

# 心臓刺激伝導系の心室内分布に関する形態学的研究

岡山大学医学部第一解剖学教室 (主任：大塚長康教授)

井 上 浩 一

(昭和51年 5月31日受稿)

## 緒 言

心臓の心房と心室の間における電気生理学的な興奮伝導の遅延の機構の解明については、古くから、数多くの実験的、あるいは臨床的研究がなされてきた。その結果、心房興奮と心室興奮との時間差は、主として房室結節付近で作られると考えられて来た。

一方、微小電極法により心筋細胞膜活動電位が記録できるようになり、房室結節部附近における興奮伝導遅延機構もかなり明らかにされて来た。さらに微小電極法と共に、近年心臓カテーテル法や心臓内表面導出電極法の発達により、房室伝導の遅れの一部は房室結節部附近以外、すなわち房室束以下の刺激伝導系が関与していることが明らかになって来た。

一方、Purkinje (1845), His (1893), Tawara (1906) や、Keith と Flack (1907) らによって哺乳類の心臓刺激伝導系の存在が明らかにされて以来、その形態学的研究に関しては多数の報告がある。しかし刺激伝導系の末梢枝である Purkinje 線維の心室内の分布状態を、形態学的に検索し、各種の哺乳類で比較解剖学的に検索した研究は意外に少ない。

そこで実験によく使用される各種哺乳類の Purkinje 線維の心室心内膜直下とその心筋層内への分布状態を形態学的に検索し、電気生理学的に認められている現象の形態学的裏づけができればという考えから本研究を行った。

## 材料と方法

### I 心内膜直下に分布する Purkinje 線維を観察する方法

この方法に使用された動物はヒト 2例、サル 2

例、ウシ 2例、ブタ 2例、ヤギ 2例、イヌ 3例、ネコ 3例、ウサギ 3例、モルモット 3例、ラット 3例、マウス 3例である。

染色方法としては Otsuka と Hara (1964) により組織切片用に使用されている PAS 染色法を改良した方法を用いた。その方法は次に示すような手技により染色される。

方法；

- (1) 動物から摘出された心臓の心室部を切開し、その心室内膜面を生理的食塩水又は Ringer 液で、血液が残らないようよく洗う。
- (2) 過沃素酸 0.5%、ホルマリン 10cc、蒸留水 90cc の混合液で固定する。4℃で 1 時間
- (3) 蒸留水で水洗 20分、さらに 80% アルコールで液を交換しつつ洗い、12時間以上その中におく。最高 2 週間まで保存出来る。
- (4) 蒸留水でかるく洗ったのち、稀釈した Schiff 試薬につける。30秒～1分。  
Schiff 試薬の作り方：  
塩基性フクシン 0.1g を沸騰した蒸留水 100cc に溶かす。この液が 50℃ に冷却するのを待って濾過、濾液に 1N 塩酸 10cc と重亜硫酸ナトリウム 1g を加える。氷室中に 16～24 時間保存したのち使用する。
- (5) 直接重亜硫酸ナトリウム 2g、1N 塩酸 20cc、蒸留水 100cc の混合液に入れて数回洗う。5～10分。
- (6) 80% アルコールを数回とりかえて洗い同液中に保存する。

## II 心室心筋層内に分布する Purkinje 線維を観察する方法.

この検索に使用された動物はヒト 2 例, サル 2 例, ウシ 2 例, ブタ 2 例, ヤギ 2 例, イヌ 5 例, ネコ 5 例, ウサギ 5 例, モルモット 5 例, ラット 5 例, マウス 5 例である.

動物から摘出された心臓を切開し, ヒト, サル, ウシ, ブタ, ヤギ, イヌ, ネコ, ウサギ, では左と右心室の中隔部, 自由部から組織片を取り出し 1.0%過沃素酸・10%ホルマリン溶液 (Trott et al, 1963) で 24 時間固定, 脱水後パラフィン切片を作製し PAS 染色を行い鏡検した.

### 結 果

#### (I) 心室心内膜の直下に於ける Purkinje 線維の分布状態.

心臓刺激伝導系の末梢枝である Purkinje 線維の分布状態を検索するために Otsuka と Hara による PAS 法で染色し観察した.

イヌの心臓において刺激伝導系房室束から分枝した右脚は肉眼的には三尖弁の中隔尖の直下で心内膜下に出現し, 枝分れをしない一本の太い索として, 孤をえがきながら前乳頭筋の基部にいたり. ここで次の 3 つの枝に分れる. すなわち (1) 肺動脈円錐部に分布する枝, (2) 遊離壁に分布する枝, (3) 後乳頭筋の基部をはじめ, 広く中隔面に分布する枝に分けられる. この 3 分枝はそれぞれの部位で細かい Purkinje 線維の網工を作って分布している. 左脚を構成する Purkinje 線維の束は肉眼的に, 大動脈弁の後半月弁と右半月弁の接合部の直下で広い幅をもって心内膜面直下に出現し, ただちに扇のように分枝する. その主な枝は数本の仮腱索となって, 左心室腔をよぎり, 前および後乳頭筋の基部にいたり, 広く心内膜面に Purkinje 線維の網工を作っている. また一部のものは, 仮腱索を形成せず, 直接中隔面に分布する. これらの Purkinje 線維の網工はその網目の細かさ, いいかえれば, その枝分れの密度は, 左右の心室とも遊離壁が最も大で, 中隔面では左心室側が右心室側よりも大である.

ウシの心臓で房室束の右脚は三尖弁中隔尖の動脈円錐寄りのところで, 心室心内膜直下に観察される. その後, 中隔乳頭筋基部まで進み, そこで仮腱索の中に入り, 前乳頭筋の基部まで達して分

枝する. しかしイヌのように, はっきりと 3 枝に分れる状態を観察することができない. しかし肺動脈円錐部に分布する枝はイヌよりも密な Purkinje 線維の網工が認められる. また後乳頭筋の基部から中隔面にかけてもイヌより網工の分布状態がかなり密である. 遊離壁に分布する Purkinje 線維によって作られる網工はイヌの場合と類似している. 一方左脚はイヌと同様に大動脈弁の直下から心内膜面に出現してくる. この左脚はやがて中隔面の中央よりやや上方で分枝する. その方向は, イヌの場合のように大部分のものは仮腱索を形成し, それぞれ前および後乳頭筋の基底部分に行き, それらの部位で網工を作るものと, 中隔壁の全面に分布する枝とに分れる. これらの網工の分布密度は心房寄りの部位でやや疎になるほかは, どの部位もほとんどその分布密度は変わらない.

ブタの心臓において右脚は三尖弁の中隔尖と前尖の間あたりから, 比較的細い索状物として認められる. その後右脚は中隔乳頭筋の起始部で仮腱索に入り前乳頭筋の起始部に達する. そこで枝分れして各部に分れていくが, その後の枝分れが複雑なためイヌのように三枝に分けることが出来ない. 中隔面では Purkinje 線維の網工はイヌやウシのように比較的疎ではなく, 細かく, しかも不均一な分布を呈している. すなわち, その一つの網工を肉眼的に区別できないような細かい, しかも密な状態で分布する部位と, ほとんど網工が分布していない部位が混在している. 動脈円錐部では中隔部と比較すると, その分布状態は疎であるが, ここでも網工は不均一な分布を呈している. 遊離壁では網工の分布の不均一がもっとも強く現れている. しかし網工を呈する部位では, その分布密度は最も大であった. 一方左脚はイヌやウシと同様, 大動脈弁の直下から心内膜面に出現し, 心室中隔の中央部あたりで分枝する. すなわちイヌほどに明瞭でないが, 仮腱索を通して, 前乳頭筋の基底部分に行く枝と, 後乳頭筋の基底部分に行く枝とがあり, それぞれの部位で網工を作り分布した. さらにもう一つの枝はそのまま中隔壁を心尖部に向かって走りながら網工を作り分布するものがあった. 左室側でも右室側と同様に, その末梢部の Purkinje 線維の網工は密に集合した部位とほとんどない部位とが混在していた. これらの網工の分布密度は心房に近い部位でやや小になるほかは, どの部位もほとんど変らなかった.

ヤギでは Purkinje 線維の心室心内膜直下の分布

状態はウシと極めて類似した走行を呈していた。ただ Purkinje 線維によって作られる網工が、ウシに比較すると疎になっている点が異なっていた。

心臓の心室心内膜直下の Purkinje 線維を、PAS 変法で染めだすためには、死後 1 時間以内の心臓を使用せねばならない。しかしわれわれが、死後 1 時間以内のヒトの心臓を入手することは非常に困難であった。したがってわれわれが使用したヒトの心臓は病理解剖によってえられた死後数時間経過したものであるため他の動物のように心内膜下の Purkinje 線維の分布状態を観察することができなかった。

サル心臓の右脚は三尖弁の中隔尖と前尖の間あたりから心内膜下に出現してきた。その後、やや太い索として前乳頭筋の基部にいたり、そこで分枝した。1 つの枝は動脈円錐部に走り、比較的疎な網工を作り分布した。又他の一つは中隔部の方に分枝し中隔部の心内膜下でかなり密な網工となり分布した。他のもう 1 つの枝は遊離壁にいたり、その部で密なる網工を作り終った。左脚は大動脈弁直下で、一つの索として心内膜下に出現し、やがて多数の枝に分れて分布するが、その拡がり方はイヌの場合とよく一致した。すなわちその主体となるものは、数本の仮腱索となって、前および後乳頭筋の基部にいたり、そこで心内膜下に網工を作った。又、一部のものは仮腱索を形成せず、中隔面に分布し、そこで網工を作り終った。

ウサギの心臓において刺激伝導系の房室束から分枝した右脚は三尖弁の直下で心内膜下に出現するが、それより末梢の Purkinje 線維の分布状態は PAS 変法では肉眼的には観察できなかった。左脚も同様に左室の大動脈弁の直下で心内膜下に出現するが、その後の Purkinje 線維の走行を追求することができなかった。

モルモット、ラット、マウスの心臓の心室心内膜下に分布する Purkinje 線維の分布状態を PAS 変法で観察することは出来なかった。

#### (III) 心室心筋層内への Purkinje 線維の分布状態

心室筋層内への Purkinje 線維の分布状態を観察するためにはわれわれの PAS 変法は使用出来ない。そこでわれわれはグリコーゲン検出のための固定液を使用し連続切片を作製し、組織化学的に多糖類を染めだす PAS 法を用いて観察した。又、この他に一般組織像を観察するために Masson-Goldner

法や hematoxyline eosin 法を用いた。

ウシの心臓の Purkinje 線維は PAS 法で染色すると濃紅色に染ってきた。また一般染色法では大型の細胞で、核は細胞の中央部に大きなものが 1 ヶ存在し、筋原線維は細胞の周辺部に少し観察されるのみで、大部分は筋形質からなっていた。この様な Purkinje 線維は、心内膜直下で数個から十数個が集団を作って結合組織につつまれていた。この Purkinje 線維は心筋層内の筋束間の結合組織の中に、結合組織に取り囲まれて分布していた。心室中隔部では深く筋層内に進入し、所々で Purkinje 線維より細い、やや筋原線維の多い、いわゆる移行型の細胞となり一般心筋線維に続いてきた。遊離壁でも同様 Purkinje 線維は心内膜直下に集団を作って存在し、ここから心筋層内へ深く進入し、心外膜直下にまで達するものがあつた。一般心筋線維に接合するこの状態は左右の心室とも同様であつた。

ブタの心臓の Purkinje 線維はウシと同様に PAS 法で染色するとその細胞質が PAS 陽性反応を呈してくる。一般染色標本では、ウシよりはやや細いが、かなり太い細胞で、中に少しの筋原線維をもった明るい細胞として心室心内膜直下に観察された。心内膜直下ではウシと同様に数個から十数個の細胞が結合組織で包まれ集団を作っていた。ブタの場合も Purkinje 線維はその太さをほとんど変ることなく心室中隔部の心筋層内に深く進入していた。この場合も Purkinje 線維は、心筋層内の筋束を取り巻く結合組織の間に認められた。やがてこれらの Purkinje 線維は、ウシと同様に移行型を介して一般心筋線維に接合する。遊離壁の心内膜直下にも Purkinje 線維は集団を作って存在し、この Purkinje 線維はやがて心筋層内に進入し、心外膜近くまで分布している。ここにおいても Purkinje 線維は移行型を介して一般心筋線維に接合する。

ヤギの心臓の Purkinje 線維は、やはり PAS 法で強く染色された。この PAS 陽性の細胞は、心室心内膜下で、ウシやブタの場合と同様に分布し、やがて心室筋層内に深く進入し、移行型の細胞を経て一般心筋線維に終った。ヤギの Purkinje 線維の形態はウシのそれより細く、細胞質内の筋原線維の数もやや多くなる様に思われる。

イヌの心臓においては心室心内膜直下に有蹄類と同様に Purkinje 線維が結合組織にかこまれ、数個から十数個が集団を作って存在した。しかし心内膜下に認められる Purkinje 線維はその場で一般心筋

細胞に移行した。この際、有蹄類に見られたような移行型をした細胞が存在するかどうかについては古くから論議されているが、我々の観察ではとくに移行型と考えられるような像は認められなかった。このような移行型は心室中隔部、遊離壁に於いても観察できなかつた。又、イヌの場合心室心筋層内に深く進入していく Purkinje 線維は、PAS 法や一般染色法のどちらの場合でも認めることが出来なかつた。心筋層を観察していると所々で Purkinje 線維様の形態をした細胞を認めることがあるが、連続切片で検索しても心内膜直下の Purkinje 線維に連絡していないので Purkinje 線維ではなく Treux 等が記載している大心筋細胞と考えられた。

サル的心室心内膜直下の Purkinje 線維はイヌと比較すると細く、筋原線維もやや多く、PAS 反応でも強く染ってくる。サルの場合もイヌと同様、心内膜下の結合組織の中で数個から十数個の Purkinje 線維が集団を作って存在する。サル的心室中隔部、遊離壁のどちらにおいても、大部分の Purkinje 線維は筋層内に深く進入することはなく、心内膜の Purkinje 線維から一般心筋線維に移行していた。この場合もイヌと同様に、その移行型があるか、ないかということが問題になるが、われわれの観察では確認できなかつた。サルでも心筋層内の深部で Purkinje 線維と類似の細胞を認めるが、この場合も心内膜下の Purkinje 線維との連続性がなかつた。

ヒトの心室心内膜直下の Purkinje 線維の分布状態は PAS 法や一般染色法のどちらにおいてもサルと  
表1 各種動物の Purkinje 線維と一般心筋線維の太さを比較

|       | Purkinje 線維 |            | 一般<br>心室筋線維 |
|-------|-------------|------------|-------------|
|       | 心内膜直下       | 心筋層内       |             |
| ウ シ   | 46.3 $\mu$  | 32.2 $\mu$ | 12.4 $\mu$  |
| ブ タ   | 30.5        | 18.3       | 12.6        |
| ヤ ギ   | 14.9        | 13.3       | 8.4         |
| ヒ ト   | 21.3        |            | 15.5        |
| サ ル   | 10.3        |            | 9.1         |
| イ ヌ   | 13.8        |            | 9.8         |
| ネ コ   | 9.1         |            | 9.0         |
| ウ サ ギ | 10.4        |            | 9.0         |
| モルモット | 14.2        |            | 12.2        |
| ラ ッ ト | 9.8         |            | 10.6        |
| マ ウ ス |             |            |             |

同じ様な状態を呈していた。すなわち心内膜直下で Purkinje 線維は集団を作って心内膜下の結合組織の中に存在した。この場合もサルと同様に心内膜下に存在する Purkinje 線維は、そこで大部分のものは一般心筋に移行していくが、その間に移行型細胞は介在しないようであった。また、心室中隔部や遊離壁のいずれの心筋層内にも所々に Purkinje 線維様の細胞を観察するが、心内膜下の Purkinje 線維とは連続しないと、この細胞は PAS 染色でも染ってこないことから考えても Purkinje 線維ではないものと思われた。

ウサギ、モルモット、ラット、マウスなどの心臓の心室心内膜直下には、上記の動物と同様 Purkinje 線維が分布していた。しかしこれらの Purkinje 線維は一般染色標本では細く、筋原線維もその細胞体内に多く、一般心筋線維との間は形態学的に相違する点が少くなかつた。この中でも、ウサギとモルモットは一般染色標本でも Purkinje 線維の方が一般心筋よりやや太く、筋原線維も少く、明るい細胞として観察することができた。この Purkinje 線維はまたグリコーゲンを多量に含んでいるため PAS 反応に陽性であった。この Purkinje 線維はイヌほどではないが、心内膜下の結合組織の中に数個の細胞が集団をつくって結合組織におおわれていた。ウサギとモルモットのどちらにおいても、心筋層内へ深く進入する Purkinje 線維は認められなかつた。

一方ラットやマウスでは房室束の右脚、左脚までは一般染色標本で、認めることができるが、その末梢の Purkinje 線維の心内膜直下の分布状態は非常に観察できにくかつた。それは Purkinje 線維の太さが一般心筋とほとんど変わらないこと、Purkinje 線維内の筋原線維の分布密度が大であること、一般染色標本では Purkinje 線維と一般心筋線維との染色性がほとんど変わらないこと、また、心内膜下の結合組織が少なく、Purkinje 線維を取り巻く結合組織で数個の線維が集団を作らないことのためであると考えられた。しかし PAS 法で染めた標本では心室心内膜直下に陽性反応を呈する細胞が観察できるので、これが Purkinje 線維であると認めることができた。一般染色標本では心室心筋層内への進入は認められない。PAS 法においても陽性反応を呈す細胞を観察することができないので、ラット、マウスでも Purkinje 線維は心筋層内への進入はほとんどないものと考えられた。

## Ⅳ) Purkinje 線維の太さについて

各種哺乳類で Purkinje 線維の太さを計測した。計測法としては核の存在する部位の100個の Purkinje 線維の横断像の直径を測りその平均値をだした。その結果、使用した動物の中ではウシが最も太く、心内膜直下の Purkinje 線維で  $46.3\mu$ 、心筋層内で  $32.2\mu$  であった。ウシの一般心筋線維の太さは  $12.4\mu$  で、その約4倍近くの太さであった。

ブタでは心内膜直下で Purkinje 線維の直径は  $30.5\mu$ 、心筋層内では  $18.3\mu$  を呈し、ウシにくらべればかなり細くなっていた。しかし有蹄類以外の Purkinje 線維よりは太かった。

ヤギではその直径が心内膜直下に存在するものも、心筋層内に分布するものも細かった。これは使用したヤギが生後2、3ヶ月のものであったためと考えられる。有蹄類以外の動物では前項の研究からもわかるように、典型的な Purkinje 線維は心筋層内には分布をみなかったため、心筋層内での計測ができなかった。

ヒトではその直径が  $21.3\mu$  であって有蹄類以外の動物では最も太かった。

サル、イヌ、ネコ、ウサギ、モルモット、ラットでは、心内膜直下における Purkinje 線維の直径は最も太いものでモルモットの  $14.2\mu$ 、最も細いものでネコの  $9.1\mu$  であった。またこれらの動物では一般心筋線維の太さと Purkinje 線維の太さの間に大きな差異がなかった。

## 考 察

心臓刺激伝導系、特にその心室内膜直下にみられる Purkinje 線維の分布状態を検索する方法としては次のような方法がこれまで用いられてきた。すなわち肉眼的直視観察法 (Tawara 1906, James 1961)、墨汁注入法 (Lhamon 1912, Abramson と Marogolin 1936)、ヨウ素法 (Taufic et al 1954, Uhley と Ribkin 1959)、螢光法 (Radice et al 1948, Iwa et al 1961)、PAS 法 (Otsuka と Hara 1965)、などがある。これらの方法はそれぞれすぐれた方法であるが、その観察目的に最も適した方法として、Otsuka と Hara (1965) の PAS 変法を用いた。すなわち、各種の哺乳類の心臓に用いられること。一回の染色で長期間観察できること、Purkinje 線維が周囲の組織からきわだって見えることなどの条件に

最も適した方法として PAS 法を使用した。この PAS 法は刺激伝導系、とくに Purkinje 線維の中にグリコーゲンが極めて豊富に含まれているという特性を利用して、組織化学的にグリコーゲンを証明するために使用される PAS 法を肉眼的観察用に改良した方法である。この方法では心室内膜直下に分布する Purkinje 線維は非常によく観察できるが、心筋層内に深く進入した Purkinje 線維は観察できない。したがって心筋層内における Purkinje 線維の分布を知るためには、組織切片を作製し切片用の PAS 法を使って検索した。墨汁注入法を用いて古くから Purkinje 線維の心内膜直下の分布はウシやヤギの心臓を中心に検索されてきた。(Lahmon 1912, Cardwell et al 1932)。さらにヨウ素法が開発されて、イヌの心臓が観察された (Taufic et al 1954) (Allen et al 1959)。しかしこれら以外の動物の心室内膜直下の Purkinje 線維を観察した研究はほとんどない。したがって各種哺乳類の心室内膜直下における Purkinje 線維の分布状態を比較解剖学的に検索した研究は著者等のものが最初である。ウシの心室内膜直下の Purkinje 線維の分布状態は Lahman (1912), Cardwell et al (1932) らの研究結果とほとんど変わらない。しかし同じ有蹄類であっても、ブタの Purkinje 線維の分布状態は、右脚や左脚が心内膜下に出現し大きく分枝するところまではウシとよく似た分布を示すがさらに末梢の Purkinje 線維によって作られる網工の部位になるとかなりの差異を認めた。さらに他の動物の間にも、特に Purkinje 線維で作られる心室内膜直下の網工の分布状態には動物差があることがわかった。このような形態学的な変化はまた、生理学的方面からみた心室内の興奮の伝導状態にも動物差があることを示唆するものではないかと考えられる。また、ウサギ、モルモット、ラット、マウス等の心臓では心内膜下の Purkinje 線維を PAS 変法により、その分布状態を観察することができなかった。しかし、これは Purkinje 線維が欠除しているのではなく、Purkinje 線維が細いためか、あるいは Purkinje 線維内のグリコーゲンが少くないか、あるいは心内膜の結合組織が厚く、そのため Purkinje 線維が心内膜の表面から見ることはできないものと考えられる。

心室における心内膜下に認められた伝導系の網工と一般心筋の関係はあまり解明されていない。これまでの研究では有蹄類のような心室内で Purkinje 線維と一般心筋との間に形態的な特徴のある相違を

呈する動物の心臓では明らかに両者の間に移行する像が観察されていた (Truex と Copenhagen 1947, Truex 1961, Truex と Smythe 1965). さらにこれらの動物では Purkinje 線維が心室壁を構成する心筋層の奥深くまで進入していた (Truex 1961). また著者が研究に使用した, ヒトと各種の哺乳類の心臓における Purkinje 線維の心室心筋層内への分布状態には動物差があることがわかった. すなわち, ウシ, ブタ, ヤギの有蹄類においては Purkinje 線維は心筋層内に深く進入していた. しかしその他のヒト, サル, イヌ, ネコ, ウサギ, モルモット, ラット, マウスでは Purkinje 線維は心筋層内へは, ほとんど進入せず, 心内膜直下のみ存在し, そこを離れるとすぐ一般心筋に移行した. また Purkinje 線維が一般心筋細胞に移行していく場合, 移行型を介するかどうかという問題に対し Davies et al. (1952) は有蹄類の他にも移行型が存在すると述べているが Truex et al. (1965) はヒト, サル, ゴリラ, イヌ, ウサギなどの動物には有蹄類に認められるような典型的な Purkinje 線維はなく, その移行型もないと報告している. 著者らの研究においても有蹄類では移行型の細胞が観察されたが, 他の動物では, 移行型の細胞を認めなかった.

Purkinje 線維の太さに関して Truex (1961) がすでに発表しているが, 著者らの計測値は Truex のそれよりやや細い. これは固定その他の切片作製における操作の違いにより生じたものと考えられる. 著者の計測値から, 有蹄類の Purkinje 線維は一般心筋よりも 3~4 倍の太さを呈するが, ヒトやその他の動物では Purkinje 線維と一般心筋線維との太さはあまり相違しない. この様に Purkinje 線維の動物による太さの差異は電気生理学的にも興奮の伝達

速度が異なるものと考えられる.

著者は本研究において各種哺乳類の Purkinje 線維の心室内分布を中心に検索したが, この研究が今後電気生理学的なこの方面の研究が進められることにより, 心臓における興奮伝達の機序の解明に役立つものと思われる.

#### 結 語

各種哺乳類 (ヒト, サル, ウシ, ブタ, ヤギ, イヌ, ネコ, ウサギ, モルモット, ラット, マウス) を用いて, 心臓刺激伝導系の末梢枝である Purkinje 線維の心室内膜直下と心筋層内への分布状態を Otsuka と Hara 法, PAS 法, Masson-Goldner 法, ヘマトキシリン・エオジン法で観察した. ウシ, ブタ, ヤギ, サル, イヌでは心室心内膜直下に Purkinje 線維の分布が観察されたが, その分布状態は動物により多少異なっていた. ヒトでは死後時間が長く経過した材料を使用したため Purkinje 線維の走行を観察することができなかった. ネコ, ウサギ, モルモット, ラット, マウスでは心室心内膜直下の Purkinje 線維の分布を Otsuka と Hara 法では観察できなかった.

一方, 心室心筋層内への Purkinje 線維の分布状態を観察すると, ウシ, ブタ, ヤギの有蹄類では, 心筋層内へ深く進入して, 一般心筋線維に移行している像が認められた. しかし実験に使用されたその他の動物では心筋層の深くまで Purkinje 線維は進入せず, 心内膜直下で一般心筋に移行していく像が認められた. この様な Purkinje 線維の分布状態に動物差があることは, 生理学的にも心室内の興奮の伝達も動物による変化があることを示唆された.

#### 文 献

- 1) Allen, P., Lederman, J.J. & Pearl, G. J.: Prevention of surgical heart block by the use of supravital stain. *J. Thor. & Cardiovas. Suag.*, **38**, 57, 1959.
- 2) Cardwell, J.C. and Abramson, D.I.: The atrioventricular conduction system of the beef heart. *Amer. J. Anat.*, **49**, 167, 1931.
- 3) Davies, F. and Francis, E.T.B.: The conduction of the impulse for cardiac contraction. *J. Anat.*, **86**, 302, 1952.
- 4) His, W.: Die Thatigkeit des embryonalen Herzens und deren Bedeutung für die Lehre von der Herzbewegung beim Erwachsenen. *S*, **14**, Ar. a. d. Med. Klinik. Leipzig, F. C. W.

Vogel, Leipzig 1893.

- 5) Iwa, T., Steiger, Z., Weinberg, M. and Fell, E.H.: Vital staining of the conduction tissue of the heart. *Arch. Surg.*, **82**, 833, 1961.
- 6) James, T.N.: Anatomy of the human sinus nodes. *Anat. Rec.*, **141**, 109, 1961.
- 7) Keith, A. and Flack, M.W.: The form and nature of the muscular conductions between the primary divisions of the vertebrate heart. *J. Anat. Physiol.*, **41**, 172, 1907.
- 8) Lhamon, R.M.: The sheath of the sinoventricular bundle. *Amer. J. Anat.*, **13**, 55, 1912.
- 9) Otsuka, N. and Hara, T.: Gross demonstration of the mammalian atrioventricular bundle by a periodic acid schiff procedure. *Stain. Tech.*, **40**, 305, 1965.
- 10) Purkinje, J.E.: Mikroskopisch-neurologische Beobachtungen. *Arch. Anat.*, **12**, 281, 1845.
- 11) Radics, J.C. and Lloveras, J.H. et Knsizsl, J.J.; Visualisation de las terminaciones del fasciculo de His por medio de la fluoescencia. *Arch. Soe. argent. Anat.*, **10**, 172, 1948.
- 12) Taufic, M., Bashour, F. and Lewis, F.J.: Production of the heart block in dogs, under direct vision. *Surg. Forum.*, **5**, 96, 1964.
- 13) Tavera, S.: Das Reizleitungssystem des Säugetierenherzens. Gustav Fischer, Jena, 1906.
- 14) Truex, P.C.: Comparative anatomy and functional consideration of the cardiac conduction system. In: *The specialized tissue of the heart*. Elsevier, Amsterdam, 1961.
- 15) Truex, R.C. and Copenhaver, W.M.: Histology of the moderator band in man and other mammals with special reference to the conducting system. *Amer. J. Anat.*, **80**, 173, 1947.
- 16) Truex, R.C. and Smythe, M.O.: Comparative morphology of the cardiac conduction tissue in animal. *Ann. New York Acad. Sci.*, **127**, 19, 1963.
- 17) Trotl, J.R., Conrenstein, S.L. and Perkoff, M.D.: A chemical and histochemical investigation of glycogen in rat liver and palate following treatment with various fixatives and ethylenediaminetetraacetic acid. *J. Histochem. Cytochem.*, **10**, 245, 1962.
- 18) Uhleg, H.N. and Revkin, L.: Peripheral distribution of the canine A-V conduction system. Observation on gross morphology. *Amer. J. Cardiol.*, **5**, 686, 1960.

## 写真の説明

- 写真1 イヌの右心室心内膜直下に分布する Purkinje 線維 (PAS 変法)
- 写真2 イヌの左心室心内膜直下に分布する Purkinje 線維 (PAS 変法)
- 写真3 ウシの心室心内膜直下に分布する Purkinje 線維 (PAS 変法)
- 写真4 ブタの心室心内膜直下に分布する Purkinje 線維 (PAS 変法)
- 写真5 ヤギの右心室心内膜直下に分布する Purkinje 線維 (PAS 変法)
- 写真6 ヤギの左心室心内膜直下に分布する Purkinje 線維 (PAS 変法)
- 写真7 ウシ心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真8 ウシの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
Masson-Goldner 染色 (M・G 染色)×80
- 写真9 ウシの心室心筋層内の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真10 ウシの心室心筋層内の Purkinje 線維  
M・G 染色×80
- 写真11 ブタの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真12 ブタの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×180
- 写真13 ブタの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
M・G 染色×80
- 写真13 ブタの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
M・G 染色×80
- 写真14 ブタの心室心内膜直下及び心筋層内の  
Purkinje 線維 M・G 染色×80
- 写真15 ブタの心室心筋層内の Purkinje 線維  
PAS 染色×200
- 写真16 ヤギの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
M・G 染色×30
- 写真17 ヤギの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×30
- 写真18 ヤギの心室心内膜直下及び心筋層内の  
Purkinje 線維, PAS 染色×30
- 写真19 ヤギの心室心内膜及び心筋層内の Purkinje 線維, PAS 染色×30
- 写真20 ヤギの心室心筋層内の Purkinje 線維  
M・G 染色×30
- 写真21 イヌの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×30
- 写真22 イヌの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
M・G 染色×80
- 写真23 サルの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真24 サルの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×150
- 写真25 ヒトの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
M・G 染色×200
- 写真26 ウサギの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真27 ウサギの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真28 ウサギの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
M・G 染色×200
- 写真29 モルモットの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80
- 写真30 ネコの心室心内膜直下の Purkinje 線維  
PAS 染色×80



井上浩一論文附図



写真1

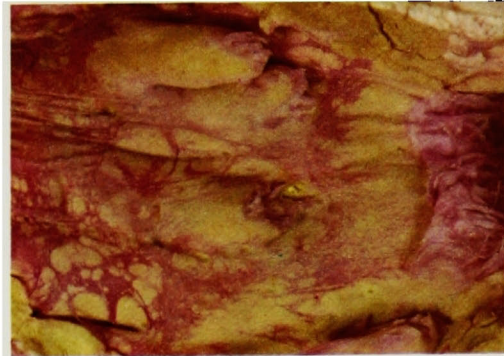


写真4

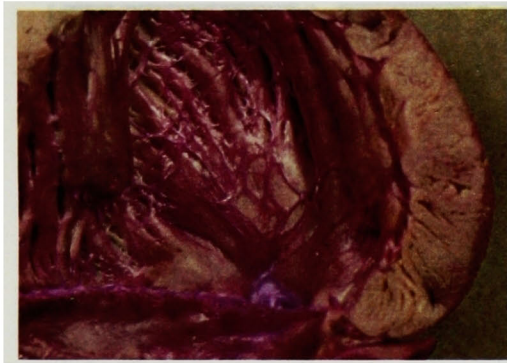


写真2

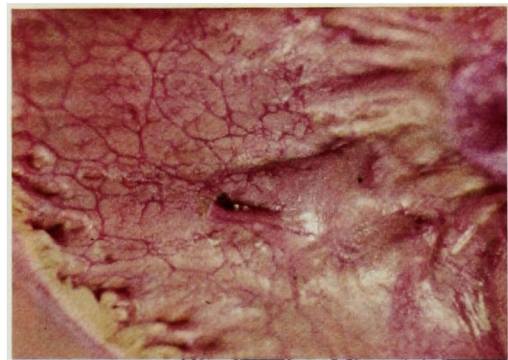


写真5

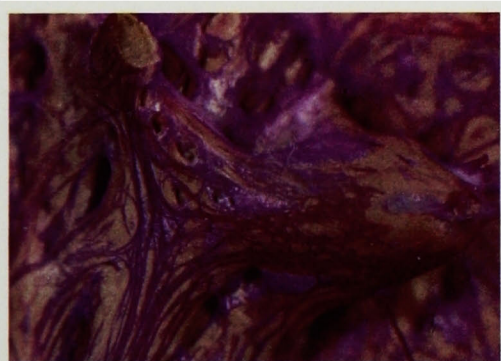


写真3

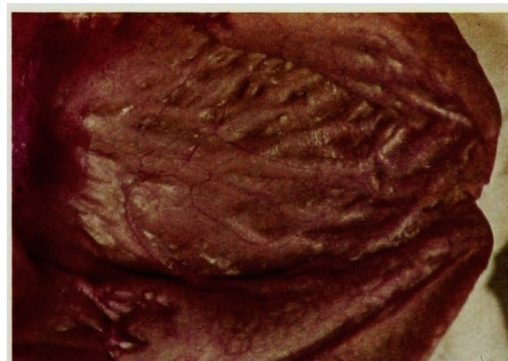


写真6

井上浩一論文附圖

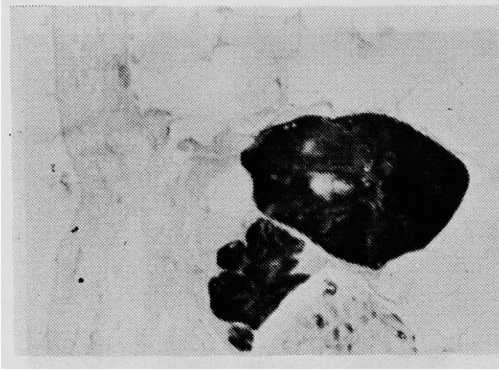


写真7

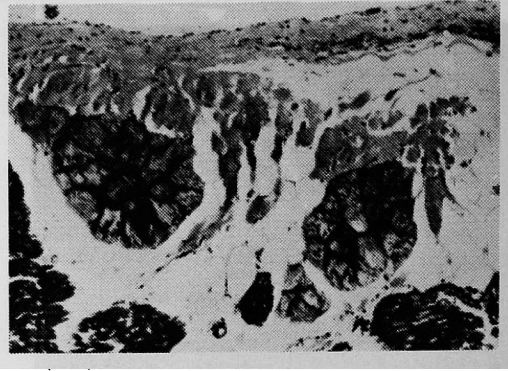


写真8

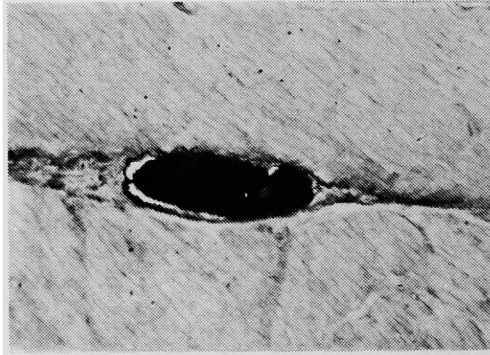


写真9

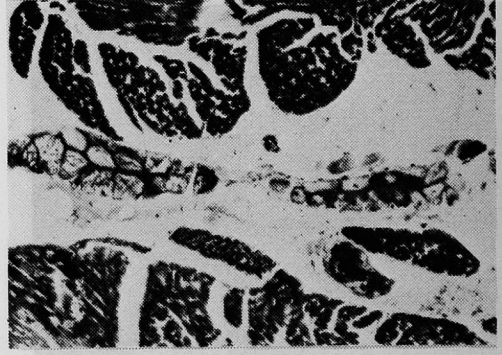


写真10

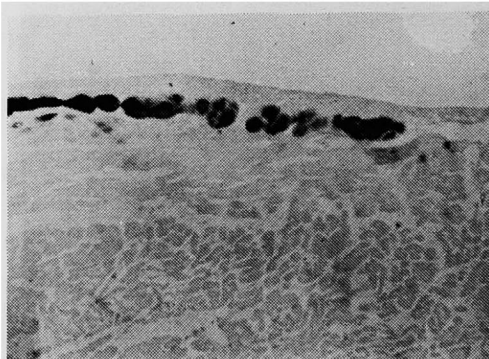


写真11

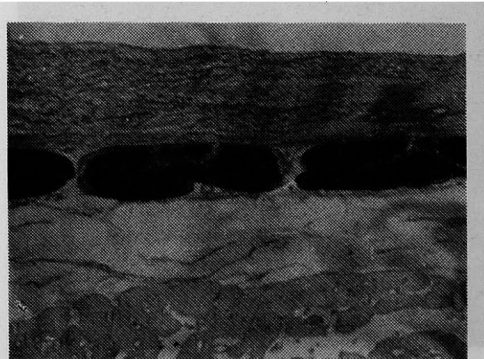


写真12

井上浩一論文附図

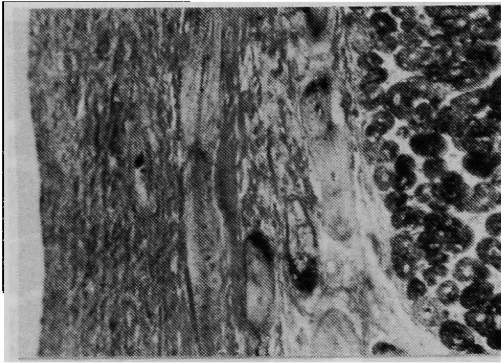


写真13

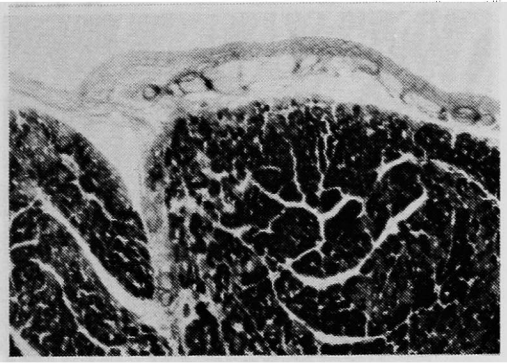


写真14

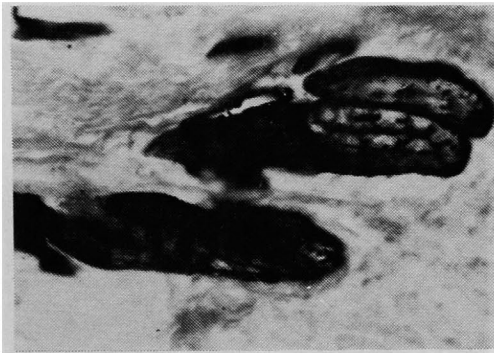


写真15

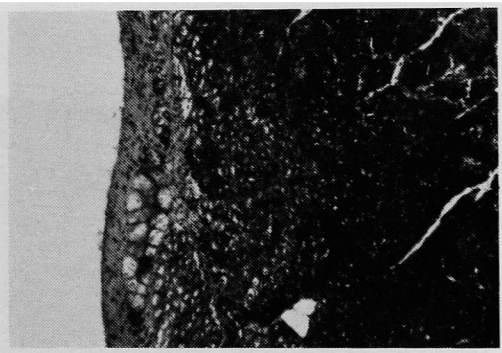


写真16

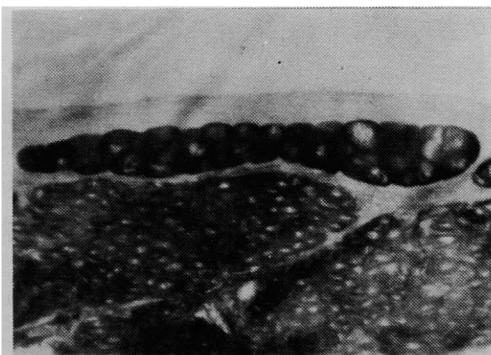


写真17

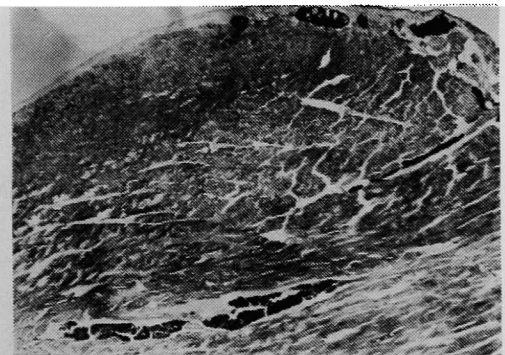


写真18

井上浩一論文附圖

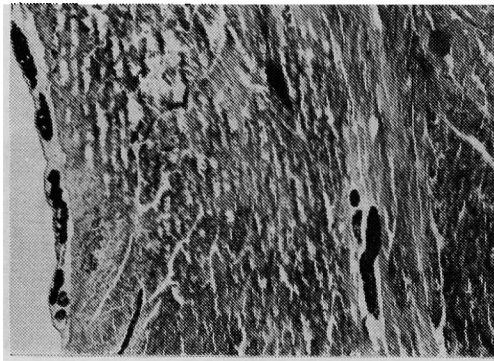


写真19

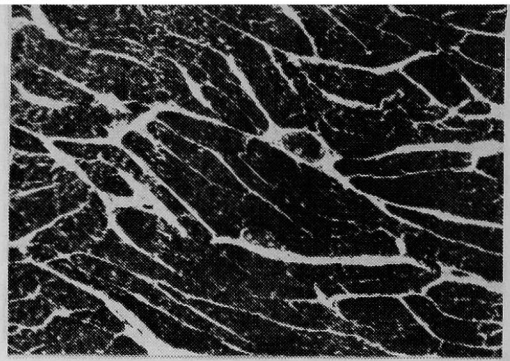


写真20

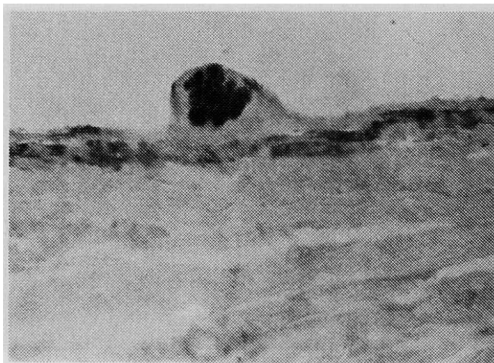


写真21

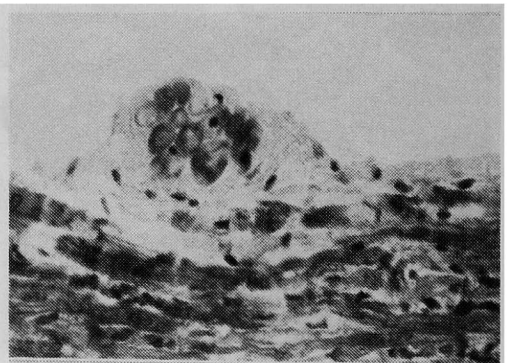


写真22

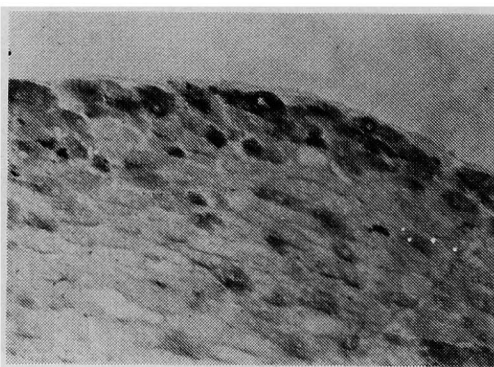


写真23



写真24

井上浩一論文附図

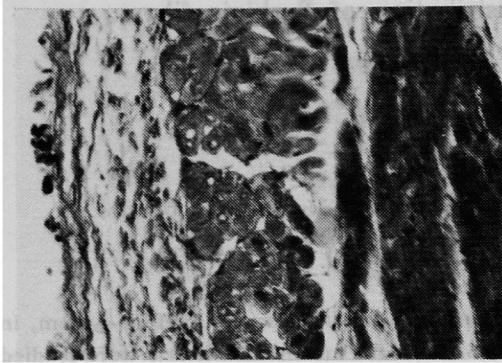


写真25

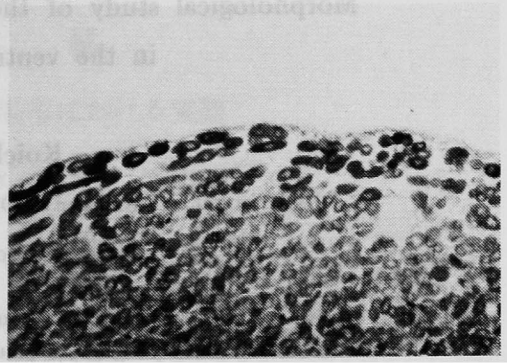


写真26

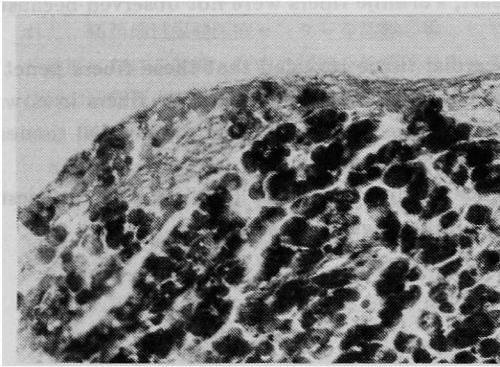


写真27

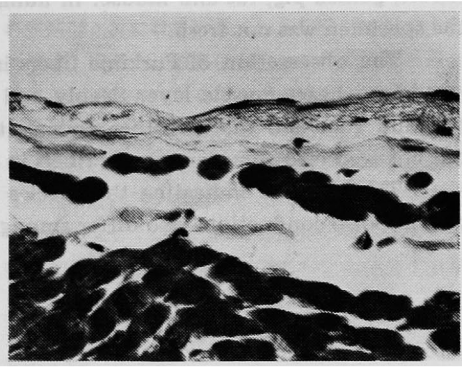


写真28

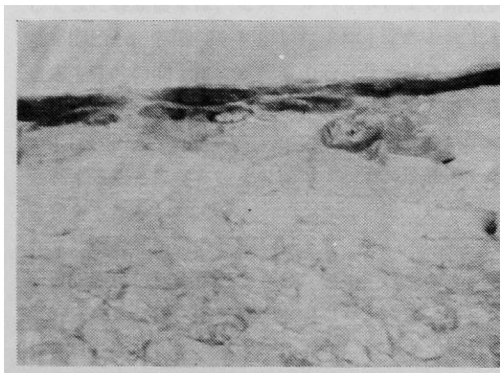


写真29

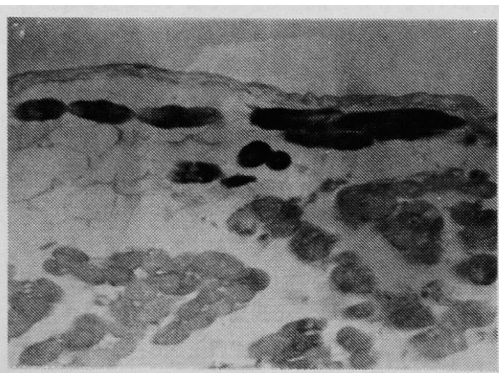


写真30

**Morphological study of the distribution of Purkinje fibers  
in the ventricle of the heart**

by

**Koichi INOUE**

Department of Anatomy, Okayama University Medical School

(Director : Prof. Nagayasu Otsuka)

Distribution of Purkinje fibers, peripheral branches of impulse conducting system, in subendocardial tissue and in the myocardial tissue of various mammalian hearts were studied by histological methods (Otsuka & Hara method, PAS staining method, Masson-Goldner method and hematoxylin-eosin method).

Purkinje fibers were distributed in the subendocardial tissues of cow, pig, goat, monkey and dog. And these distribution patterns were varied among animals. But, Otsuka & Hara method could not clarify the distribution of Purkinje fibers in subendocardial tissues in cat, rabbit, guinea pig, rat and mouse. In human's heart, Purkinje fibers were not observed because the specimen was not fresh.

The observation of Purkinje fibers in myocardial tissue revealed that these fibers penetrated into heart muscle layer deeply and changed into common heart muscle fibers in cow, pig, and goat and that in other animals these fibers were not observed in myocardial tissues but changed into common muscle fibers in subendocardial tissues.

These results indicating the species difference of distribution of Purkinje fibers suggest that impulse conductions also differ among animals in the physiological aspects.