

611.12.83

# 心筋ニ於ケル運動性神経終末ニ就テ

岡山醫科大學解剖學教室(主任上坂教授)

岡 田 眞 一

## 緒 言

心筋ニ於ケル神経終末ノ記載ハ1862年 Kölliker 氏ヲ以テ嚆矢トス。爾來多數學者ノ研究發表アルモ其所説甚ダ區々ニシテ未ダ一致セザルモノノ如シ。今其所見ノ梗概ヲ摘録スレバ。

A) 心筋纖維ノ表面ニ於テ終止ストナスモノニ Kölliker (1862) Krause (1868) Langerhans (1873) Fisher (1877) Openchowski (1883) Arnstein (1887) Cajal (1890) Retzius (1892) Berkley (1893) Heymanns u. Demoor (1894) Schmidt (1897) Smirnow (1900) London u. Peskey (1906) Dogiel (1907) Michailow (1908) 星(大正15年)篠崎(昭和3年)氏等アリ。然レ共之等學者ノ指摘スル終末ノ形状ハ實ニ多種多様ナリ。

Kölliker 氏ハ遊離終止ストシ。Krause 氏ハ骨格筋ニ於ケルガ如キ終末ヲ認メ。Langerhans 氏ハ鍍金法ニヨリ筋表面ニ於テ而モ核ノ附近ニ單尖ノ又ハ3縁ヲ有スル終器ヲ見タリト云ヒ。Fisher 氏ハ遊離終末ヲ。Openchowsky 氏ハ各筋細胞ニ於テ小結節狀ノ終器ヲ認メタリ。Arnstein 氏ハ神經纖維ノ末端ハ特ニ膨大スルコトナク終止ストシ之ニ反シCajal, Retzius, Heymanns u. Demoor 氏等ハ小結節狀ニ膨脹セル終端ヲ認メ。Berkley 氏モ神經纖維終末ハ鉤狀又ハ芽狀ナリト云ヘリ。Schmidt 氏ハ2種ノ形式ノ終末ヲ認メ其1ハ卵圓形又ハ圓形ノ小壁厚ニシテ他ノ1ハ肉又狀ナリト主張セリ。Smirnow 氏ハ靜脈怒張狀ノ神經細纖維ガ筋表面ニ沿フテ走り屢々分岐シテ終ニ種々ノ形状及ビ大サヲ有スル遊離ノ末枝トナリ筋細胞表面ニ終ルト云ヘリ。London u. Peskey 兩氏ハ筋纖維周圍ノ神經網ヨリ靜脈怒張狀ノ細神經纖維發生シ筋纖維表面ニ靴狀或ハ梨子狀肥大ヲ以テ終ルト唱ヘ。Michailow 氏ハ神經纖維ノ終端ハ環狀又ハ網狀ナリト記載セリ。星氏ハ2種ノ形式ヲ擧ゲ其1ハ卵圓形紡錘形球形等ノ肥厚又ハ環狀小體ヲ以テ筋纖維表面ニ接觸シテ終止シ其2ハ神經纖維漸次細細トナリ。其ママ遊離シテ終ルトセリ。篠崎氏ハ蛙心筋ニ於テ神經終末ハ筋細胞核ニ近ク表面ニ接シテ甚ダ微細ナル膨隆端ヲ以テ終止スルモノトナシ他ノ種々ノ形式ノモノハ實ニ終末器ニ非ズト言ヘリ。

B) 筋纖維内ニ進入シテ終止ストナスモノニハSchweiger-Seidel (1869) Gerlach (1876) 佐藤(大正9年) Marous (1925) Boecke (1924) Wollard (1926) Jones (1927) 氏等アリ。

Schweiger-Seidel 氏ハ心筋纖維間ノ纖細ナル神經纖維ハ遂ニ遊離終末ヲ以テ直接筋收縮性物質ニ連續ストナシ其部ハ筋纖維鞘ヲ缺クト言ヘリ。佐藤氏ハ筋纖維内ニ進入セル神經纖維末端ハ一見顆粒狀ニ見ユル神經原纖維網ヲ以テ終止ストナシ。Gerlach, Boecke, Wollard 氏等ハ神經纖維ハ甚ダ微細ナル膨隆端ヲ以テ終ルトセリ。Jones 氏ニ據レバ神經網ヨリ微細神經纖維發生シ遂ニ筋纖維内ニ進入シ核ニ近ク微細ナル網ヲ形成シ終止スト。

C) 其他 Fukutake (1924) 氏ハ種々ノ動物ニ就テCajal 氏鍍銀法及ビ「メチレン」青染色法ニテ檢索シタル結果種々ナル形態ヲ有スルモノハ總テ銀或ハ色素ノ異常沈着ニシテ心筋ニハ實ニ終末器ヲ認メズト主張

セリ。笠原(昭和2年)氏ニ據レバ有脊椎動物ノ各種ヲ通シ心筋ノ神經終末ハ之ヲ2種ノ形式ニ區別シ得ベク。其1ハ骨骼筋ニ於ケル運動神經終末ト同様ニ終角ヲ形成ス。其2ハ終末部ニ於テ軸索ハ分岐スルコトナク其ママ延長シテ終止スルモ其部ニ少數ノ終網様構造物附着ス。而シテ此軸索ハ前者ニ比シ遙ニ繊細ナリト。Stöhr Jr.(1928)氏ハ心筋神經終末ヲ確認シ得ザリシモ猶ホBoecke氏ノ所説ヲ肯定セリ。

如斯心筋ニ於ケル神經終末ニ就テハ先進諸家各々其所説ヲ異ニセリ。殊ニ最近ハ筋纖維内ニ終止ストナスモノ多キガ如シト雖モ亦筋纖維表面ニ終止ストナスモノアリ。又一部ノ學者ハ2種ノ形式ヲ區別セリ。且又指摘セル終末ノ形狀モ種々ナリ。果シテ何レガ眞ナルヤ知ル可カラズ。是レ余ガ本研究ヲ企タル所以ナリ。

### 検査材料及ビ検査法

余ノ本研究ニ用ヒタル材料ハ蛙、「マウス」ノモノモアリト雖モ主トシテ家兎ノ心臓ニシテ毎常新鮮ナルモノヲ選ビ可及的心搏動ノ停止セザル間ニ採取シ瞬時蒸餾水ニテ洗ヒ組織ノ含血量ヲ少カラシメタルモノナリ。

検査法トシテハ鍍金法、鍍銀法及ビ「メチレン」青染色等ノ諸法ヲ試ミタリ。Langerhans, Fisher, Openchowsky, Smirnow 及ビ篠崎氏等ハ鍍金法ヲモ應用シタリ。余モ亦Löwit 及ビStöhr氏法ニ倣ヒ鍍金法ヲ試ミタレ共余ノ經驗ニヨレバ心筋ニ於ケル神經纖維ノ檢出ニハ不適當ニシテ寧ロ鍍銀法、「メチレン」青染色法ノ優秀ナルヲ知リ。専ラ之等2法ヲ應用シタリ。而シテ鍍銀法ニテモ余ノ經驗ニヨレバBielschowsky氏法Schultze氏 Natronlauge-Silbermethode 等ノ氷結切片染色法ニテハ神經纖維ノ檢出甚ダ困難ニシテ鮮明ナル標本ヲ得ルコト能ハザリキ。因ツテ余ハ専ラCajal氏塊片染色法ヲ應用シタリ。殊ニ原法ヨリモ「アルコール」固定法ニテ鮮明ナル標本ヲ得タリ。又「アムモニア、アルコール」ニ固定シ次テ硝酸銀液ニ浸漬シ還元ヲ行ヘリ。還元ノ目的ニハ總テ焦性没食子酸「フォルマリリン」及ビ蒸餾水ノ混合液ヲ用ヒタリ。之等ハ總テ「パラフィン」ニ包埋シ5乃至15 $\mu$ 厚ノ連續切片標本ヲ調製シタリ。

「メチレン」青染色法ハ末ダ搏動ノ停止セザル間ニ心臓ヲ加温生理的食鹽水ニテ良久ク洗滌シ次テ「メチレン」青液ニテ處置シ後5%「モリブチン」酸「アムモニウム」水溶液ニテ固定シタリ。之等ハ浸漬標本或ハ「パラフィン」切片標本トセリ。

上記ノ方法ニ據ル時ト雖モ屢々不明ノ原因ニヨリテ染色不成功ニ終ルコトアリテ多大ノ時日ト努力ヲ要スルモノナリ。

### 所 見

心筋内ニ進入スル神經ハ始メ多クノ無髓性及ビ少許ノ有髓性纖維ヨリナレル束トナリテ血管ニ伴フモノナリ。血管ガ分枝スルニ從ヒ神經纖維束モ分岐シ(Fig. 1)毛細血管ニ沿フテ走行スルト共ニ一部之等ヨリ分岐シタル僅々數條ノ纖維ヨリナレル細束ハ筋纖維間ヲ潛行ス(Fig. 2)是レ即チGerlach氏起根神經叢ト稱セラルルモノニシテ各軸索ハ大體ニ於テ筋纖維長軸ニ平行シテ走行シ決シテ網ヲ形成スルモノニ非ズ。其束ハ分岐シ終ニ僅ニ2條位ノ纖維ヨリナルモノ。

トナレバ數視野ヲ通ジテ筋纖維ノ表面ニ沿ヒ迂曲蛇行セルモノ多シ (Fig. 3. u. 4). 始メハ筋纖維表面ヲ横走スルモノアルモ終末ニ近クバ多クハ筋纖維ノ長軸ニ平行シ走行スルヲ見ル. 各軸索自身ノ分岐ハ銳角ヲ以テスルモ須臾ニシテ互ニ離開シ反對ノ方向ニ走行スルモノアリ此狀ハ殊ニ終末ニ近キ分岐部ニ多キガ如シ. 如斯漸次分岐纖細トナレル終末枝ハ遂ニ或ル筋纖維ノ核ニ近接シテ終止スルモノノ如シ.

終末ノ形態竝ニ終止部位ニ關シテハ既ニ緒言ニ述べタル如ク. 一部ノ學者ハ筋纖維鞘ヲ穿通シテ筋纖維内ニ終止スルト主張セリ. 殊ニ佐藤氏ハ Cajal 氏鍍銀法ニヨリ人體心筋ノ神經終末ヲ檢索シタル結果. 核ノ周邊ニ近接シテ所謂終網ヲ以テ終ルモノヲ定型的ノモノトセリ. 亦 Jones 氏ハ「メチレン」青染色法ニヨリ猫心筋ノ神經終末ハ核ニ近接シ網狀ヲナシテ終ルトナシ. Boecke, Wollard 氏等ハ微細ナル膨隆端ヲ以テ終ルト云ヘリ. 余モ亦一見膨隆端ヲ以テ核膜或ハ核内黒染物質ニ移行シテ終止スルガ如キ像ヲ見シコトアルモ是レ全ク外見上ニ止ルモノナリ. 即チ斯クノ如キ像ハ多ク筋纖維ノ中央部或ハ之ニ近ク筋纖維ト平行シテ走レルモノヲ上表ヨリ觀察セシ時ニ多クシテ油浸装置ニヨリ極メテ嚴密ニ平面ノ高低ニ注意ヲ拂ヒツツ鏡檢スル時ハ1トシテ筋纖維内ニ進入スルモノヲ目撃スルヲ得ザリキ. 殊ニ双眼顯微鏡ニテ之ヲ精査セシニ軸索ハ筋纖維内ニ進入セズシテ寧ろ每常筋纖維表面ニ停止スルヲ認知セリ.

然ラバ眞ノ終末ハ筋纖維表面ノ如何ナル部位ニテ如何ナル形態ヲ以テ終止スルモノナルカ. 先人ノ所述ト余ノ所見トヲ比較對照センニ. Krause 氏ハ骨骼筋ニ見ルガ如キ運動神經終板ヲ家兔心筋ニ認メ Langerhans 氏ハ3線ヲ有スル終器ヲモ認メタリト云ヘルモ余ノ鍍銀竝ニ「メチレン」青染色標本ニ於テハ1回ダニ斯クノ如キ像ヲ認メタルコトナカリキ. 故ニ恐ラクハ是レ眞ノ終末ニ非ラザルナラン. Cajal, Retzius 氏等ハ強ク怒張セル終器ヲ認メ. Michailow 氏ハ神經纖維ノ終末ハ環狀或ハ網狀ヲ呈ストシ. Schmidt 氏ハ之ヲ音叉狀ナリト唱ヘ. Berkley 氏ハ之ヲ釘狀又ハ芽狀ナリト言ヘリ. 星氏ハ神經纖維ノ末端ハ卵圓形, 球形, 紡錘形等ノ肥厚又ハ環狀小體ヲ以テ終ルモノノ他ニ漸次纖細トナリ遂ニ其ママ遊離ノ狀ニ終ルモノアルヲ指摘セリ. 余モ亦環狀, 芽狀, 音叉狀又ハ強ク怒張セル等種々ノ纖維ノ末端形態ヲ認メタリト雖モ之等ハ殊ニ多ク鍍銀標本ニ於テ目撃スルモノニシテ恐ラクハ切片製作ニ際シ途中ニ於テ纖維ガ切斷セラレ又ハ鍍銀ノ際銀ノ異常沈着ヲ起シタメニ生ジタルモノナラント思考ス. 即チ環狀又ハ網狀物ヨリ更ニ神經細纖維ノ發生スルヲ見ルコトアルハ此事實ヲ證明スルモノナルガ如シ. 又音叉狀物ノ如キハ纖維ノ分岐部ガ切斷セラレタルモノナル可ク. 且銀沈着ノ寡少ナル場合ニハ途中ニ於テ切斷セラレタル軸索ガ恰モ遊離終末ノ如ク見ユルコトアリト信ズ. 笠原氏ハ心筋ニ於ケル神經終末ヲ檢索シ2種ノ狀ヲ區別セリ. 余モ亦鍍銀標本ニ於テ一見斯クノ如キ2様ノ形式アルガ如キヲ見タルモ「メチレン」青染色標本ヲ比較對照シ思考スル時ハ笠原氏ノ第2ノ形式ニ屬スルモノハ第1形式ニ屬スルモノノ末梢部ニ該當スルモノノ如シ. 而シテ氏ノ記載セルガ如キ終網ハ管テ之ヲ見タル事ナシ. 余ノ鍍銀竝ニ「メチレン」青染色標本ニ於テ共通ニ目撃スル

所見ハ核ニ近接シテ筋纖維表面ニ停止スル神經纖維ノ終末ナリ。コノ末端ハ甚ダ微細ニシテ油浸装置ニテ仔細ニ鏡檢スルニ僅ニ膨隆セルヲ見ル (Fig. 5, 6. u. 7)。コレ一般ニ眞ノ終末端ナラント信ズ。殊ニ「メチレン」青染色ヲ施シタルモノニ輕壓ヲ加ヘテ製作シタル標本ハ終纖維ノ長サ、其末端ノ狀竝ニ終止部位ヲ知ルニ價値アルモノトス。余ノ計測ニテハ家兎心筋ニ於テ神經終纖維ノ長サハ100—150  $\mu$ 内外ノモノナリキ。猶ホ Openchowsky 氏ハ各筋纖維ガ各々神經終末ヲ有スト記載セルモ余ノ鏡檢ノ結果ニヨレバ此終末ハ只一定數ノ筋纖維ノ核ニ近接シテノミ存在スルモノナリ。而シテ殊ニ血管ニ近接セル筋纖維ガ此分布ヲ受クルコト多キガ如シトモ斷言シガタシ。

拙筆スルニ當リ恩師上坂教授ノ御指導竝ニ御校閱ニ對シ衷心謝意ヲ表ス。(6. 2. 2. 受稿)

## 文 獻

- 1) *Arnstein*, *Anat. Anz.*, Jahrg. 2, 1887.
- 2) *Berkley*, *Anat. Anz.*, Bd. 9, 1893.
- 3) *Dogiel*, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 70, 1907.
- 4) *Fisher*, *Ebenda*, Bd. 13, 1877.
- 5) *Fukutake*, *Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.*, Bd. 76, 1925.
- 6) *Gerlach*, *Virchow's Arch.*, Bd. 66, 1876.
- 7) *Glaser*, *Müller's Lebensnerven*, 1924.
- 8) 星, *東北醫學雜誌*, 第9卷, 大正15年.
- 9) *Hofmann*, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, *Anat. Abt.*, 1902.
- 10) *Jones*, *Journ. of Anat.*, Vol. 61, 1927.
- 11) *Kölliker*, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, 1867.
- 12) *Krause*, *Anatomie des Kaninchens*, 1884.
- 13) 笠原, *京都府立醫科大學雜誌*, 第1卷, 昭和2年.
- 14) *Langerhans*, *Virchow's Arch.*, Bd. 58, 1873.
- 15) *London u. Peskey*, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 68, 1906.
- 16) *Michailow*, *Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. 25, 1908.
- 17) *Marcus*, *Anat. Anz.*, Bd. 59, 1925.
- 18) *Openchowsky*, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 22, 1883.
- 19) *Retzius*, *Biol. Untersuchungen*, neue Folge Bd. 3, 1892.
- 20) *Smirnow*, *Anat. Anz.*, Bd. 18, 1900.
- 21) 佐藤, *神經學雜誌*, 第19卷, 大正9年.
- 22) 篠崎, *京都醫學雜誌*, 第25卷, 昭和3年.
- 23) *Stöhr Jr.*, *Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems*, 1928.
- 24) *Tsunoda u. Kasahara*, *Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.*, Bd. 7, 1928.
- 25) *Wollard*, *Journ. of Anat.*, Vol. 60, 1928.

## 附 圖 說 明

Fig. 1. 血管ニ伴ヒ走行スル神經纖維ヲ示ス。

R. y. Cajal 氏鍍銀法(「アルコール」固定)

擴大 Fig. 1—4. Zeiss. Okul. 7 $\times$ , Obj. 8 mm

「カメラ」長 35 cm

Fig. 2. Gerlach 氏起根神經叢。

「アムモニアアルコール」固定。

Fig. 3. u. 4. 筋纖維ニ平行シテ走ル神經纖維ヲ示ス。

Fig. 3. 「メチレン」青染色。壓迫標本。

Fig. 4. R. y. Cajal 氏鍍銀法(「アルコール」固定)

Fig. 5—7. 筋核ニ近ク筋纖維表面ニ於テ神經纖維ガ微細ナル小肥厚ヲ以テ終止スルヲ示ス。

擴大 Zeiss. Okul. 7 $\times$ , Obj. 2 mm

「カメラ」長 30 cm

Fig. 5. u. 6. R. y. Cajal 氏鍍銀法(「アルコール」固定)

Fig. 7. 「メチレン」青染色。壓迫標本。

岡田論文附圖

Fig. 1.

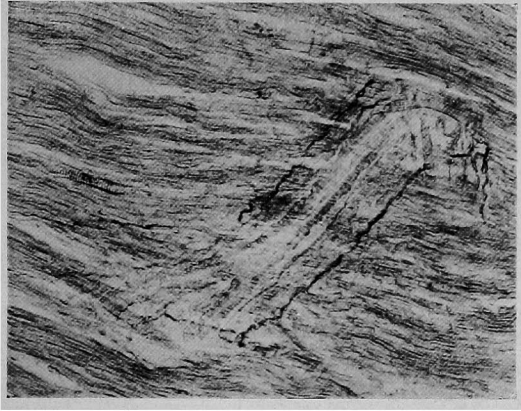


Fig. 2.

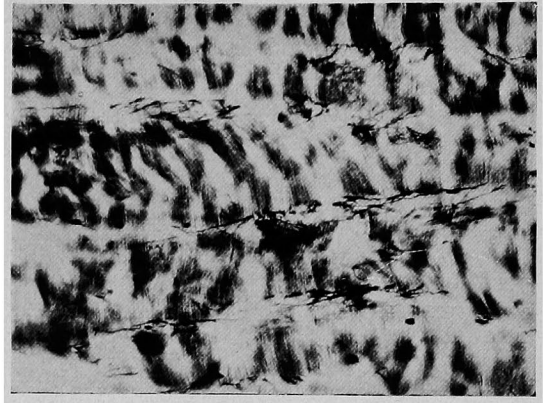


Fig. 3.

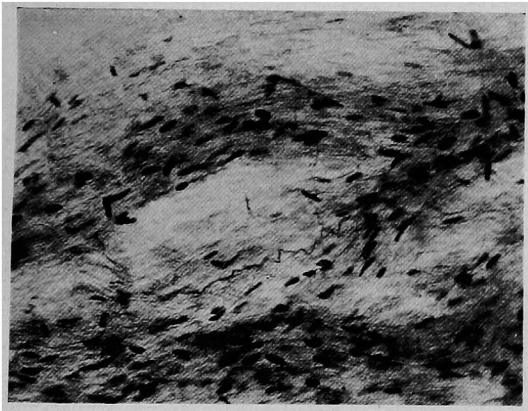


Fig. 4.

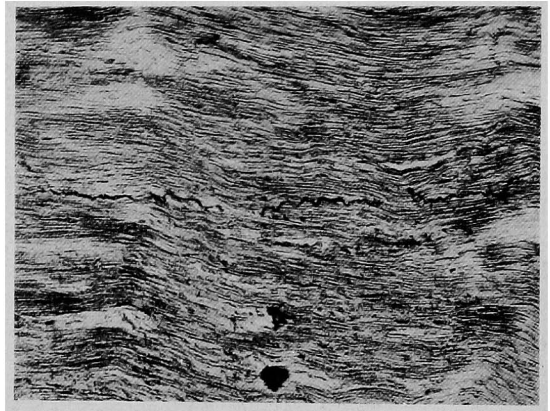


Fig. 5.

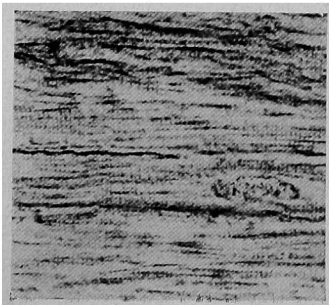


Fig. 6.

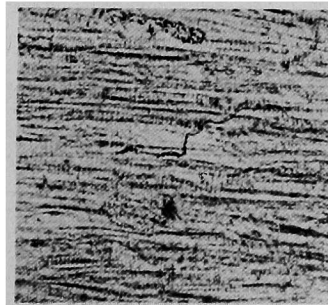
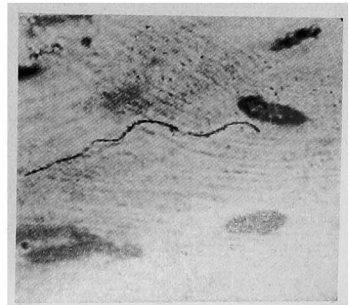


Fig. 7.



611.12.83

*Kurze Inhaltsangabe.***Über die motorische Nervenendigung im Herzmuskel  
beim Kaninchen.**

Von

Shinichi Okada.

*Aus dem anatomischen Institut Okayama  
(Vorstand : Prof. Dr. K. Kōsaka).*

Eingegangen am 2. Februar 1931.

In Bezug auf die motorische Nervenendigung im Herzmuskel sind die Berichte der mehreren Autoren verschiedenartig. Einige behaupten, dass die motorische Nervenfasern an der Oberfläche der Muskelfaser endigt, während nach anderen sie innerhalb der Muskelfaser ihr Ende findet.

Um diese Frage zu lösen hat der Verfasser die Nervenendigung im Herzmuskel beim Kaninchen mittelst der Silberimprägnation nach R. y. Cajal und der supravitalen Methylenblaufärbung untersucht. Es ergibt sich, dass terminale Nervenfasern von ca. 100—150 $\mu$  Länge an der Oberfläche gewisser Muskelfasern, besonders in der Nähe des Muskelkerns mit sehr feinen knöpfchenartigen Verdickungen endigen, was als echte motorische Nervenendigung im Herzmuskel gilt (Fig. 5, 6 u. 7).

