

Title	「オゾン」ノ生物學的研究補遺「オゾン」ノ家兔血液酸素ニ及ボス影響
Author(s)	高井, 五百治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1943, 4(3), p. 282-291
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20362
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

「オゾン」ノ生物學的研究補遺

「オゾン」ノ家兎血液酵素ニ及ボス影響

大阪帝國大學醫學部理學の診療學教室(指導 長橋教授)

高井五百治

Die biologische Wirkung der durch Ozon
spaltenden Leukozyten-produkte.

Von

I. Takai.

Aus den Institut für physikalische Therapie der Kaiserlichen
Universität zur Osaka. (Direkter: Prof. Dr. M. Nagahashi.)

目次

内容抄録	ボス作用
緒言	第3章 「O ₃ 」ノ家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス影響
第1章 「O ₃ 」ノ家兎血液「オキシダーゼ」ニ及ボス影響	第1節 實驗方法
第1節 實驗方法	第2節 實驗成績
第2節 實驗成績	第1項 in Vitro 家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス作用
第2章 「O ₃ 」ノ家兎血清「リパーゼ」ニ及ボス影響	第2項 in Vivo 家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス作用
第1節 實驗方法	第4章 實驗成績綜括
第2節 實驗成績	結論
第1項 in Vitro 家兎血清「リパーゼ」ニ及ボス作用	文獻
第2項 in Vivo 家兎血清「リパーゼ」ニ及ボス作用	

内容抄録

「O₃」ノ家兎血液酵素(「オキシダーゼ」, 「リパーゼ」, 抗「トリブシン」)ニ及ボス影響ニ就キ實驗ヲ行ヒテ次ノ知見ヲ得タリ。

- (1) 家兎血液「オキシダーゼ」ハ「O₃」2.7容% 50cc ノ注射ヲ蒙ル事ニヨリテ, 刺戟増加セラレ, 20cc 注射ニヨリテ其影響ヲ認メ得ズ。
- (2) 家兎血清「リパーゼ」及ビ抗「トリブシン」ハ生體外ニ於テ「O₃」ノ爲無力化セララル。
- (3) 家兎血清「リパーゼ」値ハ「O₃」2.7容% 50cc ノ注射ニヨリテ刺戟増加セララル、モ 同容ノ酸素

注射ニテハ刺戟ヲ認メ得ズ。

(4) 家兎血清抗「トリフジン」ハ「 O_3 」又ハ酸素 50cc 注射ニヨリ何レモ刺戟上昇セラル。

以上 3 酵素ノ消長ヲ通シテ觀タル場合「 O_3 」ハ生體ニ對シテ刺戟作用ヲ營ムモノニシテ、酸素ニ比シ其作用強力ニ現ハル。

緒 言

動物ノ生活現象ト酵素ハ絶對不分離ノ關係ニアルモノニシテ、生物學の變化ニハ何レモ酵素作用ノ相伴ハザルハナキナリ。從ツテ或ル物質ノ作用ヲ檢索セムニハ酵素ニ及ボス作用ヲ明カニスルハ不可缺ノ事ナリ。「 O_3 」ヲ生體ニ與ヘムカ、或程度非特殊のニ刺戟ヲ營ムハ、齋木並ニ著者ノ前業績ニ明カナルモ、本編ニ於テ、血液酵素ニ及ボ作用ニ關シテ追究セシニ聯カ知見ヲ得タリ。

第 1 章 「 O_3 」ノ家兎血液「オキシダーゼ」ニ及ボス影響

生體內ノオキシダーゼガ生活機轉ニ對シ、如何ナル意義ヲ有スルヤ文獻ニ徵スルニ Marin-esco ニヨレバ、本酵素ハ臟器組織ノ増殖及ビ生活機能ニ極メテ肝要ニシテ、就中胎生期ノ發育ト神經系統ノ再生等ニ缺如スルトキハ、頓挫スル計リカ細胞ハ機能障礙ヲ起シテ遂ニハ死ヲ招クニ至ルベシト Biilschosky Rose ハ大脳皮質ノ場所ヲ異ニスルニ從ヒ本酵素ノ含量ヲ異ナルノ事實ニヨリ神經細胞ノ機能ヲ異ニスルヲ想像シ、勝沼ハ、「オキシダーゼ」反應ニヨリテ、細胞ヲ骨髓系ト淋巴系ニ分チタリ。即チ體內ニ於ケル本酵素ハ生活機轉ニ重要ナル關係ヲ持テリ。著者ハ「 O_3 」ノ家兎血液内本酵素ニ及ボス作用ニ關シテ次ノ實驗ヲ行ヘリ。

第 1 節 實驗方法

試獸健康ナル白色家兎ヲ擇ビ一定ノ飼料ニテ飼育シ實驗ニ供セリ。

血液「オキシダーゼ」値ノ測定方法

M. Staemmler u. W. Sander ノ記載セル、「インドフェノール」青生成ニ據ル方法。

用時試藥シユルツエ氏液、第 I、II ヲ各濾過シ各 2. cc ヲ混和シ、之レニ 1.7% 炭酸曹達 0.5 cc ヲ混和セル液ヲ被檢血液 0.2cc ト硝子皿ニテ混和ス。對照ニハ試藥ノミ 2. cc ヲ硝子皿ニ入レ、10 分經過ノ後硝子皿ノ内容ヲ個々ニ試驗管ニ移シ、「キシロール」8. cc ヲ加ヘ振盪後靜置スレバ成生シタル、「インドフェノール」青ハ、「キシロール」層ニ移行シテ之レヲ著色セシム。前者ハ濃後者ハ淡ナリ。

同液ノ著色度ヲ比色計ニテ比色定量シ對照ト同一著色度ニ稀釋スル數値ヲ以テ、本酵素ノ實驗値トナセリ。

第 2 節 實驗成績

健常家兎 5 例ヲ 1 群トナシ先ヅ 3 群ニ就キ(夫々「 O_3 」50. cc, 20. cc 注射ト酸素 50cc, 20cc

注射對照無注射)次表ノ日時ニ就キ、全血液「オキシゼーゼ」値ノ消長ヲ觀察セシニ 20cc 注射例ニ於テ殆ド變化ヲ認メザルヲ以テ 2 群ハ「O₃」及ビ酸素 50cc 注射ノミノ影響ヲ觀察セリ。

第 1 群

家兎略號	體重 (g)	經過注射量	注射前「オ」値	注射 1 時後「オ」値	注射 4 時後「オ」値	„ 1 日後		„ 3 日後		„ 5 日後		„ 7 日後	
						體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値
I	2650	「O ₃ 」50cc	1.3	1.6	1.3	2550	2.0	2500	1.4	2530	1.8	2580	1.4
II	2550	「O ₃ 」20cc	1.5	1.7	1.7	2500	1.6	2500	1.4	2450	1.6	2530	1.3
III	2140	O 50cc	2.2	2.5	2.5	2220	1.5	2110	3.0	2120	2.0	2200	2.6
IV	2510	O 20cc	3.2	3.5	3.5	2470	3.6	2330	4.1	2240	3.0	2400	2.7
V	2650	無注	3.2	3.2	3.1	2550	3.0	2510	3.2	2600	3.3	2520	3.0

第 2 群

家兎略號	體重 (g)	經過注射量	注射前「オ」値	注射 1 時後「オ」値	注射 4 時後「オ」値	„ 1 日後		„ 3 日後		„ 5 日後		„ 7 日後	
						體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値
I	2420	「O ₃ 」50cc	3.4	3.8	4.8	2300	3.8	2370	2.8	2440	2.2	2350	1.8
II	2690	「O ₃ 」20cc	2.1	2.0	1.9	2600	1.6	2650	2.0	2570	2.5	2440	2.8
III	2450	O 50cc	2.8	3.0	2.6	2260	3.1	2300	2.7	2320	2.5	2300	2.1
IV	2610	O 20cc	1.7	1.8	1.9	2540	2.1	2580	2.6	2530	2.5	2480	2.2
V	2600	無注	1.5	1.6	1.4	2480	1.7	2560	1.8	2590	1.2	2550	1.5

第 3 群

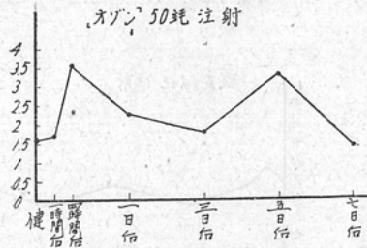
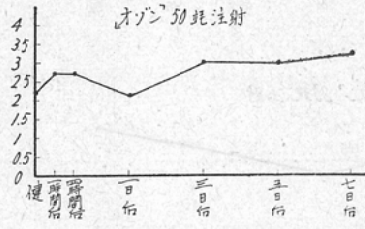
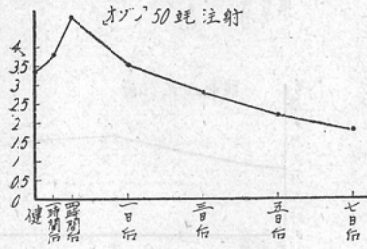
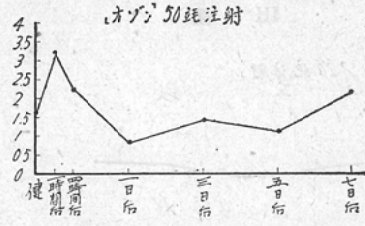
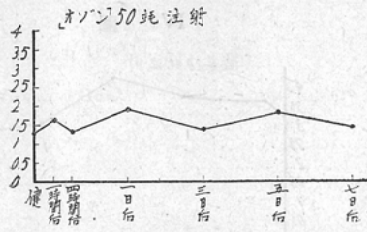
家兎略號	體重 (g)	經過注射量	注射前「オ」値	注射 1 時後「オ」値	注射 4 時後「オ」値	„ 1 日後		„ 3 日後		„ 5 日後		„ 7 日後	
						體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値
I	2370	「O ₃ 」50cc	1.6	1.7	3.5	2290	2.3	2340	1.8	2350	3.3	2300	1.5
II	2370	「O ₃ 」20cc	1.7	2.2	2.0	2410	2.0	2320	2.5	2370	2.2	2260	2.5
III	2630	O 50cc	1.4	1.2	1.2	2630	1.6	2600	1.3	2690	1.5	2590	2.0
IV	2490	O 20cc	2.0	2.3	1.8	2420	1.3	2380	1.8	2400	1.3	2360	2.0
V	2200	無注	1.9	1.4	1.3	2300	1.8	2210	0.9	2180	0.7	2300	0.7

第 4. 5 群

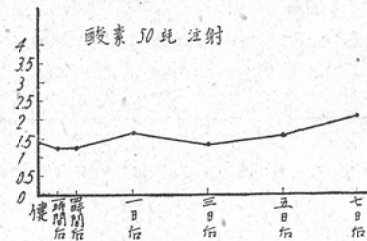
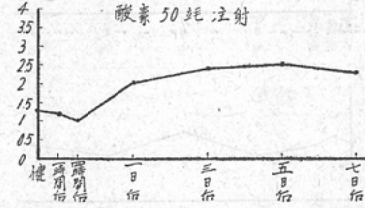
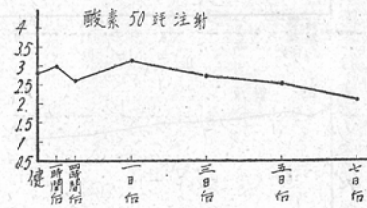
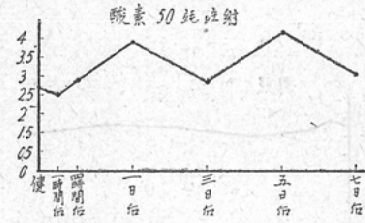
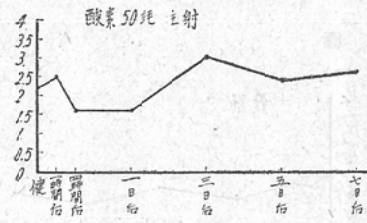
家兎略號	體重 (g)	經過注射量	注射前「オ」値	注射 1 時後「オ」値	注射 4 時後「オ」値	„ 1 日後		„ 3 日後		„ 5 日後		„ 7 日後	
						體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値	體重 (g)	「オ」値
I	2650	「O ₃ 」50cc	1.3	3.2	2.2	2540	0.9	2480	1.4	2520	1.8	2490	2.2
II	2540	O 50cc	2.7	2.5	2.8	2480	3.9	2600	2.8	2620	4.1	2570	3.0
III	2600	無注	2.1	1.7	1.8	2540	1.4	2620	1.7	2540	1.3	2480	1.5
I	2650	「O ₃ 」50cc	2.2	2.7	2.7	2560	2.1	2580	3.0	2530	3.0	2600	3.2
II	2530	O 50cc	1.3	1.2	1.0	2390	2.0	2530	2.4	2600	2.5	2620	2.3
III	2460	無注	3.6	3.3	3.4	2380	3.2	2460	3.1	2520	2.8	2580	2.7

上述成績ヲ觀察ニ便ナラシメンガ爲メ注射量別ニ分ケテ曲線ヲ作成セバ次圖ノ如シ。

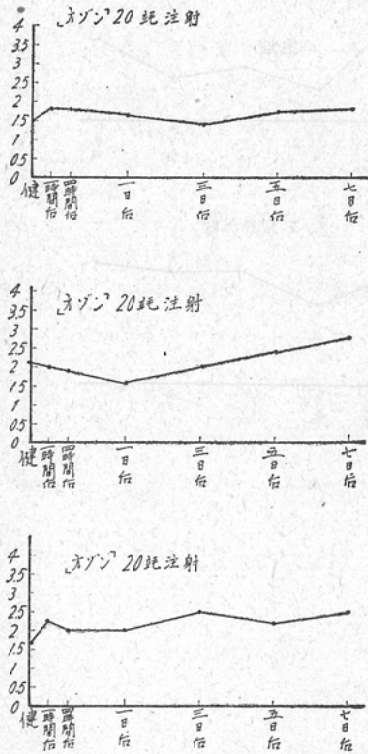
I 圖



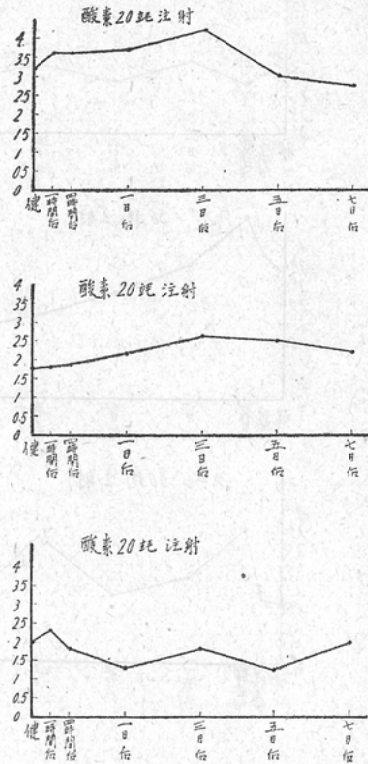
II 圖



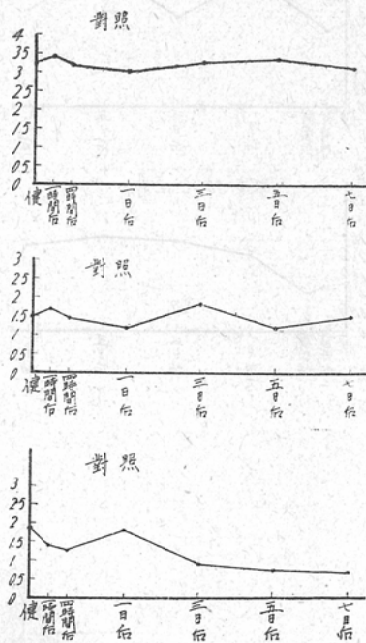
III 圖



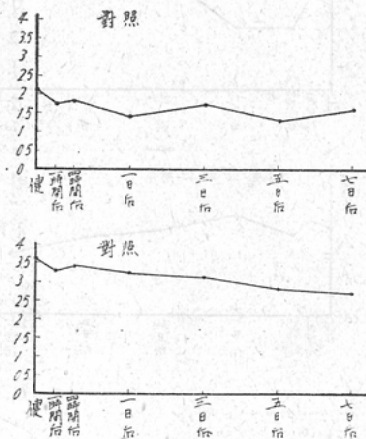
IV 圖



V



圖



小 括

圖表ニ就キテ觀察スルニ健康家兎ノ全血液「オキシダーゼ」ハ非常ニ個性差ヲ有セリ。「O₃」50cc注射ノ影響ヲ見ルニ、4時間後ニ於テ相當上昇セシメラル酸素50cc注射例ニ於テモ微ニ刺戟セラル。「O₃」及酸素ニ於テ20cc注射ハ殆ド對照ニ變ラズ。

第2章 「オゾン」ノ家兎血清「リパーゼ」ニ及ボス影響

血清「リパーゼ」ノ意義ニ關シテハ、生體ノ防禦機能ト關係アリトセラレ。臨牀上疾病ノ進行ト本酵素ノ消長トニ就キ觀察セラレタル業績寡シトセズ。吾教室ニ於テモ河本、谷向、廣井等ハ「レ」線作用ト本酵素トノ關係ニ就キ追究シ闡明セラレタル所多シ。「O₃」ハ血清「リパーゼ」ニ對シテ如何ナル作用ヲ及ボスヤニ關シ次ノ實驗ヲ施行セリ。

第1節 實驗方法

實驗ニ當リテハ、家兎生體外竝ニ體内酵素ニ及ボス作用ヲ檢セリ。

血清「リパーゼ」値ノ測定方法ハ、ローナミハエリス氏法ニヨリ測定セリ。

第2節 實驗成績

第1項 in Vitro 家兎血清「リパーゼ」ニ及ボス作用

健康家兎血清ヲ、生理的食鹽水ニテ10倍ニ稀釋セル液10ccヲ硝子壺ニ入レ、之レニ次表ニ記載セル如ク「O₃」ヲ徐々ニ導入シテ作用セシメタル後、對照血清ト共ニ「リパーゼ」値ノ測定ヲ行ヒ、「O₃」ノ影響ヲ觀察セリ。

第 1 表

「O ₃ 」作用量	10倍稀釋血清	「フツフェル」	「トリプチリン」飽和液	反應前滴數	1時間後滴數	滴 差
對 照	3cc	2cc	50cc	75	59	16
「O ₃ 」 5l	3cc	2cc	50cc	80	70	10
「O ₃ 」 25l	3cc	2cc	50cc	80	80	0

小 括

家兎血清10倍稀釋液10ccノ「リパーゼ」ハ「O₃」5lノ

作用ニヨリ低減セラレ25lニヨリテ全く無力化セラル。

第2項 in Vivo 家兎血清「リパーゼ」ニ及ボス作用

健康家兎ヲ擇ビテ週餘飼養ノ後、健康「リパーゼ」ヲ檢シ之レニ「O₃」又ハ酸素50ccヲ注射シ、次表ノ如ク經日ニ採血シ血清「リパーゼ」値ノ測定ヲ行ヒ影響ヲ觀察セリ。

「オゾン」50cc 注射家兎群

家兎略號	健康價	注射四時後	一日後	三日後	五日後	七日後	十日後	十四日後
I	27	29	28	29	29	29	29	28
II	28	27	28	28	28	29	29	28
III	7	11	12	22.5	15	17	19	17
IV	27	28	28.5	27.5	27.5	29	28.5	26
V	2	3	4	17.5	9	6.5	8	7

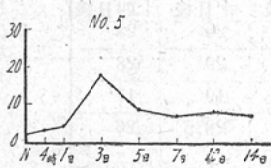
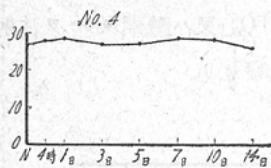
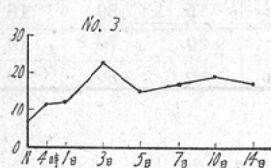
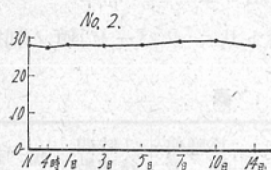
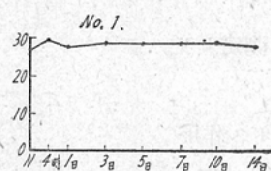
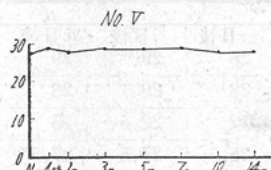
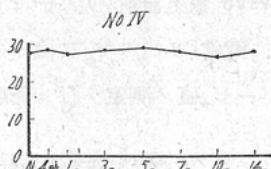
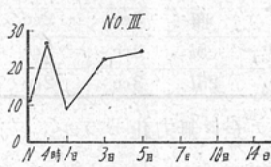
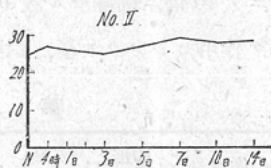
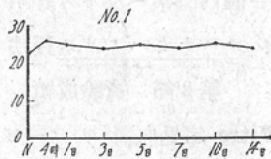
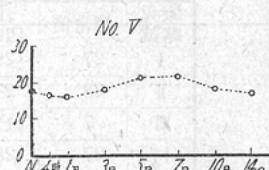
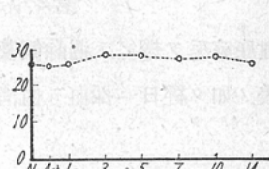
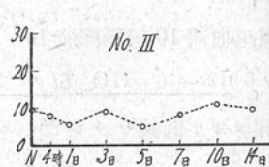
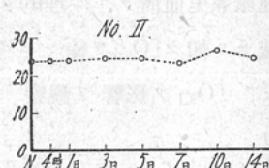
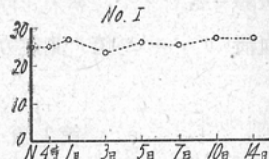
酸素 50cc 注射家兔群

家兔略號	健常價	注射四時後	一日後	三日後	五日後	七日後	十日後	十四日後
I	23	26	25	24	25	24	25	24
II	25	26.5	26	25	27	29	28	28.5
III	11	26	9	22	24	死		
IV	28	28.5	27	28.5	29	28	26	28
V	27.5	29	28	29	29	29	28	28

對照(無注射家兔群)

家兔略號	健常價	注射四時後	一日後	三日後	五日後	七日後	十日後	十四日後
I	25	25	27	24	26	25.5	27	27
II	24	24	24	24.5	24.5	23	26	24.5
III	9	8	6	9	5	8	10.5	9.5
IV	25.5	25	25.5	28	28	29	27.5	26
V	17.5	16.5	16	18	21.5	31.5	18.5	17

上述實驗値ヲ曲線ニセバ次圖ヲ得タリ。

「オゾン」50cc注射家兔群
(血清「リパーゼ」消長曲線)酸素50cc注射家兔群
(血清「リパーゼ」消長曲線)健常家兔血清「リパーゼ」
ノ消長曲線

小 括

「O₃」50cc 注射ニヨリ 5 例中 4 例ハ 4 時間後 3 日後、血清「リパーゼ」ハ刺戟上昇セラル。就中健常價ノ酵素價ガ低位ナル例程上昇度顯著ニシテ、健常値ノ高位ナル例ニ於テハ餘リ上昇セラル、事ナシ。酸素 50cc 注射例ニ於テハ 1 例ノミ微ニ刺戟セラレタルカノ如キモ、他ノ 4 例ニ於テハ無注射家兎ノ變化曲線ト殆ド變化ナシ。

第 3 章 「オゾン」ノ家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス影響

抗「トリブシン」ハ、「アルカリ」性ニ於テ蛋白質ヲ消化スル「トリブシン」ノ拮抗性酵素トシテ血液ノ常存性分ニシテ微妙ナル生活機轉ニ參與スベク想像セラル、モ、寡聞未ダ本酵素ガ生体内ニ於テ如何ナル意義ヲ有スルヤニ關シテ充分ノ説明アルヲ知ラズ。曩ニ吾教室ニ於テ小笠原氏ガ、放射線、「カゼゾゲン」、鹽化「アドレナリン」等ノ本酵素ニ及ボス作用ニ就キテノ報告ヲ見ルノミ。著者ハ「O₃」ノ本酵素ニ及ボス作用ヲ明カナラシメントシテ、以下實驗ヲ行ヒタリ。

第 1 節 實驗方法

家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス「O₃」ノ作用ヲ in Vitro, in Vivo ニ檢セムトス。

抗「トリブシン」價測定方法

Fuld, Gross 氏法ノ單列法ニ據ル。

第 2 節 實驗成績

第 1 項 in Vitro 家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス作用

健常家兎血清ヲ生理的食鹽水ニテ 100 倍ニ稀釋シ、「O₃」導入壺ニ入レ次表記載ノ如ク「O₃」ヲ導入作用セシメタル後對照ト共ニ抗「トリブシン」價ヲ測定シテ其ノ影響ヲ觀察セリ。

第 2 表

番 號	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
百 倍 血 清	1cc	0.9cc	0.8cc	0.7cc	0.6cc	0.5cc	0.4cc	0.3cc	0.2cc	0.1cc	0
蒸 餾 水	0	0.1cc	0.2cc	0.3cc	0.4cc	0.5cc	0.6cc	0.7cc	0.8cc	0.9cc	1cc
1單位「トリブシン」液	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc	0.5cc
室温(22°C)15' 放置後											
1% Casein	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc	2cc
38°C 30' 後醋酸酒精 3 滴ヲ加フ											
對 照 血 清	—	—	—	—	—	++	++	+++	+++	+++	+++
「O ₃ 」5L 作用血清	—	—	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
「O ₃ 」25L 作用血清	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

註記標 — 「トリブシン」ノ消化ヲ完全抑制セルモノ。

十 殆ド抑制セリ。

++ 不完全ニ抑制セリ。

+++ 殆ド抑制セズ。

+++ 全ク抑制セズ。

小 括

家兎血清 100 倍液 10cc = 「O₃」5l ヲ作用セシムルニ抗「トリブシン」價ヲ減弱シ、25l ノ作用ニヨリテ全く無力ナラシム。

第 2 項 in Vivo 家兎血清抗「トリブシン」ニ及ボス作用

健常家兎ニ就キ注射前採血シテ、健常値ノ測定ヲ行ヒテ後「O₃」又ハ酸素 5.0cc ノ注射ヲ行ヒタル後別表日割ニ採血シテ、抗「トリブシン」價ヲ測定シテ其影響ヲ觀察セリ。

「オゾン」50cc 注射家兎群

家兎略號	健常時	注射 四時間後	一日後	三日後	五日後	七日後	十日後	十四日後
No. I	500	1450	770	770	770	1000	1000	770
No. II	500	1450	770	600	770	1450	625	625
No. III	500	1450	770	600	770	1450	770	770
No. IV	500	1450	770	333	770	1450	1000	714
No. V	500	1450	770	600	1000	1000	770	770

各群共體重ハ著變ナカリシヲ以テ省略ス。

對照(無注射家兎群)

家兎番號	健常時	注射 四時間後	一日後	三日後	五日後	七日後	十日後	十四日後
No. I	500	500	500	500	500	500	500	500
No. II	400	400	500	400	400	500	400	400
No. III	500	500	500	500	500	500	500	500
No. IV	500	500	500	500	500	500	400	500
No. V	500	500	500	500	500	500	500	500

對照(酸素 50cc 注射家兎群)

家兎略號	健常時	注射 四時間後	一日後	三日後	五日後	七日後	十日後	十四日後
No. I	500	1450	770	770	770	1000	770	625
No. II	500	1006	1000	770	770	770	625	500
No. III	500	1450	770	770	770	625	625	625
No. IV	500	1450	770	770	1000	714	625	500
No. V	560	1450	770	770	770	1000	833	625

小 括

「O₃」注射ニヨリテ 5 例共 4 時間後ニハ 1450 單位トナリ、1—3 日後ハ少シク下降セルモ 5—7 日後ニハ再ビ上昇シ 10—14 日後ニハ下降セリトハ雖、尙ホ注射前値及ビ非注射群ヨリ高値ヲ示セリ。酸素注射ニヨリテモ上昇セシメラレ、10—14 日後ニハ下降セルモ尙ホ非注射群ノ夫レヨリ高値ヲ示セリ。「O₃」及ビ酸素注射ノ成績ヲ見ルニ抗「トリブシン」價ノ變化動搖ハ前者ニ於テ著キヲ知ル即チ刺戟度大ナリ。

第 4 章 實驗成績綜括

(1) 「O₃」ノ「オキシダーゼ」ニ及ボス作用

健常家兎ニ「O₃」50ccヲ注射スルニ血液「オキシダーゼ」ハ4時間後ニハ殆ド各例ニ刺戟上昇セラル。酸素50cc注射ニヨリテモ5例中1例ノミ刺戟セラル。「O₃」及ビ酸素20cc注射ニヨリテ其影響ヲ見ル事能ハザリキ。

(2) 「O₃」ノ「リパーゼ」ニ及ボス作用

家兎血清「リパーゼ」ハ in Vitro ニ於テ「O₃」ノ爲ニ無力化セラル、モノニシテ、家兎ニ對シ50ccノ注射ニヨリ、4時間ヨリ3日ニ涉リテ刺戟上昇セラル。酸素50cc注射ニ於テハ刺戟作用ヲ認メズ。

(3) 「O₃」ノ抗「トリプシン」ニ及ボス作用

家兎血清抗「トリプシン」ハ生體外ニ於テ「O₃」ノ爲ニ無力化セラル。家兎ニ其50ccヲ注射スルニ著明ニ上昇セシメラル。

同容ノ酸素注射ニヨリテモ刺戟セラル、モ前者ニヨル影響ハ多大ナリ。

結 論

「O₃」ノ生物學的作用中、血液酵素(「オキシダーゼ」、「リパーゼ」抗「トリプシン」)ニ及ボス影響ニ就キテ檢セル結果ヲ次ノ如ク結論セム「O₃」ハ生體外ニ於テハ、「リパーゼ」、抗「トリプシン」ニ對シテ破壊作用ヲ營ムモ、生體注射ニ於テハ多ク刺戟的ニ作用シ酵素價ヲ上昇セシム。然シテ酸素ニ比シテ、其ノ生體刺戟力大ナリ。

稿ヲ終ルニ臨ミ恩師長橋教授ノ御指導御校閲ニ對シ滿腔ノ感謝ヲ捧グ。

参考文献

- 1) 高井五百治, 日本放射線醫學會雜誌演說。(昭和十二年四月)。
- 2) Schultze, W. h. Zentralbl. f. allg. Pathol Bd. 28. S. 1927.
- 3) Staemmler, M. u. W. Sander. Virch. Arch. f. Path. Anatom. Bd. 256. S. 595, 1925.
- 4) Marinesco, Zentralbl. f. allg. Pathol u. Parhol anatom(referat)Bd. 256. S. 595, 1925.
- 5) M. Bülschowsky u. M. Rose, Journ f. Psychol u. neurol. Bd. 33 S. 73—83, 1927.
- 6) 河本, 谷向, 日本放射線醫學會雜誌. 第1卷. 第4號.
- 7) 谷向, 廣井, 日本放射線醫學會雜誌. 第1卷. 第977.
- 8) 河本, 日本放射線醫學會雜誌. 第6卷. 第4號.
- 9) 小笠原, 日本放射線醫學會雜誌. 第6卷. 第4號.
- 10) 高畑, 生物化學分析.
- 11) Wohrgemuth, Grundriss der Fermente u. Methode.
- 12) Oppenheimer, Die Fermente- u. ihre Wirkungen.