

日本生理誌・第18巻4号・昭和31年4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18巻 第4号

Vol. 18 No. 4

昭和31年4月1日発行

April 1956

原 著

- 古 栄 裕：諸臓器の傷害が腸管に及ぼす影響に就いて.....165
- 宮 川 鉄 男：迷走及び骨盤両神経刺激の回盲括約部の運動に及ぼす影響.....181
- 和 佐 野 忠：脊髓根および末梢神経にみられる電氣的極性について.....193
- 中 久 喜 喬：歯科局所麻酔の発現機序に関する生理学的考察.....204
- 本 田 良 行・野 村 博：迷走神経切断による呼吸性 Alkalosis について.....214

地 方 小 学 会 報

- 第103回生理学東京談話会.....218

会 報

- 会員移動.....223

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

肝機能強化と



☆独特の「抱合解毒作用」

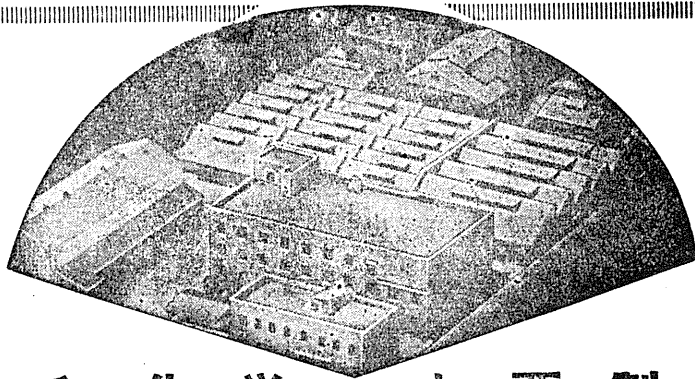
我国唯一の純合成グルクロン酸製剤グロンサンは……
各種の有害物質と抱合して排泄させる特異な作用と、肝臓機能の高進、グリコーゲンの蓄積増加、脂肪代謝の促進などメチオニンに勝る真価を知られ、ますます廣汎に応用されています

肝臓疾患に……肝硬変症、肝臓障害、黄疸
妊娠悪阻、発麻疹
諸中毒に……食中毒及びアルコール中毒
サルファ剤の副作用防止
関節疾患に……ロイマチス、関節炎、神経痛

粉末：10g	¥750	25g	¥1800
		100g	¥6500
注射：100ミリ	¥480	各2cc	
200ミリ	¥610	10管	
500ミリ	¥1000		
錠剤：30錠	¥800	100錠	¥800

東京・中外製薬株式会社・大阪

グ
ロ
ン
サ
ン



興和化学の主要製品

レスタミンコーワ	注・錠・散 抗ヒスタミン剤	スメルモンコーワ	糖衣錠 注
テブロン-Rコーワ	注 自律神経遮断剤	コルゲンコーワ	錠 胃酸予防治療剤
複合ルチンコーワ	糖衣錠 散 高血圧治療剤 脳血管予防剤	Q & P KOWA	糖衣錠 ミネラル入高単化 綜合ビタミン剤
アドボンコーワ	注・錠 散 鎮痛鎮痙剤・消化性潰瘍治療剤	ネオシネジンコーワ	注 血管収縮・血圧上昇剤
アペランコーワ	錠 強力消化剤	ホスカコーワ	液・軟膏 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

諸臓器の傷害が腸管に及ぼす影響に就いて 612.336:616-021.6

Studies on the Influence of the Injury of Various Organs on the Intestine.

古 栄 裕 (Ku-Jungyu)*

I. 緒 言

従来生体の手術的侵襲就中臓器剔除が腸管の機能に何等かの影響をば与えるものと推察され、古くから其の事が医師並に患者の関心事となっている。

扱て、腸管の生理的機能は交感、副交感神経の支配を受け、又体性神経系統中枢部と関係を有する事も一般に認められる通りであり、尙是が内分泌臓器と夫々関連性を有することも知られ、是等に関する実験的或いは臨床的研究の業績も多い。

例えば、勝山²²⁾は脾臓、肝臓、胆嚢、膵臓及び腎臓等の剔除が腸管に与える影響に就いて夫々特定の関連性がある事を認め、佐藤⁴⁶⁾は別脾が腸機能障害を起すと云い、長田³⁷⁾の研究も自律神経系が直接若しくは間接的に腸管機能調節に与かると云う事に帰している。

併し特に小腸の伸展性に就いては未だ詳細且つ決定的な研究発表が為されていない。

其処で、著者は此の点の考究が極めて重要な意義を有するものと考え、海猿を選び生体に於ける諸臓器剔除が腸管機能に与える影響の検索を企図し、特に小腸伸展性換言すれば筋緊張に就いて自律神経系の処置、脊髄横切断及び内分泌腺臓器製剤投与等に因る如き諸条件を加えた影響に注目し、其の各場合の変化を比較検討する為実験を試みた処、聊か知見を得たので此処に報告する。

II. 実 験 方 法

A. 実験動物

実験動物としては何れも健常な成熟した雌性

海猿にして体重 500g 前後を有するものを選定した。是は雌性海猿であると血液性状の変化が妊娠等に依って起る恐れがあり、開腹処置に不都合を生ずる為である。

尙実験動物の生活状態を可及的に均等とするため実験に使用する1週間前より所定の場所に入れ飼養した。即ち動物飼養室は可及的同一条件の下に室内は夏季酷暑の時には通風状態を可良にするため務めて窓を開放し、冬期は瓦斯ストーブ暖房によって室温 20°C 前後になるよう調節に注意した。飼養箱は縦 80cm 横 40cm 高さ 20cm からなる長方形にしてこれを4室に区分し、箱の長径両端と内部中隔とは木板を以てし、其の他は総べて金網よりなるものである。尙四隅には高さ 4cm の陶製脚を取付け、是を縦 85cm 横 45cm 高さ 5cm にして内面に亜鉛板を張れる台上に乗せ以て糞尿を受けられるようにし、湿気等衛生的な点に注意を払った。飼料容器は円形白色陶器を使用し、飼料は平素摂取している野草、蔬菜類（白菜、大根及び人参）並びにフスマ、麦及び豆腐粕等を以て毎日一定時間に一定量を投与し、努めて栄養不良に陥らない様に注意して動物を飼養した。

B. 前処置

実験当日は食餌を与えずに餓餓させ、先ずエーテル 5cc を含ませたガーゼを以て3分間吸入麻酔を施した後、(角膜反射の減弱及び瞳孔の縮小) 是を背位に固定し剪刀を持って体毛を剃去し、次いで皮膚消毒を施してから切開をなし、所定の臓器剔除或いは神経切断等の処置を、総べて短時間に終るように行った。処置後に於ける観察は夫々一定の時間、即ち 1, 2 及び 4 時間又は 1, 2 及び 4 日目に区別して実験を行った。処置の影響が少なければ其の観察時間を可及的に長期とし、処置前の夫れと比較検討し

* 東京医科大学病院中央研究科生理学教室
東京歯科大学生理学教室

た。又処置後瀕死のものは直ちに腸管を取出して其の伸展性を検索した。処置後二次的感染により或いは不明の原因により死亡したものは変性を招いた恐れがあるため総べてこれを除外した。尚臓器剔除後其の輸出入血管を注意して結紮し、後出血に因る死亡を防ぎ、処置後数日間には殊に冬季には保温に注意して飼養した。又実験は成可く同一条件下に於いて行う様に努めた。

C. 実験装置

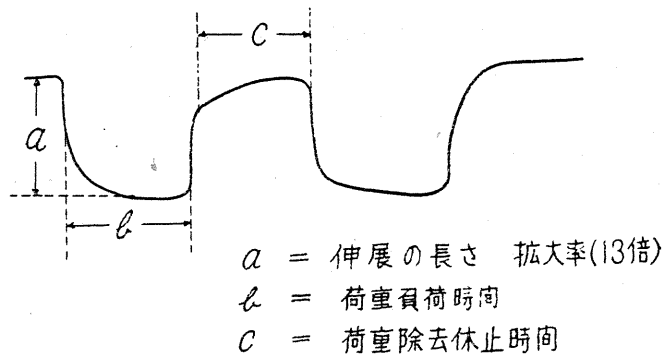
実験装置主要部は第1図に示すが如きもので此の測定には一定の長さの腸片を選び、其の一端を縫合糸で垂直に吊り他端を糸で横杆に連絡し、其の連結点には更に真鍮製皿(2g)を吊下げ、荷重を其の皿に乗せ得る様にし、腸管を伸展させた場合横杆により腸管の伸展が13倍に拡大される様にした。

尚此の記録は横杆の先端がKymographionの塗煤紙上に上下動する事によって描記される様にし、測定は5秒間隔を置いて20回繰返し腸管の伸展性は其の平均値から算定する事にした。

伸展率は次式に依って求めた。

$$X(\text{伸展率}) = \frac{hl'}{Hl} \times 100\%$$

ただし h は横杆の支点より連結点までの長さ (cm), l' は腸片の伸展した記録上の長さ (cm),



第2図

H は横杆の支点から先までの長さ (cm) 及び l は腸片の原長 (cm) である。

- A 横杆の先端
- B 連結点
- C 支点
- h B C間の長さ
- l' R即ち腸片の伸展記録上の長さ
- l D即ち腸片の原長
- H A C間の長さ

斯くて条件時(一定臓器剔除及び神経切断等の場合)と正常時との差異から、条件附与時に起る腸管伸展性の変動を求め、斯くて臓器と腸管との関連性を追求することにした。

扱て、此の測定法は当教室の名和³⁴⁾および河島³¹⁾等の方法に準拠、多少の創意を著者が加えたものである。尚荷重加除に依る伸縮曲線を模型的に示すと第2図の如くである。

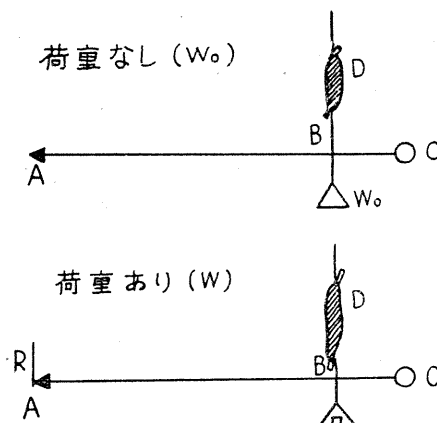
III. 実験成績

A. 正常時に於ける腸管伸展性の変動

海狸を実験方法で述べた様に如何なる臓器にも損傷を加えざる様な細心の注意を払って開腹し、小腸を腹腔外に剔除して其と伸展性を測定したのであるが、先ず予備的な意味で其の荷重負荷量、剔除小腸の長さ、負荷時間等を決定する為次の如き実験を行った。

1) 荷重負荷量を変えた場合

剔除小腸の長さを 2cm, 負荷時間を 5 秒とし負荷重量を 5, 10 及び 20g とした場合の結果を示すと第1表の如くである。



第1図 横杆部分の模型図

第1表

正常雄海鯊小腸の荷重量を変えた場合の伸展率(%)

実験動物 No.	荷 重 量 (g)		
	5	10	20
1	0.20	0.57	1.16
2	0.20	0.57	1.15
3	0.19	0.56	1.15
4	0.19	0.56	1.15
5	0.19	0.56	1.15
6	0.19	0.56	1.15
7	0.19	0.56	1.15
8	0.19	0.56	1.15
9	0.19	0.56	1.15
10	0.19	0.56	1.15
平均値	0.19	0.56	1.15

注；小腸の長さ 2cm 負荷時間 5sec

第1表から明瞭である様に荷重負荷量の増加に従って伸展率が多くなる事が見られる。

2) 剔出小腸の長さを変えた場合

前項に依って伸展率が最高となる負荷量 20g を選び、負荷時間を5秒とした場合の結果を示したのが第2表である。

第2表は小腸の長さとその伸展率との間には何等特徴的な点を見せていないので此処では小腸の長さを 4cm として実験を進めることにした。

3) 負荷時間を変えた場合

荷重を 20g とし剔出小腸の長さを前実験の結果に従い 4cm として、負荷時間を変えた場合の結果を示すと第3表の如くである。

第3表は負荷時間5秒若しくは10秒の場合伸展率の差異は少なく、20秒に於いて稍々増大をば示している。

第2表

正常海鯊小腸の長さを変えた場合の伸展率(%)

実験動物 No.	小 腸 の 長 さ (cm)		
	2	4	8
1	1.16	2.88	3.18
2	1.16	2.88	3.16
3	1.14	2.90	3.16
4	1.14	2.90	3.18
5	1.15	2.88	3.18
6	1.15	2.88	3.16
7	1.15	2.86	3.18
8	1.15	2.88	3.18
平均値	1.15	2.88	3.17

注；負荷重量 20g 負荷時間 5sec

第3表

正常海鯊小腸の負荷時間を変えた場合の伸展率(%)

実験動物 No.	負 荷 時 間 (sec)		
	5	10	20
1	2.88	2.90	3.07
2	2.84	2.88	3.07
3	2.90	2.88	2.96
4	2.88	2.86	2.98
5	2.86	2.88	2.98
6	2.90	2.88	2.98
7	2.88	2.88	2.98
8	2.88	2.86	3.07
9	2.86	2.88	3.02
10	2.88	2.90	3.02
平均値	2.88	2.88	2.98

注；小腸の長さ 4cm 荷重量 20g

以上の結果から著者は小腸の伸展率を測定するに当り負荷時間5秒、負荷重量 20g、剔出小腸の長さ 4cm が最も適当であると考えた。

次に小腸の取出すべき部位に依る影響を吟味するため下記の実験を行った。

4) 小腸剔出部位を変えた場合

尚腸管の性質を知る一端として露出した小腸の異なる10箇所の部分より取出された小節を用い、前項で決定した如き条件に従って其の伸展性に就き種々検索した所第4表の如き成績である。

第4表に示す如き成績は剔出部位によっては何等其の伸展率の差異のないことを認めさせている。

5) 腸管剔出後の経過する時間を考えた場合

偕て、腸管の伸展性を追究するのであるが、実際に伸展率を測定する場合腸管剔出後時間が経過されてから行われるので、其の点を調べる可く行った結果が第5表の如くである。

第5表で判る事は腸管剔出後2時間以内なら

第4表

正常海鯊の小腸の異った部位に於ける伸展性

部 位	平均伸展率%	部 位	平均伸展率%
1	2.88	7	2.88
2	2.88	8	2.90
3	2.88	9	2.88
4	2.90	10	2.88
5	2.80		
6	2.88	平均値	2.88

注；腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

第5表

腸管別出後経過時間に伴う平均伸展率(%)

実験動物 No.	経 過 時 間					
	1時間	2時間	4時間	24時間	48時間	96時間
1	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
2	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
3	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
4	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
5	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
6	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
7	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
8	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
9	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
10	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
11	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
12	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
13	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
14	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
15	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
16	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
17	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
18	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94
平均値	2.88	2.88	2.90	2.92	2.94	2.94

注；腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

伸展率に就いて変動が無い事である。

6) 生体内及び生体外に於ける値を比較した場合

前項迄の実験では別出した小腸の伸展率を求めたのであるが、生体内での小腸の伸展率を求める事が理想であるので、背位に固定し開腹した海猿の腸管を 4cm の長さに露出し一端を縫合糸にて腹壁に縫付け固定し、他端を縫合糸を以て槓杆支点後方に取付け腸管の伸展性を測定

第6表

正常海猿の生体内及び生体外に於ける小腸の平均伸展率(%)

実験動物 No.	条 件	
	生 体 内	生 体 外
1	2.88	2.88
2	2.88	2.88
3	2.88	2.88
4	2.88	2.88
5	2.88	2.88
6	2.88	2.88
7	2.88	2.88
8	2.88	2.88
9	2.88	2.88
10	2.88	2.88
平均値	2.88	2.88

注；腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

し前者との比較を追求した処、其の結果は第6表の如くである。

第6表から生体内の場合も生体外の場合も小腸の伸展率には変化の無い事が立証された。

7) 小腸の輪状筋と縦走筋に就いての値を比較した場合

小腸の筋は輪状筋と縦走筋から成立っているもので、両者の伸展率に就いて吟味した。即ち前者の場合には小腸を横切断した小片を後者の場合は縦切断した小片を用い求めた結果が第7表の如くである。

第7表で明瞭である如く縦走筋の方が伸展率が如何なる部位に於いても大である事が示されている。従って後述の諸実験に際しては縦走筋のみに注目する事とした。

8) 正常海猿に於ける小腸の平均伸展率

後述の諸条件を附与した後の小腸伸展率を求める為には先ず標準となるべき数値を求める必要がある。孰れも成熟した健常な雄性海猿20匹を撰び室温 18°C 程度にて検索した成績は第8表の如くである。

第8表から一般に海猿の小腸 4cm 荷重量 20g

第7表

正常海猿小腸の輪状筋縦走筋に於ける比率(%)

小腸部位	筋 の 種 類	
	輪 状 筋	縦 走 筋
十二指腸	1.46	1.69
空 腸	1.52	1.84
廻 腸	1.52	1.84

注；腸片 0.5cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

第8表 正常海猿の小腸伸展性(縦走筋)(対照群)

実験動物 No.	平均伸展率 (%)	実験動物 No.	平均伸展率 (%)
1	2.88	11	2.88
2	2.88	12	2.86
3	2.90	13	2.86
4	2.88	14	2.88
5	2.88	15	2.90
6	2.88	16	2.88
7	2.90	17	2.86
8	2.88	18	2.90
9	2.88	19	2.86
10	2.88	20	2.88
平均値	2.88±0.13		

注；腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

及び負荷時間5秒の場合では腸管の伸展率の平均値は2.88%である事が判る。

尙測定場所の室温は大凡そ 18°C であったので他の実験の場合にも其の点に注意を払ったのである。

9) 麻酔有無を比較した場合

エーテル吸入麻酔 (角膜反射消失, 瞳孔の縮小) 及び生体に及ぼす影響については既に各方面にて夫々多数の研究が発表されているが, 本実験の場合には腸管の伸展性に対して何等影響なく麻酔を施行しないものと比較し殆んど変化が認められない。

第9表の如く麻酔有無に就いては相違が無い故, 後述の実験では総べてエーテル麻酔の下に検索したものである。

10) 動物の開腹処置を行い臓器剔出しない場合

固定台の海狸を腹部正中線において 5cm の長さに切開開腹し, 腸管を一旦腹腔外に取出し暫くして元通りに還納した後, 腹壁を型の如く連続縫合を行い, 創口を閉鎖し飼育箱に放して経過を観察し乍ら, 1, 2 及び 4 日目に是等の腸管を再び取出して検索した結果が第10表の如くである。

B. 条件附与時に於ける腸管伸展性の変動

扱て, 前述の如く正常海狸に於ける小腸の伸展性に関して其の平均伸展率が求め得られたので, 次いで各海狸に所定の臓器剔出或いは神経の切断等の諸種条件を附加し, 其の後に於ける小腸の伸展率を求め, 前記正常例との比較検討を行った。

第10表の如く正常海狸 (無処置) の伸展率と何等の差異を認めなかった。

第9表 麻酔有無を比較した場合の伸展率 (%)

麻酔後の経過時間	麻酔 (有)	麻酔 (無)
1 時間	2.88	2.88
2 "	2.88	2.88
4 "	2.88	2.88
24 "	2.90	2.88
48 "	2.90	2.90
96 "	2.88	2.88

注: 腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

第10表
臓器剔出しない開腹処置のみの小腸伸展率 (%)

実 験 動 物 測 定 法			
条 件	経 過 時 間		
	24時間	48時間	96時間
普 通 に 処 置 し た 例	2.88	2.88	2.90
	2.88	2.88	2.90
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
平均値	2.88	2.88	2.88
処 置 廻 し を 行 っ た 腸 管 例 の	2.88	2.88	2.90
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
	2.88	2.88	2.88
平均値	2.88	2.88	2.88
注；腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec			

注: 腸管 4cm 荷重量 20g 負荷時間 5sec

1) 各臓器剔出の腸管伸展性に与える影響

a. 脾臓

実験方法で述べた如く先ずエーテル麻酔を行った海狸を仰臥位に固定し, 腹部正中線の少し右方肋骨弓下に縦切開を加え, 手指を以て脾臓を触知し乍ら是を静かに創口迄引き寄せ, 脾動静脈を同時に結紮し剪刀を以て脾臓を全剔出し直ちに腹壁を型の如く縫合して経過を観察した。

尙手術後 2 乃至 3 週間は処置の影響があるので, 実験には不適當であるとの説があるが, 脾臓欠落症状の最も著明なるは処置直後にあると思われる事及び長日時を経過させると急激な変化を逸し去る恐れがある故, 腸管伸展性の吟味は成可く早目に行うこととした。此の場合の小腸の伸展性に就いては正常海狸の夫れに比較して腸管の伸展率は遙かに大であった。又脾臓剔

第11表 臓器剔出に於ける小腸の平均伸展率(%)

部 位		経		過		時		間					
		1時間	対 照 との差	2時間	対 照 との差	4時間	対 照 との差	24時間	対 照 との差	48時間	対 照 との差	96時間	対 照 との差
対 照		2.88	—	2.88	—	2.90	—	2.92	—	2.94	—	2.94	—
脾 臓		3.07	0.19	3.07	0.19	3.46	0.56	3.61	0.69	3.84	0.90	3.64	0.70
肝 臓		2.88	0.00	2.88	0.00	3.07	0.17	3.07	0.15	3.26	0.32	3.26	0.32
胆 嚢		3.46	0.58	3.46	0.58	3.61	0.71	3.84	0.92	3.84	0.90		
胃		3.46	0.58	3.46	0.58	3.07	0.17	3.07	0.15				
膀 胱		2.88	0.00	3.07	0.19	3.26	0.36						
腎 臓	左	2.69	-0.19	2.69	-0.19	2.88	-0.02						
	右	2.69	-0.19	2.69	-0.19	2.88	-0.02						
	両側	2.69	-0.19	2.69	-0.19	—	—						
肺 臓	左	2.69	-0.19	2.69	-0.19								
	右	2.69	-0.19	2.69	-0.19								
	両側	2.22	-0.66	2.22	-0.66								

注；各項目被検動物を異にし其数値は平均値を示している。対照との差に於いて正号は伸展率が大，負号は其の小を示す。

出直後の腸伸展性は左程増大しないが，時日が経過するに従って次第に増大の傾向が認められた。其の成績は第11表の如くである。

b. 肝臓

此の手技は西村，堀³⁵⁾等の一時的肝臓剔出法に依った。即ち固定台に海狸を背位に固定し上腹部正中線に沿うて切開約 4cm にて開腹し，肝臓，胃，腸管等を牽引して，大静脈及び門脈血行を一時停止せしめ，其処で肝臓約 2/3 剔除を行い，肝管は結紮切離し動静脈を夫々分離結紮後切断して，肝臓の切断端は密に縫合した。なお該部を腹膜で完全に覆いかぶせて処置を終った。此の場合処置後 2 時間に異常がないことを確かめてから腸管の伸展性を吟味することにした。此の処置では小腸の伸展率は略々標準値に近い。しかして処置後時日の経過するに従い変化を認め，此の場合も漸次増大する傾向があるが，脾臓に於ける例よりは稍々小であり，其の成績は第11表の如くであった。

c. 胆嚢

海狸の腹部正中線に小切開を行い開腹し，肝臓を障害せざる様充分に注意しつつ胆嚢管を求め，是れに附随せる血管及び神経を避けて結紮し，腹壁を元通りに閉鎖縫合して処置を終了した。胆嚢の剔出には数分をかけずに行ったのである。其の結果は可成り著しく小腸の伸展率が標準値に対し増大を来して居り，尙 1，2 日後

に於いては最高 3.84% に達している。其の成績を表示すると第11表の如くである。

d. 胃

海狸を上腹部正中線切開により開腹し，胃の噴門及び幽門部に於いて離断切除し，其の断端を吻合した。動物は処置後翌日迄は割合よく元氣を保つ故，腸管の検索には此の間のものを用いた。剔胃直後の小腸伸展率を測定すると正常海狸の標準値に比較して遙かに大である。

併して第11表の如く時間を経過するに従って次第に減少を辿り，稍々大ではあるが標準値に近附く傾向が認められる。

e. 膀胱

背位に固定した海狸を恥骨上切開を行い，骨盤腔内の膀胱を切除した。其の後 1 乃至 4 時間を経過して腸管を取出し其伸展性を検索した。此の場合に於いては小腸の伸展率は正常海狸の標準値に較べて稍々大である。其の成績は第11表の如くである。

f. 腎臓

先ず偏側腎（左又は右）次に両側腎というように剔除した例を行い，其の腸管の伸展性の検索は処置後夫々所定の時間に従って実験を行った。剔腎直後の小腸伸展率は孰れも一時は減少するようであるが，時日を経過するに従い左側腎，右側腎及び両側腎剔除の如何なる例に於いても標準値に近似する様であった。即ち，第11

表の示す如く偏側腎剔出海嚢では、処置後4時間経過のものは少々大を示し両側腎剔出例では経過時間に拘らず一定であった。其の各場合に就いては顕著なる差異が認められなかった。

g. 肺臓

固定した海嚢で先ず第4、5及び第6肋骨を切除して胸腔を開き、左側肺、右側肺及び両側肺の順序に剔出した例を行った。処置後海嚢が未だ生存中と思われる期間中に腸管を取り出し其の伸展性を測定した。肺臓の剔出手技が未熟の場合の数例に於いては急に瀕死状態に陥り、此の場合には腸管の伸展率は減少を示したが、一般に於いては肺臓を剔出した場合に於ける伸展率の変動は余り無い様であった。即ち、第11表に示す如く両側肺剔出後は多少減少するようであるが、偏側肺処置では殆んど変化が認められない。然し両側肺処置後の時間的経過による腸管の伸展率の変化は明瞭ではない。尙、処置後短時間に於いて、斃死するものが多いので処置後1及び2時間での実験を行った。

小括

以上の結果を要約すると消化器系統の諸臓器を剔出した場合が最も腸管の伸展性に影響を与え、即ち伸展率が增大する。此の事から消化器系統相互の間に、密接な関係のある事が推察された。尙、泌尿器並びに呼吸器系統等の諸臓器剔出の場合には腸管への影響が無い様である。

2) 内分泌系の腸管伸展性に与える影響

a. 内分泌臓器剔出の場合

1. 脳下垂体

海嚢を背位に固定し0.1% adrenalin 及び1% cocain 溶液を以って鼻腔粘膜を麻痺せしめ、鼻孔より穿刺針を装置した套管を漸次深部に挿入し、穿刺針が蝴蝶骨体を貫き、針尖を土耳其鞍に達せしめ、次に穿刺針を套管より抜き取り代りに脳下垂体剔出に用いる鉤を挿入して脳下垂体を挟み套管を通じて脳下垂体を剔出した。尙創口には凡べて2% Mercurochrome を塗布し其の上に15cc 5000 単位の penicillin G 液を滴下し化膿を予防した。此の場合の結果を示すと第12表の如くであって、腸伸展率が正常例に比較し

て少々増大を示す事が認められた。

2. 甲状腺

背位に固定した海嚢を頸部正中線に沿うて縦切開を加え、つぎに気管周囲の筋を排開して気管の側方にある少々紅色の甲状腺を鈍性に剝離し、周囲の血管神経を損傷せざる様に極力注意しつつ左右両側の甲状腺を剔余した。処置後止血を充分した後、筋肉、筋膜及び皮膚縫合を施し、其の後1乃至96時間経過したものに就いて検索した結果は第12表に示した通りであるが、標準値に比較して多少増大の傾向を発現した。

3. 副腎

腎臓剔出の要領の下に開腹し、左右両側の副腎を同時に剔余した。処置後に於ける検索は所定の時間に從って行った。此の際腹腔に分布する血管の太いものは結紮し細いものは焼灼を行って止血した。副腎剔出後創口化膿予防には1cc 5000 単位の penicillin G 液を滴下し、皮膚縫合後其の部位に penicillin を与えた。此の場合の結果は第12表に示せる如くで、時日の経過と共に腸管伸展率の増大が認められた。

4. 唾液腺

耳下腺剔出の場合は背位に固定した海嚢を骨下縁に沿って切開し、耳殻の基部と下顎骨突起との間に横たわる耳下腺を剔余し創口を閉鎖して縫合を施す。次に顎下腺剔出の場合には海嚢の下顎を水平に伸ばし下顎角より下顎骨基底に沿うて口角迄切開して顎下腺を剔余した。此の場合の結果は第12表に示した如く始めは腸の伸展率は正常値で、やがて減少を示した。

5. 睪丸

海嚢を仰臥位に固定し開腹して左右両側の睪丸を剔余し、止血を充分にした後連続縫合で創口を閉鎖し、一定時間経過した後再び開腹して腸管を取出して、伸展性を検索した結果第12表の如き成績を得た。即ち処置後の時日経過に従い腸伸展性は低下を示しているが、標準値に比較して大した差異は認められない。

6. 脾臓

前項と同様の要領の下に開腹し脾臓の体、頭及び尾各部とも隣接各臓器との間を結紮して剔

第12表 内分泌臓器剔除による小腸平均伸展率(%)

名 称	経 過 時 間					
	1時間	2時間	4時間	24時間	48時間	96時間
脳下垂体	3.07	3.07	3.11	3.20	3.26	3.26
甲状腺	2.98	2.88	2.90	2.96	3.00	2.98
副腎	2.96	2.96	3.00	3.07	3.07	3.07
唾液腺	2.88	2.88	2.84	2.69	2.69	2.69
睪丸	—	—	—	2.96	2.90	2.76
脾臓	3.07	3.26	3.46	—	—	—

出した。此の場合に処置数時間にして死の転機を招来する事を経験したので、体温の正常なる間に腸管を取り出し其の伸展性を検索した。脾臓剔除1時間後の腸管伸展率は標準値に対し多少増大をみる様であるが、時間を経過するに従って次第に増大する傾向が認められ、其の成績は第12表の如くであった。

小括

以上の結果を要約すると、脳下垂体及び脾臓の剔除の例にては腸管伸展性の増大する傾向が顕著で、副腎及び甲状腺、続いて唾液腺及び睪丸と其の程度は少なく遂には逆の状態にもなった。尙臓器剔除処置が正しく行われているか否かは実験終了後動物を解剖して確認した。

b. 内分泌臓器製剤投与の場合

1. 脳下垂体前葉 Hormon

著者は脳下垂体剔除後腸管伸展性が増大する事実を掴んだので、更に脳下垂体を剔除した動物に1日100単位の前葉 Hormon を連続4日間背部に皮下注射してみた。此の場合の結果は第13表に示したごとくで、腸管伸展性の増大は続き前葉 Hormon の影響は認められなかった。要するに脳下垂体前葉 Hormon は腸管伸展性には何等関係のないものと思われる。

2. 脳下垂体後葉 Hormon

脳下垂体剔除した海猿に 0.1cc (1単位) の Atonin を連続4日間皮下注射した場合の腸管伸展性を検索すると、第13表の如くで略正常値に等しい数値に復元し腸管伸展性に脳下垂体後葉 Hormon が作用することが判った。

3. 甲状腺 Hormon

予め甲状腺を剔除した海猿に Thyradin 0.5cc (乾燥甲状腺 0.1g に相当) 宛を連続4日間皮下

第13表 臓器製剤投与による小腸平均伸展率(%)

種 別	経 過 時 間					
	1時間	2時間	4時間	24時間	48時間	96時間
脳下垂体前葉 Hormon			3.11	3.22	3.24	3.26
脳下垂体後葉 Hormon			2.90	2.88	2.86	2.88
甲状腺 Hormon			2.88	2.90	2.86	2.88
副腎皮質 Hormon				3.07	3.07	3.07
副腎髓質 Hormon			2.88	2.88	2.86	2.86
唾液腺 Hormon			2.88	2.88	2.88	3.07
脾臓 Hormon	3.26	3.28	3.28	実験動物死亡		
0.7% NaCl (対照)	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88

注射した処、第13表に示す如く、其の腸管伸展率の数値は前者同様復元し得る事が認められ、甲状腺 Hormon も亦腸管伸展性に関係のあることが判る。

4. 副腎皮質 Hormon

副腎剔除海猿に Interenin 1.0cc (副腎皮質 0.25g に相当) 宛を連続4日間皮下注射した場合第13表に示す如く、剔除による変化のみが続く此の Hormon の作用を認める事が出来なかった。従って此の場合に於ける副腎皮質 Hormon は腸管伸展に意義の無いものと考えられる。

5. 副腎髓質 Hormon

副腎剔除海猿に Adrenalin 0.1cc (10万倍液) を連続4日間皮下注射すると、第13表に示される如くで腸管伸展性の数値は正常な場合の値に戻り腸管伸展性に対する作用が Adrenalin にある事を認めた。

6. 唾液腺 Hormon

唾液腺剔除した海猿に Parotin 1mg 宛の割合で連続4日間皮下注射した結果は第13表に示す如くで腸管伸展性が正常値に復元した。斯様に Parotin は腸管の伸展性を高めるもので経過96時間の時には反って腸管伸展性が正常値より増大する程である。

7. 脾臓 Hormon

脾臓剔除海猿に Insulin 0.5単位宛、連続4日間皮下注射した処、第13表に示される如く、腸

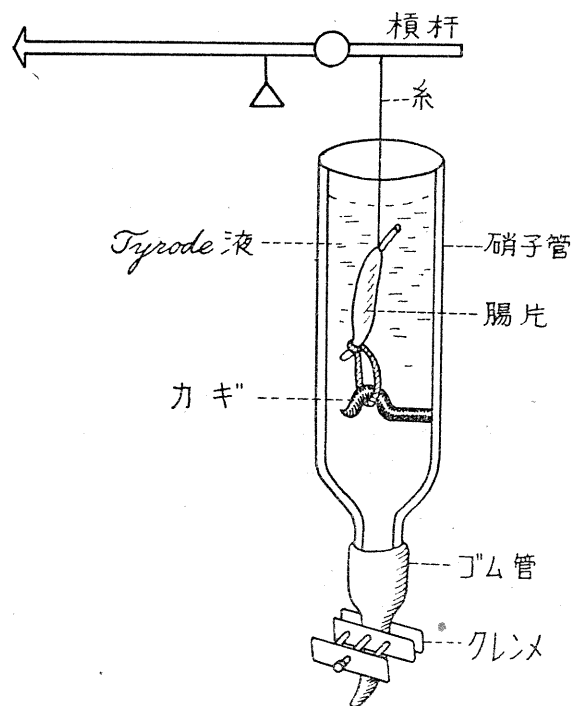
管伸展率は大きく Insulin に依って正常値に多少復元しうる傾向がある。

小括

以上の結果をまとめると、説明を省いたが対照たる生理的食塩水注射の場合には腸伸展率には変化を認めなかったが、脳下垂体 Hormon の場合には腸伸展率と前葉 Hormon とは無関係であるが、後葉 Hormon とは影響があり、後者に依って腸管伸展性を低め様と作用している。尙斯様な作用と同一のものは甲状腺 Hormon, 副腎髄質 Hormon 及びほんの僅かに脾臓 Hormon で、亦逆の作用を示すものは副腎皮質 Hormon である。唾液腺 Hormon は全く逆に腸管伸展性を高める作用を示している。

c. Magnus 法による検索を行った場合

前項の成績は凡べて内分泌臓器製剤を注射した後、該動物を開腹し腸管を取出して検索したものであるが、其の作用機転を追求する為更に Magnus 法によって、別出腸管を薬液中に浸漬し、直接に作用した場合の結果を比較検討すべく次の如き実験を試みた。



第3図

第14表
Magnus 法による小腸の平均伸展率 (%) (対照)

No.	浸 漬 時 間			
	30分	1時間	2時間	4時間
1	3.07	3.04	2.98	3.05
2	2.88	2.96	3.00	3.05
3	3.04	3.07	3.07	3.07
4	3.07	3.07	3.07	3.07
5	3.07	3.07	3.07	3.06
6	3.05	3.07	3.07	3.06
7	3.07	3.07	3.07	3.07
8	3.07	3.07	3.07	3.07
9	3.04	3.06	3.05	3.05
10	3.06	3.06	3.05	3.05
平均値	3.04	3.05	3.06	3.06

実験装置は Magnus 法に従い、第3図の如く別出腸管 4cm の下端を先ず糸で輪状に結び、此の輪を予め容器底に取付けてある鍵状の硝子突起に引っ掛け、腸片の上端は糸を結び付けて描記横杆に連結し、硝子容器中に之を吊し、容器には Tyrode 液 (量は 200cc とす) を満たし、容器全体を恒温槽中に入れ、Tyrode 液の温度は常に 37°C 前後に保つように努めた。此の測定方法による予備実験とし検索した腸管の伸展成績は第14表の如くである。此の場合に於ける温槽中に浸漬した腸片 (長さ 4cm) 伸展性は時間的には殆んど変動が認められない。併し乍ら曩に記述したものと比較すれば少々伸展性は大である。

是に次いで各種臓器 Hormon 又は製剤を Tyrode 液中に夫々加え、腸片を之に浸漬し乍ら一定時間毎に其の伸展性を測定した所、其の結果が第15表の如くである。扨て此の場合各種臓器の Hormon 製剤は一応別出腸片に作用するものと考えられる。

脳下垂体前葉 Hormon の場合に於いては皮下注射で間接的に作用したものと同様腸管伸展率が対照 (第14表参照) と比較して相異がなく、従って腸管伸展性に対し作用が小さいか無い様に思われた。

脳下垂体後葉 Hormon の場合には伸展性は皮下注射例の場合と同様に腸管伸展性を減少させる傾きを認めた。

甲状腺 Hormon の場合に於いては皮下注

射したものに比べ急性的な為か腸管伸展性の低下を示さず、寧ろ逆に対照に対し亢進的であった。

副腎皮質 Hormon の場合には此の皮下注射例と同様 Hormon による腸管伸展性の變化が認められなかった。

副腎髓質 Hormon の場合には皮下注射例と同様 Hormon による腸管伸展性の變化が認められ伸展性は稍々低下の傾向を示した。

唾液腺 Hormon の場合に於ては皮下注射例と同様に腸管伸展性を増大させる成績を示した。

脾臓 Hormon の場合に於いては皮下注射した例に比べ其の対照に対する變化程度は稍々小さい様であるが、直接的には腸管伸展性を高めることが判った。

小括

Magnus 法によって腸管に対する各種 Hormon 剤の直接的な作用を吟味したのであるが、腸管伸展性に対し脳下垂体前葉 Hormon と副腎皮質 Hormon は何等作用することなく、脳下垂体後葉 Hormon と副腎髓質 Hormon は低め、唾液腺 Hormon は高めている。斯くて以上は各種 Hormon の皮下注射の場合の成績と一致するが甲状腺 Hormon と脾臓 Hormon 即ち、Insulin の場合とは腸管伸展性を高めるという皮下注射の場合と逆であることを認めた。

3) 神経系の腸管伸展性に与える影響

a. 自律神経系切断の場合

1. 頸部迷走神経切断

背位に固定した海猿を頸部正中線に於いて皮膚を喉頭から胸骨に到る迄切開し、次いで潤頸筋を分離して同時に胸鎖乳様筋を露出し、是を筋鉤にて内方に牽引して気管と胸鎖乳様筋の間に沿うて深く入れば、深部頸筋膜に覆われた頸動脈と内頸静脈が見られ、其の中に迷走神経が最も太く且つ白く走行するのが認められる。従

って頸動脈の外側に在る是等の血管や神経の損傷を避けつつ迷走神経のみを剝離露出して切断した。最初は片側次いで両側の迷走神経を夫々順次に切断し一定時間経過してから開腹して腸管を取出し其の伸展性を検索する事にした。

此の場合の小腸伸展率は片側切断に於いては何れも標準値と比較して少し増大する傾向が見られるが大した差異ではなかった。併し乍ら両側迷走神経を同時に切断した場合には稍々著明な増大を見た。尚迷走神経切断直後には一時腸管の伸展率が增多する傾向を有して居り、此の増大は通常一般の迷走神経切断の場合と同様に Shock に基因するものと考えられる。尚其の成績を示すと第16表の如くである。

2. 頸部交感神経切断

前項と同様な方法により海猿頸部の皮膚を切開し、次いで潤頸筋を分離して胸鎖乳様筋を露出し、是を筋鉤にて内方に牽引する時は其の中央に於いて頸部交感神経が認められる。即ち頸椎の横突起の内方に在り、是を鈍性に剝離して血管の損傷を避けつつ交感神経を切断した。創口は型の如く縫合し一定時間経過した後、開腹して腸管を取出し、其の伸展性を測定した結果は第16表に示された如くで、標準値に比較し何時も増大が認められた。

3. 横隔膜下迷走神経切断

海猿の腹部白線に沿うて胸骨剣状突起から恥骨縫合に到る迄腹壁を切開して開腹した。肝臓及び胃腸を手で圧排すれば横隔膜を認める事が出来る。此の横隔膜の食道裂口を通過せる迷走神経の中左側のものは食道の前側に沿うて下行し、右側のものは食道の後側に在る。是等を片側次いで両側の迷走神経を夫々剝離して切断した後一定時間後の腸管を取出して其の伸展性を検査した。此の処置群の例では小腸の伸展率は第16表の如く一時的に稍々軽度の増大を示した

第15表 各種 Hormon 剤による影響 (平均伸展率 %)

時間 \ 種別	脳下垂体前葉 Hormon	脳下垂体後葉 Hormon	副腎皮質 Hormon	副腎髓質 Hormon	甲状腺 Hormon	唾液腺 Hormon	脾臓 Hormon
30分	3.04	3.05	3.07	3.06	3.07	3.09	3.08
60分	3.07	2.96	3.07	2.98	3.07	3.09	3.09
120分	3.07	2.98	3.07	2.96	3.07	3.09	3.12

が、尚頸部に於ける迷走神経両側切断した場合とは伸展率に於いて大差はない様である。

4. 内臓神経切断

海狸を腹位に固定し脊柱に沿うて皮膚切開を行い、次いで両側の背長筋を切除して脊椎骨を露出し、脊椎棘状突起を中心として其の両側の脊椎弓を切断し、縦方向に脊髓管を開き、脊髓腔から軟膜及び脈絡膜等を取除けば神経索が見られ、次に両脊椎骨の後関節突起を小さな骨剪刀で破壊すると椎間孔が露出される。此の部分の結締組織を除去すれば脊髓神経節が現われ、其の脊髓前根を糸で結紮し切断した。一定時間を経過した後に其の小腸を取出して伸展性を検索したのであるが、其の成績は第16表の如くであった。

5. 腰薦部交感神経切断

実験動物の下腹部に正中切開をなして、充分に腹腔を開き腸管を上方に圧排し、薦骨岬角を中心として上下に約 2cm 切開して、先ず血管の周囲にある組織を鈍性に分離して、薦骨岬角の両側にある薦部交感神経節を見出し、是を上方に牽引して周囲より分離し、第3薦骨より第3腰椎に至る間の交感神経を両側共切断した。其の後一定時間経過した小腸を取出して伸展性を測定した。此の場合に於ける成績は第16表に示した如くである。

b. 脊髓横切断の場合

1. 頸髓横切断

海狸を腹位に固定し脊柱に沿うて皮膚切開を行い、次いで両側の背長筋を切除し脊柱骨を裸出する。次に骨鑿で脊髓を露出しメスで第2頸髓附近に於いて、頸髓の横切断を行ったのち、腸管の伸展性に及ぼす影響を追究した。其の成績は第16表に記録した如くであるが、斯くして標準値と比較して其の平均伸展率の値が相当に大なるものであった。此の事は頸髓横切断に依り、全身の血管が拡張し、血圧が低下した為、腸に流入する血量が減少したことなどから、対照例と比較して、腸管伸展性の増大を見たものと考えられる。

2. 胸髓横切断

腸に分布する交感神経は内臓神経内を走行し其の内臓神経は第5~12胸髓の前根より分布している。其処で第5胸髓と第6胸髓の中間で胸髓を横切断して、腸管伸展性の検索を行ってみた。此の結果は第16表の如くである。胸髓横切断の場合も頸髓横切断の場合と同様対照例に比較して腸管伸展性は増大している。

3. 腰髓横切断

海狸を前記の要領で固定し、第12胸髓と第1腰髓の中間に於いて腰髓を横切断し腸管伸展性を検索した。此の実験結果が第16表に示した如くである。第16表で判る様に腰髓横切断を施行しても腸管伸展率の増大が観察された。

4. 薦髓横切断

更に腰髓以下の伝導路と腸管との関連性を究明する目的で、次に薦髓の横切断を行った。即ち第5腰髓と第1薦髓の中間で薦髓を横切断し腸管の伸展率を検索した。此の実験結果は第16表に示す如く薦髓横切断の場合も、前項の腰髓横切断、胸髓横切断及び頸髓横切断の各例の場合と同様であって、腸管伸展率は対照例に比較して増大が見られた。

小括

以上を纏めると、迷走、交感神経及び脊髓横切断の場合に、何れも腸管伸展性の増大を来しているが、此の事実から腸管伸展性に対し自律神経が関与することは勿論のこと、特に脊髓横切

第16表 神経切断による小腸の平均伸展率(%)

部	位	経過時間			
		2時間	4時間	24時間	48時間
頸部	左	3.46	3.46	3.46	3.48
	右	3.46	3.46	3.48	3.48
	両側	3.48	3.84	3.84	3.84
迷走神経	左	3.07	3.07	3.07	2.96
	右	3.07	3.07	3.07	2.96
	両側	3.07	3.07	2.96	2.96
交感神経	左	3.61	3.61	3.61	3.61
	右	3.61	3.61	3.61	3.61
	両側	3.81	3.81	3.81	3.81
横隔膜下	左	3.61	3.61	3.61	3.61
迷走神経	右	3.61	3.61	3.61	3.61
両側	迷走神経	3.81	3.81	3.81	3.81
内臓神経		3.07	3.26	3.26	3.48
腰薦部交感神経		3.07	3.07	3.07	2.96
頸髓横切断		2.96	3.07	3.26	3.26
胸髓横切断		2.96	3.07	3.26	3.26
腰髓横切断		2.96	3.07	3.26	3.26
薦髓横切断		2.96	3.07	3.26	3.26

断による腸伸展性が増大することは脊髄中を走行する自律神経線維を切断することに依って起ると解釈した。

IV. 総括及び考察

著者は本研究に於いて上述の如き成績を得たのであるが、是に就いて以下簡単に考察を試みる。扱て教室では過去種々の臓器即ち膀胱、子宮及び骨格筋等の伸展性に関する研究が為されているが、腸管の伸展性の検索に就いてはまだ行われていないので著者は臓器間関係（腸を中心として）の追求に其の伸展性を指標に選んで本研究を企画した。

併るに伸展性を見る腸管は開腹手術を行い、体外に取出した非正常状態のもので Tyrode 液に浸したとしても到底生理的状态に復元させたと云い難いのであるが、第6表で示す如く略体内に於けるものと伸展性が同様であるから各臓器（脾臓、肝臓、胆嚢、胃、膵臓、膀胱、腎臓、肺臓及び内分泌臓器等）別出による Invitro の場合から Invivo の場合を推定し得られると仮定した。

扱て、腸管は胃、脾臓、肝臓、膵臓、及び胆嚢等と共に消化器系統を形成し、従って緊密なる関係を有するものと考えられ、臨床方面に於いても近親説を唱えられている。即ち腸管は胃の変調により影響を招き、殊に胃炎の場合には腸の消化機能が低下する事が一般に認められている。又胃と腸の両臓器は胎生組織学的に考えても相互に密接なる関連を有するので正常時にしろ、亦変調時にしろ其の相関性を実験的若しくは臨床的に実証した業績も亦極めて多い。

肝臓は新陳代謝の調節が主要なる機能の1つで、全身生活現象に関与する以上当然諸臓器殊に腸との相関性を有することが考えられる。即ち腸と肝臓とは消化機能上発生学上の諸点に於いて密接なる相関性を有するものであり、例えば各種肝疾患、肝硬変症とか急性肝臓炎等に於いては屢々乃至殆んど常に腸の病変や障碍を誘起併発せしむる事を幾多の文献から認知される処である。

斯く種々なる事実が存在するが、此処では単に著者の実験範囲に就いて考察し解釈して見る事にする。臓器別出後の腸の伸展率の変化から考究して見ると脾臓、腎臓、膀胱及び肺臓の腸管に対する相関性は肝臓、胆嚢、膵臓及び胃等が腸管に対して保有する関与より比較的疎遠なる如く見受けられた。

即ち、腸管に対し密接なる関係にある臓器の別出程腸管伸展率の変化が大きく夫等の臓器が絶えず腸管の相連携の許に機能を営んでいる事を示した。

著者は各種臓器の別出処置に於ける腸管の伸展状態を経時的に観察した結果を論述して来たが、併せて前記の神経系統の処置に依て得た成績の理論的裏付けを行うため、尙内分泌系の諸臓器別出処置の夫々に於ける腸伸展消長を追求し、内分泌学的なる関連性をも証明する他、更に臓器製剤投与をも行つて腸管に対する特異的な影響の根源に就いても検討を加え様とした。

本実験に於いては臓器製剤投与量を限定し、而も臓器製剤注射後僅か4日間の実験を行つていたのであるが、臓器製剤の斯様な量と作用とが問題となる。而し乍ら著者は条件附与せる被実験動物に就いて急性作用のみの追求を行うべく検索を進めたに過ぎない。

脳下垂体に就いては其の生理的機能並に其の發育及び新陳代謝に及ぼす影響に就いては種々の興味ある報告が続出して居るのであるが、然し諸家各異説の帰着する所を知らない現状であり、脳下垂体の別出、或いは破壊を施せる動物に就いて特に腸管の伸展性との関係を精査したものが未だ見あたらない。故に著者は此の方面に互つて主として海狸を用い、脳下垂体別出と腸管伸展性との関係を明かにしようと企て、前述の如き実験的研究を試みたのである。

尙、著者は臓器製剤投与下に於ける海狸の小腸伸展性に就いては上記の得たる成績より、脳下垂体後葉 Hormon のみが特に小腸に密接な関係を有することを認めたのである。而して是は森²⁹⁾の実験成績即脳下垂体後葉 Hormon 製剤は腸管の運動に対し抑制的に作用するとの報告と

考え併せて興味深いものがある。

甲状腺 Hormon 製剤と腸管との関係を考える
と、実験的に甲状腺 Hormon 製剤を投与した場合、投与後 4 日目では腸管伸展率は稍々減少の傾向にあるが甲状腺別出並びに甲状腺 Hormon 投与直後 1 乃至 2 日迄に於いては顕著な影響が無い事を知った。併し乍ら甲状腺 Hormon は腸管伸展率をやや低下させるものと考えられる。

副腎別出例に就いては腸管伸展性が増加し、副腎髓質 Hormon を投与することにより再び元の値に復帰する傾向にあって皮質 Hormon では無意義であることから此の場合に生体の SAS (Sympathico-Adrenal-System) が活動し交感神経の興奮とともに腸管に影響すると考えられる。

次は海猿の全唾液腺の別出に由って其の欠落症状として腸伸展性が低下する事は注目すべき新事実であると考え。何故ならば此の変化が唾液の外分泌欠如に起因する消化障害の結果であるならばそれ程注目に値する事実とは思われないが、該例の実験動物は食欲充分で咀嚼や糞便の肉眼的性状に、著変がなく、体重にも著しい変動は認められないので、此の際唾液の外分泌欠如に因る消化障害はまずない事が確められた。そこで牛の耳下腺から抽出された唾液腺の Hormon 製剤 Parotin を海猿に与えるに腸管伸展性の増大を認め、此の変化が海猿の唾液腺別出時に見られた伸展性の低下と逆の結果である事と考え併せ唾液腺が内分泌的に腸伸展に関与しているものと考えられるのである。更に 1 歩

進んで Parotin が骨骼筋及び血管の伸展性に関係し前者に対しては低め、後者に対しては高める事が立証されて居り、従って腸管なる滑平筋にも影響を有する事を示唆されているので上記の事実も肯定されると思う。

以上内分泌系諸臓器と腸管との相関性を述べたが未だ不明の領域に属し、僅かに短時間の実験成績が検討されているに過ぎない。斯の如き状態なので本研究が未開拓の分野にあるけれど、其の方法は完備したものとは云えない。併し取敢えず得たる結果を発表した次第である。

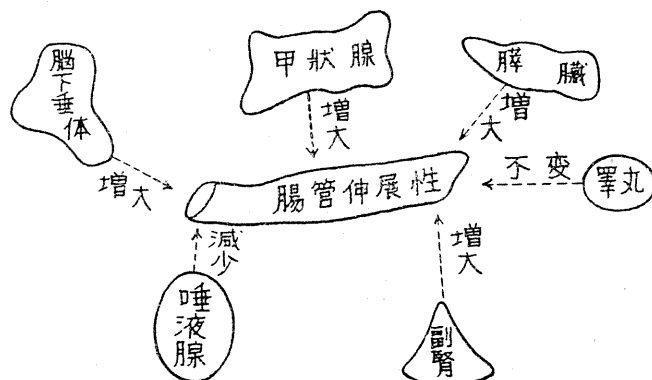
なお、伊藤、鈴木⁷⁾等が各種 Hormon を投与した家兎に於ける歯牙発育状態を検討し、其の成績によれば脳下垂体前葉 Hormon、甲状腺 Hormon 及び耳下腺 Hormon 等の投与では促進的に、脳下垂体後葉 Hormon の場合は抑制的に働き、副腎皮質 Hormon は変化がない事を証明している。本実験と一脈通ずるものがあると考え。依って腸伸展性に対する内分泌腺の相関々係を図解して見ると第 4 図の様になる。扱て第 4 図の如き関係は内分泌腺と骨長径成長との関係も略一致する。

迷走神経は腸管運動に対しては促進的作用をなすものであるが、其の切断に依って腸管の運動が抑制され二次的現象として腸管伸展率が高くなったものと思われる。

また内臓神経のみを切断した場合腸管の伸展率は標準値に比較して増大が認められた。即ち小腸の伸展に関しては迷走、内臓両神経が関係して居り、此の現象は急激なる血管径変化による流血異常状態に因るものと考え

える。

つぎに脊髄を横切断した時腸管伸展率がどうなるかを吟味した。其の結果も迷走神経切断時と略同様であり、河島²¹⁾及び川村²⁰⁾等が指摘した自律臓器等に体性神経系中枢部との関連性の存在と考え併せると、此の切断が腸管の伸展性に变化を与える事は至当である。其の理由は恐



第 4 図 内分泌腺脱落病状に於ける小腸伸展性の変化

らく体性神経中を走る自律神経繊維の切断によるものと考えた。

以上で十分に明かにされた積りであるが、著者は是に関する諸問題を生理学的見地より探求しようと企画し前記の諸実験を行い、小腸を中心とした諸臓器間の相関性を求め一定の臓器間には次の結論に示す如き緊密性の存在する事を知ったのである。

V. 結 論

以上の実験結果から次の事が云える。

1) 消化器系統(胃, 胆嚢, 脾臓及び肝臓)の諸臓器剔除後では腸の伸展性は増大を呈する。此の事から消化器系統相互の間には密接な関係のある事が推察された。

2) 泌尿器系統(膀胱, 腎臓)及び呼吸器系統(肺臓)の諸臓器剔除後では腸管の伸展性は余り変化がない。

3) 内分泌腺系統の中, 脳下垂体及び副腎剔除の場合には腸管の伸展性は増大の傾向になるが, 是等臓器の剔除後脳下垂体後葉 Hormon又は副腎髄質 Hormonを投与した場合, 寧ろ腸管の伸展性は減少を示し, 是等の臓器製剤投与により次第に正常値に復元しうる事を認めた。然し脳下垂体前葉 Hormon又は副腎皮質 Hormon投与の場合には変動が見られなかった。

4) 全唾液腺を剔除した海猿の腸管伸展性は低下を示すものであるが, 該臓器製剤たる Parotin を投与すると腸管伸展性は増大する。即ち, 此の事は唾液腺と腸管とが内分泌学的には密接な関連性を有する事を肯ずかせる。

5) 迷走, 交感神経処置及び脊髄横切断の場合に於いては腸管の伸展性は増大を示した。自律神経の関与は勿論であるが, 脊髄中を走る自律神経繊維も関係している事を脊髄横切断による実験から推察出来た。

此の実験結果から自律神経系全体としては腸管伸展性を抑制しているものの様に考えられるが, 腸管が交感神経及び副交感神経に依って拮抗作用を受け一定の Tonus を保っている事, 更に交感神経興奮が腸管緊張を副交感神経興奮

が腸管収縮を惹起すると林¹³⁾は述べているが, 本実験成績と一脈通ずるものがあると考え。

扱て, 以上の事実より腸管の伸展性に対する因子は多様であるが, 勿論体性神経系も含まれ消化器系各臓器の相互関係が特に大なる事が認められた。

擧筆するに当り, 終始相変らず御懇篤なる御指導を賜り, 御校閲の勞を執られた伊藤教授及び御校閲御助言を賜りました, 慶応義塾大学医学部加藤元一教授並びに御熱心なる御助言を賜った, 熊本大学体質医学研究所生理学衛生学研究部緒方維弘教授, 東京医科大学久保教授に満腔の謝意を捧げると共に, 御鞭撻下さった東京女子医科大学名誉教授堤博士, 日本医科大学市川博士, 厚生省按察師新井博士並びに共同研究者森下博士, 田中学兄の御援助を鳴謝します。尚, 本研究の中途にて Passport の在留期間が満期となり帰国の已むなきに至った時, 法務省入国管理局東京入国管理事務所当局の特別の御取計いによって, 延期し得られた事を此処に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 江崎 勇 (1942) 肺葉切除術 大阪医事新誌 11, 8
- 2) 安東洪次 (1953) 医学研究における動物実験 日本臨床 11, 1
- 3) 赤崎兼義 (1923) 東京医会誌 47, 1485
- 4) 東竜太郎 (1932) 現代医学大辞典生理学篇
- 5) Carl fehr (1862) Arch. E. Pach. Anat. Bd. 25
- 6) David Adlersberg (1949) 胃切除後胎症候群の発生機序 J. A. M. A. 1, 12
- 7) 伊藤秀三郎・鈴木 敬 (1953) 歯牙發育に及ぼす生理的諸因子追求に関する研究 日本生理誌 16, 5
- 8) 伊藤輝夫 (1951) 肝臓癌肺臓癌切除治験例 日本医大誌 18, 5
- 9) 福原 武 (1950) 腸管の運動に関する実験法 生理学実験法 232
- 10) 福原 武 (1953) 消化管運動の生理
- 11) 船越高浪 (1950) 減圧神経刺激の腸運動に及ぼす影響 京都府立医大誌 15, 1117
- 12) Golignitzki (1924) J. A. Arch. E. klin. chir. 130 376
- 13) 林 謙 (1951) 錐体路系 錐体外路系 日本生理学講座 10, 2
- 14) 藩 作 鷗 (1949) 肝臓剔除家兎に於ける実験的研究 日本医大誌 18, 9
- 15) Isadre Ruduikoff (1951) 胆嚢剔除後の肺病変 I. A. M. A. 7, 3
- 16) 加藤元一 (1954) 中枢神経, 自律神経, 生理学上巻
- 17) 加藤元一 (1953) 脊髄神経, 内分泌系, 生理学下巻
- 18) 川上理一 (1954) 生理統計学
- 19) 川村一男 (1949) 生体内に於ける筋の緊張度に就いて 東京医大誌 8, 1

- 20) 川村一男 (1953) 生体内骨骼筋の伸張性に対する実験的考察 東京医大誌 11, 4
- 21) 河島敏夫 (1951) 膀胱伸張性に対する神経支配 東京医大生理学教室論文集
- 22) 勝山 栄 (1939) 臓器相関に対する実験的研究 岡山医会誌 51, 8, 9
- 23) 呉 健・沖中重雄 (1949) 自律神経系各論
- 24) 古屋芳雄 (1944) 医学統計法の理論と其応用 120
- 25) 古谷 新 (1937) 慶応医学 17, 445
- 26) 木村光博 (1954) 甲状腺ホルモンの副腎皮質機能に及ぼす影響について 日本生理誌 16, 4
- 27) 茂木蔵之助・島田信勝・岩原寅猪 (1948) 茂木外科各論上巻
- 28) 森 於菟・津崎孝道 (1935) 実験用動物解剖学 2
- 29) 森 茂樹 (1941) 脳下垂体生理学, 内分泌学
- 30) Martin J. Healy (1952) 迷走神経切斷か胃切斷か J. A. M. A, 9, 1
- 31) 町田憲三 (1940) 筋短縮機構に就いての研究 日本生理誌 5, 5, 6
- 32) 三輪久夫 (1954) 歯牙処置時に於ける尿量変化の神経支配的觀察 日本生理誌 16, 11
- 33) 名取礼二 (1941) 筋短縮機構に就いての研究 日本生理誌 2, 1, 8
- 34) 名和能治 (1951) 筋の伸縮機構に就いての諸考察 東京医大生理学教室論文集
- 35) 西 村・堀 (1941) 肝臓別出法 東京医会誌 50, 8
- 36) 仁木庸次郎 (1942) 骨骼筋伸張殘遺の研究 日本生理誌 7, 663
- 37) 長田敏樹 (1939) 自律神経の小腸運動に及ぼす影響に就いて 岡山医会誌 51, 7
- 38) 緒方知三郎 (1947) 医学綜報 1, 301
- 39) 岡嶋敬治・谷口虎年 (1944) 解剖学 5巻
- 40) 岡村周諦 (1941) 動物実験の指針
- 41) 沖中重雄 (1950) 自律神経系と其の臨床的応用の一面 綜合医学新書 14
- 42) 小川義雄 (1949) 消化管系統に於ける微細血管分布の研究 日本生理誌 11, 1
- 43) 小坂樹徳 (1950) 生長ホルモン 日新医学 39, 10, 11
- 44) 錢場武彦・岸 良尚 (1953) 小腸からの血圧呼吸反射に就いて 日本生理誌 15, 1
- 45) 錢場武彦・内藤善夫 (1953) 腸間膜神経の中樞端刺激による腸運動の抑制と腸血行 日本生理誌 15, 10
- 46) 佐藤清一郎・篠井金吾 (1942) 肺臓外科 平凡社
- 47) 佐藤静馬 (1939) 脾臓別出の意義に就いて 岡山医会誌 51, 7
- 48) 坂本 輯・斎藤権左衛門 (1939) 脳下垂体の病理及び生理に関する実験的研究 日本内科学会誌 12
- 49) 赫 国雄 (1950) 迷走神経並びに横膈膜神経切斷時の血液循環に関するもの 東京医大生理学教室論文集
- 50) 樫井道仁 (1942) 筋収縮機構に就いての研究 日本生理誌 7, 7
- 51) 土橋英夫 (1944) 筋短縮機構に就いての研究 日本生理誌 6, 8, 9
- 52) 土屋直義 (1952) 日新医学 14, 1311, 1467
- 53) 角 忠明 (1953) 小腸伸張の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 15, 7
- 54) 角 忠明 (1953) 口腔及び咽頭壁からの小腸反射 日本生理誌 15, 12
- 55) 高木健太郎 (1944) 迷走神経の呼吸調節作用の中樞性機序に就いて 日本生理誌 9, 677
- 56) Tohn M. Wangh (1951) 脾臓の切除術 J. A. M. A, 7, 1
- 57) 内村省三 (1928) 東京医学會誌 42, 803
- 58) Waltman Walters (1951) 迷走神経切斷術の生理学的影響 J. A. M. A, 6, 4
- 59) Wassilenko (1953) Ber Phyoiol, 84, 590
- 60) William S conklin (1951) 肺切除 J. A. M. A, 7, 1

Summary

It is surmised easily that the operation influences to intestinal canal, and it is generally recognized too that physiological function of the intestinal canal is controlled by the sympathetic and parasympathetic nervous system and connected with the central portion of somatic nervous system or the internal secretion organs. But as regards this problem there is no particular and conclusive investigations or reports.

So the author planned this research and got as following results by the observation of influence of the rate of the extension of the small intestine by removal of organs or amputation of nerves in living body and by the injection of the preparation of internal secretion upon the gineapig.

1) The rate of extension of intestinal canal increases after removal of organs of the digestive system.

2) The rate of extension of intestinal canal does not change after removal of organs.

of the urinary system and reservoiratory.

3) It was recognized that the rate of extension of intestinal canal tend to increase after the removal of the pituitary body and suprarenal gland in the internal secretion gland system and it rather decreases by the injection of the pituitary body posterior lobe hormone or suprarenal gland marrow hormone in that condition and so it can be restored its original state.

4) The rate of extension of intestinal canal decreases by removal of the salivary glands, but it increases to some degree by the injection of the Preparation of the organs.

That is to say, it points out that the salivary gland is closely connected with the intestinal canal.

5) In cutting of the sympathetic, parasympathetic nerves and spinal cord the rate of extension of intestinal canal increases. So by the above facts the factor for the rate of extension of intestinal canal caused most remarkable reaction chiefly and especially in removal of each organ of the digestive system.

(Department of Physiology, Central Laboratory of the Hospital in Tokyo Medical College)

(Department of Physiology, Tokyo Dental College)

迷走及び骨盤両神経刺激の回盲括約部の運動に及ぼす影響 612. 819. 913

The Effect of Electrical Stimulation of the Peripheral Cut End of the
Vagus and Pelvic Nerve upon the Ileocolic Sphincter.

宮 川 鉄 男 (MIYAGAWA-Tetuo) *

I. 緒 言

迷走神経及び骨盤神経刺激の回盲括約部の運動に及ぼす効果については、これ迄の研究者の成績は未だに一致していない。例えば Elliott¹⁾ は迷走、骨盤両神経の刺激は無効であるといい、Hinrichsen and Ivy²⁾ は迷走神経刺激により、最初の軽度の弛緩、或いは抑制にひき続く収縮を見、骨盤神経刺激により顕著な亢進効果を認めている。Katz und Winkler⁷⁾ は迷走神経刺激により、回盲括約部の閉鎖を見ている。次に述べる研究は、この様な成績不一致の原因が何に帰因するかを、明らかにすることを目的としている。

先に私ども⁵⁾ は迷走神経は胃、小腸、及び大腸運動に対し、純亢進的に、作用する事を認め、時に起る抑制現象は、1) 麻酔により腸筋が不良且つ異常な状態に陥るために起る場合、2) 麻酔動物の頸部迷走神経刺激によって起る無血状態 anoxemia が原因になる場合、3) 麻酔、無麻酔に関せず伝播収縮が描記部位に波及するために起る場合のあることを指摘した。この事実は当面の研究に関しても大いなる示唆を与えるものと考えられる。

II. 実 験 方 法

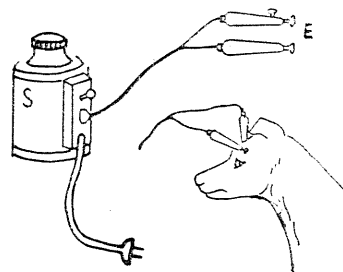
実験には主として5~10kgのイヌ(45頭)時に3~4kgのネコ(4頭)を用いた。

消化管の研究には腸筋を出来るだけ良好な状態に保つことが要諦である。殊に回盲括約部は興奮性が低いから、この点に充分注意しなくてはならない。そこで次に述べる操作を行った。

1) 従来の ether 麻酔⁸⁾ を改良して電気麻酔

のもとに除脳を行い、回盲括約部の興奮性を昂める様に努めた。その原理は次の様である。即ちイヌの左右前頭部を剃毛し、予め飽和食塩水にて潤した電撃療法用の電極Eを同様に充分飽和食塩水にて潤した剃毛部にあて100V 60Cycleの交流を変圧器Sにて60~70Vに変圧した後、約4~5秒間通電する(第1図)。

動物は通電によりまず強縮性屈筋痙攣を起し、次で間もなく強縮性伸筋痙攣に陥り、これに間代性痙攣が続く。この強縮性伸筋痙攣と間代性痙攣期に動物を手術台上に固定し、つぎに来る麻酔期に手早く除脳手術を終了する。この際麻酔期の長短には個体差があるが約15~20分間継続する。この方法をネコに試みたが、麻酔期が短いためやむなく従来の ether 麻酔を踏襲したが、この場合には除脳後充分人工呼吸を行い ether の排除に努めた。除脳手術の詳細は私ども⁵⁾ の論文に譲る。このように除脳した動物を以下除脳・無麻酔動物と称する。このような動物は全くの無麻酔状態にあり、括約筋の興奮性は極めて良好であり、疼痛性過呼吸中枢及び panting 中枢が除外されておるため除脳後の呼吸は至極安静で、循環機能も正常に保たれている。



第1図 電気麻酔の操作を示す図
E: 電極 S: 変圧器

* 岡山大学医学部第2生理学教室

2) さらに括約部への抑制反射を防止するため、予め両側大小内臓神経及び腰部交感神経索を福原氏法³⁾⁴⁾によって腹膜外にて切斷する。この際上述の神経を一挙に切斷すると血圧の下降を将来し、動物の状態を不良にするので両側の腰部交感神経索、及び小内臓神経を前もって切斷したのち、両側大内臓神経を分離し、これに神経切斷器⁶⁾を装置し、神経刺激直前に切斷し、動物の状態が良好な間に実験を行った。

なお頸部迷走神経刺激は心搏動を抑制し、これにより引き起される循環障害が二次的に括約部の運動に影響を及ぼすので、私ども⁵⁾の方法により胸腔内で迷走神経共通背枝を刺激し、この二次的影響を防止したが、時には頸部迷走神経刺激をも試みた。

骨盤神経刺激はこの神経が仙骨神経(第1～第2)より分岐する起始部で行った。この神経分離の詳細は生理学実験法⁴⁾に譲る。

神経刺激は感應コイルを用い、電源は1.5Voltの乾電池3個を直列に接続する。

さらに腹大動脈圧迫により起る anoxemia 及び acetylcholine (第一製薬) の頸静脈、大伏在静脈背枝或いは、腹大動脈内注射の括約部運動に及ぼす影響を研究した。

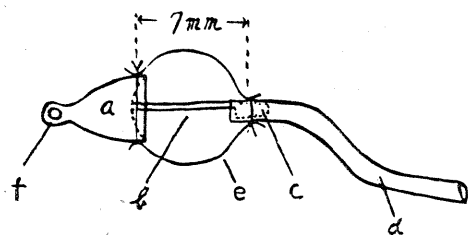
除脳により体温中枢が除外され、その結果起る体温の下降と腹壁収縮による括約部への受動的影響を防ぐため、動物は 38°C の Ringer 液 (NaCl 9.0 CaCl₂ 0.2 KCl 0.2 NaHCO₃ 0.15 Aq. dest. 1000cm³) にて満された浴槽中に沈め、白線上にて腹壁に切開を加え、この切開創に直角方向に右側季肋部を切開し、括約部が充分に観察し得る様に広く開く。

運動描記にはゴム球法を採用した。ゴム球膜 e は第2図に示す様に、金属製キャップ a と金属細管 c にとりつけられておる。キャップは円錐形のもので、その基底は括約部の大腸側へのドーム状の隆起に一致して凹んでいる。基底の中心から弾力性に富んだ長さ約 8mm の細い鋼線 b が出ており、その他端に中空の金属細管 c が固着されている。この細管にはゴム管 d (長さ約 15cm) を連結しておく。ゴム膜としては

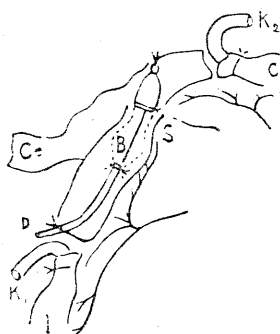
コンドーム膜を用い、キャップに膜を張るには次のようにする。即ちキャップをコンドームの内腔に挿入し、基底部とほぼ同大のコンドームの突出部に密着させ、キャップの基底周縁に刻まれた溝のところで細糸で外側からコンドーム膜を結紮固定する。次にゴム管 d を通じてコンドーム内腔に水を注入し、キャップ附近の空気を排除した後細管 c のところでコンドームを外側から結紮する。かくして残った部分を切除すると密閉したゴム球が完成する。この際空胞がなく水の漏出のないことを確かめて置く。なお f は後で大腸壁に固定するためのものである(第2図)。

このゴム球を括約部に挿入するには次のようにする。先ず第3図の如く括約部より 1～1.5cm 隔ったところで回腸及び大腸をそれぞれ横断し、回腸の切開口から括約口を通じて予め鋼線 b を大腸の切開口に出して置く、次にゴム管の先端を大腸側の鋼線の先端に結紮し、回腸の切開口より鋼線を腸管外に引き出すと、キャップの基底部が括約部の突出部に接し牽引出来なくなる。かくしてゴム管を回腸壁に縫いつけ、次にキャップの先端の輪 f を大腸壁外から探り、縫合針にて壁を通して輪に糸をかけ大腸壁に縫いつける。このように括約部の近くで小腸及び大腸をとともに横断するのは、伝播収縮の括約部への波及を可及的に防止するためである。なおこのゴム球を挿入する前に括約部附近の内容を綿球で拭い取る必要がある。このためには盲腸先端をも切開する。

除脳・無麻酔動物では興奮性が良好で挿入に際し粘膜面が機械的に刺激され、回腸、大腸及



第2図 括約口に挿入するゴム球の図
a: 金属製キャップ b: 鋼線 c: 金属細管
d: ゴム管 e: ゴム球膜 f: 輪

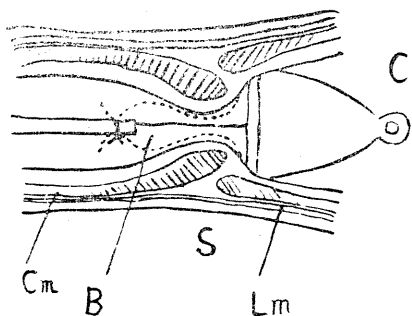


第3図 ゴム球をイヌの回盲括約部に挿入した図
S: 回盲括約口 I: 回腸 C: 大腸 Ce: 盲腸
K₁, K₂: 硝子管 D: ゴム球に接続するゴム管

び盲腸が白色棒状に著明な収縮をひき起し、ゴム管を括約口に挿入することが出来ない場合がしばしばある。この場合収縮が解けた後挿入する。麻酔動物では殆んどこのような例を経験しない。

なお小腸及び大腸の切開口より漏出する腸内容によって浴槽内の液が汚染されるのを防ぐため、第3図に示すように硝子管K₁ K₂を切開口に挿入し、その内容を浴槽外に導いた。つぎに注射器でゴム管Dを介してゴム球内の水を抜き取り、その代りに38°Cの温水を約1~2cm³注入する。ゴム管Dを他のゴム管を介して水圧力計の一脚に連結し、他脚はさらにゴム管を介してMareyの描記盆に接続し、運動を煤紙上に記録した。この際ゴム球の弛緩期内圧は13~15 cmH₂Oにする。

実験終了後必ず括約部を腸管に沿って切開し、ゴム球の位置を確かめた。ここに報告する成



第4図 ゴム球を挿入した括約部の縦断面図
I: 回腸 C: 大腸 S: 回盲括約口 B: ゴム球
Cm: 輪走筋 Lm: 縦走筋

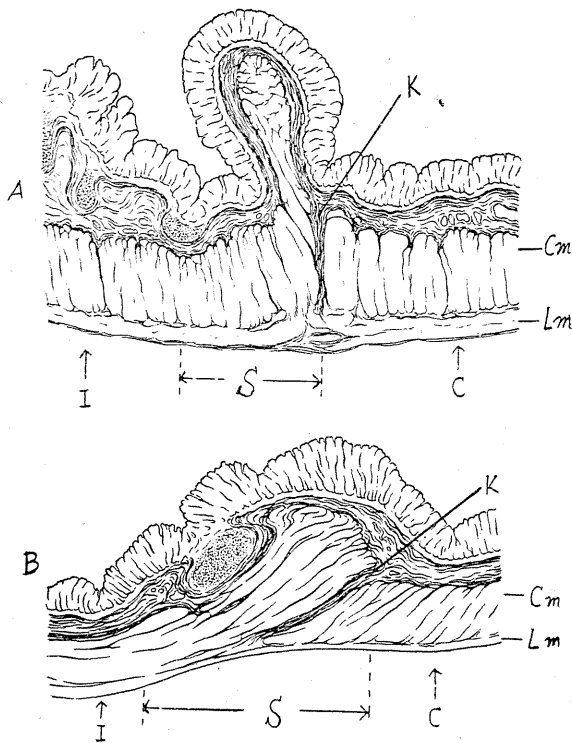
績はキャップの基底部の凹みが括約部の大腸側突出部に密接しており、ゴム膜は括約部の緊張のため絞扼され、ゴム球が全く括約部に一致していたものである(第4図)。

このゴム球の接する部分を組織的に観察すると、イヌでは、1) 回腸の肥厚した輪走筋が粘膜側に位置し、その外側方に大腸の僅かに肥厚した輪走筋が回腸の輪走筋を押し上げる様な形で僅かに入りこみ、これによって内腔に向う隆起が形成されている。なお回腸及び大腸の輪走筋は粘膜下組織及び漿膜側より入りこんだ結締組織線維により完全に遮断されている。2) 縦走筋も漿膜及び輪走筋側より侵入した結締組織線維により殆んど大腸との連絡が断たれており、その厚さは輪走筋にくらべれば全く言うに足らず僅か1/6に過ぎない。この回腸の輪走筋は括約部の隆起部に近づくにつれて次第にその厚さを増し、隆起の基部で最も厚くなり、その肥厚部位Sの長さは中等大のイヌでは約6~7mmである。

ネコもほぼイヌと同様であるが、ただ隆起部に近づくにつれて回腸の輪走筋がイヌに比してはるかに肥厚しており、縦走筋の厚さは僅か輪走筋の1/12である(第5図)。

上述の肥厚部Sが括約部と考えられる。ゴム球はイヌ、ネコいずれにせよ丁度この部分に接している。したがって上述の方法によれば主として括約部の運動、即ち括約部の輪走、縦走筋層の運動が描記され大腸の運動の参加は極めて軽微であると考えられる(第4図)。

従来の研究を批判するために morphine-urethane 麻酔, barbitol 或いは ether の単独麻酔のもとに、両側大、小内臓神経及び腰部交感神経索を切断、或いは無傷のまま頸部並びに胸腔内迷走神経刺激、腹或いは胸大動脈圧迫による anoxemia、或いは acetylcholine の約括部の運動に及ぼす影響を研究し、除脳・無麻酔動物より得た結果と比較検討した。更に括約部の開閉を研究するため従来しばしば用いられた灌流法をも検討した。なお麻酔或いは無麻酔動物の回腸壁に電氣的或いは機械的刺激を適用し、



第5図

回盲括約部に於る小腸及び大腸両筋層の筋性連絡の遮断を示す
A: イヌ B: ネコ I: 回腸末端 C: 大腸起始部 S: 括約部
Cm: 輪走筋層 Lm: 縦走筋層 K: 結合組織或いは血管の浸入による筋性連絡の遮断部位。

伝播興奮波の括約部に及ぼす効果を研究した。

麻酔動物の迷走神経の刺激効果が *vagostigmine*, *histamine*, 塩化バリウムにより如何ように変化するか、或いは又除脳・無麻酔動物の刺激効果が *ether* 麻酔によりどのような経過をもって変化するかを研究した。

Ⅲ. 実験成績

A. 迷走神経の刺激効果

1. 胸腔内迷走神経の刺激効果

除脳・無麻酔イヌ6頭、ネコ3頭についての実験結果は全くよく一致しており、殆んど亢進効果のみであったがイヌ2頭、ネコ1頭では全く効果を認めなかった。

胃及び小腸では律動収縮が著明であるが、回盲括約部では一般に非常に弱い。回腸末端に内容が充満し、消化の旺盛な時期には括約部は極

めて良好な週期即ち 5~7 秒の律動収縮を営み、その緊張及び興奮性がたかい。このような場合迷走神経の刺激効果は顕著であるが、全く空虚であると律動収縮は極めて小さいか或いは全く認められない。このような場合刺激効果を認めることは極めて困難である。胸腔内迷走神経共通背枝を刺激すると約 9~18 秒の潜伏期をもって括約部の運動が亢進する。

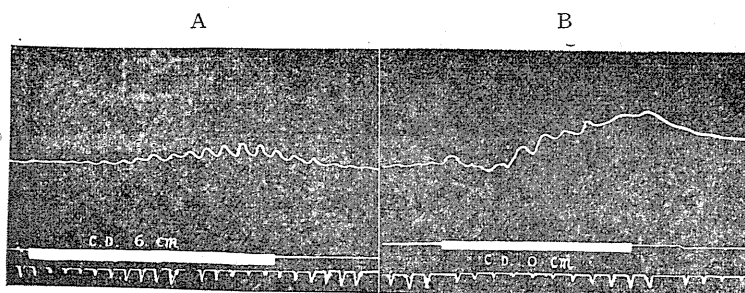
その状態は本質的に全く小腸の場合と同様であるが、ただ異なる点は相当強い刺激で始めて効果が認められることである。即ちコイル間距離 6cm で軽度の緊張上昇に振幅が次第に増大する律動収縮が重畳する(第6図A)。更に強い刺激では緊張上昇は著明になるが、これに重畳する律動収縮の振幅は小さくなる(第6図B)。共通腹枝の刺激は殆んど無効であった。刺激の際の律動週期は刺激前とほぼ同様で 5~7 秒律動である。

2. 頸部迷走神経の刺激効果

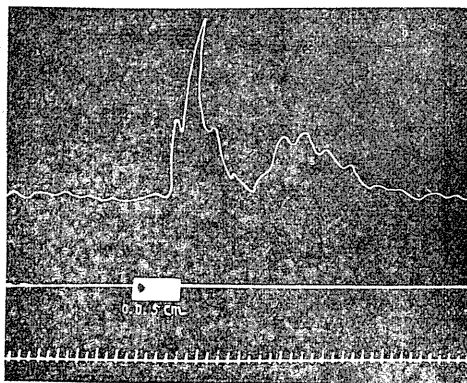
除脳・無麻酔イヌ7頭についての成績は胸腔内刺激と同様であるが、ただ第7図に示すように胸腔内刺激に比較してしばしばはるかに著明な亢進効果を示す。

何故にこのように亢進効果が著明になるかというに、それは後述する様に迷走神経を頸部で刺激する場合には心搏が抑制される。したがって血圧の下降が起り、これによって将来される *anoxemia* によって引き起される二次的亢進効果が加わっているからである。左右頸部迷走神経の刺激効果は両側共同様である。尚頸部迷走神経の刺激によって十二指腸には著明な亢進効果が認められるのに括約部の運動は亢進せず、これよりも強い刺激で十二指腸に比してはるかに長い潜伏期の後ようやく軽度の亢進を見る。これは十二指腸に比して括約部の興奮性の低いことを示す事実である。

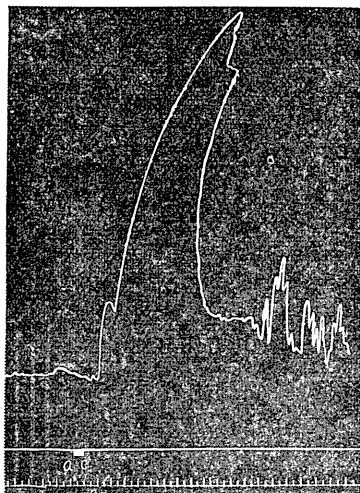
以上のような迷走神経の刺激効果と *acetylcholine* の腹大動脈或いは静脈内注射による効果は一致していた(第8図)。



第6図 胸腔内迷走神経刺激の括約部の運動に及ぼす影響
イヌ 9kg 除脳・無麻酔、両側内臓神経切断、両側腰部交感神経索切除
上：括約部の運動 下：刺激標示 時標6秒



第7図
頸部迷走神経刺激の括約部の運動に及ぼす影響
イヌ 4.5kg 除脳・無麻酔、両側内臓神経切断、両側腰部交感神経索切除
上：括約部の運動 下：刺激標示 時標3秒



第8図
除脳・無麻酔イヌにおける acetylcholine の括約部の運動に及ぼす影響
イヌ 6kg 両側内臓神経切断、両側腰部交感神経索切除、acetylcholine 40mg 右側頸静脈内注射
上：括約部の運動 下：注射標示(ac.) 時標3秒

イヌで両側大内臓神経を切断すれば頸部或いは胸腔内迷走神経刺激効果は著明になる(第9図A B).

ネコは一般にイヌに比較して亢進効果を認めるのに強い刺激強度を必要とする。又イヌ、ネコ何れを問わず全く効果の認

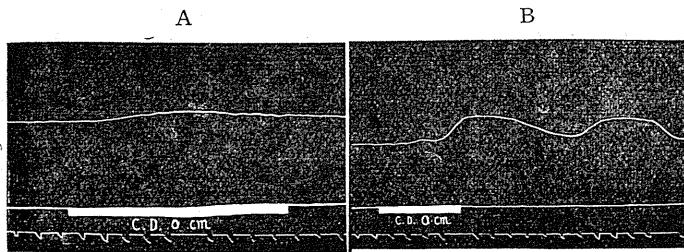
められない場合に於ても、腸管の興奮性を高める vagostigmine, histamine を投与すれば顕著な刺激効果が出現する。この場合 vagostigmine の方が有効に作用する。塩化バリウムでは全く無効であった。

3. 括約部の観察

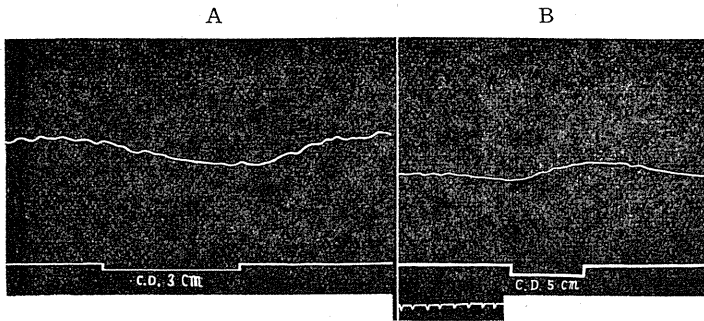
イヌの大腸を切開し、括約部を大腸側より観察するに、中央にえくぼ状の開口 dimpled orifice を有し、ドーム状に大腸側に突出した乳頭がその広さと高さを律動的に変化させているか、或いは静止状態にある。迷走神経を刺激すれば、或いは乳頭の律動収縮が旺盛となり、或いは運動を開始する。刺激により昂められた回腸の収縮波が伝播しはじめると、括約部はやや拡張し括約口より泥状の内容が大腸内に押し出される。尚内容が液状であると恰も細口より圧搾された水が噴出するかのように勢よく射出されるのを認めるが、刺激を中止するとその勢は衰えた。この観察中括約腔の内圧が増加し、括約筋の緊張がこの増加した内圧に抗し難く、遂に括約口は押し開かれるかの印象を強く受けた。これが排出機序に一役を演じているのではなかろうかと推量した。この排出機序の詳細については再び後述する。第五指尖端を大腸側より括約口に挿入し、迷走神経を刺激すると指尖が絞扼され刺激を中止すると絞扼感が消失する。

B. 迷走神経の緊張

除脳・無麻酔イヌ3頭において頸部或いは横隔膜下にて迷走神経を切断し括約部に及ぼす効果を見たが、切断による影響を何ら認めることが出来なかった。



第9図 胸腔内迷走神経刺激の括約部の運動に及ぼす影響
 イヌ 10kg 除脳無麻酔, 両側小内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除 上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標 6 秒
 A. 両側大内臓神経の健存している場合 B. 両側大内臓神経切断後



第10図 骨盤神経刺激の括約部の運動に及ぼす影響
 イヌ 3.5kg 除脳・無麻酔, 両側大内臓神経健存, 両側小内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除, 上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標 6 秒
 A: 緊張が高い場合 B: 緊張が低い場合

C. 骨盤神経の刺激効果

両側内臓神経及び腰部交感神経索を無傷のまま骨盤神経を刺激すると膀胱及び骨盤腔内の大腸末端は非常な収縮を示し、排尿現象が起ると共に括約部の緊張が高い場合は軽度の抑制を、緊張が低い場合は軽度の亢進を将来する (第10図A, B)。又全く無効の場合もある。

之等の亢進、抑制は内臓神経及び腰部交感神経索を切断すると消失する。この実験は除脳・無麻酔イヌ4頭において行われた。

IV. 従来の研究の批判実験及び論議

1) 麻酔

従来の研究では総て麻酔動物を用い主に頸部時に胸腔内迷走神経刺激を行っている。それでこの実験条件下における効果を検討した。麻酔動物は除脳・無麻酔動物に比較して括約筋の興奮性が低く律動収縮を営まず全く静止状態にある場合が多い。これは他の研究者でも等しく認

めているところである。麻酔動物についての実験結果で極めて注目すべきは、無麻酔動物では全く認められなかった刺激効果即ち抑制効果が現われることである。

麻酔イヌ体重 (1kg につき morphine 3~6mg urethane 1~1.5g) 5 頭についての頸部迷走神経の刺激効果はよく一致していた。即ち弱刺激では常に僅かな緊張上昇と律動収縮の振幅の増大を見るが、強刺激では一過性の弛緩後、軽度の緊張上昇に律動収縮の振幅の増大を伴うか (第11図A) 或いは一過性の抑制後起る著明な緊張上昇に重畳する浅い律動収縮が現われた (第11図B)。時には完全な抑制効果を認めた (第11図C)。又麻酔動物の小腸の如く一過性の亢進

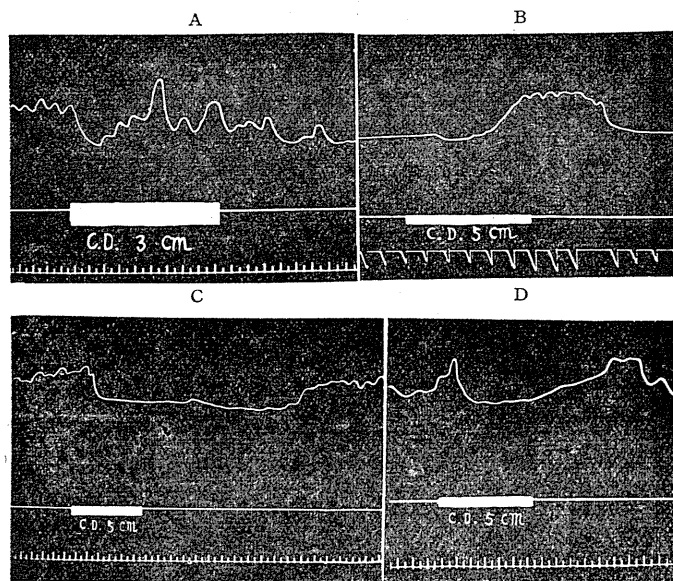
に引き続く完全抑制 (第11図D) を認めた。

さらに同様の麻酔イヌにて胸腔内に迷走神経共通背枝を刺激するに第12図A, B に示すように一過性の抑制が認められることもあるが多くは無効果で最早や無麻酔動物で見られるような顕著な亢進効果は認められない。

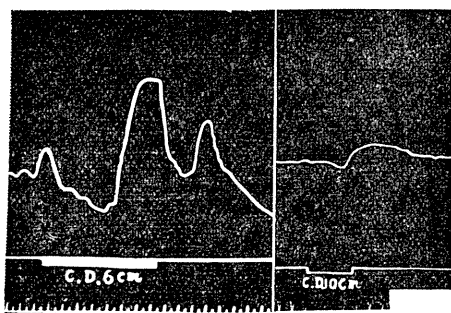
なおここに附言すべきは上述の迷走神経刺激効果と同様の効果が acetylcholine の動脈或いは静脈内注射にて得られたことである。即ち無麻酔イヌにて著明な亢進を見た量の 10~20mg の注射で初期亢進後、著明な抑制或いは一過性の弛緩後の亢進或いは完全抑制が見られた (第13図A, B, C)。この場合括約部を支配している腸間膜神経は完全に切断しておいた。

2. anoxemia

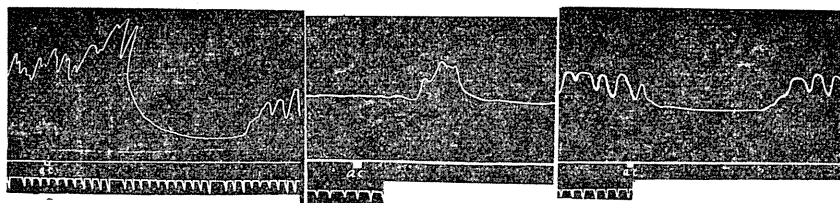
頸部迷走神経刺激の際には心搏の緩除或いは停止が起り、したがって血圧は急激に下降し、腸管に無血状態 anoxemia がおこる。故にこの anoxemia が括約部の運動に如何ように影響を



第11図 頸部迷走神経刺激の括約部の運動に及ぼす影響
 両側内臓神経切断 上: 括約部の運動 下: 刺激標示
 時標 3秒(A, C, D) 6秒(B) A, C, D. イヌ 3kg 麻酔: morphine 4mg/kg
 urethane 1g/kg B. イヌ 9kg 麻酔: morphine 6mg/kg, urethane 1g/kg



第12図
 胸腔内迷走神経刺激の括約部の運動に及ぼす影響
 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切断,
 上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標 3秒(A) 6秒(B)
 A: イヌ 9kg 麻酔 morphine 5mg/kg urethane 1g/kg
 B: イヌ 9kg 麻酔 morphine 3mg/kg urethane 1.5g/kg



第13図 麻酔イヌにおける acetylcholine の括約部の運動に及ぼす影響
 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切断, 上: 括約部の運動 下: 注射標示(ac.) 時標 6秒
 A. イヌ 10kg 麻酔: morphine 6mg/kg urethane 1.5g/kg acetylcholine 20mg 右側大伏在静脈背枝内注射
 B. イヌ 9kg 麻酔: morphine 1mg/kg urethane 1g/kg acetylcholine 15mg 右側頸静脈内注射
 C. イヌ 9kg 麻酔: morphine 6mg/kg urethane 1g/kg acetylcholine 10mg 右側頸静脈内注射

及ぼすかを検討する要がある。

除脳・無麻酔イヌ (10頭) では腹大動脈を上腸間膜動脈起始部より頭側寄りで圧迫し括約部に anoxemia を起すときは常に亢進効果が認められる。即ち圧迫により約15~18秒の潜伏期をもって常に緊張の上昇と共に律動収縮の振幅の増大が認められるが (第14図A) 時に律動収縮が極めて軽度で著明な緊張上昇のみを示すことがある (第14図B)。

しかるに麻酔イヌでは腹大動脈の圧迫は常に抑制効果をひき起す。即ち第15図Aに示すように約6秒の潜伏期をもって律動収縮していた括約部は完全な抑

制に陥るが圧迫を中止すると間もなく旧に復する。全く静止状態にある括約部は圧迫により、緊張の下降を示し、圧迫を去ると直後旧に復するのを認めた (第15図B)。この実験では括約部に分布している腸間膜神経は全く切断されている。

麻酔動物における抑制効果の起る原因については私共は先に発表した論文では漠然と腸筋の状態が不良になる為と推量したのであるが、現在のところその詳細な機序については全く不明である。次に述べる実験結果はこの困難なる問題の解決に対し多少の手がかりを提供するものと考えられる。

麻酔動物の頸部或いは胸腔内迷走神経を刺激し抑制或いは無効果を認めた場合 vagostigmine, histamine の静脈内注射により上述の抑制は亢進効果に变じ

(第16図A, B) 無効果であったものは弱刺激にても著明な亢進効果を認めた(第17図A, B). 次に麻酔剤を追加して動物を更に深い麻酔に陥らせると亢進効果が減弱するか或いは全く無効になる. このような麻酔程度になると興奮剤を以ってしても最早や亢進効果を得ることは困難である.

又上述と同様に興奮剤により麻酔括約部の興奮性を昂めると, 麻酔時の腹大動脈の圧迫による抑制効果が再び亢進効果に変ずるのを認める

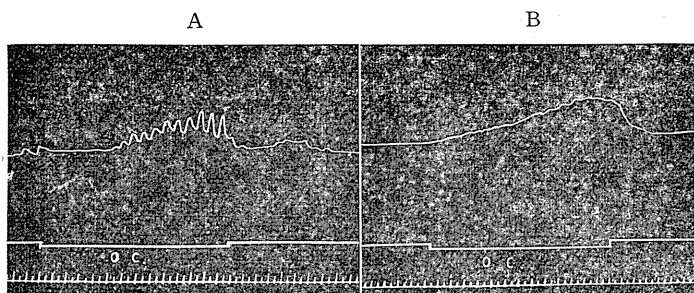
(第18図A, B).

神経刺激の際 ether 麻酔により全く亢進効果を認め得なくなった場合, 人工呼吸にて充分 ether を排除すると再び亢進効果が得られる(第19図A, B, C). この際興奮剤を投与するとこの亢進効果は更に著明になる.

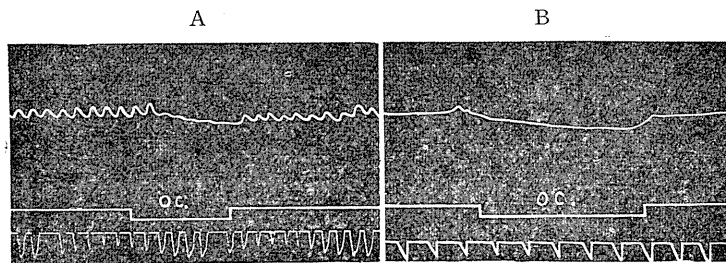
以上に述べた実験結果によって麻酔動物で抑制効果が現われたり(亢進効果の抑制効果への逆転), 或いは何等の効果も得られなかったりする主要なる原因は約括筋の興奮性の低下にある

ことが明らかになった. しかしこの効果逆転のさらに詳細な機序は依然として不明であると言わなければならない.

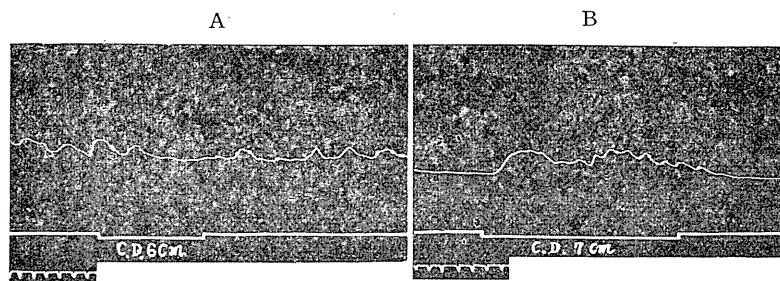
Elliott¹⁾は頸部迷走神経刺激はおおむね無効であり, ときに軽度の亢進を見, 且つこの軽度の亢進効果はアトロピン投与により血圧下降を防止すると消失する事実からこの効果を anoxemia によるものとしている. 氏の実験では ether 麻酔のもとで実験し, しかも抑制神経を含む交感神経系を切断していないから腸筋並びに迷走神経の興奮性が著しく低下しており, したがって神経刺激には最早応ずることができず, ただ二次的に将来された anoxemia によって僅かに亢進効果が現われたものと解釈



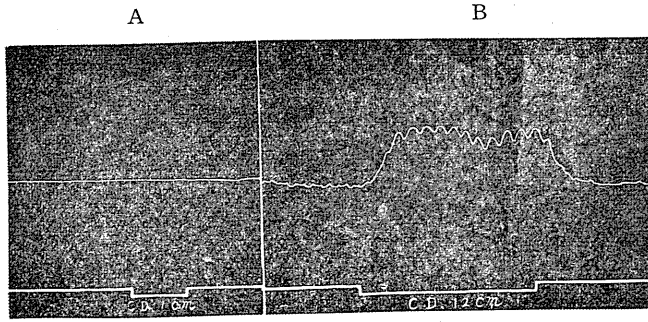
第14図 腹大動脈圧迫の括約部の運動に及ぼす影響
イヌ A 10kg, B 8kg 除脳無麻酔, 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除 上: 括約部の運動 下: 圧迫標示(oc.) 時標3秒



第15図 麻酔動物における腹大動脈圧迫の括約部の運動に及ぼす影響
イヌ A 6kg, B 9.5kg 麻酔: morphine 3mg/kg urethane 1.5g/kg
両側内臓神経切断 両側腰部交感神経索切除
上: 括約部の運動 下: 圧迫標示(oc.) 時標6秒

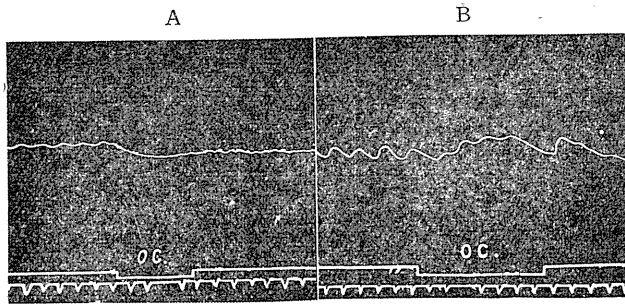


第16図 麻酔における迷走神経刺激による抑制効果が vagostigmine 投与により亢進効果に転ずる図
イヌ 10kg 麻酔: morphine 3mg/kg urethane 1.3g/kg 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除 上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標6秒 A: 投与前 B: 投与後



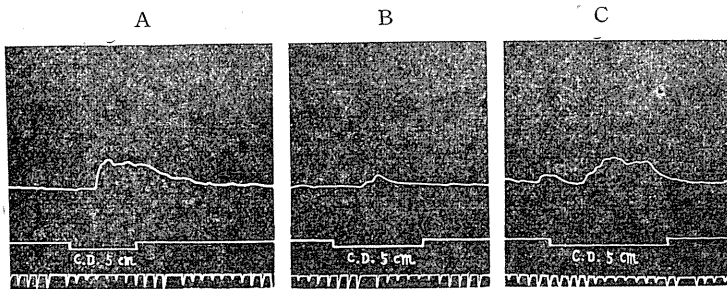
第17図 麻酔により無効になった迷走神経刺激が vagostigmine 投与により再び有効になる図

イヌ 7kg 麻酔 morphine 3mg/kg urethane 1g/kg 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除 上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標 6 秒 A: 投与前 B: 投与後



第18図 麻酔における anoxemia による抑制効果が vagostigmine 投与により亢進効果に転ずる図

イヌ 5kg 麻酔: morphine 3mg/kg urethane 1.5g/kg 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除 上: 括約部の運動 下: 圧迫標示 (oc.) 時標 6 秒 A: 投与前 B: 投与後



第19図 ether 麻酔の迷走神経刺激効果に及ぼす影響

ネコ 3.5kg 両側内臓神経切断, 両側腰部交感神経索切除, 上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標 6 秒 A: ether 麻酔前 B: ether 麻酔中 C: ether 排除後

される。したがって氏が神経刺激の直接効果を否定するのに賛成することができない。

3. 伝播興奮波

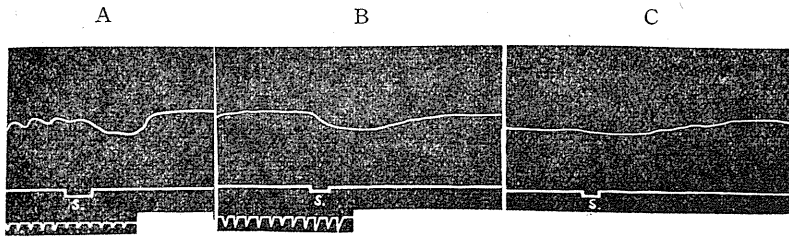
前述の実験に示した様に逆離括約部の胸腔内迷走神経刺激は常に亢進効果をひき起す。しかるに従来の実験の如く括約部を回腸及び大腸よ

り切り離さないでただ漠然とゴム球を括約部に挿入している場合には、神経刺激によって括約部よりも口側に起った興奮波が括約部に波及する。この興奮波はこれまで注意されなかった事であるが、括約部の亢進効果に影響を及ぼす。しかもその影響は括約部の緊張状態によって異なる。この影響は麻酔、無麻酔には無関係である。この点を検討するため次の実験が行われた。

括約部に分布する腸間膜神経を切除し反射を防止した後、括約部より口側よりで回腸壁を電氣的に刺激すると刺激部位に搏動を続ける著明な収縮を生じ、これより律動的に起る興奮波が括約部に波及するのが観察される。この際括約部の緊張が昂まっていると、一過性の弛緩、或いは完全抑制を認め(第20図A, B), 緊張が低いと亢進を認める(第20図C)。上述の刺激部位と括約部との中間において腸管の漿膜面に acetylcholine 0.5~1mg を作用させこの部位に収縮輪を起させる。換言すればこの部位の緊張をたかめると、刺激部位から発生する伝播興奮波は収縮輪部位にて消失し括約部に波及せず、従って括約部にはも早や何等の効果をも認められない。もしこの興奮波が神経原性に伝播する

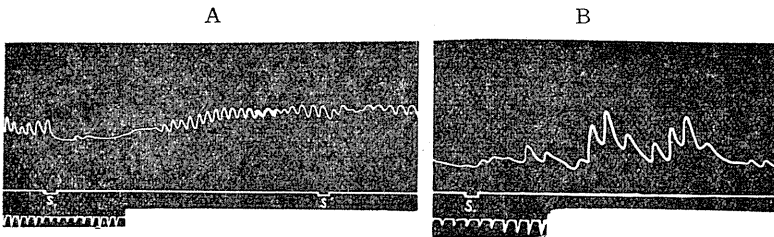
ものならば、acetylcholineにより発生した収縮輪を興奮波は通過し、括約部に波及しなければならぬことになる。しかるに上述の如く通過し得ないことより興奮波の伝播はおそらく筋原性であろうと考えられる。

括約部が低緊張にあり、口側よりの伝播興奮



第20図 興奮波の括約部の運動に及ぼす影響

イヌ A 2.7kg, B 6kg, C 6kg 除脳・無麻酔, 括約部を支配する腸間膜神経切断
上: 括約部の運動 下: 刺激標示 時標 6秒 A, B: 括約部の緊張が高い場合
C: 括約部の緊張が低い場合



第21図 括約部の緊張如何によって伝播興奮波の括約部の運動に及ぼす効果が異なることを示す図

イヌ 5kg, 除脳無麻酔, 括約部を支配する腸間膜神経切断, 上: 括約部の運動,
下: 回腸壁刺激標示 (s, s') 時標 6秒 A: vagostigmine の滴下により緊張が亢進した
場合 B: vagostigmine の作用が衰え緊張が低下した場合

波により亢進を示す例で括約部に vagostigmine を滴下しその興奮性を昂め、口側より既述の如く興奮波を送ると著明な抑制を見る (第21図A). 薬物の作用が衰え緊張が低下すると、第21図Bの如く再び伝播興奮波により顕著な亢進を示すようになる。ここに附言したいのは括約部が過緊張状態にある場合には伝播興奮波が括約部に到達する前に消失して何等の効果をも示さないことである (第21図A s').

上述の実験結果より伝播興奮波は一般に緊張のたかい括約部にたいしては抑制的に、緊張の低い括約部にたいしては亢進的に作用すると云う事ができる。この伝播興奮波による括約部の抑制、亢進は回腸内容の大腸への通過排出に大いなる役割を演ずるものと推察される。空腹時には括約部の緊張が非常に低下しているので回腸より伝播してくる興奮波により括約部の緊張は昂まる。従って括約口は閉鎖し回腸末端に内容が停滞する事になる。しかして次第に消化が旺盛になり括約部の緊張が増加すると、回腸よりの収縮波の伝播に際し既述の如く括約部の一

過性の弛緩或いは抑制が出現する。従って括約部の内圧の亢進とともに括約口の開放が極めて容易に起り内容の大腸への排出が都合よくなる。

上述の伝播興奮波による括約部の亢進或いは抑制現象の機序について今これを明らかにする事はできないが、この現象は恐らく括約部の興奮と伝播興奮相互の間に起る干渉現象によるものであると想像される。

Hinrichsen and Ivy²⁾ は頸部並びに胸腔内迷走神経刺激で亢進に先行する軽度の弛緩、或いは一過性の抑制を認めこの抑制は迷走神経中に混在する抑制線維に因るものであると考えているが、この抑制現象は既述の如く、1) 麻酔、2) anoxemia, 3) 伝播収縮の諸要因により引き起されたものである。

麻酔剤を使用せず curare により運動神経末梢を麻痺した後、迷走神経を刺激し括約部の閉鎖を見た Katz und Winkler⁷⁾ は回腸の切開口及び肛門にカニューレを挿入し、回腸側より一定の圧のもとに灌流し、肛門より流出する液体容量の多寡をもって括約部の開閉を判断しているが、著者は電気麻酔のもとに除脳した無麻酔動物を使用し、迷走神経刺激 (コイル間距離 5cm) にて灌流量は 8cm/10秒より 5cm/10秒に減少するのを認めた。灌流圧は 35cm 水柱であった。これより迷走神経刺激にて括約部は閉鎖することになる。この成績は無麻酔動物のゴム球法の成績 (実験成績参照) 並びに Katz und Winkler⁷⁾ の成績と一致することになる。

麻酔動物の骨盤神経刺激に際してはただ極めて緩徐な上昇か或いは抑制効果を見る。しかしこれ等の効果は内臓神経及び腰部交感神経索を切断すると消失する。即ちこの効果は直腸及び膀胱の収縮により内臓及び腰部交感神経を介して起る反射効果である。骨盤神経中には括約部を支配する遠心性の神経線維は認められない。

V. 結 論

電気麻酔にて除脳した無麻酔イヌ或いは麻酔イヌを 38°C の Ringer 液を満した浴槽中に沈め、両側大、小内臓神経及び腰部交感神経索を切断し腹腔を広く開き回盲括約部の運動をゴム球法により描記しつつ、迷走、骨盤両神経を頻数感応電撃にて刺激し括約部の運動に及ぼす影響を研究した。この実験結果を総括すれば次の如くである。

1. 除脳・無麻酔動物の胸腔内或いは頸部迷走神経の電氣的刺激は隣接腸管より分離された括約部に対し純亢進的に作用する。

2. しかるに上述と異なり麻酔動物の隣接腸管より分離されない括約部では抑制、亢進の二様の効果が入り混じって現われる。この抑制効果をひき起す原因は次の如し。

a) 麻酔

b) anoxemia 頸部迷走神経刺激の場合

は血圧下降したがってひき起される anoxemia による抑制効果の出現することに注意しなくてはならない。

c) 伝播興奮波 麻酔無麻酔に関せず括約部の緊張が高いと抑制効果、低いと亢進効果が出現する。この現象は恐らく括約部の興奮と伝播興奮相互の間に起る干渉現象によるものであると想像される。なおこれが排出機序に或る役割を演ずることを論じた。

終に臨み、懇篤なる御指導を賜った恩師福原先生に深く感謝します。

文 献

- 1) Elliott, T. R. (1904) On the innervation of the ileocolic sphincter. J. Physiol. 31, 157
- 2) Hinrichsen, J. and A. C. Ivy (1931) Studies on the ileocecal sphincter of the dog. J. Physiol. 96, 494
- 3) Hukuhara, T. (1936) Ein neues Verfahren der extraperitonealen Blosslegung des Nn. Splanchnici beim Kaninchen. Pflügers Arch. 238, 135
- 4) 福原 武 (1950) 生理学実験法 南山堂
- 5) 福原 武・高木鉄男・山上松義 (1954) 迷走神経刺激の腸管運動に及ぼす影響 日本生理誌 16, 354
- 6) 福原 武・高木鉄男・山上松義 (1954) 大内臓神経刺激の腸管運動に及ぼす影響 日本生理誌 16, 368
- 7) Katz, A. und F. Winkler (1903) Über die Abhängigkeit des Ileocecalverschlusses von Nerven-einflüssen. Zbl. Physiol. 17, 596
- 8) 角 忠明 (1948) 口腔及び咽頭壁からの小腸反射 日本生理誌 15, 601

Summary

The effects of electrical stimulation of the peripheral cut end of the vagus nerve upon the ileocolic sphincter were studied on dogs and cats.

The dog was decerebrated under the electrical narcose. The techniques were as follows: The alternating current (50~60voltage) was sent through the brain about 5 seconds long by means of the electrodes which were moistened previously with the saturated salt solution and attached to the tempolar regions of the animal. The animal fell into the cramp followed by the stage of the narcose which continued 15~20minutes.

In the stage of narcose the decerebration was carried out by means of techniques which had been already described in another reports.

Lumbar portion of the sympathetic trunk were exposed retroperitoneally and excluded. The great splanchnic nerves were similarly exposed but severed just before the stimulation of the vagus nerve in order to avoid the reduction of the movements of the sphincter.

The animal was then soaked in a bath of Ringer's solution maintained at 38°C and the abdominal wall was widely opened for inspection as well as for exclusion of the mechanical influence exerted by the respiratory movements.

The movements of the sphincter were recorded on smoked drum by the specially devised balloon inserted into the sphincter.

The peripheral cut end of the cervical as well as thoracic vagus nerve was stimulated with induction shocks.

The experiments were also carried out for the purpose of criticizing the results obtained by previous authors.

The results were summarized as follows.

1) On the nonanesthetized and decerebrated animal the electrical stimulation of the thoracic as well as cervical vagus nerve acted purely excitatory upon the sphincter isolated from the adjoining intestines.

2) On both the anesthetized and the nonanesthetized, decerebrated animal the electrical stimulation of the nerves mentioned above produced the excitatory as well as inhibitory effects on the nonisolated sphincter. The latter effect was due to the propagated contraction wave.

When the sphincter was in the state of hypertonus, the stimulation of the vagus nerve provoked inhibition, while in the state of hypotonus the sphincter was excited.

3) On anesthetized animals the stimulation of the thoracic as well as the cervical vagus nerve produced frequently the inhibition of the sphincter.

In cases of the thoracic vagus stimulation the inhibitory effect was due to anesthesia, while in cases of the cervical vagus stimulation the inhibitory effect was due to anesthesia as well as to anoxemia induced by the decrease of the blood pressure.

(Physiol. Dept., Okayama Univ. Med. School.)

脊 髄 根 お よ び 末 梢 神 經 に み ら れ る

電 氣 的 極 性 に つ い て 612.83+612.819:612.014.423.3

On the Electrical Polarity of the Spinal Roots and Peripheral Nerves

和 佐 野 忠 (WASANO-Tadasi)*

I. ま え が き

生体細胞の示す生命現象は原形質の微細構造あるいはこれを構成する化学物質と密接な関係をもっている。生物電気の発生もこのような微細構造あるいは化学物質の物化学的状態の変化にその根源をもとめねばならない。一般に動植物の細胞および組織において機能的に極性をもつものは構造の上にも可視的または顕微鏡的な極性をもっているが、かような細胞あるいは細胞集団が電氣的に極性を示し、それによって一定の電場を形成することについては Lund および共同研究者達²⁶⁾の精細な研究がある。彼等は例えばタマネギの根や *Avena coleoptile* などのもつ電氣的極性あるいは固有の電場とそのメタボリズム (O_2 消費) との平行関係を見出し、極性細胞には原形質内部の極性をもつ微細構造の一部として一定の配向をもつ電気化学反応系が存在しなければならないと考察している。

さらに神経系について Kappers¹⁸⁾ は発生学的に樹枝状突起は stimulipetal, 神経突起は stimulfugal であることを見出し、又 Peterfi と Kapel²⁷⁾ は神経細胞体ならびに樹枝状突起が cathodotropism, 神経突起が anodotropism を示すことを観察した。これらの研究結果から神経母細胞は明らかに機能的電氣的極性を示すと考えられるが、成熟したニューロン (Neuron) についてはどうであろうか。

ニューロンにおいて細胞体と神経突起とはその構造は勿論のこと物質代謝においても明らかな差異が認められ (van Harreveld¹⁰⁾ 11) 12) 13); Lorente de Nô²⁴⁾) しかも膜電位と代謝とは直接あるいは間接的に関連があること (Lorente de

Nô²⁴⁾; Ling²³⁾) は周知のことであるし、機能的にも両者の興奮性 (Brooks, Eccles, Barakan, Downman 等^{1) 26)}; Kugelberg, Skoglund^{19) 20)}) 伝導速度および活動電流 (Lorente de Nô²⁵⁾) に著明な差異があることが知られている。かくの如くニューロンに構造上、機能上また生化学的にも著しい極性が認められるからには電氣的にも極性がある筈であり、当然何らかの電位勾配が現われるものと考えられる。この研究はそれらを明らかにするためのものである。この目的のために神経細胞体をそれぞれ脊髄前角、脊髄神経節にもつ前根および後根について実験を行った。これは単一のニューロンの性質を考察するのにも役立つであろうと考えたからである。

既に Du Bois-Reymond⁴⁾ 以来 Biedermann²⁾, Erlanger と Blair⁵⁾, Rexed²⁸⁾ 等によって前根および後根の負傷電位の大小について観察がなされて来たが、それらは神経細胞の極性という観点から行われたものではなく、またその実験方法、解釈などにおいても多少の疑義を残している。従ってここにこの問題を再びとりあげ脊髄の前根と後根における負傷電位および表面電位の測定を行い、これらの電氣的極性および電位勾配について考察し、あわせて坐骨神経の負傷電位を観察した。

II. 実 験 方 法

まず墓を除脳したのち背部より腰部にかけて広く皮膚を切除し脊髄切開器と歯科用金冠鉗を用いて脊髄および脊髄根を傷つけないように注意しながら脊椎管全長を開放した。次に椎間腔を破って結合組織で包まれた第Ⅸ、Ⅹ脊髄神経節を露出し、既に切断された脊髄上部を持ちあげながら根を切断して行き両側の第Ⅸ、Ⅹ前後

* 九州大学医学部生理学教室 (岡田直幹教授)

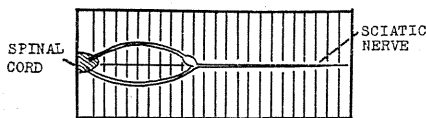


Fig. 1. A plane figure of vessel for preparation. Separate-walls are placed at intervals of 5mm.

根を傷つけない様に残して標本の摘出を終る。これらの根のうち前後根共に無傷のものを選んで標本とした。なお坐骨神経までを必要とする場合は最初これを末梢から腰仙神経叢に到るまでを摘出して上の操作を行った。

切断による負傷電位の測定に際しては 5mm 間隔に並べた隔壁をもつ容器を用い、あらかじめ Ringer 液を入れておきその隔壁の上に摘出標本を横たえた (Fig. 1)。

測定に当っては必要な部位の Ringer 液を漸次吸いとりいわば空中に浮かした形で各部位の負傷電位を測定した。無関係電極と関係電極はそれぞれ健康面および切断面にあて、その間隔は予備実験で示される理由により前後根では 10mm, 坐骨神経では 15mm とした。

次に前後根の熱湯による負傷電位の測定には Erlanger と Blair 等の方法⁵⁾を用いた。

前後根を中枢端あるいは末梢端で切断し、沸騰させた Ringer 液で末梢端あるいは中枢端を前後根とも同じ長さだけ負傷させ直ちに電位分布ならびにその時間的経過を観察した。ただし測定しない間は Ringer 液に浸しておき、無関

係電極は負傷部分の中央においた (Fig. 2)。

電極としては Zn-ZnSO_4 不分解電導子を用いた。測定器は後藤、木村の考案による真空管二段プッシュプル直結増幅器⁸⁾を使用した。最大感度は $32\mu\text{A/mV}$ で 0.1mV までアンメーターの振れで正確に読みとることが出来る。

実験の時期は 1954 年 2 月下旬から 11 月までの間で、室温は $10\sim 27^\circ\text{C}$ の範囲に及んでいる。

III. 実験成績

A. 予備実験

1) 神経切断後の電位分布

負傷電位の測定あるいは比較に際して注意しなければならない事からは、杉²⁹⁾³¹⁾³²⁾が筋肉の負傷電位の精細な研究によって明らかにしているように、1) 負傷面からの距離によって電位に差があり特有な電位分布を示すこと、2) 切断の仕方また媒質による短絡の程度如何により負傷電位の大きさ及び分布が異って来ること、である。すなわちこれらのことを無視しては負傷電位の比較は出来ない。短絡については杉氏隔絶法により可及的にこれを少くすることが望ましいが、そのためには標本が小さ過ぎることと各部位の比較をみるためには数多くの隔絶が必要となるため時間的にまた技術的に困難を極めるので止むを得ず空中に浮かした形で測定を行った。次に電位分布に関しては各部位を切断する度毎に全体の分布を調べるとすれば測定終了までに長時間を要し経過時間を無視出来なくなるので、切断後の電位分布は前後根および坐骨神経においてどのようなかを予備実験として観察しておいた。その結果を Fig. 3 に示す。

即ち神経切断後の電位分布の状態は前後根と坐骨神経とで明らかに差異を示し、負傷電位は後者より前者が大きくその最大値は後者より切断端の近くにある。その電位はさらに切断端より遠ざかるにつれて漸次下降する。筋肉の場合と比較すると前後根は負傷筋において隔絶を有する時の分布曲線に対応し、坐骨神経はそれが隔絶をもた

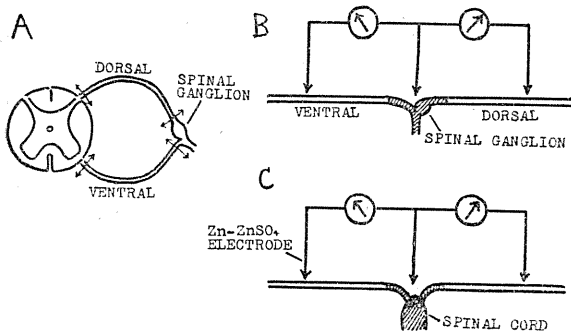


Fig. 2. Diagrams illustrating the method for measurement of injury potential of the spinal roots.

A : Roots are cut off at arrow signs.

B : and C : shows arrangement of leads.

Killed regions are cross-hatched ; B is distal and C is proximal preparation.

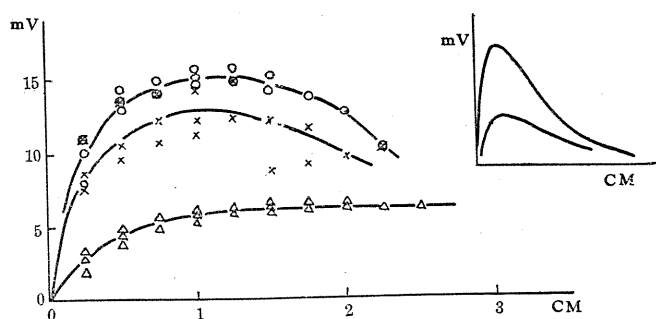


Fig. 3. Distribution of the potential along the spinal roots and the sciatic nerve from the cut end (at 10°C).

Signs: ○ ventral root, × dorsal root and △ sciatic nerve.

Inset: Schematic diagram of potential distribution on the injured muscle with and without shunt.

ないときの分布曲線に対応する結果を示している。なお断端より前後根では10mm, 坐骨神経では15mm離して無関係電極をおけばほぼ安定なしかも最も大きな負傷電位が得られることがわかった。

2) 神経の直径の分布

神経線維の大きさと負傷電位との関係がRexedによって考察されているが²⁸⁾, 神経の束での大きさすなわち見かけ上の大きさと負傷電位との関係を知るため Ringer 液に浸した場合と, そ

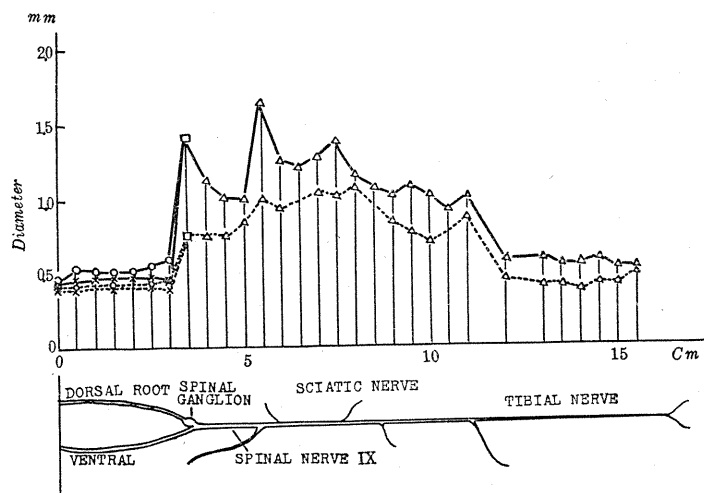


Fig. 4. Distribution of the diameter of the bullfrog peripheral nerves and spinal roots (at 17.5°C).

Signs: — : in Ringer's solution.

..... : 30 minutes after lying on the dry filter paper.

○ ventral root, × dorsal root, □ spinal ganglion and △ sciatic and tibial nerves.

れを30分間濾紙上に乾燥させた場合の神経の各部の大きさを顕微鏡下で測定した。室温 17.5°C (4月)において測定した直径の分布の代表的な結果を Fig. 4 に示す。

これによって乾燥前の前後根と坐骨神経との径の比は約 1:2 で軽度の乾燥による径の減少の割合は両者殆んど同じであることがわかる。しかし 1~1.5時間の高度乾燥後の測定によると直径の減少の割合は脊髓根の方は小で坐骨神経では大である。この事は坐骨神経

には Epineurium があり脊髓根にはそれがないため乾燥条件は異なるが, 前者の結合組織が非常に多いことを物語るものであろう。

B. 切断による負傷電位

主として2月, 3月において実験を行った。

測定は末梢端より等間隔で漸次切断して中枢端に向う場合と中枢端より始める場合と両方行ってみたが結果は大体同じ傾向を示した。その代表的分布曲線および平均値を Fig. 5. に示す。

この結果から先ず負傷電位は一般に脊髓根から末梢にゆくほど連続的に小さくなり脊髓根と坐骨神経とを比較するとその比は約 3:1 であることがわかる。また Fig. 4 と比較した場合負傷電位の大きさは視経の見かけ上の断面積には明らかに無関係で, 強いていえば坐骨神経のみがいくらか平行しているようである。前根, 後根の分布曲線は交叉し中枢端では後根が前根より大で末梢端においてはその逆の関係を示している。

ただし17例のうち12例は Fig. 5 と全く同じ傾向を示し, 5例は前後根の中央から中枢端に及ぶ分布曲線において多少差異がみられた。その5例のうち3例

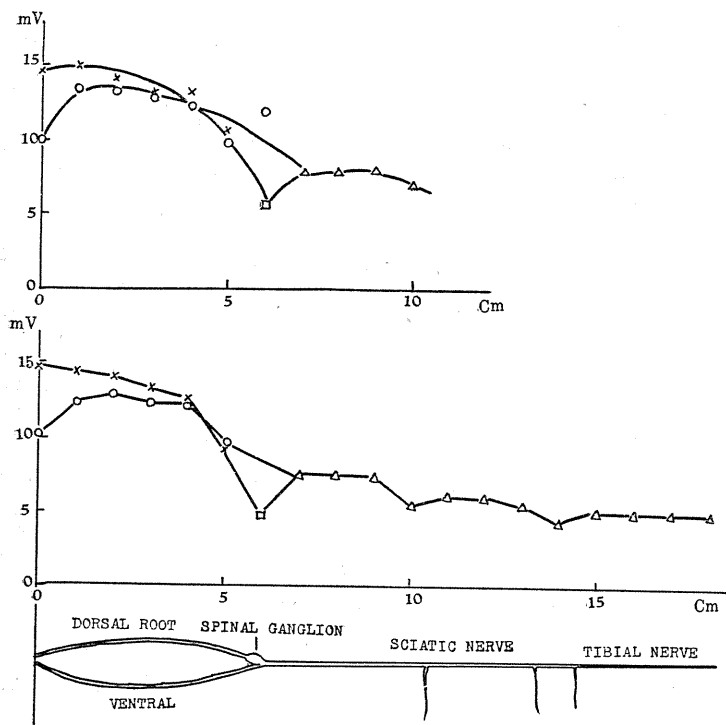


Fig. 5. Variation of injury potential from the proximal end of roots to the distal end of the tibial nerve.

Upper : A verage of 17 experiments

Lower : A typical distribution of injury potential (30 minutes after extraction, at 12°C).

Signs : ○ ventral root, × dorsal root, □ spinal ganglion and, △ sciatic and tibial nerves.

はほぼ同電位を示し2例は前根より後後の方が小さい値を示した。これらは一般に摘出に要した時間と摘出後、測定を始めるまでの経過時間が長かったものにみられた。

脊髓神経節の負傷電位が神経束のそれより可成小さいことは注目に値しよう。

C. 熱湯による脊髓根の負傷電位

前項にみる前後根の負傷電位の分布曲線の興味ある結果から、さらにこれを確めるため前後根のみについて4~9月および11月にわたって以下の実験を行った。末梢端あるいは中枢端を沸騰したRinger液で殺し直ちに測定を開始して電位分布とその時間的経過を観察した。その結果の代表的なものをFig. 6, Fig. 7に示す。

負傷部を余り長くすると他方の切断端の影響が大きくなるので負傷範囲はそれぞれ約15mm

以内(根の全長の約2/5以内)にした。31例のうち電位分布曲線においてFig. 6および7と逆の傾向を示したものが4例認められた。これを精細にみると、末梢端負傷例16例のうち14例はFig. 6と全く同じ傾向を示し後根より前根の負傷電位が大きい。2例だけが逆の結果、すなわち前根より後根の方が大きな電位を示した。ただしこの2例の負傷は何れも根の長さの約1/2に及んだものである。なお前根に脊髓をつけたまま、すなわち無傷の前角細胞をつけたまま測定しても特に差は認められなかった。

次に中枢端負傷例をみると15例のうち11例はFig. 7と全く同じ傾向を示し、後根の負傷電位は前根のそれより大きい。しかし1例が前、後根等電位、3例は逆の結果すなわち後根より前根の方が大なる

値を示した。この3例において共通な点は標本摘出後の時間または負傷してから測定を始めるまでの経過時間が他の例より長かったこと、および一般に負傷部が長いこと等があげられる。この場合も後根に脊髓神経節をつけたまま測定しても特に差は認められなかった。

要するに、前後根の負傷電位は末梢端においては前根の方が後根より4~10mV大であり中枢端に移るにしたがってその差は小さくなる。時間的経過は共に指数函数的に減少し前根の方が後根より勾配がやや急である。

次に中枢端においては逆に後根の方が前根より2~5.5mV大であり末梢端に移るにしたがってその差は小となる。時間的経過は一般に後根の方が電位下降が急峻で負傷後30分前後で前根の時間的経過曲線と交叉し従って電位は前根の

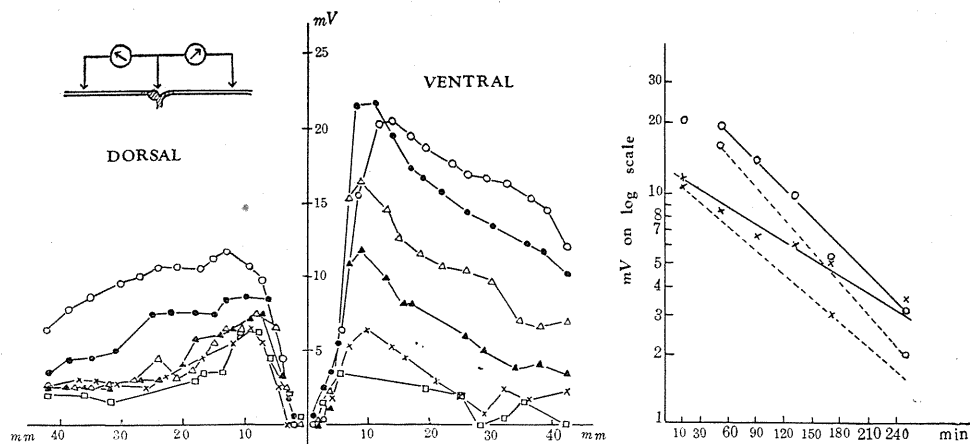


Fig. 6. Distribution of the potential and its time course after injury at distal portion (2.5mm) of the ventral and dorsal roots (60minutes after decerebration, at 27.5°C).

Left diagram : Distribution of the potential along the injured ventral and dorsal roots at several different time. Signs : $\circ$ 10min., $\bullet$ 50', $\triangle$ 90', $\blacktriangle$ 130', $\times$ 170' and $\square$ 250' after injury.

Right diagram : Time course of injury potential.

— : on the portion showed initially maximum value. : on the midpoint of intact part.

$\circ$: ventral root and $\times$: dorsal root.

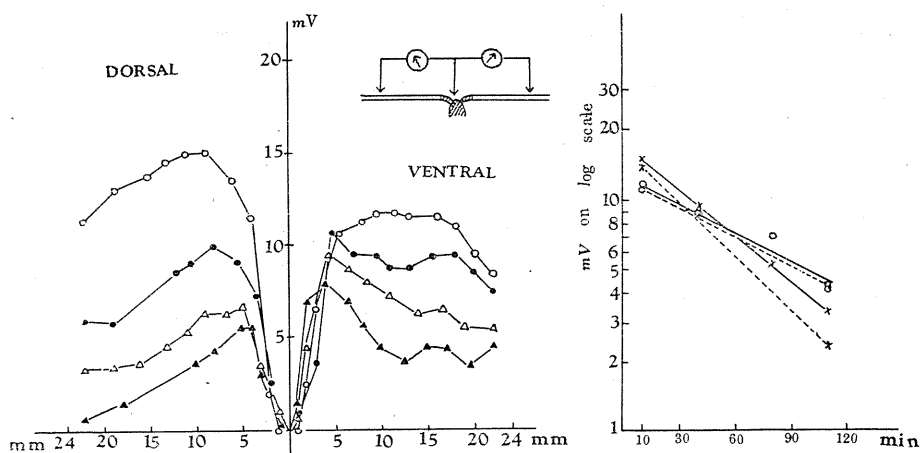


Fig. 7. Distribution of the potential and its time course after injury at proximal portion (1.5mm) of the spinal roots (50minutes after decerebration, at 23°C).

Left diagram : Distribution of the potential along the injured ventral and dorsal roots at several different time. Signs : $\circ$ 10', $\bullet$ 40', $\triangle$ 80' and $\blacktriangle$ 110' after injury.

Right diagram : The time course of injury potential.

— : on the portion showed initially maximum value. : on the portion at 2/3 of nerve length from injured region. $\circ$: ventral root and $\times$: dorsal root.

それより小となる。

なお何れの場合においてもしばしば前根の負傷電位は時間的経過の観察から負傷後40分前後において最大値を示すことがわかった。後根においてはかようなことはみられなかった。

以上は 4~9 月 (覚醒期) の結果を示すもの

で11月すなわち冬眠期にはいと負傷電位は約 1/10の値まで減少した。従って末梢端においては負傷電位は前根の方が後根より 0.5~1.2mV 大であり、中枢端においては後根の方が前根より 0.1~0.6mV 大であった。他の一般的傾向については冬眠の前と後でこれという差異は認め

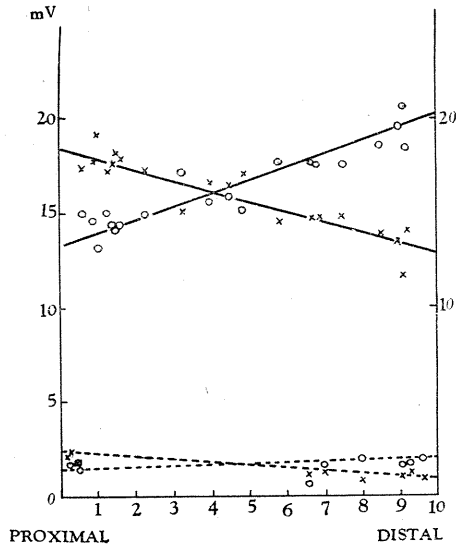


Fig. 8. Statistical distribution of injury potential of the ventral and dorsal roots.
— : awaking stadium, ... : hibernating stadium (November). ○ : ventral root, × : dorsal root.
Abscissa : whole length of spinal roots are shown by 10.

られなかった。

以上の結果から前根と後根の各部の負傷電位をそれぞれ平均して Fig. 8 を得た。ただし健康部の長い場合の方がより忠実な値を示すと考えられるので、主としてかような例を平均して図にみるように 2 つの直線を描き、他の例はそれに基づき個体差を補正して plot した。

Fig. 8 から前根および後根の負傷電位は時期を問わず部位によって異り明らかに連続的な勾配を示すことがわかる。しかも前根、後根何れもそれぞれの所属する神経細胞体から末梢にゆくほど負傷電位は大となり両者のその分布曲線は交叉する。

D. 脊髓根の表面の定常電位

切断による負傷電位の影響は無視出来るように脊髓から坐骨神経までの摘出標本で無関係電極を坐骨神経の上において測定した。そのうち比較的定型的な結果を Fig. 9 に示す。

前根後根ともに、特に前根は中枢端において比較的高い電位を示し、摘出後 30 分から 60 分の間において増大した。他の部位においては特に

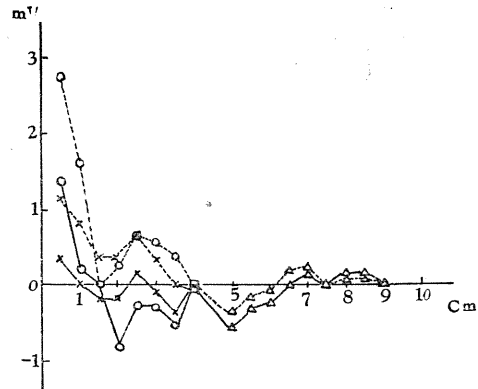


Fig. 9. Distribution of the resting potential along the surface of the roots, spinal ganglion and sciatic nerve (at 11°C).

Reference electrode was placed on the surface of sciatic nerve.

— : 30', ... : 60' after excision. ○ : ventral root, × : dorsal root, □ : spinal ganglion and △ : sciatic nerve.

著明な事実は認められなかった。

IV. 考 察

脊髓根は、前根が運動性、後根が知覚性であるという様に機能的に異なる役割を持つこと、又それぞれの所属する神経細胞体が前者は脊髓前角、後者は脊髓神経節にあるということ、及び他の神経束などの様に上神経鞘 (Epineurium) を持たない事、などの理由から、静電位の観察には比較的都合のよい標本であると思われる。

神経切断後の電位分布の状態が前後根と坐骨神経とでは明らかに差異を示し、前者は後者より電位が高くその最大値は後者より切断端の近くにあり、切断端より遠ざかるにつれて漸次下降するという事実は杉の筋肉の負傷電位の研究^{29), 31) 32)}からわかるようにおもに媒質による短絡の程度の差によるものと考えられる。すなわち坐骨神経は Epineurium を有するが前後根にはこれがないから当然前者は後者より短絡が多いわけである。又この電位の分布を考えると、無関係電極を何処におくかによって負傷電位の大きさが違って来ることもわかる。従来の研究で結果が区々であるのはこの無関係電極の位置がまちまちである事も一因であると思われる。

負傷電位の分布を見ると負傷電位は脊髓根か

ら末梢にゆくほど連続的に小さくなり、前後根と坐骨神経とを比較するとその電位の比は3:1になるが、これはRexed²⁸⁾が猫において得た結果とよく一致している。神経束の見かけ上の断面積はその負傷電位の大きさと全く無関係であるが、これについてRexedは見かけの断面積に対する軸索の断面積(但し無髄神経を含まない)の割合と平行関係のある事を見出している。しかしこの事からは前後根の電位の差とくにそれらの分布曲線が交叉する事実は説明出来ない。前根と後根との間で結合組織のはっきりした量的差異は認められていないからである。

前後根の負傷電位の差についてDu Bois-Reymond⁴⁾は両者の間に差を認めず、Biederman²⁾は運動神経は基部が大で感覚神経は末梢が大なることを観察し、その後ErlangerとBlair⁵⁾は臺で前根は後根より平均6.3mV大となること、Rexed²⁸⁾は猫で前根が4.7mV大なることを見ている。しかし何れもその原因を神経の種類による差に帰結して根の部位による差は観察されていない。また関係電極の位置も明確にされていない。更に季節的変動もみられていない。従ってそれらの結果が区々であり、また単に負傷電位の大小だけの考察に終わっているが、負傷電位の大小の比較は電位分布の観察によらなければなるまい(杉)。

これらの点を考慮してもなお前、後根何れも神経細胞体から末梢にゆくほど負傷電位は大となり両者における電位の分布曲線は交叉することが明らかになった。つまり前根と後根で負傷電位は一概に何れが大なりとも小なりともいうことは出来ない。先人のいうように神経の種類によって差があるということも充分考えられるが、むしろ前根後根にしたがって単一の神経突起に電氣的極性あるいは電位勾配が存在すると考える方がより妥当であると思われる。なお軸電流についてもかかる観点から考えられるべきではなからうか。

負傷電位の時期的差異については、神経の静止時の膜電位はKイオンの細胞内外の濃度差に基くといわれているから、冷血動物の組織液の

KおよびCaの含有量が季節的に大きく変動する事実(de Boer³⁾, Fenn⁷⁾, 橋村¹⁴⁾)とくに冬眠期においてKが増量する事実と密接な関係があると考えられる。また外液のKイオンの濃度によって静電位の大きさが変わるので使用する代用組織液が問題になるが、11月(冬眠開始)の実験ではこの季節に組織液のKが増量する事実を考え冬期用のRinger液¹⁵⁾を用いた。なおこのRinger液は2月および3月においても使用した。しかし同じようにK含有量の多い冬眠期において負傷電位の大きさは11月と2月(産卵期)および3月とでは全く異り11月において非常に小さい。Fenn等⁷⁾は11月よりも3月の方がK含有量は多いことを観察している。これらの事実を考えると簡単に組織液のK含有量のみから静電位における結果を推断することは許されないであろう。何れにしても季節による静電位変動の本態は細胞内外の無機イオン含有量の季節的変動の究明ならびに他の要因の発見にまたなければならない。

負傷電位の時間的経過は一般に前根でも後根でも筋肉でみられる様に³⁰⁾指数函数的に下降するが、前根の負傷電位はしばしば負傷後40分前後において最大値に達しその後次第に下降し、後根のそれは初めから下降する。この結果はErlangerとBlair⁵⁾の結果と一致している。さらに中枢端の負傷の場合、前根と後根の負傷電位の時間的経過曲線が30分前後で交叉するという事実は負傷後測定開始までの経過時間が長かった3例において逆の結果を示した理由を説明出来よう。この前根と後根の時間的経過の差は神経の種類による差が大いに関係するものであろう。ErlangerとBlairは感覚神経は運動神経と比べlooser membraneをもっているからだといっているが、一般に両者の差についてはアセチルコリンの量的差異(Feldberg⁶⁾)や線維の大きさの差および機能的な差などを考慮すべきものと思われる。

脊髄神経節の負傷電位が神経のそれより小さいという事実は、猫の中枢神経の切断面電位が灰白質では白質に於てよりも小さいという結果

(Langenskiöld と Rexed²¹⁾); 和佐野と後藤³⁵⁾とよく符合している。この事について Rexed 等は軸索と神経細胞体の固有の性質の差及び短絡の多い少ないという2つの要素を考えているが、同様なことはこの両棲類にも当てはまるであろう。しかし蟄の脊髄根において得られた結果と考え合わせる時、固有の性質の差もかなり大きな役割を持っており細胞体の負傷電位は突起のそれよりも小さいのではないかと推定される。そして負傷電位は神経細胞から神経突起の末梢にゆくにしたがい連続的に大きくなるものと考えられる。根表面の定常電位は前根でも後根でもとくに前根では中枢端において比較的高い値を示し、摘出後30分から60分までに増大を示すという結果は稲田¹⁶⁾が潤湿な酸素が送られる容器内で観察した結果と一致している。この事から表面の定常電位においても、負傷電位におけるごとく少くとも部位的に差があることは明らかである。しかしこの場合は負傷電位に比べ比較的変動の多い結果があらわれたが、これは電位が小さいこと、負傷電位、シナプス電位、酸素張力の影響および摘出後の時間経過など多くの要因によるものと考えられる。

著者の実験結果と関連して従来中枢神経系に於いて Langenskiöld と Rexed²¹⁾ の脊髄断面の負傷電位、van Harreveld¹⁰⁾ の窒息による脊髄の脱分極 Libet と Gerard²²⁾ の静電位と神経の興奮性、和佐野と後藤³³⁾³⁴⁾³⁵⁾ の中枢神経各部における表面の電位、断面電位および脳室内面の電位の研究、および稲田¹⁶⁾¹⁷⁾ の脊髄ならびに根の定常電位などの研究があり神経細胞体と神経突起との電位的差異について多くの事実と示唆が与えられている。

これらの事実と脊髄根で得られた結果から直ちに結論を下すことは困難であるが、成熟したニューロンにおいても電氣的極性が存在し従って電位配布も一定の pattern を示すものと考えられよう。

V. 総 括

1) 蟄の脊髄から脛骨神経に至るまでの摘出

標本を用いて、各部の負傷電位および前根と後根の表面の定常電位を測定した。

2) 負傷後の電位配布の状態は前根、後根ならびに坐骨神経において明らかに差異を示し、前者は後者より電位が高くその最大値は後者より切断端の近くにあり、さらに断端より遠ざかるにつれて漸次下降する。

3) 前根と後根の直径には殆んど差を認めない。前後根と坐骨神経との直径の比は約 1:2 である。

4) 負傷電位は脊髄根から末梢にゆくほど連続的に小さくなり、前後根と坐骨神経とを比較するとその比は約 3:1 である。そして負傷電位の大きさと神経の見かけ上の断面積との間にははっきりした関係がない。

5) 脊髄神経節の負傷電位は神経束のそれよりかなり小さい。

6) 前後根の負傷電位は3~9月の期間内で末梢端においては前根の方が後根より 4~10mV 大で中枢端に移るにしたがってその差は小さくなり、中枢端においては逆に後根の方が前根より 2~5.5mV 大で末梢端に移るにしたがってその差は小となる。

7) 11月冬眠開始期には前後根の負傷電位は約 1/10 に減少する。すなわち末梢端においては負傷電位は前根の方が後根より 0.5~1.2mV 大で、中枢端においては後根の方が前根より 0.1~0.6mV 大である。他の一般的傾向については冬眠の前と後とでこれという差異は認められない。冬眠時における負傷電位の減少と細胞内外の K イオンの濃度の変動との関連を考察した。

8) 時期を問わず前根および後根の負傷電位は部位によって異り連続的勾配を示す。しかも前根、後根何れも神経細胞体から末梢にゆくほど負傷電位は大となり両者における電位の分布曲線は交叉する。

9) 前後根の負傷電位は時間的に何れもほぼ指数函数的に下降するが、前根ではしばしば負傷後40分前後において最大値を示す。後根のそれは初めから下降し急峻である。

中枢端の負傷の場合は前根、後根の2つの時間的経過曲線は30分前後で交叉し従ってその後は前根の負傷電位が後根のそれよりも大となる。末梢端の負傷の場合はかようなことはみられない。

10) 脊髓根表面の定常電位は前根、後根ともに中枢端において比較的高い電位を示し、摘出後30分から60分の間で増大する。

11) 以上の結果からネuronに構造的、機能のおよび生化学的極性が認められるとともに一定条件の下において電氣的極性したがって電位配布に一定の pattern があることを論じた、

筆を擱くに当り、本研究を許可されかつ御助言御校閲を賜った岡田教授ならびに、終始懇篤な御指導を与えられた後藤教授に対し、謹んで感謝の意を表する。

文 献

- 1) Barakan, T. H., C. B. B. DoWnman, and J. C. Eccles, (1949) Electric potentials generated by antidromic volleys in quadriceps and hamstring motoneurons. *J. Neurophysiol.* 12, 393-424
- 2) Biedermann, W. (1895) *Electrophysiologie*. Jena, G. Fischer, pp., 637-650
- 3) de Boer, S. (1918) Le liquide de perfusion de coeurs de grenouilles d'été. *Arch. Néer. Physiol.* 2, 352-357
- 4) Du Bois-Reymond, E. (1848-60) *Untersuchungen über thierische Elektrizität*. Berlin, G. Reimer, 2 v. in 3
- 5) Erlanger, J. and E. A. Blair (1938) Comparative observations on motor and sensory fibers with special reference to repetitiousness. *Am. J. Physiol.* 121, 431-453
- 6) Feldberg, W. (1945) Present views on the mode of action of acetylcholine in the central nervous system. *Physiol. Rev.* 25, 596-642
- 7) Fenn, W. O., D. M. Cobb, A. H. Hegnauer, and B. S. Marsh (1934) Electrolytes in nerve. *Am. J. Physiol.* 110, 74-96
- 8) 後藤昌義・木村 武 (1953) ポータブル静電圧測定器の一工夫 *医学と生物学* 27, 212-215
- 9) Gualtierotti, T. (1952) The Potential level of the spinal roots during central inhibition and excitation. *J. Physiol.* 118, 361-372
- 10) van Harreveld, A. (1946) Asphyxial depolarisation in the spinal cord. *Am. J. Physiol.* 147, 669-682
- 11) van Harreveld, A. (1947a) Effect of ether and pentobarbital on the polarisation state of central nervous elements. *Ibid.*, 150 541-550
- 12) van Harreveld, A. (1947b) On the mechanism of the "spontaneous" re-inervation in parietic muscles. *Ibid.* 150, 670-676
- 13) van Harreveld, A. (1951) Asphyxial potassium loss of mammalian nerve. *J. cell. comp. Physiol.* 38, 199-206
- 14) 橋村三郎 (未発表) 日本産トノサマガエルならびにヒキガエルの血液におけるK及びCa含有量の季節的変動
- 15) 石原 誠 (1940) 一般生理学より 克誠堂 東京 P. 52
- 16) 稲田素臣 (1954) 脊髓並びに根の定常電位について *日本生理誌* 16, 547-551
- 17) 稲田素臣・荒木辰之助 (1954) 神経切断端近傍の興奮性と負傷電位との関係 *日本生理誌* 16, 552-554
- 18) Kappers (1929) *Handbuch der norm. u. path. Physiol.*, Vol. 9, Berlin, p. 475
- 19) Kugelberg, E. (1944) Accommodation in human nerves. *Acta Physiol. Scand.*, 8, suppl. 24
- 20) Kugelberg, E. and C. R. Skoglund (1946) Response of single human motor units to electrical stimulation. *J. Neurophysiol.* 9, 391-398
- 21) Langenskiöld, A. and B. Rexed (1947) Injury potentials at different levels of cross-section of spinal cord. *Ibid.* 10, 121-124
- 22) Libet, B. and R. W. Gerard (1941) Steady potential fields and neurone activity. *Ibid.*, 4, 438-455
- 23) Ling, G. N. (1952) The role of phosphate in the maintenance of the resting potential and selective ionic accumulation in frog muscle cells. *Phosphorus Metabolism*. Vol. 2, pp., 748-797
- 24) Lorente de Nó, R. (1947a) A study of nerve physiology. *Stud. Rockefeller Inst. med. res.*, Vol. 131-132, p. 1.
- 25) Lorente de Nó, R. (1947b) Action potential of the motoneurons of the hypoglossus nucleus. *J. cell. comp. Physiol.* 29, 207-288
- 26) Lund, E. J. (1947) *Bioelectric Fields and Growth*. Austin, Univ. Texas press, pp., 1-391
- 27) Peterfi und Kapel (1934) *Handbuch der vergleichende Anatomie der Wirbeltiere*. 2 Band, I. Hälfte, Berlin, p. 331
- 28) Rexed, B. (1947) Injury potentials along peripheral nerves in relation to histological structure. *J. Neurophysiol.* 10, 113-119
- 29) Sugi, Y. (1935-36a) On the seat of the electrical asymmetry of the injury potential of muscle. *Jap. J. Med. Sciences* 3. Biophysics (Proc. Jap. Physiol. Society) 3, 17-24
- 30) Sugi, Y. (1935-36b) On the time course of the injury potential of skeletal muscle. *Ibid.* 3, 268-274
- 31) Sugi, Y. (1940a) Studies on the origin of the injury potential of muscle. Part 1. The distribution of potential on and around the injured muscle and its models. *Ibid.* 6, 293-329

- 32) Sugi, Y. (1940b) Ditto. Part 2. Factors affecting the value and distribution of the injury potential. Ibid. 6, 331-368
- 33) 和佐野武雄・後藤昌義 (1952a) 猫の中枢神経表面に見られる静電位 (steady potential) について 四国医誌 3, 1-7
- 34) 和佐野武雄・後藤昌義 (1952b) 猫の脳室内面の静電位 (steady potential) について 四国医誌 3, 8-11
- 35) 和佐野武雄・後藤昌義 (1952c) 猫の脊髓横断面に見られる静電位 (steady potential) について 四国医誌 3, 1-4
- 36) Wyke, B. D. (1951) Biophysical aspects of nervous function. Progress in Biophysics and biophysic. Chem., 2, Butler and Randall, London, p. 117
See, Brooks, C. Mc C. and Eccles : (1947) J. Neurophysiol. 10, 251 ; (1948a) Ibid. 11, 401 ; (1948b) Ibid. 11, 431 ; (1947) Nature, Lond., 159., p. 760.
Brooks, C. McC., Eccles and Malcolm : (1948) J. Neurophysiol. 11, 47 Brooks, C. McC., Downman, C. and Eccles : (1950) Ibid. 13, 9

Summary

The carefully excised preparation from spinal cord to tibial nerve of bullfrog was used for the purpose of studying electrical properties of the resting nerve. The injury and the steady potential at different portions on the surface along the roots were measured, obtaining the following results.

1) The potential distributions on the injured nerves showed a apparent difference between the spinal roots and the sciatic nerve, the former having a higher injury potential and a maximum potential on the intact surface at nearer portion than the latter, and the more the portion measured was spart from the killed nerve end the lower the potential on the surface became.

2) Microscopic measurements of the diameter of nerve trunk at its different portions showed that the ratio of diameter of spinal roots to that of sciatic nerve was about 1 : 2, but no difference of diameter between the ventral and the dorsal roots was recognizable.

3) The more the portion of cross section was distant from its spinal roots the smaller the injury potential of the peripheral nerves became, and the ratio of the injury potential of spinal roots to that of sciatic nerve was about 3 : 1. Then, the magnitude of the injury potential had no relation to the apparent area of the nerve cross-section.

4) Injury potential of spinal ganglion was fairly smaller than that of nerve trunk.

5) In the period from March to September the injury potential of the ventral root was larger than that of the dorsal by 4 to 10mV. at its distal portion, and the more the portion was proximal the smaller the potential difference between the roots became. On the contrary at the proximal portion the injury potential of the dorsal root was larger than that of the ventral by 2 to 5.5mV., and the more the portion was distal the smaller the potential difference between the roots became.

6) In the initial stadium of hibernation (November) the injury potentials of spinal roots decreased to about 1/10 of that in the awaking stadium. The injury potential of ventral root at its distal portion was larger than that of the dorsal one by 0.5 to 1.2mV. and on the contrary at its proximal portion the injury potential of the dorsal was larger than that of the ventral one by 0.1 to 0.6mV. There seemed no difference between before and after a start of hibernation in other respects on the injury potential of the spinal roots.

7) In disregardless of the seasons, the magnitude of the injury potentials of ventral

and dorsal roots were different from portion to portion and have the continuous gradient along the roots. Since the more the portion measured was apart from the cell body the larger the injury potentials of ventral or dorsal roots became, then the distribution curves of the injury potential along the roots crossed with each other.

8) In general both injury potentials of the ventral and dorsal roots decreased exponentially with time course. The ventral one, however, often showed maximum value at 40 minutes after injury and then gradually decreased with time. The dorsal one always decreased directly and steeply after injury. Both curves of time course on the ventral and dorsal roots injured at the same levels of proximal portion crossed at about 30 minutes after injury, and then injury potential of the ventral root became relatively larger than that of the dorsal. Such fact was not recognized on the roots injured at distal portion.

9) Steady potential on the surface along the ventral and dorsal roots showed relatively higher value at proximal region, and this tendency was more increased at 60 minutes than at 30 minutes after excision of the preparation.

From the above results it was discussed that a neuron having the structural, functional and biochemical polarities should have also an electrical polarity or an inherent pattern on the potential distribution under a constant condition.

(Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kyushu University)

歯科局所麻酔の発現機序に関する生理学的考察 612.311.1:616-089.5-031.84

Physiologic Studies on the Mechanism of Local Anesthesia in Dentistry

(本論文の要旨は第31回日本生理学会総会において発表した。)

中 久 喜 喬 (NAKAKUKI-Takashi)*

一般に、歯科臨床に携わる者にとって、歯痛の処置を如何にすべきか、また手術その他の治療時にどうすれば無痛処置を行えるか、と云うことは、日常最も緊要な問題の1つである。このような場合、吾々は有効適切な除痛法を施さねばならないが、その一法として局所麻酔法が挙げられよう。そして、主な方法には、浸潤麻酔法、即ち口腔粘膜、骨膜、骨髓、歯根膜、歯髓等を支配する三叉神経知覚線維の終枝に向けて麻酔液を注入深達させ、その知覚機能を脱失せしめる方法があり、または伝達麻酔法、即ち神経幹の中樞に近い特定の場所へ麻酔液を作用させて、その末梢側から起る興奮伝達を遮断せしめる方法がある。さて、近來歯科口腔外科領域における基礎的事項の研究発展は、これら局所麻酔の分野に目覚ましい進展をもたらし、その成立機序についても既に各方面より追究されている。ところで、従来浸潤麻酔時に薬液が骨内を浸潤する経路に関しては大略次の如く推論されて来た。即ち、歯齦部に注射された麻酔液は骨表面に認められる大小多数の骨小孔より小管を通じて浸入し、歯牙及び周囲組織に分布する知覚神経線維に到達して該部の知覚を麻痺させる、と云われている。しかしながら、この実験的証明は未だに見られないようである。

そこで、著者は歯科局所麻酔ことに浸潤麻酔の発現機序のうち、その物理的事項即ち注射麻酔液の組織内浸入、拡散等に主眼を置き、電気生理学的実験法によって種々検索を加えたところ、いささか見るべき知見を得たので、ここに報告する。

1. 実験方法

実験動物は、体重 10kg 内外の成犬で特に歯

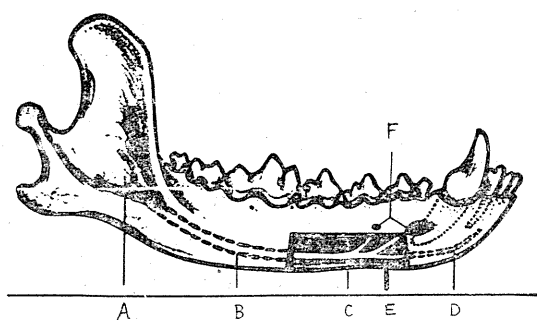
* 東京歯科大学生理学教室 (山田 守教授)

牙及びその附近組織の健全なものを選んだ。先ず、犬を基礎麻酔後、固定台へ背位に確実に固定した。次いで、溶性メチルヘキサピタル水溶液の静脈内注射を徐々に行い昏睡状態にし、全身の筋肉を弛緩させて容易に開口出来るようにした。この様に前処置をした犬の上下顎を、特別に設計製作した顎固定装置にそれぞれ固定した。

手術々式 実験対象部には主として下顎前歯部を用いた。初めに、下顎下縁部手術野を除毛し、下縁に沿って第2ないし第4前臼歯間に相当する範囲の皮膚切開を加え、さらに骨膜を剝離して下顎骨体外側面を露出させた。この際、成可く口腔粘膜組織に損傷を与えぬよう留意した。次に、骨質を外層より一層ずつ骨盤等で注意深く削除して下顎管を露出させ、その中の下歯槽神経及び下歯槽動静脈を見える様にした。最後に、これらを被覆する結合組織を鈍器で丹念に剝離し、頤神経を分岐した直後の神経幹を選択分離して、これに誘導電極を挿入した (第1図)。

また、上顎前歯部を実験対象に数例選んでみた。この場合、誘導電極は上顎神経の前上歯槽枝に挿入した。先ず、上顎臼歯齦頰移行部に弓状切開を行い粘膜骨膜弁を形成して骨面を露わし、次に、眼窩下孔外において眼窩下神経及び脈管を堅く結紮したのち末梢側を切離し、更に弁を剝離翻転した。そこで、眼窩下孔外上方の骨壁を除去すると前上歯槽枝が本幹より分岐して骨中に進入しているのが見られたので、これに沿って外側の骨を慎重に鑿除し前上歯槽枝を手術的に露出した。

なお、実験実施中は極力室温を約 30°C に保持し、また手術野は常時 37~40°C の Locke 液



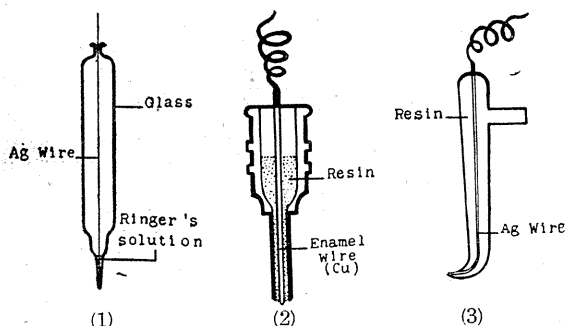
第1図 犬の下顎骨(右側外面)

A) 下顎孔 B) 下顎管(下顎孔←→頤孔) C) 下歯槽神経
D) 頤管 E) 誘導電極 F) 頤孔

で湿潤させるよう努めた。

実験装置 誘導電極として、富田¹⁰⁾(1950)が用いたような内径約20~40 μ の微小電極、時実⁹⁾等(1951)が筋電図を撮るために使った1/5mm注射針応用の同心型針電極、又は銀線を合成樹脂で被覆した電極を適宜使用した(第2図)。これらの電極を固定装置で顎骨体部に固定し、装置附属の微動器を用いて静かに移動させながら神経幹に挿入した。そして、各電極から誘導された神経の偽作流を増幅器を経て拡大し、Braun管 Oscillograph を以て観察した。そこで、これを連続撮影機で撮影記録し、同時にフィルム面には3秒間隔の時間と刺戟標示とを記すようにした。

実験方法 最初に、歯牙及びその附近に何等の刺戟も加えないままの状態を暫時観察した。しかるのち、正常な状態の実験側前歯を小木槌で叩打し、又歯科用ポイントで削去して最も著明に偽作流の得られる歯牙を実験対象とした。



第2図 誘導電極

(1) 微小電極 (2) 同心型針電極 (3) 合成樹脂被覆電極

念のため、反対側歯牙を叩打し、それによる機械的振動と電氣的誘導装置との間に何等関係のないことを確認した。

そこで、実験部位に常法の如く歯齦注射、骨膜注射或いは歯根膜内注射等の局所麻酔を試みて歯牙に同様の刺戟を与えて偽作流の変化を終始観察し、その減少ないし消失を以て麻酔効果を判定した。供試麻酔薬は2%塩酸プロカイン液で、その2ccに対して塩酸エピレナミン液1滴と、また薬液浸入状態追求の目標となるようメチレンブラウ水溶液適量を混和した。麻酔奏効後直ちに犬を殺し血流等による色素の移動を止め、麻酔部位を表層より順次開検した。そして、色素の組織内浸入状況を肉眼的に追求しながら麻酔液の浸透、拡散を判定し、同時に解剖学的局所々見並びに組織構造も精査した。

他方、粘膜表面の特定部位を棒の尖端で軽く触れると、その部の触点からと思われる偽作流が大きな頻度で発現した。そこで、この偽作流を目標として粘膜組織に対する注射麻酔の効果も検討した。

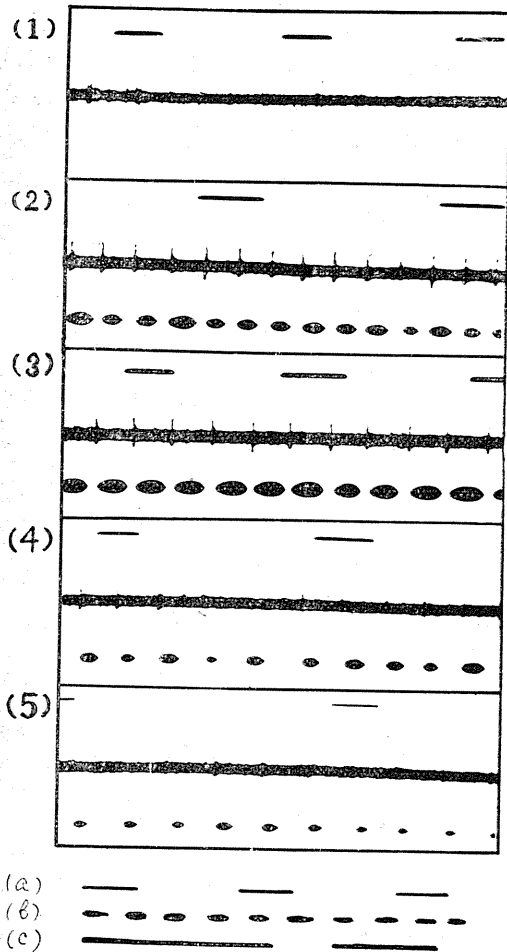
Ⅱ. 実験成績

各例とも、最初電極を挿入したのみで諸操作を全然加えない状態を暫く観察したところ、何等の変化も見出せなかった。次いで、実験歯は勿論、その周囲組織、隣在歯及び反対側同名歯を刺戟して偽作流発現の有無を記録したのち、麻酔操作を施したのであるが、その結果を分類

すると次の3群に大別出来た。

第1群 歯槽突起部に大小の孔、管等の骨組織間空隙が比較的多数存在する場合で、薬液はこれを通して根端部まで浸潤した。しかし歯槽壁が厚くそのうえ著明な骨組織間空隙が認められない時は麻酔発現までに相当の時間を要し、時に奏効不確実な場合があった。

つぎに、この群に属する1例を挙げる(第3図)。実験対象に歯牙の叩打及び歯質削去によって明瞭な偽作流を生じた下顎



第3図 実験第1群の1例

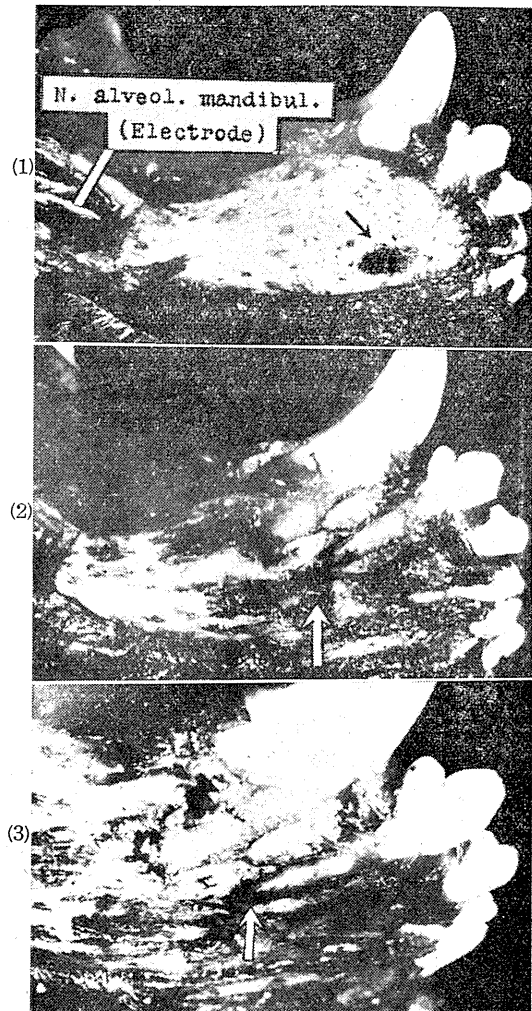
- (1) 無刺激時
- (2) 下顎右側第3切歯の叩打時
- (3) 初回麻酔50分後における同歯牙叩打時
- (4) 再麻酔30分後における同歯牙叩打時
- (5) 同じく45分後における同歯牙叩打時
- (a) 時間標示 (3秒間隔)
- (b) 歯牙叩打
- (c) 歯質削去

右側第3切歯を選び、その偽作流を記録した。そこで、その齦唇移行部粘膜下ないし唇、舌側歯齦に塩酸プロカイン 2cc を弱圧注射し麻酔効果の発現を待った。然しながら、途中僅かに偽作流の減少が認められたかと思われたが、その後は殆んど見るべき変化なく50分を経過した。

ここで、再び注射針を根端部に向けて刺入し主として深層部に塩酸プロカイン液約 2cc の所謂骨膜下注射を行った。しかるに、今回は麻酔

開始後約20分で偽作流の減少を見始め、30分頃には更に著明となり、45分頃においては殆んど消失するに至った。同時刻、実験側第2切歯槌打時の偽作流は僅かながら残り、また同側犬歯刺激による偽作流は麻酔前と変らなかった。故にこの事実は主に第3切歯部が麻痺されたことを意味すると考えてよからう。

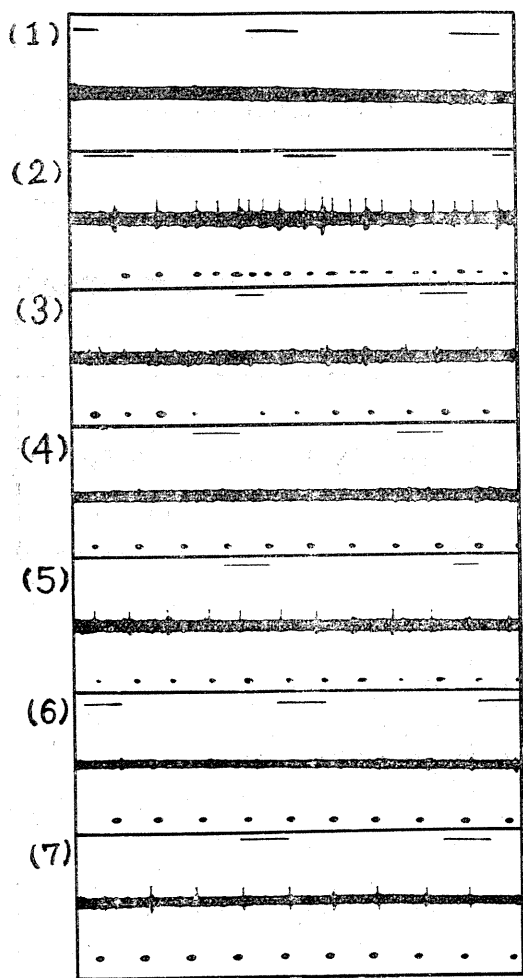
ここにおいて、即刻犬を殺し局所を剖検して次の所見を得た(第4図)。即ち、第1, 2, 3切



第4図 第1群例の剖検所見

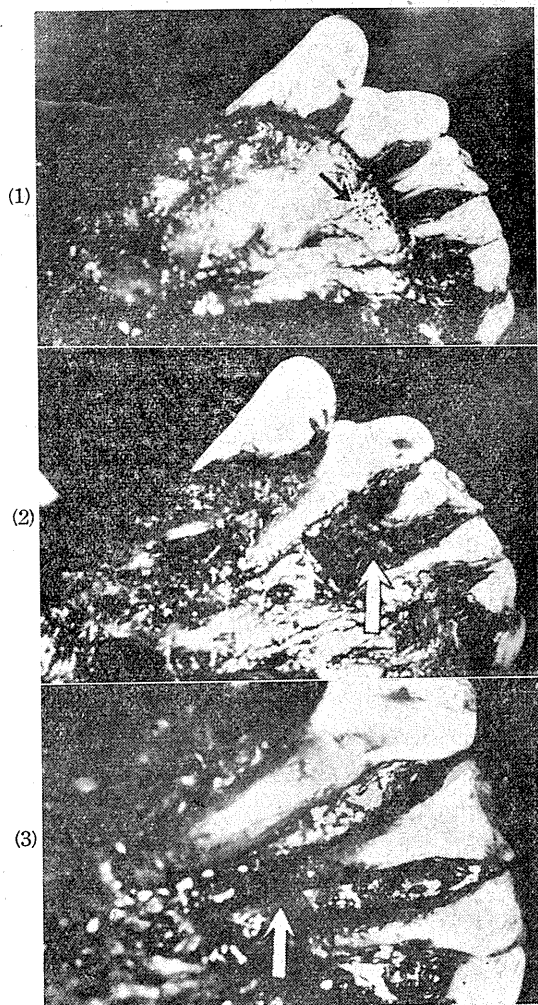
- (1) 骨膜を剝離し、歯槽骨表面を露出したところ、第2, 3切歯根端中央部に骨穿孔(矢印)を、またその附近に小孔の点在を認めた。
- (2) 歯槽骨壁を一部鑿除したところ、骨孔部よりの著明な色素浸入(矢印)を認めた。
- (3) 第3切歯の歯根全長を露出したところ、同根端部に明瞭な着色(矢印)を認めた。

歯唇側骨膜は黒青色に著しく着色していたが、骨膜を剝離して見ると骨面は殆んど着色されておらず小孔部のみ点状にわずかに着色されていた。そして第2, 3切歯根端部のほぼ中央に約1mm 径の自然穿孔部と思われる骨質間空隙が存在し著しい色素沈着を認めた。更に骨を表面から一層ずつ鑿除して行き色素がこれらの小孔を通じて第2, 3切歯根端部まで浸入していた事を確認した。また隣在犬歯々根膜の全部、第



第5図 実験第2群の1例

- (1) 無刺戟時
- (2) 下顎右側第2切歯の叩打時
- (3) 麻酔10分後における同歯牙叩打時
- (4) 同じく15分後における同歯牙叩打時
- (5) 麻酔前における同側第1切歯の叩打時
- (6) 麻酔28分後における同上歯牙の叩打時
- (7) 麻酔30分後における同側犬歯の叩打時



第6図 第2群例の剖検所見

- (1) 骨膜を剝離し、歯槽骨表面を露出したところ、第2切歯歯齦縁の著明な着色、同歯槽縁の小孔の点在(矢印)を認めた。
- (2) 歯槽骨壁を一部鑿除したところ、同歯頸部歯槽の骨髓のみ着色を認めた(矢印)。
- (3) 第2切歯の歯根全長を露出したところ、同歯根全長に亘って明瞭な着色(矢印)を認めたが、第3切歯歯根には全く認められなかった。

2切歯々根膜の一部には色素の沈着が認められなかった。念のため下顎管外壁を除去して見たが頤孔からの色素浸入は見られなかった。従って、本例では薬液が主にこれらの孔、管から進入し、比較的時間を費して歯根膜腔隙に到達し該部の知覚神経に作用したものと考えられる。

第2群 薬液が歯槽辺縁部に比較的豊富に見られる骨小孔を通じ、或いはまた歯槽縁を越え

て歯根膜腔隙内に進入し根端部まで深達した例で、今その1つを示す(第5図)。先ず、下顎右側第2切歯唇、舌側の近遠心歯齦乳頭部より塩酸プロカイン液 1.5cc の比較的少量を適度の圧で持続注入したところ、麻酔奏効が比較的短時間内に現われた。即ち、その偽作流は麻酔開始後10分で既に減少し、15分後には殆んど消失した。一方第1切歯槌打時の偽作流も28分後には殆んど認められなくなって了ったが、中枢側の犬歯を刺戟すれば依然として麻酔前と変らない偽作流の発現を見た。

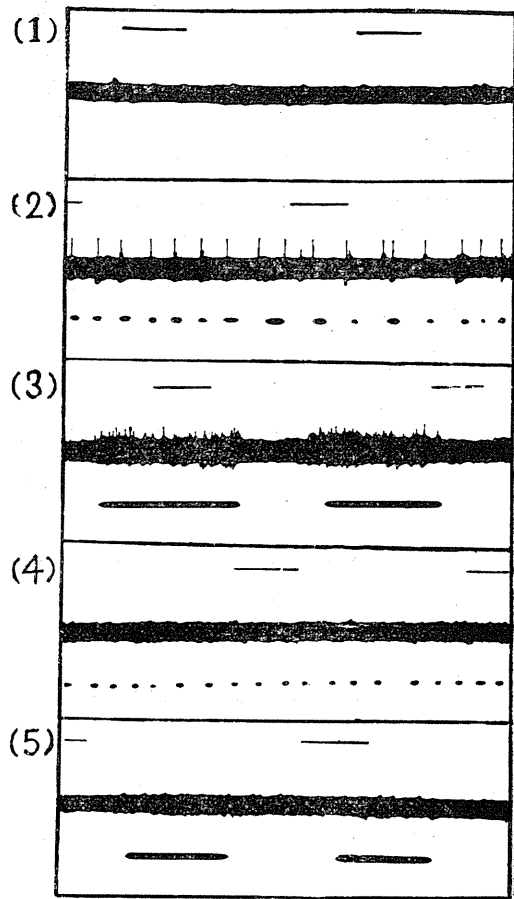
剖検の結果は(第6図)、色素が多孔性の歯槽辺縁部より内部に浸入し、或いは歯槽縁を越えて、更に歯根膜腔隙間を第2切歯根端まで到達したと考えられる着色所見を得た。次に、薬液を直接歯根膜腔隙内に注入した例即ち所謂歯根膜内注射によったものを附記する。

一般に、犬の犬歯は發育最も著明でしかも根端部歯槽外板が厚いため、多くの実験例中、対象歯が犬歯の場合は、歯齦注射では完全な麻酔効果が望めなかった。そこで下顎犬歯々頸部より15mm針を歯根膜腔隙内に直接刺入し、約10分かって塩酸プロカイン液約1ccの強圧持続注入を行ったところ、注射開始後13分で麻痺が現われ始め、その偽作流は16分後に消失した。

剖検の結果、根端部歯槽骨表面の着色は全く見られなかったが、歯齦縁、歯槽縁から歯根膜腔隙に沿っての色素浸入を現わしめた。

第3群 この群に属するものは伝達麻酔に相当する例である(第7図)。

本例では下顎右側犬歯齦唇移行部並びに周囲歯齦に2ccの塩酸プロカイン液を浸潤麻酔したが、根端注射時に針尖を頤孔から下顎管に刺入したためか、薬液が直接下歯槽神経幹に作用して極めて短時間内に完全に近い伝導中絶を招来した。即ち、犬歯槌打による偽作流は麻酔開始後僅か8分で略々完全に消失し、また前方各切歯を刺戟しても神経興奮の発現を認めることが出来なかった。これは犬の頤孔が犬歯及び第1前臼歯両根端相当部で前上方に開孔しているので、人類のそれと趣を異にし、注射針がたやす



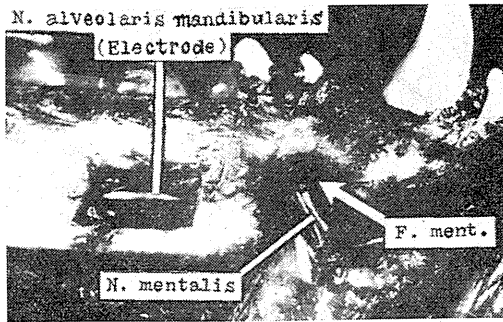
第7図 実験第3群の1例

- (1) 無刺戟時
- (2) 下顎右側犬歯の叩打時
- (3) 同歯牙の歯質削去時
- (4) 麻酔8分後における同歯牙叩打時
- (5) 同じく10分後における同歯牙歯質削去時

く刺入される状態にあったためであろう。

剖検の結果も如上の事実を立証し(第8図)、犬歯々根膜の歯頸部に近い1/3は僅かに着色の感があったが、根端部は全く着色されていなかった。これに反して、頤孔及び下顎管に沿って色素侵入が明瞭に見られ下歯槽神経幹に達していた。

ところで犬の上顎前歯々根は鼻腔底に平行して顎骨中に深く嵌合し、歯槽骨壁も比較的緻密で厚かった。之らの局所解剖学的原因の為、上顎前歯部の場合には一般に歯齦注射による効果が不確実で、実験対象としては不適当であった。



第8図 第3群の剖検所見
頤孔附近の明瞭な着色, 更に頤孔よりの色素浸入
(矢印), 頤神経, 下歯槽神経の着色を認めた。

更に, 口腔粘膜を麻酔対象とした実験では, 少量の塩酸プロカイン液の局所浸潤で容易にかつ速かにその触点に由来すると思われる偽作流が消失した。また一般に, 薬液の軟組織内における浸潤拡散範囲は骨内深達距離に比して想像以上遙かに大であったことを確認した。

Ⅲ. 考按並びに総括

吾々は日常の臨床において, 歯牙, 顎骨, 粘膜等の処置時に如何にして適確な除痛法ないしは麻酔を施し, 患者の訴える多種多様の苦痛を軽減除去させるべきか, と云う課題に遭遇する事が多い。ここにおいて先ず, 口腔諸臓器の神経支配に関する基礎知識が要求される。従来このことについてはとかく形態学的研究の結果からのみ云々されて来たが, 最近 Pfaffmann³⁾ (1939) は初めて機能的な方面からこの問題の開拓を試みた。その後更に, 菅谷⁸⁾ (1952), 山田並びにその協同研究者¹²⁾ (1953), 原¹⁾ (1953) 等は歯片特に象牙質及びその周囲組織の知覚を電気生理学的に追究検索して興味ある業績を発表している。ところで, 著者はこれらの実験方法を参酌検討した結果, 更に改良のうえ応用すれば温血動物生体内における局所麻酔奏効判定の困難性を打開し得るものと考えて前述の実験方法を採用した。即ち, 歯牙或いは周囲組織刺激によって起る知覚神経末梢側からの興奮伝導を歯槽神経幹より誘導し, その偽作流を Braun 管 Oscillograph で観察しながら麻酔液を神経末梢部或いはその経過途中に作用させた。そして同

局所知覚麻痺現象の成立をその中枢側より誘導した偽作流の消失によって判定し得た。従って本法は局所麻酔発現の有無を生理学的に他覚的に観察出来るから, その判定も比較的簡単でしかも確実性に富んでいると云い得るであろう。さて, 著者の行った数多くの実験成績を一瞥すると, 麻酔液の浸潤経路は次の如き点に要約出来るものと考えられる。即ち,

1) 前記実験成績第1群の例から云えるように, 根端部歯槽壁が菲薄でかつ比較的多孔性の場合はその部の骨組織間空隙を通して歯槽内, 歯根膜及び歯髓に分布する神経に到達し麻酔作用を発現する。しかし骨が緻密で厚い時には薬液浸潤は想像以上に困難である。

2) また第1群の例は次の事実を証明した。即ち, ときに根面の一部が骨面に露出しているか, または根端附近に自然穿孔部と思われる小孔の存在を見る事があるが, これらの場合には薬液が直接浸透して歯牙神経を麻痺させる。

次に第2群の実験成績から下記3経路が考えられよう。

3) 概して, 歯槽突起辺縁部には局所解剖学的にみて骨小管の発達が著明で, 歯齦注射により注入された薬液は, これらの骨組織間空隙から歯根膜腔隙に出て漸次根端部に達する。

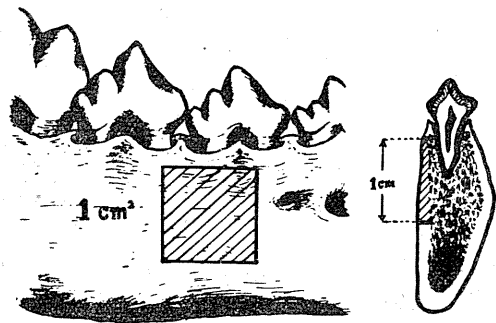
4) 或いはまた, 更に歯槽縁を越えて歯根膜腔隙に進入し徐々に根端部に至り, その経過中の神経を始め歯髓枝にまで深達する。

5) また, 歯根膜内注射の場合は直接腔隙内を根端部まで浸入する。

勿論, 実際には以上の経路がそれぞれ組合わされて局所麻痺が成立されるのであろう。

周知の如く, 歯科局所麻酔の発現機序に関する研究業績は枚挙に遑がないが, 著者もまた麻酔液の歯槽骨内浸入, 拡散ないし滲透の経路と云う物理的一断面から種々検討した。ところがこのことについても, 直接, 間接に各種の条件が加味されるべきで, 例えば局所の組織解剖学的構造, 生理的或いは病的状況, 血流ないし組織液の灌流, 薬液注入圧及び組織内圧, 並びに薬液そのものの性状等が挙げられる。一体, 歯

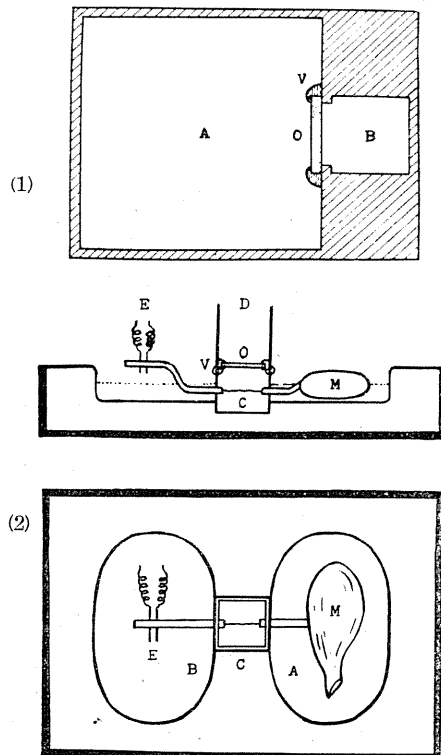
齦部に注射された麻酔液が如何にして齒槽、齒根膜、齒髓を支配する知覚神経枝に到達し麻痺現象を成立せしめるか、と云うことについては多くの成書にも見られる通り、一般に次の如くである。即ち、齒齦組織、粘膜下組織ないし所謂骨膜下に徐々に注入された麻酔液はその部に分布する神経を麻痺させると共に、更に骨表面に見られる Volkmann 管 Harvers 管等の所謂神経血管栄養孔、その他の骨組織間空隙に、或いは又血行、リンパ行性に深部に浸入拡散し、骨髓腔を経て齒根膜、齒髓の知覚神経線維に到達して作用する、と記載されている。如上の所説は何人も肯定しているにも拘らず、著者の涉獵し得た範囲の文献ではこの理論の実験的裏付けを見出せず、未だに推測の域を脱していないようである。そこで、前記の如き実験を行ったのであるが、その結果から著者はこの理論を実験事実を以て確証出来たと考えている。ここで、塩酸プロカインとその浸潤状態探究の目的で混和したメチレンブラウとの間には、組織親和性、拡散系数、滲透の遅速等の相違が考えられるのであろうが、薬液の組織内浸入経路判定と云う目的においては何等反しないと思う。また、メチレンブラウ混和が塩酸プロカインの麻酔能力に及ぼす影響について、墓の剔出単一神経線維に作用させて調べたところ特に見るべき変化がなかった。前に述べたように、注射液は組織内抵抗の少い所即ち鬆粗な部分へと浸透拡散して行くのであるから、ましてその前途に緻密骨質の障壁が存在すれば薬液浸透は極度に阻害され麻酔の不成立を招来する。そこで、著者は果して薬液がこのような齒槽骨質内を拡散し得るか否かの点について、次の模型実験を試みた。先の実験終了後、即刻その反対側の齒槽突起からほぼ 1cm^2 の齒槽骨壁を切除し、時に骨膜を附着したまま採取した。別に骨体部より同大の骨片も切除し厚さ $0.8\sim 1\text{mm}$ の骨薄板として用意した。これらの試験片は肉眼的に骨質が比較的緻密と思われる部分から作製した(第9図)。実験装置としては、第10図に示すような2種類を試作し、神経筋標本の安定な冬期に実



第9図

験を行った。

第1実験は、第10図(1)の装置を用い、予めA、B函間に骨薄板OをワゼリンVで固着介在させ、A函にメチレンブラウ混和2%塩酸プロカイン・Ringer液10ccを、B函にはRinger液1ccを容れた。この時、両液面は同一水平面になる様にしてある。これを24時間静置観察したが Duboscq Colorimeter で検してもB函の液の着色は認められなかった。又、清水⁶⁾(1931)、峰島⁵⁾(1940)の方法で墓の坐骨神経腓腹筋或い



第10図

は縫工筋標本から単一ないし4, 5本の運動神経線維を剔出してB函の液を作用させたが伝導中断を起し得なかった。

第2実験は、第10図(2)の如くパラフィンで作った麻酔函のC Poolに単一神経線維が位置するよう神経筋標本を横たえ、A, B, C各PoolをワセリンVで隔絶閉鎖し、C PoolにRinger液0.5ccを満して置いた。別に骨薄板Oで底部を閉じた合成樹脂製函Dを用意し、C函上に載せて互いに密閉しメチレンブラウ混和の2%塩酸プロカイン・Ringer液1ccを容れた。そして時々E部に感応電撃を与え筋の収縮を目標として24時間観察を行ったが遂に伝導中断に陥らず、またC函の液の着色も見られなかった。

先に、篠原等⁷⁾¹¹⁾(1952)は墓の単一神経線維に対する塩酸プロカインの臨界濃度は0.000625~0.1%であると報告し、また、長尾等²⁾(1952)は同じく墓の単一神経筋標本を用いて塩酸プロカインの臨界濃度の水素イオン濃度による変動を検した結果、0.0063% (pH 7.8), 0.0086% (pH 7.4), 0.0293% (pH 7.0), と述べている。従って塩酸プロカインが骨薄板を介して極めて微量でも滲透拡散されて来た場合には、単一神経線維の伝導は中断されて然るべきであろう。以上の事実から比較的緻密な骨質を通しての麻酔液拡散現象は殆んど不可能であると云えるのではなからうか。ところで、本実験では圧力の点を一応度外視して行ったが、実際臨床では圧注するのでここに注入圧が問題となって来る。そして当然両液圧の差は拡散速度に影響すると考えられるが、この点は吾々が日常経験している麻酔発現時間を問題とした場合、24時間と云う長時間観察の結果からある程度無視してもさしつかえないと思われる。

さて、麻酔が成功した実験例では剖検の結果必ず骨質間空隙が著明に認められ、不成功例は骨の石灰化が高度で麻酔液の浸入を阻害していた場合が多く、従って老犬は幼犬に比して一般に麻酔成立が困難であった。之等の実験は健康な所謂生理的の状態を対象として行われたが、臨床上主に麻酔の対象となるのは病的な状態即

ち歯牙周囲組織の種々な病変によって必然的に局所構造が改変されている場合が多い。しかしながら、麻酔液の鬆粗組織に向って深達する基本性に変わりはないから、このような例においても本実験の結果から推察出来よう。

実際、麻酔液の骨内深達は案外困難で相当の時間を要する為、麻酔液注射後充分待ってから抜歯その他の施術を開始すべきである。然し、临床上浸潤麻酔のみでは充分な局所麻酔効果が望めない場合も屢々経験する。かかる時に、従来一部の者により所謂歯根膜内注射または人工的骨道を作って行う骨内注射等が提唱されて来たが、特定な場合以外用いるべきでないことは今更多言を要しない。このような時こそ伝達麻酔の併用が強調されるべきで、実験第3群はその麻酔効果の確実性を如実に示している。

次に、麻酔発現時間は勿論麻酔術式によっても異なるが、本実験では10数分の場合よりも一般に30~40分を要した例が多かった。しかるに、日常吾々はこれより短い時間内で抜歯等を無痛的に施行することが出来、実験結果と臨床事実との間に多少の時間的ずれが認められた。この理由として、先ず人と犬の顎骨構造を比較した場合、前者の方が明らかに孔、管等の骨質間空隙に富んでいる事実を挙げることが出来る。更にまた、著者の実験においては完全麻酔成立までの時間を観察したが、臨床では麻酔操作後手術を行い得るまでに要する時間を問題にしているので、歯牙その他の処置によって生ずる感覚末端器からの興奮が、患者にとって我慢出来る程度か否かと云う心理的な面も考えられはしないであろうか。要するに、吾々の感受する疼痛感覚は個人差が甚しく、性、年齢、部位等の全身、局所的状況によって差違が生ずるもので、その心理的要素も等閑視する訳にはゆかない。

最後に、複雑多岐な因子より構成される局所麻酔発現の機序を究明するに当たって、著者の行った実験には尙不十分な点が多々挙げられる。しかし、在来の業績及び著者の実験結果から得られた発現機構を考慮に入れて局所麻酔を実施すれば、患者に左程の苦痛を与えずに、より

完全な効果を期待することが出来るであろう。

IV. 結 論

著者は、歯科局所麻酔なかんづく浸潤麻酔時における知覚麻痺成立の機序に関し、犬を用い、電気生理学的実験法即ち神経の偽作流を目標として種々検索したところ、次のような興味ある知見を他覚的に確認し得た。

1. 局所麻酔発現機序のうちの物理的事項、特に麻酔液の組織内浸入、拡散ないし滲透経路に関する従来の一般的推論を生理学的実験事実によって立証した。

即ち、薬液の浸潤は、先ず、根端部歯槽壁が多孔性で菲薄な場合は主にこれらの骨小管系統を通じ、これに反して、骨質が緻密で厚い場合には歯槽突起辺縁部に見られる比較的豊富な骨小管を通じるか、或いは歯槽縁を越えて歯根膜腔隙に進入し根端部に深達する。たまたま歯槽骨壁が極度に菲薄となり歯根面の一部が露出するか、またはその附近に自然穿孔部と考えられる骨組織間空隙が存する場合は直接浸透する。また、歯根膜内注射では直接その腔隙内を浸入拡散して根端部に及ぶ。そして実質的には如上の浸潤経路が種々組合わされているものと考えられる。

2. 組織内に注入された薬液は鬆粗な部分へと徐々に浸透拡散するので、完全麻酔発現までには相当の時間を要し、かつ骨の多孔性並びに厚薄、周囲軟組織の状態は多分に麻酔効果に関連した。

3. 浸潤麻酔の奏効は、不確実な場合が屢々あった。そこで、局所麻酔の効果を増強確実にするためには、可及的伝達麻酔を併用すべきことを実験的に推論し得た。

4. 粘膜面の触点からと思われる偽作流は、少量の麻酔液を局所注射することによって極めて短時間内に消失した。

5. 歯槽突起より一部切除した緻密骨薄板を

介しての麻酔液の拡散浸透は、少くとも吾々が臨床経験から考えられている麻酔発現時間内では全く認められなかった。

筆を擱くに臨んで、御懇篤なる御校閲を辱うした慶応義塾大学医学部教授加藤元一博士に対して、深甚なる敬意を表すると共に、終始直接の御指導を賜り更に親しく御校閲を戴いた、主任山田守教授に心からの謝意を捧げ、かつ多大の御援助と御鞭撻を忝うした丸橋寿郎助教授に厚く鳴謝する。また口腔外科学教室大井清教授、長尾喜景教授、三崎鈴郎教授並びに中村保夫教授より仰いだ多年に亘る御薫陶と、不断の御激励とに対して衷心より感謝の意を表わし、併せて関係教室員各位の御協力を深謝する。

文 献

- 1) 原 学郎 (1953) 歯牙及びその周囲組織の知覚に関する生理学的考察 歯科学報 53, 865
- 2) 長尾喜景・九津見侃 (1952) 塩酸プロカイン注射液の作用を増強するための研究 (第1回報告) 歯科学報 52, 209
- 3) Pfaffmann, C. (1939) Afferent impulses from the teeth due to pressure and noxious stimulation. J. Physiol. 97, 207
- 4) Pfaffmann, C. (1939) Impulses from the teeth resulting from a vibratory stimulus. J. Physiol. 97, 220
- 5) 峰島 庸 (1940) 神経伝導中断に要する各種麻酔薬の臨界濃度 慶応医学 20, 1251
- 6) 清水忠夫 (1931) 単一神経繊維単一筋繊維標本の作製及び刺戟実験 (1) 別出単一神経繊維単一筋繊維標本の製法 慶応医学 11, 1903
- 7) 篠原健一・秋山欣勇・舩坂 豊 (1952) 別出単一神経線維における歯科用麻酔薬濃度と麻酔時間との関係について 歯科学報 52, 320
- 8) 菅谷享三 (1952) 歯牙特に象牙質の知覚に関する生理学的研究 歯科学報 52, 362
- 9) 時実利彦・津山直一 (1951) 筋電図と其臨床的応用 東京医学誌 59, 62
- 10) Tomita, T. (1950) Relation between the localization of micropipette in the retina and the shape of the intraretinal action potential. Jap. J. Physiol. 1, 110
- 11) 山田 守 (1953) 歯科薬剤に対する生理学的一考察 日本歯科医師会誌 6, 146
- 12) Yamada, M., J. Maruhashi, K. Sugaya, G. Hara and M. Masuda (1953) Physiologic studies on the innervation of tooth. J. Dent. Research 32, 110

Summary

The author investigated on the following electro-physiological experiments to clarify

the mechanism of dental anesthesia. The procedure was done as follows: the action currents were introduced from N. alveolaris of the lower jaw of dogs, which was exposed surgically, through the silver or glass microelectrode. The electrical responses by the stimulation, by tapping or grinding, of the front teeth were induced to the Braun tube oscillograph for scanning, or to take a photogram by camera. As the narcotic solution 2% procaine hydrochloride solution were used, and to make clear the infiltration of the narcotics, the dye, methylene blue, was added to the solution previously. The anesthetic solution was injected into the gingival tissue around the experimental tooth, and the effect of narcosis were judged by the disappearance of the action currents. When the anesthesia was established, the animal was sacrificed and the infiltration of the solution were traced by the dye.

The obtained results were as follows:

1) The infiltration of the narcotics; The narcotic solutions infiltrated through the bone tubuli of the apical alveolar wall when it was thin or porous, and contrary, on the occasion of the thick or compact, liquors were induced to the pericemental space through the tubuli around the marginal wall, or beyond the alveolar margin. When the alveolar wall is extremely thin and root surfaces are exposed, or on an occasion of the existence of natural perforation of the alveolus, they infiltrated directly. But it might be thought that the local anesthesia in practical condition was evoked by the combination of above mentioned ways.

2) Anesthetic solution infiltrated very slowly and, therefore, it needs a fairly long period until the anesthetic effect appears. The block time was affected by the sponginess and thickness of alveolar bone and by the status of the surrounding soft tissue.

3) The action currents, derived from the touch points of the oral mucous membrane, disappeared immediately by the injection of the small amount of anesthetics.

4) The infiltration of anesthetics through the compact bone plate that resected from the alveolar process was completely prevented within a reasonable time clinically and empirically, which is enough to anesthetize the surrounding tissue of tooth.

(Dept. of Physiol., Tokyo Dental College)

迷走神経切断による呼吸性 Alkalosis について 612.121:612.287

Studies on the Respiratory Alkalosis caused by Vagotomy

本 田 良 行 ・ 野 村 博

(HONDA-Yoshiyuki ・ NOMURA-Hiroshi) *

I. 緒 言

迷走神経による呼吸運動の反射性調節の機序については、近年 Pitts¹⁾ 等の研究に依って新しい知見が得られ、呼吸運動の律動性に新しい説明が試みられている。併し乍ら呼吸中枢の CO₂ に対する興奮性に及ぼす迷走神経の影響については今日殆ど考慮が払われていない。それは迷走神経の切断によって呼吸の様式は著しく変化するが、換気量の変化は認められないという従来²⁾の定説によって、迷走神経の呼吸中枢の興奮性に対する影響は一応否定されているからであらう。

併し迷走神経切断が血液ガス及び血液 pH に及ぼす影響に関する研究は従来 2, 3 報告されている。例えば動脈血 pH については、Konno³⁾ は上昇すると言ひ、Liu u. Krüger⁴⁾ は低下すると言ひ、井原⁵⁾ は変化なしと言ひ。血液総炭酸に関しては、Nicolosi⁶⁾、堀⁷⁾、佐藤⁸⁾ は減少を認めているが、Cokkalis u. Nissen⁹⁾ は増加すると言ひ。Nicolosi⁶⁾ はその成績より Acidosis の発現を結論している。肺泡炭酸ガス張力の測定は Scott¹⁰⁾、Meltzer u. Steuber¹¹⁾ に依って行われているが一定した成績は得られていない。

以上の先人の業績からは迷走神経切断のガス代謝に及ぼす影響に関し何 1 つ確実な推定すら下すことは出来ない。ただ影響があるとしてもそれは軽微なものであると言ひことが推量される。

当教室に於いて先に循環血液用 pH 計及び自記装置¹²⁾ (精度 0.01 pH) を考案した。著者らはこれを用ひ上述の不確かな成績を残した先人の実験を追試した処、迷走神経切断によって大

きくはないがはっきりした呼吸性 Alkalosis のおこることを確認した。

II. 実 験 方 法

実験動物としては家兎を用いた。Dial-urethane 溶液 (組成は Dial 0.1, Urethane 0.05, 無水アルコール 0.05, Propylenglycol を加えて全量 1.0 としたもの) を pro kg 0.2~0.3ml 腹腔内注射に依って麻酔を行い背位に固定した。頸部正中線に於いて切開を行い一側頸動脈、両側迷走神経、および気管を露出した。気管には気管カニューレを挿入し呼吸瓣を介して呼吸させた。次いで pro kg 10~20mg の Heparin を投与して数分後に頸動脈に循環血用の硝子電極をつないだ。20~30分安静状態で対照の測定を行った後、甲状軟骨下縁より約 3~4cm 下方で迷走神経を切断した。循環動脈血の pH は先に発表する方法¹²⁾ により体温に於いて測定し、換気量は呼吸瓣より 1 分間の呼気を採取し、ガスビューレットをもちいてその全量を測定した。採血は股動脈に siliconate した注射針を当置し必要に応じて所要の血液を採取した。全血及び血漿の総炭酸の測定は Van Slyke の検圧法を用ひ、血漿炭酸ガス分圧は血漿総炭酸及び血液 pH より Henderson-Hasselbalch の式 ($pK' = 6.10$) を用ひて算出した。

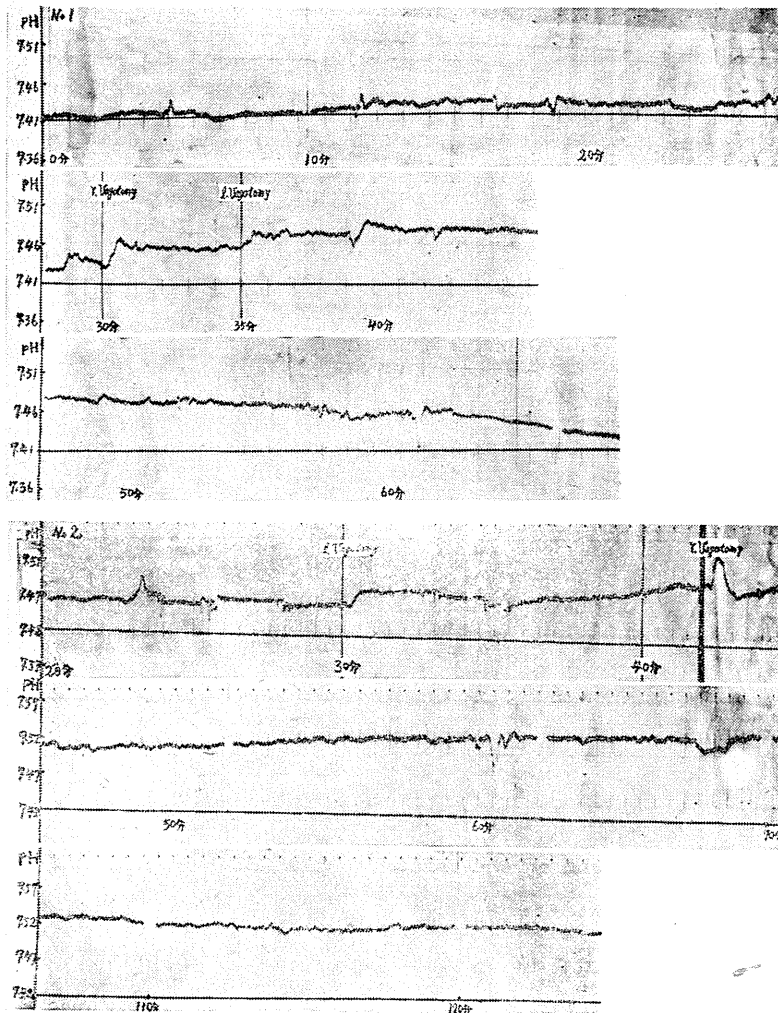
III. 実 験 成 績

実験は安静状態に於ける家兎について前述の測定を 20~30分間行った後に一側迷走神経或いは両側迷走神経を同時に切断した。一側切断の場合は、その後 5~10 分後更に他側迷走神経を切断した。両側迷走神経切断後は動脈血 pH が大体の平衡値に達する迄 60~100 分に亘って測

* 金沢大学医学部第 1 生理学教室 (斎藤幸一郎教授)

第2表

処置	事項	No.	分	6		7		8		9		10				
				pH	分氣	pH	分氣	pH	分氣	pH	分氣	pH	分氣			
					時換量 (ml)		血漿 PCO ₂ (mmHg)		時換量 (ml)		血漿 PCO ₂ (mmHg)		時換量 (ml)	血漿 PCO ₂ (mmHg)	時換量 (ml)	血漿 PCO ₂ (mmHg)
兩側迷走神經切斷前	神經切斷前		30	7.22						7.30	955		7.28	545		
			25	7.22				7.44	605		7.33	955		7.27		
			20	7.23	890	7.36	860	7.45		7.34	885		7.32	650		
			15	7.24	875	7.38	865	7.45	625	39.99	7.33	895	39.17	7.30	610	
			10	7.23	890	7.38	870	7.45		7.33	850		7.28	580		
			5	910	42.70	7.39	865	41.79	7.45	610	7.32	900	7.29	615	49.53	
兩側迷走神經切斷後	神經切斷後		時	7.29		7.45	1125		7.43	720		7.36	1315		7.27	650
			5	7.31	1010	7.42	735		480		7.34	1050		7.33	510	
			10	7.31	880	7.43	720	7.47	525		7.37	1015		7.34	505	42.93
			15	7.33	915	7.45	660	7.50		7.38	930		7.35	505		
			20	7.33	820	7.45	660	7.49	535		7.38	1000	33.94	7.36	485	
			25	7.30	855	7.45	695	7.46		38.50	7.37	865		7.36	490	
			30	7.30	900	35.76	7.44	725	35.47	7.46	570		7.37	840	7.36	500
			35	7.31	795	7.42	675	7.45		7.36	885		7.36			
			40	7.31	795	7.42	655	7.46	535		7.37	840		7.36	510	
			45	7.31	795	7.41	705	7.46		7.36	860		7.36			
			50	7.31	820	7.40	670	7.46	560		7.35	890		7.35	550	
			55	7.31	810	7.40		7.47		37.71	7.35	935				
			60	7.31	850	7.41	650			7.36	1090					
			70	7.30	810	7.41	680			7.37	1195					
80			7.41	705												
90			7.41	720												
100			7.41	830	37.20											



第1図

定を行った。動脈血 pH は第1表に記載した方は Bromide 印画紙上に連続自記させたものから読んだ値であり、第2表の方は所定の時間に夫々 pH を直接測定した値である。第1図の2例は自記させた動脈血 pH の変化の模様を示した。第1表及び第2表を通じ全実験例に於いて動脈血 pH は両側迷走神経切断に依ってただちに増大し始め、切断後5~10分に於いて最大値 (pH 0.05~0.10 増大) に達する。その後 pH は漸次下降し対照値より大凡 0.02~0.05 程高い値を保って平衡した。尙第1表に示される通り一側迷走神経切断に依っても動脈血 pH は 0.01~0.03 上昇した。之等の pH 増大は何れも推計学

的に有意であった。

換気量については迷走神経切断時の一過性の呼吸促進を除外すれば3例に於いて殆んど不変、2例稍増加、5例に稍減少を示した。血液総炭酸は殆んど変わらないか稍減少傾向を示し、血液炭酸ガス分圧は何れも明らから減少 (1~数 mmHg) を認めた。

IV. 考 按

上の実験結果に見られる様に、全実験例に於いて迷走神経切断に依り動脈血 pH は 0.05~0.1 pH だけ増大する。この際血漿 CO_2 分圧は之に伴って低下するから、この際の動脈血 pH の増大は肺胞の換気促進に依る呼吸性 Alkalosis と言わなければならぬ。この事実は換言すれば迷走神経

切断に依り呼吸中枢の血液の CO_2 に対する興奮性の増大を意味し、従って正常状態に於いては迷走神経は呼吸中枢に対しその血液 CO_2 に対する興奮性のある程度抑制しているものと推論することが出来る。又この呼吸性 Alkalosis は迷走神経切断後比較的短時間で最大に達し以後は漸減の傾向を示すが本実験で観察した時間では完全に回復するまでに至らなかった。

迷走神経を片側のみ切断した場合にも確実に動脈血 pH の増大は認められるが両側切断の場合にくらべると遙かに小さい。これは片側切断の場合、健側の迷走神経の代償作用が著明ではあるが完全でないことをあらわしている。

本実験に於いて分時換気量を逐時的に測定したが測定値の動揺著しく迷走神経切断に依り一定の影響を認めることが出来なかった。若し一般に言われているように換気量に変化なきものとすれば、迷走神経切断により呼吸の深さが増して頻度が減少するから肺胞換気の増大は当然起るものと考えられる。

V. 要 約

麻醉家兎について迷走神経切断を行うと呼吸性 Alkalosis がおこることを確認し、これより迷走神経が呼吸中枢の CO_2 に対する興奮性を抑制している事を推論した。

終りに御指導、御校閲を戴いた斎藤教授に感謝の意を表します。

文 献

- 1) Pitts, R. F. (1946) Howell's Textbook of Physiology 15th Ed. by J. F. Fulton 887, Philadelphia and London; W. B. Saunders Company.
- 2) Hess, W. R. (1931) Die Regulierung der Atmung. 60, Leipzig; Georgthieme-Verlag
- 3) Konno, M. (1931) Jap. J. Med. Sci. Trans. ■. Biophysics. 2, 13
- 4) Liu, S. K. und R. Krüger. (1928) Zeitschr. f. d. ges. exper. Med. 61, 775
- 5) 井原文次郎 (1941) 日本循環器病学 7, 387
- 6) Nicosoli, G. (1932) Berichte über d. ges. Physiology u. exp. Pharmakology. 64, 497
- 7) 堀威比古 (1943) 満洲医学誌 39, 831
- 8) 佐藤俊之 (1933) 日本外科学誌 34, 1747
- 9) Cokkalis, P. und R. Nissen (1926) Arch. f. exper. Pathol. und Pharmakol. 115, 18
- 10) Scott, F. H. (1908) J. Physiol. 37, 301
- 11) Meltzer, H. und M. Steuber (1928) Arch. f. exper. Pathol. und Pharmakol. 134, 259
- 12) 本田良行 (1955) 生体の科学 7, 43

Summary

Studies were made on the effects of vagotomy upon the pH and the plasma CO_2 content of the arterial blood and pulmonary ventilation in rabbits anesthetized with dial-urethane. For the pH measurement of the arterial blood, we constructed and used a tube glass electrode, through which the arterial blood was perfused continuously. The course of the potential change obtained was recorded on a bromide paper (cf. Fig.).

The results obtained were as follows:

Bilateral vagotomy brought about invariably an increase of the pH of the arterial blood which reached a peak of from 0.05 to 0.10 pH after 15 to 50 minutes. Unilateral vagotomy was less effective. The plasma pCO_2 calculated by the Henderson-Hasselbalch's equation was found to lower by 1 to 6 mmHg after the division of the vagi. The volume of pulmonary ventilation showed a moderate fluctuation after the vagotomy but, as is generally known, no definitive trend of variation.

Judging from these results, we may say that the alkalosis caused by vagotomy is respiratory in nature and that, though the volume of pulmonary ventilation remains on the whole unchanged, the rate of alveolar ventilation is raised above normal by the deep and slow breathing which characteristically follows bilateral vagotomy. It may also be concluded that the vagus nerve in the normal state inhibits the excitability of the respiratory center to CO_2 .

(1st Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kanazawa University)

地方小学会報

第103回生理学東京談話会

時 昭和30年6月11日(土) 午前9時30分より

所と当番 東京医科歯科大学第一講堂 勝木保次

1. 丹野橋彦 (横浜医大生理)

1) 赤血球膜について

赤血球膜の透過性をはかる1つの方法として赤血球の半溶血値を測定して比較する方法を提出する。

1. 方法としては人の赤血球を或る媒質に一定時間浸したものと、おなじ人の赤血球を同一時間浸したものとについて低張食塩水でその半溶血値(食塩水の%)を測定しそれぞれ C_1 及び C_0 とすると、 C_1/C_0 の値は赤血球内部の溶質数 m が変化した割合を示す。例えばその値が1である時は、赤血球内部の溶質数は増減しない事を意味し、1より小さい場合は赤血球内より溶質が透過して全溶質数はその値だけに減じた事を示し、1より大ならば媒質中の溶質が赤血球内に透過して全溶質数が其の値迄増加した事を示すのである。

2. 其の理由として

a) 赤血球の容積 V は赤血球内の Hb および他の固形成分の容積 a と、内部の水分の容積 v との和である。 v は理論的にもまた実験的にも媒質として用いられる食塩水の濃度 C の逆数に比例して、赤血球内の滲透圧的に作用する全溶質数 m に比例する。

従って、 $V = a + am/C$ で表わされる。

b) 次に赤血球は内部の水量が増し容積が或る限度に達するとその時の容積を V_c とすると、溶血する。同一温度に於ては溶血する場合の V_c の値は略恒常である。

c) 然るに正常な赤血球(食塩水に浸って居たもの)の半溶血値 C_0 とすれば、その時の V の値は赤血球の平均の V_c の値をとる事になる。

従って、 $V_c = a + am_0/C_0 \cdots (1)$

d) 次に赤血球内の溶質数が m_0 から m_1 に変わったとしても同一関係が成り立ってからそのときの半溶血値を C_1 とすれば、 a 、 α は不変と思われるし、 V_c も変わらないとして

$$V_c = a + am_1/C_1 \cdots (2)$$

(1)及び(2)より $m_0/C_0 = m_1/C_1 \therefore C_1/C_0 = m_1/m_0$

以上の方法で間接に調べられた透過性の測定値は他の直接的な方法を以て調べられた値と極めてよく一致するが他の方法に比較して最も測定し易い事がわかった。

2. 大原孝吉 (信州大生理)

呼吸気道の血管反射について

体温調節中枢を刺激すると考えられて居る種々の刺激を与えた場合中枢の官能の現れの指標の1つとして従来外表皮膚の血管反射が用いられて来た。然しこの皮膚血管反射を皮膚温測定に依って追跡する場合外表皮膚の皮温はその変化が僅少である上に鈍重な変動を示すので与えた刺激と対比して刺激に応ずる中枢の働きを忠実に又量的に忠実且敏感に表現して呉れない憾みがあった。そこで他にその様な目的に合致する血管反射を行う部位は無きかを検索した所呼吸気道粘膜血管が外表皮膚血管と比較して極めて強烈且明瞭な血管反射を行うことが判明した。

被検者の手手を43~46°Cの温水又は10~15°Cの冷水中に浸し皮膚に温度感覚刺激を与え前例では額或は手背に於いて同時に記録した皮膚温の上昇は僅かに平均0.35°Cに過ぎず且その変化は鈍く時間的に刺激時よりも可成り遅れて徐々に現れるのに対して下鼻甲介で測定された鼻腔粘膜温は最高9.0°C、平均3.10°Cと極めて大きく又その変化も刺激直後に急激に現れるか少くとも反応の現れる時間を明瞭に指摘出来る程顕著である。温浴に先んじて冷浴を与えて置いた場合は温浴の効果は寧ろやや少くなる如くであるが反応の潜伏期は短縮する。冷浴の場合の皮温の降下は平均0.16°Cに止まったが鼻粘膜温は最大2.1°C、平均0.71°Cであった。更に若し冷浴に先んじて温浴で鼻腔粘膜血管が拡張して居た場合は冷浴の効果は一層著明で最大8.0°C、平均2.30°Cであり且反応の潜伏期は短縮し温度の降下は冷浴直後に急激に現れることが多い。但しこの場合冷浴に先んずる温浴の前の温度に近く迄下り夫を超えて更に下降することは殆ん

でない。

以上の結果より鼻粘膜の血管反射は皮膚温刺激に対しては過敏であるが冷刺激に対しては鈍感であると云える。これが本実験の行われた季節（2～3月）の冬期間に於ける血管反射乃至体温調節中枢の興奮性の季節的態度であるかとの推測が起り得るがこの点は他季節の実験を待たねば不明である。

3. 後藤鹿島（群大生理）

電気化学的興奮模型に於ける Impedance の変化に就いて

本講演の要旨は第32回日本生理学会総会号（17巻108頁1955）に誌上発表した。

4. 松本政雄・善如寺秀・真下泰司（群大生理）

電気化学的興奮模型に於ける電気的刺激作用の機序

電流の刺激作用に就いては Nernst の仮定即ち通電により一定量の ion の集積即ち分極電圧が一定度に達すれば興奮が起るとのみでそれ以上進んでは全く触れられていない。

余等は山極-Lillie の興奮模型その他の電気化学的興奮模型に於て電気的刺激の作用機序に就いて研究したので之に就いて報告する。

鉄を硝酸に浸して得られる興奮模型に於ては鉄の表面は鉄の酸化物—興奮性膜で覆われ、興奮が起る際には之の膜が消失する。機械的、熱的、化学的或いは電気的刺激等すべての種類の刺激作用を通じてこの事柄は共通である。従って電流の作用によって如何にして被刺激部位の興奮性膜が消失するかこれが電気的刺激の作用機序であるが、電流の作用の直接的効果として興奮性膜を形成する物質の変化又は分散消失が起るものではなく、通電によって浸液中の陽ion、主として水素ionが膜を通過して核の表面に到達しそこで水素ionは放電して水素ガスになりこの際鉄はion化する。放電した水素の発生等により興奮性膜は破れそこに鉄ionが浸出する。鉄ionの浸出によりその部位の電位は変化して偽作電位が発現する。斯くて興奮が起るわけであるがこのためには興奮性膜のionに対する透過性、浸入したionより核金属のion化傾向が大であることなどが必要な条件となる。斯様にして電流の作用によって興奮が起るに

際して電流の強さと期間の関係は一定量のionを膜を通して送り込むことになり、この事柄は直ちに一定の分極電圧を生ずることである。以上が電気化学的興奮模型に於ける電流の刺激作用の機序であって神経・筋等に対する電気的刺激の機序が直ちにこれと同様であることは断言し難いが重要な参考になり得るであろうと考えられる。

5. 堀 功・古河太郎（大阪市大生理）

囊 ERG の Component の 2, 3 特性に就いて

演者等は第32回日本生理学会総会に於て剥離網膜を用いた囊 ERG の研究を報告し、その際 b 波の出現に対し Na^+ が必要である事を述べたが、其後 a 波の出現に対しても Na^+ が必要である事がわかり、又その際発案した b 波の消去法を利用し、b 波のみならず a 及び c の各波のスペクトル感度を測定したので報告する。照射光は短持続の flash である。

1) 網膜を等張ブドウ糖液にしたしておくとして ERG の b 波は消失し a 波のみとなるが、この a 波も亦次第に小さくなる傾向がある。演者等はこれは媒質に Na^+ を全く缺く為ではないかと考えたがここへ Na^+ を投入すると b 波の出現の為 a 波の振幅は外見上反って小さくなる。ところがアスパラギン酸に b 波を抑制する特異な性質があり、アスパラギン酸ソーダ 20mM を入れておけば Na^+ を 50mM 程度に含む液中に於ても b 波の出現は完全に抑制せられるのであり、この時の a の波の振幅は長時間に亘って一定に保たれる。一方アスパラギン酸自身には a 波を大きくする作用はなく結局 a 波の出現に対しても Na^+ の必要な事が推定せられる。

2) スペクトル感度の測定。b 波のスペクトル感度の測定は Ringer 液にしたした網膜に就て行い、a 波のそれはアスパラギン酸ソーダを作用させた網膜で行ったが、この両者に於いて共に Purkinije の移動が認められた。即ち暗網膜では $500\sim 520\text{m}\mu$ に頂点があるが、明網膜（網膜の色は黄色）ではそれが $50\text{m}\mu$ に移動する。所が脈絡膜をも除去した剥離網膜に於て更に強度の明順応（網膜の色は無色）を行うと感度の頂点が再び $520\text{m}\mu$ に移動する事が見出されたので、目下その機序等に就て更に検討中である。しかし錐体及び桿体が共に a 及び b の両波の出現に関係している事は確

実と考えられる。次にc波であるが暗網膜に於てアスパラギン酸ソーダによってb波を消失させてゆくとc波が次第に著明になって来る事がわかった。即ちこの時ERGはa波とc波とから成立している。このc波に就てスペクトル感度を測定した所500~520m μ に最大感度を示した。

6. 古河太郎 (大阪市大生理)

微小電極による亀網膜の電気活動の研究

亀の網膜の特色はそれが錐体網膜であり、且つその錐体内に有色油球をふくむ点である。演者はLing and Gerard typeの微小電極を用いてその網膜の種々の深さから電気活動を誘導し若干の解析を行うと同時に、所謂錐体活動電位の振幅を示標として個々の錐体のスペクトル感度の測定を行った。微小電極は剔出眼に就き鞏膜及び脈絡膜を除去した後、Bruchの膜を貫通して後方から刺入した。もう一方の電極は眼球の前部が浸漬されているRinger液につけ、光は瞳孔を通じて照射した。

1. 微小電極を刺入してゆくにつれて誘導される電気活動の型式が変化するが、それは大体次の順になる。

a) 網膜表面から誘導される普通のERG.

b) 電極先端が色素上皮細胞に刺入した時には負の静止電位が出現し、照射に際しやや特有な電気変化を呈する。

c) 錐体活動電位。Svaetichinが魚の錐体で見ているものと類似の性質のもので、振幅は最大40mVにも達する。

d) b及びd-waveのみから成る電位。

e) 神経線維の活動電位。

以上の外に亀のERGに於てb-waveに重畳する著明な振動の起源を思わせる振動電位が誘導せられた。

2. 亀錐体のスペクトル感度

当初種々のスペクトル感度のものが区別される事を期待したが、予期に反し今迄得られたものは610m μ にピークを有し、大略左右相称な感度曲線ばかりである。測定例数は10余例で未だ多くないが、このピークの値は富田氏の全網膜ERGに就ての測定値とも一致し、この様な感度のものが圧倒的に多い事は大略確実である。錐体に含まれる有色油球の役割に関しては何等の知見も目下の所

得られていない。

7. 富田恒男 (東京女医大生理)

網膜内微小電極法に関連する3つの実験技術に就いて

1. 網膜に対する電極位置の決定法

蛙の切開眼を用い、超微小電極をその網膜面に向って進めて行くと、ある点で突然基線の動揺がBraun管上に認められる。別に直接観察法として網膜を強光で照射し、実体顕微鏡下に電極を進めると内境界膜の灰白網状構造の歪むことによって電極先端が網膜表面に到達した瞬間が分る。この瞬間と上記基線の動揺の現われる時点とは完全に一致する。

2. 網膜の厚さの測定法

網膜表面から電極を挿入して網膜内の各深さからEIRGを記録した後、電極先端を少し折って太くし、上記観察法により電極先端が網膜表面に達した時のMicrogaugeの読みをとる。次に一旦電極を引上げ、ピンセットで網膜を剝離した後、再び電極を降して丁度色素上皮層に達した時第2の読みをとる。Microgaugeの第2の読みとの差から網膜の厚さが分る。

3. 微小電極の位置する網膜部位の微小照射法

中央にスリットを設けた2枚の金属板を用意しその各々をスリットが直角に交差する如く顕微鏡用Kreuztischの各腕にとりつける。両スリットの交差により生ずる小孔を通る光をレンズで網膜上に集めて0.1mm平方の微小照射光を得た。蝶番によりKreuztischを光の通路から外すことにより全面照射も容易に行うことができる。

8. 内園耕二・池田和夫 (東大生理)

細胞内電極から見た活動電流と物質代謝

9. 大谷卓造・荒木辰之助 (京大第1生理)

運動ノイロンの不応期とlocal response

剔出した鼠の脊髄の前角運動ノイロンに微小電極を刺入し、前根或いは後根から刺戟したり、或いは細胞体内の微小電極を通じて直接に刺戟を加え(前報告参照)、運動ノイロンの活動電位を記録した。

1. 前根に2重刺戟を加えた場合、刺戟時間間隔の短縮するにともない、第2刺戟に対する反応

はSD-spike, NM-spikeとなり、遂にはM-spikeのみとなる事はEccles等の報告せる所と同じであるが、蟻ではNM-spikeに細胞体のlocal responseが種々の程度に於いて加重せる場合が多い。またM-spikeは極めて不著明で、むしろ隣接神経細胞のspikeによる変動が明瞭に記録される。

2. 第1刺激によりSD-spikeを示さない運動ノイロンに於て、短時間の間隔で2重刺激を加えると、第2刺激に対してはSD-spikeが起る。これは細胞体のlocal responseの加重による疎通現象である。但し第1刺激によってSD-spikeを生じた場合には、その後しばらくはlocal responseに対しても不応期がある。

3. 第1刺激を前根に加え、第2刺激を細胞体に直接に加えた場合、SD-spikeを生ずる最小間隔よりも更に少しく短い刺激時間間隔に於ては、第2刺激によりlocal responseのみを生ずる。

4. 反復性前根刺激に際し、頻度が大なるほどAxon-Somaの伝導阻止が早期に起り、SD-spikeの発生する数が少くなる。反復性後根刺激に於いても同様であって、頻度を十分に大にすると運動ノイロンは第1の刺激に対してのみ放電し、第2次後に対してはシナプス電位は加重せるにも拘らず放電しない。いわゆるWedensky制止現象が起る。

10. 須田 勇 (神戸医大第2生理)

小脳皮質活動の解析

半球切除犬の小脳culmenに0.1mmの銀線表面電極と抵抗20~40meg Ω の毛細管微小電極を置き、後者を50~60 μ /secの速度で刺入しながら毎秒2回の割合でpostcruciate gyrusに持続1msecの矩形単一電撃を与え、両電極により誘導された誘発電位をBtaun管により同時記録を行った。

表面電極による誘発電位は潜時2~3msec持続10msec程度の緩かな半円を画く陽性変動(c)と、これに続くかその後部に重なる尖った大きな陽性変動(p)および大きな緩かな陰性変動(d)とから構成されている。

この表面電位を超微小電極を刺入して分析すると次のような電位変動が得られた。pに相当して表層で陽性、深層で陰性に反転する持続2~3msecのスパイクが得られ、これはPurkinje細胞体の発火であることが考えられる。dに相当するもの

は表層では稀には単一の陽-陰-陽の3相性変動、一般にはこの3相性変動の繰返しであり、深層では鋭く立上り緩に下る8msec以上の持続を示す陽性変動である。これは樹枝状突起を伝導する興奮およびその場合に細胞体ないし樹枝状突起基部が電流の“わきぐち”となったものと理解される。cに相当するものは中間層で得られる緩かに経過する大きな(2mV以上)単相性の陰性変動で零線に復帰する手前でpに相当する陽性変動で中断されるのが普通である。確証はないが顆粒細胞の軸索(いわゆる平行線維)をよく同期した神経衝撃が通過することに由来するのではないかと考えている。

以上の実験成績より、現在のところ、大脳皮質より到達する神経衝撃により顆粒細胞の同期した発火が起るが、Purkinje細胞の発火は樹枝状突起側よりするものではなく、細胞体の発火に始り興奮は樹枝状突起を末梢側へと伝導するものと考えている。

11. 勝木保次・内山平一 (東京医歯大生理) 万年甫 (東大脳研解剖)

超微小電極による中枢神経線維の活動記録

精巧を極める中枢神経機構の解析を行う際、なる可く生理的狀態で実験が行われる可き事は云う迄もなく、又電極を脳内に挿入する事による損傷を出来得る限り避く可きは当然であろう。この意味から中枢神経内に於ける単一細胞又は線維の活動が記録されると云う点のみでなく、超毛細管電極の使用が従来用いられてきた方法よりも遙かに勝れていると考えられる。

従来単一神経線維の活動電位の記録は、単一線維の分離法以外は不可能とされ、従って末梢神経以外の記録は不可能であった。

超微小電極法(Ling and Gerard型)の発見によりWoodbury(1952)及び田崎(1952)は末梢神経中枢に於ては、猫脊髓後索等よりの誘導に成功した。

演者等は最初既に自発性放電が著しく且つ刺激に対する放電様相を悉知せる鰻類側線神経を用いて、電極抵抗値が30~50M Ω のものを用いるときは、30分間に渉り自発性放電を記録し得る事を知った。この際放電は陽性単相性で静止電位を伴わない事から電極先端は神経線維ミエリン鞘中にある

ると考えられる。電子顕微鏡により電極先端口径は大体 0.1μ 前後まである事が確められた。かかる自発性放電は体表に刺激を加えると特異な変化を示すし、時間の経過と共に神経線維が損傷を受ける如く放電の形が違ってゆくのが観察されたので、電極挿入による損傷に基く放電でない事が確められた。これを基礎にして板に釘づけした鰻の脳内に軟脳膜を通して電極を挿入し、脊髓、延髄及び中脳の各所から自発性放電を記録する事が出来た。その際電極先端の位置を正確にマイクロメーターにより表面を基準にして測り、別に製作せる脳の連続切片の組織像と比較した。その結果記録されたのは数多くの tract からで、中にごく一部神経細胞からと思われるものがあった。

注目すべき点は、脳内より記録される自発性放電は求心性線維に見られるものに比して著しく規則正しく、且每秒10回位の頻度のものが甚だ多い事で、頻度の多い場合は毎秒20回以上のものも見られ、頻度の少ない場合は不規則で且大きい電位を示した（最大10mV）。同一の個体では同一の系路に属すると思われるものは放電様相が大体類似し、個体を異にしても尚且つ類似の型を示す事から、各系路に特有の放電型があると考えられた。特に著明なのは延髄脊髓を通じて記録された fasc. long. med. で、組織標本により測定された線維直径は 20μ を越えた。時間の都合で各系別の詳細は省略した。

12. 島本多喜雄・前沢秀憲・小泉 実（東京医歯大臨床生理）小宮正文（東大美甘内科）

細胞内電極法の血液学への導入とその成果

細胞内電極法を血液学に導入せんとする試みは世界的に興味をもたれ且試みられたが、とくに電極を血球に如何にして挿入するかという技術上の困難のため従来失敗に終り何も知られていない。我々は独特の沈澱法を創案しはじめて赤血球静止電位の測定に成功し、ここにそのえた成績を報告する。血球は約 30μ の直径を有するイモリ (*Triturus pyrrhogaster*) の赤血球を用いてその細胞内電位を測定し、同時に位相差顕微鏡所見、色素に対する細胞膜の透過性などの従来の血液学に慣用される方法でえられた成績を比較検討した。我々は生体外にとり出した血球を Ringer 液中に放置することによる死滅にいたるまでの変化を時間を追って観察したが、血球内電位は他の如何なる古典的手法によるよりも速かに変化を知りえた。

即ち採血後の経過時間によつて赤血球内電位は著しい影響を受けるが、2時間半までは -28mV で比較的一定で以後急激に低値となり、6時間後には -10mV となる。エオジンなど色素に対する透過性、血色素の滲出、核の変性などの検査で殆んど変化のみられない時期に、採血後3時間に血球内電位が急速に低下し始めるという事は注目される。Conway らの種々の仮説の上に立った理論式に我々の実測した赤血球内カリウム値を代入すると $EK = -70\text{mV}$ 前後で、実測静止電位と著しい差異をみとめる。尚位相差顕微鏡像で細胞膜は6時間後には皺襞を示したことは、静止電位の低下に極めて密接な関係にあることが考えられる。

以上の成績にかんがみ本法の血液学への導入は期待しうる成果が将来に約束される。

報 会

会 員 移 動 (昭和31年4月25日まで) 受 付 順 ・ 敬 称 略

入 会			
古 畑 宏	三島市宮町国立三島病院外科	和 気 正 好	同 上
代 田 順	信州大学医学部生理学教室	遠 藤 英 二	日本大学医学部森生理学教室
和 田 穆	同 上	西 原 金 次	日本大学医学部森生理学教室
出 浦 甚 一	日本大学医学部内山生理学教室	塚 原 正 一	同 上
長 井 正	同 上	里 見 裕	同 上
馬 橋 一	同 上	柴 田 柴 夫	同 上
牟 田 信 大	慶応義塾大学医学部生理学教室	高 田 武	同 上
佐々木 保	京都府立医科大学勝生理学教室	新 村 輝 武	同 上
葛 野 浩	岐阜市外那加町岐阜大学農学部 家畜生理学教室	比 田 間 敏 男	同 上
黒 坂 判 造	日本大学医学部衛生学教室	川 田 末 市	同 上
中 村 玄	同 上	坂 口 万 亀 雄	同 上
大 村 雄 三	同 上	山 崎 正	同 上
佐 藤 邦 夫	弘前大学医学部第2生理学教室	木 村 覚	同 上
勝 野 直	日本医科大学生理学教室	笹 山 英 樹	同 上
近 藤 克	横浜市立大学医学部生理学教室	戸 叫 信 一	同 上
緒 方 肇	熊本大学体研生理学衛生学部	水 野 英 利	日本大学歯学部理化学研究室
上 田 順 三	日本医科大学生理学教室	伊 藤 裕 之	同 上
山 中 郊	大阪大学医学部眼科教室	一ツ子 邦 泰	同 上
巫 水 綿	京都大学医学部第1生理学教室	逸 見 一 郎	同 上
柱 本 俊 二	同 上	安 藤 外 秀	同 上
並 河 昭	同 上	水 谷 泰 造	同 上
佐々木 和 夫	同 上	岡 戸 玄 三	同 上
草 野 皓	熊本大学医学部第2生理学教室	竹 政 健 次 郎	岡山大学医学部第2生理学教室
伊 藤 正 男	同 上	越 智 邦 夫	同 上
石 河 延 貞	同 上	黒 瀬 敬 三	同 上
岸 茂	信州大学医学部生理学教室	岡 部 義 教	同 上
倉 田 吉 清	同 上	児 玉 晋	広島大学医学部生理学教室
井 手 泰 夫	同 上	落 合 豊	同 上
山 村 栄	同 上	桧 垣 文 男	同 上
豊 田 祐 幸	大阪歯科大学生理学教室	平 岡 達	同 上
岡 田 弘 也	同 上	酒 井 正	同 上
鈴 江 青磁朗	同 上	土 屋 昭 一	新潟大学医学部生理学教室
田 代 信 之	熊本大学体研生理学衛生学部	小 原 昭 作	同 上
村 上 恵	同 上	荻 野 舜 亮	山口県立医科大学外科教室
小 財 新 一 郎	同 上	喜 多 弘	順天堂大学医学部生理学教室
田 崎 京 二	東北大学医学部第1生理学教室	松 村 幹 郎	同 上
浜 田 宏 信	同 上	曾 山 辰 男	大阪大学医学部第1生理学教室
山 下 栄 三	同 上	伊 藤 一 男	同 上
		白 石 純 三	同 上

平岡健二郎	同 上	中 沢 茂	同 上
三谷周三	同 上	内山三郎	同 上
小林博	同 上	太田盛一	弘前大学医学部第2生理学教室
柴田二郎	山口県立医科大学生理学教室	志野 禎	奈良県立医科大学生理学教室
野田 肇	広島大学医学部生理学教室	松田政博	奈良県立医科大学生理学教室
隅田賀周	北海道大学応用電気研究所	榎 泰義	同 上
瀬底正快	日本大学医学部衛生学教室	楠 立雄	山梨大学学芸学部体育教室
小川時敏	同 上	北原実衛	新潟大学医学部生理学教室
矢崎 尚	同 上	木村昭二	東北大学医学部第1生理学教室
島田 寿	同 上	高橋欣一	同 上
巷岡信雄	同 上	吉田正綱	同 上
岡西博美	弘前大学医学部生理学教室	岡部 穫作	同 上
山光次郎	広島大学医学部生理学教室	鹿野一郎	同 上
和田文郎	大阪市立大学医学部小田内科教室	赤羽伸弘	信州大学医学部生理学教室
浦上芳達	京都府立医科大学吉村生理学教室	吉原達雄	同 上
荻野正之	千葉大学医学部第1生理学教室	温美英雄	同 上
秋本博文	長崎大学医学部第1生理学教室	新井武雄	東京医科大学生理学教室
井上公明	同 上	加藤 守	名古屋大学医学部生理学教室
三田村孝朗	同 上	志賀 博	同 上
金木進一	大阪大学医学部第3解剖学教室	祖父江梅子	同 上
谷村久恒	同 上	午久保喜一	慶応義塾大学医学部生理学教室
高木孝敬	京都大学医学部生理学教室	菅谷英一	同 上
牧 完充	衆議院第一議員会館内歯科生理学 研究所	杉本助男	同 上
漆崎倫子	同 上	堤 時彦	同 上
谷原博公	徳島大学医学部第1外科教室	永田 豊	同 上
梶浦 浩	同 上	原 正 中	同 上
東 哲 朗	神戸医科大学生理第1講座	藤 森 明	同 上
岡本美枝	神戸医科大学産業医学教室	増田四郎	同 上
細見正二	同 上	村上元彦	同 上
森本和夫	同 上	赤羽幸兵衛	東京歯科大学生理学教室
越川裕正	同 上	高岡松雄	和洋女子大学生理学教室
笹岡忠郎	大阪市立大学医学部生理学教室	内田貞一	日本大学医学部内山生理学教室
田中茂夫	同 上	宗田雅夫	同 上
古河彰子	同 上	村山秀雄	同 上
葦原作治	徳島大学医学部第1生理学教室	河野育夫	岡山大学医学部第1生理学教室
水野裕雄	同 上	大久保正義	大阪市立大学医学部生理学教室
鎌村博	同 上	勝本善門	同 上
中谷浩治	同 上	今永明正	同 上
宇都山登	同 上	長久謹三	大阪医科大学生理学教室
杉原耕平	九州大学医学部生理学教室	温美哲司	同 上
木村春雄	同 上	舛沢郁二	慶応義塾大学医学部生理学教室
浅岡 泉	日本大学医学部森生理学教室	中村喜和	同 上
内田 実	同 上	古江生子	同 上
中村照久	同 上	栗原恒夫	東京歯科大学生理学教室

祐森市藏 京都府立医科大学勝生理学教室
 蔵田英三 日本大学医学部森生理学教室
 久永玄信 静岡県周知郡森町 162
 竹内虎士 東京教育大学体育学部
 西山浩太郎 慈恵医科大学生理学教室杉本研究
 室
 佐伯・影 同上
 波田次郎 広島大学医学部生理学教室
 荒木啓 東京医科大学病理学教室
 桃井国忠 東京都板橋区上板橋町 5 の 5612
 井村次郎 徳島大学医学部第 1 内科教室
 寺田俊夫 日本大学医学部内山生理学教室
 原元一 同上
 石原修 同上
 関口泰雄 同上
 大野泰 同上
 熊谷健 同上
 野口好之 東京歯科大学外科教室
 磨田寛之 同上
 池田洋二 札幌医科大学生理学教室
 落合偶 同上
 高橋宏 同上
 若狭智恵子 同上
 福井澄男 同上
 林二三男 同上
 神田嘉愛 同上
 森沢峯夫 同上
 田中茂保 北海道大学医学部第 1 生理学教室
 今野哲雄 同上
 荒井輝夫 横浜市立大学体育医学教室
 垣田堅二郎 同上
 森田久男 東邦大学医学部森田内科教室
 加々美光安 同上

転居・転任・改姓

越智勲 東京都江東区南砂町 3 の 1 (前東
 医大)
 三尾修一 弘前大学医学部第 2 生理 (前東邦
 大)
 磯辺浩策 尼崎市東富松池田 1049 (前宇都)
 伊藤周平 大阪市住吉区西住之江町 4 の 24
 (前京都府大)
 菊野正隆 東京都杉並区西田町 772 (在欧中留
 守宅)
 佐藤浩 山形県飽海郡平田村比保診療所
 河島敏夫 東京都豊島区椎名町 3 の 1980 (前東
 医大)
 辻尚司 大阪市東住吉区小阪町聖母病院
 (前阪大)
 加藤巖 (旧姓山田 巖)

小田中 貞 堺市耳原 1508 耳原病院 (前山口医
 大)
 唐橋剛 東京都板橋区板橋 4 の 1191 (前日大)
 山田尚次 愛知県江南市古知野町熱田 50 (前
 名大)
 林久毅 京都府綴喜郡田原村郷ノ口本町 94
 (前京都府大)
 小森為郎 神奈川県高座郡大和町南大和 125
 (前東京)
 大野松次 東京都杉並区高円寺 6 の 714 (前長
 野)
 山元信行 鹿児島県始良郡加治木町国立加治
 木療養所 (前鹿児島市)
 松川一 岡山県児島市埴野 3835 (前阪大)
 岡本麟太郎 東京都大田区北千束 456 (前東京品
 川区)
 新美良純 東京都文京区関口台町 26 (前文京
 区高田老松町)
 吉永諭 (旧姓亀井 諭) 久米大学医学部
 西村外科 (前九大)
 飯塚啓子 大阪市住吉区粉浜東之町 4 の 88
 (前阪大)
 後藤浩 東京都世田谷区深沢 3 の 16 (前東
 京台東区)
 広瀬武史 九州大学医学部第 2 内科 (前鳥取
 大)
 伊利憲助 (旧姓柳田憲助) 日本医科大学生理
 (前埼玉)
 成田友徳 小松島市中田小松島赤十字病院
 (前名古屋)
 信藤羊一 千葉市国立千葉病院 (前千大)
 三宅有 京都市南区唐橋琵琶町 47 (前芦屋)
 桜井栄 横浜市磯子区磯子町 364 (前慶大)
 上田幸一郎 大阪大学医学部第 2 生理学教室
 (前奈良医大)
 小島徳造 日本大学医学部解剖学教室 (前福
 島医大)
 額綱教三 久米大学医学部生理学教室 (前
 九州大)
 長谷川弘 長岡市長岡日赤病院外科 (前新潟
 大)
 天津伊知雄 鳥根県鹿足郡和野町本町 (前九州
 大)
 木下繁太郎 岐阜県立大学医学部生理学教室
 (前東京)
 内蘭耕二 新潟大学医学部生理学教室 (前東
 京大)
 宮下勉 立川市柴崎町立川中央病院前 (日
 野町共立病院)

退 会

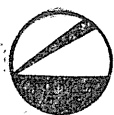
飯田敏行 (神戸), 飯塚恒治 (東京), 飯沼剛 (堺),
 井口昌亮 (東京), 稲垣克彦 (東京), 糸賀宜三 (東京),
 今井力 (東京), 岡井一雄 (高田), 小田完五 (京都),
 川合弘一 (大阪), 木田博 (栃木), 倉沢和秀 (千葉),
 小林富士夫 (兵庫), 近新五郎 (東京), 鈴木能久 (京都),
 高坂昌一 (名古屋), 高橋清 (東京), 高橋清孝 (宮城),
 高橋勝三 (東京), 立花清市 (神戸), 昭井博 (盛岡)

鳥浜慶寿 (東京), 八村正夫 (千葉), 平井信義 (東京)
平岩一世 (大阪), 平原竜雄 (大阪), 船渡 坦 (岩手)
堀口慶次 (群馬), 増田 実 (東京), 松井治夫 (新潟)
真鍋茂良 (広島), 山本克起 (京都), 渡辺千春 (秋田)
及川昌邦 (仙台), 斎藤源太郎 (横浜), 志多清美 (京都)
樽井平治 (和歌山), 滝田 満 (仙台), 野口多六 (三重)
林 勝 (京都), 万井正人 (京都), 三浦豊彦 (東京)
吉田堯運 (高松), 堀内忠郎 (東京), 杉野武夫 (熊本)
中山 要 (熊本), 郡 延夫 (熊本), 松井宜夫 (熊本)
小石正次 (京都), 沖倉昌彰 (東京), 上泉 隆 (東京)
梶谷 勤 (東京), 小平義夫 (東京), 小室勝男 (東京)
田村暢男 (東京), 田辺潤一 (東京), 藤沢理夫 (東京)
安田 博 (東京), 和田次郎 (東京), 磯野 弘 (新潟)
小林鉄夫 (新潟), 今野久治 (新潟), 滝沢修三 (新潟)

藤巻延吉 (岩手), 前原久彦 (東京), 貴家益男 (東京)
鈴木 佐 (東京), 浅川裕公 (東京), 松浦孝一 (東京)
石村貞雄 (東京), 吉方貞巳 (東京), 坂東栄三 (徳島)
松枝 張 (東京), 築結弥彦 (札幌), 宮崎昌純 (大阪)
篠原健一 (東京), 三宅直晴 (東京), 佐藤淳夫 (京都)
相沢 匡 (仙台), 片山新一郎 (仙台), 黒沢敏男 (仙台)
板井忠生 (千葉), 木村勝美 (福岡), 馬場俊夫 (福岡)

会員小笠原道生君昭和30年11月に逝去せられました。謹んで哀悼の意を表します。

会員永井精吾君昭和31年4月14日に逝去せられました。謹んで哀悼の意を表します。



Rikuo

画期的な性能を誇る

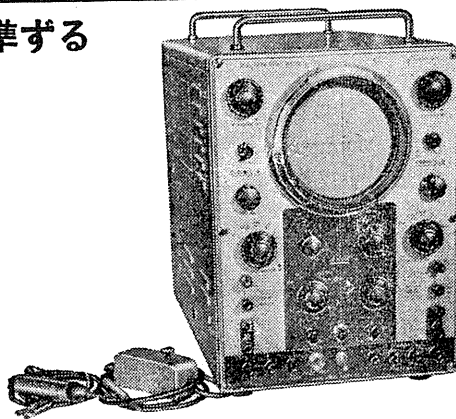
複合電子銃方式

二現象オシロスコープ

米国製 Dumont Type 322 に準ずる

画期的製品

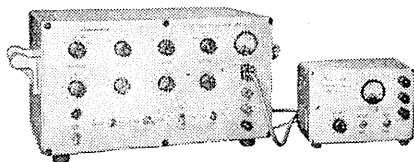
- 直流平衡増巾器自蔵（三段）
- X軸—200 kc 迄平坦
Y軸—500 kc 迄平坦
- 掃引周期：0.2~30,000 CPS
- 偏向感度：Dc 1 mv/1 mm
- 輝度変調可能（Z軸）



電子管刺戟装置

出力絶縁方式

- （特長）
1. 出力納縁回路 (Isolating Unit) が本体と分離され被刺戟体への誘導が始まらない。
 2. 感度治療器としても優秀な矩形波による感電治療器として使用出来る。
 3. 矩形波の振巾を自由に變調する事が出来る。
 4. 各諸元が直読出来る。



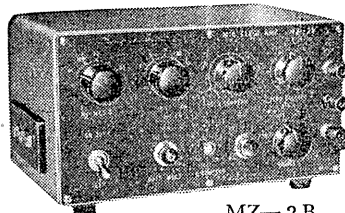
MSE-2

—説明書・カタログ送呈—

微細電極増幅器

特長及び性能

1. 入力格子電流が極めて少い (5×10^{-12} A)
2. 入力インピーダンスが高い (100MΩ以上)
3. 波形の歪が少い
4. 入力電極に単位信号を重畳出来る
5. 入力電極抵抗格子電流測定可能
6. 電圧感度：本装置は当社製VC-5直結三段と組合せて使用
7. 微少信号の測定が出来る



MZ-2B

（注意）本器は当社製二現象オシロスコープ（直結三段増巾器付）と組合せて使用する様設計されて居ます。

日本光電工業株式会社

東京都新宿区西落合2丁目514番地 TEL. (95) 2709 6156

昭和三十一年三月二十日印刷

編集人 兼 発行人

東京都文京区本郷三丁目
 戸塚武彦

印刷所 印刷者

山形県鶴岡市馬場町甲三
 中村作右衛門
 鶴岡印刷株式会社

発行所

東京都文京区本郷土町
 日本生理学会

振替 東京八六四三〇
 郵便 百三〇

基礎麻酔及び誘導麻酔に

成分 5.5イソミル エチル パ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奏現します
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

イソミナルゾーダ

GIS-9

京都市中京区壬生下湯町33 日本新薬株式会社 札幌・東京・大阪・富山

主要製品



Banyu

バイシリン
 ペニシリン
 ネオエーラミザール
 コーチゾン
 ハイドロコートン
 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)
 (米国メルク社製ハイドロコーチゾン)
 (抗糸状菌性抗生物質)

(結核治療抗生物質)
 (ペニシリン・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)

ジドロストマイシン
 マイシリン
 強バンチオニン
 バンカイニン
 ロニカイニン
 パンパラジ

東京都中央区日本橋本町2-7 萬有製薬株式会社 大阪・福岡・札幌・福岡