

29.

612.843.16

眼球ノ靜止流及ビ活動流ニ就テノ研究

岡山醫科大學生理學教室(主任生沼教授)

池 宗 逸 治

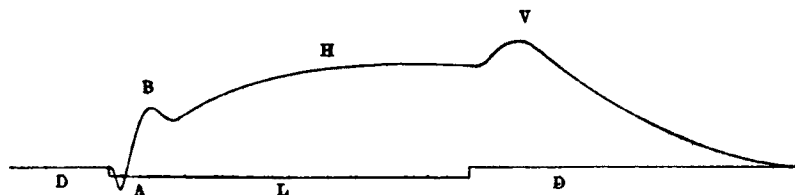
[昭和14年2月3日受稿]

第1章 緒言及ビ文獻概要

眼球ノ電氣的現象ニ就テノ研究ハ、Du Bois Reymond⁹⁾氏(1849)ノ眼靜止流發見ニ始マリ、以來多クノ學者ニ依テ研究サレテキル。其ノ業績ニ關シテハ到底枚擧ノ遺ナシ。次ニ其ノ一部分ヲ掲ゲテ、眼球ノ電氣的現象ニ就テノ今日マデノ研究狀態ヲ示サントス。Du Bois Reymond 氏⁹⁾ (1849)ハ蛙ノ剔出眼ニ於テ、角膜面ヨリ視神經ノ横断面ニ向フ靜止流ノ存在スルコトヲ發見シタ。其ノ後 Holmgren 氏¹³⁾ (1880)モ同様ナコトヲ認メタ。同氏ハ更ニ暗適應眼ニ光ヲアテルトキハ、此靜止流ノ陽性變動ガ起ルコトヲ發見シタ。コレガ眼活動流ノ最初ノ發見デアル。Kühne u. Steiner 氏⁸⁾ (1880)等ハ摘出サレタ網膜ニ就テ、靜止流及ビ活動流ヲ認メテキル。Fuchs⁹⁾ (1897), Himstedt u. Nagel⁹⁾ (1901)氏等モ或ハ全眼球ニ就キ、或ハ摘出網膜ニ就テ同様ノ成績ヲ得テキル。其ノ後20世紀ノ初ヨリ今日ニ至ルマデ、眼球ノ靜止流及ビ活動流ニ就テノ研究ハ、幾多ノ學者ニ依テ行ハレテキル。F. Gotch⁶⁾氏(1904)ハ毛細管電流計ヲ用ヒテ、眼球ノ活動流ノ時間的經過ヲ研究シ、全經過ヲ „On-effect“, „Continuous-effect“, „Off-effect“ノ3ノ期間ニ分ツテキル。同氏ニ依レバ光刺激ガ與ヘラレテカラ „On-effect“ガ起ルマデニ一定ノ潜伏期(0.17秒)ガアルト云フ。Waller 氏⁸⁾ (1905)モ眼活動流ノ時間的經過及ビ眼活動流ニ對スル諸種藥物ノ作用ヲ研究シテキル。

同氏ニ依レバ潜伏期ハ0.15秒位デアツテ、且眼活動流ハ網膜中ニ於ケル異化及ビ同化ニ相當スル2ノ方向ノ相反スル電流ノ組合セニ依テ色々ノ形ノモノヲ生ズルト述ベテキル。A. Beck¹⁾ (1900)及ビ H. Piper²⁾ (1904)氏等ハ頭足類(「いか」, 「たこ」)ノ眼球ノ靜止流及ビ活動流ヲ研究シテキル。兩氏ノ成績ハヨク一致シテキル。即チ眼球後半球ニテ行ハレタ實驗デハ、網膜内面ガ陰性デ、鞏膜面ガ陽性デアツテ、蛙ノ場合ト反方向デアル。(コレハ頭足類ニテハ網膜ノ排列狀態ガ蛙ト反對デアルカラデアル) 照射ニ依テコノ靜止流ノ陽性變動ガ起リ、消燈ニ依テ靜止流ノ大サニ歸ル。即チ einsinnige Schwankungヲナスト云フ。其ノ後 Einthovenノ弦線電流計ガ發見サルルニ及ビ、眼活動流ノ研究ハ長足ノ進歩ヲナシ、大體正シキ形ノ曲線ガ得ラレル様ニナツタ。Einthoven u. Jolly 氏⁸⁾ (1908)等ハ弦線電流計ヲ用ヒテ、蛙ノ眼活動流ヲ研究シ、mehrsinnige Schwankungヲナスコトヲ認メテキル。即チ第1圖ニ示ス如ク、照射後一定ノ潜伏期(0.02秒)オイト小ナル陰性變動ガ起リ、次デ大ナル陽性變動ガ起ル。之ガ多少減退シ、次デ更ニ大ナル第2次陽性變動ガ起ル。消燈スル時ハ更ニ陽性變動ヲ起シ、次デ徐々ニ靜止流ニ歸ルト云フ。尙ホ同氏等ハ1秒間ニ3回以下ノ低週期ノ Oszillationヲ認メテキル。此低週期ノ Oszillationニ關シテハ既ニ Gotch⁶⁾ (1904)氏ガ記載シテキル。

第 1 圖



[nach Einthoven u. Jolly]

A = Änderungsschwankung
 B = Belichtungsschwankung
 H = Helligkeitsschwankung (nach Isihara)⁷⁾
 V = Verdunkelungsschwankung

Brücke u. Garten (1907) 氏⁵⁾等モ弦線電流計ヲ用ヒテ、色々ナ脊椎動物ノ眼活動流ヲ研究シ、大體 Einthoven 氏等ト同様ナ結果ヲ得テキル。唯特異ナルハ龜ノ眼球(圓錐體ノミヨリナル)ニ於テハ、照射ニ依テ直チニ陽性變動ヲ起シ、消燈ニ依テモ亦陽性變動ヲ起ス。且消燈時ノ陽性變動ハ照射時ノ夫レニ比シテ著シク小デアルコトナリト言ツテキル。H.Piper 氏³⁾⁴⁾(1911)ハ弦線電流計ヲ用ヒテ、各種動物ノ眼活動流ヲ再檢討シ、脊椎動物ニテハ mehrsinnige Schwankung ヲナスモ、頭足類ニテハ einsinnige Schwankung ヲナスト云ツテキル。之ニ對シ F. W. Fröhlich¹⁵⁾¹⁶⁾(1914, 1928) 氏ハ頭足類ノ眼活動流モ誘導ノ仕方、照射ノ仕方ニ依テハ mehrsinnige Schwankung ヲナスト云フ。且同氏ニ由レバ著明ナ高週期ノ Oszillation (1 秒間 20—100 回)ヲ現ハスト云フ。Day²⁰⁾ 氏(1915)ハ魚類ノ眼活動流ヲ研究シ、コノモノガ蛙ノ眼活動流ト同様 mehrsinnige Schwankung ヲナスコトヲ認メテキル。以上ノ如ク眼活動流曲線ノ形ニ關シテハ、Einthoven u. Jolly 氏ノ認メタ mehrsinnige Schwankung ガ確定的ナモノトサレテキル。併シ乍ラ之 mehrsinnige Schwankung ガ如何ナル機轉ニ依テ發生スルモノナリヤニ關シテハ、多數ノ研究業績ヨリ多數ノ假説ガ立テラレテキルニ拘ハラズ、其ノ孰レモガ此複雑極マル眼活動流曲線ヲ説明スルニハ不充分デアール。今此處ニ代表的ナモノヲ掲グレバ次ノ如シ。

Einthoven u. Jolly 氏ハ 3 ツノ網膜物質ヲ假定シ、H. Piper 氏³⁾⁴⁾ハ其ノ各物質ニ對シテ説明ヲ附加シテキル。

〔I〕 暗適應ノ時主トシテ反應シ、光ヲ當テルト強イ陽性變動ヲナシ、持續ニ照射スルト破壊シテ動電力ヲ弱メテクル物質。此物質ハ桿狀體デ、其ノ電氣的變動ハ桿狀體ノ興奮ニ依テ起ルモノナリ。

〔II〕 暗適應眼デハ僅ニ反應シ、持續ニ照射ニ依テ段々其ノ作用ヲ増シテクル物質。此物質ハ圓錐體デアツテ、其ノ活動流ハ照射ニ依テ陰性變動ヲナシ、消燈ニ依テ陽性變動ヲナス。

〔III〕 照射ニ依テ陽性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ元へ歸ル様ナ電氣的變動ヲ起ス物質デ、其ノ反應ハ非常ニ緩慢デアール。此物質ハ視紅デアツテ、其ノ分解合成ニ依テ上ノ如ク電氣的變動ヲ起スト云フ。同氏等ハ以上 3 ノ物質ニ依テ生ズル要素流及ビ其ノ色々ナ組合ニ依テ、複雑ナ眼活動流曲線ガ得ラレルノデアルト結論シテキル。Tirala 氏¹⁷⁾(1917)モ眼活動流曲線ヲ分析説明スルニ 3 ノ要素流ヲ假定シテキル。即チ照射ニ依テ陰性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ陽性變動ヲ起ス桿狀體ノ要素流ト、照射ニ依テ陽性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ静止流ニ歸ル圓錐體ノ要素流ト、照射ニ依テ陽性變動ヲ起シ、夫レガ照射中持續シ、消燈ニ依テ徐々ニ静止流ニ歸ル所ノ視紅ノ分解合成ニ依ル要素流トノ 3 ヲ假定シ、之等ノ要素流及ビ其ノ組合ニ依テ眼

活動流ヲ起スト言ツテキル。以上2ノ説=對シ Fröhlich 氏^{15) 16)}ハ眼活動流曲線ガ其ノ誘導ノ仕方、照射ノ仕方等=依テ、或ハ einsinnige Schwankung トナリ、或ハ mehrsinnige Schwankung トナルコトヨリ、眼活動流曲線ハ2ノ誘導箇所ノ Positivität ノ闘争=依テ起ルモノデアルト述ベテキル。次=眼活動流ノ發生箇所=關シテハ、網膜ノ桿狀體圓錐體層=於テ起ルモノデアルト云フ説ガ確定的ナモノデアル。最後=Oszillationノ存否及ビ其ノ發生機轉、發生箇所=關シテハ多クノ説ガアル。Gotch⁶⁾氏(1904)ハ不規則ナOszillationヲ認メテキル。Einthoven u. Jolly氏(1908)ハ1秒間3回以下ノ低週期ノOszillationヲ認メ、更=Jolly氏²¹⁾(1936)ハ此Oszillationガ人工的ノモノデナク、且高週期ノOszillationノ優勢ナ部分ノミガ現ハレタモノデアルト言ツテキル。Fröhlich 氏¹⁶⁾(1914)ハ頭足類ノ眼活動流=20—100回(1秒間)位ノ高週期ノOszillationガアルコトヲ認メ、更=同氏ハ其ノ後(1928)同様ナOszillationガ蛙=モアルコトヲ認メタ。以上ノ人々ノ他=Granit u. Hermann 氏¹⁹⁾(1925)及ビChaffee & Sutcliffe²²⁾氏(1930)等モ各々Oszillationノアル事ヲ認メテキル。最近Adrian & Matthews 氏^{23) 24)}(1927)ハ桿狀體ヤ圓錐體モ一般ノ末梢器官ト同様、衝動ヲ斷續的ニ送ツテキルガ、誘導ガ困難ナタメ眼球ヨリOszillationヲ得ルコトハ不可能デアル。從ツテ人工的產物ヲ除去スレバ、眼球ノ活動流曲線ハ平滑ナ曲線トシテ現ハレルモノデ、以上ノ人々ノ認メタOszillationハ眼球ヨリ得ラレタモノデナイト述ベテキル。之等ノ人々=對シTirala¹⁷⁾(1917), Brücke u. Garten⁵⁾(1907)及ビKohlrausch^{11) 14)}(1918, 1931)氏等ハOszillationハ人工的產物デアルト主張シテキル。Oszillationノ發生機轉及ビ發生箇所=關シテハ、一般=Fröhlich¹⁶⁾氏ノ唱フル網膜中ノ光感要素即チ桿狀體及ビ圓錐體=依テ起ルモノデアルト云フ説ガ認メラレテキル。以上諸大

家ノ研究業績ヲ通覽スルニ、眼球ノ電氣的現象特=活動流ノ發生機轉、Oszillationノ存否及ビ其ノ發生機轉、發生箇所=關シテハ、諸説紛々トシテ、混沌タル状態ニアル。茲=於テ、眼球ノ電氣的現象ノ詳細=研究スルコトモ亦無益ニアラザルヲ知リ、次ノ如キ諸種ノ實驗ヲ企テタリ。

第2章 實驗

實驗ハ昭和10年12月ヨリ翌年4月マデ及ビ昭和12年3月ヨリ同年9月マデノ2期=互ツテ行ハレタ。實驗成績ハ次ノ如ク4節=分ツテ報告セントス。

第1節 静止流ノ研究

實驗材料トシテハ「とのさま蛙」ノ明或ハ暗適應眼ヲ用ヒタ。陶土不分極導子ノ一極ハ角膜面ニテ、他極ハ視神經入口部或ハ其ノ附近ノ鞏膜面ニテテ誘導シタ。斯クシテ誘導サレタ電流ハ、D'Arsonvalノ電流計ヲ用ヒテ代償法=依テ測定シタ。静止流ノ方向ハ角膜面ヨリ眼球後極ニ向フ。即チ角膜面ガ常=陽性デ、眼球後部ガ陰性デアツタ。静止流ノ強サハ5—8M-Voltデアツタ。(第1及ビ第2表參照)次=數箇ノ眼球ヲ角膜面ト視神經入口部トデ系列的ニ繋ギ合ストキハ、各眼球ノ動電力ノ和=近い値ノ動電力ヲ得ルコトガ出來ル。其ノ1例ヲ掲グレバ次ノ如シ。

第 1 表

標 本 記 號	動 電 力 [M-V]
A	6.6
B	7.2
C	7.5
D	5.2
A+B+C+D	22.4

第2節 活動流ノ研究

實驗材料トシテハ蛙ノ摘出眼球ヲ用キ、誘導電極ハ陶土不分極導子ヲ用キタ。一極ハ角膜面ニテ、他極ハ視神經入口部或ハ其ノ附近ノ鞏膜面ニ

當テテ誘導シタ。斯クシテ得ラレタ誘導電流ハ D'Arsonval ノ電流計ニ導キ、代償法ニ依テ先ヅ静止流ヲ定メ置キ、次デ照射シテ活動流ヲ起シ、之ヲ電流計ノ振レノ大サニ依テ測定シタ。照射用

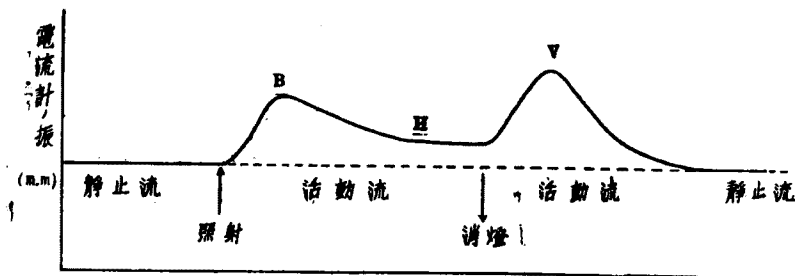
光源トシテハ、3.5 Volt ノ National lamp ヲ用ヒ、之ニテ角膜前約 10 cm ノ距離カラ照射シタ。實驗ハ總テ暗室中ニテ行ハレタ。實驗成績ハ第 2 表及ビ第 2 圖ニ示ス如シ。

第 2 表

實驗番號	静止流 (M-V)	照射時ノ最大ノ振レ [mm]	照射時間 [分, 秒]	消燈直前ノ振レ [mm]	消燈後ノ最大ノ振レ [mm]
1	7.8	+ 4	30秒	+ 2	+ 5
2	7.4	+ 2	30秒	+ 1	+ 3
3	6.4	+ 4.5	40秒	+ 2	+ 5
4	5.2	+ 2.5	40秒	+ 1	+ 4
5	6.4	+ 2.0	30秒	+ 0.5	+ 3
6	7.4	+ 2.0	1分	+ 0.5	+ 2.5
7	5.4	+ 1.5	1分	+ 0.5	+ 2
8	5.8	+ 2.5	3分	+ 0	+ 4
9	5.4	+ 3.0	3分	+ 0	+ 5
平均	6.4	+ 2.7	—		+ 3.7

+ ハ静止流ヲ増ス方向ニ振レルコトヲ示ス。(positive Schwankung)

第 2 圖 (第 1 圖ト比較ノコト)



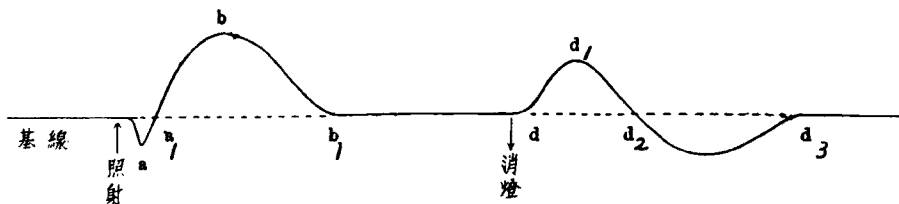
大體 Einthoven u. Jolly 氏等ノ報告ト一致スル結果ヲ得タルモ、唯一ツ異ナルハ照射後最初ニ現ハレル陰性變動(第 1 圖 A ノ山)ガ認めラレナカツタ。之ハ器械ノ惰性ガ大ナル爲メ、電氣的變動ニ對シ正直ニ反應セザル結果ナラント考ヘ、小坂清師ノ御援助ヲ仰イデ、Siemens 會社製ノ Oszillograph ヲ用ヒテ、眼活動流曲線ヲ觀察及ビ撮影シ、詳細ニ研究シタルニ、些カ見ルベキ結果ヲ得タルヲ以テ、茲ニ報告シテ大方諸賢ノ御叱正ヲ乞ハントス。實驗成績發表ニ先立チ、Oszillograph ノ器械トシテノ特性、及ビソレニ依テ得ラルル曲

線ニ就テ説明ヲ試ミントス。Oszillograph ハ普通ノ電流計ト異リ、電氣的變動ノ有無ヲ示スモノニシテ、其ノ振レノ大サハ電氣的變動ノ速度及ビ大サニ關係スル。如何ニ大ナル電位差ガアツテモ、其ノ電流ニ電氣的變動ノナキ限りハ、毫モ振レヲ生ゼズシテ、曲線ハ基線ニ一致スル。又振レノ方向ハ電氣的變動ノ方向ト一致スル。從ツテ或方向ノ電氣的變動ガ起ル時ハソレニ應ジタ振レガ起リ、電氣的變動ガ或一定ノ強サデ止マル時ハ振レハ零トナリ、寫眞上ニ現ハレル曲線ハ基線ト一致スル。次デ電氣的變動ガ逆ノ方向ニ向ツテ減退シ

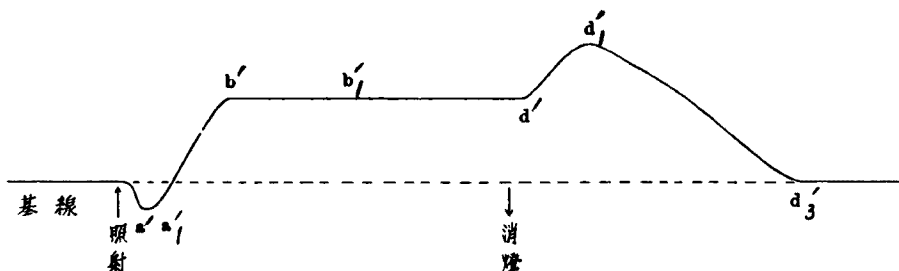
始メルト、基線=對シテ前ト反對ノ方向ノ振レガ起ル。次=例ヲ掲ゲテ、Oszillograph = 依ル曲

線ト、弦線電流計=ヨル曲線トノ差異ヲ示サン。(第3圖、第4圖参照ノコト)。

第 3 圖 Oszillograph = ヨル曲線



第 4 圖 Saitengalvanometer = ヨル曲線



尙ホ Oszillograph ヲ用ヒテ實驗シタ時ニハ、總テノ交流電源ハ除キ、眼球照射光源トシテハ 60 Watt (100 Volt 直流) ノ Mazda 電球ヲ用ヒ、角膜面前約 50 cm ノ距離ヨリ照射シタ。活動流ノ誘導方其ノ他總テノ實驗方法ハ前述ノモノト同様ナリ。斯クシテ得ラレタ實驗成績中代表的ノモノヲ示セバ Fig. 1 ノ如シ。(Fig. 2, Fig. 5, Fig. 7, Fig. 10 等モ参照)。照射ニ依テ起ル著明ナ陽性變動ノ前ニ、小ナル陰性變動ガアル。光刺激ガ與ハラレテ此陰性變動ノ起ルマデノ時間即チ潜伏期ハ 0.04—0.08 秒位デア。照射中絶エズ Oszillation ノアルコトヲ認メタ。其ノ週期ハ 1 秒間 20 回以下デア。尙ホ照射中多少動電力ガ減少スルコトヲ認メタ。次ニ消燈ニ依テハ一定ノ潜伏期(約 0.08—0.13 秒)ヲ經テ著明ナ陽性變動ガ起リ、次デ緩漫ナ経過ヲトル陰性變動ニ移行スル。此陰性變動ハ

徐々ニ基線ニ歸ル。消燈時ニ起ル陽性變動ノ前ニ小ナル陰性變動ガ起ラントスル徴候ヲ認メ得ル。(Fig. 5, Fig. 7 参照)。以上ノ成績ヨリ蛙ノ眼活動流ハ mehrsinnige Schwankung ヲナスコトヲ知り得ル。次ニ眼活動流ノ發生箇所ヲ知ル目的ノ爲メ、眼球ヲ赤道線ニテ切斷シテ前後ノ兩半球ニ分チ、其ノ後半球ノミノ活動流ヲ検査シタ。即チ不分極導子ノ一極ハ直接網膜ニ當テ、他極ハ視神經入口部或ハ其ノ附近ニ當テテ誘導シタ。照射光線ハ直接網膜ヲ照ス様ニシタ。斯クシテ得ラレタ活動流曲線ハ眼球全體ヨリ得ラレタモノト少シモ差異無カリキ。然ルニ同一標本ヨリ網膜ヲ除去スル時ハ、照射ニ依テ何等ノ電氣ノ變動モ認メ得ザリキ。從ツテ眼活動流ノ發生箇所ハ網膜ニ他ナラザルコトガ明カトナレリ。

第3節 眼活動流ニ對スル諸種藥物ノ作用ニ就テ

「ウレタン」、「アルコール」、「コカイン」、膽汁酸等ノ藥品ガ眼活動流ニ對シテ如何ナル影響ヲ及ボスカヲ研究シタ。實驗材料及ビ實驗裝置等ハ前節ト同様ナリ。

第1項 「ウレタン」ノ作用

「ウレタン」ヲ3%ノ割ニナル様ニ0.6%ノRinger氏液ニ溶シテ用ヒタ。摘出眼球ノ正常時ノ活動流曲線ヲ撮影シ置キ、次デ3% Urethan-Ringer液中ニ浸シ、時間ノ經過ヲ伴ツテ起ル眼活動曲線ノ變化ヲ觀察シ、時々寫眞撮影ヲ行ヘリ。斯クシテ得ラレタ結果ヲ示セバ Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 及ビ Fig. 2' ノ如シ。正常時ノ曲線ニハ照射時ノ陽性變動及ビソレニ先行スル陰性變動、著明ナ Oszillation ガ認めラル。消燈ニ依テ陽性變動ガ起リ、次デ緩漫ニ經過ヲトル陰性變動ガ起ル。3% Urethan Ringer 液作用後5分ニシテ、照射時ノ陰性變動及ビ消燈時ノ陽性變動ハ消失シテキル。Oszillation モ殆ド認めラレナクナル。然ルニ照射時ノ陽性變動ト消燈時ノ陰性變動トハ依然トシテ存在シテキル。麻醉後15分時ノ状態ハ5分時ノ状態ガ更ニ進行シテ、照射時ノ陽性變動及ビ消燈時ノ陰性變動ガ小トナレルニ過ギズ。麻醉後25分時ノ状態ハ Fig. 4 ニ示ス如ク、照射時ノ陽性變動ノミガ僅ニ残り、消燈時ノ電氣的變動ヲ殆ド認めラレズ。斯ル状態ニナルモノハ Ringer 液中ニ歸シテモ餘リ恢復セズ。併シテ照射時ニ起ル陰性變動ノ徵候及ビ Oszillation ハ確カニ現ハレテクル (Fig. 2' 参照)。Fig. 3 ノ如キ状態ノ時 Ringer 氏液中ニ歸セバ十分恢復シテ、Fig. 2 ニ近キ状態トナル。尙ホ對稱實驗トシテ蛙ノ坐骨神經腓腸筋標品ヲ作製シ、之ヲ同液中ニ浸シ置ク時ハ10分間位ニシテ完全麻醉ニ陥ル。

第2項 「アルコール」ノ作用

「アルコール」トシテハ「アミール、アルコール」及ビ「メチール、アルコール」ヲ用ヒ、前者ハ0.5%

ノ割ニナル様ニ Ringer 氏液ニ混ジ、後者ハ1%ノ割ニナル様ニ Ringer 氏液ニ混ジテ用ヒタ。先ヅ正常時ノ曲線ヲ撮影シ置キ、次デ同眼球ヲ之等ノ藥液中ニ入レ、時間的經過ヲ追ツテ活動流ヲ検査シ、時々寫眞撮影ヲ行ナツタ。「アミール、アルコール」ノ效果ハ非常ニ顯著ニシテ、0.5%ノモノニテハ40分位ニシテ活動流ハ完全ニ消失スル。「メチール、アルコール」ノ效果ハ餘リ著明デナク、1%ノモノヲ用ヒテ40分ノ後始メテ Fig. 7 ノモノガ Fig. 8 ニナル程度ナリ。兩者ヲ通ジテ明カナル事實ハ、消燈時ノ電氣的變動ガ照射時ノ電氣的變動ヨリモ速カニ減退スルコトナリ (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8 参照)。Oszillation ハ兩者孰レノ場合モ、消失或ハ不鮮明トナル。恢復ハ非常ニ長時間ヲ要シ、Ringer 氏液ニ歸シテ60分位ニシテ始メテ恢復スル。此電氣的變動ノ消失スル順序及ビ状態、恢復ノ順序及ビ状態ハ大體「ウレタン」ノ場合ト同様ナリ。茲ニ注意スベキ事ハ、消燈時ノ陽性變動ノ前ニ時トシテ伴フ陰性變動ノ徵候ガ Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 ニ於テ認めラルルコトデアル。特ニ Fig. 6 ニ於テ之ガ Fig. 5 ヨリモ顯著デアルコトハ興味アルコトナリ。尙ホ對照實驗トシテ蛙ノ坐骨神經腓腸筋標品ヲ作製シ、之ヲ上述ノ藥液中ニ浸シテ麻醉實驗ヲ行ヒタルニ、20—30分ニシテ完全麻醉ニ陥ツタ。

第3項 「コカイン」ノ作用

「鹽酸コカイン」ヲ1%ノ割ニナル様ニ Ringer 氏液ニ溶シテ用ヒタ。摘出眼球ヲ此藥液中ニ浸シ時間的經過ヲ追ツテ其ノ麻醉状態ヲ觀察シ、或ハ寫眞撮影ヲ行ツタ。眼活動流ニ對シテハ、「コカイン」ノ作用ハ殆ド無ク、作用後50分ニシテ尙ホ正常時ト變リナシ (Fig. 9)。對照實驗トシテ蛙ノ坐骨神經腓腸筋標品ヲ作製シ、麻醉實驗ヲ行ヒタルニ、15—20分ニシテ完全麻醉ニ陥レリ。

第4項 膽汁酸ノ作用

膽汁酸トシテハ Glykocholsaures Natrium ヲ用ヒタ。此モノヲ1%ノ割ニナル様ニ0.6% Rin-

ger 氏液中 = 溶シタ。Fig. 10 及ビ Fig. 11 = 示ス如ク、作用後 40 分 = シテ何等ノ變化モ認メ得ザリキ。却ツテ Oszillation ハ著明トナレリ。然ル = 眼球ノ肉眼的所見ハ著シク犯サレ、眼球全體ハ軟弱トナリ、外方ヨリ次第ニ犯サレ、眼内色素ハ溶解サレテ前房水中ニ浸出シ來リ、30 分ノ後ニハ瞳孔孔ハ殆ト認メ得ザル様ニナル。斯ル状態ニ於テモ活動流ハ依然トシテ存在スル。

第 4 節 各種動物ノ眼活動流

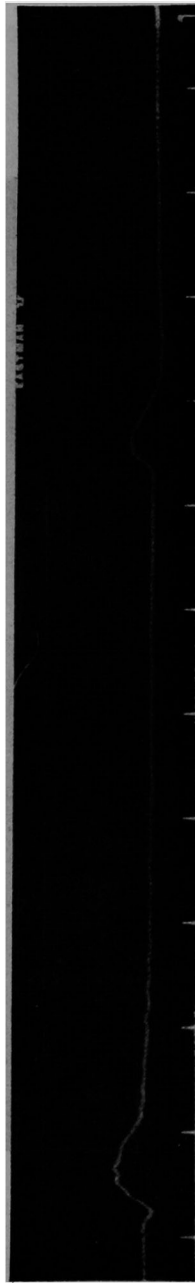
實驗ニ用ヒラレタ動物ハ主トシテ、其ノ網膜ガ桿狀體ノミヨリナルモノ、或ハ圓錐體ノミヨリナルモノデア。鮎、莖、鰻、蛇、章魚ノ眼球ニ就テ、其ノ眼活動流ヲ研究シタ。此中鮎、鰻、莖ノ網膜ハ蛙ト同様、桿狀體及ビ圓錐體ヨリ成立シテキルタメ、其ノ活動流曲線ノ形ハ大小ノ差コソアレ、總テ同様デアツタ。Fig. 12 ハ鰻ノ眼活動流曲線デア。蛙ト同様ニ照射後一定ノ潜伏期ヲオイテ、小ナル陰性變動ヲ起シ、次デ稍々大ナル陽性變動ヲ起ス。之ハ照射中持續スル。消燈ノ際モ一定ノ潜伏期ヲオイテ、陽性變動ヲ起ス。コノ陽性變動ニ次グ緩慢ニ經過ヲトル陰性變動ハ明瞭デナカツタ。此點ガ蛙ト少シ異ナル。Oszillation ハ照射中及ビ消燈後ニ於テ確カニ認メラル。其ノ週期數ハ蛙ノモノヨリ少シ多シ。1 秒間 30 回位デアツタ。消燈時ノ陽性變動ノ前ニ陰性變動ノ起ル微候ガ存在スルコトハ蛙ノ場合ト同様デア。

蛇ノ網膜ハ其ノ顯微鏡的所見ヨリスレバ、Fig. 14 = 示ス如ク圓錐體圓ノミヨリナルコトヲ知ル。其ノ眼活動流曲線ハ Fig. 13 = 示ス如シ。即チ照射後一定ノ潜伏期ヲオイテ陰性變動ヲナス。コノモノハ照射中續キ、蛙ニ見ル如キ陽性變動ハ決シテ現ハレナイ。潜伏期ハ 0.14 秒ニシテ、蛙ノモノヨリ著シク長イ。次ニ消燈時ニ於テモ一定ノ潜伏期ヲオイテ陰性變動ガ起ル。此時モ決シテ陽性變動ハ起ラナイ。消燈時ノ潜伏期ハ 0.06 秒ニシテ、蛙ノモノヨリ少シ短キモ、若シ蛙ノ場合ニ於テモ、消燈時ノ陽性變動ノ前ニ現ハレルコトアル小ナル

陰性變動ガ起ルマデノ潜伏期ヲトレバ、大體蛇ノ場合ト一致スル。Oszillation ハ著明ナラザルモ、多少アル如ク見エル。以上ノ點ヨリ蛇ノ眼活動流ハ einsinnige Schwankung ヲナスト云ヒ得ル。

最後ニ章魚ノ網膜ハ古人ノ研究ニ依レバ、其ノ排列狀態ガ蛙ト反對ニシテ、桿狀體ノミヨリナリ、且視紅ノ存在スルコトガ明カニサレテキル。其ノ眼活動流曲線ハ Fig. 15 及ビ Fig. 17 = 示ス如ク、誘導ノ仕方ニ依テ曲線ノ形ガ異ル。該實驗ハ臨海研究所ニ出張シテ行ハレタモノニシテ、實驗裝置不可能不備ノ爲メ、遺憾乍ラ潜伏期ノ測定ナリキ。Fig. 15 ノ曲線ハ照射ニ依テ著明ナ陽性變動ヲ示シ、消燈ニ依テ陰性變動ヲ示シテキル。即チ einsinnige Schwankung ヲナス。其ノ電氣的變動ノ状態ハ Fig. 16 = 示セル Photocell ノ變動曲線ト酷似シテキル。Fig. 17 ノ曲線ハ照射ニ依テ先ヅ陰性變動ヲ示シ、次デ著明ナ陽性變動ヲ示シテキル。消燈ニ依テ先ヅ陽性變動ヲ示シ、次デ著明ナ陰性變動ヲ示シテキル。即チ mehrsinnige Schwankung ヲナス。尙ホ詳細ハ追テ發表ノ豫定デア。

Fig. 1.
蛙



誘導法 { Rot 極.....Kornea
Gelb 極..... Sehnerveneintrittsstelle

Fig. 2.
蛙 Normal

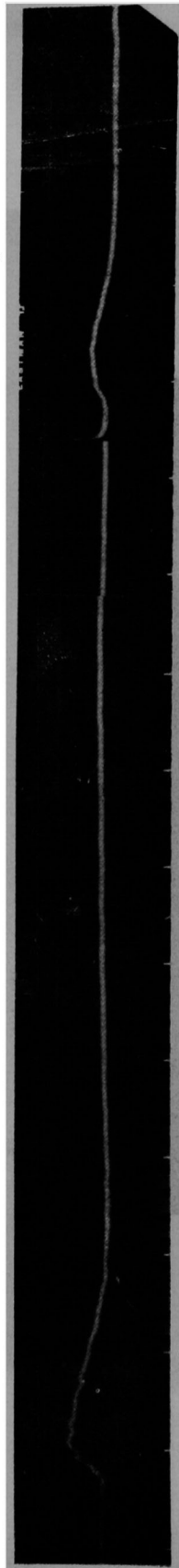


Fig. 3.
蛙 3% Urethan Ringer 液作用後 5 分

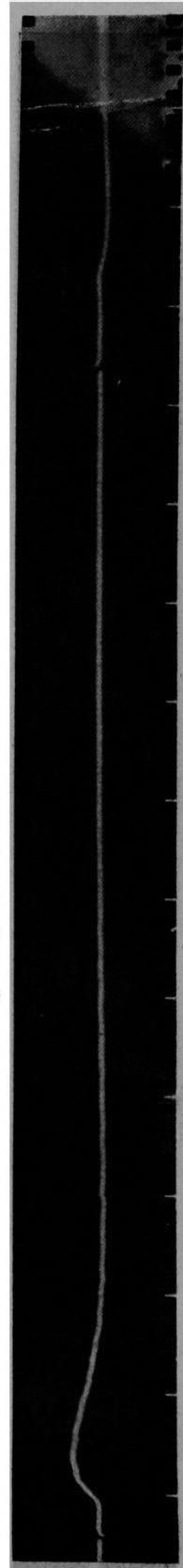


Fig. 4.

蛙 3% Urethan-Ringer 液作用後 25 分

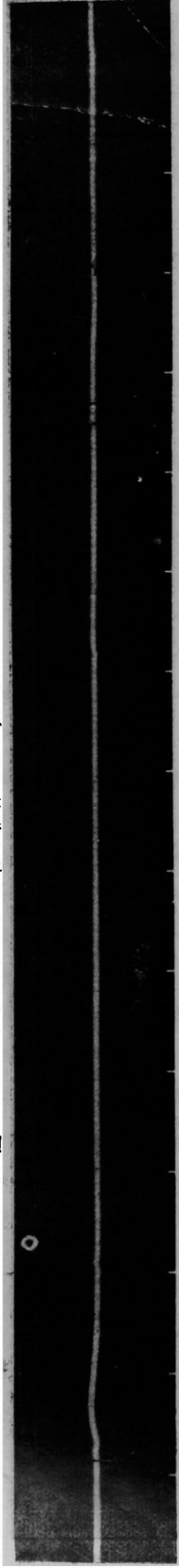


Fig. 2. (Urethan 縮管ノ恢復)

Ringer = 歸シテ 30 分後

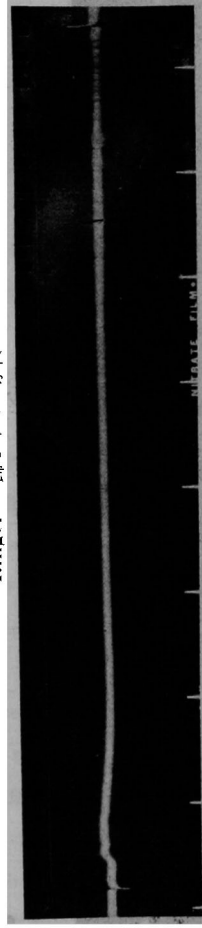


Fig. 5.

蛙

Normal

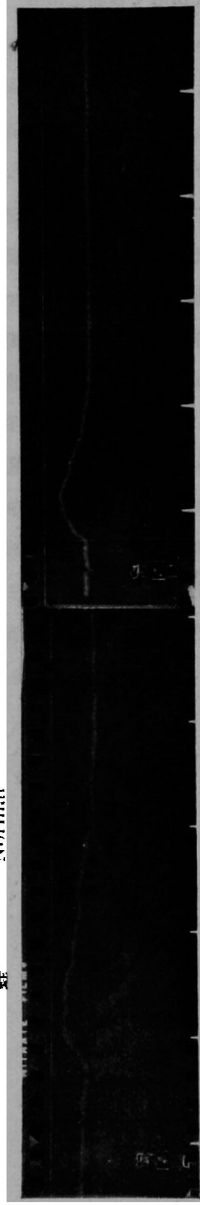


Fig. 6.

蛙 0.5% Amylalkohol-Ringer 液作用後 20 分



Fig. 7. Normal
蛙

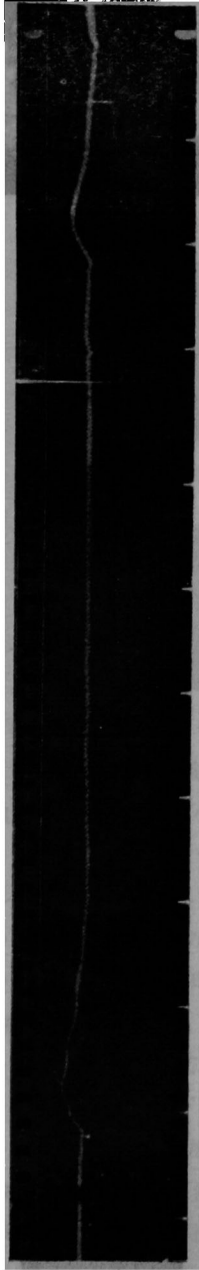


Fig. 8. 1% Methylalkohol Ringer 液作用後 40 分
蛙

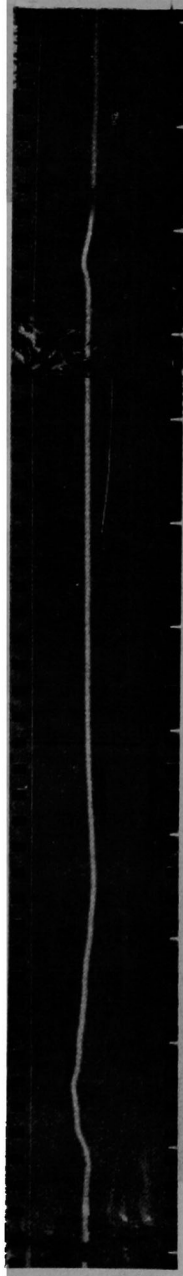


Fig. 9. 1% Cocain-Ringer 液作用後 50 分
蛙

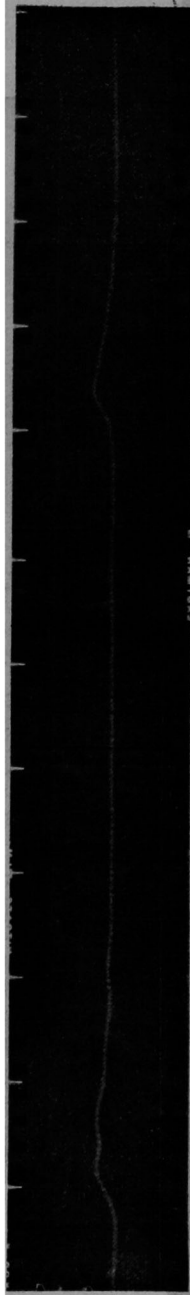


Fig. 10. Normal
蛙

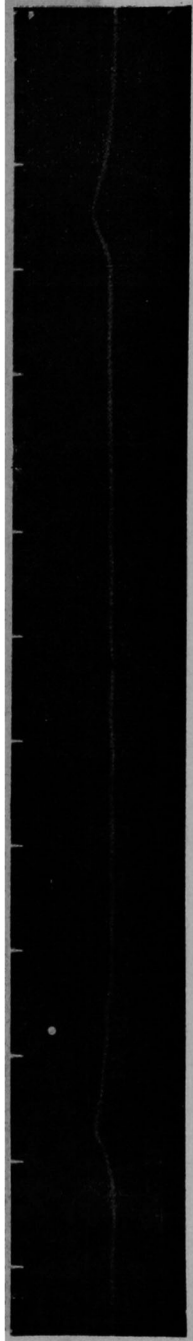


Fig. 11.

蛙 1% glykoeholsaures Na-Ringer 液作用後 40 分

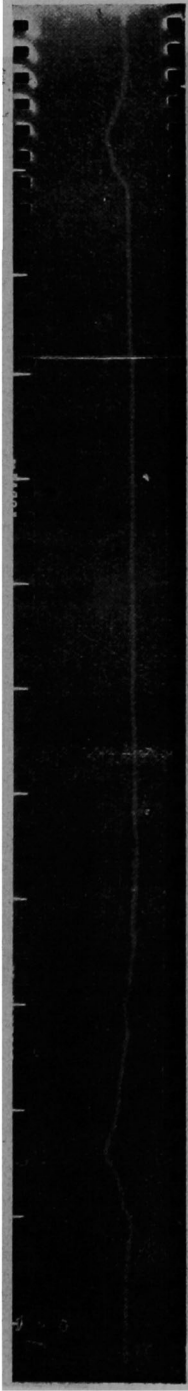
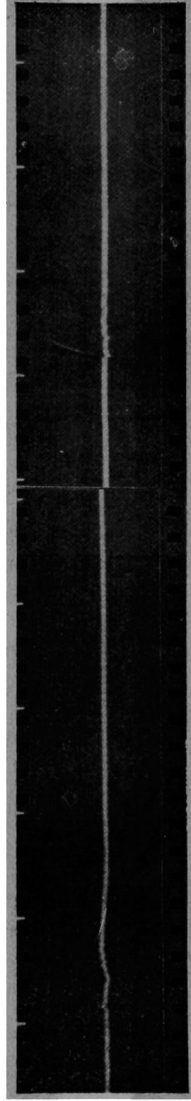


Fig. 12.

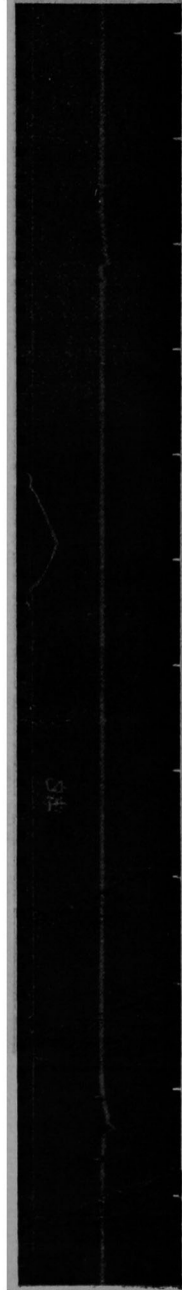
鯉



誘導法へ蛙卜同様

Fig. 13.

蛇



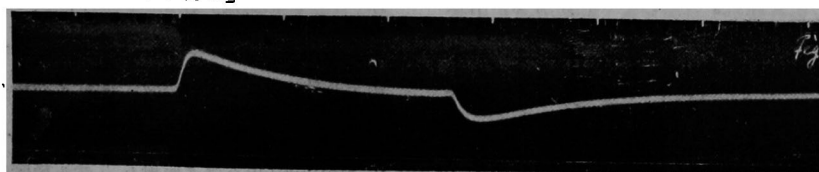
誘導法へ蛙卜同様

Fig. 14.

Zapfen (?)



Fig. 15.
「いいだこ」



誘導法ハ蛙ノ時ト反方向

{ Rot 極 Äquator ノ少シ後
{ Gelb 極 Äquator ノ少シ前

Fig. 16.
Photocell

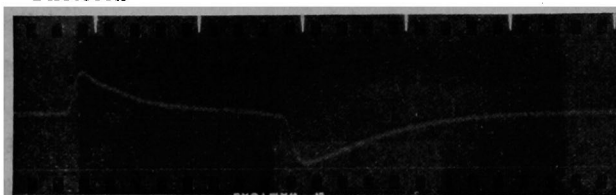
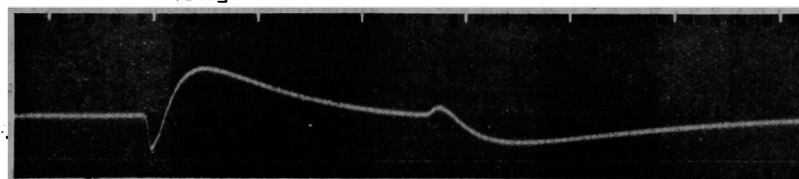


Fig. 17.
「いいだこ」



誘導法ハ蛙ト反方向トス

第3章 考按及ビ結論

以上ノ實驗成績ヲ先賢ノ業績ト比較考スルニ當リ、最重要ナリト考ヘラルル網目ヲ掲グレバ次ノ如シ。

(1) 静止流ノ大サ及ビ方向

(2) 活動流曲線ノ形、發生箇所竝ニ發生機轉及ビ活動流曲線ノ分析

(3) Oszillation ノ存否、發生箇所竝ニ發生機轉

(1) 静止流ノ大サ及ビ方向ニ關シテハ、大體古人ノ業績トヨク一致ス。蛙ニテハ其ノ大サ 5—8 M-Volt 位ニシテ、其ノ方向ハ角膜面ガ陽性ニシテ、視神經入口部或ハ鞏膜面ガ陰性ナル。網膜ニ就テ云ヘバ、神經纖維層側ガ陽性ニシテ、桿狀體圓錐體層側ガ陰性ナル。

(2) 蛙ノ眼活動流曲線ハ Einthoven u. Jolly¹⁷⁾

氏等ノ發見セシ如ク、照射ニ依テ小ナル陰性變動ヲ起シ、次デ著明ナ陽性變動ニ移行スル。消燈ニ依テ更ニ陽性變動ヲ起シ、次デ緩慢ナ經過ヲトル陰性變動ニ移行スル。コノ陰性變動ハ徐々ニ基線ニ歸リ、静止流ノ大サトナル。即チ所謂 *mehrsinnige Schwankung* フナス。次ニ活動流ノ發生箇所ニ關シテハ、第1節ノ成績ヨリ、ソレガ網膜デアコトハ明カナル。然ラバ網膜ノ如何ナル箇所ニ於テ活動流ガ起ルモノナリヤ。コノ點ニ關シテ Kühne u. Steiner⁸⁾ 氏ハ色素上皮細胞層ハ活動流發生ニ何等關係ナキコト示ラシテキル、又 Tirala¹⁷⁾ 氏ハ動物ヲ深麻醉ニ陥ラシメテ、他ノ神經機能ハ全然消失シタ様ナ時デモ、網膜ノ活動流ハ依然トシテ存在シテキル。此際網膜ノ神經節層及ビ神經纖維層ノ機能ガ消失シテキルコトハ確實ナル。故ニ網膜ノ活動流ハ桿狀體圓錐體層ヨリ

起ルモノデアルト結論シテキル。著者ハ藥品實驗ニ於テ、「ウレタン」、「アルコール」ハ非常ニ有效デアルニ反シ、「コカイン」ハ無効デアルコトヲ認メタ。「コカイン」ガ無効デアルノハ恐ラク Tirala 氏ノ云フ如ク、網膜ノ活動流ガ桿狀體圓錐體層ヨリ起ルタメナラン。ナントナレバ1%ノ「コカイン液」ニテハ筋神經標本ハ15—20分ニテ完全麻酔ニ陥ル故、神經節層及ビ神經纖維層ノ機能モンレト同時間位デ機能消失ヲ招來セルコトハ明カナリ。ソレニモ拘ラズ活動流ガ依然トシテ不變ニ止マルハ、活動流ガ神經節層及ビ神經纖維層ヨリ起ルニアラザルコトヲ立證スルニ他ナラズ。從ツテ眼活動流ハ網膜ノ桿狀體圓錐體層ヨリ起ルモノナルコトガ明カトナレリ。特ニ網膜中ノ視紅ガ活動流ノ發生ニ關係アルコトガ想像サレル。次ニ「アルコール」、「ウレタン」ガ非常ニ有效ナルコトハ如何ニ説明スベキカ。當教室ノ篤定²⁷⁾氏ニ依レバ「アルコール」ハ視紅ヲ完全ニ破壊スルモノデアルト云フ。「ウレタン」モ恐ラク同様な作用ヲ有スルモノナラン。若シ活動流ガ視紅ノ化學的變化ニ依テ起ルモノナリトセバ、「アルコール」、「ウレタン」ガ「コカイン」ト異ナリ非常ニ有效ナル事實ハ全く當然ト云ヒ得ル。次ニ「グリコ、コール酸」ガ眼活動流ニ對シテ無効デアルコトモ、眼活動流ガ視紅ノ化學的變化ニ依ルモノデアルト云フ假定ト少シモ抵觸セズ。一般ニ膽汁酸ハ視紅ヲ破壊スルモノニアラズシテ、視紅ヲ包含セル組織ノミヲ破壊スルカラデアル。眼活動流ニ對スル藥品ノ作用ニ關シテハ、Kühne u. Steiner²⁸⁾, Gotch²⁹⁾, Dewar u. M' Kendrick³⁰⁾, Waller, Tirala¹⁷⁾氏等ノ研究ガアル。同氏等ニ依レバ「アトロピン」、「モルフィン」、「サントニン」、「フィゾスチグミン」、「ベラドンナ」等ハ無効ナルモ、「クロロフォルム」、「アルコール」、青酸、「エーテル」、CO₂ 等ハ眼活動流ヲ減弱或ハ消失セシメルト云フ。次ニ眼活動流ト視紅トノ關係ニ就テハ多クノ學者ノ研究業績アルニ拘ハラズ、未ダ決定的ノモノト云フヲ得ズ。

Holmgren³¹⁾ 氏ハ長イ間強イ光ニテ照射サレタ眼球ニテモ、活動流ノ存在スルコト、及ビ桿狀體ト共ニ視紅ヲ完全ニ除去サレタ網膜ニ於テモ照射ニ依テ活動流ノ起ルコトヨリ、視紅ノ存在ハ眼活動流ニ對シテ必須條件ニアラズト述ベタリ。Kühne u. Steiner²⁸⁾ 氏ハ強ク照射シ、然ル後暗黒ニ保チ且強イ寒冷ニ置イテ、視紅ノ再生ヲ阻害スル時ハ、毫モ感受性増加ヲ示サザルコトヲ知り、暗黒ニ保ツコトニ依リ眼活動流ノ増強ヲ來スノハ視紅ノ再生ニヨルモノナリト結論セリ。Einthoven u. Jolly 及ビ Piper^{32), 33)} 氏等ハ活動流曲線ノ所謂 Helligkeitsschwankung (第1圖ノH) ハ視紅ノ分解ニ依ルモノナリト云フ。Tirala¹⁷⁾ 氏モ同様ナル意見ヲ述ベタリ。同氏ハ圓錐體ノミノ動器、或ハ蛙ニテモ充分明適應セシメタルモノニテハ、此 Helligkeitsschwankung ヲ全く缺クコトヲ認メテキル。著者ハ蛙眼ニ「ウレタン」ヲ作用シタ時、活動流曲線ノ各山ノ消失スル時間ガ異ルコトヲ認メタ。先ヅ照射時ノ陰性變動及ビ消燈時ノ陽性變動ガ消失スル。之ト同時ニ Oszillation モ不鮮明トナル。次デ消燈時ノ陰性變動、照射時ノ陽性變動ガ消失スル。斯クノ如ク變動曲線ノ山ニ依テ消失スル時間ノ異ルコトハ、之等ノ山ガ總テ同一物質ニ依テ起レルモノニアラザルコトヲ示セルモノナリ。恐ラク照射時ノ陰性變動ト消燈時ノ陽性變動トハ同一ノモノニ依テ起リ、又照射時ノ陽性變動ト消燈時ノ緩漫ヲ經過ワトル陰性變動トハ、同一物質ニ依テ起ルモノナラント考ヘラル。次ニ圓錐體ノミヨリナル蛇ノ眼活動流曲線 (Fig. 13) ヲ見ルニ、Tirala 氏ノ云フ如ク照射時ノ陽性變動即チ Helligkeitsschwankung ヲ全く缺ク。其ノ變動曲線ハ恐ラク圓錐體ニヨル活動流ノミヲ示セルモノナラン。又桿狀體ノミヨリナル章魚ノ眼活動流曲線ヲ見ルニ、誘導ノ仕方ニ依テ其ノ形ガ異ル (Fig. 15, Fig. 17 参照)。Fig. 15 ハ照射ニ依テ陽性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ陰性變動ヲ起セリ。其ノ曲線ノ形ハ Fig. 16 ノ Photocell ノ變動曲線

ト全く酷似シテキル。Photocellノ變動曲線ハ化學的物質ノ分解合成ニ依テ起ル電氣的變動ヲ示スモノナリ。曲線ノ形ガ同一ナル故、網膜内ニ於ケル變化ガ Photocellノ變化ト同一ナリトハ言ヒ得ザルモ、Fig. 15ノ曲線ガ何カ或光化學的變化ヲ現ハスモノナラント云フ想像ハ許サレ得ル。恐ラク視紅ノ分解合成ニ依テ起ル電氣的變動ヲ示スモノナラン。Fig. 17ハ照射ニ依テ先ヅ陰性變動、次デ陽性變動ガ現ハレテキル。消燈ニ依テハ先ヅ小ナル陽性變動、次デ陰性變動ガ現ハレテキル。即チ、章魚ノ眼活動流曲線モ、誘導方法ニ依テハ *mehrsinnige Schwankung* フナス。此點 Beck¹⁾、Piper^{2), 3), 4)}ノ報告ハ誤ニシテ、Fröhlich^{15), 16)}氏ノ報告ガ正シキモノト認メラル。Fig. 17ノ曲線ハ Fig. 15ノ曲線ニ桿狀體ノ活動流ガ加ツタモノト考フレバ十分理解出來ル。Fig. 15ニテハ此桿狀體ノ活動流曲線ガ現ハレナカツタモノト考ヘラル。

以上ノ如ク考接シ來ル時ハ、蛙ノ眼活動流ニハ少ク共3ツ以上ノ要素流ガ存在スルコトガ想像サ

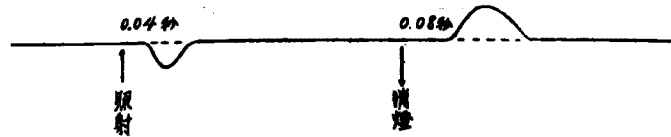
ル。即チ桿狀體ノ興奮ニヨル活動流、圓錐體ノ興奮ニヨル活動流、及ビ視紅ノ分解合成ニ依ル電流ノ3ツノ要素流、及ビ其ノ合成ニ依テ眼活動流ガ生ズルモノト思惟サル。斯ル考ハ既ニ Eindhoven u. Jolly 及ビ Piper^{2), 3), 4)}氏等ニ依テ唱ヘラレテキル。Tirala¹⁷⁾氏ハ同氏等ノ考ヲ更ニ確證シ、且多少ノ改變ヲ試ミテキル。著者モ之等ノ人々ノ説ヲ参照シ、且自己ノ實驗成績ヨリ次ノ如キ假説ヲ立テ、以テ眼活動流ノ發生機轉ノ説明及ビ其ノ變動曲線ノ分析ヲ試ミントス。

[A] 桿狀體ニ依ル活動流ニシテ、照射ニ依テ陰性變動ヲナシ、消燈ニ依テ陽性變動ヲナス(第5圖参照)。

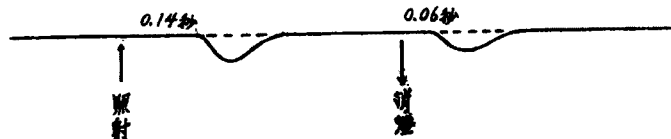
[B] 圓錐體ニ依ル活動流ニシテ、照射ニ依テ陰性變動ヲナシ、消燈ニ依テ更ニ陰性變動ヲナス(第6圖参照)。

[C] 視紅ノ分解合成ニ依ル電氣的變動ニシテ、照射ニ依テ陽性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ陰性變動ヲ起ス(第7圖参照)。

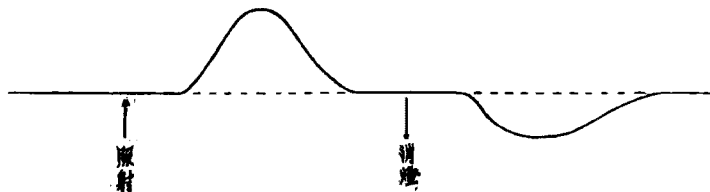
第5圖 桿狀體ニヨル活動流



第6圖 圓錐體ニヨル活動流



第7圖 視紅ノ分解合成ニヨル電氣的變動



以上 [A], [B], [C] 及ビンレニ對應スル圖ハ總テ Oszillograph = 依テ得ラレタ結果ヲ示スモノニシテ、弦線電流計ニ依ル結果トハ自ゾト異ナル (第 3, 第 4 圖参照)。

[A] 及ビ第 5 圖ハ蛙ノ眼活動流ニ對スル「ウレタン」ノ作用ニ就テノ實驗成績、及ビ章魚ノ眼活動流ニ就テノ實驗成績ニ其ノ根據ヲ有スルモノニシテ、之ニ Tirala¹⁷⁾ 氏ノ説モ参照サレタリ、Einthoven u. Jolly 及ビ Piper^{2), 3), 4)} 氏等ノ唱フル所ト電氣的變動ノ形ハ同一ナルモ、其ノ方向ハ反對デアル。

[B] 及ビ第 6 圖ハ蛇ノ眼活動流ニ就テノ實驗成績ニ其ノ根據ヲ有スルモノニシテ、之モ Einthoven u. Jolly 及ビ Piper 氏等ノ説ト多少異ル。同氏等ニ依レバ圓錐體ノ活動流ハ照射ニ依テ陰性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ陽性變動ヲナスト云フ。著者ハ消燈時ニ於テ陽性變動ヲ認メルコトナクシテ、却ツテ陰性變動ノ起ルヲ認メタリ。

[C] 及ビ第 7 圖ハ章魚ノ眼活動流ニ就テノ實驗成績、及ビ蛙ノ眼活動流ニ對スル諸種藥物ノ作用ニ就テノ實驗成績ニ其ノ根據ヲ有スルモノニシテ、Einthoven u. Jolly 及ビ Piper 氏等ノ説ト一致スルモ、同氏等ハ其ノ經過ガ非常ニ緩慢ナル故感覺トハ無關係ナリト主張セリ。併シ乍ラ著者ノ考ニ依レバ、成ル程其ノ經過ハ緩慢ナルモ、電氣的變動ハ光刺激ノ到來ト同時ニ起リツツアルモノナラン。唯其ノ變動ガ最初ノ中ハ微弱ナルタメ、曲線トシテ現ハレザルモノナラン。

最近 Hecht²⁵⁾ 氏 (1931) ハ網膜ニ於ケル興奮過程ヲ 2 ツニ分ツテキル。光刺激ニ依テ視紅ノ如キ物質 S ガ分解シテ $S \xrightarrow{\text{光}} P + A$ ナル變化ヲ起シ、光物質 P + A ナル物質ヲ生ズル。コノ光物質 P + A ガ觸媒トシテ作用シテ、 $L \rightarrow T$ ナル變化ヲ起ス。之等ノ變化ガ一定度マデ進ンデ始メテ網膜ノ興奮ガ起ルト述ベテキル。著者モ亦此意見ニ賛意ヲ表スルモノデアル。即チ光刺激ガ與ヘラルル時ハ先

ヅ視紅ガ分解シ、光物質ナルモノヲ生ズル。此際其ノ變化ハ未ダ著シカラザルタメ、何等ノ電氣的變動モ起ラズ。次デコノ光物質ノ作用ニ依テ、桿狀體及ビ圓錐體ノ興奮ガ起リ、ソレガ電氣的變動ヲ表現スル。次デ視紅ノ分解ガ一定度ノ強サニ達シ、其ノ電氣的變動ガ現ハレルモノナラント解サル。消燈時ニ於ケル電氣的變動モ之ニ準ジタ考ノ下ニ充分理解シ得ル。以上ノ如ク考フル時ハ視紅ノ分解合成ハ視覚ニ重大ナ關係ヲ有スルモノト云ヒ得ル。最近 G. Wald²⁶⁾ 氏 (1936) ハ視紅ノ化學的成分ハ Vitamin A ト蛋白質トノ結合セルモノナリト述ベテキル。此説ガ正シキモノトセバ、Vitamin A 缺乏ニ依テ夜盲症ノ起ルコトハ當然ナリ。即チ Vitamin A 缺乏セバ、視紅ノ減少ヲ來シ、從ツテ視紅ノ分解合成ガ不充分トナリ、遂ニ視覚ノ減退、次デ夜盲症トナル。(3) Oszillation ノ存在ニ關シテハ最早疑フ餘地ナシ。著者ハ總テノ例ニ於テ Oszillation ヲ認メ得タ。而モ之ハ決して人工的ノモノデ無キコトハ明カナリ。ナントナレバ實驗時ハ總テノ交流線ヲ電源ヨリ切斷シテ他ノ電氣的變動ノ介入スルコトヲ防止シタ。尙ホ念ノ爲メ Photocell ヲ用ヒテ對照實驗ヲ行ヒタルニ、Fig. 16 ニ示ス如ク決して Oszillation ハ認メ得ズ、曲線ハ圓滑ナリキ。從テ實驗時ニ於ケル人工的產物ノ出現セザル事ハ明カナリ。Oszillation ノ週期ハ蛙ニテハ寧ロ Einthoven u. Jolly²¹⁾ 及ビ Gotch⁶⁾ 氏等ノ認メタ如ク、1 秒間 20 回以下ノ低週期ノモノナリキ。其ノ數ハ必ズシモ一定ナラズ。Fröhlich^{15), 16)} 氏ノ主張スル如キ高週期ノモノハ認メ得ズ。之ハ恐ラク Jolly¹⁷⁾ 氏ガ稱スル如ク高週期ノ „dominant rhythm“ ガ現ハレシモノナラン。次ニ Oszillation ノ發生箇所ニ關シテハ、網膜ノ桿狀體圓錐體層ヨリ起ルモノナリト云フ Fröhlich¹⁵⁾ 氏ノ説ガ一般ニ認メラレテキル。著者ハ「ウレタン」麻醉ノ際ニハ、照射時ノ陰性變動及ビ消燈時ノ陽性變動ト殆ド同時ニ Oszillation ガ消失スルコトヲ認メタリ。又蛇及ビ章魚ニテモ

Oszillation が存在スル。斯ル點ヨリ思考スル時ハ、Oszillationノ發生箇所ガ網膜ノ桿狀體圓錐體層ニシテ、兩者ノ孰レヨリモ起リ得ルモノナルコトハ明カナリ。尙ホ Oszillationノ發生機轉ニ關シテハ未ダ不明ナルモ、Adrian²³⁾氏ノ云フ所ニ從ヘバ、一般末梢器官ト同様、桿狀體ニ於テモ圓錐體ニ於テモ、外來ノ刺激ニ對應シテ、衝動ヲバ斷續的ニ中樞ニ向ツテ放ツモノナリト。恐ラク眼活動流ノ Oszillationハ桿狀體及ビ圓錐體ヨリ中樞ニ向フ斷續的衝動ノ現レナランカ。

第4章 總括

以上ノ實驗成績ヲ總括セバ次ノ如シ。

[I] 静止流ノ研究：— D'Arsonvalノ電流計ヲ用ヒ、代償法ニ依テ、蛙眼ノ静止流ノ大サ及ビ方向ヲ研究シタルニ、其ノ大サハ8—5 Milli-Voltニシテ、其ノ方向ハ角膜面ガ陽性ニシテ、視神經入口部ガ陰性デアツタ。

[II] 活動流ノ研究：— D'Arsonvalノ電流計及ビ Siemens會社製ノ Oszillographヲ用ヒテ、蛙ノ眼活動流ノ電氣的變動ノ方向、活動流曲線ノ形、Oszillationノ有無等ヲ詳細ニ研究シ、次デ眼活動流ニ對スル諸種藥物ノ作用ヲ檢シ、最後ニ各種動物特ニ桿狀體ノミヨリナル動物、或ハ圓錐體ノミヨリナル動物ノ眼活動流ヲ研究シタ。其ノ成績ハ次ノ如シ。

(1) 蛙ノ眼活動流ハ照射ニ依テ一定ノ潜伏期(0.04—0.08秒)ヲオイテ陰性變動ヲ起シ、次デ著明ナ陽性變動ニ移行スル。コノ陽性變動ハ照射時間短キ時ハ(30秒以內)照射中持續シ、且 Oszillationモ陽性變動ノ繼續中絶エズ存在スル。照射時間長キ時ハ陽性變動ハ漸次減弱シテ、静止流ニ近付ク。次ニ消燈ニ依テハ、一定ノ潜伏期(0.08—0.13秒)ヲオイテ著明ナ陽性變動ヲ起シ、次デ緩慢ナル陰性變動ニ移行シ、コノモノハ徐々ニ基線ニ歸ル。消燈時ニモ多少 Oszillationヲ伴フモ、照射時ノ如ク著明ナラズ。Oszillationノ週期ハ

種々異ルモ、一般ニ1秒間20回以下デアル。

(2) 蛙ノ眼活動流ニ對ヘル藥物ノ作用ヲ研究スルニアタリ、主トシテ用ヒラレタモノハ、3%「ウレタン液」(Ringer), 1%「メチールアルコール液」(Ringer), 0.5%「アミールアルコール液」(Ringer), 1%「コカイン液」(Ringer)及ビ1%「グリコ、コール酸ナトリウム液」(Ringer)デアル。此中「コカイン液」及ビ「グリコ、コール酸ナトリウム液」ハ眼活動流ニ對シテ何等ノ影響モナカリキ。「ウレタン液」ハ照射時ノ陰性變動ト消燈時ノ陽性變動トヲ先ヅ消失セシメ、次デ照射時ノ陽性變動ト消燈時ノ陰性變動トヲ消失セシメタ。「アルコール液」ハ活動流ノ總トニ變動ヲ一様ニ減弱或ハ消失セシメタルモ、特ニ消燈時ノ變動ノ減弱サレ方ガ強カリキ。

(3) 莖、鮎、鰻、蛇、章魚等ノ眼活動流ヲ比較研究シタ。莖、鮎、鰻ノ眼活動流ハ大體蛙ノモノト同様ナリキ。蛇ノ眼活動流曲線ハ照射ニ依テ陰性變動ヲ起シ、之ガ照射中持續シ、消燈ニ依テ更ニ陰性變動ヲ起シ、次デ静止流ニ歸ル。陽性變動ハ決シテ認メラレナカツタ。尙ホ蛇ノ網膜ハ圓錐體ノミヨリナルコトガ標本作製ニ由ツテ確カメラレタ。潜伏期ハ照射時0.14秒、消燈時0.06秒ニシテ、照射時ノ潜伏期ハ蛙ノモノヨリ非常ニ長ク、消燈時ノ潜伏期ハ蛙ノモノヨリ短シ。後者ハ蛙ニテ時トシテ認メラルル消燈時ニ於ケル小ナル陰性變動(陽性變動ノ前ニ現ハレルモノ)ノ潜伏期(0.06—0.08秒)ト大體一致スル。從ツテ蛙ノ消燈時ニ於テ時トシテ認メラルル小ナル陰性變動ハ恐ラク圓錐體ノ活動流ノ現レナランカ。最後ニ章魚ノ眼活動流ハ誘導ノ仕方ニ依テ、其ノ曲線ノ形ハ異ルモ、照射ニ依テ陰性變動ヲ起シ、次デ著明ナ陽性變動ニ移行スル。消燈ニ依テ陽性變動ヲ起シ、次デ著明ナ陰性變動ニ移行スル。即チ蛙ト大體似タ變動曲線ヲ現ハス。所ガ誘導ノ仕方ニ依テハ、照射ニ依テ著明ナ陽性變動ヲ起シ、消燈ニ依テ著明ナ陰性變動ヲ起スノミデアル。(章魚ノ網膜

ハ桿狀體ノミヲ含ミ、圓錐體ハ含マザルコトハ周知ノ事實ナリ。視紅ハ勿論含有サレテキル¹⁸⁾。

以上ノ如キ諸種ノ實驗成績ヨリ、眼活動流ハ桿狀體ノ興奮ニヨル活動流、圓錐體ノ興奮ニヨル活動流、及び視紅ノ分解合成ニヨル電氣的變動トノ3ノ要素流ノ合成ニ依テ、種々ナ形ノ曲線ヲ示ス

モノナリト結論シ得ル。

稿ヲ終ルニ臨ミ御懇篤ナル御指導ト御校閲ノ勞ヲ賜リタル恩師生沼教授並ニ實驗上絶大ナル御援助ト御忠言トヲ賜リタル小坂講師ニ對シ滿腔ノ謝意ヲ表ス

主要文献

- 1) *A. Beck*, Pflüger's Arch., Bd. 78, S. 129, 1899-1900. 2) *H. Piper*, Arch. f. Physiol., S. 453, 1904. 3) *H. Piper*, Zentralbl. f. Physiol., Bd. 24, S. 1041, 1911. 4) *H. Piper*, Arch. f. Physiol., S. 85, 1911. 5) *E. Th. V. Brücke* u. *S. Garten*, Pflüger's Arch., Bd. 120, S. 290, 1907. 6) *F. Gotch*, Jour. of Physiol., Vol. 31, P. 1, 1904. 7) *Isiwara*, Pflüger's Arch., Bd. 114, S. 569, 1906. 8) *W. Biedemann*, Elektrophysiologie, S. 843, 1895. 9) *S. Fucks*, Pflüger's Arch., Bd. 56, S. 408, 1894. 10) *S. Fucks*, Pflüger's Arch., Bd. 84, S. 425, 1901. 11) *A. Kohlrausch*, Pflüger's Arch., Bd. 209, S. 607, 1925. 12) Nagel's Handb. d. Physiologie, Bd. III, S. 220. 13) *Holmgren*, Handb. d. norm. u. pathol. Physiologie, 12/2, P. 2, 1393. 14) *A. Kohlrausch*, Arch. f. Physiol., S. 195, 1918. 15) *F. W. Fröhlich*, Zeitschr. f. Sinnesphysiol., Bd. 48, S. 24, 1914. 16) *F. W. Fröhlich*, Zeitschr. f. Biolog., Bd. 78, S. 511, 1928.
- 17) *L. Tivata*, Arch. f. Physiol., S. 121, 1917.
- 18) *C. Hess*, Zentralbl. f. Physiol. Bd. 16, S. 91, 1902. 19) *R. Granit*, Jour. of Physiol., Vol. 77, P. 207, 1933. 20) *E. C. Day*, Amer. Jour. of Physiol., Vol. 38, P. 369, 1915. 21) *W. A. Jolly*, Quart. Jour. of exp. Physiol., Vol. 26, P. 97, 1936. 22) *E. L. Chaffee* and *Evelyn Sutcliffe*, Amer. Jour. of Physiol., Vol. 95, P. 250, 1930. 23) *E. D. Adrian* and *Matthews*, Jour. of Physiol., Vol. 63, P. 378, 1927. 24) *E. D. Adrian* and *Matthews*, Jour. of Physiol., Vol. 64, P. 279, 1927-1928. 25) *Hecht*, L. Ascher u. K. Spiro Ergebnisse d. Physiol., 32. Jg., S. 243, 1931. 26) *G. Wald*, The Jour. of gen. Physiol., Vol. 19, P. 351 and 781, 1936. 27) 繁定光治, 日本生理學會雜誌, 第1卷, 第6號, 103頁. 28) 江浦榮山, 日本生理學會雜誌, 第1卷, 第6號, 102頁. 29) 池宗逸治, 日本生理學會雜誌, 第2卷, 第2號, 55頁.

Aus dem Physiologischen Institut der Medizinischen Fakultät Okayama.

(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma)

Studien über den Ruhestrom und Aktionsstrom des Auges.

Von

Itudi Ikemune.

Eingegangen am 3. Februar 1939.

Über den Ruhestrom und Aktionsstrom des Auges sind seit alters viele Forschern untersucht. (Du Bois Reymond, Holmgren, Piper, Beck, Brücke, Garten, Fröhlich, Tirala, Adrian u. s. w.) Aber über den Entstehungsmechanismus ja sogar den Entstehungsort des solchen Stromes liegt es noch im Dunkeln. Daher lenkte der Verfasser seine Versuchsmerkmale hauptsächlich in dieser Richtung.

Die Resultate sind wie folgt.

I. Untersuchungen des Ruhestromes.

Verfasser benutzte als Material das Froschauge und er mass die Stärke des Ruhestromes desselben durch Kompensationsmethode. Als Elektroden benutzte er unpolarisierbaren Ton-Elektroden. Er bekam die elektromotorische Kraft von ungefähr 7 M. V., wobei der hintere Teil des Bulbus war negativ gegen die Kornea.

II. Untersuchungen des Aktionsstromes.

Verfasser benutzte als Material das Froschauge und er mass die Stärke des Aktionsstromes bei der Belichtung durch das Siemens-Oszillograph für Elektrokardiographie. Als Lichtquelle benutzte er die elektrische Beleuchtung (60 Watt:100 Volt), und die Entfernung der Hornhaut vom Lichtquelle ist ungefähr 50 cm.

Die Resultate sind folgendermassen.

1) Über den Aktionsstrom des Froschauges.

Von dem Froschauge lässt sich erst bei Belichtung die negative Stromschwankung, dann die starke, positive Stromschwankung ableiten. Bei Verdunkelung lässt sich die stärker positive Stromschwankung als die bei Belichtung ableiten, und diese positive Stromschwankung geht auf die schwach negative Stromschwankung über, die langsam auf die Ruhestrom zurückkommen. Der Aktionsstrom des Froschauges zeigt also die einsinnige Schwankungen.

2) Über die rhythmischen Schwankungen des Aktionsstromes.

Verfasser bemerkte eine rhythmische Schwankungen des Aktionsstromes, die sicher nicht vom Messinstrument herrührt. (Rhythmus unter 20 pro. 1 Sek.)

3) Über den Entstehungsort des Aktionsstromes des Auges.

Verfasser schnitt das Bulbus im Äquator, und der hintere Teil desselben wurde auf die Untersuchung verwendet. Eine Elektrode wurde mit dem Querschnitt des Sehnerven, die andere mit der Netzhaut unverrückbar in der Berührung gehalten. Dann die Netzhaut wurde direkt belichtet. Der gewonnene Aktionsstrom war ganz ähnlich mit dem bei ganzem Auge. Wenn man von diesem hinteren Bulbusteil die Netzhaut entfernt, so bekommt man kein Aktionsstrom bei der Belichtung. So kann man sagen, dass der Entstehungsort des Aktionsstromes bei Auge die Netzhaut ist.

4) Die Wirkung des Amylalkohols auf den Aktionsstrom des Auges.

Verfasser liess 0.5% Amylalkohol-Ringersche Lösung auf dem Froschauge wirken, und er mass zeitlich die Stärke des Aktionsstromes. Der Aktionsstrom nimmt allmählich ab und endlich verschwindet nach 25 Minuten. Wenn man das Auge wieder in Ringersche Lösung versetzt, bevor der Aktionsstrom ganz verschwunden ist, so erholt sich der Aktionsstrom sehr langsam.

5) Die Wirkung des Kocains auf den Aktionsstrom des Auges.

Verfasser liess 1% Cocain-Ringersche Lösung auf dem Froschauge wirken und zeitlich mass er die Stärke des Aktionsstromes. Der Aktionsstrom nimmt nie ab.

6) Die Wirkung der Glykocholsäure auf den Aktionsstrom des Auges.

Verfasser liess 1% Glykocholsaures-Natron-Ringersche Lösung auf dem Froschauge wirken und zeitlich mass er die Stärke des Aktionsstromes. Das ganze Auge sah wie die dunkle Tinte gefüllt, vermutlich durch das Herausfliessen der Pigmente, trotzdem erlitt die Stärke des Aktionsstromes keine Verminderung.

7) Die Wirkung des Urethans auf den Aktionsstrom des Auges.

Verfasser liess 3% Urethan-Ringersche Lösung auf dem Froschauge wirken und zeitlich mass er die Stärke des Aktionsstroms. Der Aktionsstrom nimmt auffallend ab und endlich ganz verschwindet nach 25 Minuten. Wenn man wieder in Ringersche Lösung versetzt, bevor der Aktionsstrom ganz verschwunden ist, so erholt sich der Aktionsstrom sehr langsam. Man kann von der Tatsachen von (4), (5), (6) und (7), folgendermassen schliessen. Der Aktionsstrom ist nicht aus der Erregung des Sehnerven entstehen, da die Nerven durch Kocain vollständig gelähmt sind. Dagegen vermindert die Stärke des Aktionsstromes durch Amylalkohol und Urethan deutlich, die das Rhodopsin zerstören. Die Glykocholsaures-Natron lässt die Stärke des Aktionsstromes nicht verändert, da dieses Salz das Rhodopsin aus der Netzhaut extrahiert aber nicht zerstört.

III. Über den Aktionsstrom der verschiedenen Tieraugen.

Verfasser beobachtete den Aktionsstrom des Auges des Frosches, des Aales, der Kröte, der Karausche, der Schlange und des Octopus. Von den Augen der Kröte, der Karausche und des Aales lassen sich bei der Belichtung mehrsinnige Schwankungen ableiten. Die Aktionsstrom dieser Tieraugen sind sehr ähnlich mit dem Aktionsstrom des Froschauges. Von dem Auge der Schlange lässt sich bei der Belichtung eine negative Stromschwankung ableiten, die während der Belichtung dauert, und bei der Verdunkelung eine noch stärker negative Stromschwankung. Der Aktionsstrom des Schlangenauges zeigt also die einsinnige Schwankungen. Von dem Auge des Octopus lassen sich bei der Belichtung nach der verschiedenen Ableitungsweise einsinnige oder mehrsinnige Stromschwankungen ableiten. Die mehrsinnige Schwankungen zeigen eine sehr weitgehende Übereinstimmung mit den mehrsinnigen Schwankungen, welche sich bei der Belichtung des Froschauges ableiten lassen.

Von obigen Tatsachen kann man wohl vermuten, dass der Aktionsstrom des Auges, nicht nur durch den Aktionsstrom des Stäbchens und Zapfens, sondern auch durch den elektrische Strom der Veränderung des Rhodopsins herrührt. (Autoreferat)