

## 50.

612.822

## 中樞神經ノ疲勞物質ニ關スル研究

岡山醫科大學生理學教室(主任生沼教授)

香 取 正 倫

[昭和9年3月6日受稿]

*Aus dem Physiologischen Institut der Okayama Medizinischen Fakultät  
(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma).*

## Beiträge zur allgemeinen Physiologie des Zentralnervensystems.

## II. Mitteilung.

Über die Rolle der Milchsäure bei der Ermüdung des  
Zentralnervensystems.

Von

Masatomo Katori.

Eingegangen am 6. März 1934.

Um festzustellen, ob die Milchsäure ebenso wie am Muskel auch auf das Zentralnervensystem als Ermüdungsstoff wirkt, hat Verfasser folgenden Versuch angestellt. Als Resultat ergibt sich folgendes.

1. Die Cremasterreflexzeit beim Kaninchen wird auffallend verlängert, wenn man ihm soviel Milchsäure intravenös injiziert, dass die Wasserstoffionenkonzentration des Blutes merkbar verändert wird.

2. Nach anstrengender körperlichen Arbeit, z. B. nach dem Laufen, wird die Reflexzeit unseres Knierexes deutlich verlängert.

3. Der Milchsäuregehalt der Hirnrinde (des Schläfenlappens) des Kaninchens vermehrt sich (im Vergleich zu dem Kontrollversuch), wenn man das Tier längere Zeit, etwa 4-6 Stunden lang, dauernd die Geräusche der elektrische Klingel hören lässt.

Aus diesen Resultaten könnte man schliessen, dass die Milchsäure bei der Ermüdung des Zentralnervensystems ebenso wie am Muskel eine Hauptrolle spielt.

(Kürze Inhaltsangabe.)

## 内 容 目 次

第1章 緒 言	第2節 實驗成績
第2章 家兎ノ提舉反射時間ニ及ボス乳酸ノ影響	第4章 家兎大腦皮質ノ乳酸含量ニ及ボス音響刺 載ノ影響
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3章 過度ニ行ヒシ運動直後ニ於ケル膝蓋髓反 射時間	第5章 總括及ビ考案
第1節 膝蓋髓反射時間測定法	第6章 結 論

## 第 1 章 緒 言

筋肉ガ仕事ヲナストキ筋肉細胞内ニ於テ興奮ニ伴ヒ主ニ Glykogen ニアル化學變化ガ起リ、遊離セラレタル化學的「エネルギー」ノ一部ガ運動ノ「エネルギー」ニ變化シ代謝産物ノ一トシテ乳酸ガ形成セラレルコトハ F. Fletcher, F. Hopkins, O. Meyerhof 等ノ研究ニヨリテ明カニセラレ、又コノ乳酸ノ一部ハ漸次筋肉内ニ蓄積セラレテ所謂疲労物質トシテ筋肉ノ仕事ノ能率ヲ減退セシムルモノナリトハ今日一般ニ認メラレル所ナリ。神經系統ニ於テモ殊ニ大腦ニ疲労現象ノ存在スルコトハ日常生活ニ於テ思考又ハ複雑ナル計算ノ如キ精神勞作ヲ過度ニ行フ場合ニ次第ニ能力ノ減退スルコトハ吾人ノ屢々遭遇スル事實ナリ。而シテ末梢神經ニ就テハ往時ハ疲労セザルモノト見做サレタリ。

即チ H. P. Bowditch<sup>1)</sup>, U. Lambert<sup>2)</sup>, T. G. Brodie 及ビ W. D. Halliburton<sup>3)</sup> 等ハ温血動物ノ神經纖維ヲ長時間電氣的ニ刺激シタルニ過度興奮ニヨル疲労現象ヲ證明スル事能ハザリシガ、其ノ後 S. Garten<sup>4)</sup> ハ Hecht (梭魚) ノ嗅神經ヲ用ヒテ實驗シ刺激ヲ重ヌル毎ニ Aktionsstrom ノ小サクナリ途ニハ全ク消失スル事實ヨリ、C. Tigerstedt<sup>5)</sup>

ハ蛙ノ坐骨神經ヲ電氣的ニ刺激シ frequente Reizung ハ Aktionsstrom ヲ消失セシメ得ルコトヨリ末梢神經モ明カニ疲労スルコトヲ證明セリ。

斯クノ如ク神經組織モ疲労ヲ呈スルコトハ最早疑ヒナキ事實トスレバ疲労ヲ來サシムル原因ヲ何レニ求ムベキカガ問題ナリ。

神經系統ノ物質代謝ニ關シテハ今日尙ホ不明ノ、點頗ル多シト雖、T. Thunberg<sup>6)</sup>, L. Haberlandt<sup>7)</sup> 田代及ビ Adams<sup>8)</sup>, V. Hirschberg 及ビ H. Winterstein<sup>9)</sup> 其ノ他諸家ノ精細ナル研究ニヨリテ大略ノ事ハ明カトナレリ。神經組織モ酸素ヲ消費シ炭酸瓦斯ヲ排出スルモノニシテ、刺激ニヨル興奮ノ結果、物質代謝モ旺盛ニナリ、酸素ノ消費量、炭酸ノ排出量モ増加ス。神經細胞内ニ於テ行ハルル代謝變化ニ就テモ筋肉ト同様、アル種ノ化學變化ナルコトハ疑フノ餘地ナカルベシ。即チ神經細胞ハ其中ニ含有セラレル燃焼物質(蛋白質、含水炭素、脂肪、「リポイド」) 特ニ Glykogen, Glukose 等ノ含水炭素ヲ分離シ代謝産物トシテ乳酸、炭酸瓦斯ヲ生ズルモノニシテ、此時遊離セラレタル chemische Energie ノ一部ガ反應ノ Energie ニ變化スルコトハ想像ニ難カラズ。而シテ疲労ノ條件トシテハ燃焼物質ノ消耗及ビ産物ノ蓄積以外ニハ求ムルヲ得ズ。而シテ CO<sub>2</sub> ハ血液ニヨリテ容易ニ

運ビ去ラルルヲ以テ先ヅ蓄積スベキモノハ乳酸ナリ。  
瀧澤ホ

生活セル神經組織ニ正常ニ乳酸ノ存在スルコトハ Gerud, Meyerhof, Hopkins, Mc Ginty 等ニヨリテ證明セラル。然ラバコノ乳酸ハ如何ナル物質ニヨリ分解形成セラレ興奮ト乳酸形成トノ關係ハ如何。之等ノ問題ハ未ダ確定セラレズト雖、E. G. Holmes 及ビ B. E. Holmes<sup>10)</sup> ハ Insulin ヲ大量ニ實驗動物ニ與フル時、腦中ノ乳酸量ハ減少スルガ Glykogen 量ニハ變化ナシ。又糖ヲ血行ニ注入シテ過血糖ヲ起サシムル場合、乳酸量ハ糖量ニ比例シテ増加ス。故ニ Insulin ヲ與ヘン際ノ乳酸量ノ減少ハ血液中ノ糖含有量ノ減少ニ歸因スルモノニシテ Hirnglykogen ハ形成サルル乳酸ノ母體ニハアラズトセリ。然ルニ H. Yungmann 及ビ P. Kimmelstiel<sup>11)</sup> ハ出血死セシメタル家兎、海豚等ニ就キテ死後直チニ大脳ヲ取り出シ乳酸、Glykogen Cerebroside ヲ定量比較セルニ腦ヲ取り出シテヨリ數秒後ニ乳酸量ハ急ニ増加シ Glykogen 量ハ減少セリ。又 Cerebroside モ減少セシガ Glykogen

量ノ減少ヨリ遙カニ少ク、且時間的ニモ乳酸量ノ Maximum ニナリシ後ニ減少スル點ヨリ恐ラク腦乳酸ハ Hirnglykogen ヨリ生ズルモノナラント結論セリ。更ニ又 Yungmann<sup>12)</sup> ハ蛙ノ脊髄ニ就キテ電氣刺戟ト乳酸形成量ノ關係ヲ研究セルニ刺戟セル脊髄ハ刺戟セザルモノニ比シ、常ニ多量ノ乳酸ヲ含有シ其ノ關係ハ全ク筋肉ニ於ケルト反對ナリト云ヘリ。最近ニ至リ、M. Mitolo<sup>13)</sup> ハ妻ノ脊髄ニ就キ檢シ豫メ後脚ノ求心性神經ニ5秒間毎ニ器械的刺戟ヲ與ヘ、反射的ニ脊髄ヲ長時間刺戟セルモノハ刺戟セザル對照ニ比シ Glykogen 量ハ17%減少セリト發表セリ。

之等ノ業績ヨリ觀ルトキハ恐ラク神經組織ノ乳酸モ筋肉ニ於ケルモノト同様 Hirnglykogen ヨリ形成セラレ、刺戟又ハ生理的興奮ニヨリ形成セラルル乳酸量モ増加スルモノナラント考ヘラル。故ニ余ハ乳酸ト神髓系統ノ疲勞トノ關係ヲ機能的ニ檢セントシテ2—3ノ實驗ヲ企テタリ。

## 第2章 家兎ノ提審反射時間ニ及ボス乳酸ノ影響

### 第1節 實驗方法

脊髄ノ反射中樞ハ血行ニ注入セル乳酸ニヨリ如何ナル影響ヲ受クルカ、余ハ家兎ノ舉舉反射ニ就キテ乳酸ノ反射時間ニ及ボス作用ヲ檢セリ。健康ニシテ充分發育セル家兎ヲ選ビ、乳酸ハ Merok 會社製ノモノヲ N/10 溶液トシテ耳靜脈ヨリ注射シ明カニ家兎血液ノ水素「イオン」濃度ヲ増加セシムルニ至ラシメ、後述ノ方法ニヨリ舉舉反射時間ヲ測定セリ。

先ヅ豫備實驗トシテ家兎血液ノ水素「イオン」濃度ヲ變化セシムル乳酸量ヲ測定セリ。

血液ノ反應ヲ測定スル方法ノ中最モ正確ナルハ

水素及ビ甘汞電極ヲ以テスル Gasketten<sup>14)</sup>ニ依ル方法ナリ。

家兎ノ頸動脈ヲ露ハシ豫メ 0.04 g ノ 蔞酸「ナトリウム」ヲ入レタル注射器ヲ以テ動脈血 20 cc ヲ取り、之ヲ自己ノ呼吸ヲ充タシタル Tonometer ニ移シ水槽内ニ於テ Tonometer ヲ良ク廻轉シテ呼吸ト血液ヲ充分接觸セシム。吾人ノ呼吸ハ家兎ノ呼吸ノ酸素及ビ炭酸瓦斯含有量ト大差アラザルヲ以テ斯クスレバ血液ヲ家兎ノ血管内ニ於ケルモノト略ボ同様ノ状態ニ保ツコトヲ得ベシ。蔞酸「ナトリウム」ヲ血液ニ混ジ凝固ヲ妨グル場合、0.3%ノ割合ニ至ルマデ血液ノ pH ニハ何等變化ヲ起サザル

ヲ以テ余ハ0.2%ノ割合ニ混ジタリ。水素電極ニ使用シタル「ガラス」器(第1圖参照)ノ内腔ヲ先ヅ發生器ノ水素瓦斯(不純物ヲ除去スル目的ニテ「キツブ」ノ裝置ヨリ發生シタル水素瓦斯ヲ1%過「マンガ」酸加里溶液及ビ10% 浸食子酸「アルカリ」溶液ヲ通過セシメタリ。)ニテ充タシ内部ノ空氣ヲ驅除スルト共ニ、白金黒ニ水素瓦斯ヲ保持セシム。

次ニ血液ヲ Tonometer ヨリ外氣ニ接觸セシメザル様ニ注意シテ注射器ニ5cc 取り「ガラス」器ノA口ヨリ徐々ニ内腔ニ入レH部ニ極ク少量ノ水素瓦斯ヲ殘シテ他ハ全部血液ヲ以テ充タシタル後、栓C<sub>1</sub>及ビC<sub>2</sub>ヲ閉ザシ外氣トノ接觸ヲ絶ツ。斯クスレバ血液中ノ水素「イオン」ト白金黒ノ保有セル水素瓦斯トノ間ニ電位差ヲ生ジ暫時ニシテ兩者ハ電氣的平衡ヲ保ツニ至リ、血液ノ水素「イオン」濃度ニ應ジテ一定ノ電位差ニ止ル。即チ水素電極ヲ

約20分間反覆上下ヲ轉倒セシメ水素ノ小氣泡ト血液トヲ充分接觸セシメテ水素電極ニ電氣的平衡ヲ保タシタルモノヲ飽和鹽化「カリ」溶液ヲ充タセル「ガラス」管ヲ介シテ甘汞電極ニ接觸シ、甘汞電極水素電極間ノ電位差Eヲ Kompensationsmethodeニヨリ Potentiometerヲ使用シテ測定スレバ求ムル血液ノ

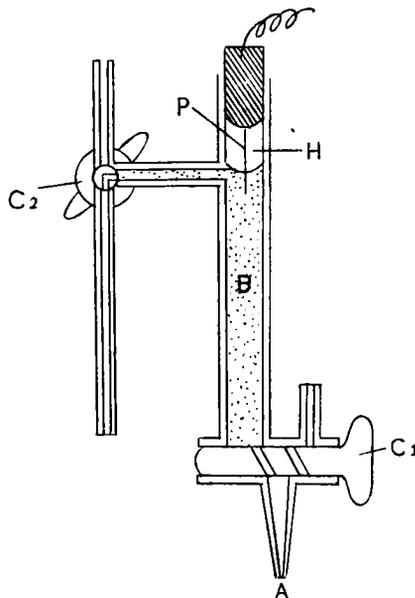
pHハ次式ニ依リテ求メラル

$$\frac{E-e}{0.00019837T}$$

上式ニ於テ

- E ハpHヲ測定セントスル水素電極ト甘汞電極トノ間ニ於ケル電位差
- e ハ1規定水素電極ト甘汞電極間ノ電位差ニシテ20°Cニ於テ0.249 Voltナル値ヲ有シ、溫度ノ變化ニヨリテ値ヲ變ズ。
- T ハ測定時ニ於ケル絶對溫度ナリ。

第 1 圖



- B 血液
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> 「コック」
- H 水素瓦斯
- P 白金黒ヲ付ケタル電極

家兎ノ血液ニ N/10 乳酸溶液ヲ種々ノ割合ニ加  
ルニ第 1 表ニ示ス如キ成績ヲ得タリ。  
ヘテ PH ヲ測定シ血液ノ PH ノ變化スル點ヲ求メタ

第 1 表

家兎血液ノ PH 血液ニ加ヘシ 乳酸量(cc)	7.38	7.14	7.25	7.44	7.55	7.22	7.75	7.17
0.1	7.42	7.14	7.23	7.44	7.51	7.20	7.68	7.15
0.2	7.40	7.12	7.26	7.41	7.53	7.21	7.68	7.10
0.3	6.82	7.12	7.09	7.39	7.43	7.19	7.63	7.12
0.4	6.69	6.75	7.10	6.58	7.40	6.81	7.60	6.93
0.5	6.32	6.57	6.87	6.31	6.65	6.54	6.72	6.38
0.6			6.50		6.38		6.45	

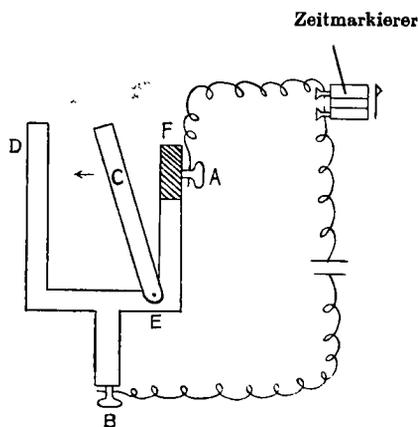
即チ血液 5 cc ニ對シ N/10 乳酸 0.5 cc 加フレバ  
家兎血液ノ PH ヲ變化セシムルコトヲ得。

家兎ノ舉拳反射時間ハ次ノ如キ方法ニヨリテ測  
定セリ。家兎ヲ背位ニ固定シ特別ノ刺戟裝置(第  
2 圖參照、圖中 C 部ハ軸 E ニヨリテ矢ノ方向ニ動  
カスコトヲ得。A, B 間ハ F 部ニ於テ絶縁シアルヲ  
以テ電流ハ A 極ヨリ入リテ C ヲ通り B 極ニ流ル。  
若シ C 部ヲ矢ノ方向ニ動かセバ A 及ビ C ノ接觸  
ハ絶タレテ電流ハ A ヨリ B ニ流レザルニ至ル、  
故ニ輪導ハ開放セラレ、同ジ輪導中ニ挿入セル  
Zeitmarkierer ハ C ノ動キタル瞬時、即チ皮膚ニ器  
械刺戟ヲ與ヘタル時點ヲ廻轉シツツアル Myogra-  
phion ノ燻煙紙上ニ記載ス。)ヲ用ヒテ後脚上腿内  
面ノ膝關節ニ近接セル皮膚部分ヲ擦過シテ器械刺  
戟ヲ與フレバ著明ニ舉拳反射ヲ起シ拳丸ト連結セ  
ル描寫槓杆ハ動キテ反射運動ヲ燻煙紙ニ記載ス。  
同時ニ 1 秒 100 回ノ振動數ヲ有スル音又ヲ用ヒテ  
時間ヲ記入スレバ刺戟ヨリ反射ノ起リ給メシ迄ノ  
時間即チ反射時間ヲ測定スルコトヲ得。

實驗動物ノ全血量ハ古クヨリ多クノ人々ニヨリ  
テ測定セラル、丸田<sup>15)</sup> 氏ハ當生理學教室ニ於テ血  
球ノ吸着ヲ考慮ニ入レ Vitalred ヲ用ヒテ犬ノ全血  
量ヲ測定セルニ平均體重ノ 9.16% ナル値ヲ得タ  
リ。家兎ノ全血量<sup>16)</sup> ヲ測定セル多クノ報告ノ中最

モ少キハ Abderhalden ノ體重ノ 4.26% 最モ多キ  
ハ Steinberg ノ 8.1% ナリ。余ハ丸田ノ實驗成績ヲ  
考慮ニ入レ多キヲ取ツテ家兎ノ血液全量ハ體重ノ  
8.0% トシ、又血液比重ハ 1.050 トシテ血液ノ PH  
ヲ變化セシムル乳酸量ヲ算出シ之ヲ注射實驗ニ供  
セリ。

第 2 圖



第 2 節 實驗成績

前述セル方法ニヨリテ乳酸ノ舉拳反射時間  
ニ及ボス影響ヲ實驗セルニ第 2 表ニ示ス如キ  
成績ヲ得タリ。第 III 例ニ於テハ反射時間ノ  
延長顯著ニシテ他ノ例ニ於テモ何レモ多少反

射時間ノ延長ヲ來シタリ。反射時間ノ延長ハニ注射前ニ於ケル反射時間ニ復歸ス。  
注射後 5—15 分ノ間ニ著シク、ソレヨリ次第

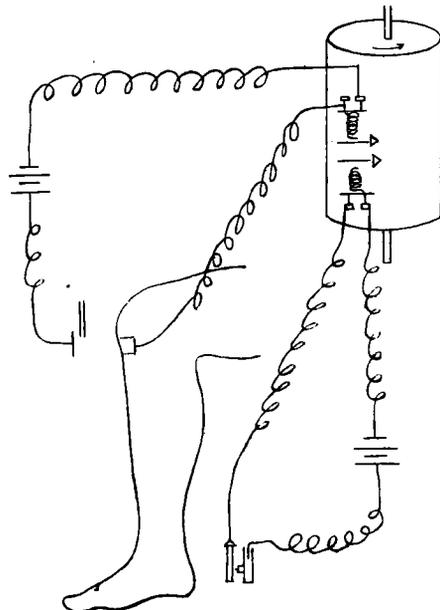
第 2 表

		I	II	III	IV	V
氣 溫 (°C)		18.0	20.0	18.0	18.5	19.0
體 重 (kg)		2.07	2.60	3.10	2.07	2.55
注 射 前	反 射 時 間	7.5	6.0	5.0	7.0	6.5
	1/200 秒	7.0	6.0	6.0	7.5	6.5
		8.0	6.0	6.5	7.0	7.0
注 射 後	2 (分)	7.5	6.5	7.0	7.0	6.5
	5		8.0	6.5		9.0
	10	8.5	7.5	10.5	8.5	8.0
	15	9.0	8.0	8.5	9.5	8.5
	20	8.0			7.5	9.0
	25	8.0	6.5	7.5		
	30		6.5		7.5	6.0

第 3 章 過度ニ行ヒシ運動直後ニ於ケル膝蓋腱反射時間

過激ナル運動、例ヘバ長距離「ランニング」等ヲ行ヒシ場合、運動中絶エズ反覆興奮シタル反射中樞ハ疲労現象ヲ呈スルヤ否、膝蓋反射ノ反射時間ヲ測定シテ判定セントセリ。即チ當生理學教室ノ數人ニ就テ相當長距離ヲ走行セシメタル後ニ直チニ反射時間ヲ測定シ運動前ノ反射時間ト比較セリ。

第 3 圖



第 1 節 膝蓋腱反射時間測定法

膝蓋腱反射時間ハ次ニ述ブル方法ニヨリテ測定セリ。

膝蓋腱部ニ細長キ薄金屬板ヲ當テ、其ノ一端ハ導線ニヨリテ Zeitmarkierer ノ一極ヨリ他極ニ出テテ蓄電池ノ(-)極ニ連結ス。蓄電池ノ(+)極ハ金屬製ノ腱反射測定用ノ小鏡ニ連結シ、コノ小鏡ヲ以テ金屬板ヲ打テ膝蓋反射ヲ起サシムルト同時ニ一瞬蓄電池ノ輪導ハ開カレテ Zeitmarkierer ニ電池ガ流レ刺戟セル時點ヲ廻轉シツツアル Myo-

graphionニ記入ス。又一方蓄電池ノ兩極ハ他ノ1ツノZeitmarkiererニ接続シ其ノ輪導中ニ電線ヲ設ク。コノ電線ハ反射ヲ測定セントスル脚ノ踵ト金屬線ニヨリテ結バレ膝蓋反射ノオコリテ下腿ノ前方ニ運動スルトキ輪導ノ閉ザサル如ク裝置シ反射ノオコリシ時點ヲMyographionニ記入シ刺戟ヲ與ヘタル時點ト反射ノオコリシ時點ノ間隔ハ同時ニ記入セル音又ノ振動波ニヨリテ測定スルコトヲ得ルナリ。

### 第2節 實驗成績

始メ走行前ニ正常ノ膝蓋髓反射時間ヲ測定シ、次ニ走行ニヨリテ疲勞感ヲ覺エタル時直チニ膝蓋髓反射時間ヲ測定シテ兩者ヲ比較セリ、疲勞ヲ訴フル迄ニ走行スル距離ハ各人ノ體質ニヨリ、又走行ニ對スル經驗ノ有無ニヨリテ相違アリ。

第 3 表

	走リタル距離 (m)	運動前 反射時間 (1/200秒)	運動直後		運動後5分		同 15分		同 25分	
			◇	◇	◇	◇	◇	◇		
1	2500	4.5	3.7	2.5	5.7		4.5	6.3	4.8	4.0
2	10000	4.8	3.2	3.2	4.2	5.0	5.5	4.5	5.8	5.0
3	3000	5.5	5.7	4.5	6.5	8.3	7.0	8.2	7.0	
4	3000	4.8	4.2	5.2	5.5	7.0	7.2		4.3	4.5
5	5000	5.8	7.2	8.5	10.0	8.0	8.5	9.5	6.0	5.2
6	4000	7.6	6.0	4.5	8.5	7.5	6.0		8.0	8.0
7	6000	6.2	5.2	5.0	5.5	7.2	7.0	7.5	6.0	6.5

第3表ノ實驗成績ヨリ見ルニ運動直後ニ於テハ多クノ場合反射時間ハ短縮シ5—15分頃ニ至リテ稍々反射時間ノ延長ヲ來ス。

## 第4章 家兔大脳皮質ノ乳酸含量ニ及ボス音響刺戟ノ影響

刺戟興奮セシメタル大脳皮質ノ乳酸含量ノ増減如何ヲ知ルコトハ乳酸ガ疲勞物質トシテ作用スルカ否ヲ決定スル上ニ極メテ重要ナリ故ニ余ハ家兔ヲ實驗材料トシテ電鈴ニヨル雜音ヲ長時間聽カシメ充分刺戟ヲ與ヘタル大脳皮質ノ乳酸量ヲ測定シ、正常ノ大脳皮質乳酸含量ト比較セリ。實驗動物ヲ使用シテ大脳ヲ疲勞セシムルコトハ極メテ困難ナルコトニシテ、果シテ疲勞セシメ得タルカ否ハ全く判定スルコト不可能ナレドモ、長時間連續シテ騒音ヲ聽カシタル際、疲勞ノ如何ハ問題外トシ

テ乳酸量ノ増加ヲ來スヤ否ヤヲ測定スルコトハ極メテ興味アルコトナリ。

### 第1節 實驗方法

實驗材料ニハ健康ナル家兔ヲ選ビ、之ヲ納ルニ充分ナル大サヲ有スル木箱ノ内部ニ強音ヲ發スル大型ノ電鈴ヲ裝置シタル内ニ家兔ヲ收容シ、電鈴ニ電流ヲ通ジテ騒音ヲ發セシム。連續シテ長時間電鈴ヲ聽カシムルト音響ニ馴レテ刺戟トナラザル恐レアルヲ以テ約20分毎ニ2—3秒程ノ休止時間ヲオキ長時間強音ヲ聽カセタル後手早ク固定臺ニ固定シ頭蓋骨ヲ打割リテ大脳ヲ取り出シ大脳皮

質（顯顯ノ邊）ヲ分離シ、前以テ準備セル炭酸雪（Kohlensäureschnee）ノ間ニ挾ミテ凍結セシム。凍結セシメタル大脳皮質ハ精密ニ秤量シ乳酸定量ノ操作ニ移ル。

乳酸ノ定量ハ Fletscher, Hopkins ノ gravimetrische Methode<sup>17)</sup>ニ依リタリ。凍結セシメタル大脳皮質ヲ氷室ニテ冷却セル乳鉢ニ入レ清洗セル砂少量ヲ加ヘテ良ク磨リ潰シ 0°Cニ冷却セル 96% Alkoholヲ約 200 cc 加ヘ、充分混和シテ 1 晝夜氷室ニ放置シ含有セル乳酸ヲ抽出セシム。然ル後精標ナル「ガーゼ」ヲ 2 枚重ね合セタルモノニテ手ヲ以テ壓擦濾過シ残留物ニ再ビ 96% Alkohol 100 ccヲ加ヘ充分混和シ 2 時間放置セルモノ前同様ニ濾過ス。カクズルコト 2 回全濾液 400 ccヲ乾燥セル濾紙ヲ用ヒテ「ホルベン」ニ濾過シ蒸餾装置ニカケテ Alkoholヲ蒸發回收シ内容ガ約 100 ccニナリシ時蒸發皿ニ移シ水浴上ニテ蒸發ヲ續クレバ少量ノ黄褐色ノ粘稠液ヲ残留ス。コレニ 100 ccノ熱湯ヲ加ヘテ溶カシ純粹ナル炭炭(Merck) 2.5gヲ加ヘテ沸騰セシメ乾燥セル濾紙ニテ濾過シ残留物ハ濾紙共更ニ蒸發皿ニ移シ熱湯 100 ccヲ加ヘ前同様沸騰セシメ濾過ス。全濾液ヲ大ナル蒸發皿ニ入レ水浴上ニテ殆ド乾燥スル迄蒸發ヲ續ケ 15 ccノ熱湯ヲ加ヘテ溶カシ之ヲ内容 100 ccノ Messzylinderニ移シ 5 ccノ飽和磷酸溶液及ビ Aether 60 ccヲ注加、再三振盪シテ乳酸ヲ Aetherニ移行セシム。時々振盪ヲ續ケルコト約 2 時間ノ後、Pipetteニテ Aetherヲ吸ヒ取り、更ニ新シキ Aetherヲ 60 cc加ヘ前同様ノ操作ヲ加フルコト 3 回、全 Aetherヲ一旦濾過セル後 Aetherヲ蒸餾シ残留物ニ少量ノ熱湯ヲ加ヘ更ニ Merck 製ノ炭酸亞鉛 0.5 gヲ混ジ水浴上ニテ加熱沸騰セシメ、精確ニ零以下 4 桁マデ秤量セル時計皿ニ濾過シ水浴上ニテ全ク乾燥スル迄蒸發ス。乾燥セシメタルモノハ更ニ硫酸乾燥器ニ納メ大約 24 時間放置シ重量ノ一定スルヲ符

ツヲ秤量乳酸量ヲ測定ス。

## 第 2 節 實驗成績

先ヅ刺戟ヲ與ヘザル家兔ノ大脳皮質ノ乳酸含量ヲ測定セントシテ健康ニシテ充分發育セル家兔ヲ選ビ靜カナル室内ニ約 4—5 時間放置シタル後、前述ノ方法ニヨリ乳酸量ヲ測定セリ實驗成績ハ第 4 表ニ示ス如シ。

音響刺戟ヲ與ヘタル場合ノ乳酸含量ハ第 5 表ニ示セリ。

第 4 表

定量ニ用ヒシ腦重量 g	乳酸亞鉛 g	乳酸量 mg %
4.362	0.0029	24.5
4.180	0.0035	30.9
6.622	0.0032	17.8
5.465	0.0039	26.3
6.431	0.0040	23.1
5.213	0.0032	22.8
4.350	0.0033	28.8
3.985	0.0022	20.4
4.761	0.0029	22.5
4.516	0.0031	25.1
	平均	24.2

第 5 表

大型ノ電鈴ヨリ發スル騒音ヲ  
以テ 4—6 時間連續刺戟ス

定量ニ用ヒシ腦重量 g	乳酸亞鉛 g	乳酸量 mg %
3.170	0.0028	32.7
5.938	0.0045	28.0
6.312	0.0043	25.2
4.267	0.0032	27.7
5.082	0.0028	24.7
4.250	0.0022	19.1
3.594	0.0025	29.8
4.443	0.0026	23.3
4.350	0.0029	25.5
5.651	0.0031	20.3
	平均	23.6

以上ノ實驗成績ヨリ見ルニ死後 2—3 分間ノ中ニ取り出シタル家兎ノ大脳皮質ノ乳酸含有量ハ平均 24.2% ナリ。手術後大脳ヲ雪狀炭酸ヲ以テ凍結セシムル迄ニハ 2—3 分間長クトモ 5 分ヲ越エザルヲ以テ此間ニ Glykolyse ニヨリ生成セラルル乳酸量ハ僅少ナルベク從ツテ生活セルトキノ乳酸含有量モ略ボ此値ニ近キモノナラン。

電鈴ノ騒音ヲ以テ刺戟セル家兎ノ大脳皮質ノ乳酸含量ハ平均 25.6% ニシテ刺戟セザル場

合ニ於ケル乳酸含量ト比較スルニ著シキ差異ハ認め難シ。只兩者ノ平均値ヲ比較スレバ管嚮ヲ聽カセタル方が極メテ少量ノ増加ヲ示シタルモ斯カル小數例ニ就テノ平均値ノ比較ニ於テハ假令 1—2% ノ増減アルトシテモ必ズシモ刺戟ノ影響ニ依ルモノナリトハ斷定スルコトヲ得ズ。併シ尠クトモ余ノ實驗ニ於テハ Yungmann ノ云フガ如ク刺戟ニヨリテ乳酸含量ノ減少ヲ來セリト云フコトハ認め得ザリキ。

## 第 5 章 總括及ビ考案

神經組織ノ物質代謝ニ於テ形成セラルル乳酸ハ筋肉ニ於ケルト同様ノ意味ニ於テ疲勞物質トシテ作用スルモノニアラズヤト云フ考ヘノ下ニ余ハ次ノ實驗ヲ行ヒタリ。

N/10 乳酸溶液ヲ家兎ノ靜脈内ニ注射シ提嚮反射時間ニ及ボス影響ヲ檢セルニ、其ノ血液ノ pH ヲ變化セシムルヨリ可成多量ヲ與ヘタル場合明カニ反射時間ノ延長ヲ認ムルコトヲ得タリ。反射時間ノ延長ノ割合ニ僅少ナルハ注射セル乳酸ガ血液ニヨリテ循環サレ反射中樞ニ達シタル時ニハ其ノ濃度ガ反射中樞自身ノ生理的興奮ニヨリテ生ジタル乳酸ノ濃度ヨリ遙ニ少キタメニ依ルニハ非ラザルカト思ハル。

次ニ過度ノ運動ヲナシタル場合、運動中絶エズ興奮状態ニアル反射中樞ノ疲勞ヲ檢セント欲シテ、當教室員數名ニ就テ 2000—10000 米突ヲ走ラシメタル後、膝蓋腱反射ノ反射時間ヲ測定セリ。若シ疲勞ヲ來セバ疲勞現象ノ一ツナル中樞ニ於ケル興奮ノ傳導時間ガ延長シ反射時間ノ延長ヲ期待シ得ル理也。然レド

モ此場合中樞以外ノ末梢神經ノ疲勞ヲ伴ハバ之ニヨリテモ傳導時間ノ延長ヲ來ス理ナレドモ末梢神經ハ中樞ニ比シ極メテ疲勞シ難キモノナレバ余ノ場合ニ於テハ除外シ得ルモノト考ヘラル。

運動直後ニ於テハ多クノ場合反射時間ハ運動前ニ比シ、稍々短縮シ次第ニ延長ヲ來セル例多シ。始メ反射時間ノ短縮ヲ來セルハ運動ノ結果體溫ノ上昇ニヨル影響ト見做スベキモノナラン。故ニ運動ニヨリ過度ニ興奮セル中樞ハ疲勞ヲ來スモノニシテ其ノ原因ハ直チニ乳酸ナリト云フコトヲ得ザレドモ、第 1 章ニ於ケル實驗成績ヨリ見テ恐ラク物質代謝ノ盛ニナルト共ニ代謝産物ナル乳酸モ漸次神經細胞内ニ蓄積サレテ遂ニ疲勞ヲ來シ、遂ニ反射時間ノ延長ヲ起セルモノナルベシ。

實驗動物ヲ使用シテ大脳ノ疲勞ヲ檢スルハ極メテ困難ナル問題ナリ。余ハ家兎ヲ用ヒテ 20 分毎ニ 2—3 秒ノ間隔ヲオキテ電鈴ニヨル騒音ヲ 4—6 時間聽カシメタルモノヲ殺シ直チニ大脳ヲトリテ其ノ皮質ニ含マルル乳酸量

ト正常ノ大脳乳酸含有量ヲ比較セルニ兩者ノ間ニ著シキ相違ヲ認ムルヲ得ザリシモ、僅ノ増加ヲ認メ得タリ。強音ニヨリテ聽神經中樞ガ刺戟サレ從ツテ長時間興奮状態ニ於カレタルコトハ確カナルコトニシテ、其ノ間中樞細胞ノ物質代謝モ盛ニナリ、代謝産物ノ増加ハ略ボ想像シ得ル所ナルモ聽神經中樞ハ乳酸定量ニ用ヒタル腦皮質ニ比シ量的ニ見テ極メテ一小部分ヲ占ムルモノナルヲ以テ定量ニヨリ證明シ得ル乳酸量ノ増加ハ極メテ僅少ナリシモノナラン。併シ Yungmann ノ云フガ如ク

興奮セシメタル場合、却ツテ乳酸量ノ減少セリト云フガ如キコトハ余ノ實驗ニ於テハ認メ難シ。余ノ實驗ハ疲労現象ノ一症状ニ就キテ實驗セルニ過ギズ。且斯カル小實驗ニヨリテ大膽ナル推斷ヲ下スコトハ得ザル所ナルモ、以上ノ實驗成績ヨリ觀察スルトキハ乳酸ハ神經組織ノ代謝産物トシテ形成セラレ、所謂疲労物質トシテ神經細胞ノ勞作能力ヲ減退セシムル作用アルモノナラン。即チ神經細胞ノ疲労ノ本態ハ筋肉ニ於ケルト同様ニ乳酸ニ求ムベキモノニアラズヤ。

## 第 6 章 結 論

1) N/10 乳酸溶液ヲ家兎ノ血液ノ PH ヲ變化セシムル量ヨリ稍々多量ヲ家兎ノ靜脈内ニ注射シテ提擧反射時間ヲ測定セルニ明カニ反射時間ノ延長スルヲ認メ得タリ。

2) 過激ナル運動ノ後、即チ長距離ノ走行ヲ行ハシメタル場合、吾人ノ膝蓋腱反射時間ハ延長ヲ來ス。併シ運動直後ニ於テハ却ツテ反射時間ノ短縮ヲ認ムルコトヲ得。

3) 電鈴ニヨル騒音ヲ長時間聽カシメタル家兎ノ大脳皮質ノ乳酸含量ハ對照トシテ測定セル正常ノ乳酸含量ト著シキ差異ヲ生セズ正常ノ大脳皮質ニ於ケル乳酸含量ハ余ノ實驗ニ於テハ 10 例ノ平均値ハ 24.2 mg % ナリ。

樞筆スルニ臨ミ御指導及ビ御校閲ヲ賜リタル生田教授ニ謹ミテ深謝ノ意ヲ表ス。

## 文 獻

1) *H. Bowditch*, Citiert nach *Handbuch d. normal u. Patholog. Physiol.* Bd. IX. S. 221. 2) *U. Lambert*, ebenda, S. 221. 3) *T. Brodie u. Halliburton*, ebenda, S. 221. 4) *S. Garten*, ebenda, S. 222. 5) *C. Tigerstedt*, *Zeitschr. f. Biol.* Bd. 58. 6) *T. Thunberg*, Citiert nach *Handbuch d. normal u. patholog. Physiol.* Bd. IX. S. 191. 7) *L. Haberlandt*, ebenda, S. 191. 8) *Tashiro u. Adams*, *Jour. of Physiol.* Vol. 32, Vol. 33, 1914. 9) *Hirschberg u. Winterstein*, *Hoppe-Seyler's, Z.* Bd. 100, 1917; Bd. 101, 1918. 10)

*E. G. Holmes u. E. E. Holmes*, *Biochem. Jour.* Vol. 19, 1925. 11) *H. Yungmann u. P. Kimmelsiel*, *Biochem. Zeitschr.* Bd. 212, 1929. 12) *H. Yungmann*, *Biochem. Zeitschr.* Bd. 201, 1928. 13) *M. Mito'o*, Citiert nach *Handbuch d. normal u. patholog. Physiol.* Bd. X. VIII. S. 262. 14) *Clark*, *The determination of Hydrogen Ions*, 1923. 15) 丸田實喜, 岡醫雜, 第 44 年, 第 5 號. 16) 安藤啓三郎, 白井鏡, 醫學研究實驗動物ノ實際. 17) *Fletcher u. Hopkins*, *Jour. of Physiol.* Vol. 35, 1906—1907.