分の左右を、大脳は 8~10 匹分の左右半球を、心臓は心室丈について 2 等分しその 8~10 匹分を E (高圧を作用させるもの) と K (対照) とに分け、次いで之等の組織をそれぞれ予め空気を飽和させた蛙用等張リンゲル液 8c.c. を入れた小試験管中に入れ、E は高圧ポンペ内で加圧し (高圧ポンペ内には機械油が満してありこの油によつて加圧するので加圧によつて圧が増しても周囲のガス圧が増すような事はない。装置の詳細は大和の論文を参照) K は E と同一時間加圧に用いた油と同

種の油中に浸漬して両者共一定時間後に取り出して夫々その 5c.c. について O₂ 量の測定を行つた。即ち始めのリンゲル液 5c.c. (N) 中の O₂ 量を求め、之と E, K の O₂ 量との差 N-E, N-K を以て夫々 E, K の O₂ 消費量とし、剔出組織は之を 120°C の乾燥器を以て重量が一定となるまで乾燥させ (3~4 時間) 乾燥重量 1mg 当りに換算した。

O₂ 量の測定は水中 O₂ の定量に使用される Winkler 法によつた。(方法の詳細は Müller, 佐藤を参照) Winkler 法に使用する N/100 チオ硫酸ソーダ 1c.c. は O₂ の 0.08mg (0°C, 760mmHg に於ては 0.056mg) に相当しているから O₂ 消費量の程度は N/100 チオ硫酸ソーダ c.c. を以て表すことが出来る。加圧は 100, 200, 300..... 2000 気圧を使用した。

II 実験成績

上記の組織に高圧を 1 時間作用させて高圧ポンペより取り出してみると縫匠筋では他の組織には見られない一見特異な現象である短縮がみられる。但し普通 300 気圧以下では短縮は見られない。300 気圧では短縮していることもあり、していないこともある。400 気圧以上では毎常短縮している。而もこの短縮は 1 時間の加圧の結果起る丈でなく瞬間的の圧作用によつても起り、一度短縮すると高圧ポンペから取り出して等張リンゲル液中に放置しておいても弛緩しない。即ち Ebbeck の所謂 Dauerverkürzung の状態にある。又丹原,

Ebbecke によれば 300 気圧以下の圧が作用した筋肉では電流による被刺戟性が亢進していると云うが 400 気圧以上の圧で短縮状態にある筋肉はそれに加はる電流刺戟に対し全く反応しない。然し筋肉以外の組織では高压ボン

べから取り出してみても少くとも外觀は以前の状態と少しも異なっていない。

さて 100~2000 気圧の高压を夫々 1 時間作用させた時の各組織の O₂ 消費量は次の如くである。

A) 縫匠筋の O₂ 消費量 (第 1 表)

第 1 表

加压 気圧	1951 日/月	室温 C°	水温 C°	乾燥重量 mg E K		O ₂ 消費量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダ滴定量 c.c.)						E'/ K'	
						N	E	N-E	$\frac{E'}{E} = \frac{N-E}{E}$	K	N-K		$\frac{K'}{K} = \frac{N-K}{K}$
100	16/2	5.2	5.0	36.0	35.0	0.930	0.857	0.073	2×10^{-3}	0.860	0.070	2.0×10^{-3}	1.0
"	18/2	10.8	10.5	48.9	45.0	0.804	0.696	0.108	2.2×10^{-3}	0.691	0.113	2.5×10^{-3}	0.8
"	14/2	6.3	6.0	73.2	77.3	0.943	0.780	0.163	2.2×10^{-3}	0.767	0.176	2.3×10^{-3}	1.0
							平均		2.1×10^{-3}		平均	2.3×10^{-3}	0.9
200	10/2	10.2	9.8	25.0	28.2	0.823	0.768	0.055	2.2×10^{-3}	0.755	0.068	2.4×10^{-3}	0.9
"	11/2	10.3	10.0	43.4	47.0	0.934	0.736	0.198	4.6×10^{-3}	0.812	0.122	2.4×10^{-3}	1.9
"	12/2	9.8	9.5	38.8	39.2	0.810	0.717	0.093	2.4×10^{-3}	0.730	0.080	2.0×10^{-3}	1.2
"	13/2	10.2	9.9	34.6	32.2	0.792	0.664	0.128	3.7×10^{-3}	0.722	0.072	2.2×10^{-3}	1.7
"	14/2	11.4	11.2	33.2	33.7	0.817	0.697	0.120	3.6×10^{-3}	0.727	0.090	2.6×10^{-3}	1.4
							平均		3.3×10^{-3}		平均	2.3×10^{-3}	1.4
300	12/2	10.3	10.0	34.4	34.6	0.857	0.616	0.241	7.0×10^{-3}	0.771	0.086	2.5×10^{-3}	2.8
"	13/2	8.6	8.3	24.6	26.2	0.789	0.601	0.188	5.2×10^{-3}	0.699	0.052	2.0×10^{-3}	2.6
"	14/2	5.4	5.1	42.5	44.2	0.917	0.568	0.349	8.2×10^{-3}	0.611	0.106	2.4×10^{-3}	3.4
"	14/2	9.6	9.3	20.3	22.8	0.924	0.743	0.181	8.9×10^{-3}	0.866	0.056	2.0×10^{-3}	4.4
							平均		7.3×10^{-3}		平均	2.2×10^{-3}	3.3
400	20/4	12.3	12.0	39.2	46.3	0.908	0.702	0.204	5.2×10^{-3}	0.667	0.241	5.2×10^{-3}	1.0
"	23/4	15.2	14.8	37.0	34.6	0.861	0.724	0.137	3.7×10^{-3}	0.739	0.122	3.5×10^{-3}	1.0
"	16/3	10.6	10.3	45.4	39.9	0.920	0.698	0.222	4.8×10^{-3}	0.730	0.190	4.0×10^{-3}	1.2
"	24/4	15.3	15.1	46.8	53.5	0.907	0.715	0.192	4.1×10^{-3}	0.634	0.273	5.1×10^{-3}	0.8
							平均		4.5×10^{-3}		平均	4.5×10^{-3}	1.0
500	15/3	12.4	12.1	34.8	39.4	0.913	0.764	0.149	4.3×10^{-3}	0.739	0.174	4.4×10^{-3}	1.0
"	5/3	18.0	17.8	34.4	34.6	0.873	0.730	0.143	4.1×10^{-3}	0.735	0.138	3.9×10^{-3}	1.0
"	6/3	18.2	17.9	33.2	33.7	0.930	0.751	0.179	5.4×10^{-3}	0.796	0.144	4.3×10^{-3}	1.2
"	15/3	12.2	12.0	45.2	45.3	0.950	0.817	0.133	3.0×10^{-3}	0.801	0.149	3.2×10^{-3}	0.9
							平均		4.2×10^{-3}		平均	4.0×10^{-3}	1.0
800	26/3	14.2	14.0	23.1	24.2	0.846	0.753	0.093	4.0×10^{-3}	0.749	0.097	4.0×10^{-3}	1.0
"	13/4	10.4	10.1	31.1	31.6	0.897	0.757	0.140	4.7×10^{-3}	0.764	0.133	4.2×10^{-3}	1.1
							平均		4.4×10^{-3}		平均	4.1×10^{-3}	1.1
1000	12/3	12.8	12.5	26.8	35.8	0.836	0.666	0.170	6.4×10^{-3}	0.636	0.200	5.6×10^{-3}	1.1
"	14/6	20.3	20.0	46.6	45.5	0.790	0.532	0.258	5.5×10^{-3}	0.588	0.202	4.4×10^{-3}	1.2
"	13/3	12.8	12.5	35.0	33.8	0.886	0.749	0.137	3.9×10^{-3}	0.760	0.126	3.8×10^{-3}	1.0
"	14/3	11.8	11.6	30.0	33.1	0.823	0.688	0.135	4.5×10^{-3}	0.680	0.143	4.3×10^{-3}	1.0
							平均		5.1×10^{-3}		平均	4.5×10^{-3}	1.1

1200	13/6	23.2	23.0	51.8	46.5	0.710	0.546	0.164	3.1×10^{-3}	0.542	0.168	3.6×10^{-3}	0.8
"	14/6	24.0	23.8	42.6	44.5	0.825	0.631	0.194	4.8×10^{-3}	0.620	0.205	4.6×10^{-3}	1.0
								平均	3.9×10^{-3}		平均	4.1×10^{-3}	1.0
1400	13/6	20.2	20.0	50.4	51.8	0.769	0.592	0.177	3.5×10^{-3}	0.576	0.193	3.7×10^{-3}	0.9
"	14/6	23.8	2.35	46.3	44.8	0.803	0.609	0.194	4.2×10^{-3}	0.623	0.180	4.0×10^{-3}	1.0
								平均	3.8×10^{-3}		平均	3.8×10^{-3}	1.0
1500	14/3	8.6	8.4	39.2	40.3	0.986	0.836	0.150	3.8×10^{-3}	0.814	0.172	4.2×10^{-3}	0.9
"	14/3	8.8	8.5	30.2	28.4	0.955	0.801	0.154	5.0×10^{-3}	0.827	0.128	4.5×10^{-3}	1.1
"	11/2	6.7	6.5	99.8	94.7	0.927	0.735	0.192	2.0×10^{-3}	0.719	0.208	2.2×10^{-3}	0.9
"	12/2	5.2	5.0	92.6	105.6	1.030	0.820	0.210	2.1×10^{-3}	0.818	0.212	2.0×10^{-3}	1.0
								平均	3.2×10^{-3}		平均	3.2×10^{-3}	1.0
1600	13/3	9.8	9.6	29.2	21.1	0.923	0.774	0.149	3.8×10^{-3}	0.838	0.085	4.1×10^{-3}	1.0
"	13/2	10.2	10.0	22.6	24.6	0.966	0.859	0.117	5.2×10^{-3}	0.806	0.160	6.4×10^{-3}	0.9
								平均	4.5×10^{-3}		平均	5.2×10^{-3}	0.9
1800	7/6	20.2	20.0	45.6	47.3	0.768	0.496	0.272	4.6×10^{-3}	0.569	0.199	4.2×10^{-3}	1.1
"	27/6	20.4	20.1	48.9	45.3	0.804	0.535	0.269	5.5×10^{-3}	0.585	0.253	5.6×10^{-3}	1.0
								平均	5.0×10^{-3}		平均	4.9×10^{-3}	1.0

B) 大脳の O₂ 消費量 (第2表)

第 2 表

加圧 気圧	1951 日/月	室温 C°	水温 C°	乾燥重量 mg E K		O ₂ 消費量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダ滴定量 c.c.)							E'/ K'
						N	E	N-E	$\frac{E' = N - E}{E/mg}$	K	N-K	$\frac{K' = N - K}{K/mg}$	
100	12/12	15.6	15.2	16.2	16.8	0.824	0.723	0.101	6.2×10^{-3}	0.722	0.102	6.1×10^{-3}	1.0
"	13/12	15.8	15.5	9.9	10.0	0.796	0.738	0.058	5.8×10^{-3}	0.742	0.054	5.4×10^{-3}	1.1
"	14/2	16.2	15.9	18.0	17.6	0.904	0.796	0.108	6.0×10^{-3}	0.822	0.082	4.6×10^{-3}	1.3
"	15/12	17.1	16.8	14.2	14.0	0.886	0.774	0.112	7.9×10^{-3}	0.785	0.101	7.2×10^{-3}	1.1
								平均	6.5×10^{-3}		平均	5.9×10^{-3}	1.1
200	11/12	18.0	17.7	16.6	14.8	0.848	0.693	0.155	10.5×10^{-3}	0.770	0.078	5.2×10^{-3}	2.0
"	12/12	13.8	14.2	14.0	13.6	0.832	0.728	0.104	7.4×10^{-3}	0.724	0.080	5.7×10^{-3}	1.3
"	13/12	18.2	18.0	12.1	12.0	0.813	0.753	0.076	6.2×10^{-3}	0.748	0.065	5.4×10^{-3}	1.1
"	14/12	15.3	15.1	15.6	16.0	0.865	0.723	0.142	9.1×10^{-3}	0.745	0.120	7.5×10^{-3}	1.2
								平均	8.3×10^{-3}		平均	6.0×10^{-3}	1.4
300	30/11	20.0	19.8	14.6	14.1	0.870	0.673	0.187	12.1×10^{-3}	0.795	0.075	5.3×10^{-3}	2.4
"	4/12	16.8	15.4	12.8	14.4	0.844	0.687	0.161	12.5×10^{-3}	0.728	0.116	8.0×10^{-3}	1.6
"	5/12	21.0	20.5	15.4	15.1	0.904	0.606	0.298	19.8×10^{-3}	0.812	0.092	6.0×10^{-3}	3.3
"	6/12	16.2	15.6	19.1	18.6	0.934	0.733	0.201	10.5×10^{-3}	0.856	0.078	4.0×10^{-3}	2.6
"	7/12	12.4	11.8	18.4	18.6	0.859	0.671	0.188	10.2×10^{-3}	0.768	0.091	4.4×10^{-3}	2.3
"	8/12	16.2	15.8	16.5	16.8	0.803	0.565	0.238	14.4×10^{-3}	0.710	0.093	5.5×10^{-3}	2.6
								平均	13.3×10^{-3}		平均	5.5×10^{-3}	2.5
400	20/4	15.4	15.1	22.6	19.6	0.830	0.713	0.117	5.2×10^{-3}	0.754	0.076	3.8×10^{-3}	1.4
"	21/4	15.2	14.7	29.0	29.6	0.854	0.721	0.133	4.6×10^{-3}	0.739	0.115	3.8×10^{-3}	1.2
"	26/4	15.8	15.4	27.0	27.6	0.869	0.731	0.137	5.0×10^{-3}	0.753	0.111	4.2×10^{-3}	1.2
"	27/4	18.2	17.8	16.6	15.3	0.830	0.741	0.089	5.4×10^{-3}	0.780	0.050	3.0×10^{-3}	1.8
								平均	5.0×10^{-3}		平均	3.7×10^{-3}	1.5

500	23/4	15.4	15.1	27.8	26.2	0.856	0.756	0.100	3.6×10^{-3}	0.770	0.086	3.0×10^{-3}	1.2
"	24/4	11.2	10.8	24.6	25.2	0.902	0.774	0.128	5.2×10^{-3}	0.793	0.109	4.3×10^{-3}	1.2
"	25/4	15.4	15.0	24.8	28.2	0.886	0.753	0.133	5.3×10^{-3}	0.806	0.086	3.0×10^{-3}	1.8
								平均	4.6×10^{-3}		平均	3.1×10^{-3}	1.5
600	1/5	18.2	17.8	22.4	22.0	0.895	0.695	0.099	4.0×10^{-3}	0.815	0.084	3.8×10^{-3}	1.0
"	2/5	16.8	16.5	29.2	29.0	0.808	0.680	0.128	4.4×10^{-3}	0.683	0.125	4.3×10^{-3}	1.0
"	3/5	20.2	19.8	19.6	20.2	0.871	0.735	0.136	6.9×10^{-3}	0.727	0.144	7.1×10^{-3}	1.0
								平均	5.1×10^{-3}		平均	5.0×10^{-3}	1.0
1000	17/4	15.2	14.9	21.4	24.3	0.984	0.870	0.114	5.3×10^{-3}	0.858	0.126	5.2×10^{-3}	1.0
"	15/4	12.8	12.5	29.0	30.4	0.953	0.812	0.141	4.8×10^{-3}	0.822	0.131	4.3×10^{-3}	1.1
								平均	5.0×10^{-3}		平均	4.7×10^{-3}	1.0
1500	8/5	15.4	15.1	23.2	19.2	0.827	0.708	0.119	5.1×10^{-3}	0.732	0.095	5.0×10^{-3}	1.0
"	18/4	15.2	14.9	16.6	17.3	0.889	0.806	0.083	5.0×10^{-3}	0.799	0.090	5.2×10^{-3}	1.0
"	13/4	14.2	14.0	31.8	25.6	0.891	0.750	0.141	4.4×10^{-3}	0.780	0.111	4.3×10^{-3}	1.0
								平均	4.8×10^{-3}		平均	4.8×10^{-3}	1.0
1800	9/5	17.4	17.2	22.2	23.6	0.818	0.700	0.118	5.3×10^{-3}	0.687	0.131	5.5×10^{-3}	1.0
"	27/4	16.6	16.3	14.6	15.8	0.792	0.725	0.067	4.6×10^{-3}	0.722	0.070	4.4×10^{-3}	1.0
								平均	4.8×10^{-3}		平均	4.9×10^{-3}	1.0

C) 腎臓の O₂ 消費量 (第3表)

第 3 表

加圧 気圧	1951 日/月	室温 °C	水温 °C	乾燥重温 mg E K		O ₂ 消費量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダ滴定量 c.c.)						E' K'	
						N	E	N-E	$\frac{E'}{E} = \frac{N-E}{E}$ E/mg	K	N-K		$\frac{K'}{K} = \frac{N-K}{K}$ K/mg
100	5/1	13.2	12.9	8.6	7.2	0.875	0.788	0.097	11.2×10^{-3}	0.809	0.066	9.1×10^{-3}	1.2
"	8/1	8.9	8.6	17.8	15.8	0.816	0.663	0.153	8.5×10^{-3}	0.702	0.114	7.2×10^{-3}	1.2
"	9/1	15.2	14.8	5.6	5.8	0.826	0.773	0.053	8.7×10^{-3}	0.782	0.044	7.5×10^{-3}	1.1
"	20/1	18.2	17.9	11.6	11.4	0.838	0.700	0.138	11.0×10^{-3}	0.750	0.088	7.7×10^{-3}	1.4
								平均	9.0×10^{-3}		平均	7.5×10^{-3}	1.1
200	10/1	18.2	17.8	15.0	15.2	0.807	0.686	0.121	8.0×10^{-3}	0.723	0.084	5.5×10^{-3}	1.5
"	11/1	14.3	13.8	6.2	6.5	0.716	0.669	0.047	7.5×10^{-3}	0.668	0.048	7.0×10^{-3}	1.1
"	12/1	16.2	15.8	11.0	9.8	0.874	0.758	0.116	10.5×10^{-3}	0.830	0.044	4.5×10^{-3}	2.3
"	13/1	15.8	15.4	13.2	12.8	0.988	0.847	0.141	10.7×10^{-3}	0.883	0.105	8.2×10^{-3}	1.3
"	14/1	13.2	12.7	7.1	7.5	0.913	0.867	0.054	7.6×10^{-3}	0.843	0.070	7.5×10^{-3}	1.0
								平均	8.9×10^{-3}		平均	6.5×10^{-3}	1.4
300	21/12	16.5	16.2	5.7	7.4	0.920	0.800	0.120	21.0×10^{-3}	0.880	0.040	5.4×10^{-3}	3.8
"	22/12	16.2	15.7	5.8	5.6	0.897	0.794	0.103	17.8×10^{-3}	0.854	0.043	7.5×10^{-3}	2.3
"	22/12	16.4	16.0	13.5	11.6	0.867	0.671	0.186	13.8×10^{-3}	0.777	0.090	7.7×10^{-3}	1.9
"	23/12	13.2	12.6	6.4	6.2	0.868	0.732	0.126	19.5×10^{-3}	0.823	0.045	7.2×10^{-3}	2.6
"	24/12	19.9	19.6	9.2	9.4	1.016	0.822	0.182	19.7×10^{-3}	0.773	0.049	5.2×10^{-3}	3.6
"	25/12	16.2	15.7	7.6	8.6	0.901	0.746	0.155	16.1×10^{-3}	0.829	0.070	8.1×10^{-3}	2.0
"	26/12	15.4	15.0	9.6	10.2	0.840	0.700	0.140	14.5×10^{-3}	0.770	0.070	5.8×10^{-3}	2.5
								平均	17.5×10^{-3}		平均	6.7×10^{-3}	2.6

400	15/4	10.4	10.1	34.2	36.2	0.799	0.581	0.218	6.3×10^{-3}	0.679	0.120	3.3×10^{-3}	1.9
"	16/4	14.4	14.0	30.0	25.6	0.913	0.698	0.215	7.2×10^{-3}	0.785	0.128	5.0×10^{-3}	1.4
"	17/4	15.6	15.2	44.6	47.9	0.874	0.503	0.371	8.3×10^{-3}	0.691	0.183	3.6×10^{-3}	2.3
"	18/4	14.8	14.3	29.6	26.0	1.004	0.775	0.229	7.8×10^{-3}	0.878	0.126	4.8×10^{-3}	1.6
								平均	7.4×10^{-3}		平均	4.0×10^{-3}	1.8
500	16/4	14.3	13.9	30.8	24.3	1.063	0.832	0.232	7.5×10^{-3}	0.911	0.152	6.2×10^{-3}	1.2
"	13/4	13.9	13.6	28.2	27.0	0.883	0.671	0.212	7.6×10^{-3}	0.770	0.113	4.2×10^{-3}	1.8
"	26/4	14.3	13.8	30.8	24.5	0.934	0.733	0.201	6.5×10^{-3}	0.821	0.113	4.6×10^{-3}	1.4
								平均	7.2×10^{-3}		平均	4.9×10^{-3}	1.5
600	18/4	12.4	12.0	26.0	25.6	1.007	0.760	0.247	9.4×10^{-3}	0.837	0.170	6.6×10^{-3}	1.4
"	18/4	13.2	12.8	21.0	22.6	0.986	0.849	0.137	6.5×10^{-3}	0.894	0.092	4.3×10^{-3}	1.5
								平均	7.9×10^{-3}		平均	5.4×10^{-3}	1.4
800	26/4	14.4	14.1	31.6	31.6	0.897	0.757	0.140	4.7×10^{-3}	0.771	0.126	4.0×10^{-3}	1.2
"	27/4	15.2	14.9	28.2	26.4	0.882	0.642	0.240	8.5×10^{-3}	0.742	0.140	5.3×10^{-3}	1.6
								平均	6.6×10^{-3}		平均	4.1×10^{-3}	1.5
1000	19/5	18.6	18.3	31.0	35.4	0.986	0.745	0.241	7.9×10^{-3}	0.756	0.230	6.5×10^{-3}	1.2
"	18/5	18.2	17.8	30.4	32.8	0.895	0.740	0.155	5.1×10^{-3}	0.755	0.140	4.3×10^{-3}	1.2
								平均	6.5×10^{-3}		平均	5.4×10^{-3}	1.2
1500	21/5	16.2	15.8	25.4	27.4	0.864	0.668	0.196	7.7×10^{-3}	0.713	0.151	5.5×10^{-3}	1.4
"	17/4	14.8	14.4	29.6	26.0	1.004	0.859	0.145	4.9×10^{-3}	0.878	0.126	4.8×10^{-3}	1.0
								平均	6.3×10^{-3}		平均	5.2×10^{-3}	1.2
1800	7/4	16.8	16.5	24.2	28.8	0.913	0.805	0.108	8.6×10^{-3}	0.707	0.206	7.2×10^{-3}	1.2
"	8/4	14.6	14.3	30.2	32.6	0.894	0.749	0.145	4.8×10^{-3}	0.751	0.143	4.4×10^{-3}	1.1
								平均	6.7×10^{-3}		平均	5.8×10^{-3}	1.2

D) 心臓の O₂ 消費量 (第4表)

第 4 表

加圧 気圧	1951 日/月	室温 °C	水温 °C	乾燥重量 mg E K		O ₂ 消費量 ($\frac{N}{100}$ ナオ硫酸ソーダ滴定量 c.c.)						E'/K'	
						N	E	N-E	$\frac{E'}{E} = \frac{N-E}{E}$	K	N-K		$\frac{K'}{K} = \frac{N-K}{K}$
100	25/6	20.8	20.4	14.2	17.5	0.759	0.657	0.102	7.1×10^{-3}	0.637	0.122	7.0×10^{-3}	1.0
"	26/6	20.6	20.3	18.4	15.7	0.783	0.651	0.132	7.2×10^{-3}	0.638	0.145	9.2×10^{-3}	0.8
								平均	7.2×10^{-3}		平均	8.1×10^{-3}	0.9
200	12/6	26.2	25.8	20.0	20.1	0.780	0.669	0.111	5.5×10^{-3}	0.707	0.073	3.6×10^{-3}	1.5
"	17/7	24.6	24.2	28.6	25.2	0.861	0.708	0.153	5.4×10^{-3}	0.728	0.133	5.2×10^{-3}	1.0
								平均	5.5×10^{-3}		平均	4.4×10^{-3}	1.3
300	11/7	28.4	28.1	24.8	26.2	0.885	0.674	0.211	8.5×10^{-3}	0.796	0.089	3.4×10^{-3}	2.5
"	12/7	28.2	27.8	22.8	24.8	0.715	0.604	0.111	5.0×10^{-3}	0.629	0.086	3.0×10^{-3}	1.6
"	13/7	28.6	28.4	25.8	25.6	0.757	0.614	0.143	5.5×10^{-3}	0.676	0.081	3.1×10^{-3}	1.8
"	14/7	27.4	27.1	27.8	26.1	0.763	0.538	0.225	8.1×10^{-3}	0.659	0.104	4.0×10^{-3}	2.0
"	15/7	26.3	26.0	17.6	21.0	0.852	0.673	0.179	10.2×10^{-3}	0.747	0.105	5.0×10^{-3}	2.0
								平均	7.4×10^{-3}		平均	3.7×10^{-3}	2.0

500	25/7	28.2	27.8	75.4	86.3	0.959	0.614	0.345	5.9×10^{-3}	0.775	0.284	3.3×10^{-3}	1.8
"	24/7	26.8	26.6	52.4	54.6	0.887	0.546	0.341	6.5×10^{-3}	0.712	0.175	3.2×10^{-3}	2.0
"	24/7	27.1	26.8	23.6	20.4	0.937	0.556	0.381	14.5×10^{-3}	0.782	0.155	7.6×10^{-3}	1.9
								平均	8.9×10^{-3}		平均	4.7×10^{-3}	1.9
800	21/7	27.6	27.2	25.6	24.8	0.949	0.798	0.151	5.9×10^{-3}	0.872	0.077	3.1×10^{-3}	1.9
"	23/7	28.2	27.8	19.2	22.0	0.700	0.548	0.152	8.0×10^{-3}	0.610	0.090	4.0×10^{-3}	2.0
								平均	6.9×10^{-3}		平均	3.5×10^{-3}	2.0
1000	25/7	28.2	27.9	32.4	30.5	0.921	0.688	0.233	7.2×10^{-3}	0.805	0.116	3.8×10^{-3}	1.9
"	26/7	28.4	28.1	19.2	22.0	0.856	0.710	0.146	7.6×10^{-3}	0.610	0.090	4.0×10^{-3}	2.0
								平均	7.4×10^{-3}		平均	4.0×10^{-3}	1.9
1200	25/6	21.4	21.1	30.4	28.6	0.892	0.710	0.182	6.0×10^{-3}	0.778	0.114	4.0×10^{-3}	1.5
"	26/6	20.8	20.5	16.2	16.5	0.924	0.760	0.156	9.6×10^{-3}	0.797	0.127	7.0×10^{-3}	1.4
								平均	7.8×10^{-3}		平均	5.5×10^{-3}	1.4
1800	26/7	27.8	27.4	22.4	24.2	0.835	0.674	0.161	7.2×10^{-3}	0.670	0.165	6.8×10^{-3}	1.2
"	27/7	27.9	27.6	20.8	23.1	0.790	0.546	0.244	12.2×10^{-3}	0.559	0.231	10.0×10^{-3}	1.2
								平均	9.7×10^{-3}		平均	8.4×10^{-3}	1.2

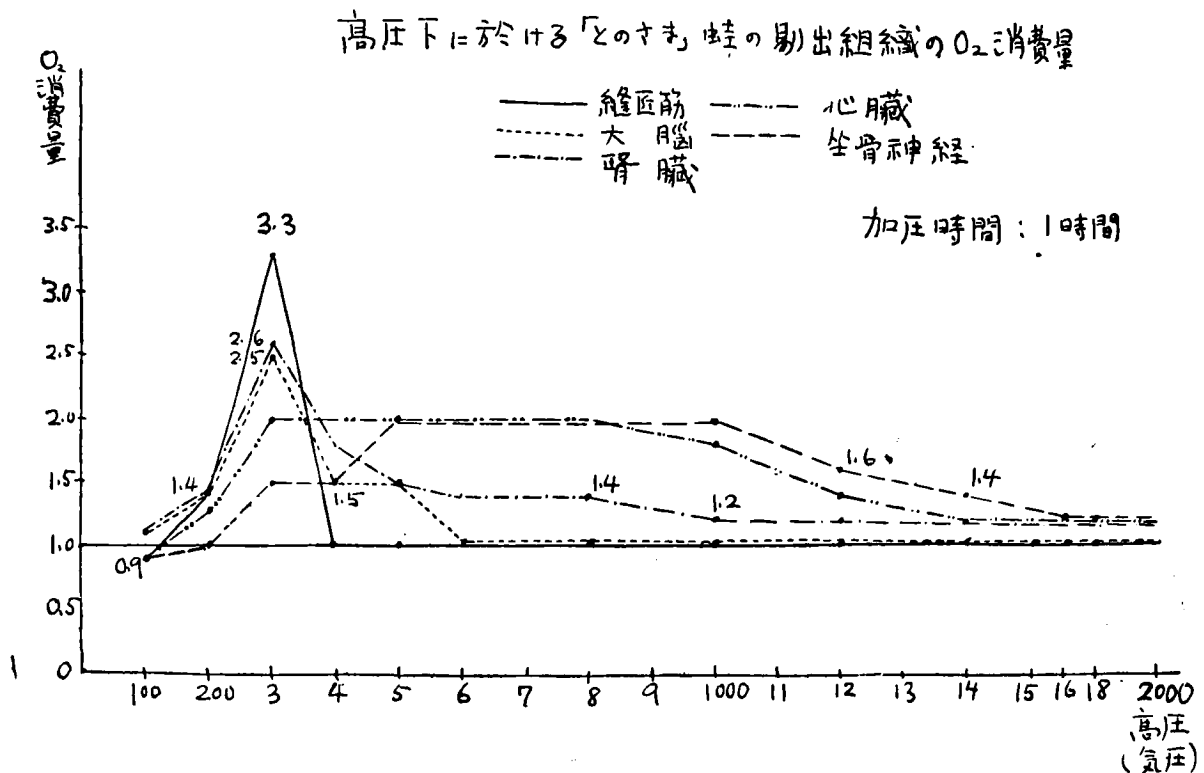
E) 坐骨神経の O₂ 消費量 (第5表)

第 5 表

加圧 気圧	1951 日/月	室温 °C	水温 °C	乾燥重量 mg E K		O ₂ 消費量 ($\frac{N}{100}$ ナオ硫酸ソーダ滴定量 c.c.)						E'/ K	
						N	E	N-E	$\frac{E'-N-E}{E/mg}$	K	N-K		$\frac{K'-N-K}{K/mg}$
100	12/11	14.3	14.0	38.4	35.0	0.926	0.849	0.077	2.0×10^{-3}	0.839	0.087	2.5×10^{-3}	0.8
"	13/11	20.4	20.1	29.6	30.2	0.878	0.783	0.095	3.2×10^{-3}	0.781	0.097	3.2×10^{-3}	1.0
								平均	2.6×10^{-3}		平均	2.9×10^{-3}	0.9
200	18/11	20.6	20.3	71.2	69.7	0.916	0.640	0.256	3.6×10^{-3}	0.652	0.264	3.8×10^{-3}	1.0
"	19/11	20.3	20.0	30.1	32.2	0.821	0.752	0.069	2.3×10^{-3}	0.737	0.084	2.6×10^{-3}	0.9
								平均	3.0×10^{-3}		平均	3.2×10^{-3}	1.0
300	12/11	20.8	20.4	34.6	34.7	1.006	0.896	0.110	3.2×10^{-3}	0.939	0.067	2.0×10^{-3}	1.6
"	13/11	21.2	20.8	28.4	30.2	0.921	0.801	0.119	4.2×10^{-3}	0.836	0.085	2.8×10^{-3}	1.5
"	11/14	20.4	20.1	42.3	40.8	0.856	0.785	0.171	3.8×10^{-3}	0.754	0.102	2.5×10^{-3}	1.5
								平均	3.7×10^{-3}		平均	2.4×10^{-3}	1.5
500	6/11	16.4	16.1	32.4	30.6	0.872	0.741	0.131	4.0×10^{-3}	0.795	0.077	2.5×10^{-3}	1.6
"	8/11	15.8	15.6	28.2	30.2	0.923	0.790	0.133	4.7×10^{-3}	0.826	0.097	3.2×10^{-3}	1.5
								平均	4.4×10^{-3}		平均	2.9×10^{-3}	1.5
600	6/11	15.4	15.0	36.8	40.2	0.902	0.756	0.146	4.0×10^{-3}	0.819	0.083	2.0×10^{-3}	2.0
"	26/11	19.2	18.8	31.6	33.7	0.876	0.692	0.184	6.0×10^{-3}	0.780	0.096	2.8×10^{-3}	2.0
								平均	5.0×10^{-3}		平均	2.4×10^{-3}	2.0
1000	25/11	20.3	20.0	29.6	30.0	1.058	0.825	0.233	8.0×10^{-3}	0.958	0.100	3.8×10^{-3}	2.0
"	8/11	15.6	15.3	33.1	32.0	0.898	0.716	0.182	5.5×10^{-3}	0.818	0.080	2.5×10^{-3}	2.2
								平均	6.8×10^{-3}		平均	3.2×10^{-3}	2.0

1200	9/11	15.6	15.2	32.6	34.1	0.887	0.750	0.137	4.2×10^{-3}	0.793	0.094	2.8×10^{-3}	1.5
	10/11	15.2	14.9	43.0	41.6	0.949	0.781	0.168	3.9×10^{-3}	0.843	0.106	2.5×10^{-3}	1.6
		平均							4.0×10^{-3}	平均		2.6×10^{-3}	1.5
1400	9/11	15.8	15.5	40.0	40.1	0.946	0.806	0.140	3.5×10^{-3}	0.848	0.098	2.5×10^{-3}	1.4
	10/11	15.4	15.6	52.2	50.8	0.868	0.706	0.162	3.1×10^{-3}	0.757	0.111	2.2×10^{-3}	1.4
		平均							3.3×10^{-3}	平均		2.3×10^{-3}	1.4
1800	6/11	18.2	17.9	36.4	35.9	0.850	0.717	0.133	3.7×10^{-3}	0.745	0.105	2.9×10^{-3}	1.2
	7/11	17.8	17.5	41.0	42.8	5.867	0.711	0.156	3.8×10^{-3}	0.730	0.137	3.2×10^{-3}	1.2
		平均							3.8×10^{-3}	平均		3.1×10^{-3}	1.2

上記の成績を一括図示すれば図の如くなる。



IV 總括並びに考按

A) 縫匠筋についてみると、100, 200, 300 気圧は大和の成績と同様、加压強度の増加と共に O₂ 消費量も増加している。然し約 300 気圧を最大 (対照の 3.3 倍) として 400, 500 気圧と段々下り、400 気圧以上は加压が強くなつても O₂ 消費量は増加せず対照値と略々等しいという成績がみられる。300~400 気圧の加压は筋肉に於ては恰も短縮が発現する閾値に相当する。従てそれ自身では刺戟作用のない 300 気圧以下の閾下刺戟に於て、すでに O₂ 消費量が増加していることは、大和の云う様に此の種圧力下に於て見られる筋興

奮性の増加と關聯しているものと考えられる。而て閾値に於て O₂ 消費量が最大であることは短縮現象と關係があるものと思われる。然るに筋肉が短縮する閾値以上の加压に於ては却つて O₂ 消費量が下つて対照値と略々等しくなるのは、斯る高圧では筋肉は強い短縮を起し、短縮の初期には O₂ 消費量が充進しているが、圧刺戟が長く続けば間もなく筋肉は inactive の状態になり、1 時間の觀察値はその平均値として O₂ 消費量の低下を認めるのかも知れない。(之については第 2 報で述べる)

B) 短縮というような著しい反応が発現しない大脳や腎の如き組織でも筋肉の場合と同

様凡そ 300 気圧を最高とする O₂ 消費量の増加が認められる。その最高値は脳では対照の 2.5 倍、腎臓では 2.6 倍で筋肉の最高値 3.3 倍よりは少い。即ち 300 気圧までは圧が高くなると共に O₂ 消費量が増加し、それ以上の圧力では増加度が減少し更に高い加圧では対照値と等しい及至は近くなるから、300 気圧までは筋肉同様之等の組織も段々と active になり 300 気圧で最大となりそれを越えると activity は段々と下り、1000 気圧以上になると略々もとの状態に復してくるのではないかと思はれる。

C) 心臓及坐骨神経に於ては前述の 3 組織とは少しく異り、100, 200 気圧の加圧と共に O₂ 消費量は段々増加するが前 3 者の如き 300 気圧に於ける急峻な峯はつくらず、300 気圧から凡そ 1000 気圧まで頂上が続きそれ以上の加圧ではかえつて低下し、1500 気圧前後で正常値(対照値)近くになっている。それ故これ等の加圧が高まるにつれて段々 active にはなるけれ共、前 3 者ほどには急激に高まらず又その active の状態も前 3 者程には著明ではないが然し一たん active になるとその状態が比較的長く続くものと思はれる。

之を要するに「とのさま」蛙の組織は加圧と共にその activity が高まり、凡そ 300 気圧までは圧力と共にその作用が漸増し、殊に筋肉ではその頃になると短縮現象さえも現はれる様になる。然し更に加圧が増すと、これ等の生活組織はその高められた機能が段々と下つてくるものと考えられる。従て高圧下に於ける O₂ 消費量からその組織の Druckempfindlichkeit 及至は Druckresistenz が判るのではないかと思われ、筋肉、脳、腎等は 300 気圧前後、心臓、坐骨神経では 800~900 気圧まではその活動が高まり、それ以上になると却つて組織の活動が衰え始めるものと推断してもよいのではないかと思はれる。尙 Ebbecke によれば之等組織の Reizdosis は骨格筋では 50~200 気圧、中枢神経では 50~250 気圧、心臓 100~400 気圧、末梢神経は

200~800 気圧、又その Lahmende Druckhöhe は中枢神経 250~500 気圧、心臓 800 気圧、末梢神経は 1000 気圧であると報告しているが、上述の著者の行つたこれ等の組織の高圧下に於ける O₂ 消費量に関する実験成績から考えてもそうありそうなことであると思はれる。

IV 結 論

「とのさま」蛙の縫匠筋、脳、腎臓、心臓、坐骨神経に 1 時間 100~2000 気圧の高圧を作用させた時の O₂ 消費量をしらべ次のような成績を得た。

1) 縫匠筋、脳、腎臓では 300 気圧までは圧の増加と共に O₂ 消費量も増加し、300 気圧に於て最大(縫匠筋 3.3, 脳 2.5, 腎臓 2.6, 夫々対照を 1 とする)で、それ以上の強い加圧では却つて増加度が減少し、段々と対照値(正常値)に近くなる。従つてこれ等の組織は 300 気圧までは加圧と共に activity が高まり 300 気圧前後で最大となり、それ以上の加圧では却つてその高まつた活動が衰えはじめ、終には対照と同じ状態に復するものと思はれる。

2) 心臓、坐骨神経では 300 気圧までは圧の増加と共に O₂ 消費量も増加するが、その増加の程度は縫匠筋、脳、腎臓ほどは大きく又 300 気圧に於て急峻な峯をつくらず、1000 気圧前後まで頂上がつづき 1000 気圧を越すと段々と増加度が下り、1500 気圧前後で正常値となる。即ち activity が前 3 者ほどは急激に高まらないけれ共、一度高まればそれが比較的長く続くものと思はれる。

3) 従て高圧下に於ける「とのさま」蛙の種々なる組織の O₂ 消費量をしらべることによつても、それ等の組織の Druck に対する Empfindlichkeit 及至は Druck に対する Resistenz を明かにすることが出来るものと思はれる。

(擱筆するに臨み御懇切なる御指導と御校閲を賜つた林香苗教授に深甚なる謝意を表す)

本論文の要旨は昭和 26 年 11 月 23 日日本生理学会中国四国談話会の席上で発表した。

主 要 文 献

- 1) Ebbecke : Pflüger Archiv, Bd. 238, 441, 1937.
- 2) Müller : Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden` Abt. IV angewandte chemische u. physikalische Methoden Teil 10, s. 93.
- 3) 大和 : 本誌.
- 4) 丹原 : 本誌.
- 5) 佐藤 : 岡山医学会雑誌, 53年, 612—617号.
- 6) 佐藤 : 岡山医学会雑誌, 43年, 502号.

高圧下に於ける「とのさま」蛙の種々なる別出 組織のO₂消費量に関する研究

第2報 縫匠筋及大脳に高圧を作用させた時の作用時間と

O₂消費量との関係について

縫匠筋及大脳の高圧作用後のO₂消費量について

岡山大学医学部生理学教室 (主任 林 香苗教授)

助手 川 岡 曉 美

[昭和27年4月15日受稿]

I 緒 言

著者は曩に油圧ポンプにて100~2000気圧の高圧をリンゲル液中の「とのさま」蛙の縫匠筋及大脳に1時間作用させた時のO₂消費量をしらべ、300気圧までは加圧が増加するにつれてO₂消費量も増加するが、300気圧以上になるとその増加O₂消費量が低下して400~2000気圧では加圧しない対照と略々等しいO₂消費量を呈することを明かにした。然しこの成績はこれ等の組織を1時間加圧した直後に於ける観察値であるから、果してこれ等の組織が1時間の加圧の間始めから終りまで何時も平等にO₂を消費しているかどうかは判らない。又加圧中はO₂の消費が亢進していても、高圧ポンベから取り出した後までもこの亢進状態は続くであろうか。これ等の問題を明かにするために著者は次のような実験を行った。

I 実験材料及び方法

「とのさま」蛙の縫匠筋及大脳を第1報と同一の方法で使用した。O₂消費量の測定も第1報と同様 Winkler 法を用いた。

A) 1時間の加圧の間、O₂消費量が時間の経過と共に変動するかどうかを明かにする為に100~2000気圧の高圧を10分、20分、30分作用させた場合のO₂消費量をしらべ、これ等の成績を1時間加圧した時の成績と比較して1時間加圧した経過中の各10分当りのO₂消費量を計算により求めた。

B) 加圧中のO₂消費量の亢進状態が加圧後までも続くかどうかを明かにするために、加圧後組織を高圧ポンベから取り出し、Ringer 液中に放置して取り出した直后から30分おきに2回そのO₂消費量をしらべて、1時間加圧の場合のO₂消費量と比較した。