

日本生理誌・第16卷12号・昭和29年12月1日発行（毎月1日発行）  
〔昭和27年5月6日 第3種郵便物認可〕

# 日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第16卷 第12号

Vol. 16 No. 12

昭和29年12月1日発行

December 1954

## 原 著

- 竹田達男： $\gamma$ 及び $\beta$ カエルの中樞神経系に対する胆汁の姿勢変化及び運動性の作用……………743
- 竹田達男：胆汁及び諸種胆汁酸塩による皮質性並に脳髓性痙攣に就いて……………747
- 久保田 効：骨格筋膜電位差の塩類効果と濃度効果……………752
- 本田良行：尿 Mucoprotein の血液凝固阻止作用……………766
- 小口周男：呼吸筋の筋電図学的研究（第1報）……………771
- 塩見 清：灌流-腎血管-膜電位差の研究……………777

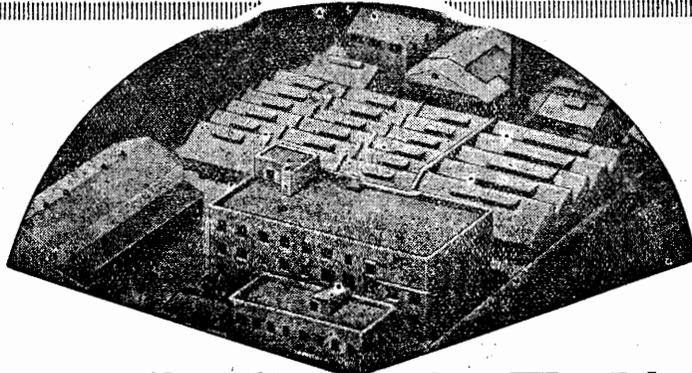
## 地方小学会報

- 第91回生理学東京談話会……………797
- 第92回生理学東京談話会……………797

附：正誤表……………804

# 日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan



## 興和化学の主要製品

- |           |                               |            |                            |
|-----------|-------------------------------|------------|----------------------------|
| レスタミンコーワ  | 注・錠・軟膏<br>抗ヒスタミン剤             | スメルモンコーワ   | 糖衣錠<br>注<br>喘 息 剤          |
| テブロン-Rコーワ | 注<br>自律神経遮断剤                  | コルゲンコーワ    | 錠<br>威胃子防治療剤               |
| 複合ルチンコーワ  | 糖衣錠<br>軟膏<br>高血圧治療剤<br>脳溢血予防剤 | Q & P KONA | 糖衣錠<br>ミネラル入高単位<br>綜合ビタミン剤 |
| アドホーンコーワ  | 注・錠<br>軟膏<br>鎮痛鎮痙剤・消化性潰瘍治療剤   | ネオシネジンコーワ  | 注<br>血管収縮・血圧上昇剤            |
| アペランコーワ   | 錠<br>強力消化剤                    | ホスカコーワ     | 液・軟膏<br>水 虫 薬              |

製造発売元 興和化学（興服産業薬品部）東京・日本橋四ノ六 販売元 興和新薬 東京・名古屋・大阪

### 結晶トリプシン製剤

# トリプシリン

「モチダ」



1万H.U.M 5A ￥ 650  
 (包装) 10万H.U.M 1VAL ￥ 950  
 25万H.U.M 1VAL ￥2,200

新  
壊  
死  
組  
織  
融  
解  
剤

トリプシリン「モチダ」はスプレーゼ「モチダ」に続いて再び当社の研究技術陣が本邦嚆矢に完成した画期的新酵素製剤である。

一般に壊死組織のある時は何時でも使用され、短時日に消化し、創面も浄化されて新生肉芽を生じ、或は膿汁、喀痰等の粘度を低下、減少せしめ、菌は陰性となつて治癒は著しく促進される。

又、血管内投与により炎症性過程の消失速度を決定する酵素系を活性化して、急性炎症の凡ての症状の消滅により治療を可能にする。

#### 一般外科

切断面・骨髓炎・潰瘍・壞疽・柔組織膿瘍・膿孔・空洞・第二度及び第三度火傷・血腫・感染を伴う挫傷

#### 噴霧吸入

空洞を伴う肺結核症・気管支炎・気管支喘息・気管支拡張症・百日咳

#### 胸部外科

結核性膿胸・術后又は外傷后血胸

#### 血管内投与

血栓性静脈炎その他急性炎症

(御申込次第文獻集第1冊送呈)



スプレーゼ 製造 発売元 持田製薬株式会社  
 東京都中央区日本橋室町3-1

# TRYP SILIN

## ガマ及びカエルの中枢神経系に対する胆汁の姿勢変化及び

運動性の作用 612.825.25:612.357:612.76

Studies on the Postural Changes and Abnormal Movements  
of Toad and Frog by the Application of Bile.

竹 田 達 男 (TAKEDA-TATSUO)\*

### I. 緒 言

犬, 猫等の動物の大脳皮質運動領及其近傍に極少量の化学物質を注入すると, 選択的な間代性痙攣を生ずることは已に発見せられ, 石塚<sup>1)</sup> 伊藤・渡辺<sup>2)</sup> 尾崎<sup>3)</sup> 須田<sup>4)</sup> に依り其物質は Strychnine, Picrotoxin, Metrayol, Nicotine 及 Glutamine 酸 Na 等で, 此等の物質は皮質に存する錐体外路系の節細胞を選択的に刺戟する事により痙攣の起ることが遂に確定せられた。

著者は先ずダイコクネジミを用いて胆汁中の各成分に就て之を検し, Desoxychol酸, 3-oxy-7-Ketocholan 酸塩, 即ち胆汁酸塩が胆汁中の痙攣作用を有し, 特に Desoxychol 酸塩はダイコクネジミに著しい痙攣性を有し, Desoxychol 酸塩と分子化合物を作れる醋酸 Cholein 酸塩には痙攣性の無い事を実験した。

則痙攣の主役を演ずるものは Desoxychol 酸塩である。さて黒木・藤井<sup>5)</sup> はガマ及カエルを用い各脳幹に Strychnine, Nicotine, Picrotoxin 等を極少量に注入し, 其の痙攣作用及注入に依る特殊の姿勢変化に就き其が脳の如何なる中枢により起るかを決定し, すでに報告した。

著者は黒木・藤井<sup>5)</sup> の方法により胆汁及胆汁酸塩を用いて以上の姿勢変化及運動性に就いて実験を試みた。観察の表示も亦同氏等の方法によった。

本稿に於ては其胆汁に依るもののみを一括して報告する。

### II. 実験方法

ガマ又は食用ガエル (*Rana cathabrana*) を用

\* 慶応義塾大学医学部生理学教室

い腹位固定, 皮膚を切りとり, 延髄及脊髄の境界線を耳の両端迄皮膚を取り除き左右の側頭筋, 前菱形筋を取り除き前顎骨, 鼻骨等を除去し, 中枢神経を直ともに見ゆる如くし, 各脳幹に注入する方法を取った。

注射針は Tuberculin 用又は特殊のものを用い, 黒木・藤井<sup>5)</sup> の方法により, 各脳幹に 0.01~0.05ml の胆汁を稀釈したものをを用いた。

実験を進めるに当り, 先ず始めには各脳幹の各々に試薬を注入した後, 第二段として次の如く各脳幹の間を切断した後刺激の去った後, 中脳(MH), 延髄(MD), 背髄(RM)等に注入して其の結果を見た。

則中脳と延髄間を切断したる後 (MH/KH)

1. 小脳 (KH) に注入したもの
2. 延髄 (MD) に注入したもの

次に延髄と背髄の間を切断した後 (MD/RM) 背髄 (RM) に注入したものと等種々試みた。

### III. 実験例

- (1) 前脳:(ガマの胆汁) 採取後20分10倍稀釈
- 10°30' 0" 10倍胆汁 0.03ml 右前脳に注入  
10°33' 0" 上肢を組み暴れる  
10°33' 10" 呼吸促迫上下肢筋の連続収縮を認む  
10°35' 10" 其後変化なし  
10°50' 0" に至るも間代性(KK)強縮性痙攣(TK)を認めず

10倍の胆汁採取後2日

- 1°55' 5" 10倍の胆汁 0.03ml 右前脳に注入  
1°55' 8" 跳躍暴れる  
1°58' 10" 両下肢開大, 下肢筋連続的収縮
- (2) 中脳:(ガマの10倍胆汁) 採取後30分
- 11°10' 0" 左中脳10倍胆汁 0.03ml 注入  
11°10' 3" 下肢反弓姿勢  
11°10' 10" 上肢結印姿勢同方姿勢  
11°13' 5" 強縮性痙攣?

11<sup>13</sup>/<sub>20</sub> 軸転右下肢高く拳上  
 11<sup>20</sup>/<sub>0</sub> 反弓姿勢  
 11<sup>25</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

中脳：(生の胆汁) 採取後 7 日

12<sup>30</sup>/<sub>0</sub> 右中脳生胆汁0.03ml注入  
 12<sup>30</sup>/<sub>3</sub> 下肢反弓姿勢  
 12<sup>33</sup>/<sub>8</sub> 両上肢結印姿勢, 反方姿勢  
 12<sup>34</sup>/<sub>12</sub> 下肢を立てる (拳腰姿勢)  
 12<sup>37</sup>/<sub>14</sub> 下肢強縮性痙攣?  
 12<sup>45</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

中脳：(20倍の胆汁) 採取後 2 時間

12<sup>50</sup>/<sub>0</sub> 左中脳に 0.03ml20倍胆汁注入  
 12<sup>50</sup>/<sub>5</sub> 右高姿勢左上肢反弓超反弓運動 3 回  
 12<sup>53</sup>/<sub>30</sub> 結印姿勢  
 13<sup>0</sup>/<sub>0</sub> 下肢開大  
 13<sup>10</sup>/<sub>0</sub> に至るも間代性痙攣 (KK) を認めず

中脳：(胆汁上記と同じ)

13<sup>30</sup>/<sub>0</sub> 右中脳に 1.0 倍胆汁 0.03ml注入  
 13<sup>30</sup>/<sub>5</sub> 右軸転  
 13<sup>30</sup>/<sub>18</sub> 時計様運動 (負) 1回  
 13<sup>32</sup>/<sub>0</sub> 左高姿勢筋連続的収縮  
 13<sup>50</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

(3) 延髄：(10倍の胆汁) 採取後 3 週間

10<sup>20</sup>/<sub>5</sub> 右延髄に10倍胆汁0.03ml注入  
 10<sup>20</sup>/<sub>10</sub> 上肢屈筋姿勢暴れる  
 10<sup>22</sup>/<sub>1</sub> 下肢間代性痙攣 (KK)  
 10<sup>22</sup>/<sub>30</sub> 拳頭姿勢時計様運動 (正)  
 10<sup>22</sup>/<sub>50</sub> 間代性痙攣 (下肢直ちに強縮性痙攣に移行)

延髄：(10倍の胆汁) 採取後数日

11<sup>3</sup>/<sub>0</sub> 右延髄に10倍胆汁0.03ml注入  
 11<sup>3</sup>/<sub>5</sub> 間代性痙攣 (下肢)  
 11<sup>5</sup>/<sub>0</sub> 同方姿勢下肢筋連続的収縮  
 11<sup>23</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

延髄：(10倍の胆汁) 採取後30分

12<sup>20</sup>/<sub>0</sub> 10倍の胆汁右延髄に 0.03ml注入  
 12<sup>20</sup>/<sub>5</sub> 拳頭姿勢時計様運動 (正) 1 回  
 12<sup>22</sup>/<sub>5</sub> 上下肢筋連続的収縮  
 12<sup>23</sup>/<sub>0</sub> 軸転様となる  
 12<sup>25</sup>/<sub>10</sub> 体全体に間代性痙攣 (KK)  
 12<sup>25</sup>/<sub>50</sub> KK 終了  
 12<sup>35</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

(4) 小脳：(生胆汁) 採取後40分

12<sup>40</sup>/<sub>10</sub> 右小脳(延髄の上部も含む)胆汁0.03ml注入  
 12<sup>40</sup>/<sub>15</sub> 筋に連続的筋収縮  
 12<sup>42</sup>/<sub>0</sub> 右高姿勢頭振運動  
 12<sup>55</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

小脳：(生胆汁) 採取後50分 (延髄の上部も含む)

12<sup>50</sup>/<sub>0</sub> 右小脳胆汁0.03ml注入

12<sup>50</sup>/<sub>30</sub> 下肢連続的筋収縮超反弓運動, 反方姿勢  
 12<sup>53</sup>/<sub>0</sub> 時計様運動 (負) 左向姿勢  
 13<sup>5</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化なし

(5) 脊髓：(10倍の胆汁) 採取直後

10<sup>49</sup>/<sub>0</sub> 右脊髓に10倍の胆汁0.03ml注入  
 10<sup>49</sup>/<sub>10</sub> 上下肢に連続的筋収縮下肢伸筋運動  
 10<sup>49</sup>/<sub>50</sub> 強縮性痙攣 (TK)  
 10<sup>59</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

脊髓：(10倍の胆汁) 採取後 2 時間

11<sup>5</sup>/<sub>0</sub> 右脊髓に10倍の胆汁0.03ml注入  
 11<sup>5</sup>/<sub>5</sub> 左下肢右上肢連続的筋収縮伸筋運動  
 11<sup>5</sup>/<sub>30</sub> 反弓姿勢 (下肢) 拳肩姿勢  
 11<sup>7</sup>/<sub>38</sub> 下肢開大左高姿勢  
 11<sup>25</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

背髄：(生胆汁10倍) 採取後 1 時間

12<sup>50</sup>/<sub>0</sub> 10倍の生胆汁右背髄0.03ml注入  
 12<sup>51</sup>/<sub>0</sub> 上下肢伸筋運動  
 12<sup>51</sup>/<sub>20</sub> 右高姿勢  
 12<sup>51</sup>/<sub>21</sub> 強縮性痙攣 (TK)  
 13<sup>15</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

以上を表記すると第 1 表の如くなる。

第 1 表

注入部	運 動	姿 勢 変 化
前 脳	{ KK (-) TK (-)	{ 下肢筋収縮 伸筋運動
中 脳	{ KK (-) TK 時計様運動 (正負) 軸転運動	{ 結印姿勢 同方反方姿勢 反弓姿勢 左 (右) 高姿勢
小脳及 び延髄	{ KK (+) TK (±) 軸転運動 時計様運動 (正負) 反弓超反弓運動	{ 上肢屈筋姿勢 拳頭姿勢 同方及反方姿勢 反弓姿勢
脊 髄	{ (小脳の上部) 強縮性痙攣 伸筋運動 (下肢)	{ 下肢開大 反弓姿勢 右高姿勢 拳肩姿勢

#### IV. 延髄背髄間及中脳小脳間にて切断せる例

(1) 延髄背髄間切断 (MD/RM)

背髄 (RM) に注入せる例, 10倍の胆汁

10<sup>55</sup>/<sub>0</sub> 右背髄に10倍胆汁0.03ml注入  
 10<sup>55</sup>/<sub>10</sub> 下肢筋連続的筋収縮  
 10<sup>55</sup>/<sub>30</sub> 伸筋運動  
 10<sup>55</sup>/<sub>35</sub> 右下肢に強縮性痙攣  
 11<sup>10</sup>/<sub>0</sub> に至るも変化を認めず

延髄背髄間の切断

背髄 RMに注入10倍の胆汁採取後 1 時間

13<sup>10</sup>/<sub>0</sub> 10倍の胆汁右背髄に注入

- 13°10' 5" 強縮性痙攣 (TK)
- 13°15' 0" 伸筋運動屈筋姿勢
- 13°25' 0" に至るも変化を認めず

延髄背髄間切断: (10倍胆汁) 採取後1時間

- 13°30' 0" 右背髄に10倍の胆汁0.03ml注入
- 13°30' 8" 両下肢強縮性痙攣
- 13°30'10" 下肢伸筋運動

(2) 中脳小脳間切断 (MH/KH)

延髄 (MD) に注入 10倍の胆汁3日後

- 13°40' 0" 10倍胆汁右延髄0.03ml注入
- 13°40' 5" 下肢筋連続収縮後反弓超反弓運動3回
- 13°43' 0" 強縮性痙攣 (下肢)
- 13°45'10" 低頭姿勢
- 13°55' 0" に至るも変化を認めず

中脳小脳間切断

延髄 (MD) に5倍胆汁注入

- 3°10' 0" 右延髄に5倍胆汁0.03ml注入
- 3°10' 5" 右上肢曲げ左上肢伸ばす
- 3°12' 0" 拳肩姿勢
- 3°12' 3" 下肢間代性痙攣後強縮性痙攣に移行
- 3°25' 0" に至るも変化を認めず

中脳小脳間切断

小脳 (KH) に生胆汁注入採取後数日

- 10°30' 0" 右小脳に10倍の胆汁0.03cc注入
- 10°30' 5" 右下肢超半球運動3回後左高姿勢
- 10°45' 0" に至るも変化を認めず

中脳小脳間切断

小脳 (KH) に注入10倍胆汁

- 10°50' 0" 右小脳に(延髄の上部も含む)胆汁0.03ml注入
- 10°50'10" 時計様運動(正)1回
- 10°50'15" 同方姿勢反弓運動(下肢)
- 11°10' 0" に至るも変化を認めず

延髄背髄間切断

背髄 (RM) に10倍の胆汁注入

- 10°35' 5" 右背髄に10倍の胆汁0.03ml注入
- 10°35'15" 両下肢開大反弓姿勢
- 10°35'30" 伸筋運動(下肢)
- 10°36'30" 右下肢強縮
- 10°55' 0" に至るも変化を認めず

以上を総括すると第2表の如くなる。

第2表

切断部位	注入部	運動	姿勢変化	備考
中脳 小脳	延髄	筋連続的収縮(上下肢) 超反弓運動	反弓超反弓姿勢 左右高姿勢 同方反方姿勢	MD注入後注入部切除すれば軟麻痺となる
延髄 背髄	背髄	筋連続的収縮(下肢) 伸筋運動	伸筋姿勢	背髄注入後注入部切除すれば軟麻痺となる

V. 考 察

以上の諸例によりて胆汁により $\gamma$ 及カエルの脳髄に胆汁を注入する事により姿勢変化及運動性を生ずる事が明らかになった。しかも $\gamma$ に於ては、ダイコクネズミと異なり、潜時は採取の時間に関係なく、又痙攣も間歇的に長期に互り連続痙攣をくりかえすことは先ずない。

之を総括するに、前脳、中脳、小脳、延髄の何処に於ても濃きものに於ては、一過性の上肢下肢肩臀筋等に波うつ如き連続収縮を数秒間起すが、其が急激になると、下肢に於てはその一部は、間代性痙攣に移行するが如く思われる。

この間代性痙攣は、黒木・藤井の記載せるが如く、主として下肢に生ず。

又之と共に注入後、呼吸促迫、呼吸数の増加、腺分泌、眼球突出、眼球振盪、脱糞する等が附ずいことがある。

以上を総括すれば胆汁を $\gamma$ 及食用ガエルの脳幹に注入すれば、下肢筋痙攣、低頭姿勢、下肢開大、中脳に於ては間代性痙攣、正負の時計様運動、軸転、結印姿勢、拳頭姿勢、左高及右高姿勢、反弓下肢伸筋姿勢等を呈する。

小脳に於ては、左高、右高姿勢、軸転、時計様運動、反弓、超反弓運動等を呈する。

延髄に於ては上肢屈筋姿勢、拳頭姿勢及間代性強縮性痙攣を生ずる。又背髄に於ては、反弓拳肩等の運動変化を生ずる。

併も痙攣を指標とするときは間代性痙攣は、中脳切断後延髄に注入することによって起る事、及延髄注入後直ちに延髄を切断するものに於ては、下肢筋弛緩し、背髄に注入するも痙攣を生ぜぬ事によって、延髄に間代性痙攣を起す中枢の主要部が存するものではあるまいか。又延髄切断後背髄に注入する事に依り、強縮性痙攣を起すが、背髄注入後背髄を切断すれば、強縮性痙攣は消滅し、下肢筋は軟麻痺となることによつて、強縮性痙攣の中枢は背髄にあるものと謂わねばならぬ。

脳幹を切断切除せざるものに於ては、中脳、小脳等によつて、一部起る痙攣は其等に注入

せる試薬の延髄及脊髄に浸透波及することによって痙攣性を起すかは、痙攣の一過性の為に確認するに至らなかつた。

は上肢下肢肩臀筋等の痙攣を一過性に認めるが、全般を通じ間歇的に長時に渉り、特徴ある間代性痙攣は認められなかつた。

## VI. 結 論

ガマ及カエルに於て、其の各々の脳幹に極少量の胆汁を注入することによつて、

1. 間代性痙攣を起し、又各種の姿勢及運動変化を生ず。

2. 間代性痙攣は主として下肢に起り延髄をその中枢とする。

3. 痙攣はダイコクネズミと異なり、採取後時間と関係なく、潜時も速きは3~5'遅きものに於ても2~3'に於て起る。又濃きものに於て

## 文 献

- 1) 石塚 保 (1942) 皮質性癲癇物質にいつて 条件反射 4, 442-454
- 2) 伊藤国男・石塚 保・渡辺武之助 (1942) 大脳皮質運動領に対する PicROTOXINIZATION 並に Strychnization について 条件反射 3, 290-306
- 3) 尾崎恪治 (1942) 皮質性癲癇痙攣の最終共通道としての Gyrus sigmoideus 条件反射 3, 314-324
- 4) 須田 勇 (1942) 皮質性癲癇痙攣の皮質下連鎖 条件反射 4, 472-487
- 5) 黒木昌夫・藤井千枝子 (1948) 藪の中樞神経に対する機械的操作によつて生ずる運動現象について 条件反射 13, 133-136

## Summary

A minute dosis of bile (from dog or toad) which was injected to cerebral cortex of dog, induced clonic convulsions. When it was injected to the brain of a frog or a toad, clonic convulsion, postural change and abnormal movements were induced. The latent period of this convulsion was 3sec. to 5min., and the most sensitive centre was situated in medulla.

(*Dep. of Physiology, Keio-gijvku Univ. School of Med. Tokyo*)

## 胆汁及び諸種胆汁酸塩による皮質性並に脳髓性痙攣に就いて

612.357.15:612.741.1:612.82

Studies on the Cortical and Cerebral Convulsions by Bile and by some of the Bile Salts.

竹 田 達 男 (TAKEDA-Tatsuo)\*

### I. 緒 言

イヌ、ネコ又はサルの大脳皮質運動領及び其の近傍の一定領域に極めて少量の化学物質を与えると選択的に間代性痙攣を生ぜしめると云う物質のあることは石塚<sup>1)</sup>、伊藤・渡辺<sup>2)</sup>、尾崎<sup>3)</sup>、須田<sup>4)</sup>等に依り発見せられた。

其の物質はStrychnine, Picrotoxin, Metrazol, Nicotine 及び Glutamin酸-Na 等である。

又 Asparagin酸-Na は低濃度 (1mol) 以下では単運動又は短い強縮性痙攣を起し高濃度 (1.5 mol 又は 2mol以上) では間代性痙攣を生じ  $\alpha$ -Ketoglutar酸は濃度の如何によらず単運動又は強縮性痙攣を起すことが発見せられた。

ダイコクネズミに於ても上記物質は之を大脳中脳等に与えるときは主として間代性痙攣を生ずることは石橋<sup>5)</sup>、三浦<sup>6)</sup>の報告して居る所であるが著者はガンマ又はイヌの胆汁が同様にダイコクネズミに於ては脳髓性間代性痙攣を、イヌに於ては皮質性痙攣を生ずることを発見し、更に胆汁成分中の如何なる物質が其の原因であるかを分析した。

### II. 実験の方法

実験は主としてダイコクネズミを用い、少数のイヌをも用いた。

胆汁はウシ、イヌ、ネコ、ガンマの各動物より採取し、胆汁各成分は市販のもので得られるものは其れを用い、胆汁酸塩の諸種類は岡山医科大学教授清水多栄博士の製作せられたるものを分与を受け、之を用いた。此処に同教授に対し厚く感謝の意を表する。

ダイコクネズミは石橋<sup>7)</sup>の方法により開頭す

ることなく頭蓋上より一定の深さに穿刺注入する方法を用い、観察の痙攣標示も同氏等の方法に従った。

イヌに就ては斎藤・須田<sup>9)</sup>の方法に従って開頭し直接皮質に注入する方法を用い、観察の標示も亦同氏の方法に従った。

### III. 実験成績 其のI

A. ウシ、ネコ、イヌの各胆汁に就いては第1表の如くガンマ胆汁に就ては第2表の如くでダイコクネズミの脳髓性痙攣は次項の如き成績に一括出来る。

第1表 諸種胆汁の脳髓性痙攣作用

物質	採取後	濃度	量ml	潜時	痙攣	備考
牛胆	8週	10%	0.01	12'20"	(+)	
〃	〃	〃	0.03	13'44"	(+)	
〃	10週	〃	0.05	13'10"	(+)	
〃	〃	〃	〃	13'52"	(+)	
犬胆	2週	〃	〃	13'20"	(+)	
〃	〃	〃	〃	12'12"	(+)	
猫胆	3週	〃	〃	12'35"	(+)	
〃	〃	〃	〃	13'17"	(+)	

第2表 ガンマ胆汁脳髓性痙攣作用

物質	採取後	濃度	量ml	潜時	痙攣	備考
蕁胆汁	3日	1%	0.03	10'20"	(+)	4月20日
〃	10分	0.1%	0.05	1'25"	(+)	4日22日
〃	8分	11%	〃	60"	(+)	5月10日
〃	30分	11%	〃	40"	(+)	〃
〃	数分	10%	〃	12'45"	(+)	6月26日
〃	10分	10%	〃	3'35"	(+)	〃
〃	24分	10%	〃	8'05"	(+)	15分湯沸
〃	55分	10%	〃	10'10"	(+)	〃
〃	7分30秒	50%	〃	15'00"	(+)	5分湯沸
〃	1分20秒	20%	〃	6'10"	(+)	6日28日
〃	13分	20%	〃	13'00"	(+)	〃
〃	2分30秒	50%	〃	11'30"	(+)	〃
〃	9分	50%	〃	7'35"	(+)	6月26日

註：夏ガンマ胆汁は夏以後のガンマ胆汁より比較的潜時が長い。

\* 慶応義塾大学医学部生理学教室

1) ウシ, イヌ, ネコ, ガマ何れの胆汁でもダイコクネズミに脳髓性痙攣を起し, 其の主痙攣は間代性痙攣である。

2) 胆汁を採取したままの濃度より順次にうすめて行くと濃いものに於ては脳髓性痙攣の後, 間もなく死ぬものが多く, 死なないものは痙攣の持続時間が長く且間歇的に10数回起る。濃度がうすくなるに従って脳髓性痙攣の持続時間短かく, やがて1回の痙攣で止む。更にうすめると闕下になる。

云いかえれば間歇的に長く続くものは胆汁の特性ではなく其の濃度によるものである。

3) 脳髓注入後(注入量0.05~0.01ml)痙攣の生ずる迄の時間即ち潜時は採取直後の胆汁に於て最も短かく採取後20~60分を経過すれば潜時は長くなり之より24時間或は其れ以上放置したものでも更に長くなることはまずない(第2表註参照)。

4) 胆汁を煮沸しても痙攣濃度は略々変化しない。又煮沸により潜時が特に延長することはない。

B. 胆汁成分中如何なる物質が脳髓性痙攣物質であろうか。

著者の試みたものは主として各種胆汁酸塩であるが Taurochol-酸, Taurin に就いては共に脳髓性痙攣物質でないことは第3表に示す如くである。

第3表 Taurin, Taurochol 酸には作用がない

物質	濃度	量ml	痙攣	備考
Taurin	0.5%	0.05	(-)	死亡… 2例
Taurochal酸	0.5%	0.05	(-)	2例

1) Chol酸ではどうか

此処に Chol 酸とは胆汁酸中最も多い Trioxycholan 酸のことで NaOH で完全に中和して Trioxycholan 酸塩として検するに類る注目すべき結果を示した。

然るに Trioxycholan酸-Na を30~120分間37~38°C以上に一度加温すると第4表に示す如く明かに脳髓性痙攣を起す。

而も一度加温すれば其後60~120分後に於ても尙痙攣作用を失わぬ。

2) Deoxycholan 酸-Na (Desoxychol 酸-Na) に就ては如何

Deoxycholan酸-Na に就ては第5表に示した如く何れの例に於ても極く少量に於て間代性痙攣が起り; 其の痙攣は間歇的で数時間から数10時間持続する。

即ち1%の Desoxychol酸-Na より順次うすめて行くと濃きものはうすきものよりも痙攣の強さは強く現われ持続時間も又永くなる。

1% の例に就いては間代性痙攣激しくなるにつれて前肢を上げるのが見られ, 又時計様運動も見られる。

0.2% になると痙攣は弱くなり0.1% では痙攣闕下で最早痙攣は認められない。

脳髓注入後痙攣の生ずる迄の時間即ち潜時は何れも11~15分前後で濃度には関係なく又 Desoxychol酸-Na にダイコクネズミの皮質切片を加え38°Cに加温しても潜時には変化は認められない。

3) Monoxycholan酸-Na では如何

Monoxycholan 酸は水に溶解せず Alcohol に僅かに溶解すると記載されて居るが Alcohol は脳髓の運動性節細胞に対し抑制的に働くこと云うことが大久保<sup>10)</sup>の研究により確定されて居るので此の実験より除外した。

C. 人, イヌ, ネコ等の胆汁には存在しないが清水<sup>11)</sup>がテンダクネズミの胆汁中には尙特別の胆汁酸塩がある事を発見した。例えば3oxy-7Ketocholan 酸である。依って之を次の如く検した。即ち3oxy-7Ketocholan 酸も亦脳髓に極く少量を注入することによって痙攣を起すことが出来る。

其の痙攣は種々であって5~1%の3oxy-7Ketocholan酸-Naの0.02~0.05mlの注入によつては第6表の如く間代性痙攣, 強縮性痙攣, 跳躍運動, 交代性痙攣等が見られた。

但し1%よりうすきものでは強縮性痙攣, 交代性痙攣, 跳躍は認められない。0.5%では間代性痙攣のみ起り, 其の痙攣は著明ではない。

0.3% では痙攣闕下で最早痙攣は起らない。

亦3oxy-7Ketocholan酸の痙攣潜時はDesoxy-

第4表 Chal酸-Na に依る脳髓性痙攣

物質	濃度	量ml	痙攣	例数	潜時	備考
Chal酸-Na	5%	0.01 0.05	(-)	4/4	—	加温せず
〃	4%	0.05	(-)	1/1	—	〃
〃	3%	0.03-0.05	(-)	2/2	—	〃
〃	3%	0.05	(+)	6/6	7'~12'45"	加温38°C
〃	4%	〃	(+)	1/1	7'55"	〃
〃	4%	〃	(+)	1/1	8'50"~16'40"	煮沸15分
〃	3%	〃	(+)	1/1	—	加温後30分~120分冷し20~
〃	3%	〃	(+)	1/1	—	30とす

第5表 Desoxychol酸Na の脳髓性痙攣作用

物質	濃度	注入量	潜時	痙攣	備考
Desoxychol酸Na	1%	0.02ml	11'47"	(+)	
〃	1%	0.05 〃	13'55"	(+)	
〃	0.5%	0.02 〃	11'55"	(+)	
〃	0.3%	0.05 〃	11'25"	(+)	
〃	0.2%	0.05 〃	22'50"	(+)	
〃	0.2%	0.05 〃	15'50"	(+)	
〃	0.1%	0.05 〃	—	(-)	
〃	0.1%	0.05 〃	—	(-)	
〃	1%	0.05 〃	11'00"	(+)	脳切片38°C
〃	1%	0.05 〃	15'10"	(+)	30分加温

第6表 3oxy-7Ketocholan酸Na の脳髓性痙攣作用

物質	濃度	注入量	潜時	痙攣	備考(間代性並び強縮性)
3oxy-7ketocholan酸Na	5%	0.03	10'35"	(+)	TK+KK
〃	5%	〃	7'30"	(+)	〃
〃	3%	0.05	9'15"	(+)	〃
〃	2%	〃	7'05"	(+)	38°C30分加温
〃	1%	〃	4'05"	(+)	KK+TK加温せず
〃	1%	〃	9'09"	KK(+)	38°C30分加温
〃	1%	〃	8'02"	KK(+)	加温せず
〃	0.5%	〃	11'10"	KK(+)	〃
〃	0.5%	〃	5'20"	KK(+)	38°C30分加温
〃	0.3%	〃		(-)	

chol酸よりも稍々短かく7分前後である。又加温するも何等の変化は認められない。

綜括するに 3oxy-7Ketocholan酸-Na では間代性痙攣、強縮性痙攣共に起り其の外に交代性痙攣も生ずる。

以上を綜括するに胆汁酸塩の中、選択的に間代性痙攣を起すのは Deoxychol酸塩 (Desoxychol酸塩) で、加熱せる Trioxychol酸塩も亦間代性痙攣のみを起し、3oxy-7Ketocholan酸塩に至っては其の他の痙攣を支えると云わなければならない。

此の事から考えると諸種動物の胆汁がダイコクネズミに於て脳髓性痙攣を起すのは主として胆汁成分中の胆汁酸塩であり、特に間代性痙攣に就ては Deoxychol酸塩であるものと考え

てよい。

#### IV. 実験成績 其の2

以上の結果より特に Desoxychol酸に注目したが此の Desoxychol酸は多くの物質と錯化合物を作り一括して Cholein酸と呼ばれる。

然らば Cholein酸塩に就いてはどうであろうか。

著者の得た Cholein酸は Essigcholein酸並に Palmitin-, Stearin-, Olein-cholein酸で此等の Na塩を作り此のダイコクネズミに対する脳髓性痙攣を検するに第7表の如き成績を得た。

即ち此等の Cholein酸は其のままでは脳髓性痙攣を起すものではなく、試みに 37~38°C 以上に加温するも亦痙攣物質に変化することはな

第7表 諸種 Cholein酸Naは痙攣作用はない

物 質	濃 度	注 入 量	痙 攣	備 考
Essigcholein酸Na	2%	0.05ml	(-)	通電せず
〃	1%	〃	(-)	100V 5秒通電
〃	0.3%	〃	(-)	上と同じ 3/3
〃	0.1%	〃	(-)	+0.2% Glutamin 10秒通電
〃	0.1%	〃	(-)	〃
Palmitincholein酸Na	2%	〃	(-)	通電せず
Stearincholein酸Na	2%	〃	(-)	〃
Oleincholein酸Na	3%	〃	(-)	〃

い.

錯化合物は通電に依り酸を遊離すれば痙攣物質に変化するものと考え交流100V 50c/sec 5秒通電した後検したが脳髓性物質に変化することはない。

然るに Desoxychol 酸と錯化合物を作り易い物質に加え之を試みれば如何。

其の成績は1例を第8表とし、諸例を第9表に示す如きすこぶる注目に値すべき結果を示した。

第8表 1例

Essigcholein酸Na+当 mol (0.183mol) 酪酸  
例—ラツテ wt. 68g  
4<sup>54</sup>/10<sup>0</sup> Essigcholein酸Na+当 mol 酪酸<sub>1</sub>に0.05ml 注入  
4<sup>57</sup>/0<sup>0</sup> 横臥す  
4<sup>59</sup>/0<sup>0</sup> 立つて起き出す  
5<sup>7</sup>/55<sup>0</sup> 突然間代性痙攣起る倒れる 持続6~7秒  
5<sup>20</sup>/0<sup>0</sup> その後起らぬ

即ち諸種 Cholein 酸は酪酸を当量に混和することに依りて始めて脳髓性痙攣物質と変化することは明かで試みに酪酸のみの場合は第9表の如く何等の痙攣作用もなき点よりみて此の両種の物質の混和により突如として脳髓性物質に変化することが確認された。

之が果して錯化合物変換による Desoxychol 酸の出現であるかどうかは別として何れも脳髓性痙攣物質でないものが2者混和することによ

って脳髓性痙攣物質に変化することは事実である。

## V. 考察並に結論

以上の実験事実は一部はイヌに於て試みて居るがイヌに於ては例えば 2-oxycholan酸-Na は明瞭な間代性痙攣のみを起し、上記諸実験のダイコクネズミに於ける脳髓性痙攣の中、特に間代性痙攣はイヌ、ネコ又はサルの皮質性間代性痙攣に対応するものであることが明かである(竹田・西山・林<sup>12</sup>)。

イヌ、ネコ又はサルは皮質性痙攣に対応するダイコクネズミの脳髓性痙攣に就いては、先ず第1に諸種動物の胆汁が直接に脳髓動物系節細胞に対して痙攣物質であることに疑ない。

第2に痙攣物質としての胆汁成分は胆汁酸塩特に Desoxychol 酸塩であることも疑ない。

既に我等は脳髓運動系節細胞に直接作用する物質として緒論に述べた多数の物質を知つて居るが、此の中Glutamin酸Na, Asparagin酸Na, α-Ketoglutar酸Na 等は常に生体内に存在する物質であるが此処に又同じく常に生体内に存在する物質として Desoxychol酸-Na が発見せられた。

林<sup>8</sup>)は生体内に常に存在することの確かな諸物質が脳髓運動系節細胞に痙攣物質として作用

第9表 酪酸 Cholein酸に酪酸を添加した実験

物 質	濃 度	痙 攣	注 入 量	備 考
Essigcholein酸Na	2~0.1%	(-)	0.05	通電100V 5秒 加温30分
Essigcholein酸Na	1%	(+)	〃	酪酸(当mol)を加へた
+酪酸Na	1%	(+)	〃	酪酸(当mol)を加へた
〃	1%	(+)	〃	15秒通電(加へて通電)
酪酸 Na	0.183mol	(-)	〃	通電15秒
〃	〃	(-)	〃	〃
酪酸	〃	(-)	〃	〃

する事実から、中枢神経に於ける運動の発動には特殊の作用物質が存在すべきことを予想し次の如き模型実験によって此の予想が必ずしも謬妄でないことを証明しようとした。即ち

1. 皮質性又は脳髓性間代性痙攣は少量の蛋白質を混じた Glutamin酸-Na では起らぬが之に直流又は交流数秒間の通電を与えると Glutamin酸-Na は突如として間代性物質に変化する。

2. Glutamin酸-Na の皮質性間代性痙攣作用は之に CO<sub>2</sub> を添加することによっても制止せられる。此の CO<sub>2</sub> 添加 Glutamin酸-Na に上記の如き通電操作を与えるか又は pH を増大せしめると Glutamin酸-Na は突如として皮質性間代性痙攣物質に変化する。

上記の2つの事実は林の“化学的発動学説”の模型であるが、著者は之に第3の相似た機制の事実を挙げる事が出来た。即ち

3. Essigcholein 酸即ち Desoxycholein 酸と醋酸との錯化合物はそのままでは皮質性痙攣物質ではない。然るに之に酪酸を加えると恐らく錯化合物の変化が起り少量の Desoxychol 酸が遊離すると考えられる。

勿論酪酸又は酪酸 Na は痙攣物質ではない。

稿を終るに臨み、林教授の御指導御校閲に対し深甚なる感謝を表し、加藤教授の御鞭撻並に御助言を戴いた須田助教授・岡本講師及び、教室員一同の御協力に対し深く感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 石塚 保(1942) 運動現象を標示とする大脳灰白質微小刺戟法 条件反射 4, 83-99
- 2) 伊藤国男・渡辺武之助(1941) 大脳皮質運動領に対する Picrotoxinization 並に Strichnization に就て 条件反射 3, 76-92
- 3) 尾崎格治(1942) 皮質性痙攣と皮質領野の区分 条件反射 4, 62-69
- 4) 須田 勇(1944) 痙攣痙攣を標示とした皮質運動領の性質 条件反射 6, 32-46
- 5) 石橋俊正(1944) 大黒鼠に対する脳髓性痙攣物質に就て 条件反射 6, 92-95
- 6) 三浦虎雄(1945) 中枢神経運動系電氣的刺戟による比較生理学的研究 条件反射 7, 23-36
- 7) 石橋俊正(1944) 大黒鼠に対する脳髓性痙攣物質の簡易検定法 条件反射 6, 88-91
- 8) 林 謙(1944) 大脳生理学 三笠書房 東京
- 9) 斎藤脩二・須田 勇(1941) 犬の大脳皮質運動領の刺戟によって起る痙攣痙攣 条件反射 3, 22-29
- 10) 大久保信一 中枢神経運動系痙攣物質とアルコールの抵抗作用に就て(日本生理誌に掲載の予定)
- 11) 清水多栄(1912) Die Chemie und Physiologie der gallen Säuren
- 12) 竹田達男・西山信雄・林 雅男(1954) 胆汁及び胆汁酸による皮質性間代性痙攣 日本生理誌 16, 623

#### Summary

1) Bile of cow, dog, cat and toad produced the cerebral convulsion in rat, whose chief type was the clonic.

2) Among bile salts, desoxycholate and warmed trioxcholate caused the clonic convulsion selectively, while 3-oxy-7-ketocholate induced the clonic and tonic convulsions.

3) Although nothing was seen by choleic acid alone, this substance could suddenly become an active agent by adding butyric acid.

(Dept. of Physiol. Keio-gijuku University School of Medicine, Tokyo)

## 骨格筋膜電位差の塩類効果と濃度効果 612.743:612.014.462

### The Salt Effects and the Concentration Effects on the Membrane Potential of a Skeletal Muscle.

久保田 效 (KUBOTA-KO)\*

#### I. 緒 言

我々の教室では一般に或る物質系を隔てて2つの電解質溶液を対峙させた場合に、その物質系の存在するがためにそれを隔てて2つの溶液間に認められる電位差を膜電位差、その物質系を膜と名付けている。膜に陰性膜と陽性膜とを区別する。陰性膜とは膜の一側に接する中性塩類の濃度が増加する程その側の陰極性の高まる膜であり、陽性膜とは膜の一側に接する中性塩類の濃度が増加する程その側の陽極性の高まる膜である。同一中性塩類の或る濃度を境として稀薄な側と濃厚な側とで膜の陰性陽性を異にする膜を塩類濃度両性膜、中性塩類の種別が異ると陰性陽性を異にする膜を塩類種別両性膜、pHの推移により膜の陰性陽性を異にする膜をpH両性膜（従来の両性膜）と呼ぶ。隔絶法による骨格筋の電動力も広い意味の膜電位差として理解出来るので、従来の研究との関連上表題のような表現法をとった。

扱て骨格筋の負傷電位や塩電位については古くから多数の研究者によって電源の位置やイオン系列が論じられている。例えば前者に関しては古く Hermann の変質説、Bernstein の膜説が提唱されたが、其の後の多数の研究にも拘らずそれが負傷面にあるか正常面にあるかは未だ決定的な検証をされていないようである。イオン系列に関しては Höber<sup>1)</sup> の研究があり Hofmeister の離水順列と一致する結果を得ているが、杉<sup>2)</sup> はこれを更に隔絶法により負傷面に対しても検討し、負傷面も正常面と略々同様に振舞うことを認めている。更に杉は塩類効果をしらべて、この結果より正常面も負傷面もその動

電的效果は本質的には異ならないと論じている。しかしこれらの濃度効果は等張より低張の範囲で見られていて、低張より高張の域に至る広い範囲での研究は見られないようである。

我々は膜電位差の研究に当っては、時間的に恒定な電位差を求めることを実験の第一主眼点としている。これは生物体を膜として取扱う場合には充分には望めないことであろうが、私は斯かる実験態度に於て骨格筋の生物膠質としての性格を膜電位差的に研究しようとした。私は杉<sup>3)</sup> の隔絶法を用い、上述の態度を以て藁の縫工筋の膜電位差的研究を企て、筋の正常面と負傷面とが膜電位差的对蹠的な数個の性格を持っていることを見出した。よって以下其の結果とそれに先き立って行った、その基礎ともなる同液膜電位差（隔絶筋部を共に生理的食塩水に浸した場合の電位差）の結果について併せて報告する。

#### II. 実験方法

実験材料として採取後間もない藁の縫工筋を無傷的に剔出したものを用いた。手術に際しては常に或る一定の術式に従い後肢の皮膚を切開して筋を露出してから凡そ7~8分にて左右の筋の剔出を終るように習熟した。無傷的に剔出を終った筋を直ちに隔絶箱の隔壁に固定し、隔壁の一侧には基準液、他側には被検液を注ぎこむ。隔絶箱は杉<sup>3)</sup> の方法にならって自作したものを用いた。即ち内径5×9×5cmの大きさの、熔融パラフィンを厚く塗って水が洩れないことは勿論、電氣的に外部と絶縁された木箱であって、この箱の中央には、筋を挿入固定するためのベークライト板の隔壁がある。これにより箱を左右2室に分離すると共に、筋を挿入固定し

\* 京都府立医科大学生理化学教室

た場合に隔壁の両側（基準液側及び被検液側）が互に電気的に隔離されるようになっている。実験に供した筋の標本には次の4種の形式のものがある。

第Ⅰ標本—被検液にも基準液にも共に筋の正常面が浸漬されているもの

第Ⅱ標本—被検液には筋の正常面が、基準液には切断面が浸漬されているもの

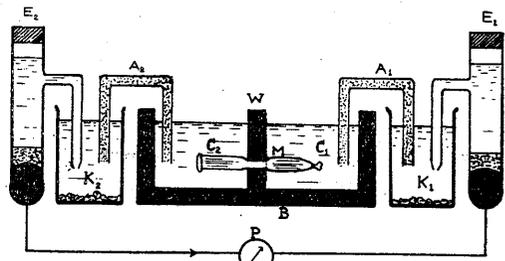
第Ⅲ標本—被検液にも基準液にも共に筋の切断面が浸漬されているもの

第Ⅳ標本—被検液には筋の切断面が、基準液には正常面が浸漬されているもの

第Ⅰ標本と第Ⅱ標本とは筋の正常面に関する標本であり、第Ⅲ標本と第Ⅳ標本とは筋の負傷面に関する標本である。筋の一端又は両端を切断する場合には、一旦正常筋を無傷のまま隔絶箱の隔壁に十分に緊圧して固定した後に鋭利なる刀で隔壁に密接して切断し、切断側には正常面の部分が僅かでも露出しないよう十分注意した。次いで基準液及び被検液を注ぎこむ。基準液及び被検液は夫々の溶液を含む約3%寒天ゲルを充填したガラス管（基準液寒天橋及び被検液寒天橋）を介して、各々飽和KCl溶液槽に連絡され、これらの飽和KCl溶液槽には夫々導電極たる飽和KCl甘汞電極の嘴管が挿入されている。この両電極を経て隔絶箱の筋に起っている起電力を測定する。このためには飽和KCl溶液と寒天橋との間に起っている拡散電位差の補正を施すのは言うまでもない。PotentiometerにはLeeds & Northrup製K型、

示零器にはLeeds & Northrup製の $4 \times 10^{-9}$  Amp.又は必要に応じて $2.6 \times 10^{-10}$  Amp.の感度を有する島津製A型Galvanometerを用いた。

電位差の符号は外部の導線を通して電流が被検液側から基準液側に流れる場合、即ち被検液側が陽極に当たる場合を(+)とし、被検液側が陰極に当たる場合を(-)とした。膜電位差が上昇するとは絶対値が正の方向で増加し、負の方向で減少すること、下降するとは絶対値が正の方向で減少し、負の方向で増加する事とする。第1図

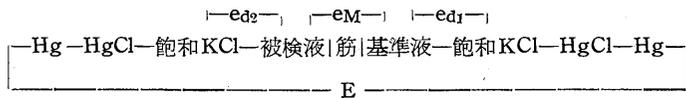


第1図 実験装置

M: 筋, B: 隔絶箱, W: 隔壁, C<sub>1</sub>: 基準液, A<sub>1</sub>: 基準液寒天橋, A<sub>2</sub>: 被検液寒天橋, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>: 飽和KCl溶液, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>: 飽和KCl甘汞電極, P: Potentiometer

は全体の実験装置の略図である。実験は1951年6月より1954年5月に互って室温にて実施した。何回か測定された膜電位差の数値を互に比較対照するような一連の実験、例えば各種の塩類の作用を互に比較するような場合には、なるべくこの一連の実験を短期間内に出来るだけ同一の条件にて行うように努め、実験結果を統計的に整理して判断を誤らないようにした。被検液及び基準液として用いた塩類溶液の濃度の簡記法として、血液等張 ( $d=0.40$ ) をPで表わした。1P NaCl溶液は0.115M NaCl溶液に等しい。MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>等では1P溶液は0.085Mにあたる。

実測される電位差(E)は筋を隔てた基準液と被検液との間の膜電位差(e<sub>m</sub>)、飽和KCl溶液と基準液寒天橋並びに被検液寒天橋との間に起る拡散電位差(e<sub>d1</sub>並びにe<sub>d2</sub>)及び両甘汞電極の単極電位差の総和として考えられる。即ち



ここに於て両甘汞電極の単極電位差の差及びe<sub>d1</sub>, e<sub>d2</sub>を消却する必要がある。両甘汞電極は全く同じ単極電位差を示す一對のものを作製して消却が完全に行われているように整備した。e<sub>d1</sub>, e<sub>d2</sub>については、用いた被検液寒天橋並びに基準液寒天橋中に含まれる塩類と、同一濃度の塩類溶液と、飽和KCl溶液との間の拡散電位差をHendersonの式により算出するか、或

いはこれにて計算出来ないものについては N. Bjerrum の外挿法によって実測して求め、これらを隔絶法によって実測される電位差の数値から差し引いて補正した。本文に示す数値はこのようにして補正したものである。ed<sub>1</sub> 及び ed<sub>2</sub> の

値を第1表及び第2表に掲げておく。Henderson の拡散電位差式及び N. Bjerrum の外挿法の応用に関する詳細については拡散電位差に関する当教室の多数の研究業績<sup>4) 5) 6)</sup>があるので茲には省略する。

第1表

1P 塩類溶液と飽和 KCl 溶液との間の拡散電位差 (単位 mV)

塩類	ed <sub>1</sub>	ed <sub>2</sub>	ed <sub>1</sub> +ed <sub>2</sub>
LiCl		-0.12	-0.25
NaCl	-0.13	+0.13	0
KCl		+0.59	+0.46
NH <sub>4</sub> Cl*		+0.002	-0.13
NaBr*		-0.19	-0.32
NaJ*		-0.72	-0.85
KBr		+0.54	+0.41
MgCl <sub>2</sub>		-0.75	-0.88
CaCl <sub>2</sub>		-0.65	-0.78
BaCl <sub>2</sub>		-0.59	-0.72

註：電位差の符号は隔絶法に於ける場合と同方向  
\* 印は N. Bjerrum の外挿法による実測値、他は Henderson の式による計算値

### III. 実験成績

#### A. 同液膜電位差の時間的経過

被検液にも基準液にも共に 1P NaCl 溶液を用いた場合の膜電位差を NaCl 同液膜電位差と名付ける。縫工筋を隔絶箱の隔壁に第 I 標本、第 II 標本並びに第 III 標本として固定し、隔壁の両側に夫々 1P NaCl 溶液を注ぎこみ、直後より 5 分毎に 120 分間に亙り膜電位差を測定した。その結果、第 I 標本及び第 III 標本では膜電位差は殆ど 0 に等しく、又時間的にも殆ど変動を示さない。第 II 標本即ち筋の一端を切断した場合には負傷電位があらわれ、溶液注入直後には平均 55.1mV、120 分後には 32.3mV を示す。

この場合、膜電位差の数値の絶対値は時間の経過と共に減少し、減少の程度は最初は急峻であるが次第に緩慢となり、その減少の仕方には電位差と時間との間に杉<sup>7)</sup>の言う指数函数的な経過が窺われる。

#### B. 塩類効果

縫工筋を第 I、第 II、第 III 及び第 IV 標本として隔絶箱の隔壁に固定し、その各々について最初の 40 分間 5 分毎に NaCl 同液膜電位差 (a) を測定し、次いで一側の 1P NaCl 溶液 (基準液) をそのままと、他側の 1P NaCl 溶液を 1P の各種塩類溶液 (被検液) と入れ替えて更に 40 分間 5 分毎に膜電位差 (b) を測定した。ここに用いた塩類は LiCl, NaCl, KCl, NH<sub>4</sub>Cl, NaBr,

第2表

種々の濃度の塩類溶液と飽和 KCl 溶液との間の拡散電位差 (単位 mV)

塩類	濃度						
	P/81	P/27	P/9	P/3	1P	3P	9P
LiCl	ed <sub>1</sub>				+0.12		
	ed <sub>2</sub>	+1.39	+1.14	+0.88	+0.50	-0.12	-1.22
NaCl	ed <sub>1</sub>				-0.13		
	ed <sub>2</sub>	+1.35	+1.16	+0.91	+0.59	+0.13	-0.67
KCl	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+1.22	+1.03	+0.78	+0.46	0	-0.80
NaBr*	ed <sub>1</sub>				-0.59		
	ed <sub>2</sub>	+1.34	+1.16	+0.96	+0.77	+0.59	+0.40
KBr	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+0.75	+0.57	+0.37	+0.18	0	-0.19
MgCl <sub>2</sub>	ed <sub>1</sub>				+0.19		
	ed <sub>2</sub>	+0.29	+0.23	+0.14	+0.02	-0.19	-0.77
CaCl <sub>2</sub>	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+0.48	+0.42	+0.33	+0.17	0	-0.58
BaCl <sub>2</sub>	ed <sub>1</sub>				-0.54		
	ed <sub>2</sub>	+1.33	+1.14	+0.95	+0.75	+0.54	+0.29
NH <sub>4</sub> Cl	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+0.79	+0.60	+0.41	+0.21	0	-0.25
NaJ*	ed <sub>1</sub>				+0.75		
	ed <sub>2</sub>	+1.27	+1.02	+0.63	+0.18	-0.75	-2.42
LiBr	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+2.02	+1.77	+1.38	+0.93	0	-1.67
KJ	ed <sub>1</sub>				+0.65		
	ed <sub>2</sub>	+1.26	+1.02	+0.70	+0.21	-0.65	-2.20
NH <sub>4</sub> Br	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+1.91	+1.67	+1.35	+0.86	0	-1.55
NaNO <sub>3</sub>	ed <sub>1</sub>				+0.59		
	ed <sub>2</sub>	+1.25	+1.02	+0.71	+0.24	-0.59	-2.03
LiNO <sub>3</sub>	ed <sub>1</sub>				0		
	ed <sub>2</sub>	+1.84	+1.61	+1.30	+0.83	0	-1.44

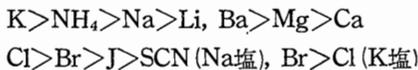
註：電位差の符号は隔絶法に於ける場合と同方向  
\* 印は N. Bjerrum の外挿法による実測値、他は Henderson の式による計算値

第3表 塩類効果 E<sub>0</sub>…(a)の40分値, E…(b)の40分値 (単位 mV)  
標本

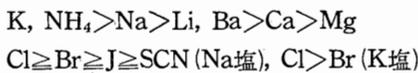
塩類	例	I			II			III			IV		
		E <sub>0</sub>	E	E-E <sub>0</sub>									
LiCl	1	-1.5	+3.2	+4.7	+50.8	+54.0	+3.2	+3.9	+8.0	+4.1	-50.5	-42.5	+8.0
	2	-1.0	+2.6	+3.6	+40.2	+43.3	+3.1	-5.6	-1.3	+4.3	-55.3	-42.7	+12.6
	3	-1.9	+2.1	+4.0	+57.2	+62.6	+5.4	+6.7	+9.0	+2.3	-54.0	-43.7	+10.3
	4	+0.2	+2.9	+2.7	+57.0	+62.5	+5.5	-2.3	+2.3	+4.6	-51.1	-44.5	+6.6
	5	-0.8	+0.8	+1.6	+64.4	+65.8	+1.4	+2.7	+6.7	+4.0	-53.4	-45.0	+8.4
	平均					+3.7			+3.9				+9.2
NaCl	1	+1.2	-1.4	-2.6	+47.9	+40.6	-7.3	+0.3	+0.4	+0.1	-51.8	-43.9	+7.9
	2	-0.6	-1.5	-0.9	+33.6	+29.6	-4.0	-2.2	-2.3	-0.1	-52.4	-42.3	+10.1
	3	-0.4	-0.4	0	+53.7	+45.1	-8.6	-0.5	0	+0.5	-52.0	-45.7	+6.3
	4	+0.4	+2.2	+1.8	+48.9	+41.5	-7.4	+3.0	+1.0	-2.0	-50.7	-42.8	+7.9
	5	+2.1	+2.8	+0.7	+53.0	+48.7	-4.3	-1.5	-0.2	+1.3	-51.4	-52.8	-1.4
	平均		-0.2			-6.3			0				+6.2
KCl	1	-4.8	-41.4	-36.6	+40.8	+6.3	-34.5	-2.6	-8.3	-5.7	-49.9	-53.9	-4.0
	2	-3.9	-36.3	-32.4	+43.9	+9.9	-34.0	-2.0	-9.0	-7.0	-47.9	-52.9	-5.0
	3	-3.9	-37.6	-33.7	+53.8	+16.0	-37.8	-5.3	-12.0	-6.7	-47.7	-51.2	-3.5
	4	+0.1	-38.5	-38.6	+48.0	+12.1	-35.9	+1.9	-5.8	-7.7	-50.2	-52.6	-2.4
	5	-3.2	-39.1	-35.9	+54.8	+12.3	-42.5	-3.1	-9.5	-6.4	-53.1	-55.4	-2.3
	平均		-35.4			-36.9			-6.7				-3.4
NH <sub>4</sub> Cl	1	-2.8	-16.6	-13.8	+53.5	+34.3	-19.2	0	-7.2	-7.2	-44.5	-46.9	-2.4
	2	-1.8	-17.7	-15.9	+52.9	+28.2	-24.0	-1.7	-8.9	-7.2	-60.1	-57.9	+2.2
	3	-1.4	-18.0	-16.6	+47.7	+28.9	-18.8	-1.2	-7.3	-6.1	-56.4	-55.5	+0.9
	4	-0.9	-12.6	-11.7	+60.7	+34.2	-26.5	+2.9	-4.6	-7.5	-57.7	-53.5	+4.2
	5	-4.3	-24.1	-19.8	+67.6	+39.5	-28.1	-2.4	-8.0	-5.6	-60.7	-60.0	+0.7
	平均		-15.9			-23.3			-6.7				+1.1
NaBr	1	-2.1	-0.4	+1.7	+38.6	+37.8	-0.8	+1.3	+2.0	+0.7	-48.7	-44.6	+4.1
	2	+2.2	+0.2	-2.0	+39.4	+42.0	+2.6	-2.5	-1.6	+0.9	-48.0	-43.5	+4.5
	3	+2.3	+2.8	+0.5	+53.9	+50.9	-3.0	-2.8	-1.2	+1.6	-51.5	-42.7	+8.8
	4	-1.5	+1.1	+2.6	+53.7	+50.8	-2.9	-1.2	-0.1	+1.1	-51.9	-43.4	+8.5
	5	-3.4	-2.2	+1.2	+60.1	+53.3	-6.8	-1.5	-0.6	+0.9	-43.2	-38.7	+4.5
	平均		+0.8			-2.4			+1.0				+6.1
NaJ	1	-3.8	+2.5	+6.3	+60.5	+57.6	-2.9	-2.7	-1.3	+1.4	-51.1	-45.4	+5.7
	2	-1.7	+3.0	+4.7	+68.7	+63.9	-4.8	-1.9	-0.6	+1.3	-35.7	-32.5	+3.2
	3	-3.9	+0.6	+4.5	+59.2	+58.6	-0.6	-2.6	-1.0	+1.6	-54.6	-43.7	+10.9
	4	-1.1	+6.0	+7.1	+59.4	+59.9	+0.5	+0.6	+2.1	+1.5	-51.8	-43.1	+8.7
	5	-5.8	+1.0	+6.8	+76.1	+71.8	-4.3	-1.1	+0.4	+1.5	-70.0	-62.2	+7.8
	平均		+5.9			-2.4			+1.5				+7.3
KBr	1	+2.1	-53.0	-55.1	+41.5	-6.7	-48.2	-1.4	-7.8	-6.4	-52.0	-54.8	-2.8
	2	+1.0	-69.9	-70.9	+36.1	-8.9	-45.0	-2.6	-8.4	-5.8	-50.2	-53.6	-3.4
	3	-2.3	-70.5	-68.2	+59.9	-9.0	-68.9	-1.4	-6.9	-5.5	-43.6	-41.3	+2.3
	4	+3.7	-43.6	-47.3	+59.0	-8.8	-67.8	-2.1	-7.9	-5.8	-57.6	-54.9	+2.7
	5	-4.1	-62.4	-58.3	+56.6	-7.0	-63.6	+2.7	-6.6	-9.3	-64.1	-63.3	+0.8
	平均		-60.0			-58.7			-6.6				-0.1
NaSCN	1	-2.9	+5.9	+8.8	+51.9	+63.0	+11.1	-2.3	-3.2	-0.9	-56.6	-45.2	+11.4
	2	-4.6	+6.9	+11.5	+55.6	+64.3	+8.7	-2.3	-3.6	-1.3	-66.5	-49.4	+17.1
	3	-0.7	+2.8	+3.5	+50.6	+61.2	+10.6	-1.8	-3.0	-1.2	-65.1	-52.4	+12.7
	4	-4.8	+0.6	+5.4	+40.1	+36.2	-3.9	-3.9	-4.8	-0.9	-54.2	-49.5	+4.7
	5	-1.3	+11.7	+13.0	+69.2	+74.9	+5.7	-1.3	-2.2	-0.9	-49.9	-44.2	+5.7
	平均		+8.4			+6.4			-1.0				+10.3
MgCl <sub>2</sub>	1	+1.3	+7.4	+6.1	+30.9	+36.8	+5.9	-3.5	+6.1	+9.6	-65.1	-48.9	+16.2
	2	+3.7	+10.0	+6.3	+53.1	+55.1	+2.0	-2.6	+6.6	+9.2	-70.1	-52.5	+17.6
	3	-1.2	+5.0	+6.2	+59.1	+60.9	+1.8	-4.5	+5.1	+9.6	-72.6	-54.3	+18.3
	4	+1.3	+9.9	+8.6	+63.8	+61.9	-1.9	-1.3	+8.0	+9.3	-63.6	-45.5	+18.1
	5	+2.4	+9.8	+7.4	+52.4	+56.8	+4.4	-0.8	+8.3	+9.1	-46.5	-32.4	+14.1
	平均		+6.9			+2.4			+9.4				+16.9
CaCl <sub>2</sub>	1	+0.8	+12.2	+11.4	+41.9	+46.1	+4.2	-1.8	+6.2	+8.0	-53.7	-38.3	+15.4
	2	-2.2	+6.6	+8.8	+42.3	+45.6	+3.3	-1.9	+5.4	+7.3	-39.5	-28.5	+11.0
	3	-0.1	+8.8	+8.9	+58.1	+59.6	+1.5	-1.9	+5.8	+7.7	-61.4	-49.2	+12.2
	4	+1.1	+10.3	+9.2	+58.7	+60.2	+1.5	-1.1	+6.3	+7.4	-70.8	-57.3	+13.5
	5	-0.6	+9.4	+10.0	+65.1	+67.7	+2.6	+1.4	+7.8	+6.4	-73.7	-61.4	+12.3
	平均		+9.7			+2.6			+7.4				+12.9
BaCl <sub>2</sub>	1	-6.7	+1.6	+8.3	+44.5	+47.5	+3.0	-0.2	+6.0	+6.2	-49.6	-40.3	+9.3
	2	-3.4	+5.3	+8.7	+44.0	+46.5	+2.5	-3.4	+3.9	+7.3	-58.2	-47.4	+10.8
	3	-1.2	+3.0	+4.2	+49.4	+50.5	+1.1	-3.2	+3.9	+7.1	-60.3	-47.8	+12.5
	4	-2.0	+3.1	+5.1	+51.6	+50.8	-0.8	-1.7	+5.8	+7.5	-69.1	-54.7	+14.4
	5	-1.7	+3.2	+4.9	+36.6	+36.6	0	-1.7	+4.7	+6.4	-71.3	-59.7	+11.6
	平均		+6.2			+1.2			+6.9				+11.7

NaJ, KBr, NaSCN, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub> の11種である。膜電位差の値は (a) も (b) も共に時間の経過するに従い変動が小となり、30分以後はその変動は10分間に大略 3mV 以下となる。

今 (a) 及び (b) の代表値として夫々の40分値をとり [(b)の40分値]-[(a)の40分値] を求めてこれを第3表に示した。これによると陰イオン又は陽イオン相互の間にイオン系列が認められる。即ち被検液側の陰極性を高める作用の強いものよりならべると、正常面に於ては



負傷面に於ては



イオン作用の強さの順位は陰陽両イオン共、正常面に対しても負傷面に対しても略々同じ順位を示し、大略 Hofmeister の離水順位に一致している。又概して陽イオンの作用の方が陰イオンの作用より大きい。1価の陽イオンの作用は2価の陽イオンの作用より強く、陽イオン作用相互の差異は1価の場合に著しい。この系列は Höber<sup>1)</sup>、杉<sup>2)</sup> 等が蛙の縫工筋について見出したものと略々一致している。第3表の各標本に関する塩類効果の平均値について NaCl よりの偏倚即ち各塩類の与える電位差の数値から NaCl のそれを差引いたものを算出し、これを正常面に関するものは第I標本と第II標本を、負傷面に関するものは第III標本と第IV標本とを平均し

た数値を第4表に掲げた。なおこれらの塩類溶液と 1P NaCl 溶液との間に生ずる拡散電位差を Henderson の式により算出したものを同表に掲げた。これによると大多数の塩類効果は塩類溶液の 1P NaCl 溶液に対する拡散電位差と近似した値を示している。又正常面塩類効果の方が負傷面塩類効果より勝れている。ここで特に目立つことは、正常面に対する K<sup>+</sup> の作用であって、K<sup>+</sup> は正常面の電位を著しく低下せしめるが、負傷面に対しては著明な作用を現わしていない。ここに正常面と負傷面との間に対蹠的な関係が見られる。

### C. 濃度効果

#### 1) 1標本1濃度単独実験

##### a. NaCl 濃度効果

##### 1. 種々の濃度の NaCl 溶液

基準液として 1P NaCl 溶液を、被検液として P/81, P/27, P/9, P/3, 1P, 3P 及び 9P の7種の濃度の NaCl 溶液を用いて各濃度毎に別個の筋につき、被検液及び基準液を注入した直後より10分毎に120分間に互って膜電位差を測定した。被検標本には第I標本、第II標本、第III標本、第IV標本の4種を用い、各濃度毎に5例ずつ総計140個の縫工筋について実験した。其の結果を第5~8表に示した。これによると膜電位差の絶対値は時間の経過と共に次第に減少する場合が多く、その変動は最初の20分頃までに著しく、後次第にゆるやかとなる。如何なる時間及び如何なる状態の時の数値を以て代表値とするかが問題であるが、私は膜電位差の代表値として、測定開始後なるべく時間の経たないうちで、60分間に 5mV 以下の変動に止まる範囲を求め、その60分間7回の測定値の平均値を以てした。膜電位差が120分間に此の程度の時間的恒定性をも示さない場合には120分値を代表値とした。斯様にして NaCl の各濃度の1つ1つの例につき代表値を算出し、同時に各濃度につき5個の代表値の平均値及びその危険率5%に於ける信頼限界を求め、その上限及び下限を示したのが第9表である。表中 \* 印の附してある数字は代表値として120分値

第4表  
塩類効果と拡散電位差との比較 (単位 mV)

塩類	1P NaCl に対する拡散電位差	正常面塩類効果	負傷面塩類効果
LiCl	+2.4	+ 0.8	+ 3.5
NaCl	0	0	0
KCl	-4.6	-32.9	- 8.2
NH <sub>4</sub> Cl		-16.4	- 5.9
NaBr	+0.4	+ 2.5	+ 0.5
NaJ	+0.05	+ 5.0	+ 1.3
KBr		-56.1	- 6.5
NaSCN	-0.4	+10.7	+ 1.6
MgCl <sub>2</sub>	+7.7	+ 7.9	+10.1
CaCl <sub>2</sub>	+6.7	+ 9.4	+ 7.1
BaCl <sub>2</sub>	+5.3	+ 7.0	+ 6.2

第5表 第I標本のNaCl濃度効果 (1標本1濃度単独実験に於ける膜電位差の時間的経過) (単位 mV)

NaCl濃度	例	時間 (min)												
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
P 81	1	-16.8	-19.1	-22.3	-25.1	-27.2	-29.0	-29.6	-30.3	-30.4	-31.1	-30.9	-31.3	-31.6
	2	-7.7	-14.4	-17.1	-19.8	-21.5	-22.6	-23.7	-24.4	-24.9	-25.5	-26.6	-27.0	-26.7
	3	-21.3	-23.7	-24.0	-25.3	-27.2	-28.7	-28.8	-30.1	-29.3	-29.8	-29.9	-29.6	-29.4
	4	-3.3	-12.7	-18.0	-24.1	-27.3	-29.1	-28.6	-27.7	-27.7	-27.0	-25.9	-26.2	-25.9
	5	-2.9	-8.0	-12.4	-19.2	-22.3	-23.9	-25.3	-25.3	-26.0	-25.7	-26.6	-25.2	-25.5
P 27	1	-7.0	-13.0	-14.8	-19.6	-23.8	-27.5	-29.1	-30.7	-31.7	-32.7	-33.3	-34.4	-34.5
	2	-10.7	-17.9	-21.0	-23.7	-24.9	-25.9	-28.9	-28.5	-28.4	-28.1	-28.3	-28.0	-27.7
	3	-10.8	-18.0	-23.2	-24.6	-25.4	-27.5	-27.9	-28.4	-28.3	-28.1	-27.8	-27.8	-27.6
	4	-1.0	-3.0	-17.3	-21.0	-22.9	-25.4	-29.1	-29.9	-28.4	-28.4	-26.0	-26.0	-27.3
	5	-0.9	-10.0	-23.6	-28.1	-31.3	-34.5	-35.7	-34.5	-34.1	-33.0	-31.7	-31.1	-30.4
P 9	1	-9.2	-17.6	-23.4	-27.1	-29.6	-31.3	-32.8	-33.3	-34.1	-34.3	-33.8	-34.5	-34.2
	2	-13.7	-20.8	-19.3	-18.9	-18.7	-18.9	-19.2	-19.7	-20.3	-20.5	-21.1	-21.5	-22.1
	3	+8.1	+3.0	-1.8	-8.6	-10.5	-11.9	-13.0	-13.5	-13.2	-13.6	-13.9	-13.7	-14.0
	4	-0.5	-1.4	-8.0	-12.0	-13.7	-16.2	-18.1	-19.4	-19.8	-19.0	-19.4	-19.2	-19.8
	5	+0.3	-0.8	-4.4	-7.1	-9.8	-10.7	-12.4	-13.7	-13.3	-13.8	-13.7	-14.3	-14.4
P 3	1	-1.8	-1.2	-2.3	-3.3	-5.5	-7.7	-9.4	-10.4	-11.3	-12.3	-12.9	-13.4	-13.6
	2	-6.8	-10.1	-14.9	-19.1	-20.6	-22.2	-23.3	-24.2	-25.0	-25.7	-25.9	-26.6	-27.0
	3	-3.7	-7.0	-8.3	-9.6	-10.1	-10.0	-10.1	-10.6	-10.8	-11.0	-11.2	-11.6	-11.7
	4	-1.4	-1.4	-3.0	-7.8	-12.0	-16.0	-18.0	-20.2	-20.8	-21.3	-21.3	-20.5	-20.1
	5	-3.0	-2.8	-4.4	-8.1	-13.8	-17.2	-20.7	-22.0	-22.7	-23.0	-22.5	-23.0	-22.3
1P	1	-2.0	+0.6	+1.4	+1.5	+1.2	+0.6	0	-0.4	-1.0	-1.4	-2.0	-1.9	-2.0
	2	0	+0.6	+0.4	0	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-1.1	-1.5	-1.8	-2.2	-2.6
	3	+0.4	+0.3	+0.1	+0.1	-0.4	-0.9	-0.9	-0.9	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1
	4	-5.6	-5.7	-2.5	-0.9	+0.4	+1.4	+1.4	+1.2	+1.4	+2.2	+1.7	+1.7	+1.7
	5	-0.2	+1.1	+1.7	+2.0	+2.1	+3.0	+3.1	+3.2	+3.2	+2.8	+2.9	+3.1	+3.1
3P	1	+13.0	+0.1	-2.4	-5.2	-8.3	-10.8	-12.9	-13.9	-14.5	-14.7	-14.6	-15.2	-15.0
	2	+2.5	-1.8	-5.7	-8.9	-11.3	-13.8	-15.4	-16.5	-17.3	-17.9	-18.3	-18.5	-18.8
	3	+8.1	-2.6	-4.1	-4.5	-6.7	-8.4	-10.0	-10.6	-11.6	-12.3	-13.4	-14.5	-15.0
	4	+3.3	+0.1	-7.9	-11.6	-12.7	-12.8	-14.2	-14.6	-15.3	-16.2	-17.5	-18.1	-19.4
	5	+3.4	-2.0	-7.0	-14.2	-15.4	-15.9	-16.3	-17.2	-17.8	-18.7	-19.2	-19.2	-11.5
9P	1	-9.5	-9.5	-24.1	-25.8	-26.3	-26.3	-24.2	-22.3	-22.0	-21.6	-20.0	-19.6	-19.5
	2	+8.5	-1.0	-3.0	-4.4	-4.5	-4.2	-3.7	-3.5	-3.7	-5.8	-8.7	-10.9	-12.6
	3	+2.1	-5.1	-6.5	-8.1	-10.1	-11.7	-13.1	-13.6	-12.9	-11.4	-9.7	-8.1	-7.7
	4	-3.9	-16.8	-31.4	-38.9	-41.9	-40.9	-39.4	-40.1	-38.9	-36.7	-35.4	-34.6	-34.2
	5	-1.4	-10.4	-26.0	-35.1	-41.8	-43.4	-42.2	-40.2	-39.3	-37.4	-37.1	-33.7	-33.1

第6表 第II標本のNaCl濃度効果 (1標本1濃度単独実験に於ける膜電位差の時間的経過) (単位 mV)

NaCl濃度	例	時間 (min)												
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
P 81	1	+36.6	+32.5	+30.8	+30.7	+30.9	+30.7	+30.4	+30.2	+29.3	+29.0	+28.2	+27.4	+27.0
	2	+60.7	+56.9	+51.3	+45.1	+42.3	+38.9	+36.5	+34.8	+33.4	+31.7	+30.9	+29.8	+29.6
	3	+63.2	+56.7	+37.4	+32.7	+30.6	+29.2	+27.7	+26.7	+26.1	+25.7	+24.8	+24.5	+24.1
	4	+37.9	+34.4	+31.5	+24.1	+21.7	+18.9	+17.7	+15.8	+14.1	+13.2	+11.6	+10.5	+9.6
	5	+32.1	+25.4	+21.5	+16.3	+14.1	+14.2	+12.9	+12.0	+10.7	+9.9	+9.6	+9.1	+7.8
P 27	1	+56.3	+48.7	+40.6	+37.6	+36.9	+36.2	+33.6	+31.1	+30.1	+28.4	+26.9	+25.6	+24.7
	2	+43.5	+38.9	+33.8	+31.9	+30.3	+28.9	+27.7	+26.4	+26.1	+24.9	+24.6	+24.0	+23.6
	3	+55.5	+47.1	+38.9	+24.8	+32.8	+31.1	+30.5	+28.6	+27.1	+25.7	+24.8	+23.9	+23.1
	4	+32.6	+28.0	+22.2	+19.4	+17.8	+16.1	+15.5	+15.2	+14.4	+12.0	+12.2	+11.3	+11.8
	5	+35.1	+29.2	+24.7	+20.2	+18.8	+18.1	+18.4	+17.6	+15.1	+14.6	+13.7	+13.5	+12.3
P 9	1	+51.8	+43.7	+36.7	+35.0	+34.0	+33.3	+30.5	+28.6	+27.3	+25.5	+24.4	+23.5	+21.9
	2	+39.6	+27.3	+19.5	+16.1	+15.3	+15.0	+14.7	+14.2	+13.7	+12.9	+12.3	+11.7	+10.9
	3	+57.9	+47.8	+40.3	+35.6	+33.6	+31.2	+29.9	+28.4	+26.8	+25.8	+24.5	+23.6	+23.1
	4	+62.9	+49.9	+39.7	+35.2	+31.8	+30.3	+28.1	+27.3	+26.0	+25.1	+23.2	+21.1	+20.3
	5	+63.2	+49.7	+39.6	+36.9	+32.6	+31.1	+28.9	+27.7	+26.0	+25.1	+23.7	+22.1	+21.0
P 3	1	+58.9	+55.1	+51.7	+49.7	+48.4	+47.6	+45.6	+44.6	+44.0	+42.8	+42.3	+41.6	+40.7
	2	+47.6	+45.9	+41.4	+36.2	+32.3	+29.6	+27.6	+25.8	+24.8	+23.9	+23.1	+22.8	+22.8
	3	+63.7	+61.7	+55.5	+48.9	+42.8	+38.5	+36.7	+34.9	+33.7	+32.2	+30.4	+29.0	+27.8
	4	+48.7	+47.1	+46.8	+47.0	+46.8	+45.7	+45.2	+44.0	+43.3	+42.2	+41.4	+40.6	+40.5
	5	+54.3	+51.6	+49.9	+50.4	+50.1	+49.2	+48.2	+47.1	+45.8	+45.3	+43.9	+42.8	+42.2
1P	1	+60.9	+59.4	+55.9	+51.3	+47.9	+45.8	+43.9	+42.3	+41.4	+40.6	+39.9	+39.4	+39.0
	2	+48.3	+44.4	+38.3	+34.5	+33.6	+32.8	+31.5	+30.7	+30.2	+29.6	+29.1	+28.5	+28.0
	3	+62.6	+59.7	+57.1	+54.4	+53.7	+51.8	+49.6	+47.8	+46.4	+45.1	+43.5	+42.6	+41.5
	4	+52.1	+52.8	+51.9	+50.2	+48.9	+47.0	+45.4	+43.9	+42.4	+41.5	+40.4	+39.6	+38.5
	5	+60.8	+51.8	+53.3	+53.5	+53.0	+52.7	+51.8	+51.0	+50.1	+48.7	+47.7	+46.5	+45.8

3P	1	+61.3	+55.9	+48.9	+42.4	+38.1	+34.6	+32.6	+31.0	+29.4	+28.1	+27.2	+26.3	+25.6
	2	+70.0	+65.4	+58.5	+51.8	+47.1	+43.1	+41.2	+39.3	+37.2	+35.5	+33.4	+31.9	+30.1
	3	+69.1	+61.9	+54.7	+49.2	+44.3	+41.3	+39.1	+37.5	+35.7	+34.5	+33.3	+32.6	+31.7
	4	+60.0	+49.2	+39.2	+35.0	+31.6	+27.8	+24.3	+22.2	+19.1	+16.7	+14.1	+10.9	+10.2
	5	+55.5	+42.5	+35.7	+33.0	+30.4	+27.0	+24.3	+22.8	+19.8	+17.7	+15.2	+13.1	+11.5
9P	1	+54.2	+44.2	+36.7	+32.0	+27.8	+26.1	+25.0	+23.4	+21.7	+20.2	+18.7	+17.4	+16.1
	2	+62.5	+50.7	+39.1	+33.6	+30.0	+27.1	+24.6	+22.4	+20.3	+18.6	+17.1	+16.1	+15.0
	3	+61.1	+52.0	+46.0	+40.5	+35.8	+32.2	+29.8	+27.9	+25.5	+23.4	+21.6	+20.1	+18.8
	4	+47.6	+40.5	+29.0	+22.9	+16.5	+14.2	+12.0	+10.8	+9.9	+9.1	+8.5	+7.9	+7.3
	5	+55.0	+47.0	+36.0	+29.6	+23.4	+21.3	+19.4	+18.2	+16.9	+15.2	+14.0	+12.4	+10.9

第7表 第Ⅲ標本の NaCl 濃度効果 (1 標本 1 濃度単独実験に於ける膜電位差の時間的経過) (単位 mV)

NaCl 濃度	例	時間 (min)												
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
P 81	1	+11.4	+12.9	+15.2	+15.2	+16.7	+15.2	+15.1	+14.5	+13.7	+12.5	+11.1	+9.9	+8.9
	2	+11.5	+17.7	+18.4	+20.1	+20.7	+21.6	+22.8	+24.1	+24.4	+24.2	+24.6	+23.7	+23.5
	3	+13.2	+17.4	+19.3	+21.2	+22.7	+22.6	+21.9	+22.5	+22.3	+21.6	+20.8	+20.0	+19.2
	4	+16.9	+7.5	+8.8	+9.1	+9.8	+10.2	+8.5	+6.7	+4.4	+3.7	+1.1	-0.1	-1.0
	5	+18.4	+9.3	+10.7	+8.8	+10.0	+7.8	+7.1	+5.3	+3.7	+1.1	+0.4	-1.1	-1.1
P 27	1	+10.3	+12.7	+13.2	+13.5	+13.6	+12.8	+12.0	+10.7	+9.3	+7.9	+6.8	+5.5	+4.4
	2	+14.7	+14.6	+13.7	+13.4	+12.6	+12.1	+10.9	+9.7	+8.6	+7.6	+6.4	+5.5	+4.6
	3	+12.4	+16.3	+16.8	+17.6	+17.3	+17.1	+16.3	+16.0	+15.2	+14.3	+13.4	+12.5	+11.5
	4	+0.3	+7.8	+10.9	+10.5	+11.2	+11.7	+10.3	+8.5	+7.6	+5.6	+4.9	+3.8	+1.7
	5	+4.0	+16.8	+15.5	+15.4	+14.9	+13.8	+12.1	+9.9	+10.6	+7.7	+6.5	+5.3	+0.1
P 9	1	+16.3	+19.5	+20.3	+20.2	+19.2	+18.7	+18.3	+16.9	+16.5	+15.0	+14.1	+12.8	+12.3
	2	+7.7	+10.1	+10.3	+10.0	+10.0	+9.2	+8.7	+8.2	+7.6	+7.0	+6.6	+6.2	+5.9
	3	+12.4	+15.4	+16.0	+14.6	+15.7	+15.2	+14.7	+14.1	+13.4	+12.6	+11.9	+11.2	+10.5
	4	+28.2	+28.4	+27.1	+25.3	+23.6	+22.1	+20.3	+19.5	+18.7	+18.5	+17.5	+17.0	+16.3
	5	+18.5	+9.5	+18.7	+18.7	+16.9	+15.7	+13.6	+12.1	+11.5	+11.1	+18.4	+18.9	+18.7
P 3	1	+7.4	+8.0	+8.5	+8.3	+8.3	+8.0	+7.7	+7.0	+6.8	+6.1	+5.1	+5.2	+4.6
	2	+4.7	+7.5	+6.3	+5.2	+4.1	+3.2	+2.3	+1.6	+1.0	+0.6	-0.2	-0.4	-0.5
	3	+4.4	+6.5	+6.8	+6.5	+6.2	+5.9	+5.6	+5.2	+4.8	+4.3	+3.9	+3.3	+3.0
	4	+5.1	+5.5	+5.1	+4.4	+3.6	+2.7	+1.4	+0.5	-0.2	-0.5	-0.6	-1.5	-1.6
	5	+3.9	+3.9	+3.1	+2.1	+1.0	+0.1	-0.2	-0.6	-1.3	-2.1	-2.6	-3.0	-3.6
1P	1	0	+0.2	+0.3	+0.3	+0.3	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.3
	2	-1.8	-2.1	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.3	-2.3	-2.3	-2.4	-2.1	-2.1
	3	-1.5	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5	-0.4	0	0	0	0	0	0	0
	4	+3.5	+3.4	+3.2	+3.2	+3.0	+2.7	+2.0	+1.6	+1.4	+1.0	+0.9	+0.6	+0.6
	5	-1.8	-1.8	-1.7	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.6	-0.6	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
3P	1	-11.7	-10.1	-9.1	-8.2	-7.7	-6.5	-5.8	-5.0	-4.3	-3.6	-3.1	-2.5	-2.1
	2	-1.6	-2.9	-2.6	-2.1	-1.4	-1.0	-0.5	-0.1	+0.3	+0.7	+0.8	+1.0	+1.3
	3	-3.1	-2.1	-1.9	-1.7	-1.4	-1.0	-0.5	0	+0.5	+0.9	+1.0	+1.5	+1.7
	4	-3.4	-5.1	-4.4	-3.9	-3.1	-2.2	-1.7	-1.1	-0.3	+0.2	+0.8	+1.0	+1.3
	5	-0.5	-2.3	-2.2	-1.9	-1.4	-1.0	-0.6	-0.3	+0.3	+0.8	+1.0	+1.1	+1.1
9P	1	+1.1	+1.8	+1.9	+2.5	+2.9	+3.4	+3.9	+4.3	+4.9	+5.4	+6.0	+6.5	+6.6
	2	+1.7	+0.2	+0.9	+1.8	+2.3	+3.0	+4.0	+4.5	+4.9	+5.3	+5.6	+5.9	+6.1
	3	-1.0	+0.1	+1.3	+2.2	+3.8	+4.8	+5.4	+6.1	+6.5	+7.0	+7.3	+7.6	+7.9
	4	-3.8	-4.8	-4.5	-3.8	-2.3	-0.9	+0.7	+1.6	+2.4	+2.5	+3.2	+3.7	+4.4
	5	-3.2	-4.0	-3.8	-3.3	-2.0	-0.7	+0.5	+1.4	+2.1	+2.5	+3.1	+3.6	+4.1

第8表 第Ⅳ標本の NaCl 濃度効果 (1 標本 1 濃度単独実験に於ける膜電位差の時間的経過) (単位 mV)

NaCl 濃度	例	時間 (min)												
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
P 81	1	-37.5	-30.1	-25.8	-24.1	-23.0	-24.0	-24.4	-23.8	-23.5	-22.6	-21.6	-20.7	-19.5
	2	-45.7	-35.2	-31.1	-26.6	-25.7	-24.5	-23.8	-23.2	-21.8	-21.2	-21.0	-20.3	-20.0
	3	-35.6	-31.2	-23.2	-17.4	-13.9	-8.9	-7.3	-5.8	-5.1	-4.6	-4.1	-3.4	-3.5
	4	-33.6	-28.1	-28.2	-30.8	-30.8	-30.5	-29.1	-28.4	-27.6	-26.5	-26.1	-25.2	-26.4
	5	-24.5	-20.2	-22.2	-22.2	-20.3	-19.4	-18.2	-16.1	-16.1	-16.5	-17.3	-18.1	-17.9
P 27	1	-43.8	-36.1	-31.3	-28.0	-25.1	-23.3	-22.2	-21.1	-20.3	-19.7	-18.9	-18.7	-17.8
	2	-45.1	-38.5	-34.8	-31.8	-30.7	-30.3	-30.2	-30.0	-29.4	-28.9	-28.6	-28.5	-28.5
	3	-44.8	-37.6	-29.8	-24.5	-21.1	-18.3	-16.7	-15.9	-15.1	-14.8	-14.5	-14.0	-13.6
	4	-22.2	-18.3	-16.9	-16.8	-18.2	-17.5	-18.5	-17.5	-18.8	-20.3	-22.1	-23.6	-24.8
	5	-28.0	-27.0	-28.7	-27.0	-28.0	-25.6	-25.9	-26.1	-27.7	-27.4	-27.4	-27.1	-28.8
P 9	1	-49.9	-44.2	-40.5	-38.4	-36.9	-36.1	-35.3	-35.0	-34.6	-34.9	-35.2	-35.7	-35.9
	2	-46.0	-44.2	-43.0	-41.7	-40.8	-41.1	-40.8	-41.2	-39.3	-40.0	-40.4	-37.2	-38.5
	3	-39.4	-36.9	-33.9	-31.1	-29.4	-27.8	-26.7	-25.4	-25.0	-24.5	-24.1	-23.6	-23.4
	4	-40.0	-31.1	-30.1	-31.4	-31.6	-31.9	-31.3	-31.3	-31.3	-31.2	-32.2	-32.3	-32.4
	5	-35.8	-31.4	-31.3	-31.6	-31.3	-31.2	-31.5	-31.4	-31.9	-32.7	-33.9	-34.0	-34.7

P 3	1	-55.3	-50.2	-46.7	-45.4	-43.5	-44.7	-44.9	-45.3	-45.4	-45.4	-44.9	-44.7	-44.1
	2	-56.6	-52.9	-49.0	-46.0	-44.6	-44.6	-44.2	-44.0	-44.2	-44.2	-43.8	-43.5	-42.9
	3	-44.7	-43.1	-40.2	-37.6	-36.3	-34.0	-33.1	-32.5	-31.7	-31.3	-30.7	-30.2	-29.9
	4	-61.7	-55.5	-53.5	-53.3	-52.0	-51.0	-49.9	-48.3	-47.2	-44.9	-43.7	-42.3	-41.5
	5	-50.8	-46.5	-44.1	-43.2	-42.1	-41.4	-40.5	-39.6	-39.4	-38.9	-38.6	-38.3	-38.4
1P	1	-65.5	-61.8	-57.6	-54.5	-51.8	-49.9	-47.7	-46.4	-45.1	-43.9	-43.1	-42.1	-41.4
	2	-63.0	-58.9	-56.9	-54.4	-52.4	-49.5	-46.4	-44.7	-42.7	-42.3	-39.9	-39.9	-38.5
	3	-57.2	-55.6	-53.7	-53.3	-52.0	-51.0	-49.1	-48.0	-46.6	-45.7	-44.2	-43.3	-42.3
	4	-55.2	-54.9	-53.7	-52.0	-50.7	-49.0	-46.8	-45.4	-43.5	-42.8	-41.1	-40.7	-40.2
	5	-53.1	-51.3	-50.1	-50.5	-51.4	-52.0	-52.9	-53.2	-53.3	-52.8	-52.6	-52.0	-51.5
3P	1	-59.2	-54.9	-49.1	-43.7	-40.8	-38.5	-36.6	-34.7	-33.3	-32.0	-30.9	-29.9	-29.0
	2	-62.2	-56.8	-50.8	-46.6	-43.8	-42.1	-40.0	-38.3	-37.2	-36.1	-35.0	-34.3	-33.3
	3	-77.4	-76.2	-73.0	-69.6	-66.5	-63.9	-60.7	-58.2	-55.5	-52.4	-48.2	-45.0	-42.6
	4	-66.4	-66.0	-64.7	-63.1	-58.7	-55.6	-50.4	-48.2	-47.2	-45.8	-44.5	-43.9	-43.0
	5	-62.7	-64.0	-63.4	-61.8	-58.6	-55.7	-51.2	-49.7	-48.7	-46.9	-45.8	-44.9	-44.1
9P	1	-60.9	-53.2	-43.9	-36.7	-33.7	-31.1	-29.1	-25.7	-23.8	-21.7	-20.0	-18.2	-16.8
	2	-55.6	-44.9	-38.0	-35.0	-32.8	-31.8	-29.6	-27.8	-26.1	-24.7	-23.5	-22.5	-21.5
	3	-74.7	-70.8	-65.7	-60.7	-55.9	-51.4	-46.9	-43.3	-40.4	-38.5	-36.7	-35.4	-34.2
	4	-62.0	-62.1	-62.3	-59.6	-51.8	-47.2	-42.7	-39.9	-37.2	-35.1	-34.0	-33.3	-34.0
	5	-55.7	-56.3	-57.6	-56.3	-53.3	-50.6	-46.8	-44.3	-42.2	-39.1	-37.9	-36.9	-36.0

をとったものである。膜電位差の代表値の平均値を縦軸に、NaCl の濃度を対数尺度を以つて横軸にとつて図示したのが第2図である。図中の縦線は危険率5%に於ける信頼限界を示している。この図を概観すると、第I標本及び第II標本では、被検液のNaCl 溶液の濃度が1Pを境として、これより稀薄な側では、NaCl の濃度が高くなる程その側の陽極性が高まり、正の勾配を示しているのに対し、1Pより濃厚な側では、NaCl の濃度が高くなる程その側の陰極性が高まり、負の勾配を示している。第III標本及び第IV標本では、被検液のNaCl 溶液の濃度が1Pを境として、これより稀薄な側では、NaCl 溶液の濃度が高くなる程その側の陰極性が高まり、負の勾配を示しているのに対し、1Pより濃厚な側では、NaCl 溶液の濃度が高くなる程その側の陽極性が高まり、正の勾配を示す傾向が見られる。但し第III標本の1Pより濃厚な側では此の関係は判然とはしていない。

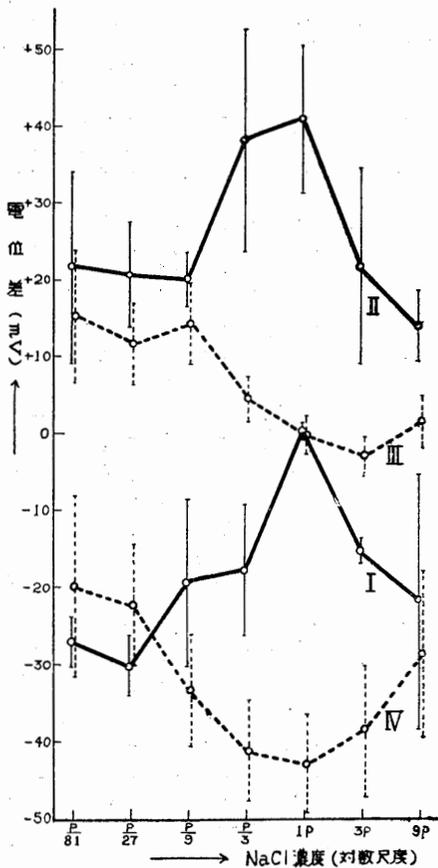
第9表 NaCl 濃度効果

(1標本1濃度単独実験に於ける膜電位差の代表値及びその平均値の危険率5%に於ける信頼限界の上限と下限。\*印は120分値) (単位 mV)

標本	例	NaCl濃度						
		P 81	P 27	P 9	P 3	1P	3P	9P
I	1	-29.8	-34.5*	-32.8	-11.9	+ 0.5	-13.8	-24.5
	2	-24.9	-27.5	-19.4	-24.8	- 0.2	-16.8	- 3.5
	3	-27.6	-27.1	-12.8	- 9.4	- 0.2	-15.0*	-12.8
	4	-27.4	-27.7	-18.9	-20.3	+ 0.3	-13.9	-34.2*
	5	-25.0	-33.5	-12.5	-22.3	+ 1.8	-16.5	-33.1*
	平均	-26.9	-30.1	-19.3	-17.7	+ 0.4	-15.2	-21.6
	上限 下限	-23.6 -30.2	-26.2 -34.0	- 8.4 -30.2	- 9.2 -26.2	+ 1.5 - 0.7	-13.5 -16.9	- 5.1 -38.1
II	1	+30.9	+24.7*	+21.9*	+43.0	+40.9	+25.6*	+16.0*
	2	+29.6*	+26.1	+14.5	+24.3	+31.8	+30.1*	+15.0*
	3	+26.4	+23.1*	+22.6*	+27.7*	+41.5*	+31.7*	+18.7*
	4	+ 9.6*	+13.8	+20.3*	+46.7	+38.5*	+10.2*	+ 9.3
	5	+11.9	+15.8	+21.0*	+49.5	+52.5	+11.5*	+10.8*
	平均	+21.7	+20.7	+20.1	+38.2	+41.0	+21.8	+14.0
	上限 下限	+34.2 + 9.2	+27.6 +13.8	+23.7 +16.5	+52.7 +23.7	+50.6 +31.4	+34.6 + 9.0	+18.6 + 9.4
III	1	+14.4	+12.6	+18.9	+ 8.0	+ 0.3	- 6.6	+ 2.5
	2	+22.6	+13.2	+ 9.4	+ 2.6	- 2.1	- 1.7	+ 1.9
	3	+21.8	+16.8	+14.8	+ 5.9	- 0.7	- 1.7	+ 5.1
	4	+ 8.7	+10.2	+18.2	+ 3.9	+ 3.0	- 3.4	+ 0.9
	5	+ 8.6	+ 5.2*	+10.8	+ 2.0	- 1.5	- 1.4	- 2.4
	平均	+15.2	+11.6	+14.4	+ 4.5	- 0.2	- 3.0	+ 1.6
	上限 下限	+23.7 + 6.7	+16.9 + 6.3	+19.8 + 9.0	+ 7.5 + 1.5	+ 2.3 - 2.7	- 0.4 - 5.6	+ 5.0 - 1.8
IV	1	-24.1	-20.6	-35.9	-45.2	-41.4*	-29.0	-16.9
	2	-22.2	-30.2	-41.8	-44.6	-38.5*	-33.3	-21.6
	3	- 4.8	-15.6	-25.3	-32.0	-42.3*	-42.6	-34.3
	4	-30.1	-17.6	-31.3	-41.6*	-40.2*	-43.0	-34.1
	5	-17.7	-27.1	-32.0	-42.1	-51.6	-44.1	-36.1
	平均	-19.8	-22.2	-33.3	-41.1	-42.8	-38.4	-28.6
	上限 下限	- 8.1 -31.5	-14.4 -30.0	-26.1 -70.5	-34.5 -47.7	-36.4 -49.2	-30.1 -47.1	-17.8 -39.4

今全標本について一般的に言えば、基の縫工筋はNaCl溶液に対して、その正常面は1Pより

稀薄な側では陽性膜、これより濃厚な側では陰性膜として作用し、負傷面は1Pより稀薄な側では陰性膜、これより濃厚な側では陽性膜として作用していることが判った。即ち墓の縫工筋は膜電位差的にみてNaCl溶液に対し塩類濃度両性膜に属し、しかもその正常面と負傷面とは互に対蹠的な関係を有していることを知つた。なお各濃度NaCl溶液に対する第I標本と第II標本の膜電位差の差、並びに第III標本と第IV標本の膜電位差の差は略々一定の値を示している。これはNaCl溶液の濃度に拘らず負傷電位が略々同一の大きさに於て膜電位差に直結していることを物語っている。



第2図 NaCl濃度効果

第10表 NaCl 含量を異にする Ringer 液による NaCl 濃度効果 (1標本1濃度単独実験に於ける膜電位差の代表値及びその平均値の危険率5%に於ける信頼限界の上限と下限。\*印は120分値) (単位 mV)

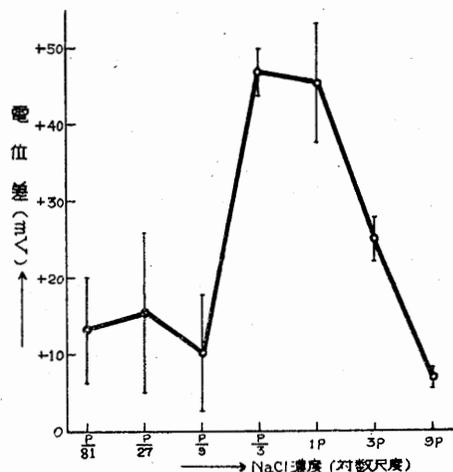
標本	NaCl濃度						
	P/81	P/27	P/9	P/3	1P	3P	9P
例 1	+13.8*	+11.8*	+10.3*	+45.1*	+55.9	+23.2*	+5.8*
2	+17.6	+3.7*	+14.1*	+45.4	+39.8	+21.5*	+6.5*
3	+17.0	+26.5	+2.9*	+43.3	+44.3	+25.4*	+5.9*
4	+3.3*	+16.9	+17.7	+51.2	+45.5*	+25.8*	+9.3
5	+13.6*	+18.0*	+5.4*	+49.3	+41.5*	+28.9*	+6.8
平均	+13.1	+15.4	+10.1	+46.9	+45.4	+25.0	+6.9
上限	+20.1	+25.8	+17.6	+49.9	+53.2	+27.9	+8.3
下限	+6.1	+5.0	+2.6	+43.9	+37.6	+22.1	+5.5

2. NaCl 含量を異にする Ringer 液

基準液に Ringer 液を用い、被検液に Ringer 液中の NaCl 溶液の濃度のみを 1/81, 1/27, 1/9, 1/3, 1, 3, 9 倍とし、他の組成をそのままとしたものを用いて、第II標本についてその濃度効果をしらべた。膜電位差の代表値及びその平均値の危険率5%に於ける信頼限界の上限、下限を第10表に示した。第10表を图示したのが第3図である。この場合にも NaCl の単純溶液の第II標本に於けると略々同様の関係が見られ、1P を境としてこれより稀薄な側では陽性膜、濃厚な側では陰性膜として作用する。

3. 葡萄糖にて等張を保てる種々の濃度の NaCl 溶液

基準液として 1P NaCl 溶液、被検液として



第3図

NaCl 濃度効果 (NaCl 含量を異にする Ringer 液による) (第II標本)

P/27, P/9 及び P/3 NaCl 溶液に葡萄糖を添加して 1P とした溶液を用い, 1. の場合と同様に 4 種の標本について NaCl 濃度効果を検した. 膜電位差の代表値及びその平均値の危険率 5% に於ける信頼限界の上限及び下限を第 11 表に示す. 第 4 図は第 11 表を图示したものである. これによると, 負傷面に対しては NaCl の単純溶液の場合と比較して著しい差異は認められないが, 正常面に対しては膜電位差の濃度勾配が逆転する. 即ちこの場合, 筋の負傷面も正常面も共に陰性膜として作用するようになる. なお正常面の膜電位差は NaCl の単純溶液の場合には, 大略各濃度とも時間の経つにつれて下降し,

被検液側の陽極性が減少してゆく傾向が見られるのに対して, 葡萄糖を加えて 1P の溶液とした場合には, 時間の経つにつれて膜電位差は上昇し, 被検液側の陽極性が增大してゆく傾向が見られる. ここにも亦筋の負傷面と正常面との間に対蹠的な関係を見出すことが出来る.

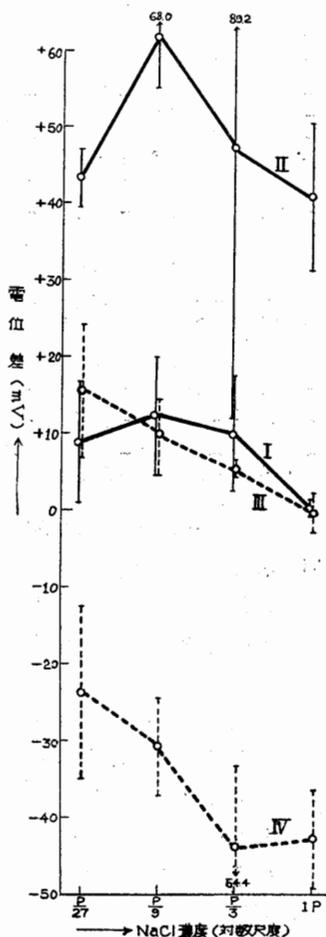
b. CaCl<sub>2</sub> 濃度効果

基準液として 1P CaCl<sub>2</sub> 溶液を, 被検液として P/81, P/27, P/9, P/3, 1P, 3P 及び 9P の 7 種の濃度の CaCl<sub>2</sub> 溶液を用いて, 前項 a. 1. の場合と同様の方法で総計 140 個の筋について CaCl<sub>2</sub> の濃度効果を検した. 膜電位差の代表値及びその平均値の危険率 5% に於ける信頼限界

第 11 表

葡萄糖にて等張を保てる種々の濃度の NaCl 溶液による NaCl 濃度効果 (1 標本 1 濃度単独実験に於ける膜電位差の代表値及びその平均値の危険率 5% に於ける信頼限界の上限と下限. \* 印は 1/20 分値) (単位 mV)

標本	例	NaCl 濃度		
		P/27	P/9	P/3
I	1	+13.1	+13.1 *	+ 7.7
	2	+ 6.1	+13.5	+16.7
	3	+12.9 *	+17.4 *	+ 9.8
	4	+ 2.9 *	+ 5.6	+ 5.7
	平均	+ 8.8	+12.4	+10.0
	上下限	+16.7 + 0.9	+20.2 + 4.6	+17.5 + 2.5
II	1	+47.0	+60.7	+56.0
	2	+39.7	+63.4	+30.9
	3	+45.1	+65.8 *	+55.3
	4	+41.2	+56.5	
	平均	+43.3	+61.6	+47.4
	上下限	+47.1 +39.5	+68.0 +55.2	+82.9 +11.9
III	1	+ 8.1	+ 7.5	+ 6.0
	2	+16.7	+11.4	+ 5.4
	3	+20.8	+11.1	+ 5.4
	4	+16.9		+ 5.3
	平均	+15.6	+10.0	+ 5.5
	上下限	+24.3 + 6.9	+15.4 + 4.6	+ 6.6 + 4.4
IV	1	-18.9	-33.8 *	-52.6
	2	-26.9	-24.4	-33.0
	3	-25.4	-34.0	-38.9 *
	4		-30.8	-43.3
	5			-51.4
	平均	-23.7	-30.8	-43.8
上下限	-12.5 -34.9	-24.4 -37.2	-33.2 -54.4	



第 4 図

NaCl 濃度効果 (葡萄糖にて等張を保てる種々の濃度の NaCl 溶液による)

第12表 CaCl<sub>2</sub> 濃度効果

(1 標本 1 濃度単独実験に於ける膜電位差の代表値及びその平均値の危険率 5%に於ける信頼限界の上限と下限。\* 印は120分値) (単位 mV)

標本	例	CaCl <sub>2</sub> 濃度						
		P/81	P/27	P/9	P/3	1P	3P	9P
I	1	-33.3	+16.3	-45.4	- 1.9	+ 1.3	-23.3*	+ 4.6*
	2	-45.3	+17.4	-25.5*	+14.0*	- 1.8	-20.3	+14.4*
	3	-43.6	+18.4	-31.3	-24.8	+ 1.2	-27.4	+17.6*
	4	-37.3	+31.6	-26.2*	- 3.9*	+ 2.6	-22.6*	+18.4*
	5	-40.6	+25.8	-36.6	- 7.8	- 9.2	-21.0*	+20.0*
	平均	-40.0	+21.9	-33.0	- 4.9	- 1.2	-22.9	+15.0
I	上限	-33.7	+30.1	-22.8	+14.1	+10.5	-19.2	+22.6
	下限	-46.3	+13.7	-43.2	-23.9	-12.9	-26.6	+ 7.4
II	1	+22.7*	+51.9*	+50.3*	- 0.6*	+16.7*	-10.7	-14.7*
	2	+22.1*	+43.0*	+47.4*	+ 6.0*	+19.7*	-13.3	-14.7*
	3	+19.6*	+20.2*	+48.6*	+ 3.7*	+23.8*	-12.1	-16.6
	4	+20.6*	+30.7*	+48.5*	+ 4.0*	+15.0*	-11.1	-13.7*
	5	+10.7*	+35.4*	+40.9*	+17.6*	+23.3*	-10.9	-16.7*
	平均	+19.1	+38.2	+47.1	+ 6.1	+19.7	-11.6	-15.3
II	上限	+24.0	+49.9	+52.4	+14.7	+24.5	-10.0	-14.1
	下限	+14.2	+26.5	+41.8	- 2.5	+14.9	-13.2	-16.5
III	1	- 1.2*	+ 3.5	- 1.4	- 4.8	- 0.5	+ 4.4	+22.8*
	2	- 1.9*	+11.1*	+ 0.8	- 3.3	- 0.6	+ 4.6	+22.5*
	3	- 1.6*	+16.1*	- 1.4	- 1.4	+ 1.8	+ 5.8	+23.6*
	4	- 0.3*	+14.6*	+ 0.7	- 3.4	- 1.4	+ 5.3	+20.1*
	5	- 0.3*	+14.1*	+ 0.4	- 2.1	- 0.4	+ 4.7	+ 9.2
	平均	- 1.1	+11.9	- 0.2	- 3.0	- 0.2	+ 4.9	+19.6
III	上限	+ 0.3	+18.0	+ 1.2	- 1.4	+ 1.3	+ 6.2	+22.0
	下限	- 1.9	+ 5.8	- 1.6	- 4.6	- 1.7	+ 3.6	+17.2
IV	1	-38.1	-34.8	-47.4*	-46.6	-16.7*	- 7.3*	-12.1*
	2	-32.1	-27.5	-49.3*	-44.7*	-19.7*	- 8.2*	-12.6*
	3	-15.8*	-26.6	-46.2	-42.5*	-23.8*	- 8.5*	-11.8*
	4	-25.0	-29.0	-50.7	-42.9*	-15.0*	- 9.5*	- 9.0*
	5	-33.1	-18.4	-49.2	-48.6*	-23.3*	- 9.8*	-11.5*
	平均	-28.8	-27.3	-48.5	-45.1	-19.7	- 8.7	-11.4
IV	上限	-18.0	-20.3	-44.5	-43.3	-14.9	- 8.2	- 9.7
	下限	-39.6	-34.3	-52.5	-46.9	-24.5	- 9.2	-13.1

CaCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub> の 8 種である。被検標本は第 I, 第 II, 第 III, 第 IV の 4 種であって, 基準液として当該塩類の 1P 溶液を, 被検液にはこの塩類の 1P, P/81, 1P, P/27, 1P, P/9, 1P, P/3, 1P, 3P, 1P, 9P の溶液をこの順序に20分毎に入れ替えて用い, 被検液の夫々の濃度につき20分間5分毎に5回づつ膜電位差を測定し1個の筋につき4時間55分に亘って一連の濃度効果を検した。1濃度の測定時間即ち20分間には膜電位差は安定したとは言えないが, 実験をこの時間内に完了せしめるために, 各濃度に於ける代表値として20分値を採用した。各々の濃度の溶液に於ける20分値と, その前段に測定した 1P 溶液に於ける20分値との差を算出した。斯かる数値の 5 例の平均値を求めてこれを第13表に示した。又この表より第 III 標本のみについて電位差を縦軸に, 濃度を対数尺度を以っ

て横軸にとって図示して第6図に掲げておく。P/81 から 9P に亘る全濃度を通じて各標本とも陰性膜として作用する塩類は KCl 及び KBr であり, 陽性膜として作用する塩類は MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> 及び BaCl<sub>2</sub> である。NaCl, NaBr, LiCl はその何れにも属さない。NaCl については此の場合, 1標本 1濃度単独実験に於て観察した結果とは完全に一致しているとは言えないが略々類同的な関係を窺い得る。又 1標本 1濃度単独実験にては全く一定の濃度的関係を把握出来なかった CaCl<sub>2</sub> に於ては, 本法では何れの標本に於ても明らかに陽性膜としての作用が窺われる。濃度効果よりここに用いた塩類を次の 3 群に分つことが出来る。即ち筋の正常面に対して

2) 1 標本多濃度通統実験

前節の 1 標本 1 濃度単独実験に於ては, NaCl についてはその濃度効果に明らかに一定の傾向のあることを観察し得たが, CaCl<sub>2</sub> については一定の傾向を把握することが困難であった。依って方法を改変して, 1 個の筋につき一定の時間的間隔をおいて, 通統的に被検液の濃度を変更して濃度効果を検べてみた。実験に用いた塩類は LiCl, NaCl, KCl, NaBr, KBr, MgCl<sub>2</sub>,

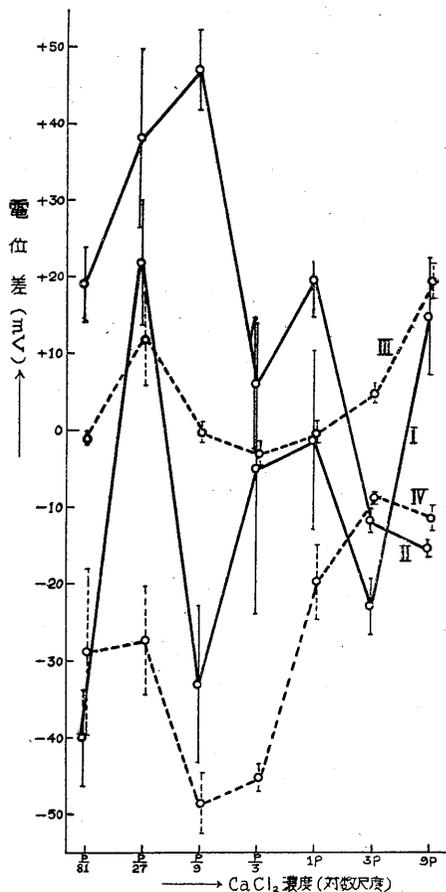
の上限, 下限を第12表に示した。第12表を図示したのが第5図である。これによると, この方法では各濃度に於ける膜電位差は安定性に乏しく, 一定の濃度的関係を認めることは困難であった。

も負傷面に対しても共に陰性膜的效果を有するもの(第1群)、筋の正常面に対しても負傷面に対しても共に陽性膜的效果を有するもの(第2群)及びその態度の鮮明でないもの(第3群)である。第1群に属するものは KCl, KBr であり、第2群に属するものは MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub> である。第3群に属するものは NaCl, NaBr, LiCl であって、これが陰性膜的に作用するか、陽性膜的に作用するかは本節での実験の精度では決定することが困難である。

IV. 考 按

緒言に述べた膜の分類を上述の実験成績に適用すると、骨格筋は塩類濃度両性膜であると共に又塩類種別両性膜に属する。塩類濃度両性膜の関係は単純な NaCl 溶液の場合に見られる。塩類種別両性膜の関係は K 塩類とアルカリ土金属塩との間によく認められる。今迄に見出された塩類濃度両性膜には岡本好道<sup>9)</sup>による蛙の皮膚があるが、此の場合には塩類の稀薄な側が陰性膜、濃厚な側が陽性膜になっている。又塩類種別両性膜としては十蔵寺秀郎<sup>9)</sup>並に松永寛<sup>10)</sup>、松永亮一による人の指の皮膚が挙げられる。これは塩化アルカリ金属溶液に対して陰性膜、塩化アルカリ土金属溶液に対して陽性膜として作用する。

これらの結果を通じて2つの事項が捕捉せられる。其の第1の事項は骨格筋が陽性膜として作用する場合には正常面と負傷面とを問わず膜電位差は被検液と 1P NaCl 溶液との間の拡散電位差に近似した数値を示すことである。Henderson の式により計算した此の拡散電位差の数値を第14表に掲げた。拡散電位差の符号は導線を通して (81/P~9P) 塩類溶液側より 1P NaCl 溶液側に電流の流れる場合を(+)とし、この逆の方向に流れる場合を(-)として示してある。此の表の数値と第9表、第11表及び第13表の膜電位差の数値とを比較すれば上記の関係がよく首肯される。捕捉された第2の事項は骨格筋の正常面と負傷面とが対蹠的な性格を持っていることであって、次の4点に於てこれが認



第5図 CaCl<sub>2</sub>濃度効果

められる。

1) 等張塩類効果に於て K<sup>+</sup> に対して正常面は膜電位差的效果を示すが、負傷面はそれを示さない。

2) NaCl の低張溶液に於て正常面は陽性膜として作用するが、負傷面は陰性膜として作用する。

3) NaCl の高張溶液に於て正常面は陰性膜として作用するが、負傷面は陽性膜として作用する。

4) 葡萄糖を加えて等張になっている NaCl の溶液では正常面も負傷面も陰性膜として作用する。即ち低張条件下より等張条件下に持ち来すと正常面は陽性膜から陰性膜に変化するが、負傷面は陰性膜のままであって変化はない。

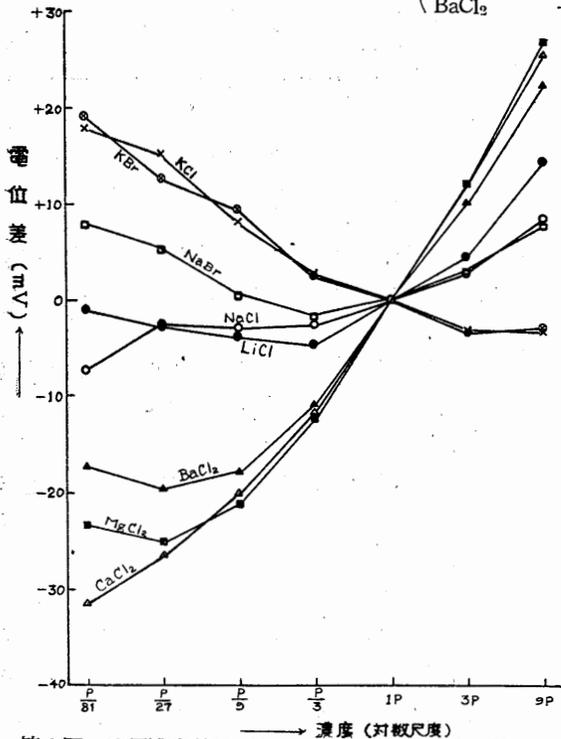
V. 総括

剔出した臺の縫工筋を杉の隔絶法を用いて筋腹中央部にて左右2部分に隔絶し、一側に被検液を、他側に基準液を注ぎ、被検液にも基準液にも筋の正常面が浸漬されている場合(第I標本)、被検液に筋の正常面が、基準液に筋の負傷面が浸漬されている場合(第II標本)、被検液にも基準液にも筋の負傷面が浸漬されている場合(第III標本)及び被検液に筋の負傷面が、基準液に筋の正常面が浸漬されている場合(第IV標本)の4種の標本について夫々膜電位差の塩類効果並びに濃度効果をしらべた。

1) 基準液を 1P NaCl 溶液 (Pは血液等滲透圧を意味する) とし、被検液を 1P なる種々の

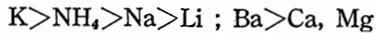
第13表 塩類濃度効果 (1標本多濃度連続実験) (単位 mV)

標本	塩類	濃度						
		P 81	P 27	P 9	P 3	1P	3P	9P
I	LiCl	-18.4	-7.5	-5.8	-5.7	0	+3.1	+7.3
	NaCl	-20.0	-4.4	-0.8	-2.5	0	+0.1	+3.6
	KCl	+21.4	+17.8	+10.1	+4.2	0	-6.2	-5.8
	NaBr	-17.4	+3.6	+3.1	+0.6	0	+3.2	+8.7
	KBr	+27.0	+13.6	+9.6	+3.1	0	-5.2	-3.5
	MgCl <sub>2</sub>	-25.6	-24.8	-18.1	-10.4	0	+3.0	+15.5
	CaCl <sub>2</sub>	-33.5	-19.2	-6.6	-2.5	0	+10.1	+23.5
II	BaCl <sub>2</sub>	-22.9	-16.9	-15.4	-8.3	0	+9.6	+22.5
	LiCl	-22.2	-14.8	-10.6	-8.4	0	-0.5	-2.2
	NaCl	-15.5	-6.7	-4.1	-3.8	0	-0.4	-1.4
	KCl	+14.8	+16.0	+9.8	+3.9	0	-7.6	-6.3
	NaBr	-35.8	-0.1	-0.6	-3.5	0	+1.6	+7.6
	KBr	+25.1	+15.5	+9.6	+2.5	0	-6.1	-4.3
	MgCl <sub>2</sub>	-36.9	-29.1	-22.2	-12.3	0	+3.6	+19.9
III	CaCl <sub>2</sub>	-30.6	-26.4	-16.0	-10.7	0	+10.1	+25.0
	BaCl <sub>2</sub>	-28.8	-19.7	-16.3	-10.7	0	+6.6	+19.7
	LiCl	-1.0	-2.7	-3.8	-4.6	0	+4.4	+14.3
	NaCl	-7.2	-2.4	-2.8	-2.5	0	+2.6	+8.3
	KCl	+18.0	+15.3	+8.2	+2.8	0	-3.3	-3.5
	NaBr	+7.8	+5.3	+0.5	-1.8	0	+2.7	+7.8
	KBr	+19.2	+12.7	+9.4	+2.6	0	-3.5	-3.1
IV	MgCl <sub>2</sub>	-23.3	-25.0	-21.1	-12.3	0	+12.0	+26.7
	CaCl <sub>2</sub>	-31.5	-26.4	-20.0	-11.7	0	+11.9	+25.2
	BaCl <sub>2</sub>	-17.2	-19.5	-17.8	-10.8	0	+10.0	+22.1
	LiCl	+5.7	+2.7	+2.2	-1.1	0	+3.8	+13.5
	NaCl	+5.4	+8.3	+5.0	+0.2	0	+2.6	+8.3
	KCl	+23.1	+17.2	+8.8	+2.4	0	-4.6	-4.6
	NaBr	+9.2	+7.7	+4.6	+2.9	0	+5.4	+11.0
IV	KBr	+19.3	+12.8	+9.9	+2.9	0	-3.3	-3.3
	MgCl <sub>2</sub>	-24.5	-22.8	-18.2	-10.3	0	+11.7	+26.5
	CaCl <sub>2</sub>	-16.7	-20.4	-6.9	-7.2	0	+10.4	+25.0
	BaCl <sub>2</sub>	-8.7	-14.5	-12.7	-6.9	0	+11.2	+24.1



第6図 塩類濃度効果 (第III標本) 1標本多濃度連続実験

塩類溶液として筋の膜電位差に及ぼす塩類効果をしらべると、第I、第II、第III、第IV標本の何れの場合にも略々共通のイオン系列が認められる。即ち筋の被検液側の陰極性を高める強さの順位は陽イオンについては



陰イオンについては

$Cl \geq Br \geq J \geq SCN$  である。概して陽イオンの作用の方が陰イオンの作用より大きく、又1価の陽イオンの作用の方が2価の陽イオンの作用より著しい。概観して正常面に対する作用の方が負傷面に対する作用より勝れている。殊に正常面に対してはK.の作用は特異的であって、著明な陰極性の増強作用が認められるが、負傷面では此の作用は著明でない。茲に正常面と負傷面との間に対蹠的な関係が見られる。

2) NaCl 溶液に対する濃度効果につき

1 標本 1 濃度単独実験を行って、筋の正常面は NaCl の濃度が 1P より稀薄な側では陽性膜、濃厚な側では陰性膜として作用するのに対し、筋の負傷面は 1P より稀薄な側では陰性膜、濃厚な側では陽性膜として作用する事を見出した。即ち藁の縫工筋は NaCl に対し塩類濃度両性膜に属し、しかも正常面と負傷面とが対蹠的な関係を示している。

3) 葡萄糖にて 1P に保てる種々の濃度の NaCl 溶液 (此の場合の NaCl の濃度は 1P より稀薄な側のみとなる) を用いて濃度効果をしらべると、正常面に於ても、負傷面に於ても略々陰性膜として作用する。

4) 1 標本多濃度連続実験を行って種々の塩類の濃度効果をしらべると、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub> 及び BaCl<sub>2</sub> は正常面にも負傷面にも全濃度範囲 (P/81~9P) を通じて陽性膜として作用し、KCl、KBr は正常面にも負傷面にも陰性膜として作用する。即ち藁の縫工筋は膜電位差的には我々のいう塩類種別両性膜にも属している。

#### 文 献

1) Höber, R. (1906) Über den Einfluss der Salze auf

第14表

( $\frac{P}{81}$ ~9P) 塩類と 1P NaCl との間の拡散電位差 (Henderson の式による計算値) (18°C, 単位mV)

塩類	濃度						
	$\frac{P}{81}$	$\frac{P}{27}$	$\frac{P}{9}$	$\frac{P}{3}$	1P	3P	9P
LiCl	-22.7	-16.8	-10.8	-4.4	+2.4	+9.9	+17.9
NaCl	-22.2	-16.9	-11.1	-5.6	0	+5.6	+11.1
KCl	-22.3	-16.9	-12.2	-8.0	-4.6	-2.2	-0.8
NaBr	-21.8	-16.6	-10.8	-5.2	+0.4	+6.2	+12.0
MgCl <sub>2</sub>	-19.8	-13.9	-7.4	-2.5	+7.7	+16.6	+26.3
CaCl <sub>2</sub>	-19.7	-13.1	-7.5	-0.7	+6.7	+16.7	+23.5
BaCl <sub>2</sub>	-19.5	-13.7	-7.6	-1.0	+5.3	+13.7	+21.8

den Ruhestrom des Froschmuskels. Pflüger's Arch. 106, 599

- 2) 杉 靖三郎 (1933) 筋に及ぼす塩類の動電的効果 科学 3, 408
- 3) Sugi, Y. (1940) Studies on the origin of the injury potential of muscle. Part II. Jap. J. Med. sci. Part III. Biophysics, 6, 331
- 4) Katsu, Y. (1927) Studies in the ionic activity estimated by the electrode potential measurement and its biological significance. J. Biophysics 2, 123
- 5) 中本慶太郎 (1931) 拡散電位差の実験的研究 (第1報) 京府医誌 5, 2031
- 6) 小阪幹文・滝本恒雄 (1953) 拡散電位差の実験的研究 (第6~7報) 京府医誌 54, 394
- 7) Sugi, Y. (1934) On the time course of the injury potential of skeletal muscle. Jap. J. Med. Sci. Part III. Biophysics 3, 259
- 8) 岡本好道 (1950) 蛙皮の膜電位差の研究 日本生理誌 12, 学 93
- 9) 十蔵寺秀郎 (1949) 生体皮膚膜電位差に就いて 日本生理誌 11, 241
- 10) 松永 寛 (1951) 人体健常皮膚の膜電位差 (第2報) 日本生理誌 13, 38

#### Summary

By means of the insulating chamber, a toad's sartorius muscle was separated into two parts, and the salt effects and the concentration effects on the membrane potential generated between two parts of the muscle were examined. Measurements were made on preparations in which the two separated parts of the muscle both had intact surfaces, or both had injured surfaces, or one part of the muscle had an injured surface while the other part had an intact one.

The results obtained are as follows:

- 1) The salt effect on the normal surface is somewhat stronger than that on the injured one, and the actions of the cations, especially of monovalent cations, are marked. The normal surface of the muscle acts peculiarly for K<sup>+</sup>, but the injured one does not.
- 2) In hypotonic NaCl solutions, the normal surface of the muscle acts as a positive membrane, but the injured surface acts as a negative one, while, in hypertonic NaCl solutions, the normal surface acts as a negative membrane, but the injured surface, as a positive one.
- 3) In the isotonic mixed solutions of NaCl and glucose, both normal and injured surfaces act as negative membranes.
- 4) In alkali earth chloride (MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>) solutions, both normal and injured surfaces of the muscle act as a positive membrane, but in potassium halide (KBr, KCl) solutions, they act as a negative membrane.
- 5) Thus the normal and injured surfaces have an antipodal relationship to each other.

(Department of Biophysical Chemistry, Kyoto Prefectural University of Medicine.)

## 尿 Mucoprotein の血液凝固阻止作用 612.125.3:612.461.26

Studies on the Anticoagulating Action of the Urinary Mucoprotein.

本 田 良 行 (HONDA-Yoshiyuki)\*

### I. 尿 Mucoprotein の血液凝固阻止作用

所謂生理的血液凝固阻止剤として知られている Heparin は Mucoprotein に属するものである。最近 Greenspan<sup>1)</sup> は Winzler 等の方法<sup>2)</sup> に依って分離した牛の血漿 Mucoprotein が血液凝固阻止作用を有し、Toluidine Blue の Metachromasia, Protamine に依る Block 等 Heparin 様性質のあることを発表した。また Astrup<sup>3)</sup> は尿中の血液凝固阻止物質について述べ、軽度に硫酸 Ester 化された Chondroitin 或いは Mucoitin 硫酸であろうと推定している。一方我々の教室に於て尿中の Donaggio 反応陽性物質は血漿中の Mucoprotein に由来するものである事が下川<sup>7)</sup> 及び中山<sup>4)</sup> に依って明らかにされた。依って著者<sup>5)</sup> は先に健康人尿より抽出した Donaggio 反応陽性物質の血液凝固阻止作用について報告した。今回は更にその精製法につき 2, 3 の検討を加えて、より活性な物質を得たので之について詳述する。

#### A. 精製法

さきに発表した吸着法<sup>6)</sup> に依り健康人尿の Donaggio 反応陽性物質を抽出した。即ち一定量の尿を採り Donaggio 標準法の点数に応じて 1 点尿 100ml につき凡そ 0.5~1.0g の滑石末を加え約10分後 Nutze を用いて吸引濾過した。さらに蒸留水で滑石末を吸引洗滌した。次に Donaggio 反応陽性物質を吸着した滑石末を Aceton と蒸留水の等量混合液の中に投じ、混合液 40ml に対し 2~数滴の割合に飽和苛性ソーダを加えた。之を還流冷却器を備えた三角コルベン中に収め、70~80°C の重盪煎中に1時間半以上浸した後、直ちに吸引濾過した。更に加温した抽出溶媒で滑石末を吸引洗滌し、かくして

得られた抽出濾液の pH を 5.6 に戻し重盪煎上で Aceton を追い出した。この様にして抽出された Donaggio 反応陽性物質の本態が Mucoprotein であることは既に下川<sup>7)</sup> が実証した所である。これを更に精製するために陽性物質溶液 1 客に対して 3 客の Acetone を加え約12時間後に沈澱を集めた。沈澱物を水にとかし 600 番セロファンで約24時間流水透析を行い、後適当に濃縮して再び 3 倍量の Acetone で弱酸性の Medium に於て沈澱を起させた。約12時間後に沈澱物を集めて Ether で数時間浸出し最後に沈澱物を集めて Desiccator 中で乾燥させた。

次に精製法の主要な点につき検討すると、

a. 滑石末に吸着した尿 Mucoprotein の抽出に際し、抽出液の組成、温度、時間等に関し 2, 3 の検討を試みたが Anticoagulant としての力価及び収量の点から見て従来の著者の抽出法<sup>6)</sup> が最も適當していることを知った。

b. 抽出した尿 Mucoprotein の溶液を種々の有機溶媒 (Methanol, Ethanol, Acetone, 氷醋酸) で精製したが、Acetone が最もよい結果を得た。

c. 最後に Ether で浸出したのは、先に著者の実験<sup>8)</sup> に依り尿 Mucoprotein の中に胆汁酸の混在が示唆されたからこれを除去するためである。

#### B. 実験成績及び考按

a. 精製物質の性状；褐色の光沢ある粉末で水に容易にとけ、多少の不溶解成分を残すこともある。乾燥物質の Tyrosine 含有量は 2.7% (4 例平均) であった。又高分子硫酸 Ester の特性といわれ、殊に Heparin に於て著明な Toluidine Blue の Metachromasia も軽度に之を認めることが出来た。

b. 血液凝固阻止作用；加藤の Ca 再加法<sup>9)</sup>

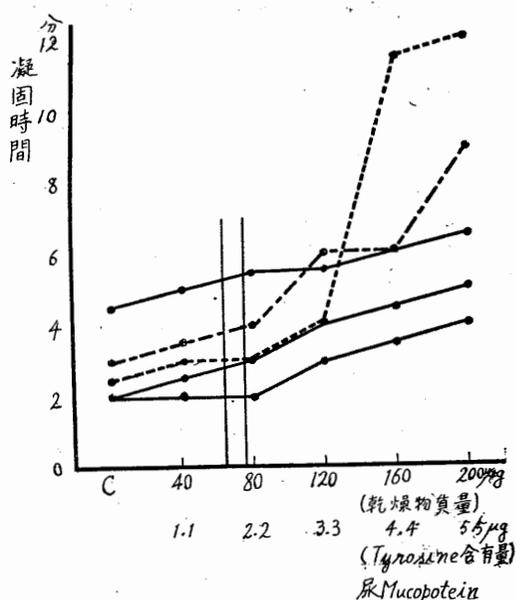
\* 金沢大学医学部生理学教室

に依って血液凝固阻止能を検討した。その5例の成績を第1図に示す。被検血液は健康人血で、測定温度は 22~25°C である。此の図に於て縦に引いた2本の線は、先に26名の健康者について測定<sup>8)</sup>した血漿 Mucoprotein-Tyrosine 量の分布を95%の信頼限界で表わしたものである。之に依って見ると正常尿の Mucoprotein の血液凝固阻止作用は左程大きなものではないことが分る。

c. Heparin との効力比較; The Pharmacopeia of U.S.A.<sup>10)</sup> の記載する方法に従って Heparin との効力を比較して見た。その結果は第1表に示す。尙使用した Heparin は関東化学の製品である。Astrup<sup>3)</sup> に依れば成人1日の尿中血液凝固阻止物質の排泄は Heparin に換算して 0.1~0.7mg であると言う。著者の得た5例の各 5l よりの精製 Mucoprotein の収量及びその血液凝固阻止作用の力価を第2表に示す。此の表から見ると 1l の尿から得られた血液凝固阻止物質の量は Heparin に換算して平均 0.01mg 程度となる。之は Astrup の成績に比較して大分少くなるが著者の場合は精製過程がより複雑であるために途中で損失を生ずるためかも知れない。

II. 尿 Mucoprotein の硫酸 Ester 生成に依る Anti-coagulant としての活性度の増強について

Jorpes<sup>11)</sup> は Heparin の化学組成は Mucoitin 3 硫酸であることを明らかにし、その多量に存在する硫酸基が Anticoagulant としての活性基であろうと推論した。同門の Bergström<sup>12)</sup> は1935年 Polysaccharid に硫酸 Ester を附加し、Anti-coagulant として活性度の高い物質を得ることに成功した。それ以来次にあげる種々の高分子硫酸 Ester 化合物が合成された。即ち Cellulose, Polyvinyl, Galaktan は Chargaff 等<sup>13)</sup>, Naph-talen は Kottmann,<sup>14)</sup> Cellulose, Chitin は



第1図 精製尿 mucoprotein の血液凝固阻止作用

第1表 尿 Mucoprotein と Heparin との力価比較

試薬及び試料	試験管番号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Heparin or m.p. (ml)	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
0.9% NaCl sol. (ml)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
脱 Ca 血漿 (ml)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1% CaCl <sub>2</sub> sol. (ml)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
No.	以上4者を混合し 37°C の恒温槽に浸し30分後に凝固判定							
1 {	Hep. (25µg/ml)	0	0	0	0	0	0	1
	m.p. (30mg/ml)	0	0	0	0	0.5	1	1
2 {	Hep. (20µg/ml)	0	0	0	0	0	0	1
	m.p. (30mg/ml)	0	0	0	0.5	1	1	1
3 {	Hep. (5µg/ml)	0	0	0	0.25	0.5	1	1
	m.p. (30mg/ml)	0	0.5	0.75	1	1	1	1
4 {	Hep. (5µg/ml)	0	0	0.25	0.5	0.75	1	1
	m.p. (30mg/ml)	0.5	0.75	1	1	1	1	1
5 {	Hep. (5µg/ul)	0	0	0.5	0.75	1	1	1
	m.p. (30mg/ml)	0	0	0	0	0.25	0.75	1

m.p. は尿 Mucoprotein

凝固成績の判定は全く凝固しないもの (0) から完全に凝固したもの (1.0)迄の間を3段階に分け、夫々0.25, 0.5, 0.75とする

Barse等<sup>15)</sup> Inulin は Ingelmann<sup>16)</sup>, Polysaccharid は Solusol<sup>17)</sup>, Cellulose, Polyvinylalcohol, Starch, Glycogen, Xylan は Hasemann 等<sup>18)</sup>, Dextran は Ricketts<sup>19)</sup> 鮫軟骨及び Algin 酸は辻野, 久保内<sup>21)</sup>, Galacturonic Acid は Traubmann,<sup>20)</sup> Cellulose, 澱粉, Chitin, Polyvinylalcohol は 左右田<sup>22)</sup> に依って各々その硫酸 Ester

が生成され、活性度について報告された。併し尿中の Mucoprotein について硫酸 Ester を附加した報告は未だ見当らない。又硫酸 Ester 生成法の詳細について述べた文献は極めて少ない。先に発表した著者の方法<sup>6)</sup>に依れば尿中の Mucoprotein が比較的容易に且つ多量に抽出され得る。本研究に於て著者は Bergström<sup>12)</sup>の方法を改変して尿 Mucoprotein の硫酸 Ester

第2表

5L の尿より得た精製 Mucoprotein の収量とその血液凝固阻止力価

NO.	収量 (mg)	力価 (Heparin に比較して)
1	120	$\frac{1}{3200}$
2	565	$\frac{1}{5000}$
3	289	$\frac{1}{10500}$
4	130	$\frac{1}{12000}$
5	403	$\frac{1}{3000}$
平均	302	$\frac{1}{6700}$

化を試み、その血液凝固阻止力価の向上を観察した。

#### A. 硫酸 Ester 生成法

a. 尿 Mucoprotein の製法; I A に於て述べた精製法に依り第1回目の Acetone 処置に依って得られた沈澱物を乾燥し、乳鉢でよく磨って粉末として用いた。この乾燥物質 1g は大凡 4~5L の尿より得られる。

b. 硫酸 Ester 生成法; 6ml の Pyridine に対し 10ml の Chlorsulfon 酸を Burette を用いて氷冷下に滴加し完全に白色凝固物に変化する迄氷冷下に放置した。次に之を 85~90°C の温湯に浸し完全に液状に変化するのをまわって 0.5g の乾燥尿 Mucoprotein を加えてよく攪拌した。再び 85~90°C の温湯に浸して時々内容を攪拌して完全に試料がとけていることを確めた。30 分後に温湯よりとり出し 40ml の水の

中に投じた。濾過後、250ml の 95% の Ethanol を加えて数時間放置し、上清の清澄なることを確めて沈澱を集めた。沈澱物は少量の水 (5~6 ml 以下) にとかし反応を弱アルカリ性にして再び 5~6 倍量の 95% Ethanol を加え、数時間後に遠心沈澱した。沈澱物は水にとかし 600 番セロファンを用いて 100V, 40~50mA の直流で約 2 時間電気透析を行った。透析後液の反応を中性附近に戻し、重湯煎上で緩徐に 3ml 以下に濃縮し、再び反応を中性附近に再修正し、最後に 6~9 倍量の無水 Alcohol を加えて沈澱させた。沈澱物は Desiccator 中で乾燥させて力価の検定に供した。

次に操作の重要な点について検討を加えると、

1. 温湯につける時間が長すぎたり、温度が高すぎたりすると収量の著減或いは力価の不定を招く。

2. 透析後重湯煎上で濃縮するとき強く熱すると不溶解性の沈澱を生じ易い。

3. 無水 Alcohol を加える量が少いとき (6 倍) は収量が悪いが力価が高く、多いとき (9 倍) は収量はよいが力価は低くなる。

#### B. 実験成績及び考按

第3表

Heparin と硫酸 Ester 化した尿 Mucoprotein との力価比較

試薬及び試料	(ml)	試験管番号							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Heparin or m.p.	(ml)	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
0.9% NaCl sol.	(ml)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
脱 Ca 血漿	(ml)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1% CaCl <sub>2</sub> Sol.	(ml)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
No.	(μg/ml)	以上4者を混合し 37°C の恒温槽に浸し30分後に凝固成績判定							
1	Hep.	40	0	0	0.25	0.5	1	1	1
	m.p.	250	0	0	0	0	0	1	1
2	Hep.	40	0	0	0	0	0.25	0.5	0.75
	m.p.	250	0	0	0	0	1	1	1
3	Hep.	40	0	0	0	0	0.25	0.5	0.75
	m.p.	250	0	0	0	0.5	1	1	1
4	Hep.	40	0	0	0	0	0.25	0.5	0.75
	m.p.	250	0	0	0	0	1	1	1
5	Hep.	40	0	0	0	0	0.25	0.5	0.75
	m.p.	250	0	0	0	0	1	1	1

m.p. は硫酸 Ester 化した尿 Mucoprotein 凝固成績の判定は第1表に同じ

第4表

0.5g の尿 Mucoprotein より得た硫酸 Ester 化した Mucoprotein の収量とその血液凝固阻止力価

NO.	収量 (mg)	力価 (Heparin に比較して)	Heparin に換算した mg 数 (mg)
1	42	1/3	14
2	152	1/10	15
3	150	1/9	16
4	170	1/9	19
5	163	1/9	18
		平均	16

a. 生成物質の性状；淡褐色の光沢ある外觀を有し、水にきわめてとけ易い。高分子硫酸 Ester の特性とされている Toluidine Blue の Metachromasia も極めて著明に認められた。

b. Heparin との効力比較；0.5g の尿 Mucoprotein より得られた生成物の力価を第3表に示す。力価の検定は第1表と同様の方法によった。此の表に於て第1例は無水 Alcohol の量を6倍量に止めたもので、2~5例は9倍量加えたものである。又此の各例の収量と血液凝固阻止力価の関係を示せば第4表の様になる。此の表より見ると何れの例に於ても収量×力価即ち Heparin に換算した mg 数は大差は見られない。此の成績から原試料の血液凝固阻止力価を数百乃至数千倍増強せしめて Heparin の 1/3~1/10 の力価を有する Anticoagulant を作り得た訳である。又 0.5g の原試料を得るには 2~2.5l の尿を必要とするから、2~2.5l の尿から Heparin に換算して凡そ 16mg の Anticoagulant が出来た勘定になる。

### III. 結 論

1) 人尿 Mucoprotein の血液凝固阻止作用について述べ、その精製法につき 2, 3 の検討を加えた。

2) この物質の血液凝固阻止力価は Heparin の数千分の一で、血液凝固の上に於ける意義は左程大きくない。

3) 人尿 Mucoprotein の血液凝固阻止作用を強める目的で、之を硫酸 Ester 化し Heparin の 1/3~1/10 の力価を有する Anticoagulant を得た。

4) 原尿 2% 2.5l より得られる硫酸 Ester 化した Mucoprotein の収量は活性度よりすれば約 16mg の Heparin に相当する。

終りに御指導、御校閲を戴いた齋藤教授に深謝します。

本研究は昭和 29 年度文部省科学研究費によつて行われた。

### 文 献

- Greenspan, E. M. (1951) *Science* 114, 395
- Winzler, R. J., A. W. Davor, J. W. Mehl and I. M. Smyth (1948) *J. of clin. Invest.* 27, 609
- Astrup, P. (1947) *Acta Pharmacol. Toxicol.* 3, 168
- 中山達夫 (1953) *医学と生物学* 29, 5
- 本田良行 (1954) *十全医学会誌* 56, 189
- 本田良行 (1952) *体力科学* 1, 161
- 下川末夫 (1953) *日本生理誌* 15, 636
- 本田良行 (1954) *十全医学会誌* 56, 320
- 加藤勝治 (1949) *新臨床血液学* 159, 光文堂
- The Pharmacopeia of U.S.A. (1950) Nov. 1, 271
- Jorpes, E. (1935) *Biochem. J.* 29, 1817
- Öbergström, S. (1935) *Naturwiss.* 23, 706  
(1936) *Hoppe-Seylers Z. f. Physiol. Chem.* 238, 163
- Chargaff, E., F. W. Bancroft and M. Stanley-Brown (1936) *J. of Biol. Chem.* 115, 155
- Kottmann, K. (1935) *Schw. med. Wochschr.* 65, 535
- Barse, O. c. S. Sels (1946) *Acta Pharmacol. Toxicol.* 2, 367
- Ingelmann, B. (1948) *Chem. Abst.* 42, 5562i
- Solusol, D. (1947) *Chem. Abst.* 41, 6281d
- Hasemann, E., K. N. v. Kaulla and R. Kappesser (1947) *Chem. Abst.* 41, 5983i
- Ricketts, C. R. (1952) *Biochem. J.* 51, 120
- Traubmann, G. u. G. Winker (1951) *Klin. Wochschr.* 29, 296
- 辻野 勇・久保田尚志 (1950) *日本水産学会誌* 15, 31
- 左右田徳郎 (1948) *化学の研究* 第1集 51

### Summary

Studies were made on the anticoagulating action of the urinary mucoprotein and its sulfuric acid ester.

The urinary mucoprotein was obtained from normal human urine in rough form by the absorption with talc powder and the subsequent elution with the alkaline acetone solution (50 %) at 70~80°C. Further purification of the mucoprotein was carried out by the following procedures performed successively: precipitation with 3 volumes of acetone, dialysis of the aqueous solution against running water for 24 hours, reprecipitation with 3 volumes of acetone, and washing with ether for a few hours. The yield of the purified mucoprotein was about 60 mg. per liter of normal human urine.

The anticoagulating activity of the mucoprotein thus obtained was estimated to be about 1/6700 of that of commercial heparin.

By the esterification with sulfuric acid performed by the modified Bergström's method, the anticoagulating activity of the mucoprotein proved to have been increased by hundreds to thousands times, i.e. to the same extent as 1/3 to 1/10 of that of heparin.

The anticoagulating activity of the mucoprotein ester obtained from 1 mg. of the purified mucoprotein was approximately equivalent to that of 32 mg of heparin.

*(Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kanazawa University)*

呼吸筋の筋電図学的研究(第1報) 612.217

Electromyographic Studies on the Respiratory Muscles.

小口周男 (OGUCHI-Kaneo)\*

I. ま え が き

この実験は第2報以下に述べる呼吸反射に対する研究の予備実験として行ったものである。

呼吸運動に対する迷走神経肺枝の反射作用に関しては, Hering 及び Breuer の所謂“迷走神経による呼吸の自家調節作用”が発表されて後数多くの研究がなされて来た<sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>。

しかし従来の研究は, 呼吸運動の示標として殆んど全部が吸息筋である横隔膜の運動か, 或は横隔膜神経の活動電流だけを用いており, このときの呼息筋の態度は直接観察しないで吸息筋の活動状態から類推して来た。しかし迷走神経による呼吸の自家調節作用を知るためには, このときの吸息中枢と呼息中枢との相関関係, 従って吸息筋と同様に呼息筋の態度も調査することが必要である。

著者は迷走神経肺枝の呼吸に対する作用を調べるのに呼息筋の活動状態も吸息筋と同時に調査しようとした。そこでまず家兎を使用して吸息及び呼息に参与している筋を筋電図学的に検索した。

\* 新潟大学医学部生理学教室 (高木健太郎教授)

II. 実験方法

電極は1/4 或は1/5 皮下針に直径80 $\mu$ 程度のエナメル銅線をビオデンMまたはセメダインで封入固定した同心型針電極によるか, またはビニール線を使用した floating electrode により, 電圧2段, 電力1段の増巾器に導き, 横河製3

muscles	intensity	quiet breathing		intensity	forced breathing	
		expiration	inspiration		expiration	inspiration
m. pectoralis superficialis	E	■■■■■		E	■■■■■	
m. pectoralis major	E	■■■■■		E	■■■■■	
m. pectoralis minor	E	■■■■■		E	■■■■■	
* m. serratus anterior	±E	■■■■■		±E	■■■■■	
m. serratus posterior	I	■■■■■		2I	■■■■■	
m. deltoideus	E	■■■■■		2E	■■■■■	
* m. trapezius	O	■■■■■		±I	■■■■■	
* m. levator scapulae	O	■■■■■		±I	■■■■■	
* m. latissimus dorsi	±I	■■■■■		±I	■■■■■	
* m. rhomboideus	±I	■■■■■		±I	■■■■■	
m. rectus abdominis	E	■■■■■		2E	■■■■■	
m. obliquus ext. abdominis	E	■■■■■		2E	■■■■■	
m. obliquus int. abdominis	E	■■■■■		2E	■■■■■	
m. transversus abdominis	E	■■■■■		2E	■■■■■	
* m. sternomastoideus	O	■■■■■		I	■■■■■	
m. intercostalis externus	interosseous portion	I - V	2I	■■■■■	3I	■■■■■
		VI - X	E	■■■■■	2E	■■■■■
	intercartilagineous portion	2I	■■■■■	3I	■■■■■	
m. intercostalis internus	interosseous portion	2E	■■■■■	3E	■■■■■	
	intercartilagineous portion	I - V	3I	■■■■■	4I	■■■■■
		VI-VIII	2E	■■■■■	2E	■■■■■
m. scalenus	2I	■■■■■	■■■■■	3I	■■■■■	■■■■■
diaphragm	3I	■■■■■	■■■■■	4I	■■■■■	■■■■■

表

10例の家兎により調査した結果を総括したもの。黒線は呼吸に関係している放電を示し, 太さはその強さを示す。点線は半数以上の例で持続放電を示した筋, Iは吸息, Eは呼息, 数字は強さを表わす。\* のついている筋は1, 2例において関係の視われた筋

Table

The length and the thickness of the black line indicates the duration and the intensity of discharges, respectively.

The broken line indicates the continuous discharges, which was observed in most experimental cases.

The \* indicates the muscles which show respiratory discharges in a few cases.

エレメントの電磁型オシログラフで記録した。バイプレーターにはH型を使用し、途中にスピーカー及びブラウン管オシログラフを入れて放電状態を監視した。

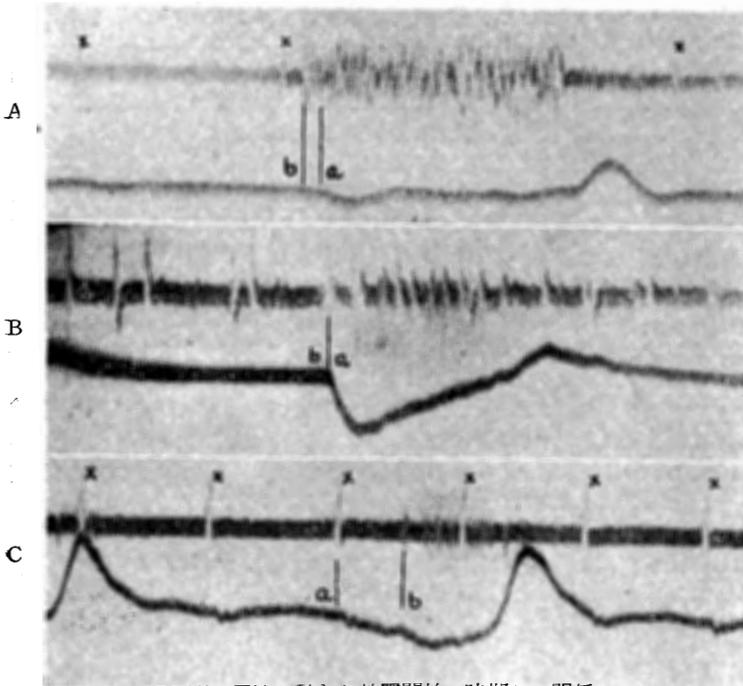
兎は体重1.5~3.0kgの雄または雌を使用して台に固定し、麻酔にはウレタンを体重1kg当り約0.5gを皮下に注射したこともあったが、多くの場合無麻酔の状態で行った。

気管を切開してカニューレを挿入し、ゴム管によってオシログラフのタンブールに導き、気流曲線を筋電図と同時に描記した。

安静呼吸時の他にカニューレにつけた漏洩を閉じて呼吸困難の状態にし、努力呼吸をしているときの各筋の活動状態も併せ検索した。

### Ⅲ. 実験結果

実験結果を総括すると表のようになる。



第1図—気流の動きと放電開始の時期との関係

各曲線共に上は筋電図, 下は気流曲線. 下向きが吸息 (以下第8図まで同様)  
a: 気流の動き始める所. b: 放電を開始する所. x印のついているのは心電図

A: 内肋間筋Ⅲ軟骨間部 気流が動きはじめる前に放電が始まる. B: 外肋間筋Ⅴ軟骨間部 気流の動きと放電開始の時期が一致している. C: 中斜角筋 気流の動きにおくれて放電が起る

即ち吸息に関与する筋としては、横隔膜・外肋間筋のうちⅠ~Ⅴの骨間部と軟骨間部の全部、内肋間筋のうちⅠ~Ⅴの軟骨間部・上斜角筋・中斜角筋・下斜角筋・僧帽筋・肩胛拳筋・潤脊筋・胸骨乳様筋などを、また呼息に関与する筋としては、外肋間筋のうちⅥ~Ⅹの骨間部、内肋間筋のうち骨間部の全部とⅤ~Ⅷの軟骨間部・腹直筋・外腹斜筋・内腹斜筋・腹横筋・三角筋・浅胸筋・大胸筋・小胸筋などを挙げることが出来る。

これ等筋の活動のしかたは一樣ではなく、呼吸に強く関与している筋もあるが、呼吸運動と一致した活動電流の変化が余りはつきりしない筋もある。

横隔膜は常にどの兎でも強く活動しているが、内外の肋間筋をふくめてその他の筋では、Gesell<sup>6)</sup> が犬について言っているように、同一

名の筋でも動物により個体差のあることが兎に於いても認められた。即ち或る兎では呼吸に強く関与していた筋も他の兎では殆んど関与していないような場合もあり、また筋が部分的に活動している場合も見られた。

また実験の経過中、同一の筋でも常に一樣に呼吸に関与しているものではなく、呼吸に強く関与していた筋が、何等の操作も加えないのに殆んど呼吸に関与しなくなり、また関与していなかつた筋が強く関与するようになる場合が時々見られた。しかし肋間筋で吸息または呼息に関与している筋では、放電が比較的安定しており、何等かの操作を加えて起る呼吸運動の変化を調べるための指標としては充分使用し得ることを確めた。放電を開始する時期と気流の

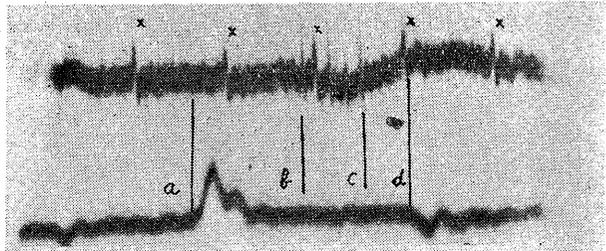
動きとの関係も色々で (第1図), 気流の動きに先行して放電を開始する筋もあり, 気流と同時のもの, また途中から始める筋もある. 放電を停止する時期も一様でなく, 最後まで続いている筋が多いが, 大胸筋 (第2図) のように途中で放電を止める筋も見られた.

また吸息或は呼息の相に一致してその期間だけ放電しており, 他の相には全く放電のないような場合も見られるが, 呼吸全相を通じて持続的に放電しており, 吸息または呼息のときに放電頻度が増加するような筋も見られた. また同一の筋でも吸息または呼息の時だけ放電していた筋が, 実験の経過中に持続放電を見るようなことがあった (第3図).

肋間筋においては解剖学的に同一の機能を有すると思われる筋でも2~3番肋骨の高さが変ると, 一方では呼吸運動と明に一致した放電を示しているのに, 他方では呼吸との関係がはっきりせず, 持続的に放電しているような場合が見られた.

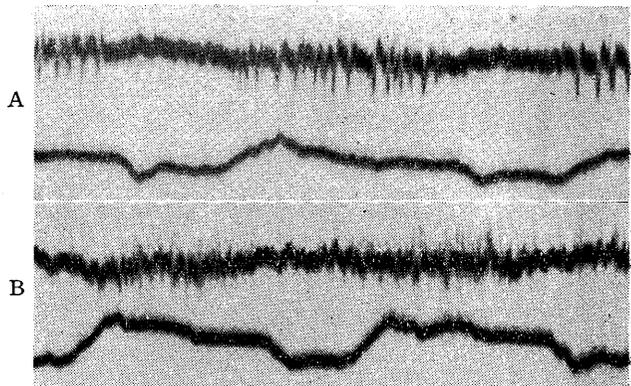
放電の強さと呼吸相との関係については, 段々強まってゆく型, 一様の強さのもの, 段々弱まってゆく型など色々であり, これも Gesell<sup>7) 8)</sup> のいうように吸息筋では段々強まってゆく型 (slowly augmenting pattern) が最も多く, 呼息筋では一様の強さのもの (steady state pattern) が多い.

カニューレにつけた漏洩を閉鎖して努力呼吸を行わせたときの筋の活動状態を, 安静呼吸のときと比較すると, 安静呼吸時に働いていた筋では更に強い放電が見られた. 安静呼吸時に一時呼吸に関与したことがあり, その後放電を止め, または単に持続的に放電していたような筋は, 呼吸と一致した放電を現わすようになるが, その他に安静呼吸時には呼吸との関係が殆んど判らなかつた筋も努力呼吸のときにはその関係がはっきりするような場合もみられた (第4図).



第2図 大胸筋の筋電図 (安静呼吸時)

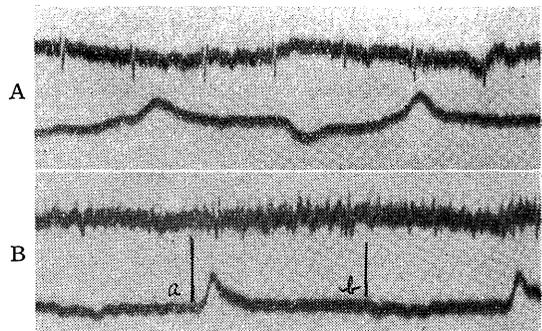
放電は呼息の途中から始まり, 途中で終わっている  
a: 呼息の気流が動きはじめる所. b: 放電の始まる所. c: 放電の終る所. d: 吸息の気流が動きはじめる所. x印は心電図



第3図 外腹斜筋の筋電図 (安静呼吸時)

Aを記録して約45分後にBを記録

Aでは呼息に一致した放電だけで持続的な放電は見られないが, Bでは呼息と一致して増加する持続放電が見られる



第4図 小胸筋の筋電図

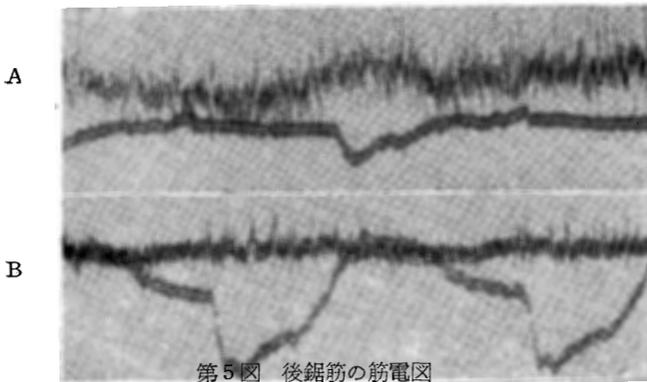
A: 安静呼吸時. B: 努力呼吸時

Aでは呼吸との関係がはっきりしないが Bでは呼息時に放電頻度が増している

a: 呼息の気流が動きはじめる所. b: 吸息の気流が動きはじめる所. x印は心電図

しかし努力呼吸を行わせても尚呼吸との関係のはっきりしない筋もある.

また安静呼吸時に呼吸相と一致して放電して



第5図 後鋸筋の筋電図

A: 安静呼吸時. B: 努力呼吸時

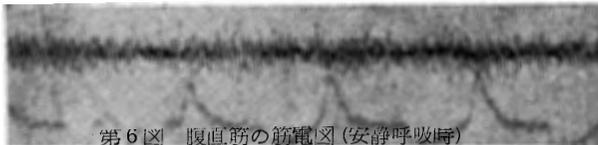
Aに於て見られる持続放電はBでは止み, 吸息相と一致した放電が現われるようになる

いた筋では吸息筋・呼息筋共に努力呼吸時においても, 呼吸相の上では殆んで放電期間の延長は認められないが, 安静呼吸時持続的に放電していた筋では, 持続放電が止み呼吸相と一致した放電を現わす傾向がある (第5図).

#### IV. 考 案

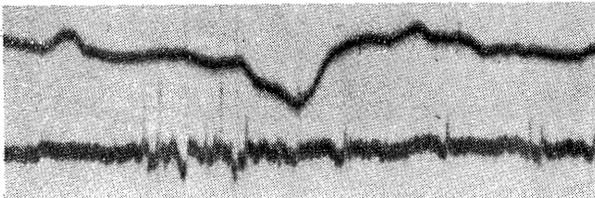
横隔膜は吸息筋として常に強く活動しているがその他の筋ではどの実験例においても常に呼吸に関与しているような筋は見られない。

この結果を時実<sup>9)</sup>が人について行った結果と比較すると, 人の腹直筋では呼息に一致した活動を認めていないが, 仰臥位の兎においては内・外腹斜筋, 腹横筋の他に腹直筋も安静呼吸時に呼息と一致した放電の増加を認めた (第6



第6図 腹直筋の筋電図 (安静呼吸時)

呼息に一致して放電頻度が増加していることが判る



第7図 三角筋の筋電図 (安静呼吸時)

呼息に一致した放電を見る

図).

胸筋も弱いながら呼吸的に働いているが, 人の脊部の筋 (僧帽筋・菱形筋など) では, 努力呼吸時は勿論安静呼吸時にも働いているが, 兎では呼吸との関係は余りはっきりせず僅かに吸息的に働いているようである。また三角筋は, 人においては, 吸息相に強く働いており (Fars spinata, pars scromialis) また弱いながらも呼息に関係している部分 (pars clavicularis) も見られているが, 兎では吸息相に働く所を見出すことは出来なかった (第7図).

四肢筋については時実<sup>9)</sup>は人の上肢で, 伸筋群には吸息中枢から, 屈筋群には呼息中枢から衝撃が送られて来ていることを確め, 山崎<sup>10)</sup>は人の四頭股筋に吸息中枢から衝撃の来ることを認めているが, 単に呼吸困難とする程度のこの動物実験ではこれを確めることは出来なかった。

肋間筋の活動については既に多くの人<sup>6) 11)</sup>によって研究がなされて来たが, 外肋間筋の骨間部でVI以下の部分は人では吸息に関係しているが, 兎では呼息に関係している場合が多く, Gesell<sup>6)</sup>も犬で呼息に働いている場合を見ている。内肋筋については骨間部は呼息に, 軟骨間部のうちI~Vは吸息に, VI以下は呼息に関与し, これは Bronk, 時実の結果と一致している。

内外肋間筋の骨間部・軟骨間部共に, 各高さのものが常に, 同時に働いているものではなく交代して働き, また同一の肋間筋でも部分的に働いている場合がしばしばある。

呼息筋の活動は肋間筋において最も著明であるが, 同じ肋間筋のうち吸息に関係している部分に較べると更に弱い場合が多く, 結局呼息は拡張された胸郭の弾性と, おしつけられた腹腔内臓の復位によって行われる部分が強いと考えられる。

気流の動きに先行して活動を始める筋

については Pitts, Gesell も横隔膜の活動電流で見えており、石井<sup>12)</sup>は横隔神経の活動電流で既に報告している。肋間筋においては吸息だけでなく呼息に関係している筋にも気流に先行して活動するような筋が見られる (第1図 a, 第8図)。これは行き過ぎようとする吸息または呼息を制止し、呼息または吸息に切り換えるためのものと思われる。

努力呼吸のときは安静呼吸時に較べて、働いている筋線維の数も増し、放電頻度も増している。これは呼吸中枢における神経細胞の興奮性も高まり、また働いている細胞の数も増していることを示す。

Bronk<sup>11)</sup>は肋間筋で持続的に活動しながら、吸息または呼息に一致して活動の強さが増減する場合について述べているが、持続的の活動に対する意味づけには何等ふれていない。努力呼吸を行わせるとこれ等持続的な活動は止み、呼吸運動と同期した活動をするようになるのは吸息及び呼息の中枢において、それぞれの興奮がひろがり、全体として同期して働くようになり、相互抑制の関係がはっきりして来るためと考えられる。

## V. 結 論

1. 家兎を用いて各筋の筋電図を気流曲線と同時に記録し、呼吸に対する関係を調べて本文の表のような結果を得た。

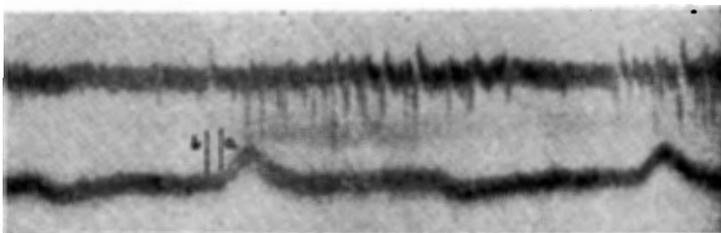
2. このうちどの兎でも常に働いているのは横隔膜だけで、肋間筋もふくめて他の筋は交代して働き、また部分的に働いている。

3. 呼吸運動に関与している筋は兎により個体差が認められる。

4. 吸息筋は slowly augmenting pattern、呼息筋は steady state pattern が多い。

5. 人の場合と比較すると、本質的な違いはないが、多少の差異が見られる。

6. 気流の動きに先行して活動を始める筋が



第8図 内肋間筋Ⅱ骨間部  
気流の動きに先行した呼息の放電が見られる

ある。

7. 安静呼吸時持続的に活動していた筋は、努力呼吸時には持続活動をやめ呼吸相と同期して活動するようになる。これは吸息及び呼息中枢の相互抑制が著明になるためと考えられる。

## 文 献

- 1) Hess, W. R. (1936) Die Rolle des Vagus in der Selbst-steuerung der Atmung. Pflügers Arch. 237, 24-39
- 2) Rice, H. V. (1938) Vagal reflex and carbon dioxide. Am. J. Physiol. 124, 535-545
- 3) Wyss, Oscar A. M. (1939) Reizphysiologische Analyse des afferenten Lungenvagus. Pflügers Arch. 242, 215-233
- 4) 高木健太郎・長谷川 弘・石井公正 (昭和25年) 迷走神経中枢刺激の呼吸に及ぼす影響について 日本生理誌 12, 216-223
- 5) Gesell, R., A. S. Dontas (1952) Central inhibition reflexly, reciprocally and chemically induced. Am. J. Physiol. 170, 690-701
- 6) Gesell, R. (1936) Individuality of breathing. Am. J. Physiol. 115, 168-179
- 7) Gesell, R., C. S. Magee and J. W. Bricker (1940) Activity pattern of the respiratory neurons and muscles. Am. J. Physiol. 128, 615-628
- 8) Gesell, R., A. K. Atkinson and R. C. Brown (1940) The origin of respiratory activity patterns. Am. J. Physiol. 128, 629-634
- 9) Tokizane, T., K. Kawamata and H. Tokizane (1952) Electromyographic studies on the human respiratory muscles. Jap. J. Physiol. 2, 232-247
- 10) 山崎恒雄 (1953) 自動的呼吸運動と他動的呼吸運動による下肢筋緊張及び膝蓋腱反射域値の影響について (1953年10月29日 昭和28年度筋電図学会発表 日本生理誌発表予定)
- 11) Bronk, D. W. and L. K. Ferguson (1935) The nervous control of intercostal respiration. Am. J. Physiol. 110, 700-707
- 12) 石井 (中根) 公正 (昭和26年) 呼吸の交代性発現について 日本生理誌 13, 399-407

### Summary

1) The relation between the activities of respiratory muscles and the respiratory cycle was investigated electromyographically in rabbits. The results obtained by simultaneous recording of the EMG and pneumotachogram are summarized in the table illustrated in text.

2) The diaphragm is always in active powerfully in all cases. The other respiratory muscles, including intercostal muscles, are not always in active, but alternately or partially.

3) There are some individual variations in the numbers and the kinds of muscles which participate respiratory movement.

4) Many inspiratory muscles are slowly augmenting patterns, and many expiratory muscles are steady state pattern.

5) In the functional pattern of respiratory muscles, there is no difference between the rabbit and the man, but a few in detail.

6) Some inspiratory and expiratory muscles contract earlier than the beginning of the tidal flow.

7) The impulses are not always grouped in the inspiratory and expiratory phases in quiet breathing. Some muscles show a continuous train of impulses whose frequencies rise and fall with the respiratory cycle. In forced breathing, however, the continuous discharge of these muscles changes alternatively with respiratory cycle; inspiratory muscles discharge in inspiratory phase and suspend in expiratory phase and viceversa. This would be attributed to the considerable increase of the reciprocal inhibition of the inspiratory and expiratory centers in forced breathing.

*(Dep. of Physiol., Niigata Univ. School of Medicine)*

## 灌流-腎血管-膜電位差の研究 612.014.423:612.13:612.45

Studies on the Membrane Potential with Reference to the Perfusing Blood Vessels of a Toad's Kidney.

塩 見 清 (SHIOMI-Kiyoshi)\*

### I. 緒 言

生体の血管内を或る溶液(内液)にて灌流しながら、この灌流液下の諸臓器を他の溶液(外液)に浸漬し、又は接触せしめた時、内液に連絡した一方の導電極(内液導電極)と、外液に連絡した他方の導電極(外液導電極)との間に測定される起電力から、両導電極の単極電位差、并に液体連結に基く拡散電位差を補正すると、臓器組織が介在しているために内外両液間に生じたと考えられる膜電位差が求められる。我々は、これを灌流-血管膜-電位差と名づけている。

酒井文三<sup>1)</sup>により始められた蛙の下肢の灌流-血管膜-電位差の研究は、斎藤貞二<sup>2)</sup>により蟻について其の基礎が固められ、志田清英<sup>3)</sup>は蟻の下肢について、斎藤の行った実験を更に進め、膜電位差の発現機構の説明に当って、毛細管の内皮細胞と細胞間隙とが独立した起電効果を備えている事を推論した。更に川合弘一<sup>4)</sup>は肝、藤井重泰<sup>5)</sup>は肺、松永亮一<sup>6)</sup>は心臓及び動脈、上田哲也<sup>7)</sup>は胃腸、岩田腎次<sup>8)</sup>は卵管について夫々実験業績を挙げている。

私は灌流-血管-膜電位差の研究の一環として腎に関する斯かる研究を分担した。蟻の灌流-腎血管-膜電位差に関しては、斎藤貞二<sup>9)</sup>が始めて其の測定法を考案したが、私はこれを更に進展させて、灌流液たる内液と腎を浸漬した外液との間の膜電位差(腎膜電位差)、并に灌流液たる内液と尿路内腔の溶液(内液に対して言えば外液に当る)との間の膜電位差(尿膜電位差)を測定した。又膜電位差の測定と共に、灌流されている内液が、下空静脈から流出滴下する滴数、并に尿路内溶液(以下単に尿と呼ぶ)の流出滴下する滴数をも測定した。

蟻の腎は発生学上中腎に属し、其の発生の過程に於て、Malpighi氏体の頸部より短き棒状突起を生じ、これは腹膜に伸び、次で内腔を生じて管状となって体腔と交通する。この末端は腎口(Nephrostoma)と名づけられ、腎の表面に200乃至250箇存在する。発生が進むと管の他端は、Malpighi氏体の頸部より分離し、腎内の静脈系血管と結合する。従って、蟻では腎血管内腔の溶液(内液)と腎を浸漬している溶液(外液)とが、腎口を通じて直接交通しているように一応考えられるが、實際上蟻の血液が腎口を経て腹腔内に流出することがない事から判るように、腎口を経ての内外液の自由な交通は起っていない。内液に色素溶液を用いた時に、これが外液に出て来ない事、又内液にHCl又はNaOHを含む溶液を用いても、これと外液との間に自由拡散電位差の発現が認められない事など、私の行った実験からも、腎口を介しての内外液の交通は否定せられる。

蟻の腎は、脊柱直前を走る下行大動脈より直接数本の比較的太い動脈を受けている。又下肢を循環せる静脈は左右の腎門脈となり腎に這入っている(第1図参照)。そして大動脈よりの血管は糸毬体を、又腎門脈からの血管は細尿管を支配するが、この両系統の血管は互に吻合する。これらの毛細管は終には数本の静脈となって腎を出で、合流して下空静脈に注いでいる。本実験に於ては、大動脈并に左腎門脈から灌流を行ったが、内液導電極は、腎膜電位差の測定の場合も亦尿膜電位差の測定の場合も、共に動脈Canulaeを介して大動脈の内液に連絡せしめた。外液導電極は、腎膜電位差の測定の場合には、腎を浸漬している外液に連絡せしめ、尿膜電位差の測定の場合には、両側尿管に連る尿管Canulaeにより、両側尿管内腔の溶液即ち尿

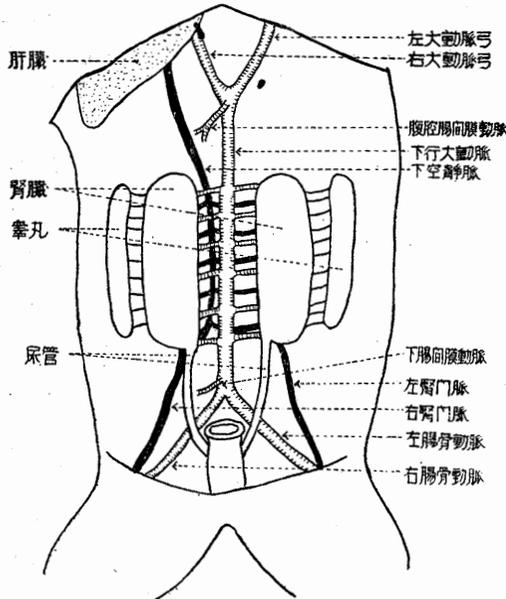
\* 京都府立医科大学生物物理化学教室

に連絡せしめた。

## II. 実験方法

### 1) 標本作成

雌の墓では、腎と卵巣及び輸卵管との間に多数の血管が連絡して、分離するのに多大の



第1図

時間がかかるから、私は材料として専ら雄の墓を用いた。雄の墓の腎の外側には睪丸があって、これと腎との間を多数の細血管及び輸精管が連絡しているから、睪丸を取り除くと灌流液の漏出を来し易い。又片側の腎を取り除く事も血管処理が困難である。よって私は睪丸と共に全別出した両側腎について実験を行った。

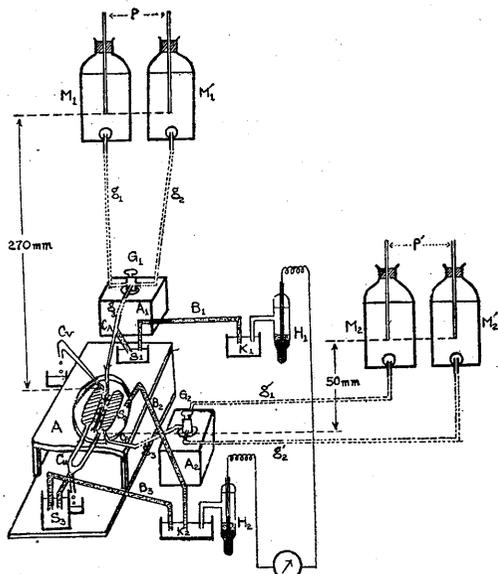
脊髄を挫滅した墓(雄)の腹壁を正中線に沿い切開すると、腹壁の直後に前腹静脈が表われる。それを二重結紮し、中央部を切断する。次に腹壁を横に十文字に切開する。この時腹壁の血管より出血が起った時にはコッヘル氏鉗子で止血する。腎と胃腸との間の腹膜及び腎と後腹壁との間の腹膜を剝離し、腹腔腸間膜動脈及び下腸間膜動脈を結紮切断する。この時腹膜にある数本の可視血管は皆結紮止血する。更に腸を持って腎を持ち上げると、腎と後腹壁とを連絡している数本の血管が表われるから、これらを3~4

箇所にて纏めて結紮切断する。次で左右の尿管を剝離し、総排泄腔への開口部近くで尿管を切断し、これに尿管 canulae を挿入し、canulae が脱出しないように木綿糸で緊縛する。尿管 canulae を挿入する前に、この中に気泡のはいらぬように、1PNaCl 溶液を充たしておく。此処に 1PNaCl 溶液とは0.65% NaCl 溶液を意味する。以下記述の便宜上、塩類溶液の滲透圧が血液の滲透圧の  $a$  倍である場合には、それを **aP塩類溶液** と記述する。次で下行大動脈を左右腸骨動脈分岐部附近で結紮切断する。又右腎門脈をも結紮切断する。更に、右大動脈弓を結紮切断し、胸椎部から頭部を心臓と共に切り離す。かくして腎を胴体と共に、油紙を敷いた灌流台上に載せる。左大動脈弓より下行大動脈に向って動脈 canulae を挿入し、直に灌流を開始する。心臓を切り離して血流が停止してからは、出来るだけ短時間内に灌流を開始しないと、腎の表面に粟粒大の赤褐色斑(凝血?)が現われ、以後の実験に支障を来す虞がある。次に左腎門脈を剝離すると腎は尿管 canulae, 動脈 canulae をつけたまま全別出される。此処で油紙の上にある腎を、浸漬外液を充たしたシャーレの中に移し、左腎門脈より門脈 canulae を挿入して、直にこれよりも灌流を開始する。又下空静脈には静脈 canulae を挿入して、灌流液を流出滴下させる。以上の手術中、腎は手又はピンセット等にて触れないように特に注意を要する。

### 2) 実験装置

実験装置は斉藤<sup>2)</sup>及び志多<sup>3)</sup>の用いたものと大体同様であるが、腎灌流に特殊な器具もあるから第2図により簡単に説明する。

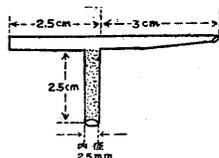
灌流台 A は、18×14cm の矩形の上に、底面 10×14cm, 高さ3.5cm の箱を、底面を上にして置いたような形のものである。Mariotte 瓶は2組  $M_1, M_1', M_2, M_2'$  がある。夫々一方の瓶  $M_1, M_2$  には 1P NaCl 溶液(対照液)を入れ、他方の瓶  $M_1', M_2'$  には被検液を入れる。Mariotte 瓶  $M_1, M_1'$  は水圧 270mm になるよう設置されており、ゴム管  $g_1, g_2$ , 三方活栓  $G_1$ , ゴム管  $g_3$  により動脈 canulae  $C_A$  に連絡する。動脈 canu-



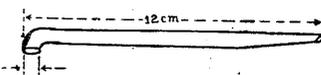
第2図

lae  $C_A$  (及び門脈 canulae  $C_P$ ) を挿入する前には、三方活栓  $G_1$  ( $G_2$ ) を開き、被検液次で対照液を流出せしめ、ゴム管及び canulae  $C_A$  ( $C_P$ ) 内の空気を予め駆逐し、灌流圧を一定とするため硝子管  $P$  ( $P'$ ) の下端より、気泡が生ずるように  $P$  ( $P'$ ) の液面を予め調節しておいた。三方活栓  $G_1$  ( $G_2$ ) と canulae  $C_A$  ( $C_P$ ) との間のゴム管  $g_3$  ( $g_3'$ ) は、長さ約 3cm であり、三方活栓  $G_1$  ( $G_2$ ) による灌流液切替後は短時間内に被検液にて灌流されるようにしてある。三方活栓  $G_1$  ( $G_2$ ) は、三方活栓支持台  $A_1$  ( $A_2$ ) により任意適当な場所へ移動出来る。三方活栓支持台  $A_1$ ,  $A_2$  は縦 8.0cm, 横 5.0cm, 高さ 8.0cm, のボール紙製の箱で、其の上面に円い穴をあけ、三方活栓の支持に便利のようにしてある。動脈 canulae  $C_A$  は第3図(1)に図示した。其の脚部には NaCl を 1P の割合に含有する約 3% 寒天 Gel (動脈寒天橋) が充たされていて、これにより大動脈内の灌流液 (内液) より電気が導き得るようになっていいる。これと内液導電極  $H_1$  との間の連絡は、1P NaCl 溶液  $S_1$ —NaCl を 1P の割合に含有する約 3% 寒天 Gel 管 (内寒天橋  $B_1$ )—飽和 KCl 溶液  $K_1$  を以ってした。Mariotte 瓶  $M_2$ ,  $M_2'$  は水压 50mm になるように設置し、ゴム管  $g_1'$ ,  $g_2'$ , 三方活栓  $G_2$ , ゴム管  $g_3'$  により

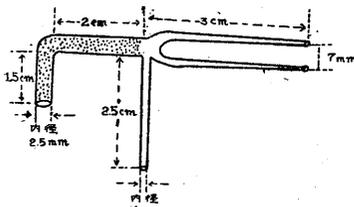
(1) 動脈 Canulae



(2) 静脈 Canulae



(3) 尿管 Canulae



第3図

門脈 canulae  $C_P$  に連絡し、左腎門脈より灌流する。門脈 canulae  $C_P$  は長さ 3cm, 内径 0.5cm のガラス管で、その一端を細くしたものである。下空静脈より挿入する静脈 canulae  $C_V$  は第3図(2)のようであり、其の一端を静脈に挿入し、他端より灌流液が滴下し易いようにしてある。腎臓全体は直径 5.5cm, 深さ 0.5cm の浸漬シャーレ  $S_2$  により、外液たる 0.1P NaCl 溶液に浸漬し、外液導電極  $H$  との間は、0.1P NaCl 寒天橋 (外寒天橋  $B_2$ )—飽和 KCl 溶液  $K_2$  の順序で連絡した。両側の尿管内に挿入した尿管 canulae  $C_U$  は第3図(3)の如く、其の 2 つの尖端部を夫々両側の尿管内に挿入し、他端より尿が滴下出来るようにし、其の彎曲部には NaCl を 1P の割合に含有する約 3% 寒天 Gel (尿管寒天橋) を充たし、尿管内の溶液 (尿) から電気が導かれるようにし、これと外液導電極  $H_2$  との間は、1P NaCl 溶液  $S_2$ —1P NaCl 寒天橋 (尿管寒天橋  $B_3$ )—飽和 KCl 溶液  $K_2$  を以て連絡した。灌流台、シャーレ、三方活栓支持台等は、すべてパラフィンを溶融塗布して絶縁した。

### 3) 測定法

標本が完成して起電力及び滴数の測定を開始するのは、灌流開始後 2~3 分経ってからであ



KCl 溶液と 1PNaCl 溶液(腎・拡・内3,尿・拡・外1,尿・拡・内3) との間の拡散電位差が問題となる。イオン活度を分子濃度に等しいとして, これらの拡散電位差を Henderson の式で算出した数値を第1表に掲げた。腎・拡・内1と尿・拡・内1とについて, 内液の 1P NaCl 溶液が種々の薬物を含む場合については, 教室の小坂幹文, 滝本

分乃至40分で膜電位差は平衡値に達するものと認められる。

b) 尿膜電位差

内液を 1P NaCl 溶液, 外液を 0.1P NaCl 溶液とした場合の, 尿膜電位差の時間的経過を, 月別に集計して第3表に示した。多くは第2表の実験と同時に測定した成績である。此の場合の膜電池では, II. 3) に記述したように尿・拡・外1と尿・拡・内3とが互に消去し合うために, 起電力は純粹の尿膜電位差と尿・拡・外2との和になる。灌流する内液が 1PNaCl 溶液の時に, 灌流を始めてから間も無く, 尿の組成は 1PNaCl 溶液に接近するから, 30分乃至40分後には起電力は尿膜電位差に等しいものと見られる。第3

第1表

第I液	第II液	拡散電位差 (mV*)		
		18°C	20°C	25°C
飽和KCl	1P NaCl	+0.1	+0.1	+0.1
	10P NaCl	-2.1	-2.1	-2.1
	0.1P NaCl	+0.9	+0.9	+1.0

\* 第I液が陽極側に当たるときの拡散電位差を (+) とし, 陰極側に当たるときを (-) とす

恒雄<sup>10)</sup>等の実測値があるから, 必要に応じてこれを用いて補正する。\*印を付けた寒天橋及び溶液は, NaCl 溶液及び CaCl<sub>2</sub> 溶液の濃度効果の実験では, 0.1P 又は 1P 以外の濃度の NaCl, 又は CaCl<sub>2</sub> 溶液が含まれている。尿・拡・外2は尿の組成が定まってないから, 確実に算出する途はないが, 内液が 1PNaCl 溶液である場合には, 尿も 1P NaCl 溶液と見做して算出する事が出来る。最近財満敬<sup>11)</sup>は, NaCl, NaBr 并に NaI の 1P 及び 3P の溶液を以って, 私の実験と同様に腎を灌流した処, 尿中の Cl', Br', I' の濃度は, 灌流液のそれに等しい事を証明している。従って, 私の場合に尿を 1P NaCl 溶液と看做した事に誤は無い。

III. 実験成績

1) 膜電位差の時間的経過

a) 腎膜電位差

内液を 1PNaCl 溶液, 外液を 0.1P NaCl 溶液とした場合の, 腎膜電位差の時間的経過を, 月別に集計して其の平均値を第2表に掲げた。これは直接測定した膜電池の起電力から, 腎・拡・外1及び腎・拡・内3を補正して算出したものである。これらの拡散電位差の数値は第1表に拠って求めた。腎膜電位差の0分値より, 10分値乃至40分値の推移を見ると, 灌流開始当初は多少の変動があるが, 概ね30

第2表

年月	平均温度 (°C)	例数	腎膜電位差 (mV)				
			0'	10'	20'	30'	40'
1951 II	15	11	-4.8	-4.8	-4.9	-4.9	-5.0
III	16	40	-5.1	-5.1	-5.2	-5.3	-5.3
IV	17	15	-4.5	-5.3	-5.5	-5.7	-5.7
V	22	18	-5.4	-5.8	-6.0	-6.1	-6.1
VI	24	7	-5.5	-5.5	-5.7	-5.5	-5.6
VII	29	14	-5.6	-6.2	-6.3	-6.9	-7.0
VIII	30	23	-5.1	-5.6	-6.1	-6.3	-6.3
IX	23	29	-7.7	-7.9	-8.5	-8.7	-8.8
X	21	12	-8.7	-9.2	-9.7	-10.3	-10.3
XI	15	23	-7.8	-8.0	-8.1	-7.3	-7.7
1952 IV	17	18	-8.1	-9.5	-9.8	-9.8	-10.2
V	22	26	-7.8	-8.9	-9.3	-9.4	-9.5
VI	24	16	-8.9	-9.1	-8.9	-8.7	-8.4

第3表

年月	平均温度 (°C)	例数	尿膜電位差 (mV)				
			0'	10'	20'	30'	40'
1951 II	15	13	-30.3	-24.4	-20.9	-15.6	-11.8
III	16	41	-22.9	-16.1	-14.2	-12.0	-9.2
IV	17	15	-9.9	-9.0	-8.9	-7.6	-5.5
V	22	18	-15.4	-14.4	-11.4	-9.4	-7.9
VI	24	7	-15.6	-15.9	-13.8	-11.6	-10.2
VII	29	14	-0.5	-0.4	-0.25	-0.25	-0.15
VIII	30	23	-5.2	-4.1	-3.6	-3.2	-3.0
IX	23	29	-3.4	-2.8	-1.8	-1.2	-0.8
X	21	12	-3.2	-5.1	-5.2	-4.3	-3.5
XI	15	28	-8.8	-7.3	-5.1	-3.4	-2.9
XII	11	20	-3.9	-3.6	-3.0	-1.9	-1.5
1952 III	12	15	-24.0	-23.0	-23.0	-17.9	-15.9
IV	17	23	-28.0	-24.8	-19.8	-16.6	-14.3
V	22	26	-17.5	-16.4	-13.0	-10.3	-7.8
VI	24	16	-26.3	-26.1	-17.8	-11.1	-8.8

表を見ると、尿膜電位差は、0分値が最も低く数10分後には0~-10mVに達するが、常に(-)の数値を示す。尿・拡・外2は(+)の数値の電位差であるから、尿膜電位差が(-)に表われる事は、仮りに尿・拡・外2が残っていると、それより優勢な、而もそれとは反対方向の電位差が、此処に考えられる膜の処で発生しているものとみられる。

2) 膜電位差の季節的変動

a) 腎膜電位差

内液を1PNaCl溶液、外液を0.1P NaCl溶液とした場合の膜電位差を、一般に標準膜電位差と呼んでいる。腎についての標準膜電位差が、測定開始後30~40分で平衡値に達する事は既に前節で述べた。今、40分迄しか測定していない場合は40分値、50分まで測定している場合には50分値を取って、総計252例について、これを各月別に集計して平均値を求め、信頼度95%の信頼限界を付けて第4表に示した。これを見ると腎膜電位差にも季節的変動があって、X月に下降する。IX月には下肢(斉藤貞二<sup>2)</sup>)、胃腸(上田哲也<sup>7)</sup>)、X月には肝(川合弘一<sup>4)</sup>)、XI月には肺(藤井重泰<sup>5)</sup>)に於て、夫々標準膜電位差の下降が認められているから、私の見出した腎膜電位差のX月の下降も、それらと一脈の関連のあるものと思われる。

b) 尿膜電位差

前掲第3表の、尿膜電位差の0分値について、信頼度95%の信頼限界を書き入れたのが、此処

第4表

腎膜電位差 (平衡値) の季節的変動

年月	例数	mV
1951 II	11	-5.8±1.4
III	40	-6.0±0.6
IV	15	-6.5±0.5
V	18	-6.1±0.5
VI	7	-5.5±1.5
VII	14	-7.0±1.2
VIII	23	-6.3±0.7
K	29	-8.8±0.7
X	12	-10.3±1.4
XI	23	-7.9±0.5
1952 IV	18	-10.2±0.5
V	26	-9.5±0.3
VI	16	-8.3±0.3

第5表

尿膜電位差 (0分値) の季節的変動

年月	例数	mV
1951 II	13	-30.3±14.8
III	41	-22.9±8.1
IV	15	-9.9±7.9
V	18	-15.4±7.2
VI	7	-15.6±21.2
VII	14	-0.5±0.6
VIII	23	-5.2±3.2
K	29	-3.4±1.1
X	12	-3.2±2.3
XI	28	-8.8±5.9
XII	20	-3.9±1.6
1952 III	15	-24.0±9.4
IV	23	-28.0±4.2
V	26	-17.5±8.3
VI	16	-26.3±13.0

に掲げる第5表である。又、此の0分値の各々の値を、10mV間隔の階級に分けて、其の頻度を暦年各月別に配したのが第6表である。即ち尿膜電位差の0分値は、II月及びIII月(交尾期)に最も下降し、私の測定した最低値は-125.0mVであった。夏期で殊に衰弱した藁では、尿膜電位差の0分値は0mVに近い。今、尿膜電位差の本質は、内液と尿との間の拡散電位差に過ぎぬと仮定すると、これは尿のNaClの濃度如何にかかわらず、尿・拡・外2と消去し合って、起電力は0mVに出る筈である。それ故極端な場合として、-125.0mVをも示す電位差の数値は、拡散電位差ではなくて、膜の実質たる細胞自

第6表 尿膜電位差(0分値)分布表

mV \ 年月	1951												1952				計
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	K	X	XI	XII	III	IV	V	VI		
0~-9.9	4	16	10	8	4	14	17	25	11	21	19	4	1	13	4	171 (57.0%)	
-10~-19.9	2	10	3	6	2		5	4	1	1	1	3	2	5	5	50 (16.7%)	
-20~-29.9	2	5	1	2						1		3	9	3	2	28 (9.4%)	
-30~-39.9	1	3		1			1			4		1	8	2	1	22 (7.3%)	
-40~-49.9		2								1		1	1	2	1	8 (2.7%)	
-50~-59.9	1		1									3	1		1	7 (2.3%)	
-60~-69.9	2	3		1	1								1			8 (2.7%)	
-70~-79.9	1														2	3 (1.0%)	
-80~-89.9		1														1 (0.3%)	
-90~-99.9														1		1 (0.3%)	
-100以下		1														1 (0.3%)	
計	13	41	15	18	7	14	23	29	12	28	20	15	23	26	16	300 (100.0%)	

体に起っているものと言わねばならぬ。齊藤貞二<sup>2)</sup>は、藁の灌流-下肢血管-膜電位差に於て、Ⅱ月又はⅢ月に同液膜電位差が負数を示す事を見出した。私の尿膜電位差に於ても、亦齊藤の下肢血管-膜電位差に於ても、血管内壁の外面(内腔とは反対の方向に向う面)の側の陰極性が、Ⅱ月、Ⅲ月の交に高まっている点は、両者に共通する事項である。尿膜電位差は、30~40分の経過で0~-10mVになるから、灌流当初の膜の状態は、其の後暫く灌流を続けると失われ、膜に於て普通の拡散電位差が優越するようになると、尿膜電位差は0mVに近づくものと考えられる。上述の通り、私は尿膜電位差にも季節的変動のある事を見出し、又尿膜電位差の0分値から推して、糸球体毛細管内皮の、恐らくはイオン透過性に関係のある性状は、季節的に差異を示し、Ⅱ月、Ⅲ月に其の外面側の陰極性の高まる事を見出すに到ったのである。

### 3) 濃淡膜電位差

#### a) NaCl 濃淡膜電位差

先ず内液及び外液を共に 1P NaCl 溶液とし、灌流を行い乍ら40分間に亙り、腎井に尿膜電池の起電力を10分毎に測定する。其の後、内液又は外液の、いずれかの NaCl 濃度を変化させ、引きつづき50~60分間に亙り、10分毎に起電力を測定した。即ち、内液の切替え又は外液の入替えを、次のように行う。

- i) 内液 1P NaCl 溶液 → 10P NaCl 溶液  
| 外液 1P NaCl 溶液
- ii) 内液 1P NaCl 溶液 → 0.1P NaCl 溶液  
| 外液 1P NaCl 溶液
- iii) 内液 1P NaCl 溶液 | 外液 1P NaCl 溶液  
→ 10P NaCl 溶液
- iv) 内液 1P NaCl 溶液 | 外液 1P NaCl 溶液  
→ 0.1P NaCl 溶液

i) 及び ii) では、Ⅱ.3) に記入した腎膜電池の構成図の、内液側の \* 印の附いた溶液又は寒天橋の NaCl 濃度は夫々 10P 及び 0.1P となっている。外液側の \* 印の附いた溶液又は寒天橋の NaCl 濃度は、常に 1P に保つ。iii) 及び iv) では、此の構成図の、内液側の \* 印は原図の通り 1P と

し、外液側は夫々 10P 及び 0.1P とする。尿膜電池差の構成は、外液側は i)~iv) の場合に、内液側は iii) 及び iv) の場合に、共に原図の通りであるが、内液側は i) 及び ii) の場合に、腎膜電池の内液側と同一の構成を持つ事になる。起電力 E, E' と共に、静脈井に尿の滴数 Z 井に Z' を測定し、これ等の結果を第 7 表に掲げた。E<sub>40'</sub> は、内液及び外液を共に 1P NaCl 溶液として、灌流を始めてから 40 分目の測定値であって、ほぼ平衡値に達した状態の数値である。E' 及び Z' は、切替後又は入替後の夫々の数値である。E' については、切替後又は入替後 10~60 分に亙る 10 分毎の測定値を記入した。季節的変動を慮り、測定の日月日を書き留めた。

腎膜電池に於て、拡散電位差は、腎・拡・内 1 と腎・拡・内 2 とは、値が同一で方向が逆になる関係で相殺されるから

$$E = e_m + (\text{腎} \cdot \text{拡} \cdot \text{外} 1) + (\text{腎} \cdot \text{拡} \cdot \text{内} 3)$$

となる。尿膜電位差に於ては

$$E = e_m + (\text{尿} \cdot \text{拡} \cdot \text{外} 1) + (\text{尿} \cdot \text{拡} \cdot \text{外} 2) + (\text{尿} \cdot \text{拡} \cdot \text{内} 3)$$

となり、尿・拡・外 1 と尿・拡・内 3 を補正すると、e<sub>m</sub> と尿・拡・外 2 の和が出る事になる。尿の組成が確定しない時には、尿・拡・外 2 は算出出来ないから、これが尿膜電位差に含まれている。以上の補正に必要な拡散電位差の代数和を、第 1 表に基き計算して第 8 表に示した。又これにより補正された E<sub>30'</sub> の平均値と、その信頼度 95% の信頼限界を第 9 表に掲げた。第 9 表から、膜電位差 (縦軸) と、対数尺度で画いた濃度 (横軸) との関係を図示したのが第 4 図である。即ち、内液を 1P NaCl 溶液に一定して、外液の NaCl 溶液の濃度を 0.1~10P に変化させると (外液濃度効果)、腎膜電位差は外液の NaCl 溶液の濃度の増す程上昇する。外液を 1P NaCl 溶液に一定して、内液の NaCl 溶液の濃度を 0.1~10P に変化させると (内液濃度効果)、腎膜電位差は内液の NaCl 溶液の濃度を増す程下降する。これにより腎膜電位差は NaCl 溶液に対して、膜の内面も又外面も共に陽性膜として作用する事が判明した。0.1P NaCl 溶液に対

第7表

日/月	温度 (°C)	腎膜電池										尿膜電池										尿滴	
		E <sub>40</sub>	E <sub>10'</sub>	E <sub>20'</sub>	E <sub>30'</sub>	E <sub>40'</sub>	E <sub>50'</sub>	E <sub>60'</sub>	Z <sub>40</sub>	Z <sub>30'</sub>	E <sub>40</sub>	E <sub>10'</sub>	E <sub>20'</sub>	E <sub>30'</sub>	E <sub>40'</sub>	E <sub>50'</sub>	E <sub>60'</sub>	Z <sub>40</sub>	Z <sub>30</sub>				
i) 内液 1P NaCl → 10P NaCl   外液 1P NaCl																							
1951	28/XI	-0.3	-7.1	-7.2	-7.2	-7.2	-7.2	38	24	-0.1	-7.0	-6.9	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	1.4	0				
	28/XI	-0.4	-7.1	-7.4	-7.4	-7.0	-7.0	16	12	-0.5	-7.2	-7.1	-7.2	-7.3	-7.3	-7.3	-7.3	1.3	0				
	29/XI	-0.7	-6.3	-7.1	-7.2	-7.2	-7.2	26	10	0	-6.6	-7.0	-6.9	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	1.1	0				
	29/XI	0	-6.8	-7.0	-7.1	-7.1	-7.1	16	14	0	-6.5	-6.6	-6.6	-6.5	-6.5	-6.5	-6.5	1.7	0				
	29/XI	-0.4	-6.9	-7.1	-7.0	-7.0	-7.0	19	14	0	-6.8	-6.9	-6.9	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	1.4	0				
	平均	-0.4	-7.1	-7.2	-7.2	-7.1	-7.1	23	14	-0.1	-6.8	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9	-6.9	1.4	0				
ii) 内液 1P NaCl → 0.1P NaCl   外液 1P NaCl																							
1951	8/XI	-0.1	0	+8.0	+8.4	+9.2	+9.0	+8.5	26	0	+5.0	+8.0	+8.7	+10.0	+10.0	+10.0	+10.0	2.7	0				
	8/XI	-0.3	+9.5	+11.3	+11.4	+11.4	+11.5	+11.5	9	0	+9.8	+11.2	+11.0	+11.5	+11.5	+11.5	+11.5	1.6	0				
	11/XI	-0.5	+4.5	+7.6	+7.5	+8.0	+9.0	+9.0	26	0	+8.4	+8.5	+8.6	+8.7	+9.5	+9.5	+9.6	1.5	0				
	14/XI	-0.2	+6.9	+10.0	+10.5	+10.6	+10.4	+10.3	32	0	+5.0	+11.0	+11.5	+11.6	+11.7	+11.7	+11.7	1.4	0				
	14/XI	-0.3	+4.3	+9.8	+9.5	+9.6	+9.6	+9.6	38	0	+4.5	+10.8	+10.7	+10.1	+9.5	+9.5	+9.5	4.3	0				
	平均	-0.3	+5.0	+9.3	+9.5	+9.8	+9.9	+9.8	26	0	+6.5	+9.9	+10.1	+10.4	+10.4	+10.4	+10.4	2.3	0				
iii) 内液 1P NaCl   外液 1P NaCl → 10P NaCl																							
1951	3/XI	-0.5	+7.5	+7.4	+7.3	+7.3	+7.3	32	34	0	-0.1	-0.1	0	0	0	0	0	1.9	0.8				
	5/XI	0	+8.0	+7.9	+7.8	+7.8	+7.8	18	28	-6.8	-7.1	-6.5	-5.6	-4.0	-3.5	-1.2	-1.2	1.7	1.2				
	5/XI	-0.2	+4.2	+5.5	+5.7	+5.8	+5.6	8	9	0	-0.1	0	0	0	0	0	0	1.2	0.8				
	7/XI	-0.4	+7.8	+7.6	+7.4	+7.4	+7.3	14	22	0	-0.2	-0.1	0	0	-0.1	0	0	0.9	0.4				
	7/XI	-0.3	+7.4	+7.5	+7.5	+7.5	+7.6	36	34	0	0	+0.1	+0.5	+0.5	+0.5	0	0	1.8	0.4				
	平均	-0.3	+7.0	+7.2	+7.1	+7.2	+7.1	22	25	-1.4	-1.5	-1.3	-1.0	-0.7	-0.6	-0.3	-0.3	1.5	0.7				
iv) 内液 1P NaCl   外液 1P NaCl → 0.1P NaCl																							
1951	18/XI	-0.1	-5.2	-5.4	-6.4	-6.4	-6.6	30	28	-1.0	+0.3	+0.4	+0.5	+0.3	+0.2	0	0	2.8	1.0				
	18/XI	-0.2	-8.0	-7.4	-7.7	-7.6	-7.8	22	24	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	0	0	0	1.0	0.9				
	22/XI	0	-8.9	-9.0	-8.9	-8.9	-8.9	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.7				
	22/XI	-0.5	-7.0	-7.4	-7.5	-7.4	-7.4	32	32	-1.0	0	0	0	0	0	0	0	3.0	1.1				
	25/XI	0	-7.0	-7.1	-7.2	-7.2	-7.2	28	27	-0.5	+0.1	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1	3.2	1.0				
	平均	-0.2	-7.2	-7.3	-7.5	-7.5	-7.6	26	25	-0.5	+0.1	+0.1	+0.1	0	0	0	0	2.2	0.9				

する腎膜電位差と、10P NaCl 溶液に対する腎膜電位差の差は、内液では 19.7 mV、外液では 17.6mV を示す。尿膜電位差は内液が 1P NaCl 溶液の場合にはほぼ 0mV に近いが、内液を 10P 又は 0.1P NaCl 溶液とすると、夫々定った、而もほぼ平衡状態に在ると看做される膜電位差の数値を示す。内液が 0.1P NaCl 溶液と 10P NaCl 溶液とに対する尿膜電位差の差は 20.0mV である。又尿膜電位差は腎を浸漬している外液の NaCl の濃度が変わっても、殆んど影響を受けない。即ち、尿膜電位差と腎膜電位差とは、互に全く独立した膜電位差である事が、この結果から判然として来た。

b) CaCl<sub>2</sub>

濃淡膜電位差  
内液及び外液を共に 1P NaCl

第8表 補正すべき拡散電位差の和 (18°C)

内液	外液	腎膜電池 (mV)	尿膜電池 (mV)
10P NaCl	1P NaCl	+2.2	+2.2
0.1P NaCl	1P NaCl	-0.8	-0.8
1P NaCl	1P NaCl	0	0
1P NaCl	10P NaCl	-2.2	0
1P NaCl	0.1P NaCl	+0.8	0

第9表 NaCl 濃淡膜電位差

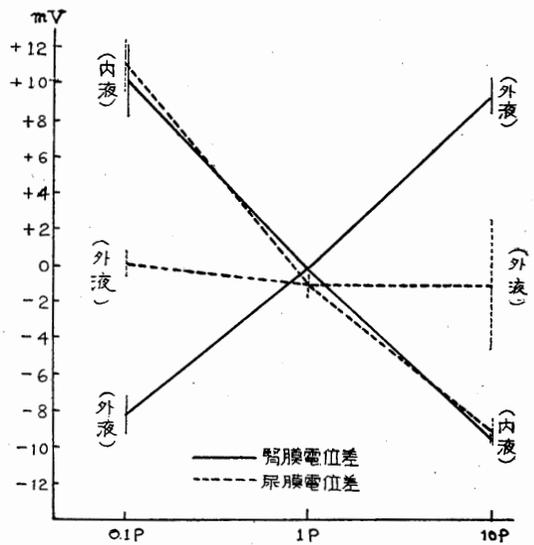
内液	外液	腎膜電位差 (mV)	尿膜電位差 (mV)
10P NaCl	1P NaCl	- 9.4± 0.2	- 9.1±0.8
0.1P NaCl	1P NaCl	+ 10.3± 2.0	+ 10.9±1.7
1P NaCl	1P NaCl	- 0.3±0.03 *	- 1.0±1.0
1P NaCl	10P NaCl	+ 9.3± 1.0	- 1.0±3.6
1P NaCl	0.1P NaCl	- 8.3± 1.0	+ 0.1±0.7

\* 印の数値はE<sub>40</sub>総例20例の平均値

溶液とし、50分間灌流を行い、腎弁に尿膜電池の起電力を10分毎に測定したる後、内液及び外液を夫々、1P, 10P, 0.1P CaCl<sub>2</sub> 溶液に替えて更に60分間に互り10分毎に起電力を測定した。即ち、内液の切替え、又は外液の入替を次のように行う。

- i) 内液 1P NaCl 溶液→1P CaCl<sub>2</sub> 溶液  
|外液 1P NaCl 溶液→1P CaCl<sub>2</sub> 溶液
- ii) 内液 1P NaCl 溶液→10P CaCl<sub>2</sub> 溶液  
|外液 1P NaCl 溶液→1P CaCl<sub>2</sub> 溶液
- iii) 内液 1P NaCl 溶液→0.1P CaCl<sub>2</sub> 溶液  
|外液 1P NaCl 溶液→1P CaCl<sub>2</sub> 溶液
- iv) 内液 1P NaCl 溶液→1P CaCl<sub>2</sub> 溶液  
|外液 1P NaCl 溶液→10P CaCl<sub>2</sub> 溶液
- v) 内液 1P NaCl 溶液→1P CaCl<sub>2</sub> 溶液  
|外液 1P NaCl 溶液→0.1P CaCl<sub>2</sub> 溶液

ここに1P CaCl<sub>2</sub> 溶液は、0.994%CaCl<sub>2</sub> 溶液を指す (Landolt の表による)。本実験にて内液及び外液の NaCl 溶液を、夫々の濃度の CaCl<sub>2</sub> 溶液に切替後は、II. 3) に記入した膜電池の構成図の \* 印の附いた溶液又は寒天橋も、夫々の濃度の CaCl<sub>2</sub> とする。起電力 E 弁に E' と共に、静脈弁に尿の滴数 Z, Z' を測定した。其の結果を第10表に示す。腎膜電位差の E<sub>50</sub> は、内液及び外液を共に1P NaCl 溶液とした場合の50分値であって、平衡値と看做される。尿膜電位差の E<sub>50</sub> は、その時の50分値であり、この値が低い値を



第4図 NaCl濃淡膜電位差

示しているのは、実験を行った季節が■月であったからである。NaCl 濃淡膜電位差の実験でも認められた事であるが、本実験に於ても、内外両液を、夫々の濃度の CaCl<sub>2</sub> 溶液に切替え又は入替えると、腎膜電池も亦尿膜電池も、其の後30分するとほぼ平衡値に達した起電力を与える。

本実験に於ても拡散電位差は、腎弁に尿・拡・内1と、腎弁に尿・拡・内2とは相殺されるから、腎膜電位差に於ては

$$E = e_m + [\text{腎} \cdot \text{拡} \cdot \text{外}1] + [\text{腎} \cdot \text{拡} \cdot \text{内}3]$$

尿膜電位差に於ては

$$E = e_m + [\text{尿} \cdot \text{拡} \cdot \text{外}1] + [\text{尿} \cdot \text{拡} \cdot \text{外}2] + [\text{尿} \cdot \text{拡} \cdot \text{内}3]$$

となる。尿・拡・外1と尿・拡・内3を補正すると、e<sub>m</sub> と尿・拡・外2の和が出る事となる。これ等の補正に必要な飽和KCl 溶液と、各種の濃度の CaCl<sub>2</sub> 溶液との間の拡散電位差を、Henderson の式より求め第11表に掲げる。この表と第1表とから補正に必要な拡散電位差の代数和を求めると第12表のようになる。この数値を用いて補正された膜電位差の E<sub>50</sub>' の平均値、弁にその信頼度95%の信頼限界を第13表に掲げる。第13表から、膜電位差(縦軸)と、対数尺度で画いた濃度(横軸)との関係を図示すると第5図が

第10表

日/月	温度 (°C)	腎膜電池						靜滴		尿管電池						尿滴				
		E <sub>50</sub>	E <sub>10'</sub>	E <sub>20'</sub>	E <sub>30'</sub>	E <sub>40'</sub>	E <sub>50'</sub>	E <sub>60'</sub>	Z <sub>50</sub>	Z <sub>30'</sub>	E <sub>50</sub>	E <sub>10'</sub>	E <sub>20'</sub>	E <sub>30'</sub>	E <sub>40'</sub>	E <sub>50'</sub>	E <sub>60'</sub>	Z <sub>50</sub>	Z <sub>30'</sub>	
i) 内液 1P NaCl→1P CaCl <sub>2</sub>  外液 1P NaCl→1P CaCl <sub>2</sub>																				
1951	26/Ⅻ	10	0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	32	8	-0.8	-6.1	-6.5	-6.7	-6.7	-6.8	-6.8	2.6	0
	27/Ⅻ	12	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	50	7	0	-6.2	-6.1	-6.1	-6.2	-6.2	-6.3	1.1	0
	27/Ⅻ		-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	26	5	0	-7.1	-7.1	-7.4	-7.4	-7.6	-7.6	2.5	0
	28/Ⅻ	10	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3	-0.2	48	10	0	-8.1	-8.1	-8.0	-8.0	-8.2	-8.2	3.2	0
	28/Ⅻ		-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	42	8	-3.0	-14.0	-8.8	-9.6	-9.6	-9.9	-9.9	1.1	0
	平均		-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	40	8		-8.3	-7.3	-7.5	-7.6	-7.7	-7.8	2.1	0
ii) 内液 1P NaCl→10P CaCl <sub>2</sub>  外液 1P NaCl→1P CaCl <sub>2</sub>																				
1952	28/Ⅲ	13	-0.8	-19.2	-20.0	-20.0	-20.0	-20.1	-20.1	25	4	-8.5	-21.1	-21.6	-21.6	-21.7	-21.7	-21.6	2.1	0
	28/Ⅲ		-0.7	-19.6	-19.3	-19.5	-19.5	-19.6	-19.5	26	4	-16.0	-22.6	-21.8	-22.0	-22.1	-22.1	-22.1	1.9	0
	29/Ⅲ	14	0	-19.4	-19.5	-19.4	-19.4	-19.4	-19.4	36	12	-7.8	-21.0	-21.0	-21.0	-21.2	-21.2	-21.2	2.2	0
	29/Ⅲ		-0.5	-19.6	-19.6	-19.7	-19.6	-19.7	-19.7	38	9	-5.2	-21.4	-21.6	-21.7	-21.7	-21.7	-21.3	3.7	0
	29/Ⅲ		-0.6	-19.5	-19.5	-19.6	-19.6	-19.5	-19.5	42	10	-15.0	-21.6	-21.5	-21.5	-21.5	-21.4	-21.4	1.0	0
	平均		-0.5	-19.5	-19.6	-19.6	-19.6	-19.7	-19.6	35	8		-21.5	-21.5	-21.6	-21.6	-21.6	-21.5	2.2	0
iii) 内液 1P NaCl→0.1P CaCl <sub>2</sub>  外液 1P NaCl→1P CaCl <sub>2</sub>																				
1952	2/Ⅳ	14	-0.4	+10.0	+16.0	+16.1	+16.0	+17.1	+16.0	22	7	-10.0	0	+2.0	+1.5	+1.8	+1.9	+1.9	2.2	0
	2/Ⅳ		-0.9	+15.5	+15.3	+16.0	+15.8	+16.3	+16.2	34	3	-7.0	-4.0	0	0	0	0	0	2.7	0
	7/Ⅳ	16	-0.5	+12.0	+11.5	+14.0	+14.8	+14.0	+14.0	42	1	-27.0	+1.0	+1.0	+1.3	+1.3	+1.2	+1.0	3.6	0
	7/Ⅳ		-0.5	+13.0	+14.5	+14.5	+13.8	+13.5	+13.0	56	0	-16.0	+0.1	0	+0.3	+0.2	0	0	2.1	0
	8/Ⅳ	19	-0.6	+15.2	+15.9	+16.4	+16.4	+16.6	+16.6	70	6	-8.2	-0.1	0	0	0	+0.2	-0.1	0.9	0
	平均		-0.6	+13.1	+14.7	+15.4	+15.4	+15.5	+15.2	45	3		+0.1	+0.6	+0.6	+0.6	+0.7	+0.6	2.3	0
iv) 内液 1P NaCl→1P CaCl <sub>2</sub>  外液 1P NaCl→10P CaCl <sub>2</sub>																				
1952	26/Ⅲ	12	-0.3	+17.8	+17.5	+17.5	+17.5	+17.2	+17.0	34	6	-14.5	-8.2	-8.6	-8.0	-7.8	-7.0	-7.0	3.1	0
	26/Ⅲ		-0.5	+14.5	+15.5	+15.3	+15.2	+15.6	+15.5	32	6	-7.1	-12.0	-6.8	-6.7	-6.2	-6.6	-6.6	2.3	0
	26/Ⅲ		-0.4	+16.4	+16.5	+16.4	+16.4	+16.3	+16.6	26	5	-25.5	-21.5	-6.7	-6.8	-6.8	-6.6	-6.5	3.0	0
	27/Ⅲ	12	0	+13.5	+16.1	+16.2	+15.9	+16.0	+16.0	36	8	-30.4	-21.8	-9.8	-11.6	-11.2	-8.8	-8.7	4.0	0
	27/Ⅲ		-0.3	+16.5	+17.2	+17.7	+17.5	+17.5	+17.4	39	2	-46.0	-44.0	-13.0	-8.3	-8.7	-8.6	-8.5	2.7	0
	平均		-0.3	+15.7	+16.6	+16.6	+16.5	+16.5	+16.5	33	5		-21.5	-9.0	-8.3	-8.1	-7.5	-7.4	3.0	0
v) 内液 1P NaCl→1P CaCl <sub>2</sub>  外液 1P NaCl→0.1P CaCl <sub>2</sub>																				
1952	21/Ⅲ	10	0	-17.5	-17.0	-17.1	-17.5	-17.3	-17.3	32	6	-11.5	-12.0	-8.8	-8.7	-8.5	-8.0	-8.0	1.1	0
	22/Ⅲ	10	0	-14.0	-17.0	-17.3	-17.5	-17.5	-18.0	60	20	-1.0	-9.0	-9.5	-9.5	-9.5	-9.7	-9.5	1.5	0
	22/Ⅲ		-0.3	-18.9	-19.0	-19.0	-19.2	-19.2	-19.6	23	3	0	-8.5	-8.5	-8.4	-8.6	-8.5	-8.5	0.9	0
	25/Ⅲ	12	-0.1	-17.1	-18.7	-18.7	-19.0	-19.0	-19.0	18	8	-1.0	-6.6	-6.8	-6.8	-6.9	-6.9	-6.9	0.6	0
	25/Ⅲ		-0.2	-16.2	-18.0	-18.7	-19.0	-19.2	-19.0	32	9	-12.2	-18.6	-18.8	-8.3	-8.4	-8.5	-8.3	1.1	0
	平均		-0.1	-16.7	-17.9	-18.2	-18.4	-18.4	-18.6	33	9		-10.9	-10.5	-8.3	-8.4	-8.3	-8.2	1.0	0

得られる。即ち、内液及び外液に0.1~10P CaCl<sub>2</sub>溶液を用いて、膜電位差のCaCl<sub>2</sub>溶液に対する内液濃度効果及び外液濃度効果を検した。其の結果、腎膜電位差はCaCl<sub>2</sub>溶液に対して、内面も外面も共に陽性膜として作用する事を知った。0.1P CaCl<sub>2</sub>溶液に対する腎膜電位差と、10P CaCl<sub>2</sub>溶液に対する腎膜電位差との差は、内液では41.1mV、外液では40.9mVを示し、CaCl<sub>2</sub>溶液による勾配は、NaCl溶液の勾配のほぼ2倍に当る。小川登<sup>12)</sup>は完全乾燥Kollodium膜で、小川登及び十歳寺努<sup>13)</sup>はFormval膜で、CaCl<sub>2</sub>濃淡膜電位差の方がKCl濃淡膜電位差より濃度勾配が大なる事を見つけているが、私の此の場合の結果と符合する。尿膜電位差は、内液のCaCl<sub>2</sub>溶液の濃度を変化させると陽性膜としての電位差の推移を示し、0.1P CaCl<sub>2</sub>溶液と10P CaCl<sub>2</sub>溶液に対する尿膜電位差の差は28.3 mVであって、NaCl溶液のその約3/2に当る、然し、内液のCaCl<sub>2</sub>溶液を1P CaCl<sub>2</sub>溶液とすると、尿膜電位差はほぼ一定の値(-9.0mV内外)に保たれ、腎を浸漬している外液のCaCl<sub>2</sub>溶液

の濃度に影響されない。腎膜電位差と尿膜電位差とが別個の膜電位差である事を、前節に指摘したが、本節の実験からも其の事が立証せられる。更に、内液を1P NaCl溶液とし、外液を0.1P NaCl溶液とした場合の腎膜電位差と尿膜電位差の相関図を0分値、10分値、20分値、30分値、40分値、50分値の夫々について検討したが、此のいずれに於ても相関は認められなかった。

5) 諸種薬物の影響

大動脈弁に左腎門脈より灌流する内液を1P NaCl溶液とし、腎を浸漬する外液を0.1P NaCl溶液として、50分間(又は40分間)に互り、腎膜電池并に尿膜電池の起電力を測定した後、内液を被検薬物を含む1P NaCl溶液にて切替え、薬物

第11表

第I液	第II液	拡散電位差 (mV)* (18°C)
飽和KCl	1P CaCl <sub>2</sub>	-1.2
	10P CaCl <sub>2</sub>	-5.4
	0.1P CaCl <sub>2</sub>	+0.7

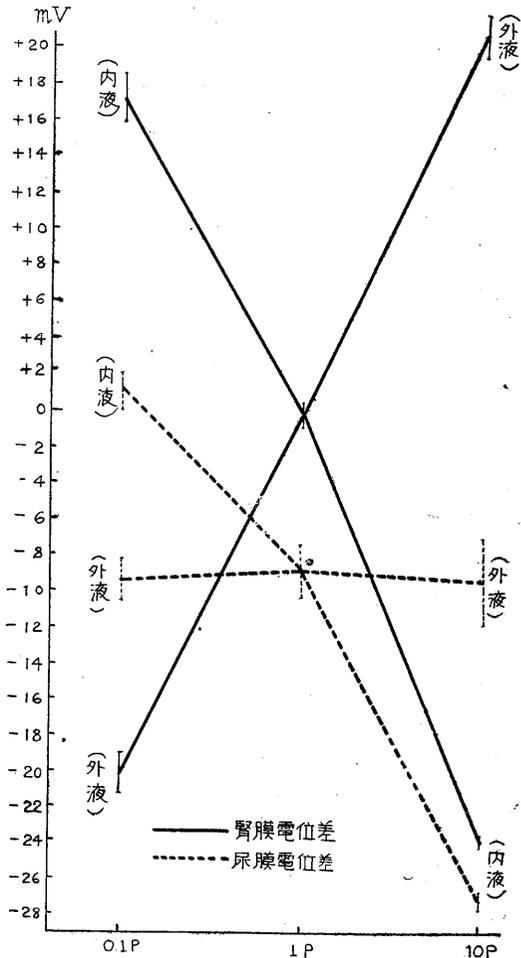
\*第I液が陽極側に当るときの拡散電位差を(+)とし、陰極側に当るときを(-)とす

第12表 補正すべき拡散電位差の代数和 (18°C)

内液	外液	腎膜電池 (mV)	尿膜電池 (mV)
10P CaCl <sub>2</sub>	1P CaCl <sub>2</sub>	+4.2	+5.5
0.1P CaCl <sub>2</sub>	1P CaCl <sub>2</sub>	-1.9	-0.6
1P CaCl <sub>2</sub>	1P CaCl <sub>2</sub>	0	+1.3
1P CaCl <sub>2</sub>	10P CaCl <sub>2</sub>	-4.2	+1.3
1P CaCl <sub>2</sub>	0.1P CaCl <sub>2</sub>	+1.9	+1.3

第13表

内液	外液	腎膜電位差 (mV)	尿膜電位差 (mV)
10P CaCl <sub>2</sub>	1P CaCl <sub>2</sub>	-23.8±0.3	-27.1±0.5
0.1P CaCl <sub>2</sub>	1P CaCl <sub>2</sub>	+17.3±1.3	+1.2±0.9
1P CaCl <sub>2</sub>	1P CaCl <sub>2</sub>	-0.3±0.7	-8.8±1.4
1P CaCl <sub>2</sub>	10P CaCl <sub>2</sub>	+20.8±1.2	-9.6±2.4
1P CaCl <sub>2</sub>	0.1P CaCl <sub>2</sub>	-20.1±1.1	-9.6±1.2



第5図 CaCl<sub>2</sub>濃淡膜電位差

のこれらの起電力に及ぼす影響を観察した。又これと共に、静脈滴数及び尿滴数を測定し、これらに対する薬物の影響をも調べた。使用した薬物は49種別、濃度の異なるものも含めると52種別となる。これらの薬物を林<sup>14)</sup>の薬理学により分類すると

#### 第Ⅰ類 神経筋肉毒(13種)

- (1) 類塩基に属する神経筋肉毒(No.1~6)
- (2) 血管系に作用する薬物(No.7~10)
- (3) 樟脳に属する神経筋肉毒
- (4) その他

#### 第Ⅱ類 局所の栄養変調を喚起する有機化合物(5種)(No.14~18)

#### 第Ⅲ類 無機化合物(27種)

##### 第1門 塩類

- (1) 中性塩類(No.19~24)
- (2) 有機酸塩類(No.25~28)

##### 第2門 腐蝕剤

- (1) アルカリ属(No.29~31)
- (2) 酸類属(No.32~38)

##### 第3門 物質代謝毒(No.39~45)

#### 第Ⅳ類 ビタミン類(3種)(No.46~48)

#### 第Ⅴ類 色素類(4種)(No.49~52)

被検薬物は、日本薬局方のもの又はMerckのものを使用し、薬物の濃度は、大体に於て志多清英<sup>3)</sup>が灌流-下肢血管-膜電位差に用いたものと同一濃度とした。測定せる結果を第14表に掲げる。腎膜電池并に尿膜電池の起電力、静脈滴数并に尿滴数は50分値(又は40分値)を採り、E、Zと略記して表に示した。此の起電力は腎膜電池では平衡値に達しているが、尿膜電池では必ずしも平衡値とは言えない。薬物の影響の観察には切替後30分値を以て比較し、これを $E_{30'}$ 并に $Z_{30'}$ と略記した。腎膜電池の起電力への薬物の影響は $(E_{30'} - E)$ で表わされるから、此の場合、腎・拵・内2以外の拡散電位差は問題にならない。腎・拵・内2及び尿・拵・内2については、教室の小坂幹文、滝本恒雄<sup>10)</sup>等の測定値により、必要に応じて補正する事が出来る。

以上の薬物実験に関する結果を総括すると次のようになる。

1. 被検薬物溶液に切替えた後の腎膜電位差が、切替前の平衡値と較べ、上昇又は下降したと判定出来るか否かを推計学的に検定してみた。その結果、信頼度95%の信頼限界で、上昇又は下降したと判定出来る薬物は第15表の如く全部で25種別であって、其の内、腎膜電位差が上昇したと判定出来る場合は15種別、それが下降したと判定出来る場合は10種別であった。腎膜電位差の上昇する15種別の内、静脈滴数の減少する場合は14/15で、増加する場合は1/15である。腎膜電位差の下降する10種別では、全部静脈滴数は減少する。従って腎に於てもⅡ型及びⅤ型に属する薬物(志多清英<sup>3)</sup>の分類)が多数を占める事が明瞭になった。一般的に見て、腎膜電位差の薬物による昇降は僅少であって、2mV以上の変化は、0.1%及び1%酒石酸溶液に見られる膜電位差の下降のみである。従って腎は肺<sup>9)</sup>と共に、灌流-血管-膜電位差が薬物の影響を受け難い点に於て特徴があるものと見られる。

2. 薬物の影響による静脈滴数の変化と、尿滴数の変化との間の関係を見ると第6図となり、両者の間の相関係数を求めると  $r=0.58$ ,  $N=52$ ,  $F_0=25.3$  となり、F分布表より得た  $F=4.03$  であって、 $F_0$ はFより遙かに大である。よって、この両者の間には相関関係があるものと判定せられる。

3. 薬物の影響による腎膜電位差の上昇と下降、下肢膜電位差(志多清英<sup>5)</sup>の成績による)の上昇と下降とが、何れも信頼度95%の信頼限界に於て認められる場合(下肢に関しては志多の成績を用いて私が計算した)のうち、腎と下肢に共通の薬物10種について比較すると、第16表のようである。即ち、腎膜電位差を上昇させる4種の薬物のうち、下肢膜電位差を上昇させる薬物は1種、下降させる薬物は3種である。又腎膜電位差を下降させる6種の薬物のうち、下肢膜電位差を下降させる薬物は1種、上昇させる薬物は5種である。従って、薬物の灌流-血管-膜電位差に対する作用に於て、腎と下肢との間に、対蹠的關係のあることが判明した。

第14表

日/月	温度 (°C)	腎電			静滴			尿電		尿滴		
		E	E <sub>30'</sub>	E <sub>30'</sub> -E	Z	Z <sub>30'</sub>	$\frac{Z_{30'}}{Z} \times 100$	E	E <sub>30'</sub>	Z	Z <sub>30'</sub>	$\frac{Z_{30'}}{Z} \times 100$
No. 1 0.01%硫酸アトロピン											pH=5.8	
1951	12/V	23	-5.3	-5.3	0	30	36	-7.9	-10.5			
	15/V	22	-5.0	-5.0	0	14	16	-3.8	-4.4	2.4	2.2	
	16/V	24	-5.5	-5.2	+0.3	42	50	-5.0	-7.3	3.8	3.3	
	18/V	21	-5.0	-5.1	-0.1	60	60	-2.0	-0.8	2.2	1.3	
	18/V		-3.6	-4.8	-1.2	66	68	-4.6	-5.2	1.6	1.0	
	平均 (計)				-0.2	(212)	(230)			(10.0)	(7.8)	78.0
No. 2 0.1%ロートエキス											pH=4.6	
1951	17/IV	18	-4.6	-4.8	-0.2	38	48	-10.0	-8.0	2.5	2.9	
	17/IV		-5.2	-4.8	+0.4	16	28	-2.0	-1.0	3.0	2.0	
	18/IV	17	-6.3	-6.8	-0.5	18	23	-10.0	-10.5	1.1	2.3	
	18/IV		-6.2	-6.8	-0.6	32	32	0	-0.1	3.6	3.0	
	18/IV		-3.2	-4.0	-0.8	11	15	-2.0	-3.0			
	平均 (計)				-0.3	(115)	(146)			(10.2)	(9.2)	90.0
No. 3 1万倍アドレナリン (注射薬)											pH=5.0	
1951	9/IV	23	-3.7	-4.8	-1.1	72	64	-2.2	-5.0	2.8	0.5	
	12/IV	24	-3.4	-3.0	+0.4	39	45	-4.0	-4.6	3.8	0.9	
	18/IV	24	-5.4	-4.7	+1.1	44	30	-6.8	-4.9	3.7	0.7	
	30/IV	24	-2.6	-2.8	-0.2	80	50	-0.9	0	3.8	1.3	
	平均 (計)				0	(235)	(195)			(14.1)	(3.4)	24.1
No. 4 0.05%エフェドリン											pH=5.5	
1951	19/V	19	-2.9	-4.0	-1.1	60	70	-2.0	-2.2	4.1	3.6	
	21/V	19	-6.3	-7.1	-0.8	40	22	-2.8	-1.6	2.4	2.0	
	21/V		-4.2	-5.8	-1.6	32	38	-5.8	0	3.3	2.8	
	4/VI	25	-6.5	-6.0	+0.5	36	32	-10.0	-7.0	2.8	2.0	
	4/VI		-7.0	-7.1	-0.1	44	43	-45.0	-17.0	3.1	1.3	
	5/VI	22	-4.3	-4.8	-0.5	39	33	-1.5	-0.8	2.8	1.2	
	平均 (計)				-0.6	(251)	(238)			(18.5)	(12.9)	70.0
No. 5 0.002%アセチルヒヨリン (注射薬)											pH=5.5	
1951	5/III	10	-3.8	-4.5	-0.7	30	26	-3.5	-4.2	1.2	0.6	
	5/III		-1.5	-1.0	+0.5	18	27	-6.4	-4.9	2.2	1.1	
	6/III	11	-3.8	-2.0	+1.8	30	32	-14.2	-11.2	1.4	0.9	
	6/III		-7.5	-8.0	-0.5	40	32	-5.9	-6.0	1.5	0	
	6/III		-9.6	-7.6	+2.0	36	27	-10.0	-9.7	1.0	0	
	平均 (計)				+0.6	(154)	(144)			(7.3)	(2.6)	35.5
No. 6 0.01%硝酸ストリキニーネ											pH=5.4	
1951	20/IV	18	-6.0	-6.0	0	42	48	-30.0	-17.0	1.8	1.2	
	20/IV		-5.5	-5.6	-0.1	33	46	-2.5	-0.2			
	23/IV	19	-5.2	-5.3	-0.1	21	24	-0.3	0	3.4	2.7	
	23/IV		-6.0	-5.9	+0.1	29	28	-10.7	-1.5	2.2	1.2	
	24/IV	19	-6.6	-6.5	+0.1	28	31	0	0	1.0	1.5	
	平均 (計)				0	(153)	(177)			(8.4)	(6.6)	78.5
No. 7 0.01%安息香酸ナトリウムカフェイン											pH=5.5	
1951	22/III	11	-5.5	-5.0	+0.5	40	24	-5.0	0	1.8	0.5	
	23/III	11	-5.8	-6.0	-0.2	38	40	-1.0	-0.2	1.7	1.2	
	24/III	11	-8.4	-8.6	-0.2	30	39	-1.4	-0.8	2.9	2.0	
	24/III		-9.3	-8.9	+0.4	19	25	-2.6	0	3.9	1.5	
	24/III		-7.0	-7.0	0	44	44	0	0	2.7	2.2	
	平均 (計)				+0.1	(171)	(172)			(13.0)	(7.4)	57.0
No. 8 0.1%息安香酸ナトリウムカフェイン											pH=5.0	
1951	27/III	15	-5.0	-4.8	+0.2	43	39	-2.0	-1.0	1.7	0.5	
	27/III		-6.9	-6.4	+0.5	28	25	-1.9	-2.0	2.9	1.0	
	28/III	14	-3.2	-3.2	0	36	43	-1.0	-7.0	2.9	1.1	
	28/III		-6.2	-6.1	+0.1	38	62	-0.8	0	3.0	3.0	
	30/III	13	-6.5	-6.5	0	34	42	-4.0	-5.2	1.2	0.7	
	30/III		-6.2	-6.0	+0.2	40	28	-11.0	-9.5	1.8	0	
	平均 (計)				+0.2	(219)	(239)			(13.5)	(6.3)	46.5

No. 9 0.2%セカラミン (注射薬)											pH=5.8	
1951	9/V	22	- 5.0	- 4.8	+0.2	79	78	-29.5	- 7.8	4.4	2.1	
	9/V		- 6.3	- 6.3	0	12	9	- 2.1	- 0.3	2.2	2.5	
	11/V	23	- 5.8	- 5.8	0	54	46	-32.0	-28.3	4.5	4.1	
	11/V		- 5.3	- 5.3	0	56	60	0	0	3.2	1.8	
	平均 (計)				0	(201)	(193)	96.0		(14.3)	(10.5)	73.5
No.10 0.2%ピットリソ (注射薬)											pH=4.7	
1951	1/V	18	- 6.0	- 6.0	0	50	62	- 5.5	- 5.0	0.7	0	
	1/V		- 5.5	- 5.7	-0.2	34	42	- 5.5	0	6.4	3.6	
	2/V	19	- 4.3	- 5.0	-0.7	32	38	-11.8	- 9.8	4.5	0	
	2/V		- 5.4	- 5.4	0	40	40	- 1.3	- 1.0	3.4	1.4	
	7/V	19	- 6.8	- 6.7	+0.1	52	60	- 7.3	- 8.3	1.6	0	
	7/V		- 7.2	- 6.8	+0.8	21	26	- 1.5	0	5.6	3.9	
	平均 (計)				0	(229)	(268)	117.0		(22.2)	( 8.9)	39.0
No.11 飽和カンフル											pH=5.6	
1951	14/K	24	-12.1	-12.0	+0.1	42	44	- 0.4	0			
	14/K		-12.2	-12.0	+0.2	56	60	- 2.5	- 0.6	1.9	0.6	
	15/K	24	- 8.2	- 8.1	+0.1	76	62	- 0.3	0	2.9	0.8	
	15/K		- 7.6	- 7.6	0	46	73	- 0.2	0	2.2	0.6	
	平均 (計)				+0.1	(220)	(289)	109.0		( 7.0)	( 2.0)	28.6
No.12 0.05%サボニン											pH=5.2	
1951	10/K	24	-10.6	- 8.5	+2.1	76	38	- 2.7	0	0.8	0	
	12/K	25	- 8.8	- 8.0	+0.8	36	13	0	+ 0.5	1.2	0	
	12/K		- 8.7	- 8.0	+0.7	84	40	- 1.4	0	3.8	0	
	13/K	24	- 9.1	- 8.2	+0.9	66	37	- 0.9	0	2.6	0	
	13/K		-10.8	-10.1	+0.7	62	31	- 3.5	0	2.6	0	
	平均 (計)				+1.0	(324)	(159)	49.1		(11.0)	( 0 )	0
No.13 1/5 飽和チモール											pH=5.5	
1951	7/K	25	- 8.5	- 9.0	-0.5	80	78	- 2.6	0	2.6	0	
	7/K		- 9.5	- 9.0	+0.5	98	88	0	0	5.0	0.8	
	8/K	24	- 9.0	- 9.0	0	48	36	0	0	2.1	0	
	8/K		- 9.0	- 9.3	-0.3	14	13	- 2.8	0			
	平均 (計)				0	(240)	(215)	89.6		( 9.7)	( 0.8)	8.3
No.14 0.15%アラビヤゴム											pH=4.0	
1951	5/K	25	- 6.6	- 6.3	+0.3	60	49	0	+ 0.3	2.0	0.7	
	5/K		- 4.7	- 4.8	-0.1	70	56	0	+ 0.5	1.7	1.0	
	6/K	24	- 3.5	- 3.5	0	21	14	- 0.5	- 0.1	3.5	1.9	
	6/K		- 6.5	- 6.7	-0.2	18	7	0	0	0.5	0	
	6/K		- 5.3	- 5.3	0	38	26	+ 0.3	+ 0.3	2.0	0.9	
	平均 (計)				0	(207)	(152)	73.4		( 9.7)	( 4.5)	46.3
No.15 5%グリセリン											pH=5.4	
1951	18/K	23	- 7.0	- 7.0	0	60	58	0	0	3.6	3.0	
	18/K		- 8.8	- 8.7	+0.1	12	8	0	+ 0.3	1.7	1.0	
	19/K	22	- 6.8	- 6.2	+0.6	40	32	- 1.0	0	2.3	1.8	
	21/K	21	- 8.0	- 8.1	-0.1	40	30	- 0.6	0	1.0	0.8	
	21/K		- 5.4	- 5.3	+0.1	10	10	0	0			
	平均 (計)				+0.1	(162)	(138)	85.0		( 8.6)	( 6.6)	76.5
No.16 13.6%葡萄糖											pH=4.8	
1951	27/VIII	30	- 7.5	- 6.7	+0.8	78	56	0	+ 0.2	8.2	3.3	
	31/VIII	29	- 8.9	- 8.1	+0.8	29	15	0	0	3.8	1.9	
	1/K	24	- 7.2	- 6.3	+0.9	34	35	- 4.3	- 0.5	0.5	0	
	3/K	24	- 7.1	- 7.2	+0.5	34	24	- 1.0	0	3.0	1.6	
	平均 (計)				+0.7	(175)	(130)	74.3		(15.5)	( 6.8)	43.8
No.17 0.1%タンニン酸											pH=4.0	
1951	2/V	19	-10.5	- 8.5	+2.0	30	28	-13.5	- 2.0	6.9	0.4	
	2/V		- 9.5	-10.0	-0.5	34	18	- 0.9	0	1.8	0	
	6/V	18	-10.5	- 9.6	+0.9	50	33	0	0	5.8	0.5	
	6/V		- 9.1	-10.0	-0.9	54	31	- 3.5	- 0.1	0.7	0	
	7/V	22	- 8.6	- 7.5	+1.1	58	37	- 0	0	1.1	0	
	平均 (計)				+0.5	(226)	(147)	65.0		(16.3)	( 0.9)	5.5

No.18 4%尿素										pH=5.8		
1951	14/Ⅲ	12	-5.0	-7.1	-2.1	25	37	-2.2	-2.1	2.4	1.7	
	14/Ⅲ		-3.8	-3.8	0	24	28	-11.6	-10.0	2.0	2.4	
	15/Ⅲ	15	-4.0	-4.0	0	45	41	-8.0	-1.0	1.5	0.6	
	15/Ⅲ		-6.1	-5.0	-1.1	35	38	-2.1	-0.9	1.5	0.9	
	16/Ⅲ	16	-4.8	-4.8	0	15	23	-20.0	-4.3	2.9	1.9	
	16/Ⅲ		-4.2	-5.2	-1.0	28	37	-1.5	-0.3	2.0	1.9	
	平均(計)				-0.3	(172)	(204)	118.5		(12.3)	(9.4)	76.4
No.19 0.1%ヨードカリ										pH=5.4		
1951	22/Ⅲ	23	-7.0	-6.8	+0.2	64	56	+0.5	+0.2	3.9	4.6	
	26/Ⅲ	20	-6.4	-6.1	+0.3	48	34	0	0	2.3	3.2	
	27/Ⅲ	22	-5.9	-6.0	-0.1	46	44	-0.1	+0.3	1.6	2.0	
	29/Ⅲ	23	-9.6	-8.1	+1.5	19	18	0	0	1.6	1.7	
	2/X	22	-4.1	-3.9	+0.2	74	55	+0.5	+0.5	1.5	1.1	
	4/X	22	-9.1	-8.6	+0.5	30	15	0	0			
	平均(計)				+0.4	(281)	(222)	79.0		(10.9)	(12.6)	115.0
No.20 0.1%塩化カルシウム										pH=5.6		
1951	7/Ⅶ	24	-7.2	-8.2	-1.0	58	37	0	+0.4	1.4	2.7	
	7/Ⅶ		-6.3	-7.0	-0.7	68	38	0	0	2.5	0.5	
	10/Ⅶ	28	-6.2	-9.8	-3.6	66	48	0	0	0.8	0.4	
	10/Ⅶ		-3.5	-5.1	-1.6	40	18	0	0	4.8	1.3	
	12/Ⅶ	26	-4.0	-5.3	-1.3	60	42	0	0	3.1	1.3	
	平均(計)				-1.6	(292)	(187)	62.7		(12.6)	(6.2)	50.0
No.21 0.02%塩化バリウム										pH=5.6		
1952	28/Ⅳ	18	-9.6	-10.1	-0.5	62	34	-23.4	-17.3	1.8	0	
	28/Ⅳ		-9.2	-9.0	+0.2	27	18	-21.5	-20.4	1.1	0	
	30/Ⅳ	22	-9.8	-8.9	+0.9	50	30	-8.0	-7.2	2.0	0	
	1/V	19	-9.5	-8.4	+0.1	50	32	-7.7	-5.0	1.3	0	
	1/V		-9.2	-9.0	+0.2	56	22	-13.6	-10.8	0.8	0	
	平均(計)				+0.2	(245)	(136)	55.7		(7.0)	(0)	0
No.22 0.1%硫酸カリ										pH=5.9		
1952	29/V	24	-8.2	-7.2	+1.0	63	50	-35.0	-7.9	0.9	0	
	30/V	25	-7.6	-6.8	+0.8	50	32	-4.5	-2.0	5.6	2.1	
	30/V		-7.4	-7.0	+0.4	40	36	-0.5	0	2.8	3.0	
	31/V	25	-8.7	-7.8	+0.9	49	35	-40.5	-34.0	0.6	0	
	2/Ⅵ	22	-7.7	-6.7	+1.0	50	46	-4.2	-11.2	4.1	1.2	
	平均(計)				+0.8	(252)	(199)	79.0		(14.0)	(6.3)	45.0
No.23 0.1%次亜硫酸ソーダ										pH=6.0		
1952	7/Ⅵ	25	-8.1	-7.8	+0.3	74	66	-29.8	-15.0	1.2	1.1	
	10/Ⅵ	25	-8.0	-7.2	+0.8	64	48	-3.2	0	1.5	1.3	
	11/Ⅵ	26	-7.4	-6.8	+0.6	100	84	-3.8	0	0.9	1.7	
	12/Ⅵ	22	-7.0	-6.0	+1.0	58	46	-0.3	-0.1	2.8	2.6	
	12/Ⅵ		-7.1	-6.3	+0.8	79	63	0	0	0.9	1.6	
	平均(計)				+0.7	(375)	(307)	81.8		(7.3)	(8.3)	113.6
No.24 0.1%硫酸マグネシウム										pH=5.6		
1952	18/Ⅵ	25	-7.6	-6.1	+1.5	77	58	-2.8	0	2.8	1.1	
	21/Ⅵ	26	-7.2	-6.6	+0.6	84	72	0	-0.1	1.1	0.7	
	26/Ⅵ	25	-6.5	-6.0	+0.5	70	56	0	0	1.6	0.6	
	26/Ⅵ		-6.8	-6.1	+0.7	64	54	-22.8	-4.0	1.6	0.8	
	30/Ⅵ	26	-6.5	-5.6	+0.9	112	96	-1.3	0	1.1	0.6	
	平均(計)				+0.8	(407)	(336)	82.7		(8.2)	(3.8)	46.4
No.25 0.1%クエン酸ソーダ										pH=6.0		
1952	8/V	22	-10.1	-8.9	+1.2	62	38	-0.5	0	1.6	1.3	
	10/V	21	-9.3	-8.8	+0.5	38	27	0	-0.2	0.4	0	
	15/V	22	-10.1	-9.0	+1.1	74	58	-8.4	0	1.5	1.7	
	21/V	25	-9.5	-8.2	+1.3	80	34	-0.7	-0.1	3.0	1.5	
	22/V	25	-9.1	-7.7	+1.4	58	36	-2.1	0	2.1	1.3	
	平均(計)				+1.1	(312)	(193)	61.8		(8.6)	(5.8)	67.4
No.26 0.1%蓚酸カリ										pH=6.0		
1952	22/V	25	-8.3	-6.3	+2.0	76	59	-8.7	-13.0	1.2	0.9	
	23/V	24	-8.5	-6.7	+1.8	42	38	0	+0.7	0.8	0.4	
	23/V		-8.4	-7.1	+1.3	52	38	0	0	2.2	2.1	
	24/V	23	-7.6	-7.2	+0.4	56	42	-1.0	0	5.5	5.8	
	26/V	22	-8.6	-7.0	+1.6	62	46	-11.4	-8.4	4.7	3.2	
	平均(計)				+1.4	(288)	(223)	77.4		(14.4)	(12.4)	86.0

No.27 0.1%サリチル酸ソーダ											pH=5.8	
1952	26/V	22	-7.4	-7.4	0	45	38	-15.7	-23.5	0.4	0	
	27/V	21	-8.0	-8.0	0	64	44	-3.0	-5.0	0.8	0	
	27/V		-8.1	-8.2	-0.1	45	40	0	-0.3	3.6	0.9	
	28/V	22	-7.7	-7.7	0	60	44	0	0	0.4	0	
	29/V	22	-8.1	-8.0	+0.1	30	32	-2.0	0	1.6	0	
	平均(計)				0	(244)	(198)	81.2		(6.8)	(0.9)	13.2
No.28 0.05%醋酸カリ											pH=6.4	
1951	19/III	15	-6.7	-3.5	+3.2	28	10	-1.0	-0.2	1.9	0	
	20/III	12	-5.5	-4.8	+0.7	40	28	-1.0	-1.5	2.5	2.3	
	20/III		-4.5	-2.3	+2.2	32	32	-23.0	-4.5	1.7	1.0	
	20/III		-5.8	-5.2	+0.6	19	4	0	0	3.0	0.4	
	22/III	14	-4.4	-2.8	+1.6	24	9	-1.1	-0.1	1.2	0	
	平均(計)				+1.6	(143)	(83)	58.0		(10.1)	(3.7)	36.5
No.29 N/1000苛性ソーダ											pH=7.4	
1951	16/VIII	32	-7.5	-5.0	+2.5	78	8	-0.9	0	4.2	0	
	24/VIII	30	-2.8	-1.5	+1.3	76	7	0	0	0.4	0	
	25/VIII	29	-4.6	-4.3	+0.3	114	10	0	0	1.8	0	
	25/VIII		-5.0	-4.6	+0.4	70	6	0	0	0.8	0	
	平均(計)				+1.1	(338)	(31)	9.1		(7.2)	(0)	0
No.30 N/1000苛性カリ											pH=7.6	
1952	2/VI	22	-7.3	-7.0	+0.3	36	10	-2.9	0	2.6	0	
	3/VI	23	-8.9	-7.0	+1.9	68	20	-1.5	0	6.0	0.4	
	3/VI		-7.2	-6.5	+0.7	36	12	-17.4	-4.0	3.3	0.3	
	4/VI	24	-8.3	-7.6	+0.7	73	19	-14.8	-2.5	3.4	1.0	
	5/VI	25	-8.3	-7.9	+0.4	50	21	-8.0	0	4.1	1.0	
	平均(計)				+0.8	(263)	(82)	31.2		(19.4)	(2.7)	13.9
No.31 0.1%重碳酸ソーダ											pH=7.6	
1951	20/VII	26	-3.6	-3.0	+0.6	11	6	0	0	1.0	0.7	
	20/VII		-6.2	-5.8	+0.4	8	10	0	0			
	25/VII	31	-4.0	-3.5	+0.5	110	90	0	0	2.4	1.0	
	26/VII	32	-3.9	-3.5	+0.4	104	83	0	0	0.7	0	
	平均(計)				+0.5	(233)	(189)	81.2		(4.1)	(1.7)	41.5
No.32 M/400塩酸											pH=2.1	
1951	6/VIII	29	-6.0	-7.1	-1.1	50	22	-7.2	-0.5	2.6	0	
	6/VIII		-4.5	-5.7	-1.2	100	30	-10.5	-3.5	3.1	0	
	6/VIII		-4.6	-5.6	-1.0	80	11	0	0	1.5	0	
	7/VIII	30	-6.5	-7.1	-0.6	58	16	0	0	1.2	0	
	7/VIII		-5.0	-6.0	-1.0	48	13	0	0			
	平均(計)				-1.0	(336)	(92)	27.3		(8.4)	(0)	0
No.33 0.1%乳酸											pH=2.8	
1951	1/VIII	30	-5.0	-5.7	-0.7	44	8	0	-0.3			
	2/VIII	30	-7.0	-8.0	-1.0	27	3	0	-0.2	1.8	0	
	3/VIII	29	-7.0	-7.5	-0.5	90	18	0	0	1.7	0	
	3/VIII		-5.7	-6.4	-0.7	49	4	0	-0.1	4.5	0	
	平均(計)				-0.7	(210)	(33)	15.7		(8.0)	(0)	0
No.34 0.01%磷酸											pH=2.8	
1951	8/VIII	32	-5.1	-5.4	-0.3	46	9	0	-0.5	1.7	0	
	8/VIII		-5.7	-6.8	-1.1	90	24	0	0	2.9	0	
	9/VIII	30	-5.2	-5.6	-0.4	96	12	-37.5	-11.0	1.7	0	
	9/VIII		-4.4	-5.6	-1.2	44	16	0	0	4.8	0	
	平均(計)				-0.7	(276)	(61)	22.1		(11.1)	(0)	0
No.35 0.05%醋酸											pH=3.3	
1951	10/VIII	31	-5.2	-6.5	-1.3	78	28	-10.2	0	4.0	0	
	10/VIII		-3.8	-5.1	-1.3	66	29	0	0	5.1	0	
	13/VIII	31	-3.4	-4.8	-1.4	120	60	-1.5	0	1.2	0	
	15/VIII	30	-3.2	-3.9	-0.7	84	60	0	0	5.0	0	
	平均(計)				-1.2	(348)	(177)	50.9		(15.3)	(0)	0

No.36 M/100クエン酸										pH=2.5	
1951	27/Ⅶ	32	- 8.2	-10.5	-2.3	124	14	- 2.3	0	3.7	0
	27/Ⅶ		- 6.2	- 7.2	-1.0	105	12	0	0	0.7	0
	28/Ⅶ	30	- 8.2	-10.7	-2.5	78	13	0	0	4.5	0
	28/Ⅶ		- 8.7	- 9.5	-0.8	80	12	0	0	0.5	0
	30/Ⅶ	31	- 9.7	-10.3	-0.6	46	12	0	0	2.5	0
	平均 (計)				-1.4	(433)	( 63)	14.5		(11.9)	( 0 ) 0
No.37 1.0%酒石酸										pH=2.7	
1951	12/Ⅵ	14	- 6.0	- 8.1	-2.1	36	7	- 0.5	0	1.8	0
	12/Ⅵ		- 7.0	- 8.5	-1.5	31	6	- 0.3	0	1.0	0
	13/Ⅵ	13	- 4.5	- 8.0	-3.5	32	4	- 0.5	0	2.2	0
	13/Ⅵ		- 5.3	- 6.3	-1.0	20	6	- 3.0	0	2.6	0
	14/Ⅵ	14	- 7.6	- 9.8	-2.2	12	3	0	0	2.1	0
	平均 (計)				-2.0	(151)	( 26)	17.2		( 9.7)	( 0 ) 0
No.38 0.1%酒石酸										pH=2.7	
1951	7/Ⅲ	13	- 6.4	- 8.5	-2.1	46	12	-13.8	- 0.2	1.6	0
	8/Ⅲ	14	- 7.8	-10.0	-2.2	50	26	- 4.4	0	1.9	0
	8/Ⅲ		- 4.9	- 6.2	-1.3	32	4	-26.0	0	1.1	0
	9/Ⅲ	15	- 2.5	- 4.8	-2.3	17	11	-25.0	- 0.1	2.8	0
	9/Ⅲ		- 3.8	- 7.8	-4.0	40	11	0	0	1.8	0
	9/Ⅲ		- 1.4	- 3.9	-2.5	40	7	-24.0	- 4.0	1.9	0
	平均 (計)				-2.4	(225)	( 71)	31.5		(11.1)	( 0 ) 0
No.39 1万倍昇汞										pH=5.2	
1951	26/Ⅱ	15	- 3.2	- 1.2	+2.0	49	30	- 4.2	- 0.1	4.3	0
	26/Ⅱ		- 4.2	- 2.5	+1.7	42	20	- 4.5	- 0.3	3.2	0
	27/Ⅱ	14	- 3.5	- 2.0	+1.5	39	17	-27.0	0	4.7	0.5
	27/Ⅱ		- 3.9	- 1.6	+2.3	32	16	- 7.4	0	1.2	0
	27/Ⅱ		- 3.5	- 2.8	+0.7	34	15	- 1.0	0	2.6	0
	平均 (計)				+1.6	(196)	( 98)	50.0		(16.0)	( 0.5) 3.0
No.40 0.1%硫酸銅										pH=4.1	
1951	22/Ⅱ	16				34	23	0	0	0.5	0
	22/Ⅱ					17	7	- 1.0	0	2.1	0.3
	23/Ⅱ	14				30	14	0	0	2.8	0
	23/Ⅱ		- 9.5	- 8.5	+1.0	16	10			0.6	0
	24/Ⅱ	11	- 8.4	- 8.0	+0.4	48	36	-36.0	-11.0	4.0	0.2
	24/Ⅱ		- 6.5	- 6.0	+0.6	41	30	- 1.0	0	1.0	0
	平均 (計)				+0.6	(186)	(120)	64.4		(11.0)	( 0.5) 4.0
No.41 0.05%亜硫酸										pH=5.3	
1951	28/Ⅱ	15	- 4.5	- 4.2	+0.3	33	36	-20.5	-15.5	1.4	1.7
	28/Ⅱ		- 3.3	- 5.0	-1.7	46	40	- 0.2	0	1.0	0.4
	28/Ⅱ		- 4.6	- 2.8	+1.8	28	9	-25.0	-14.8	1.2	0.3
	1/Ⅲ	17	- 1.4	- 1.6	-0.2	12	12	-30.0	-11.5	0.6	0
	1/Ⅲ		- 1.4	- 1.3	+0.1	46	49	- 1.4	0	5.2	2.9
	平均 (計)				0	(165)	(146)	88.4		( 9.4)	( 5.3) 56.4
No.42 0.1%イグロシン (注射薬)										pH=6.0	
1951	23/Ⅹ	18	- 8.8	- 8.2	+0.6	76	66	- 0.3	- 0.4	0	0
	23/Ⅹ		- 4.8	- 4.0	+0.8	50	46	- 1.4	0	0.7	0.5
	23/Ⅹ		- 7.8	- 7.3	+9.5	20	20	+ 0.8	+ 0.7	2.4	0.9
	24/Ⅹ	17	- 8.0	- 8.0	0	80	82	-15.3	-16.0	0.0	0
	平均 (計)				+0.5	(226)	(214)	94.6		( 3.8)	( 1.4) 36.9
No.43 0.5%イグロシン (注射薬)										pH=7.2	
1951	24/Ⅹ	17	- 7.3	- 6.4	+ 0.9	60	74	-10.5	0	0.3	0
	24/Ⅹ		- 5.4	- 4.9	+ 0.5	31	27	-19.0	0	0.5	0
	27/Ⅹ	11	- 8.7	- 8.1	+ 0.6	60	66	-10.0	0	0.4	0
	27/Ⅹ		- 9.4	- 9.0	+ 0.4	42	58	- 0.8	0	2.5	1.0
	平均 (計)				+ 0.6	(193)	(225)	116.0		( 3.7)	( 1.0) 27.0
No.44 M/300青酸カリ										pH=7.2	
1951	10/Ⅲ	17				50	24	-20.0	- 3.0	5.0	0
	10/Ⅲ		- 5.5	- 5.0	+0.5	30	27	- 1.1	0	3.7	0
	12/Ⅲ	13	- 4.8	- 4.3	+0.5	43	20	0	0	2.6	0
	12/Ⅲ		- 6.8	- 6.0	+0.8	18	11	- 2.8	0	1.6	0
	12/Ⅲ		- 5.5	- 5.5	0	13	10	- 2.5	0	1.5	0
	13/Ⅲ	13	- 5.5	- 5.3	+0.2	21	10	- 1.5	- 0.5	2.2	0
	平均 (計)				+0.4	(175)	(102)	58.2		(16.6)	( 0 ) 0

No.45 0.1%石炭酸										pH=5.0		
1951	6/X	23	-9.6	-8.7	+0.9	42	32	-1.5	0	0.9	0	
	11/X	23	-8.0	-8.0	0	60	48	-3.1	-0.1	2.3	0	
	12/X	23	-9.9	-9.5	+0.4	50	20	-1.7	0	0.9	0	
	13/X	22	-8.5	-7.8	+0.7	64	52	-1.0	-0.1	1.2	0	
	15/IV	22	-8.4	-7.6	+0.8	56	36	-1.5	-0.3	1.6	0	
	平均(計)				+0.6	(272)	(188)	69.2		(6.9)	(0)	0
No.46 0.1%ビタミンB <sub>1</sub>										pH=5.0		
1952	14/IV	18	-8.0	-8.4	-0.4	28	24	-6.0	0	0.9	0.3	
	15/IV	17	-10.4	-10.6	-0.2	50	40	-8.7	0	1.9	0	
	15/IV		-9.5	-9.8	-0.3	46	38	-5.2	-0.2	1.4	0.3	
	16/IV	16	-10.5	-10.5	0	50	46	0	0	0.2	0	
	16/IV		-8.8	-9.4	-0.6	42	40	0	0	0	0	
	平均(計)				-0.3	(216)	(188)	87.6		(4.4)	(0.6)	13.6
No.47 0.1%ビタミンC										pH=5.0		
1952	17/IV	17	-10.4	-10.3	+0.1	41	20	-16.0	-10.5	4.8	0	
	17/IV		-9.4	-10.0	-0.6	34	10	-6.9	-8.0	1.5	0	
	19/IV	16	-9.7	-10.4	-0.7	46	22	-8.0	-1.6	4.5	0	
	19/IV		-11.4	-11.4	0	56	7	-10.0	-0.2	1.6	0	
	21/IV	18	-7.7	-8.3	-0.6	52	10	-15.0	-2.6	1.8	0	
	平均(計)				-0.4	(229)	(69)	30.0		(15.2)	(0)	0
No.48 0.1%ビタミンK (注射薬)										pH=5.0		
1952	21/IV	18	-6.7	-6.8	-0.1	44	54	-18.0	-3.2	1.6	0	
	25/IV	16	-9.7	-10.5	-0.8	50	44	-20.0	-18.3	1.0	0	
	25/IV		-9.2	-9.2	0	42	36	-19.0	-9.1	1.5	0.5	
	26/IV	16	-10.1	-11.0	-0.9	42	33	-17.0	-7.5	1.3	0	
	26/IV		-8.3	-8.3	0	38	32	-12.0	-6.9	2.0	0	
	平均(計)				-0.4	(216)	(199)	92.2		(7.4)	(0.5)	6.7
No.49 0.1%ノイトラルロート										pH=2.8		
1951	9/X	16	-6.3	-8.5	-2.2	20	0	0	0	2.4	0	
	10/X	14	-7.3	-8.2	-0.9	22	0	0	0	2.0	0	
	13/X	16	-5.0	-6.9	-1.9	44	6	-0.5	0	2.6	0	
	14/X	14	-8.4	-9.5	-1.1	36	3	0	0	2.4	0	
	14/X		-6.0	-7.5	-1.5	26	1	0	0	1.0	0	
	平均(計)				-1.5	(148)	(10)	6.7		(10.4)	(0)	0
No.50 0.1%メチレンブラウ										pH=4.4		
1951	15/X	17	-7.3	-8.6	-1.3	56	11	-10.8	-5.8	1.0	0	
	16/X	18	-6.8	-7.3	-0.5	48	11	0	0	1.2	0	
	16/X		-5.3	-6.7	-1.4	34	9	0	+0.5	1.2	0	
	17/X	15	-7.0	-8.0	-1.0	16	5	-3.5	-1.0	1.6	0	
	17/X		-6.0	-7.5	-1.5	12	8	-0.1	0			
	平均(計)				-1.1	(166)	(44)	26.5		(5.0)	(0)	0
No.51 0.1%コンゴロート										pH=5.6		
1951	21/X	19	-10.8	-9.8	+1.0	34	4	-25.5	-15.8	1.4	0	
	23/X	18	-11.3	-11.0	+0.3	44	14	-0.8	-0.2	3.3	2.2	
	26/X	19	-10.1	-11.6	-1.5	29	16	0	0	1.8	1.1	
	27/X	18	-11.2	-11.0	+0.2	18	16	-5.5	-3.1	1.2	0.5	
	27/X		-12.9	-11.5	+1.4	48	10	0	0	0.7	0	
	平均(計)				+0.3	(173)	(66)	38.0		(8.4)	(3.8)	45.2
No.52 0.1%エオジン										pH=6.4		
1951	21/X	14	-7.3	-6.8	+0.5	36	8	0	+0.2	1.7	0	
	21/X		-8.2	-7.4	+0.8	26	9	0	0	0.7	0	
	22/X	15	-8.2	-6.0	+2.2	30	5	0	0	1.2	0	
	22/X		-7.0	-6.3	+0.7	16	1	0	0	0.9	0	
	22/X		-7.3	-5.2	+2.1	9	3	0	0			
	平均(計)				+1.2	(117)	(26)	22.2		(4.5)	(0)	0

これは恐らく両者の毛細管壁の構築が異なる事を示唆するものと思われる。

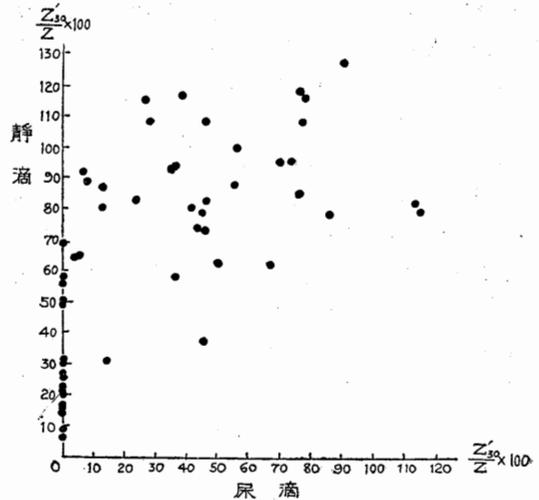
IV. 総括

灌流-血管-膜電位差の研究の一環として、私

は墓の腎についての実験を分担し、其の際挙げ得た成績の要旨を総括して此処に掲げる。記述の便宜上、血液等張なる塩類溶液を 1P 塩類溶液、滲透圧がこの a 倍なる塩類溶液を aP 塩類溶液と名づける。

第15表

薬品名	mV	静滴
1万倍 昇汞	+1.6	50.0
0.05% 醋酸カリ	+1.6	58.0
0.1% 醋酸カリ	+1.4	77.4
0.1% エオジン	+1.2	22.2
0.1% クエン酸ソーダ	+1.1	61.8
0.05% サポニン	+1.0	49.1
0.1% 硫酸マグネシヤ	+0.8	82.7
0.1% 硫酸カリ	+0.8	79.0
N/1000 苛性カリ	+0.8	31.2
0.1% 次亜硫酸ソーダ	+0.7	81.8
13.6% 葡萄糖	+0.7	74.3
0.1% 石炭酸	+0.6	69.2
0.5% イグロシン	+0.6	116.0
0.1% 重炭酸ソーダ	+0.5	81.2
M/300 青酸カリ	+0.4	58.2
0.1% 酒石酸	-2.4	31.5
1.0% 酒石酸	-2.0	17.2
0.1% 塩化カルシウム	-1.6	62.7
0.1% ノイトラルロート	-1.5	6.7
M/100 クエン酸	-1.4	14.5
0.05% 醋酸	-1.2	50.9
0.1% メチレンブラウ	-1.1	26.5
M/400 塩酸	-1.0	27.3
0.1% 乳酸	-0.7	15.7
0.1% ビタミンB	-0.3	87.6



第6図

第16表

薬品名	腎 E <sub>30'</sub> -E	下肢 E <sub>45'</sub> -E
0.1% 酒石酸	-2.4	+8.5
0.1% ノイトラルロート	-1.5	+2.8
0.05% 醋酸	-1.2	+6.1
M/400 塩酸	-1.0	+7.1
0.1% ビタミンB <sub>1</sub>	-0.3	+4.3
0.1% 塩化カルシウム	-1.6	-3.8
0.1% 石炭酸	+0.6	-1.7
0.1% 重炭酸ソーダ	+0.5	-2.6
M/300 青酸カリ	+0.4	-1.5
0.01% サポニン	+1.0	+2.3

1) 墓(雄)の両側の腎を睪丸と共に全別出し、下行大動脈并に左腎門脈に夫々 canulae を挿入し、溶液(内液)を灌流する。内液は内液導電極に、腎の浸漬されている溶液(外液)は外液導電極に連る。両側の尿管に挿入した canulae は、尿滴数の測定に役立つ、又これを介して、尿管中の溶液(尿)は、外液導電極に連る。腎を隔てて、内液導電極と外液導電極との間に測定される起電力から、両導電極の単極電位差、并に液体連結に基づく拡散電位差の代数和を補正すると腎膜電位差が算出される。内液導電極と尿に連絡する外液導電極との間に測定される起電力から、上記同様の補正を行うと、尿膜電位差が算出せられる。腎并に尿-膜電位差は、内液導電極が陰極側に当るときを(+), 陽極側に当るときを(-)とする。

2) 腎膜電位差の時間的変化は比較的僅少であって、40分前後ではほぼ平衡値を示す。尿膜電位差は、腎膜電位差に較べ時間的変化が顕著である。尿膜電位差は常に(-)の電位差の数値を

示し、多くの場合数10分後には 0mV に近づく。然し内液を 1P 以外の NaCl 溶液、種々な濃度の CaCl<sub>2</sub> 溶液等に切替えると、時間的に殆んど変化しない平衡した尿膜電位差が得られる。

3) 内液 1P NaCl 溶液、外液 0.1P NaCl 溶液とした場合の腎膜電位差には、季節的変動が認められ、Ⅹ月に最低値を示す。同様の条件のもとで測定した尿膜電位差にも季節的変動が窺われ、概してⅡ月及びⅢ月では、測定開始当初の(-)の数値が大であって、最低 -125.0mV が記録されている。

4) 内液を 1P NaCl 溶液に一定して、外液の NaCl 溶液の濃度を 0.1~10P に変化させると(外液濃度効果)、腎膜電位差は外液の NaCl 溶液の濃度の増す程上昇する。外液を 1P NaCl 溶液に一定して、内液の NaCl 溶液の濃度を 0.1

～10P に変化させると (内液濃度効果), 腎膜電位差は内液の NaCl 溶液の濃度を増す程下降する。即ち, 腎膜電位差では, NaCl 溶液に対して, 膜の内面も外面も共に陽性膜として作用する。

5) 0.1～10P CaCl<sub>2</sub> 溶液を内液并に外液に用いて, 腎膜電位差の CaCl<sub>2</sub> 溶液に対する内液濃度効果と外液濃度効果を検した。其の結果此処に作用している膜は, CaCl<sub>2</sub> 溶液に対して, 内面も外面も共に陽性膜として作用する事を知った。なお腎膜電位差の濃度勾配は, CaCl<sub>2</sub> 溶液では, NaCl 溶液の約 2 倍に当る。

6) 尿膜電位差は, 内液の塩類溶液を濃度又は種類を異にする他の塩類溶液に切替えると, 腎浸漬外液の塩類溶液にかかわらず, 夫々ほぼ一定の数値を示す。又多くの実験例についてみても, 腎膜電位差と尿膜電位差との間には相関は認められない。即ち, 腎膜電位差と尿膜電位差とは, 互に独立した膜電位差である。内液の塩類濃度を変えると, それに応じた尿膜電位差が現われ, NaCl 溶液に対しても亦 CaCl<sub>2</sub> 溶液に対しても陽性膜の態度が認められる。なお, 尿膜電位差の濃度勾配は, CaCl<sub>2</sub> 溶液では NaCl 溶液の約 3/2 倍に当る。

7) 腎膜電位差, 尿膜電位差, 静脈滴数, 尿滴数に及ぼす薬物の影響を, 49種の薬物 (濃度の異なる例を合わせると 52種) について観察した。其の結果, 信頼度 95% の信頼限界にて, 腎膜電位差が上昇したと判定出来る場合は 15 種別, これが下降したと判定出来る場合は 10 種別であった。腎膜電位差の上昇下降と, 静脈滴数

の増減との関係については, II 型, V 型に属する薬物 (志多清英<sup>3)</sup> の分類) が多数を占めている。一般的に見て, 腎膜電位差の薬物による上昇下降は僅少である。腎は肺と共に灌流-血管-膜電位差が薬物の影響を受け難い点に於て特徴があるものと見られる。

8) 薬物の影響による静脈滴数の変化と尿滴数の変化との間には相関関係が見られる。

9) 薬物の影響による腎膜電位差の上昇と下降, 下肢膜電位差の上昇と下降に関して, 腎と下肢との間に, 対蹠的關係のある事が判明した。恐らく毛細管壁の構築が異なる事を示唆するものと思われる。

#### 文 献

- 1) 酒井文三: 生物膜の電位差について 京府医大誌 12, 2
- 2) 斎藤貞二 (1954) 灌流-下肢血管-膜電位差の研究 (第1報) 同液膜電位差について 日本生理誌 16, 37 (第2報) 濃度効果と塩類効果 日本生理誌 16, 45
- 3) 志多清英 (1954) 灌流-下肢血管-膜電位差の研究 (第3報) 標準膜電位差の季節的変動 日本生理誌 16, 79 (第4報) 諸種薬物灌流の影響 日本生理誌 16, 139
- 4) 川合弘一: (京府医大誌に掲載の予定)
- 5) 藤井重泰: (同上)
- 6) 松永亮一: (同上)
- 7) 上田哲也 (1954) 灌流-胃腸血管-膜電位差に関する研究 日本生理誌 16, 605
- 8) 岩田腎次 (1953) 灌流せる卵管の血管膜電位差の研究 日本生理誌 15, (学会) 5
- 9) 斎藤貞二: (京府医大誌に掲載の予定)
- 10) 小坂幹文・滝本恒雄 (1952) 拡散電位差の測定 (其の2) 日本生理誌 14, 138  
鈴木能和・老川腎良 (1952) 拡散電位差の測定 (其の1) 日本生理誌 14, 137
- 11) 財満 敬: (京府医大誌に掲載の予定)
- 12) 小川 登: (同上)
- 13) 小川 登・十蔵寺 努: (同上)
- 14) 林 春雄 (昭和24年) 薬理学 第41版

#### Summary

Kidneys of a male toad extirpated together with the testicles are perfused from the aorta descendens and the left portal vein. The electromotive force between the solution perfused from the aorta descendens (the inside-solution) and the solution in which the kidneys are steeped (the outside-solution), and that between the inside-solution and the solution in the ureter are measured. From measured electromotive forces, the single electrode potential of both electrodes and the diffusion potential by the connection of both electrodes being substrated, the kidney-membrane-potential and the urine-membrane-potential respectively are obtained.

(Department of Bio-physico-chemistry, Kyoto Prefectural University of Medicine)

## 地方小学会報

### 第91回生理学東京談話会

日時 昭和28年11月21日 (土) 午後1時半より

場所と当番 文京区湯島 東京医科歯科大学生理学教室 勝木保次

#### 1. 島本多喜雄 (東大美甘内科)

欧米所見特に Dr. Magoun 教室の業績について

#### 2. 富田恒男 (東京女子医大生理)

滞米研究生活を中心として

#### 3. 勝木保次 (東京医歯大生理)

毛細管電極による実験供覧

### 第92回生理学東京談話会

時 昭和29年1月23日 (土) 午前10時より

所と当番 千代田区神田駿河台 日本大学歯学部生理学教室 栖原六郎

#### 1. 後藤鹿島 (群大生理)

絶縁伝導と非絶縁伝導 (鉄と硝酸による生理学的研究) (第18報)

硝酸槽中に2本の軟鉄線A, Bを適当な間隔に平行に並べて置きAを刺激すると impulse はAにのみ伝わってBには伝達されない。Bを刺激するとBにのみ impulse が伝わってAには伝達されない。即絶縁伝導であるが, A, Bの核の一端が外部で導線で連絡されている場合, A, B核の一端に炭素棒が連結してある場合, 又はA, B核の一端が互に接する位近づけられている場合等に於てはA或はBの何れの核を刺激しても両方の核に impulse を発生する。更にA, B核の相反する端を同時に刺激すると impulse は両核の両端より夫々2つ発生する。此等の場合は非絶縁伝導である。何れの場合に於ても Action-current は隣接核の膜を入るが出る時膜のある所を出なければならぬ時は絶縁伝導で, 膜のない所又は金属を通して電源へもどる場合には非絶縁伝導となる。次に同じく非絶縁伝導の模型 (後藤) であるが, Steel-ball を槽中に多数相接してならべ此等の1つを刺激すると impulse が次々と伝達されて行く。此は前の実験で核A, Bの一端が極めて接しているものを刺激した場合と同様に膜が極めて接しているために Action-current が強く作用するからである。次に鉄線に銀線を巻きつけた松本の興奮伝導模型の2つの核を槽中に平行にならべて刺激すれば, 両方の核に銀線を巻きつけたものではどちらか一方の核の刺激は必ず両方の核に impulse を発生せしめる。又核の1本のみ銀線を巻きつけ他は鉄線の

みであると鉄線の核を刺激する場合は非絶縁的であり銀線を巻いた核の刺激では絶縁的である。銀線は興奮膜を有しないから電流が容易に流れ出る事が出来るからである。以上の実験からして伝導に於ける絶縁, 非絶縁は要するに隣接核え Action-current の出入に対する抵抗の差によるもので本質的差はないと思われる。生体に於て今後の実験的検討を必要とする。

#### 2. 吉沢 彰 (群大生理)

興奮性膜の保持と代謝について

鉄を硝酸中に浸す時は先ず化学変化が起り気泡が発生するが1, 2秒の後止み鉄の表面は興奮性膜を以て覆われる。此の興奮性膜は例えば垂鉛片を接触させる等の方法により刺激を与えれば興奮を起し興奮性膜は一時消失するが硝酸中に浸したまま刺激作用を加えなければ長く保持される。此の際興奮性膜が保持されるのはそこに何等の変化が起らない為ではなく生体に於ける物質代謝と同様な事が行われた結果興奮性膜が保持されて居る事が知られたので斯様な事に就いて実験的研究を行ったので之を報告する。

種々の濃度の硝酸中に興奮性膜を有する鉄線を浸しておく場合に硝酸の濃度が或る一定以上であれば興奮性膜は長く保持されるがその濃度以下では短時間に興奮性膜は消失する。興奮性膜が保持される場合に於ても長時間 (24~120時間) たてば鉄の重量は減少して居る事が見られる。硝酸中に少量の赤血塩を入れておけば鉄が溶け出せば青色の反応が起るので之を目標に鉄が溶解する程度を

検査する事が出来る。即ち硝酸の或る濃度以下では興奮性膜が消失して液全体が青色となり鉄はやがて全部とけてしまうが或る濃度以上の硝酸中では長く興奮性膜が存在する。併し核の周囲には青色の物質が出来鉄が幾分溶け出した事がわかる。上述の2つの場合に於て濃度が高い場合には興奮性膜は保持されるが之の間幾分化学変化が行われ膜の消失と生成が繰り返された事が推定される。硝酸中に食塩等の刺激性物質が存在する場合、温度が高い場合、等に於ては鉄の重量の減少或いは核の青変の度は高く膜の生成と消失が劇しく繰り返された事が考えられる。之を要するに鉄の表面に出来る興奮性膜は或る濃度以上の硝酸中では長く保持されるがその濃度以下では漸時にして消失する。併し興奮性膜が保持される為には生体に於ける物質代謝の如き現象が行われる為であり初めからの膜がそのまま保持されるわけではない事が知られた。

鉄と硝酸の如き簡単な物質で生体に於ける物質代謝と同様の事が見られるのは全くおどろくべき事である。私は更に温度及び鉄線の種類による上記の事実について研究をすすめて行く予定である。

### 3. 町田都乎 (群大生理)

#### 分泌及び吸収の模型に就いて

腺細胞が分泌作用を営むときの機序に就いては未だ充分明らかではないが細胞の興奮に伴って細胞内外の物質系が相接触しそのために起る化学変化の結果であると考えられることも不可能ではない。

鉄の球を硝酸中に浸しその周囲に興奮性膜を形成すればこの膜は種々の物質と鉄との反応を妨げるが之を興奮させて周囲の膜を消失させればその後は化学変化が起るに至る。赤血塩と硝酸の混合溶液中に興奮性膜を有する鉄球を浸せば上述の理により何等の変化も起らないが球を亜鉛片で刺激して興奮させればたちまち鉄球は青色に変化する。興奮性膜が消失した結果それまでその膜に界されて起らなかった反応が膜が消失したため直ちに起って青色物質が生成されたためである。これ等の事柄は上に述べた分泌の機序を示す模型と考えることが出来る。

生体に於ける種々の部位で行われる吸収の現象は拡散、浸透等単純な物理化学的過程も含まれて

いるであろうが生体細胞の特殊な積極的活動に基づくものが生理学的に重要であろう。此の場合吸収も分泌と同様に細胞の興奮機会に細胞内外の物質系の直接的接触の結果起る反応と考えることが出来る。少量の鉛を入れた水銀アマルガムの小球を硝酸銀(約2%)の溶液中に入れれば先ず黒色の銀が水銀球の周囲に析出するがこの銀の量が或る程度以上になれば急激に黒色の銀は水銀中に吸収され、その後はまた銀が析出し、また吸収されると云う現象が反復される。水銀球は硝酸銀中で膜(恐らく酸化水銀)で覆われているが析出した銀の電位のために一時膜がこわされる(興奮する)とこのとき銀は水銀中に吸収され、これが反復的に起るものと思われる。斯様な現象は細胞の積極的活動に基いて行われる吸収の機序(少くとも或る種の)を示す模型を考えることが出来る。

### 4. 長田泰公 (国立公衆衛生院生理衛生)

#### 赤血球沈降曲線の分析

赤血球数とヘモグロビン量を指標として、赤沈管内で沈降しつつある血柱内の赤血球濃度の分布を測定したところ、血柱上端の濃度は、最初の値を維持し、上端から底部に向って指數的に増加することが確められた。従って、底部よりhの高さに於ける濃度Cは、底部濃度をC<sub>0</sub>とすると、

$$C = C_0 e^{-ah}$$

と書くことが出来る。aは濃度勾配を表し、

$$a = \frac{\log C_0 / C_H}{H}$$

である。ここにC<sub>H</sub>は上端濃度、Hは血柱の高さである。濃度分布が上式に従うとすると、血柱内の赤血球総量は時間によらず一定であるので、aはそのときの血柱高Hのみの函数となる。上端に於ける濃度勾配は、上端濃度が一定であるので、aに等しい。

実際の赤血球沈降速度(mm/分)を赤沈曲線から求め、これと理論的に計算したaとの関係をしらべてみると、集積期に於ては直線的関係になることがわかった。この時期には集塊半径は変化しないから、上端に於ける濃度勾配増加による下方よりの電荷反撥力の増大により、沈降速度を減じてゆくのであろう。

集積期に於ける沈降速度とaとの直線関係に、Stoksの法則を適用すると、赤血球集塊半径と極大半径(等速期半径)との比の時間的变化、

従って、集塊半径の成長過程を推定することができる。この推定によって、促進した赤沈値を有する血液に於ては、集塊半径の成長が早く、到達する極大半径も大きい事がわかった。

沈降管の傾斜による赤沈値の促進は、集塊半径の成長が早くなる事による。また、最初の血柱を低くすると、半径の成長は抑制されることが確められた。

(詳細は国立公衆衛生院報告、第2巻に発表する予定)

#### 5. 内蘭耕二・池田和夫 (東大生理若林研)

##### 神経細胞の活動と所謂 Sodium Hypothesis

被刺激性形体の活動電位は所謂 Sodium Hypothesis によって巧妙に説明されるに至ったがその実験は主として筋線維及び神経線維についてなされ、神経細胞については見るべきものがない。由って本研究は神経細胞の自発性放電についてこれを検討することとした。本実験方法では直接細胞内より自発性放電を導出する事が出来ないが取敢えず神経細胞を出た線維より導出した反復性活動電位を目標として各種 ion 及び薬物の神経細胞に対する作用を推定した。

材料には *Cambarus clarkii* の腹部神経節1箇を之に連る神経線維と共に別出して用い、電位の導出には 5~8mm 間隔で相対させた2枚の銀板電極上の Harrevelde 液の一方に神経節を、他方に神経線維を載せ両板を線維で架橋して両銀板から導出した。この状態で自発性放電を記録し、これを対照とする。次に細胞側の液を等張糖溶液に置換して放電を停止させた後、更にこれを種々の試験液に置換して  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Ba}^{++}$ , Procain, T.E.A. bromide の効果をしらべた。

その結果、 $\text{Na}^+$  或は  $\text{Li}^+$  が存在する時に限って自発性放電が回復し、ion濃度が高い程放電頻度が大きくなる。 $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Ba}^{++}$  は放電を回復させ得ず、Procain, T.E.A.B. の1%溶液も放電を回復させなかった。糖に乳糖を用いた場合、放電を起し得るionの臨界濃度は  $\text{NaCl}$ : 平均43mM.,  $\text{LiCl}$ : 平均65mM, 蔗糖を用いた場合、 $\text{NaCl}$ : 平均17mM. であった。

これにより自発性放電に対する  $\text{Na}^+$  の効果は明瞭であって、神経細胞の活動も Sodium Hypothesis で説明される可能性がありそうである。こ

れより外液中の  $\text{Na}^+$  と細胞電位との関係を研究し、更にこれと放電頻度との関係をも明らかにし度い。

#### 6. 時実利彦 (東大生理若林研)

##### 顔面筋の働き方について

電極針を正確に刺すことが出来る表在性の数種類の顔面筋を筋電図学的に調べた。at rest で放電がみられるものは前頭筋と上唇方形筋である。その他の筋は意識的収縮により、その収縮の強さに対応した放電のパターンが現れる。個々の放電の波形は二相性、三相性であり、その振幅は精々 700  $\mu\text{V}$  である。最高放電頻度は四肢筋のそれよりも高く 70cps に及ぶものがある。個々の NMU 及び NMU 相互間の活動様式は四肢筋のそれと全く同様である。個々の NMU の放電系列について平均放電間隔 ( $\bar{c}$ ) と放電間隔の不規則な変動の標準偏差 (S) との関係を探ると、前頭筋、上唇方形筋、口輪筋では K-曲線と T-曲線に沿う放電が誘導されるが、その他の顔面筋では K-曲線のみが誘導される。これらの K-及び T-曲線を四肢筋の  $\bar{c}$ -S 曲線と比較すると、顔面筋のそれは四肢筋のそれよりもはるかに左方に偏っており、大体舌筋のそれと一致している。この関係は筋の機能分化を示すものであり、且つまた Penfield 等の人間の脳皮質の運動領野の分布の状況と密接な関係のあることは興味深いことである。

顔面筋の中で前頭筋や皺眉筋は左右両側で同じ強さの神経支配をうけているが、その他の筋では、左右両側の支配関係に分化がみられる。しかし一側の顔面筋を強く意識的に収縮させた場合には、反対側にも必ず放電がみられ、従って弱いながらも両側支配の関係がみられる。またある1つの顔面筋だけを意識的に収縮させた場合にも、必ず他の筋に協同的な収縮がみられる。即ち顔面筋では異名筋の間にも可成り著しい協同的或は拮抗的な収縮がみられ、この関係は個体発生的にみると、成長するにつれて著しくなくなってくる。幼児や成人の顔の表情はこのような運動系の活動様式から説明される。

#### 7. 川上正澄 (神戸医大第1生理)

##### 人間の外肛門括約筋の筋電図的研究

人間の外肛門括約筋に歯科用 1/4 注射針に 25 $\mu$

エナメル導線を絶縁封入したものを針電極として用い誘導した。その結果

1) 外肛門括約筋は体位の如何に拘らず常時 at rest の状態に於ても 3~4cps の程度で Tonic N.M.U の活動放電が認められた。なお随意的に収縮する場合には、口輪筋、眼輪筋と同時に容易に interference voltage が出現する。

2) 意識的に振張しようとする時一般の筋の如く容易に、その放電は消失せず、ある程度以上の努力をして、はじめて消失するが、この振張せんとする意識的努力を除くと、直ちに放電活動が生起してくるのであつて、この状態は直腸内に内容物のある場合には容易であるが直腸内に内容物がない場合には、この放電は容易に消失せず、Tonic NMU の放電活動がある程度持続して後はじめて消失する。

3) 発声、腹圧を加えることによつても容易にその放電活動の状態は変動する。

4) 従来 anal reflex と肛門周辺部に触刺戟が加わると肛門括約筋は収縮することが昔より知られているが、単にこの部位のみでなく、上下肢、軀幹部等に於ても容易に反射性収縮を起すことができ、更に触覚のみならず、温熱刺戟に対しても、精神的恐怖等を与えた場合にも反射性収縮の起ることを認めた。

5) 随意収縮時の一連の放電系列について一定数の平均放電間隔と、その標準偏差との間の関係についてその曲線を求めてみると抗重力筋である m. soleus 等よりも右偏し S が 15msec 内外で、平均放電間隔が 260msec まで平坦に経過するものと S が 8msec、平均放電間隔が 170msec 程度まで平坦に経過する 2 つの曲線が得られた。

以上により外肛門括約筋は抗重力筋よりも更により合理的な収縮活動をしてゐることが理解され、且つ大脳皮質よりの支配の外に、皮膚からの刺戟によつてその活動が調節されているように思われる。

#### 8. 永井一夫 (日大歯・理工研)

頸動脈と推骨動脈の頭蓋腔に於ける解剖学的走行の観察並びに痙攣物質注射による痙攣発動閾値との相関

メタアクリル酸メチルに、触媒として過酸化ベンゾイルと第三級アミンを加えることによつて、

短時間のうちに重合は完了して、メタアクリル酸メチル単量体は重合体に変化する。この反応を応用して単量体を頸動脈と推骨動脈に注入し、血管内で重合体に変化せしめて血管の走行を確認した。

さて、この両血管に痙攣発動物質たるカルチアゾールを注射して起る痙攣の様相並びに閾値と両血管の走行構造との関係に就いて考察した。

#### 9. 和合卯太郎 (信州大生理)

人体に於ける随意性及不随意性骨格筋疲労の回復時間の相違について

1)  $1.0 \cdot 0.5 \mu\text{FV}/\text{Vr}$  法で大腿直筋の軽度疲を、直接及間接にその全経過を測定し、回復時間、回復時間恒数、acetylcholine Ach の有効期間及疲労感等について報告した<sup>2)</sup>。

この中で最も注目すべきものの 1 つに、疲労の原因が随意性か又は不随意性に依つて、全く反対の結果を示し中枢性の疲労機序を考えない訳にゆかないことである。

2) 唯遺憾乍ら不随意収縮疲労を起させ得る被験者が 1 名 (Y.M.) のみであったが、その後更に 1 名の実験可能者 (Y.Mu) を得て前報告 (2) の結果を確認し又新しい data を得た。この研究の後半は  $0.75 \mu\text{FV}/\text{Vr}$  法に依つた。

3) 被験者 Y.Mu について、先ず随意性即ち、「負荷」及「Mosso」に依る疲労回復の実験を行ったが、結果は全て他の被験者と同様であった。

4) 不随意性疲労の場合、両被験者共測定側神経刺激の時も非測定側刺激の時も何れも同程度の疲労が現われ、その回復時間は随意性のものと異り、直接間接共等しかつた。回復時間恒数は次の通りである。

suli y		随意性筋収縮による疲労		不随意性筋収縮による疲労	
		負荷 (分)	mosso (分)	被験側神経刺激 (分)	非被験側神経刺激 (分)
Y.Mu	Km	0.70	0.78	0.16	0.18
	Kn	0.31	0.27	0.15	0.18
	Km - Kn	0.39	0.46	0	0
Y.M	Km	1.02	0.81	0.35	0.33
	Kn	0.62	0.42	0.38	0.35
	Km - Kn	0.40	0.39	0	0

5) Ach は疲労防止に役立つが、その有効期間には、不随意性のものは、随意性のものと逆に、筋

の直接測定より間接測定の方が明かに長い。

6) Y. Mu. は既報の Y. M. と同様に不随意性の方が疲労感が少ないことを述べている。但し Y. M. の様に全く起らないという事は無かった。

- 1) 和合卯太郎 (1952) 信大紀要 2/17
- 2) 和合卯太郎 (1953) 信大紀要 3/29

## 10. 和合卯太郎 (信州大生理)

### 精神性疲労について

1) 被験者を bed 上に仰臥させて安静を保ちつつ、15分又は25分の暗算をさせた。暗算終了後大腿直筋の興奮性を 0.75 V/Vr 法に依って直接及び間接に測定すると、何れも V/Vr 値の急激の増加が認められる。そしてこの値は漸次減少して、一定時の後には正常値に戻る。この時 Vr は一時的に上昇し、後低下し続けるのが常である。恢復時間恒数については  $K_m > K_n$  でありその数値は随意性疲労の場合のそれと同一程度である。

2) 予め Ach の少量 0.033g を注射して置くと、この現象は起らない。Ach の有効期間は数十分である。

3) 以上の事實は、一見精神作用に依っても血行中の Ach 欠乏が現われその為に安静骨格筋に疲労が現われるとも考えられる。換言すれば、精神疲労が間接に骨格筋興奮性を変化させ、その上 V/Vr 値に依って精神性疲労の量的表示が可能のように看做される。

4) 併し乍ら、被験者は安静を命じられても、暗算中手足に多少力を入れ、口を動かす等のことは避けられない。従って精神疲労でなくて、又はこれのみで無くて、骨格筋の Tonus 増加に依るかも知れない。

実験心理学方面では Davis<sup>1)</sup> Shaw<sup>2)</sup> 等は精神的緊張及肉体作業の純 Vorstellung のみで筋活動流の増強するのを認めている。最近 Gözfer<sup>3)</sup> 等は、暗算に依って骨格筋の一種の E. M. G. が変化し、その際緊張性神経支配の上昇が認められると主張している。

5) 従って暗算に依る骨格筋疲労の出現は、真に精神性疲労に依るものか又は骨格筋 Tonus 上昇に依るものか今のところ明かでない。

- 1) Davis, R. (1938) J. of Experi. Psychol. 23, 141
- 2) Shaw, W. A. (1940) Arch. of Psychol. 247, 1
- 3) Gözfer, H. u. a. (1952) Pflugers Arch. f. d. g. Physiol. 256, 304

## 11. 和合卯太郎 (信州大生理)

### 刺激頻度と疲労について

1) 最近 del Pozo<sup>1)</sup> は猫について刺激頻度を変えて、骨格筋の強縮をおこして疲労させる際、頻度が毎秒30回以上の場合は伝達疲労で、運動神経末端の Ach 分泌の欠乏に依っておこり、20回以内のときは Ach と無関係で、筋繊維の収縮能の減退即ち収縮疲労である。そして血行ある場合は後者の疲労は容易におこらないことを述べている。

2) 被験者 Y. Mu. 及 Y. M. の一側大腿神経を毎秒 180 回と 20 回との 2 種類の刺激を加えて、大腿直筋その他の強縮をおこし、他足の大腿直筋の V/Vr 値の変化を調べた。

人間では毎秒 20 回の刺激では完全強縮をおこし得ないが、180 回では可能である。後者の場合強さを加減して、大体前者と強縮の状態を同じ位として、刺激持続時間を変えてみると、180 回では 20 秒で、V/Vr の増加即ち疲労が現われるに反し、20 回では Y. Mu. は 4 分間、Y. M. で 15 分間刺激を続けても疲労が現われないことを知った。これ以上長い時間刺激しなかったのは、被験者に苦痛を与えるからである。impulse の回数からみれば、180 回 20 sec では、3,600 回に過ぎないが、20 回 4 分は 4,800 回、15 分では、18,000 回であり、impulse の数に依って上述の差を生ずるものとは考えられない。

頻度が大きいと Ach の分泌が間に合わないと考えれば、よく説明がつく。

3) 軽度の疲労は Ach 欠乏の伝達疲労であるとすれば、あらかじめ Ach を与えて置いて作業させれば、ある種の作業に於ては作業量の増加が予想される。

局所的作業として Mosso の ergograph. 全身のものとして繩飛びを選んでこの研究を行ったが、目下続行中で充分明かでないが、前者の場合は能率増進が認められた。

- 1) del Pozo, E. C. (1942) Am. J. Physiol. 135, 763

## 12. 清水貞男 (信大生理)

### 灌流墓骨格筋に於ける疲労について

1) 体重 200~250g の墓の大腿動静脈坐骨神経腓腹筋標本を Ringer 液で灌流し、灌流開始後 30~60 分を経て実験を行った。

2) 実験装置及び方法は、さきに和合<sup>1)</sup>が発表した。蓄電板放電刺激装置を用い、電極には容量の大きい純銀板を浸した液体電極を使用し、 $1.0 \sim 0.5 \mu\text{F}$  V/Vr 法及び之を更に簡単にした  $0.5 \mu\text{F}$  V/Vr 法で測定を行った。1回の通電後に必ず反対方向の同一強度の電流を通じた。又疲労をひきおこす為には、Du Bois-Reymond 型 (頻度毎秒 20回) 及び Porter 型 (頻度毎秒 180回) の 2種の Inductorium に依って 30秒、60秒、120秒、180秒の各時間坐骨神経を断続的に刺激し、腓腹筋に強直をおこさせた。そして刺激停止の直後から、V/Vr の測定を行った。

3) 疲労前には Vr は種々の型に変化するのが普通であったが、この場合でも V/Vr は実験中恒に一定の値を示し、その標本に個有の数値と考えられた。

4) 疲労をおこさせた後は、Vr は種々に変化し一定の法則性を示さなかった。V/Vr は刺激停止直後に最大値となり、時間の経過と共に減少し、一定時の後疲労前の値に戻った。

5) 回復時間は V/Vr の増加率に比例した。この時の増加率とは、V/Vr の最大増加値と刺激前の V/Vr との比である<sup>2)</sup>。

増加率より 1.00 を減じ、その値を 100 倍したもので回復時間を除した値即ち、回復時間恒数 Kn は<sup>3)</sup> Du Boio-Reymond 型 Inductorium による刺激の場合と Porter 型 Inductorium による場合と相違があり、頻度の大きい後の方が大であった。この値は刺激時間従って疲労程度の如何にかかわらず一定であった。

6) Ach の一定量を混ぜた Ringer 液で灌流した場合は前述の変化はおこらなかった。

- 1) 和合卯太郎 (昭和13年) 日本生理誌 3, 225
- 2) 和合卯太郎 (1952) 信大紀要 2号
- 3) 和合卯太郎 (1953) 信大紀要 3号

### 13. 吉野重丈 (信大生理)

#### 血行のある裏骨格筋の疲労に就いて

1) 血行のある裏の M. gastrocnemius を此の筋又は対側の M. gastrocnemius を含む筋群を同様に刺激して疲労を起した場合に於ける V/Vr の変化を追究した。

2) 20% Urethane 溶液を腹部淋巴嚢内に注射し同時に Ethylether に浸した綿塊を口腔内に挿

入して約20分間麻酔した裏を腹臥位に固定した。血行を損はないように注意して露出した一側の N. ischiadicus を中枢から切断し、Achilles 腱を離断して、その下肢を膝関節で固定した。非測定側疲労の場合、その側は神経を中枢より切断するだけとした。

3) 測定電導子には、容量の大きい純銀板を使った液体電導子を用いた。疲労を起すための刺激には tripolar の白金電導子を使用した。

4) 疲労を起すために、Porter 型 (180回/秒) の Inductorium の断続的刺戟を一定時間加えて筋に最大強縮を起させた。

5) 装置は人体に就て実施した 和合<sup>1)</sup> と大体同様であった。測定方法は 和合<sup>1)</sup> の考按による  $0.5 \cdot 0.1 \mu\text{F}$  V/Vr 法及  $0.3 \mu\text{F}$  V/Vr 法に依った。測定には各刺戟に引続いて同じ強度の逆方向の電流を通した。

6) V/Vr の正常値は、Vr の変動にも拘らず恒に一定であり、その個体に個有の値と言ひ得る。

7) 測定側疲労の場合 V/Vr はその直後最大値を取り漸次正常値に戻った。此の際回復時間恒数 Kn は  $2.13 \pm 0.03$  分であった。Vr の経過は不同で一定の法則性を認められなかった。

8) 非測定側神経末梢端刺戟即ち測定筋には疲労の起らない筈の時も、V/Vr は 7) と同様な経過を取り、Kn は  $2.44 \pm 0.06$  分であった。Vr は種々な経過を示した。

9) 8) の変化は非測定側の V. femoralis の血行を止めると現れないが、血行を許すと 8) と同様な変化が認められた。なお測定側の A. ischiadica の血行停止では無影響であった。

10) 以上の外に、非測定側神経中枢端刺戟 (測定側神経は中枢と連絡がある) の場合、測定側の A. ischiadica を止めると 8) と同様な V/Vr の変化が観られた。

11) Ach の微量を腹腔内に与えると 7) 及 8) の V/Vr の変化は起らなかった。

- 1) 和合卯太郎 (1952) 信大紀要 2, 17

### 14. 秋山 勳 (群大生理)

#### 新型興奮伝導模型

従来、興奮伝導模型として知られて居る山極-Lillie の神経模型は比較的簡単で之により神経・筋等で観察される殆ど凡ての現象を示す模型を作

る事が出来るがその浸液として発煙性の硝酸を用いる事は種々の点で不便が多い。依って硝酸以外の不揮発性の薬物を用いて興奮伝導模型を作る事を試みた所、偶々硝酸銀溶液が鉄線の表面に興奮性膜を作る事を知り得たので之を用いて興奮伝導模型を作り、極めて伝導速度の小なる模型を得た。

模型の作り方は、核及び容器は山極-Lillieの神経模型と殆ど同様で核を浸す液に約2%の硝酸銀溶液に極微量の硝酸を混じたものを用いるのである。

斯様にして作った模型に亜鉛片を用いて其の一部に刺激を加えるとその部は徐々に局所興奮を起して黒色に変色し、其処から両側に興奮が伝導される。尚黒色の興奮部位の伝導方向の先端には灰白色に変色した部を観察する事が出来、未興奮部位が隣接する興奮部位からの偽作流により静止の状態から被刺激過程の状態に入ってゆくことと推定される様子がよく見える。興奮部位に折出した黒色の物質は興奮が起った側から核に附着したままやがて灰白色に変化し此の変色した部の核は再び興奮性膜を有して居る。然し此の附着物を除去しなければ次に加える刺激によって新たな興奮伝導を起させる事は難かしい。又伝導速度、興奮波の幅、回復時間等は浸液中に混ざる硝酸の量で左右されるから之により伝導速度等任意のものを得る事が出来る。

此の模型は伝導状態をゆっくり観察する事が出来且興奮部位の周辺に起る変化を見る事が出来る点及び硝酸の場合の如きガスを生ずる不便が無い点は、伝導状態の研究或は示説実験等に用いて極めて便利である。

#### 15. 松本政雄 (群大生理)

##### 神経と反応器管間の興奮伝達に就いて

神経線維と骨格筋・平滑筋・腺細胞其等の反応器管との間の興奮伝達に就いては神経線維と骨格筋線維の場合の如く特定の部位(端板)に依って行われるものと、その様な関係が明瞭でないものがある。骨格筋線維と神経線維との関係を示す模型として吾々は種々のものを作ったが、これ等は要するに特定の部位に於て興奮伝達が行われる一方向き興奮伝達模型にすぎない。

神経線維と腺細胞其の他の反応器管との間の興奮伝達の機序を考えるに当り、鉄線のまわりに銀

線を巻いて硝酸中に浸した松本の興奮伝導模型を用いて神経線維に相当する核とその附近に細長い形、又は円形の核(銀線を巻いたものを)散在的に配置した興奮伝達模型を作れば、神経線維に相当する核を刺激して之に興奮の伝導を起せば其の附近に配布された核は神経線維に相当する核に接触していなくとも之等に興奮が伝達される。即ち神経線維に相当する核からその附近の多数の核に非絶縁性の興奮伝達が行われる。

斯様な模型から1歩進んで考察すれば、神経線維殊に自律神経の節後線維と平滑筋又は腺細胞等の間には骨格筋線維と神経線維の場合の如き特殊の機構が存在しない場合に於ても両者間の興奮伝達は必ずしも不可能でないことが推定される。

平滑筋・腺細胞等神経線維の連絡に就いては骨格筋線維に於ける端板の如きものが未だ明瞭に示されていない様であるが実際左様なものがないと云う可能性もあるわけ之等のことに就いては、組織学的に又生理学的に充分検討を要する事柄であろう。先入主的な考え方から徒らに端板の如きものの存在を仮定して、其の検出に時を費すと云うことも相当考えなければならぬ問題かも知れない。

#### 16. 森下敬一・寒河江 宏・宮下 勉・加藤岩穂 (東京医大生理)

##### Chlorophyll 誘導体の血液組成因子に及ぼす影響に就いて(第2報)血液 Catalase に関する検索

既に著者等は、Chlorophyll 誘導体以後(Ch-D. と略す)の血液組成因子に対する作用の系統的な観察を企図し、第1報として、血液凝固要素に関する検索を行った。次いで今回は血液酵素特に Catalase 能(以後C.A.と略す)に及ぼす影響に就いて検索を重ね2、3の知見を得たので報告する。

Ch-D. は南方薬品工業K.K提供による Fe 並 Cu の Ch-D. を用い実験動物は家兎及鼠を対象にした。又C.A. 測定は斎藤氏法を、Hb 量測定は塩酸ヘマチン比色法に拠った。

先づ鼠の腹腔内に pro kg 70mg の Fe 及 Cu Ch-D. を注入し一定時間毎に可及的少量の心穿採血を行って C.A. 及 Hb 量を測定すると Fe 及 Cu Ch-D. 共全血 C.A. の低下を来すが血球 C.A. では前者の増加と後者の減少を認め此の場合 Hb 量は前者では増加し、後者では不変であった。尚

Fe のみでも血球 C.A. は昂るが Cu ではむしろ低下を来し, Hb には有意な変化が認められなかった. 又肝別出例でも Fe Ch-D. は血球 C.A. を昂めるが Fe そのものには斯様な作用がなかった.

家兎に Fe 及 Cu Ch-D. を pro kg 10mg を静注し一定時間毎に耳静脈より採血して, その全血 C.A. を調べてみると両者共是を減少させるが, 前者では Hb 量の増加が認められ後者では不変であった. 又, 四塩化炭素を pro kg 0.1cc 宛 3 日間に亘って投与した後任意に Fe Cu Ch-D. 及対照と 3 群に分けて全血 C.A. 及 Hb 量の変動を比較

検討した結果, Hb 量を昂める意味に於いて Fe Ch-D. は極めて有効であった. 更に, pro kg 2% の瀉血貧血を起させた場合でも, Fe Ch-D. の投与は Hb 量の回復を促進した.

斯様に Fe Ch-D. は Hb 増加を規定する因子としての C.A. を対照及 Cu Ch-D. に比してより有効に変動させる事を知つた.

#### 17. 塚田裕三・高垣玄太郎 (慶大生理)

##### 神経組織に於けるアンモニア形成の分析

### 正 誤 表

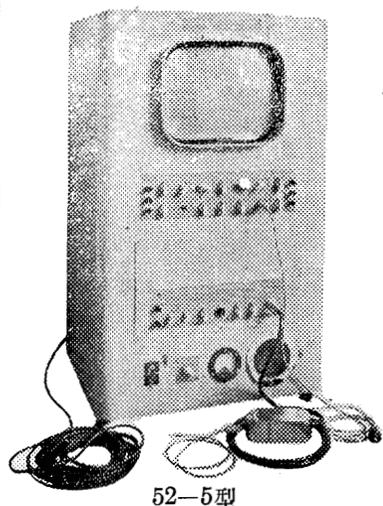
第16巻 10号

659頁

第4図B

(此図倒さ)

# 筋電計



52-5型

\*カタログ贈呈

郵券 ¥ 30



- 携帯用 52-1型 ブラウン管径 75mm
- 52-2型 ブラウン管径120mm 単掃引装置付
- 52-3型 ブラウン管径120mm 単, 複掃引装置付
- 据置型 52-5型 ブラウン管径 17吋 単, 複掃引装置付

## 記録装置

バイプレーター (二個装置)	最大入力	200MA
	周波数	0~1000c/s
	振幅	1000c/s20MAの時 10mm
フロマイド フィルム		35mm x 25M
	回転速度	2 10 20cm/s
	刻時	1/50 sec

筋電計 (マイオグラフ) 発売元  
電気測定器 真空管 電気部品

## 東京電気精機株式会社

本社 東京都千代田区錦田仲町2の11番地  
電話錦田(25) 6525 4482 7923  
工場 東京都港区芝三田小山町2  
電話三田(45) 3017  
研究所 東京都文京区湯島町192  
電話大塚(94) 3087



記録装置

## 微細電極用増巾器

グリッドカーレント 1 × 10<sup>-11</sup> A  
直結4段増幅方式 特許出願中

## 刺戟装置

出力絶縁方式  
矩形波 1 m.s.—2 Sec 連続可変

## ニ現象ブラウン管オシロ

MVC-3A 1 (観測用)  
MVC-3A 11 (写真用)  
MVC-3A 7 (残光)

## 営業品目

全交流直記式 脳波装置  
" " 心電計  
脳内(眼底) 血圧計  
インク書 オシログラフ  
筋電計



## 日本光電工業株式会社

電話落合(95) 2709 東京都新宿区西落合2丁目514番地

# 基礎麻酔及び誘導麻酔に

**成分** 5.5イソアミル エチル バルビツール酸ナトリウム 水に容易に溶解する  
**用途** 前麻酔、基礎麻酔、誘導麻酔には麻酔量の節約、患者の術前の不安を除去痛覚域の引上げ、反射刺激性の減少、麻酔の円滑な導入、術中の興奮発生の防止、麻酔剤の副作用の緩和術後の疼痛の除去に優れた効果を現します吸入麻酔、腰椎麻酔前に投与すれば1~2時間の手術施行上極めて好都合です  
**用法用量** 患者の容態、症候、年齢、神経系の状態等の個人的反応によつて決定されます 通常薬効の鋭敏性を必要とする場合は静脈内に、持続効果を望む場合、或いは不安、興奮、拒絶症状が強く 静脈注射が困難なときは筋肉内注射が適当です  
 ☆基礎、誘導麻酔には0.3~0.8g静注 ☆手術前後の不安・苦痛除去には0.5g

0.25g (注射用蒸溜水  
2.5cc添付) 各5管入  
0.5g (注射用蒸溜水  
5.0cc添付) 各5管入



G I S I 9

京都市中京区壬生下馬町38 日本新薬株式会社 札幌・東京・大阪・富山

# 主要製品



**バイニンリン**  
**ペニンリン**  
**ホエーラミザール**  
**コートン**  
 **hidroコートン**  
**オーレオスライシン**

(持続性二基ベニシリン)  
 (各種ベニシリン製剤)  
 (砒素 駆 梅 剤)  
 (米国メルク社製コーチゾン)  
 (米国メルク社製 hidroコーチゾン)  
 (抗糸状菌性抗生物質)

(結核治療抗生物質)  
 (ベニシリン・ストレプトマイシン合剤)  
 (肝臓強化メチオニン製剤)  
 (局所麻酔剤)  
 (持続性局所麻酔剤)  
 (強力駆虫薬)

**ジドロレストマイシン**  
**マイニンリン**  
**強バンチオニン**  
**バンカイニン**  
**ロニカイニン**  
**パンパラゾ**

東京都中央区日本橋本町2-7 萬有製薬株式会社 大阪・岡崎・札幌・福岡