

11.

612.741.12

生體ヨリ剔出セル筋ノ興奮ニ就テ

岡山醫科大學生理學教室（主任生沼教授）

小 西 眞 尙

[昭和 10 年 5 月 16 日受稿]

*Aus dem Physiologischen Institut der Okayama Med. Fakultät
(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma).*Über das Unerregbar werden des ohne Berührung mit Ringer
od. NaCl lösung herauspräparierten Muskels.

Von

Manao Konisi.

Eingegangen am 16. Mai 1935.

Muskel oder Nervenpräparat, der ohne Berührung mit Ringer, verliert nach 9. minuten seine Erregbarkeit. Diese Unerregbarkeit wird durch Benitzung mit Ringer oder Kochsalzlösung wiederbelebt.

In diesem Fall Chlorkaliumgehalt der Ringer lösung verdoppelt, so verliert sie diese wiederbelebende Wirkung. diese Chlorkalium Wirkung wieder durch Chlorcalcium beseitigt.

Dieses unerregbar gemachte Präparat hat grössere elektrische Widerstand und den grösseren Gaswechsel als erregbares Präparat. Kaliumgehalt scheint vermindert zu sein. Die Ursache dieser Unerregbarkeit ist nicht bekannt.

Unerregbar geworden Muskel Kontrahiert sind durch die Reizung von Ammoniak. Aber die Kontraktion fortpflanzt sich nicht.

(Kurze Inhaltsangabe.)

内 容 目 次

第 1 章 緒 論

第 2 章 筋肉及び筋神経標品ニ就テノ實驗

第 1 節 縫匠筋ヲ以テスル實驗

第 1 項 實驗裝置

第 2 項 實驗方法

第 2 節 筋神経標品ヲ以テスル實驗

第 1 項 實驗裝置

第 2 項 實驗方法

第 3 節 心臓筋ヲ以テスル實驗

- 第4節 總括
- 第3章 種々ノ溶液ヲ用ヒテノ實驗
 - 第1節 縫匠筋ニ就テ
 - 第2節 蛙心臓ノ流通試驗
 - 第1項 實驗方法
 - 第2項 「クロールカリウム」ヲ除ケル R. 氏液ヲ以テスル實驗
 - 第3項 「クロールカルシウム」ヲ除ケル R. 氏液ヲ以テスル實驗
- 第3節 考按
- 第4章 其ノ他器械的及ビ化學的刺戟ニヨル亢奮
 - 第1節 器械的刺戟ニヨル亢奮
 - 第2節 化學的刺戟ニ依ル亢奮
 - 第1項 「アンモニア」蒸氣ニヨル實驗
 - 第2項 化學的刺戟ノ傳導
 - A) 實驗方法
 - B) 實驗成績
- 第3節 總括
- 第5章 筋肉細胞内ニ於ケル「カリウム」ノ消長ニ就テ
 - 第1節 緒言
 - 第2節 實驗成績
 - 第1項 實驗方法
 - 第2項 正常筋ニ就テノ検査
 - 第3項 亢奮消失筋ニ就テノ検査
 - 第4項 R. 氏液ニ依リ亢奮恢復セル筋肉ニ就テノ検査
 - 第5項 等張食鹽水ニ依リ亢奮恢復セル筋肉ニ就テノ實驗
- 第3節 考按
- 第6章 筋肉亢奮ノ變化ト電氣抵抗
 - 第1節 實驗方法
 - 第1項 直流電源ヲ用ヒテノ實驗
 - 第2項 交流電液ヲ用ヒテノ實驗

- 第3項 Downing ノ Galvanometer ヲ用ヒテノ實驗
- 第2節 考按
- 第7章 筋肉組織ノ瓦斯代謝
 - 第1節 酸素攝取量ノ測定
 - 第1項 實驗方法
 - 第2項 實驗成績
 - 第2節 炭酸瓦斯排出量ノ測定
 - 第1項 實驗方法
 - 第2項 實驗成績
- 第3節 考按
- 第8章 總括

第1章 緒論

Overtone¹⁾ (1902) ガ筋肉ヲ 4—5—6 % Rohrucker Lös ニ浸シテ其ノ亢奮ヲ消失セシメ、生理的食鹽水ニヨリ次第ニ其ノ亢奮ノ恢復セルヲ發見シ、次デ Fostel 及ビ Moyle²⁾ (1921) ハ兩棲類ノ筋肉ヲ低温ニテ其ノ亢奮ヲ消失セシメ、後 R. 氏液或ハ其ノ他種々ノ溶液ニテ處置シテ其ノ亢奮ノ恢復セルヲ認メ「イオン」ノ關係ニ因ルモノナラント云ヘリ。

次デ Dulière 及ビ Hortone³⁾ (1929) ガ蛙ノ筋肉ノ亢奮消失後 R. 氏液其ノ他ノ種々ノ溶液ニヨリ其ノ亢奮ノ恢復セルヲ認メ、夫ガ理由トシテ筋肉纖維ノ間隙ニ於ケル「カリウムイオン」ノ濃度ノ増減ニ依ルモノナラント云ヘリ。予ハ生沼教授指導ノ下ニ蛙ノ縫匠筋及ビ筋神經標品或ハ龜ノ肩胛舌骨筋ノ正常筋及ビ亢奮消失筋ヲ以テ次ノ項目ニ就テ實驗ヲ行ヘリ。

- 1) 筋肉及ビ筋神經標品ノ亢奮恢復狀態
- 2) 諸種ノ溶液ヲ用ヒテノ恢復狀態

- 3) 物理的及ビ化學的刺戟ニ對スル亢奮及ビ其ノ傳導
- 4) 筋肉組織内「カリウム」ノ消長ニ就テ
- 5) 筋肉ノ亢奮ノ變化ト其ノ電氣抵抗トノ關係
- 6) 筋肉組織ノ瓦斯代謝

第2章 筋肉及ビ筋神經標品ニ就テノ實驗

實驗動物ハ殿様蛙 (*Rana Nigromaculata* Hall) 及ビ日本産水龜 (*Clemmys japonica*) ニシテ、實驗操作ハ室温ハ 5°C — 17°C ノ間ニ行ヒシモ、中ニハ 0°C — 3°C ニ行ヘルモノモアリ。

第1節 縫匠筋ヲ以テスル實驗

第1項 實驗裝置

筋肉ノ乾燥ヲ防グ目的ニ濕箱トシテ小硝子管ヲ使用セリ。硝子管ハ長さ6cm、直径1cmニシテ1側ニ1.8cmノ距離ヲ以テ2箇ノ小口ヲ有ス。筋肉ハ兩側ヲ絲ニテ結び、輕ク兩側ノ「ゴム」栓ニテ固定ス。尙ホ2箇ノ小口ヨリ鹽化銀ヲ鍍セル銀線ノ電導子ヲ釣狀ニ挿入シ、筋肉ノ一端ニ近キ部分ヲ電導子ノ兩極ノ間ニ挟ミ筋肉ハ硝子管壁ニ接觸セシメザル様注意ス。

更ニ筋肉及ビ絲ニ觸レヌ様ニシテ濕ヘル濾過紙及ビ脫脂綿ヲ挿入シ「ゴム」栓ノ部ハ總テ「ワセリン」ヲ塗布シ、實驗中筋肉ノ乾燥ヲ防止セリ。コノ裝置ニ依レバ筋肉ヲ硝子管ノ外部ニ取り出サズシテ、濕潤セル管内ノ空氣中ニ於テ刺戟ヲ試ミツツ觀察シ得ル便宜アリ。使用セル刺戟ハ感應「コイル」ノ開放時感應電流ヲ用ヒタリ。

龜ノ肩胛舌骨筋ニ就テ行ヘル場合ハコノ筋肉ハ6—10cmナルニヨリ濕箱トシテ試驗管ヲ使用セ

リ。即チ「ゴム」栓ヨリ2箇ノ銀線電動子ヲ通ジ2箇所ニ於テ筋肉ニ接觸セシム。

筋肉ノ下方ハ小重錘ヲ掛ケ、多少緊張セシメ、管壁ニハ濕ヘル濾紙ヲ附着セシメ管底ニハ水ヲ入レ、前裝置同様實驗中筋肉ノ乾燥ヲ防止セリ。

第2項 實驗方法

蛙ノ縫匠筋ヲ損傷セシメザル様ニ切り出し、食鹽液若クハ R. 氏液ニ觸レシメズシテ、上述ノ硝子管内ニ裝置ス。之ヲ感應器ノ第二次電流回路ニ連絡シ縫距離250cmノ閏刺戟ヨリ初メ筋肉ヲ觀察シナガラ、時々刺戟ヲ與ヘシニ筋肉ノ亢奮ハ次第ニ減弱シテ、平均約9時間後ニ縫距離0cmノ強刺戟ニ對シテモ、遂ニ亢奮ヲ見ザルニ至レリ。

依ツテ同筋ヲ0.6%ノ R. 氏液ニ浸セルニ約15分後ニ縫距離150—200cmノ刺戟ニ對シテ、亢奮セルヲ認メタリ。此亢奮ハ次第ニ減弱セルモ3—4日後ニ尙ホ存セリ。

此實驗ノ室温(12°C — 18°C)ニ於テ行ヘルモ、尙ホ 0°C — 3°C ノ氷室内ニ保存セルモノニ於テモ略ボ同一ナルヲ認メタリ。

筋肉ノ狀態ハ亢奮消失後モ表面ハ濕潤シ、透明ニシテ、肉眼的ニ變化ヲ認メズ。

乾燥ノ疑ヲ以テ刺戟ノ開始時ト、亢奮ノ消失時ニ於ケル重量ヲ測定セルニ増減ハ認メザリキ。

龜ニ於ケル實驗ニテハ亢奮ノ消失ハ約20時間ヲ要シ、R. 氏液ニヨリ、蛙筋同様ニ亢奮ノ恢復ヲ認メタリ。

第2節 筋神經標品ヲ以テスル實驗

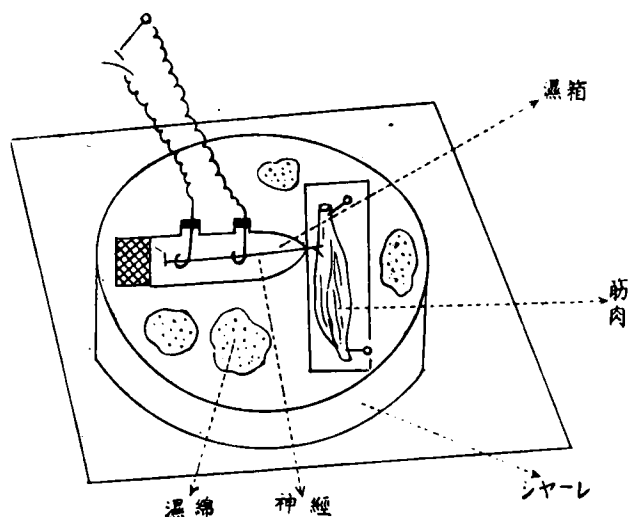
第1項 實驗裝置

上述ノ如キ筋肉ニ觀ル現象ガ神經纖維ニ於テモ認メ得ラルルモノナリヤヲ檢セントスルモノニシテ、神經刺戟ニ依ル筋肉ノ亢奮消失後神經纖維ヲ R. 氏液ニテ潤シ、神經刺戟ニ於テ、再ビ筋肉ノ亢奮起リ來ルモノナリヤ否ヲ實驗セントス。

神經ハ細キ索ナル爲メ其ノ面積比較的廣ク乾燥シ易キ爲メソレノミヲ別ニ小硝子管内ニ裝置セリ。硝子管ハ前實驗ニ用ヒシモノヲ改良シ筋肉ニ接スル部分ハ口ヲ小サクシテ神經纖維ノ漸ク通ジ得ル程度トス。硝子管内ハ筋肉ニ於ケルモノニ同ジ。筋肉ハ小硝子板ニ上セ、ソレニ觸レヌ様ニ濕

ヘル脱脂綿ヲ周リニ置キ硝子管ト共ニ硝子皿ニテ覆ヒ「コルク」板トノ接觸部ハ「ワセリン」ニテ氣密ニ封鎖シ、實驗中ハ硝子皿ノ開閉ナクシテ外部ヨリ實驗ノ状態ヲ觀察シ得ルモノトス。第1圖ニ示スガ如シ。

第1圖 筋神經標品ノ實驗裝置



第2項 實驗方法

坐骨神經及ヒ腓腸筋ヲ損傷セシメズシテ、標本ヲ作り、神經ハ R. 氏液ニ觸ルルコトナクシテ硝子管中ニ挿入シ筋肉ハ次ノ如ク處置ス。

1) 筋肉ヲ R. 氏液ヲ以テ 前處置 セルモノニ就テ

筋肉ノミヲ最初ニ筆ニテ R. 氏液ヲ塗布シ神經ノ方ニ附着セザル様注意ス。コノ實驗ニ於テハ室温ニ於テ亢奮次第ニ減弱シテ、3乃至4日後ニ消失セリ。亢奮消失後ノ神經ノ状態ハ表面濕潤ニシテ肉眼的ニ變化ヲ見ザルモノナリ。

依ツテ神經ヲ R. 氏液ニテ潤シテ 15—20—40 分ノ經過後刺戟ヲ試シモ何レモ筋肉ノ亢奮ハ認めザリキ。

次デ神經ト筋肉トヲ共ニ R. 氏液中ニテ 20—30

分間浸セルニ總距離 100—150 cm ニテ神經刺戟ニ對シテ亢奮セルヲ認メタリ。

2) 筋肉ヲ R. 氏液ニテ前處置セザルモノ

筋肉及ヒ神經ヲ R. 氏液ニ觸レシメズシテ上述ノ裝置ノ下ニ觀察スルニ何レモ 24—27 時間後ニ神經刺戟ニ對スル亢奮消失セリ。次デ上述ノ如ク神經ノミヲ R. 氏液ニテ 30—60 分間浸セルモ筋肉ノ亢奮ヲ認め得ザリキ。依ツテ神經及ヒ筋肉共ニ R. 氏液ニ 20—30 分處置セルニ何レモ總距離 80—90 cm ノ刺戟ニ對シテ亢奮ヲ認メタリ。前實驗並ニ本實驗ニ於テ共ニ神經刺戟ニヨル亢奮消失後筋肉ヲ直接ニ刺戟セル時ハ、亢奮性ハ尙ホ存スルモノナリ (3—4 日)。

同實驗ヲ濕潤ノ裝置アル別ノ小箱ニ入レ、0°C ノ氷室中ニテ行ヒシニ 20—24 時ニ神經刺戟ニヨ

ル亢奮消失セリ。

3) 筋肉ト夫レニ接近スル神経ノ一部トヲR.

氏液ニテ前處置セルモノ

コノ操作ハ前2實驗ト多少異リ2區分アル小箱内ニテ行ヒ一方ニ筋肉ト接近スル神経ノ一部ヲ入レテR.氏液ニ浸シ一方ニハ残りノ神経部分ヲ入レR.氏液ノ觸レヌ様ニシテ乾燥ヲ防ギ2區分ノ間ハ「ワゼリン」ニテ嚴密ニ封鎖シテ液ノ流出ルヲ防グ。

筋肉ノ運動ヲ注意シナガラR.氏液ヲ觸レザル神経部分ニ刺戟ヲ與ヘシニ約4日ニシテ、神経刺戟ニヨル亢奮消失セリ。依ツテ神経ヲR.氏液ニテ潤スニ30—40—50分後ニ於テ亢奮ノ恢復セルヲ認メタリ。

第3節 心臟筋肉ヲ以テスル實驗

上述ノ事實ガ心臟筋肉ニ於テモ認メ得ラルモノナリヤ否ヤヲ檢セントシ、蛙心臟ヲ以テ實驗セリ。

實驗裝置トシテハ「コルク」板上ニ「パラフィン」ヲ塗布シ、狭イ間隙ヲ以テ、2箇ノ銀線電動子ヲ固定シ、其ノ上ニ心臟筋肉ヲ置キ乾燥ヲ防グ目的ニ筋肉ニ附着セザル様ニ濕ヘル脫脂綿ヲ周圍ニ置キ時計硝子ニテ覆ヒ「コルク」板トノ接觸部ハ「ワゼリン」ヲ塗布シテ氣密トナシ硝子ノ開閉ナクシテ刺戟ヲ與ヘツツ經過ヲ觀察セリ。

コノ實驗ハ心室ノミノモノト心臟全部ノモノニ就テ行ヒシモノニシテ、何レモR.氏液ヲ觸レザリシモノナリ。

1) 心室ノミヲ上述ノ裝置ノ下ニ電導子ノ上ニ置キテ觀察セシニ、10—20分後ニ自然搏動止リ、刺戟ニ對シテハ、尙ホ搏動性ノ亢奮ヲ認メタルモ次デ單一ノ亢奮トナリ、次第ニ減弱シテ、4—6時間後ニ亢奮性全ク消失セリ。其ノ時R.氏液ヲ作用セシムルニ、10—20分後ニ電距離0cmノ強度ノ刺

戟ニ對シテ微弱ナル短縮ヲ認メタルモ暫時ニシテ消失セリ。尙ホ恢復ヲ見ザリシモノモアリ。

2) 心臟全部ニ於ケルモノハ、心室ノ亢奮ハ早ク消失スルモ、前房ノ亢奮ハ更ニ永ク平均23時間後ニ消失セリ。次デR.氏液ヲ作用セシムルニ20—30—50分ノ經過ニ於テ強刺戟ニ對シテ前房ニ於テ僅ニ亢奮セルヲ認メタリ。

第4節 總 括

縫匠筋ノ實驗ニ於テR.氏液ヲ觸レザル様ニ剔出セル筋肉ハ漸次亢奮性ヲ減ジ遂ニコレヲ喪フモR.氏液ニテ潤ス時ハ其ノ亢奮性ノ恢復スル事實ヲ認メタリ。

亢奮ノ消失ニ要スル時間ハ室温(8—16°C)ニ於テ、平均9時間ニシテ零度ニ於テモ略ボ同ジ。

亢奮消失後更ニ70時間同裝置ノ儘0°Cノ氷室内ニ裝置セルモノニ於テモ亢奮ノ恢復ヲ觀ルモノナリ。

蛙ノ運動神経モ同様處置ニヨリテ亢奮ノ消失スルモノニシテ、之ニ要スル時間ハ筋肉ノ場合ヨリモ遙ニ長ク、4—5倍ノ時間ヲ要ス。而モ何レモ筋肉ノ直接ノ刺戟ニ對シテ亢奮スルモノナリ。之ニ依テ見ル時ハ、神経纖維ハ何レモ相當長キ期間ノ亢奮存在スルモノナルニヨリ神経刺戟ニヨリ亢奮ノ消失ハ、筋神経接合部ノ傳導ノ早期ニ消失スルニ依ルモノト考ヘ得ラルモノナリ。

之等ハ何レモ標本ノR.氏液ノ處置ニヨリ恢復セルモノナリ。

然レ共3)ノ實驗ニ於テ見ルニ接合部ハR.氏液中ニ浸セルニ拘ラズ亢奮消失シ神経ノR.氏液ノ處置ニヨリ恢復セルヨリ考フレバ神経

ニ於テモ亢奮消失シ、R. 氏液ニ因リ恢復シ得ルモノナリ。

心臓筋肉ニ於テハ、横紋筋程ニ著明ナラザルモ、微弱ナガラ R. 氏液ニヨリ亢奮ノ恢復ヲ認ムルモノナリ。

第3章 種々ノ溶液ヲ用ヒテノ實驗

第1節 縫匠筋ニ就テ

縫匠筋ヲ上述ノ操作ノ下ニ亢奮ヲ消失セシメ、コレニ種々ノ溶液ヲ作用セシメテ、其ノ恢復ノ状態ヲ檢セントスルモノナリ。

其ノ成績次表ノ如シ。

第 1 表

	溶 液 ノ 種 類	亢 奮 恢 復 ノ 状 態
1	等張食鹽水	亢奮ハ可ナリ強ク恢復シ永續ス
2	等張葡萄糖液	亢奮ノ恢復ハ認メズ。筋肉ハ不透明ニ膨隆スルモ R. 氏液ノ處置ニヨリ亢奮恢復ス
3	1) ト 2) ノ兩液ヲ等量ニ混ズ	同 上
4	2) ト R. 氏液トヲ等量ニ混ズ	同 上
5	高張葡萄糖液	同 上
6	R. 氏液 (Ohne CaCl_2)	亢奮ハ恢復セズ。筋肉ハ多少透明。R. 氏液ニヨリ恢復ス
7	R. 氏液 (Ohne KCl)	一時的ニ亢奮回復ヲ認ム。其ノ他同上
8	等張鹽化「カルシウム」液	一時的ニ恢復スルヲ認ム。筋肉ハ可ナリ不透明膨隆ス
9	0.02% CaCl_2 加等張葡萄糖液	同上。筋肉ハ多少不透明ニ膨隆ス
10	4)ニ0.02%ノ割合ニ鹽化「カルシウム」ヲ含ム液	同 上
11	3)ニ0.02%ノ場合ニ鹽化「カルシウム」ヲ含ム液	同 上
12	R. 氏液ノ KCl ノ含有量ヲ 0.015% トス	同 上
13	R. 氏液ノ KCl ノ含有量ヲ 0.02% トス	亢奮ノ恢復ハ認メズ。R. 氏液ノ處置ニヨリ恢復ス
14	R. 氏液ノ CaCl_2 及ビ KCl ノ含量ヲ 2 倍トス	亢奮ノ恢復ヲ認メ可ナリ永續ス
15	同上ノ含量ヲ各 2 倍半トス	同 上
16	同上ノ含量ヲ各 3 倍トス	同 上
17	自家血液	亢奮ノ恢復ヲ認メズ。R. 氏液ノ處置ニヨリ恢復ス
18	Ringer 氏液ヨリ NaCl ヲ除去セルモノ	同上。筋肉ハ不透明トナリ、短縮シ稍々硬化ス

第2節 蛙心臓ノ流通試験

第1項 實驗方法

蛙心臓ヲ摘出シ、其ノ壁ヲ突き穿サヌ様ニ注意シナガラ靜脈竇ヨリ「ストラウプ」管ヲ挿入シテ結紮シ、其ノ他ノ輸入管ハ其ノ儘結紮ス。輸出管ハ切除開放ノ儘ニシテ流通液ヲ自然ニ排出セシム。電動子ハ細キ「エナメル」線ヲ用ヒ、一方ハ「スト

ラウプ」管ノ挿入部ニ一方ハ心尖部ヲ挟メル「セルビン」ニ連結ス。コノ裝置ヲ硝子筒ニ入レ「ゴム」管ヲ連結シ、「サイフォン」ノ原理ニ基ツキ

a) R. 氏液ヨリ「クロールカルシウム」ヲ除去セル液

b) R. 氏液ヨリ「クロールカリウム」ヲ除去セル液

ヲ流通シテ心臓ノ亢奮状態ヲ檢シ、且普通 R. 氏液ノ流通ニ依ル變化ヲ實驗セントスルモノナリ。

第2項 「クロールカルシウム」ヲ

除ケル R. 氏液ヲ以テスル
實驗

上述ノ裝置ノ下ニコノ溶液ヲ普通搏動ニ隨ヒテ緩ク流通セシメシニ 2—3 分後ニ自然搏動消失セリ。尙ホ時々刺戟ヲ與ヘテ搏動セシメテ經過ヲ觀ルニ 40—50 分後ニ高度ノ刺戟ニ對シテモ亢奮セザルニ至レリ。然ル後 R. 氏液ヲ流通セシメシニ、約 5 分後ニ自然搏動ノ現ルヲ認メタリ。

試ミニ 再び前液ヲ流通セシニ自然搏動ハ 2—3 分後ニ消失シ、尙ホ 5 分後ニ亢奮消失セリ。再び R. 氏液ヲ流通セシニ、約 5 分後ニ亢奮現レ、更ニ 5 分後ニ自然搏動現レタリ。

尙ホ再三同操作ヲ繰リ返ヘセルニ略ボ同様ナル状態ヲ呈セルモ亢奮ノ度ハ次第ニ減弱セリ。

第2章、第3節ノ實驗ト同様ニ前房ニ比シテ心室ノ亢奮消失ハ早キモノトス。

亢奮ノ消失時ノ心臓ノ状態ハ外見蒼白ニ水腫様トナルモ、亢奮ノ恢復ニ依リ紅色ヲ呈シ、緊密トナル。然レ共數時間後ニハ蒼白ヲ呈ス。

第3項 「クロールカリウム」ヲ除

ケル R. 氏液ヲ以テスル實
驗

上述同様此溶液ヲ以テ、心臓内ヲ流通セシニ自然搏動ハ 20—40 分後ニ消失シ 26—29 時間後ニ亢奮消失セリ。然ル後 R. 氏液ヲ流通セシニ約 20 分後ニ亢奮現レ更ニ 5—10 分後ニ自然搏動現レタリ。

亢奮消失時ニ於ケル心臓ノ状態ハ前者ト略ボ變ラザルモ、亢奮消失ニ多キ時間ヲ要シタル爲メカ、亢奮恢復時ニ於ケル、心臓ノ動作ハ前者ニ比シテ稍々緩慢ナルヲ認メタリ。

第3節 考 案

上表縫匠筋ノ實驗ニ就テ見ルニ葡萄糖溶液ニテ處置セルモノニ於テハ、亢奮恢復セズ。又正常筋ヲ同液ニテ處置スル時ハ數時間ニシテ、其ノ亢奮消失スルモノニシテ、何レモ R. 氏液ノ處置ニヨリ其ノ恢復ヲ見ルモノナレバ葡萄糖溶液ハ食鹽液ニヨル筋肉ノ亢奮恢復ヲ妨グルモノナリ。然レドモ上表ノ亢奮ヲ恢復セシメ得ザル溶液ニ鹽化「カルシウム」ヲ加フル時ハ一時的ニ亢奮ノ發生ヲ見ルモノナリ。

尙ホ R. 氏液ヨリ「カルシウム」ヲ除去スル時ハ亢奮セズシテ「カリウム」ヲ除去スル時ハ一時的ニ恢復ヲ認ムル事實ヨリ考フル時ハ「カルシウム」ハ筋肉ノ亢奮恢復ニ對シテ有利ナル作用ヲナスモノノ如シ。

次デ R. 氏液ノ「カリウム」含量ヲ 2 倍以上トスル時ハ亢奮ノ恢復ハ認メザル所ニシテ、「カリウム」ハ筋肉ノ亢奮恢復ニ對シテ抑制的ニ作用スルモノノ如シ。

上表ノ 14), 15), 16) ニ就テ見ルニ「カルシウム」及ビ「カリウム」ヲ 2 倍乃至 3 倍トセルニ亢奮恢復モ稍々強ク其ノ持續モ永キ (10—12) 時間ヲ見タルモノナリ。

斯ク CaCl_2 及ビ KCl ノ各量ノ平衡ヲ缺ク時ハ亢奮ノ恢復ヲ見ザルモ生理的ニ平衡セル場合ハ其ノ量ノ 2 倍或ハ 3 倍量ヲ含ム液ニ於テモ恢復シ得ルモノニシテ、是レ兩者ノ間ノ拮抗的作用ニ由ルモノナリ。尙ホ食鹽水ニ於テ恢復ヲ認メ得ルモ R. 氏液ヨリ NaCl ヲ除去セル液ニテハ恢復シ得ザル點ヨリ考フル時ハ亢奮恢復ニ對シ NaCl ハ前兩者ヨリ更ニ大ナル役割ヲ演ズルモノト考ヘ得ラルモノナリ。

心臟ノ實驗ニ就テ觀ルニ CaCl_2 ヲ除去セル B. 氏液ニテ流通セシムル時ハ急速ニ亢奮消失シ、 KCl ヲ除去セルモノニ於テハ可ナリ亢奮ノ持續セルヲ見ルモノニシテ後者ニ於テ永キハ、心臟内ニ多量ノ Kalium ノ含マルニ由ルモノナラン。縫匠筋ニ於ケルト同様兩「イオン」ノ拮抗作用ニ基ヅクモノニシテ、「ナトリウム、イオン」ノ更ニ大ナル意義アルコトハ又縫匠筋ニ於ケルモノト同様ナルモノトス。

第4章 其ノ他器械的及ヒ化學的の刺激ニヨル亢奮

第2章ニ於ケル實驗ハ電氣的の刺激ニヨルモノニシテ本實驗ニ於テハ夫レニ代フルニ器械的或ハ化學的の刺激ヲ以テセルモノナリ。

第1節 器械的の刺激ニ依ル亢奮

器械的の刺激トシテハ接觸、衝擊、打撃、牽引、震盪等ニシテ縫匠筋ニ就テ見ルニ正常筋ニ於テハ電氣的の刺激ニヨル程著明ナラザルモ何レモ亢奮ヲ見ルモノニシテ、電氣的の亢奮ノ消失セルモノニ於テハ器械的の刺激ニ對シテモ同様ナリ。R. 氏液ニ因リ電氣的の刺激ニヨル亢奮ノ恢復セル筋肉ニ於テハ器械的の刺激ハ正常筋ニ於ケル程著明ナル亢奮ヲ見ザルモノナリ。

但シ針刺及ビ鉗斷ニ於テハ正常筋ニ於テモ、亢奮恢復ニ於テモ可ナリ強キ亢奮ヲ見ルモノナリ。

神經纖維ハ筋肉纖維ニ比シ、著明ニ認めラルルガ故ニ本實驗ニ於テハ神經筋標品ヲ用ヒ、刺激トシテ打撃ヲ用ヒタリ。

生沼教授⁴⁾(1910)ハ正常標本ニ就テ詳細ナル實驗ヲ報告シ、コノ刺激ニ際シ重要ナルハ、其ノ速度ニアルコトヲ述ベタリ。

予モ亦同裝置ヲ用ヒテ實驗ヲ行ヘリ。コノ裝置

ノ詳細ハ其ノ原著ニ譲リ、此處ニハ極ク簡單ニ記センニ、輕キ金屬性ノ角アル槓杆ノ中央部ヲ軸トシテ回轉シ得ルモノニシテ其ノ一半ハ神經纖維ヲ打突シ得、一半ハ反對側ニ於テ刺激ノ高度ヲ減ミ得ル目盛アリ。槓杆ノ動く範圍ハ水平ト垂直トノ間ニシテ約 90° トス。

槓杆ハ任意ノ部分ニ固定シ得ルモノニシテ刺激ハ槓杆ノ降下ニ依ル其ノ自ラノ重量ニ因ルモノトス。尙ホ此裝置ハ標本ノ長軸ニ沿ヒ移動スルモノナレバ、其ノ隨意ノ部分ノ検査ニ便ナリ。本裝置ハ電氣刺激ノ繞軸距離ト同様ニ刺激強度ヲ正シク比較シ得ルモノナリ。本裝置ニヨリ縫匠筋ニ就テ實驗セルモ反應ハ充分認め得ザリキ。

筋神經標品ニテ行ヘルニ正常ナルモノニテハ目盛ノ1度ノ輕微ナル刺激ニ對シ、神經ノ全長ヲ傳播セル亢奮ヲ認めタリ。

次デ電氣的の亢奮消失セル標本(第2章、第2節3ニヨリ處置セルモノ)ニ就テ檢セルニ其ノ槓杆ノ高サ略ボ直角位ヲ以テ刺激ヲ加ヘシモ亢奮ハ認め得ザリキ。

次デ之ヲ R. 氏液ニテ處置シナガラ本裝置ニテ檢セルニ20—30分ニシテ、筋肉ニ接スル部分ヨリ亢奮次第ニ恢復シ約1時間半後ニ神經全部分ノ刺激ニ反應セルヲ認めタリ。恢復セル標本ハ正常ナルモノヨリモ多少強キ刺激ヲ要スルモノナリ。

第2節 化學的の刺激ニヨル亢奮

「アンモニア」水「クロロフォルム」及ビ酒精ノ蒸氣、其ノ他酸、「アルカリ」等ニテ筋肉ヲ刺激シテ亢奮ヲ起サシムルモノニシテ、前者ハ一般ニ緩慢ナルニ反シ後者ハ急速ニ律動的ニ來ルモノ多シ。之等ノ作用ノ短時間ナル時ハ恢復シ、數回繰リ返ヘシ得ルモノナリ。今「アンモニア」ノ蒸氣ヲ以テ蛙縫匠筋及ビ龜ノ肩胛舌骨筋ヲ刺激シ且其ノ刺激傳達ニ就テ檢セントス。

第1項 「アンモニア」蒸氣ニヨル實驗

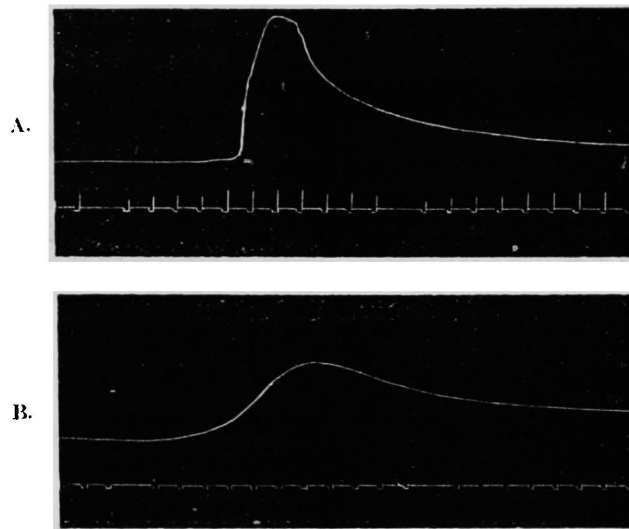
コレハ正常筋、亢奮消失筋及ビ亢奮恢復筋ニ就テ檢セルモノニシテ、「クロロフォルム」ニ於テモ略ボ同様ナル結果ヲ得タリ。

實驗方法トシテ普通ノ瓦斯刺戟ノ裝置ヲ用ヒ

「キモグラフィオン」ニ描寫セシム。(1 回轉 65 秒)

正常筋、亢奮消失筋、恢復筋ニ「アンモニア」瓦斯ヲ作用セシムルニ、何レモ收縮ヲ起シ、次デ弛緩ス。收縮ノ度ハ吹込瓦斯ノ量ニヨリ多少異ナルモ、コレヲ數回繰リ返ヘシ得ルモノナリ。

第 2 圖



A. 正 常 筋

B. 亢 奮 消 失 筋

圖ヲ見ルニ正常筋ニ於ケルモノハ、亢奮消失セルモノニ比シ急ニ收縮シ、弛緩モ早ク後者ニ於テハ、緩ク收縮シテ緩ク弛緩ス。

第2項 化學的刺戟ノ傳導

電氣的竝ニ器械的刺戟ハ其ノ傳導ヲ見ルモノナリモ化學的刺戟ニ於テモ此現象ヲ見得ルモノナリヤヲ檢セントシテ次ノ實驗ヲ行ヘリ。

A) 實驗方法 (次ノ2方法ヲ以テ行フ)

1) 筋肉收縮波ノ描記

コレハ筋肉ノ兩端ニ近ク、2 箇ノ輕キ金屬性ノ槓杆ヲ置キ、同一平面ニ描寫セシメントスルモノニシテ 6—8 cm ノ龜ノ肩胛舌骨筋ヲ 15 cm 位ノ細長キ板上ニ置キ一方ハ固定シ、一方ニハ 20—40 g ノ重錘ヲ懸ケテ、稍々緊張セシメ、兩端ニ近ク

5—7 cm ノ距離ニ 2 箇ノ槓杆ヲ置キ下方ニテ描寫セシム。

刺戟ハ 3%—5%—10% ノ「アンモニア」水ヲ含ム脫脂綿球ヲ一方ノ槓杆ノ外側ニ接觸セシムルモノナリ。

2) Mathews ノ Ossillograph ヲ用ヒテノ

實驗

コレハ Mathews ノ Ossillograph ヲ用ヒ不分極動子ヲ通ジテ Aktion strom ヲ檢セントスルモノナリ。刺戟トシテ「アンモニア」瓦斯ヲ筋肉ノ一端ニ作用セシメタリ。

B) 實驗成績

a) コレハ 1) ノ方法ニテ行ヘルモノニシテ龜ノ肩胛舌骨筋ヲ材料トシ先ツ豫備實驗トシテ、

正常筋ニ電氣刺戟ヲ加ヘテ描波セシメシニ2箇所ニ同高ノ膨大曲線ヲ認メタリ。

次デ「アンモニア」液ニテ刺戟ヲ試ミシニ、刺戟部位ニ近キ槓杆ニ於テ膨大曲線ヲ認メタルモ遠隔ノ槓杆ニ於テハ認メ得ザリキ。コノ反對側ニ於テ行ヘルモ、前同様刺戟ニ近キ槓杆ニ於テノミ同様状態ヲ認メタリ。

亢奮消失筋ニ就テ檢スルニ電氣的刺戟ニ對シテハ勿論膨大曲線ハ認メ得ズ。「アンモニア」液ニ對シテハ正常筋ト同様ノ状態ヲ呈セリ。亢奮恢復筋ニ就テ實驗セルニ正常筋ト同様状態ヲ呈セリ。

b) コレハ 2) ノ方法ニテ行ヘルモノニシテ蛙縫匠筋ヲ材料トシ、先ヅ豫備實驗トシテ、電氣刺戟ヲ與ヘシニ著明ナル Aktion strom ヲ認メタリ。

次デ正常筋ニ「アンモニア」瓦斯或ハ液ニ依ル刺戟ヲ與ヘシモ、Aktion strom ハ認メ得ザリキ。亢奮消失筋及ビ恢復筋ニ就テ上法ニヨリ實驗セルモ正常筋ト同様ニ Aktion strom ハ認メ得ザリキ。

尙ホコノ Ossillograph ニテ Lapique ノ電動子ヲ用ヒシモ同様ノ状態ヲ呈セリ。

第3節 總括

亢奮消失筋ニ對スル器械的刺戟ハ電氣的刺戟ト同様ニ何等ノ反應ヲ呈セザルモ正常筋及ビ恢復筋ニ於テハ鋭敏ナル反應ヲ呈スルモノナリ。

「アンモニア」ノ刺戟ニ依ルモノハ電氣的亢奮ノ消失セルモノニ於テモ、收縮ヲ認メ得ルモ、第2項ノ實驗ニ於テ此刺戟ノ傳導セザルヲ知レリ。「クロロフォルム」ノ刺戟ニ於テモ同様ノ状態ヲ呈スルモノナリ。

是ニ於テ觀ルニ「アンモニア」及ビ「クロロフォルム」ノ化學的刺戟ニ於テ其ノ反應ハ其

ノ部分的ニノミ認メ得ラルルモノニシテ、傳導セザルモノノ如シ。故ニ此現象ヲ亢奮ト見ルヨリモ、他ノ變化ニヨリテ起ルモノト認ムルヲ至當ナラントス。

第5章 筋肉細胞内ニ於ケル「カリ

ウム」ノ消長ニ就テ

第1節 緒言

Fastel 及ビ Moylo⁶⁾ (1921) ガ正常筋ト亢奮消失筋トノ間ニ、化學的變化ヲ認メズト云ヒ、Dulière 及ビ Hortone⁶⁾ (1929) モ然リト云ヒ尙ホ且「カリウム・イオン」ノ筋肉亢奮ニ對スル抑制作用ヨリシテ R. 氏液ニ觸レザル様ニ取出セル筋肉ノ亢奮消失ハ其ノ纖維間ニ、「カリウム・イオン」ノ濃度ノ増加スルニ因ルモノニシテ R. 氏液ニテ洗ヒ出サルルガ故ニ其ノ恢復ヲ見ルモノナラント云フ臆説ニ對シ、此處ニ實驗的ニ此說ヲ檢定セントスルモノナリ。

本實驗ニ於テハ、一定ノ法ニヨリ組織細胞内ニ「コバルト・カリウム」ノ結晶ヲ作ラシメ鏡下ニ檢シテ筋肉亢奮ノ過程ニ於ケル「カリウム」ノ消長ヲ其ノ結晶數ニヨリ、知ラントスルモノナリ。斯ハ各含量ニ對シテノ嚴密ナル測定ニ非ザルモ、其ノ消長ノ大體ノ變化ヲ知ルコトニハ充分ナルモノナリトス。

第2節 實驗成績

第1項 實驗方法

Macallum⁷⁾ ノ法ニヨリ、組織ニ Kobalt 試藥ヲ作用セシメ、Kobalt-Kalium ノ結晶ヲ鏡下ニ檢セントスルモノナリ。

試藥ノ製法ハ先ヅ、氷醋酸 10cc ヲ蒸留水 75cc ニテ薄メソレニ 75g ノ純亞硝酸「ナトリウム」ヲ加ヘ、更ニ 20g ノ亞硝酸「コバルト」ヲ加ヘ、泡立

ツ酸化窒素ヲ發散セシメ、濾過シ蒸餾水ヲ加ヘテ 100cc トシテ氷室ニ貯フ。操作ハ縫匠筋ノ一片ヲ執リ、凍結切片ヲ作ル。コノ際能フ限り水ヲ用ヒザルモノトシ、切片ハ水ニ浮ベズシテ、直接載物硝子ニ受ケ、Kobalt 試藥 1 滴加ヘ、1 時間後ニ其ノ試藥ヲ濾過紙ニテ組織ニ接セヌ様ニシテ吸ヒ取り最後ニ蒸餾水 1 滴ヲ落シ直チニ濾過紙ヲ輕ク當テ、水分ヲ去リ「グリセリン」ニテ封鎖ス。「ツァイス」ノ檢微鏡、接眼「レンズ」II、接物「レンズ」6. 結晶數ノ計算ニハ Netz Mikrometer ヲ用ヘリ。

第2項 正常筋ニ就テノ検査

5「ミクロン」ノ厚サニ凍結切片ヲ作り、法ノ如ク Kobalt 試藥ヲ以テ處置シ鏡下ニ檢スルニ筋肉細胞ハ淡黃色ニ染リ、Kobalt-Kalium ノ結晶ハソレヨリモ多少赤味ヲ帶ビ、光線ノ透過度強ク形狀ハ四角形或ハ長方形ニシテ多少丸味ヲ帶ビタルモノモ多シ。之等ハ單獨ニ存在スルアリ、融合スルアリ、或ハ散在性、或ハ群集シテ存在ス。

結晶ノ長徑ハ 0.004 mm — 0.012 mm ノ間ニテ 0.004 mm — 0.006 mm ノモノ最も多シトス。結晶數ハ 1 mm 平方中ニ概略 3920 箇ヲ認メタリ。

第3項 亢奮消失筋ニ就テノ検査

前實驗ニ依リ亢奮消失ノ狀態トナレル縫匠筋ヲ 5「ミクロン」ノ厚サニ凍結切片ヲ作り前法ニ隨ヒ Kobalt 試藥ニテ處置ス。

鏡下ニ檢スルニ結晶ノ形狀、色、大サ等ノ狀態ハ前者ト略ボ同様ナルモ、其ノ分布ノ狀態ハ可ナリ粗ナルヲ認メタリ。

前方同様 Mikrometer ヲ用ヒテ其ノ結晶數ヲ計算セルニ 1 mm 平方中ニ平均概略 1400 箇ヲ認メ、前者ノ約 1/3 ニ減少セリ。

第4項 R. 氏液ニヨリテ亢奮恢復セ

ル筋肉ニ就テノ検査

上法ニ依リ亢奮消失セル筋肉ヲ R. 氏液ニテ處

置シ亢奮ノ再ビ現レシモノニ就テ、5「ミクロン」ノ厚サノ凍結切片ヲ作り法ノ如ク Kobalt 試藥ニテ處置セリ。

鏡下ニ檢スルニ結晶ノ色、形狀等ハ前者ト變ラザルモ、大サハ多少増シ、分布ノ狀態ハ生筋ニ比シテ多少密ナルヲ見、前同様ニ Mikrometer ヲ用ヒテ、其ノ結晶數ヲ計算セルニ、1 mm 平方中ニ平均概略 5600 箇ヲ認メタリ。

第5項 等張食鹽水ニヨリ亢奮恢復

セル筋肉ニ就テノ検査

上法ニヨリ亢奮消失セル筋肉ヲ等張食鹽水ニテ處置シ、亢奮ノ再ビ現レシモノニ就テ、5「ミクロン」ノ厚サノ凍結切片ヲ作り、法ノ如ク Kobalt 試藥ニテ處置セリ。

鏡下ニ檢スルニ結晶ノ色、形狀等ハ前者ト變ラザルモ、大サハ多少減ジ、其ノ分布ノ狀態モ粗ニシテ、1 mm 平方中ニ平均概略 1960 箇ヲ認メ、前者ヨリ遙ニ少ナキモ、亢奮消失時ニ比スルニ、多少ノ増加ヲ示セリ。

第3節 考 按

上述ノ4項ノ實驗ニ就テ觀ルニ「カリウム」含量ノ割合ハ、亢奮消失筋ニ於ケルモノハ、正常筋ノモノニ比シ、64% 減少シ、R. 氏液ニヨリ恢復セルモノニ於テハ正常筋ノモノヨリ 65% 増加シ、亢奮消失筋ノモノノ約3倍ノ増加ヲ示セリ。等張食鹽水ニヨルモノハ R. 氏液ニヨルモノヨリ遙ニ少ク正常ノモノノ約1/2ニ減少セリ。即チ亢奮ノ消失ニヨリ其ノ「カリウム」含量減少シ、亢奮恢復ニヨリ、其ノ含量モ亦遙ニ増加スルモノナリ。

上述ノ如ク本實驗ハ大略的ノモノナレバ、其ノ減少スル%ハ嚴密ナルモノニ非ザレ共十數例ノ筋肉ニ就テ檢測セルモノニ於テハ、總

テ亢奮ノ消失ニヨリ、其ノ%ヲ減ジ、亢奮ノ恢復ニヨリ増加ヲ示スモノナリ。但シ筋肉ノ條件ヲ成ル可ク同ジクスル爲メニ縫匠筋ノ兩側ノモノヲ用ヒタリ。

Thomson⁸⁾(1928)ハ正常筋及ビ蔗糖液ニテ亢奮ヲ消失セシメタル筋肉トニ就テ、灰化ニヨリ、其ノ「カリウム」含量ヲ測定セルニ後者ニ於テ多少減少セルヲ認メタルモノナリ。

第6章 筋肉亢奮ノ變化ト電氣抵抗

縫匠筋ニ就テ見ルニ、亢奮ノ消失セルモノニテモ、其ノ表面ハ濕潤シ、平滑ニシテ外見上正常筋ト何等ノ相違ヲ認メズ。重量モ殆ド變化ヲ見ザルモノナリ。依ツテ筋肉亢奮ノ變化ニ對シ、其ノ電氣抵抗ヲ測定シテ物理學的變化ヲ檢セントスルモノナリ。

電氣抵抗測定ハ次ノ3法ニヨルモノニシテ、縫匠筋及ビ蛙心臓ノ正常筋、亢奮消失筋及ビ亢奮恢復筋ニ就テ實驗ヲ行ヘリ。

第1節 實驗方法

第1項 直流電源ヲ用ヒテノ實驗

「ホイートストン」橋ヲ用ヒテ測定セリ。

縫匠筋ハ上述ノ裝置(第2章、第1節、第1項)ニ於テ正常筋ノ抵抗ヲ測定シ、亢奮消失後其ノ儘ノ狀態ニテ測定シ、更ニ其ノ裝置ノ儘ニテ R. 氏液ニテ亢奮恢復セシメ可及的表面ノ液體ヲ吸取リタル後ニ測定セルモノナリ。

正常筋ニ就テ測定セルニ平均 45000「オーム」ニシテ、亢奮消失筋ニ於テハ 1 乃至 20% 平均 10% ノ増加ヲ示セリ。但シ 2—3 例ニ於テハ逆ニ 3 乃至 5% ノ減少ヲ見タルモノナリ。

R. 氏液ニヨリ亢奮恢復セル筋肉ニ於テハ正常筋ノモノヨリ 20 乃至 30% ノ減少ヲ示セリ。

第2項 交流電源ヲ用ヒテノ實驗

電源トシテ直流ノ代リニ蚊音「コイル」ニヨル交流ヲ用ヒ、電流ノ有無ハ Galvanometer ノ代リニ受話機ヲ以テ檢スルモノニシテ其ノ構造使用法ハ成書ニ譲ル。

測定スル筋肉ノ裝置ハ第1項ニ同ジ。

正常筋ニ就テ測定セルニ 2 乃至 2.3 萬「オーム」ノ間ヲ示シ、亢奮ノ消失後ニ於テハ何レモ 8 乃至 9% ノ増加ヲ示セリ。尙ホ R. 氏液ノ處置ニヨリ、亢奮ノ恢復セルモノニ於テハ正常筋ノモノヨリ、何レモ平均 30% ノ減少ヲ示セリ。

蛙心室ニ就テ檢スルニ(裝置ハ亢奮ノ實驗ニ使用セルモノ)正常筋ニ於テハ 5000 乃至 7000「オーム」ニシテ亢奮消失後ハ或ハ増加スルモノ、或ハ減少スルモノアリテ、一定セザレ共 R. 氏液ノ處置ニヨリ、其ノ亢奮ノ恢復スルト、然ラザルトニ依ラズ何レモ抵抗ノ減少セルヲ認メタリ。

第3項 Downing ノ galvanometer

ヲ用ヒテノ實驗

A. V. Hill⁹⁾ガ筋肉ノ熱發生測定ノ際用ヒタル筋肉ノ抵抗測定法ハ一定ノ電壓ノ交流電氣ヲ筋肉ニ通シタル時ニ夫レニ依リテ起レル筋肉ノ溫度昇騰ヲ熱電計 Thermocouple ノ助ケニヨリテ測リ、次ニ交流電壓ヲ増加シテ筋肉ニ通ジ、筋肉ニ前回ト同一ノ溫度昇騰ヲ起サシムル爲メニハ、電流回路中ニ一定ノ抵抗ヲ挿入セザル可カラズ此抵抗ハ即チ筋肉ノ抵抗ニ等シキ値ヲ有スルモノナリ。

コノ原理ノ下ニ行ヒタル實驗ニ於テ正常筋ニテハ 500「オーム」ニシテ亢奮消失後ニハ 2 乃至 3 倍ニ増シ、R. 氏液ニテ亢奮ノ恢復セルモノニ於テハ 700 乃至 1300「オーム」ニシテ正常筋ヨリ大ナルヲ認メタリ。

此實驗ニ於テハ筋肉ハ兩側縫匠筋ノ連絡セルモノヲ用ヒ、電動子トシテハ Hill ノ熱電樞ヲ用ヒシモノナリ。

第2節 考 按

第1項ノ測定ニヨルモノハ第2項ニヨルモノノ約2倍ノ値ヲ示ス。コレ前者ハ直流電氣ナルガ故ニ分極作用ヲ起スニ因ルモノナラン。第3項ノ測定ニヨルモノハ其ノ値遙ニ小ニシテ、コレ筋肉ノ大サ及ビ電動子ノ裝置ノ異ルニ依ルモノナランモ、兎ニ角本實驗ニ於テハ亢奮消失後何レモ抵抗ノ増加ヲ示シR.氏液ニ依ル亢奮恢復筋ニ於テハ、何レモ抵抗ノ減少セルヲ認メタリ。

本實驗ハ亢奮ノ變化ニヨル抵抗ノ増減ヲ檢セルモノニシテ、同ジ條件ノ下ニ行ヘルモノナレバ抵抗ノ變化ハ、又其ノ筋肉内部ノ變化ヲ考ヘ得ルモノナリ。

第7章 筋肉組織ノ瓦斯代謝

正常筋肉ニ於テハ酸素攝取及ビ炭酸瓦斯排出ノ瓦斯代謝ヲ行フモノニシテ既ニ諸家ノ業績ニ明カナル所ナリ。依ツテ此處ニ亢奮消失筋ニ就テ、其ノ瓦斯代謝ヲ檢測シ、亢奮ノ變化ニヨル瓦斯代謝ノ變化ヲ次項ノ方法ニヨリ、酸素及ビ炭酸瓦斯ヲ別箇ニ測定セントスルモノナリ。

第1節 酸素攝取量ノ測定

第1項 實驗方法

Warburg ノ法ニヨリ酸素攝取量ヲ、Manometrischニ測定セントスルモノニシテ、コノ裝置ハWarburg¹⁰⁾ 11)(1919)ガHaldane¹²⁾及ビBarcroft¹³⁾ (1902)ノBlut-Gasmanometerヲ改良セルモノニシテMilimeterニ分割セルU字管ノ一方ニ呼吸槽ヲ連結シコノ「ゴム」管内ニSper flüssigkeitヲ充ス。コノ液ハBrodiesche Wasserヲ最モ良トス。コノ液ハ室温ニ於テ10000mmノ高サハ760mmHgノ壓ニ同ジ。

呼吸槽ハ内容約5-6cmニシテ主室ト副室トニ分ル。主室ハ實驗ノ都合上R.氏液ヲ入レズシテ被檢組織ノミヲ入レテ亢奮ノ變化スル怖無カラシム。副室ニハ5% NaOH液ヲ入レ組織呼吸ノ結果發生スルCO₂ヲ吸收セシム。コノ液ハ主室ニR.氏液ヲ入レザル關係上組織ト合シテ0.3ccトナル様ニ量レリ。但シ組織ノ比重ヲ1トシ0.3ccヨリ組織ノ重サダケ差引キタル量ノNaOH液ヲ入レタリ。次デ呼吸槽ヲManometerニ連結シ、槽内ハ酸素ヲ以テ飽和シ18°-21°Cノ水槽中ニ入レ、呼吸槽ノ等温トナルニ及ビテ外部ニ通ズル上部ノ兩管口ヲ閉鎖シ、1分間60-70回ノ速度ニテ靜ニ左右ニ振盪ス。酸素ノ消費ニ隨ヒManometer内ノ壓ニ變化ヲ來ス。酸素ノ消費ハ次式ニヨリ算定ス。

$$x = h \left\{ \frac{V_G \frac{273}{T} + V_{rd}}{P'} \right\} = hK (O_2 760 \text{ mm Hg})$$

(cm)

V_G = 瓦斯容量(cm) (Manometerノ限界15cm

ノ部分トシ、次ノ4箇ヲ用フ) 即チ

I) 4.664 cc II) 6.103 cc III) 4.542 cc

IV) 7.07 cc トス)

V_F = 呼吸槽ノ液量 (本實驗ニハ0.3 cc)

T = 絕對温度 (23°C)

d = 瓦斯ノ溶解度

h = Sperrflüssigkeitノ檢査中ノ變化 (即チ兩液面ノ差)

P' = 標準壓 (0°C 760 mm Hg)

(Brodiesché Wasserニテ10000 mm)

K = 恒數

本實驗ニ使用セル恒數ハ、上述ノ使用セルManometerノ番號ニヨリ I) 0.397 II) 0.528

III) 0.385 IV) 0.617 トス。

而シテ單位時間(t)單位重量(mg)ニ就テ酸素消費量ハ

$$QO_2 = \frac{x}{mg \times t} \text{ トス。}$$

第2項 實驗成績

使用セル筋肉ハ蛙縫匠筋ニシテ實驗ハ普通筋肉

上述ノ裝置ノ下ニ實驗ヲ行ヒ10分毎ニ Manometer ノ液面ノ變化, 水溫, 室溫, 氣壓ヲ記載シ
1—2時間ニ及ベリ.

(生筋) 及ビ亢奮消失筋ノ2種ニテ行ヘリ.

成績次表ノ如シ.

第2表 正 常 筋

實 驗 例	筋 肉 重 量 mg	水 溫 °C	氣 壓	呼 吸 量 O ₂ mg (Pro. mg. Pro. St.)
1	82	21	760	0.0073
2	74	19	758	0.0055
3	57	18	760	0.0026
4	64	18.5	759	0.0038
5	54	21	758	0.0030
6	56	20.5	760	0.0096
7	61	21	760	0.0024
				平均 0.0049

第3表 亢 奮 消 失 筋

實 驗 例	筋 肉 重 量 mg	水 溫 °C	氣 壓	呼 吸 量 O ₂ mg (Pro. mg. Pro. St.)
1	86	21	760	0.0206
2	84	19	758	0.0104
3	85	18	760	0.0034
4	57	18.5	759	0.0065
5	55	21	758	0.0116
6	73	20.5	760	0.0104
7	53	21	760	0.0025
8	103	21	758	0.0135
				平均 0.0099

上述ノ2表ハ正常筋及ビ亢奮消失筋ニ就テ, 各呼吸量ヲ測定セルモノニシテ, 同一筋肉ヲ以テ兩測定困難ナルニヨリ, 同一條件ノ下ニ兩側ノ縫匠筋ヲ夫々ノ實驗ニ使用セリ.

上表ニ就テ見ルニ筋肉ノ呼吸量ハ正常筋ニ於テハ1mg1時間ニ就キ0.0024mg乃至0.0096mgニシテ平均0.0049mgナリ.

亢奮消失筋ニ於テハ同ジク0.0025mg乃至0.026

mgニシテ平均0.0099mgナリ.

此實驗ノ結果ヨリ見ルニ亢奮消失筋ハ, 普通筋ノ約2倍ノ酸素量ヲ攝取スルモノナリ.

第2節 炭酸瓦斯排出量ノ測定

神經纖維ノ炭酸瓦斯排出ニ就テハWaller, Moore等ノ臆測アリシモ, 實驗的ニ初メテ使用シ得タル

ハ田代¹⁴⁾(1913)ニシテ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ノ液滴ノ CO_2 ニヨリ濁濁スル現象ヲ利用シテ微量ノ炭酸瓦斯ヲ検出セルモノナリ。次デ Haas¹⁵⁾(1915)ガ指示薬ヲ以テ炭酸瓦斯ノ微量測定法ヲ發表シ、Osterhant¹⁶⁾(1919)ガ之ニ改良ヲ加ヘ Parker¹⁶⁾ 17)(1925)ガ更ニ之ガ變法ヲ用ヒ、炭酸瓦斯量ヲ Kolorimetrischニ Ph ノ價ニテ算出スルノ法ヲ發表セリ。

次デ Baylis¹⁸⁾(1927)ガ $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{Ca}_3$ ノ一定ノ混合液ニ炭酸瓦斯ヲ吸收セシメ、其ノ液ノ電氣電導率ヲ計リテ其ノ量ヲ測定スル法ヲ發見セリ。

當教室ニ於テハ小堀¹⁹⁾(1929)ハ神經纖維ニ就テ、佐藤²⁰⁾(1931)ハ神經及ビ筋肉纖維ニ就テ、馬場²¹⁾(1931)ハ家兎子宮ニ就テ、何レモ Parker ノ法ヲ以テ行ヘリ。

第1項 實驗方法

本實驗ニ於テハ Parker ノ法ヲ用ヒタリ。此方法ハ既ニ小堀、佐藤ノ論文ニ詳述サレタルニヨリ此處ニ簡單ニ記述セン。

A) 實驗材料

- 1) 硬質試験管 4 本(同大ノモノ)
- 2) 0.0001 mol. ノ重曹液 (NaHCO_3)
- 3) 0.2 mol. ノ硼酸液 (H_3BO_3)
- 4) 0.05 mol. ノ硼砂液 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
- 5) 指示薬 Phenolsulphonphthalein)
- 6) Pipett 及ビ振盪裝置
- 7) 「ゴム」栓及ビ細硝子管

試験及ビ硝子器具ハ豫メ充分煮沸シテ「アルカリ」性ヲ除去スルモノトス。上述ノ試薬ヲ以テ A, B 2 箇ノ比色管ヲ作ル。

比色液 A 管

硼酸液	8.0 cc	} Ph 7.78 (紫紅色)
硼砂液	2.0 cc	
指示薬	1 滴	

比色液 B 管

硼酸液	9.0 cc	} Ph 7.36 (橙紅色)
硼砂液	1.0 cc	
指示薬	1 滴	

B) 實驗方法

Parker ノ閉鎖管トシテ硬質試験管ヲ用フ。「ゴム」栓ヲナシ長短 2 箇ノ細硝子管ヲ挿入シテ外界ト通ズ。使用セル呼吸管ノ容積ハ I 管ニ於テハ 32.46 cc, II 管ニ於テハ 35.66 cc ナリ。

筋肉ハ細硝子管ニ裝置セル銀線ニ掛ケ多少緊張セシメ試験管ニ重曹液 10 cc 及ビ指示薬 1 滴ヲ入レ、細硝子管ヨリ酸素ヲ通ジ、其ノ色ノ比色液 A 管トナルニ至リテ中止シ、外界ト遮斷密閉ス。室溫ニ於テ 1 分間約 20 回ノ速度ニテ振盪シ呼吸管内ノ色ノ比色液 B 管ト同様トナルニ至リテ此實驗ノ終了スルモノナリ。但シ此際液體ノ筋肉ニ觸レザル様注意ヲ要スルモノナリ。

Ph 7.36ニ於ケル炭酸瓦斯總量ハ重曹液 10 ccニ付キ 0.0106 mgニシテ Ph 7.78ニ於テハ同ジク 10 ccニ 0.004 mgナリ。故ニ此實驗中ニ排泄サレタル炭酸瓦斯ノ重量ハ $0.0106 \text{ mg} - 0.004 \text{ mg} = 0.0066 \text{ mg}$ ニシテ、之ヲ恒數トス。

呼吸管ノ容積ヲ Y cc 用ヒシ筋肉ノ重量ヲ Z mg 實驗ニ要セシ時間 t min トシ、被檢物 1 mg, 1 時間ニ發スル炭酸瓦斯量ヲ X mg トスレバ

$$X = \frac{K \times \frac{Y}{10}}{Z \times \frac{t}{60}}$$

ナリ。

第2項 實驗成績

上述ノ實驗方法ニ依リ、正常筋及ビ亢奮消失筋ニ就テ各別ニ其ノ發生スル炭酸瓦斯量ヲ測定セリ。其ノ成績ハ第 3, 第 4 表ニ示スガ如シ。

第4表 正 常 筋

實 驗 例	筋 肉 重 量 mg	氣 溫 °C	振 盪 時 間 Min	呼 吸 量 CO ₂ mg (Pro. mg. Por. St.)
1	55	27	28	0.0008
2	23	27	36	0.0017
3	33	27	27	0.0014
4	53	25	28	0.0010
5	32	25	36	0.0011
6	34	25.5	68	0.0004
7	46	23	33	0.0010
8	31	26	49	0.0009
9	28	25	48	0.0010
10	36	21.5	35	0.0010
11	34	23	35	0.0012
12	35	24	41	0.0010
13	37	23	36	0.0008
				平均 0.0010

第5表 亢 奮 消 失 筋

實 驗 例	筋 肉 重 量 mg	氣 溫 °C	振 盪 時 間 Min	呼 吸 量 (CO ₂) mg (Por. mg. Por. St.)
1	56	27	9	0.0028
2	21	27	35	0.0020
3	41	27	14	0.0022
4	49	25	21	0.0013
5	27	25	18	0.0030
6	35	25.5	22	0.0020
7	46	23	13	0.0021
8	30	26	13	0.0039
9	38	25	12	0.0025
10	36	21.5	23	0.0016
11	35	23	22	0.0020
12	42	24	12	0.0028
13	43	23	13	0.0025
14	16	23	32	0.0030
15	42	22.5	22	0.0015
16	25	22.5	24	0.0020
17	35	23	22	0.0020
18	28	23	24	0.0020
				平均 0.0023

實驗ハ 21.5°C—27°C ノ室温ニ於テ行ヘルモノニシテ、筋肉ノ重量ハ 16—56 mg、實驗時間ハ正常筋ニ於テハ 23—68 分、亢奮消失筋ニ於テハ 9—35 分間ナリ。正常筋ニ於テハ平均 0.001 mg (Pro. 1 mg. Pro. 1 St.) ノ炭酸瓦斯ノ排出スルニ對シ、亢奮消失筋ニ於テハ平均 0.0023 mg (Pro. 1 mg. Pro. 1 St.) ニシテ亢奮ノ消失ニヨリ、2.3 倍ノ増加ヲ示セリ。尙ホ Ringer 氏液ニヨリ亢奮恢復セル 3 例ニ就テ檢セルニ平均 0.0009 mg (Pro. 1 mg. Pro. 1 St.) ニシテ正常筋ノモノヨリ稍々減少セリ。

第 3 節 考 按

上述ノ成績ニ於テ、酸素攝取量及ビ炭酸排泄量ハ何レモ亢奮ノ消失ニヨリ、増加ヲ示スモノニシテ、前者ニ於テハ約 2 倍、後者ニ於テハ約 2.3 倍トナレルモノナリ。

酸素攝取量ト炭酸排泄量ヲ比較スルニ正常筋ノ酸素攝取量ノ 0.0049 mg ニ對シテ炭酸排泄量ハ 0.001mg ニシテ亢奮消失筋ノ酸素攝取量ノ 0.0099 mg ニ對シ炭酸排泄ハ 0.0023 mg ナリ。

即チ酸素攝取量ハ炭酸排泄量ニ比シ大ニシテ正常筋ニ於テハ約 5 倍トナリ。亢奮消失筋ニ於テハ約 4.3 倍トナル。

是ニ於テ觀ルニ筋肉ハ亢奮消失ノ状態トナリテモ尙ホ新陳代謝ヲ行フモノニシテ正常筋ニ於ケルヨリモ更ニ大ナリ。

第 8 章 總 括

1) R. 氏液ニ觸レザル様ニシテ取出セル筋肉ノ亢奮消失ニ要スル時間ハ縫匠筋ニ於テハ約 9 時間、筋神經標品ニ於テハ約 26 時間ニシテ何レモ R. 氏液ニ依リ消失セル亢奮ノ恢

復ヲ認ムルモノナリ。

2) 亢奮ノ恢復ハ尙ホ生理食鹽水ニテモ同様認メ得ラルルモノニシテ、葡萄糖溶液ニテハ恢復シ得ザルモノ之ニ CaCl_2 溶液ヲ加フル時ハ一時的ニ亢奮ノ恢復ヲ認ムル所ナリ。

3) R. 氏液中ノ KCl 含量ヲ 2 倍以上トナス時、或ハ CaCl_2 ヲ除去スル時ハ何レモ亢奮ノ恢復ハ認メ得ザル所ナルモ KCl 及ビ CaCl_2 ノ含量ヲ共ニ 2 倍或ハ 3 倍トナス時モ亢奮ノ恢復ヲ認メ得ハモノニシテ斯ハ兩者ノ拮抗作用ニ依ルモノナリ。

4) R. 氏液ヨリ NaCl ヲ除去セルモノニテハ亢奮ノ恢復ヲ認メザル所ニシテ生理食鹽水ノミニテモ恢復スルモノナレバ「ナトリウム、イオン」ハ亢奮恢復ニ對シテ大ナル意義ヲ有スルモノナリ。

5) 「アンモニア」及ビ「クロロフォルム」ニ依ル刺激ニ對シテハ電氣ノ亢奮ノ消失セルモノニ於テモ收縮スルモノナルモ此刺激ハ傳導セザルガ故ニ此現象ヲ亢奮ト見ルヨリモ、他ノ變化ニ因リテ起ルモノト認ムルヲ至當ナラントス。

6) 筋肉内ノ「カリウム」含量ヲ化學的ニ檢出シテ正常筋及ビ亢奮消失筋ニ就テ比較實驗セルニ其ノ含量ハ亢奮ノ消失ニ依リ減少シ R. 氏液ノ處置ニ依リ恢復セルモノニテハ増加ヲ認メタリ。

7) 筋肉ノ電氣抵抗ヲ測定スルニ亢奮ノ消失ニ依リ増加シ、R. 氏液ノ處置ニヨリ減少ヲ認ムルモノニシテ是レ亢奮ノ消失ニ依リ筋肉内ニ電導ヲ助クル物質ノ缺乏スルカ或ハ之ヲ妨グル物質ノ發生スルニ因ルモノナラン。

8) 亢奮消失筋ハ正常筋ト同様ニ瓦斯代謝

ヲ行フモノニシテ、酸素攝取量ハ正常筋ノ約2倍、炭酸瓦斯排出量ハ約2.3倍ノ増量ヲ認ムルモノニシテ、亢奮ノ消失後ニ於テモ筋肉ハ呼吸ヲ營ムモノニシテ正常筋ニ於ケルヨリモ更ニ大ナリ。

稿ヲ終ルニ臨ミ御指導御校閲ヲ賜ハリタル
恩師生沼教授ニ深甚ノ謝意ヲ表ス。

文 獻

- 1) *Overton*, Arch. f. ges. Physiol., Bd. 92, 1902.
- 2) *Fostel & Moyle*, Biochem. J., Vol. 15, 1921.
- 3) *Duliere & Horton*, J. of Physiol., Vol. 67, 1929.
- 4) *Oinuma*, Zeitschr. d. Biolog., Bd. 53, 1910.
- 5) 2) =同ジ.
- 6) 3) =同ジ.
- 7) *Macallum*, Physiol. Praktikum von Abderhalden.
- 8) *Thomson*, J. of Physiol., Vol. 65.
- 9) *A. V. Hill*, J. of Physiol., Vol. 60.
- 10) *Warburg*, Biochem. Zeitschr., Bd. 100, 1919.
- 11) *Methodik*, Der Wissenschaftlich, Springer, Bd. II.
- 12) *Haldane*, J. of Physiol., Vol. 37, 1908.
- 13) *Barcroft*, J. of Physiol., Vol. 37, 1908.
- 14) *Tasiro*, Am. J. of Physiol., Vol. 32, 1913.
- 15) *Osterhaut*, J. Gen. Physiol., Vol. 1, 1919.
- 16) *Parker*, J. Gen. Physiol., Vol. 4, 1922.
- 17) *Parker*, J. Gen. Physiol., Vol. 7, 1925.
- 18) *Bayliss*, Biochem. J. Vol. 21, 1927.
- 19) 小堀, 岡醫雜, 第40年, 第7號, 昭和6年1月.
- 20) 佐藤, 岡醫雜, 第43年, 第11號, 昭和6年11月.
- 20) 馬場, 岡醫雜, 第43年, 第6號, 昭和6年1月.
- 22) *Ringer & Murrell*, J. of Physiol., Vol. 72, 1878.
- 23) *Ringer*, Arch. f. ges. Physiol., Bd. 54, 1893.
- 24) *Evans*, Recent Advances Physiology 4 Edition.