

骨盤臓器に分布する神経, 特に子宮の神経支配について

金沢大学医学部第一解剖学教室(主任 本陣良平教授)

中 村 彰

(昭和39年3月25日受付)

子宮の神経支配については, Remak (1840) がはじめて子宮壁内に神経線維の存在を指摘して以来, 多数の研究者によつて検索がなされ, 特に妊娠・分娩など子宮の持つ複雑な機構と支配神経との関連について, 解剖学的見地よりのみならず, 生理学的ならびに薬理学的見地から多数の検索結果が報告されている。しかし, 従来の形態学的研究の多くは, 肉眼的観察や, 局所の部分的顕微鏡所見に偏したものが多く, また外来神経の刺激や切断による子宮の組織学的変化から, 外来線維の由来や分布を推測しているにすぎない。外来神経と局所の神経要素との関連について, 系統的・総合的な神経組織学的研究を行なつたものはほとんど見当たらず, 現在なお子宮の神経支配については, 多数の異論が対立し, 詳細にわたつては不明な点が少なくない。

すなわち, 外来神経の由来に関して, Lawrentjew & Naiditsch (1933) は, きわめて単純に腔が仙骨神経の支配を受けるに反し, 子宮は交感神経に支配されているとしているが, 一般には, 単に肉眼所見に基づいて, 子宮は骨盤内臓神経(副交感性)と下腹動脈神経(交感性)とが合した骨盤神経叢・子宮腔神経叢よりの枝を受けているとされ, 子宮内部の神経と中枢との結合関係や, この結合神経路の走路などに関しては, 種々の見解が発表されているが, 実験的根拠に乏しい。また, 子宮を支配すると考えられる下腹動脈神経に例をとつても, 下腹動脈神経の起始に関して, あるいは下腸間膜神経節より起こるとし (Medowar, 1928; Trumble, 1934; 福山, 1954a, b; Horie, 1954; 斎藤, 1958), あるいは上下腹動脈神経叢ないし下腹動脈神経節より発するとし (Learmonth & Glas, 1931; Mitchell, 1953), きわめて区々である。以上のように, 子宮に分布する神経の局所の相関も明確とはいえない。さらに, 子宮壁内に神経節あるいは神経細胞が存在するか否かは, 子宮の生理理解の上に重要な問題であるが, Patenko (1880), von Gawronsky (1894),

小川 (1937a), Okamura (1939) らは存在を主張し, Told (1877), Gentes (1890), Dahl (1916), Davis (1933) らはこれを否定し, 激しい論争が続けられた。最近では, 存在しないとする説が有力ではあるが (Nishimura, 1954; Stöhr, 1957; Krantz, 1959), 子宮の機能を考えるとき, 確実な実証的所見にかけのうらみがある。子宮内膜内に神経が存在するや否やに関して, 古くから対立が存し, Stöhr (1928), Davis (1933) らはその存在を否定し, これに対し Dahl (1931), Koppen (1950), Pribor (1951) らはその存在を主張している。子宮筋層内の遠心神経路の終末に関しては, 今日区々の論説が提示され, あるいは一部では, いわゆる Terminalreticulum の瀰漫性散布の存在が信じられている。求心性終末に関しても, Hoogkamer (1913), Dahl (1916), Oikawa (1954), Nishimura (1954) らはその存在を報告し, Pallie, Corner & Weddell (1954), Stöhr (1957) らは存在を否定し, 諸家の間に大きな所見の相違がある。このような混乱は, 一つには研究者個々が使用した染色法の差異にもその原因があり, さらに過去における神経染色法がきわめて気まぐれであり, しかも自律神経の末梢部が, 可視光顕微鏡の限界を超える微細な構成を持ち, しかも大動物で実験を行なつた場合, 連続切片作製が不可能なことが, 神経構造の解明の問題を一層紛糾せしめている観がある。

問題の根本的解明のためには, まず子宮を中心とする神経分枝の局所関係を, 神経染色を施した連続切片によつて解明し, 次いで, 各外来の神経を切断した後の神経線維の二次変性像の拡がりやを系統的に追求することが, 最も適確な方法と考えられる。この際, 神経染色法としては, 一種の方法のみに依存せず, 多種の染色結果からの判定が望ましいことは言をまたない。特に神経末梢部の微細構造の解明には, 分解能はるかにすぐれた電子顕微鏡による検索が是非必要である。著者はこのような見地に立ち, 子宮の神経支配の

On the Nerve Supply of the Pelvic Viscera, with Special Reference to the Innervation of the Uterus. Akira Nakamura, Department of Anatomy (Director: Prof. R. Honjin), School of Medicine, Kanazawa University.

研究をなさんとし、子宮およびその周辺の全臓器を連続切片として検索可能な小哺乳動物として、ハツカネズミを用い、子宮に達する外来神経およびその分枝の走路、子宮壁内の神経要素の特徴を連続切片の再構築によつて追求し、次いで変性実験によつて個々の神経および神経終末の由来を検した。確実を期するため、4種の反応の異なる神経染色法 (Honjin, 1951, 1956a, b) を用い、一部の材料は電子顕微鏡によつて検し、次の結果を得た。

材 料 と 方 法

実験動物として、純系成熟雌性ハツカネズミ (*Mus wagneri* var. *albula*; KH-A 株) を用いた。子宮を含む骨盤諸臓器を一括して骨盤壁の組織と一緒に広く取り出し、固定液に投じた。神経染色法として、(1) Cajal 氏写真銀法、(2) Bielschowsky 氏銀鏡反応法、(3) Weigert-Pal 氏髓鞘染色法、(4)「メチレン青」生体染色法の4種の染色法の当教室の変法 (Honjin, 1951, 1956a, b) を施し、連続切片とし、顕微鏡で観察するとともに、これを投影描画し、再構成を行なった。一部の材料は個々の骨盤臓器を分かち、同様の染色法に従つて標本を作製した。この他に「ヘムアラウン・エオジン」染色標本を作製し、対照とした。

正常材料の他に、(1) 骨盤内臓神経、(2) 下腹動脈神経切断の実験を行ない、術後12時間ないし14日間生存させた後屠殺し、同様の連続切片再構成法により、神経線維軸索の変性像を追求した。両変性実験手技の手術手技については、0.25% ミントール (ペントバルビタールナトリウム) をハツカネズミ体重 1g 当り 0.02ml 注射し、麻酔後手術を行なった以外は、井村 (1959) に準じた。

以上の標本中、銀鏡反応法標本の一部は 30 μ ないし 40 μ の凍結切片として染色し、また「メチレン青」法のものの一部は切片標本のほかに伸展標本としたが、他の標本はすべて、「ツェロイジン」または「パラフィン」に包埋し、10 μ ないし 30 μ の連続切片とし、上記の顕微描画再構成法により、骨盤内の神経要素の構築を明らかにし、切断実験後の変性線維の分布を追うことにより、各種線維の由来・分布および終末様式を確認した。

また電顕標本は、子宮筋層の一片を切り取り、1% OsO₄ (ペロナール・アセテート緩衝液にて pH 7.25 に緩衝) にて、4°C の氷室に2時間固定し、エタノールにて脱水後、スチレン・メタアクリレート (Kushida, 1961) に包埋し、その超薄切片を酸化鉛法 (Karnovsky, 1961) で染色し、HU-11 電子顕微鏡で観察

した。電子顕微鏡写真の直接倍率は、2,000~30,000倍とし必要に応じて拡大陽画を作製した。

所 見

A. 正常所見

1. 骨盤神経節と副骨盤神経節

骨盤神経節は結合組織の薄い被膜に包まれた有対の大きな神経節で、骨盤腔下部の後腹膜結合組織内で、子宮頸部と直腸の両側に密接して存在する (図1)。骨盤神経節の頭側端はわずかに背頭側へ突出し、尾側端は膨大して、直腸と子宮の境界部を尾側方に延びている。頭側よりの腹側面から子宮外側に沿つて腹側方向に比較的長い腹側突起が延び、全体としてL字型に近い三角形を呈する。3つの突起をそれぞれ頭側突起・尾側突起・腹側突起と呼ぶ。骨盤神経節の背側面は、その中央でわずかに腹側方に凹んでいるが、頭側突起はわずかに背側に延びる小突起で、時としてその先端の近くに2~3個の小神経節が存し、頭側突起と神経節によりつながれている。尾側突起は腹側方向に小膨大を示しつつ彎曲し、腔の背外側壁に沿つて、尾側方向に延び、この部から、腔・尿道・外陰部へ神経束を出している。腹側突起は最も大きい、比較的薄くて、子宮体の外側面に沿つて膀胱頸部に向かつて延びている。この部分は比較的神経線維成分を多く含んでいる。腹側突起よりさらに腹側よりに、突起の延長方向で、膀胱頸部と子宮との間の結合組織内で、子宮体に接して、薄い被膜に包まれた副骨盤神経節が存在する (図1, 2)。この神経節と骨盤神経節腹側突起との間は、比較的太い3~4本の神経束でつながっている (写真17)。結局両側の骨盤神経節と副骨盤神経節とが、子宮頸部を両側から取り囲んだ位置に存する。

骨盤神経節の頭側突起および腹側突起に、後述の骨盤内臓神経の頭側枝が、それよりやや尾側よりの頭側突起の部で背側縁に下腹動脈神経背側枝が入り (写真6)、さらにその尾側より、背側縁中央部近くに骨盤内臓神経中央枝が入り、尾側突起背側縁に骨盤内臓神経尾側枝が入り、腹側突起頭側縁に下腹動脈神経腹側枝が入る (図1, 2)。

骨盤神経節の神経細胞数は、1,000~1,500個存し、神経節の大きさは個体により多少の差がある。神経細胞は大部分がやや扁平な多角形の大きな多極神経細胞で、好銀性は弱く写真銀法では細胞体は黄褐色ないし褐色に染まる。核は円形または橢円形で黄色に染まる。神経細胞突起は細胞体よりやや好銀性が強い (写真7, 10, 11, 12, 13, 15, 16)。この嫌銀神経細胞の他に、小型の好銀性の細胞が存在する (写真14)。この小型好銀細胞は嫌銀神経細胞100個につき2~3個の

割合で存在し、細胞体は円形または楕円形の断面を示し、写真銀法で黒褐色に濃染する小顆粒を多数含み、核は細胞体に比し比較的大きく円形または楕円形で、好銀性が弱く淡調に染まる。小型好銀細胞は主として、骨盤神経節から神経束が出る附近に数個集まって存在することが多く(写真14)、数個が1つの被膜に包

進み、総腸骨動脈から内腸骨動脈が分岐する高さで、大腰筋、M. abductor caudae internus および M. flexor caudae brevis (Howell) の3筋で囲まれた後腹膜腔の結合組織内で3本の神経枝に分かれて(写真1)、腹尾側に進み、直腸外側面を走って骨盤神経節に入る(図1, 2)(写真9)。頭側枝は末梢部でさらに

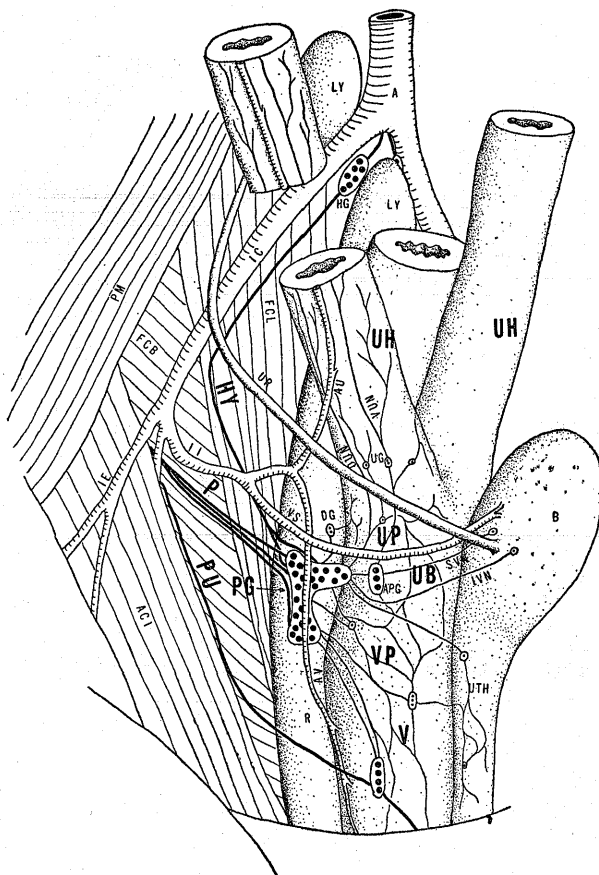


図 1
骨盤内諸臓器へ分布する神経および神経節

略号解

A, 腹大動脈; ACI, 内尾外転筋; APG, 副骨盤神経節; AU, 子宮動脈; AV, 腔動脈; B, 膀胱; DG, 子宮体背側神経節; DUN, 子宮神経背側枝; FCB, 短尾屈筋; FCL, 長尾屈筋; HG, 下腹動脈神経節; HY, 下腹動脈神経; IC, 総腸骨動脈; IE, 外腸骨動脈; IL, 内腸骨動脈; IVN, 尾側膀胱神経; LY, リンパ節; P, 骨盤内臓神経; PG, 骨盤神経節; PM, 大腰筋; PU, 陰部神経; R, 直腸; SVN, 頭側膀胱神経; UB, 子宮体; UG, 子宮体神経節; UH, 子宮角; UR, 尿管; UTH, 尿道; V, 腔; VUN, 子宮神経腹側枝; VP, 腔神経叢; VS, 上膀胱動脈

まれたものも見られた。しかし、孤立して存在する例もある。副骨盤神経節は上記の嫌銀性の大型の多極神経細胞の集まりである。

2. 骨盤内臓神経

骨盤内臓神経は、比較的太い1本の神経束として、陰部神経とともに、骨盤後壁の大腰筋の間を外尾側に

2〜3本の枝に分かれ、骨盤神経節の頭側突起および腹側突起に入り(写真7)、中央枝は、2〜3本に分岐して、神経節の頭側突起近くの背側縁に入り、尾側枝は骨盤神経節の背側縁に沿って尾側に走り、尾側突起に入る(図2)。

骨盤内臓神経はごく少数の無髄線維を含むが、ほと

んど大部分は有髄線維で、大径のものは少なく、小径の有髄線維多数を含む(写真2)。

3. 下腹動脈神経

下腹動脈神経は腹大動脈分岐部近くに存在する小神経節(下腹動脈神経節)から比較的細い1本の神経束として発し、はじめは総腸骨動脈の背側面に沿って側方に走るが、やがてこの動脈から離れて、直腸外側面に沿って後腹膜腔結合組織内を尾側に走り(写真4)、背側枝、腹側枝の2枝に分かれ、骨盤神経節に入る。

下腹動脈神経節は、腹大動脈分岐部のリンパ節の近くに有対で存在する場合が多いが、両側の神経節が頭側で融合して1個の神経節を形成する場合もある。また稀に、2～3個の神経節が神経束で順次つながった形をとる場合もある。下腹動脈神経は、その走行中に、多極神経細胞からなる小神経節を2～3個含んでいることがある。下腹動脈神経の背側枝はやや外側に曲がり、神経節に入る直前で、骨盤内臓神経頭側枝と交叉し、これよりやや腹尾側の部で、神経節の外側に入る(写真6)。腹側枝は骨盤神経節の頭側端または神経節外側面に沿って腹側に進み、腹側突起に入る。腹側枝の1枝が直接副骨盤神経節に入る場合も見られた(図2)。

下腹動脈神経は大部分無髄線維からなるが、少数の小径有髄線維を含む(写真5)。この神経は骨盤内臓神経に比して、細く、有髄線維の数もはるかに少ない。

4. 骨盤諸臓器へ分布する神経および神経節

(1) 子宮へ分布する神経

(a) 子宮体へ分布する神経

子宮体へ分布する神経は大部分が次に述べる子宮神経叢からの枝であるが、直接副骨盤神経節より出る子宮神経腹側枝および直接骨盤神経節より出る背側枝からの枝と、子宮体背側神経節より出る背側子宮体神経からも神経を受けている(図1)。

子宮神経叢(写真26)は、骨盤神経節と副骨盤神経節から出た神経線維が骨盤神経節の内側で、子宮体・子宮頸部の外側面に密接して形成された複雑な神経叢で、子宮頸部の高さで最も著明で、頭側は子宮体に沿い、尾側は子宮腔部へ拡がっていて、尾側は腔神経叢と連絡している(写真28)。この神経叢内には副骨盤神経節の背頭側に延びた小突起や、骨盤神経節腹側突起から頭側および背側に出た小突起の神経細胞や散在性の少数の神経細胞が存し、この神経叢の形成に参加している。子宮神経叢内の神経線維および神経細胞は子宮壁外の子宮旁組織内に存し、主として多数の無髄線維よりなるが、少量の有髄線維も含む(写真24)。子宮神経叢内の神経束はところどころで子宮壁内に入ります。

る。

子宮神経腹側枝は1～2本の神経束よりなり、子宮頸部腹側に存在する副骨盤神経節の頭側端から出て(写真18)、尿管や膀胱動脈の内側を子宮体に沿って、その腹側縁外側を進み、子宮角に向かう。この神経枝は多量の無髄線維と少量の有髄線維とからなる(写真20, 23)。

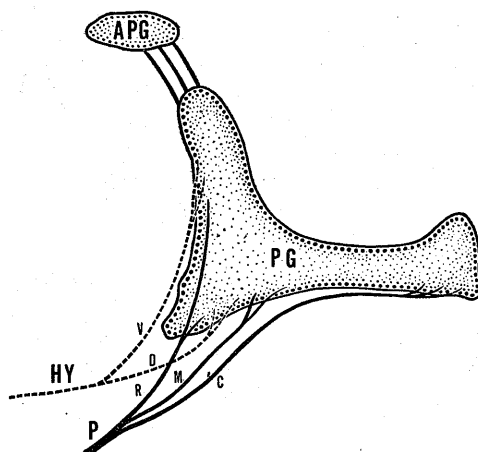


図 2

骨盤神経節とこれに分枝を送る骨盤内臓神経と下腹動脈神経の模式図

略号解

APG, 副骨盤神経節; C, 骨盤内臓神経尾側枝; D, 下腹動脈神経背側枝; HY, 下腹動脈神経; M, 骨盤内臓神経中央枝; P, 骨盤内臓神経; PG, 骨盤神経節; R, 骨盤内臓神経頭側枝; V, 下腹動脈神経腹側枝

子宮神経背側枝は骨盤神経節腹側突起頭側縁から出る2～3本の神経束よりなり(写真19)、子宮旁組織の中を尿管の内側を、子宮体外側やや背側より走り、次に子宮角に走る。子宮体上部の外面には、本来の子宮神経叢の線維が少なく、子宮体上部には主として上記の子宮神経腹側枝とこの子宮神経背側枝が分布している。この神経枝は多量の無髄線維と少量の有髄線維とからなる(写真22)。

背側子宮体神経は1ないし2本の神経束からなる神経で、子宮体の背側やや外側よりで、骨盤神経節頭側突起より頭側でやや腹側よりの結合組織中に存在する神経節(子宮体背側神経節と呼ぶ)から出て、腹側に走って子宮体に達し、頭側と尾側とに枝を分かつて子宮体に分布する(写真25)。この神経枝は、多量の無髄線維と少量の有髄線維とからなる。

(b) 子宮角へ分布する神経

子宮角へ分布する神経は、子宮神経の腹側枝と背側

枝である(図1)。ハツカネズミの子宮動脈は、子宮体上部の外側で膀胱頸部のやや頭側よりの部で上膀胱動脈から分かれ、反転して子宮体および子宮角に沿って子宮旁組織の中を上行する。前項で述べた子宮神経腹側枝・背側枝の末梢部は、子宮動脈と出会うと、それぞれその腹側と背側を、子宮旁組織中を子宮角に沿って走り(写真21, 22)、子宮動脈の分枝とともに子宮角に入り(写真30)、ここに分布する。子宮体上部から子宮角にわたって、上記の子宮神経腹側枝・背側枝の走路中に孤立した神経細胞や数個の神経細胞よりなる小神経節が存在する(写真31, 34)。この種の神経細胞は、大部分が多極神経細胞であるが、単極ないし双極の細胞も見られた(写真27)。これらの神経細胞は、その突起を子宮神経中に出している(写真31, 34)。

(2) 腔へ分布する神経

腔に分布する神経は、骨盤神経節尾側突起および腹側縁中央部から出る3~4本の比較的太い神経束(腔神経)に由来する(図1)。腔神経の神経束は骨盤神経節から出て、腹尾側に走り、腔の外側壁で分枝し、互いに吻合して腔神経叢を形成する。腔神経叢には比較的大きな腔神経節のほか、多くの小神経節ないし孤立神経細胞が存在する。腔神経叢の下部には、*M. abductor caudae*の腹側縁に沿って下行した陰部神経の枝も加わる。一方腔神経叢の上部は子宮神経叢と連絡し、子宮体から腔にかけてその外側壁に一大神経叢が形成されている。腔神経節を含めた腔神経叢は、子宮神経叢に比して、神経線維、神経細胞の数が多く、左右の神経叢の間に神経束による連絡が存し、これらが腔壁を取り囲んでいる。腔神経叢間にはかなりの多くの有髄線維の存在を見る。

(3) 尿道へ分布する神経

尿道へは、骨盤神経節腹側縁の中央からやや尾側よりの部から出る2~3本の神経束(尿道神経)が分布する(図1)。尿道神経は腔の外側壁を腹側へ走り、尿道外側面に達し、この部に存する尿道周囲神経節を中心として尿道周囲神経叢を作る。この神経叢内にも有髄線維が存在する。尿道周囲神経節は尿道の外側面やや背側よりに存する小神経節で、数個の神経細胞が2~3群をなしている。尿道周囲神経叢の上部には、副骨盤神経節尾側端からの神経束が、下部には腔神経節からの神経線維が参加している。

(4) 膀胱へ分布する神経

膀胱は2組の神経、すなわち頭側膀胱神経および尾側膀胱神経が分布している(図1)。頭側膀胱神経は副骨盤神経節の頭腹側の部から3~4本の神経束として出て、尿管の内側に沿って波状走行を示しつつ頭腹側

に走り、尿管開口部のすぐ頭側にある頭側膀胱神経節に入る。尾側膀胱神経は、骨盤神経節腹側突起尾側縁から2~3本の神経束として出て、尿管の内方で尾側よりを、波状走行を示しつつ膀胱頸部を尾腹側に走り、尿管開口部の尾側にある尾側膀胱神経節に入る。時として、尾側膀胱神経が副骨盤神経節を経由して、その尾側よりの腹側から出て尾側膀胱神経節に入ることもある。頭・尾側膀胱神経内に髄線維の存在を認めた。

(5) 卵巣および卵管に分布する神経

卵巣に分布する神経は、卵巣神経で、これは腎神経叢の下部より起こり、1本の神経束として卵巣動静脈に沿って下行し、卵巣間膜に達し、数本の細い枝に分かれる。この細枝のうち2~3本が卵巣門に入り、卵巣に分布し、残りの枝は、子宮角上部の子宮旁組織中で子宮神経からの枝と合して卵管に分布する。

(6) 直腸に分布する神経

直腸へ行く神経は、骨盤神経節の背側縁中間部、尾側突起の背尾側および頭側突起の内側からそれぞれ1~2本の神経束(直腸神経)として出る。前2者は直腸外側面を背尾側に走るが、背側縁中間部から出る神経束は、神経節の近くで屈曲し、骨盤神経節に近い直腸に入り、頭側突起から出るものは、直腸外側の腹側よりを頭側方に走って骨盤神経節の頭側で直腸に入る。直腸に分布する神経束内にも有髄線維が存在する。

5. 子宮の神経分布

(1) 子宮壁内へ進入する神経

子宮体の部分では、子宮体外壁に存する子宮神経叢の神経線維が、比較的細い神経束として、各所で子宮壁を貫いて子宮筋層内に入る。また、子宮神経の腹側枝は尿管と交叉した後、子宮壁を貫いて、子宮の腹側で子宮壁内に入り、背側枝は子宮の外側壁で、壁内に入る。背側子宮体神経は子宮体の背側壁を貫いて壁内に入り、すぐに頭側と尾側に枝分かれし分布する。

子宮角の部分では、子宮動静脈が子宮旁組織中を子宮角に沿って上行し、比較的等間隔で6~8本の枝を子宮角へ出すが、この血管の腹側と背側とを走る子宮神経の腹側枝と背側枝の末梢部が、子宮旁組織の延長である子宮外膜を走り、子宮角へ分布する上記の血管の枝と相前後して子宮壁内に入る(写真30)。腹側枝は背側枝に比べて太い神経束で、神経束の一部は子宮角分岐部の附近で子宮外膜内を内側かつ頭側に進んで、子宮角下部の腹内側から子宮筋層に入る。外部から子宮壁内に入る神経束は主として無髄線維からなるが、少数の有髄線維を含んでいる(写真22, 23, 24, 29)。

(2) 子宮壁内各層における神経分布

ハツカネズミの子宮は、ヒトのそれと異なり、双角子宮で、頸、体、角からなるが、子宮角は非常に長く、頸・体を合わせた部分の3倍以上の長さを持つ。各部の太さを見ると、子宮頸が最も径が大で、ついで子宮体で、上部に行くにしたがつて細くなり、子宮角は最も細い。

子宮壁は内膜、筋層、外膜からなるが、これらの各層の厚さ・発達の様子は様ではなく、上記の各部分によつて異なる。子宮内膜は単層の柱状上皮と比較的厚い固有層からなり、頸・体・角、いずれの部分においても、厚さに著しい差はない。固有層には結合組織成分が多く、子宮腺がよく発達している。子宮頸・子宮腔部はハツカネズミでは特に長く、この部に近づくにつれて固有層内の子宮腺は減少し、消失する。また外子宮口に面する部では、上皮は重層扁平上皮に変る。子宮筋層は頸・体・角の順に厚く、子宮角では筋層の発達が貧しく、その厚さは内膜に劣る。筋層は内輪筋と外縦筋の両筋層からなるが、内輪筋は子宮頸では著明に發育し、外筋層よりはるかに厚い。子宮体では、内・外両筋層の厚さはしだいに等しくなり、子宮角では、外筋層が内筋層よりも厚くなっている。

筋層内に進入した神経束は(写真38)、まず大きな神経束が各方向に分岐し、他部で進入した神経束からの枝と結合し、比較的太い数本の神経束となる(写真37, 41, 43)。この神経束は内輪筋と外縦筋との間や、外縦筋層内の結合組織内を走る。この段階の神経束は、子宮角の長軸に沿つて平行に、比較的直線状に走るものが多い。神経束は分岐して、内輪・外縦両筋層内へ小神経束の枝を出す。この小神経束となつた細枝は筋線維に平行に走る。したがつて、輪走筋内では、大神経束が子宮角の長軸に平行して走るに反し、長軸に直交する方向に走るものが多い。もちろん、この他に筋線維に対して斜走や横断する神経線維も存在する。この小神経束がさらに分枝を重ねて、より細い神経束となり、互いに吻合して筋層内に神経叢を形成する。神経束が分岐する際には、一方向から来た神経束が分岐するのみではなく、別方向から来た神経束とも再結合して、三叉路・H字形その他区々の網様配置をとる(写真40)。したがつて、筋層間に形成される神経叢は1つの進入口からの1神経束が分岐を重ねて、順次細くなつて行くのみではなく、その間に、他の進入口から入つて来た他の神経束由来の枝とも交錯し、複雑な線維構築を示すにいたる。

個々の神経線維の分岐の状態を見ると、鋭角を持つて2つに分岐して同じ太さの2条の線維に分かれる場合が多いが、時には3分岐するものもあり、通常その分

岐点は三角形に肥大している。また、しばしば比較的大い神経線維の側面から、非常に微細な線維が分かれ出ることがある(写真39)。一般に分岐をくり返して、微細となつた神経線維は鋸歯状または直線状を呈し、しばしば直線状と鋸歯状の走行をくり返す。さらに細くなつた神経線維には、円形または紡錘形の規則正しく並んだ小瘤状の腫大が認められる(写真45, 46, 47, 48)。

子宮筋層では、神経線維はかなり豊富ではあるが、一様に分布しているわけではなく、子宮頸・子宮体に多く、子宮角は、体に近い部分は比較的多いが、体を離れるにしたがつて減少する。また、血管周囲には比較的多くの神経線維が見られた(写真41, 43)。

子宮内膜の神経線維は少量で、内輪筋層内で分岐した神経束や神経線維が固有層に入り、分岐して神経叢を形成する(写真42)。この神経叢は毛細管壁に沿つたものが多い。筋層から固有層に入り、さらに再び筋層に走る神経束も見られた。

上皮細胞層に近い固有層内を走る神経線維は見られたが、上皮細胞層内へ進入する神経線維は全く見られなかった。固有層の子宮腺のごく近くに神経線維は見られたが、子宮腺の腺細胞内に入る神経線維は見られなかった。

(3) 子宮壁内の遠心性神経線維とその終末

子宮へ進入する神経束は多数の無髄線維と少数の有髄線維とからなり、また子宮壁内の神経線維は大部分無髄線維からなるが、なお僅少の有髄線維を含んでいる(写真39, 44)。

子宮はその壁内に神経細胞を有しないので、壁内に分布している無髄線維は、骨盤内臓・下腹動脈両神経由来の無髄線維と骨盤・副骨盤両神経節その他子宮壁の外面に密接している小神経節の神経細胞の突起とからなり、これらの線維の軸索は何度も分岐をくり返して微細となり、小瘤状腫大を呈するようになる(写真45, 46, 47, 48)。このような細線維は子宮筋層および子宮内膜固有層の細胞間に拡がり、数本が索状に並んで分散し、neural terminal net system (Honjin) に合流する(写真46, 47, 48, 51, 52, 53, 54)。Honjin (1956 a, b), Honjin, Izumi & Osugi (1959) は3種の異なる軸索染色法を使用して、ハツカネズミの脾・肺および腸管でこの網状系の存在を証明し、これが遠心性植物神経系の終末であることを詳しく報告し、“neural terminal net”と呼んだが、著者の検した子宮においても同様な終末網の存在を確認した。このneural terminal netは、Honjinの記載の如く、楕円形の核を持つたCajal氏の間質細胞

(*interstitial cells of Cajal*) がその細胞質突起を互いに吻合して網目を形成し、各細胞間に拡がり、細胞に接して走る細胞網で、子宮筋層および子宮内膜固有層に拡がっていて、特に血管壁や血管周囲に著明である(写真51)。筋層内の無髄線維ないし終末網の部分で電子顕微鏡で検すると(写真49, 50), 厚さ 70Å の軸索膜を有し, *neurofilament*, ミトコンドリア, 細管状の *endoplasmic reticulum* を有する径約 $0.1\sim0.3\mu$ のきわめて細い多数の軸索が, 鞘細胞の細胞質内に *mesaxon* につながる齧入膜に囲まれて並んで走っている。個々の軸索の間の間隙は $0.01\sim0.05\mu$ で, この数値は可視光顕微鏡では相並行する2軸索を2軸索として認知し得ないことを示している(写真49)。軸索はところどころで胞状に腫大し, かかる部では軸索の径は 0.5μ あるいはそれ以上に拡大し, 内に薄膜に囲まれた径 $200\sim300\text{Å}$ の *synaptic vesicles* を含んでいる。かかる部ではしばしば軸索は鞘細胞の被覆を脱し, 外面に露呈し, 平滑筋細胞に面している。可視光顕微鏡所見で見られた小瘤状の腫大は, かかる部位に相当し, 遠心性神経路の終末と考えられる(写真49, 50)。

(4) 子宮壁内の求心性神経線維とその終末

骨盤内臓神経が多数の有髄線維を含み(写真2), 下腹動脈神経が少数の小径有髄線維を含み(写真4), それぞれ骨盤神経節ないし副骨盤神経節に入ることは前に述べたが, 骨盤神経節や副骨盤神経節から子宮へ向かう子宮神経は多くの無髄線維と少数の小径有髄線維によつて形成され(写真20, 22, 23, 24), 子宮筋層内にも少数とはいえ, 小径有髄線維の存在が見られる(写真39, 44)。この有髄線維は子宮体部のみならず, 子宮角上方卵管端近くの筋層にまで追跡できる。また子宮神経叢中にも小径有髄線維が少数見られる。

筋層間や筋束間結合組織内に存在する小径有髄線維は, 2~3本に分岐すると共に髄鞘を失い, 分岐した枝が樹枝状の分岐性遊離終末となつて尖鋭状またはごく細い小瘤を作つて終る(写真55, 58)。この終末は他の組織に見られる求心性神経終末に相当する。子宮内の求心性終末は上記のような比較的単純な樹枝状遊離終末だけで, 糸球状ないし蔓状に終る終末は存せず, また終末小体の附随する求心性終末は全く見られなかった。

求心性終末は, 筋層内のみならず子宮内膜固有層の中にも存し(写真57), 上皮のきわめて近い部においても少数ながら見出される。固有層内の終末は分岐または非分岐の尖鋭状の単純な終末の形を呈している。し

かし, 上皮内へ入る求心性終末は全く見られなかった。子宮腔部の重層扁平上皮の部では比較的多数の求心性終末が上皮の近くの固有層内に見られたが(写真56), 上皮内へ入るものは全く見られなかった。

(5) 子宮壁の神経細胞

すでに前に触れたように, 子宮壁近くには, 骨盤神経節や副骨盤神経節の他に, 子宮体から子宮角の下部にかけて, 子宮壁に密接して, 数個の神経細胞からなる小神経節が存在している(写真31)。この神経節の神経細胞は円形・紡錘形・多角形等を示し, 大きさも一定せず種々であり, 多極細胞の他に単極細胞, 双極細胞も見られた(写真27)。核は円形または楕円形で通常1個で, 中に2ないし3個の核小体を含んでいる。神経細胞の周囲は外套細胞によつて囲まれている。神経細胞突起は神経束の中へ出る。

このような子宮壁に密接しての神経細胞は存在するが, 子宮壁内には, 神経節や神経細胞は全く見られなかった。

(6) 神経細胞におけるシナプス

骨盤神経節, 副骨盤神経節, 子宮体神経節, 子宮体背側神経節その他の子宮壁の小神経節内の神経細胞の周囲には, 細胞周囲終末が存在している(写真7, 10, 11, 12, 13)。外部より由来した有髄線維の一部は, 神経節に入り, 髄鞘を脱し, 神経細胞の表面で数本の細線維に分岐して蛇行し, 最後には尖鋭な遊離終末となるかまたは非常に小さな円形または楕円形の小瘤状の終末を示す細胞周囲終末を形成する。このような細胞周囲終末は外来線維と局所の神経細胞との間のシナプス関係を示すものである。

子宮外壁にあるかかる神経節を越えて, 子宮筋層内にも有髄線維があるので, おそらく, 有髄線維の一部は神経節に終つて細胞周囲終末を作る上記の遠心性節前ノイロンであり, 一部は子宮壁内で求心性終末を形成する求心性線維である。これについては, 変性実験においてさらに詳細に触れる。

B. 神経変性実験所見

骨盤内臓神経および下腹動脈神経を切断すると, 両神経とも切断部より末梢側で, Waller 変性を示す。骨盤内臓神経は少数の大径有髄線維と多数の小径有髄線維および少数の無髄線維よりなり, 下腹動脈神経は少数の小径有髄線維と多数の無髄線維よりなるので, その線維の種類および切断後の時間的要素によつて, それぞれ変性像に差異がある。以下写真銀法での変性変化を述べる。

1. 骨盤内臓神経切断後の所見

(1) 骨盤内臓神経の変性像

切断後24時間では、無髄線維にほとんど変化が見られないが、有髄線維は走行が不規則となり、膨化腫脹し、かつ嗜銀性を増して濃染する。この段階では、Schwann 細胞は未だ変化を認め難い。

切断後48時間では、無髄線維も走行が不規則となり、嗜銀性の増加を示す。有髄線維は著しく走行が不規則となり、膨化が進んで、棍棒状となり、一部は部分的断裂を示して棍棒状断片となり、嗜銀性が増し濃染する。Schwann 細胞はやや膨化する(写真9)。

切断3日後には、無髄線維は走行がさらに乱れ鋸歯状を示し、一部は微細な顆粒状断片となる。有髄線維は大部分は棍棒状ないし顆粒状の断片片となつて黒褐色ないし黄褐色を呈するが、一部は膨化して走行が不規則となつている線維もある(写真3)。

4日後には、無髄線維も有髄線維も膨化・断裂・断片化がさらに進み、Schwann 細胞は著しく腫大する。

5日後には、無髄線維は溶解、吸収し始め、有髄線維も一部、断裂した像があるもののやはり溶解、吸収し始めるので、増大した Schwann 細胞と均一物質以外に、少数の線維構造が見られるにすぎない。

6日以後には、溶解、吸収が進行し、10日後までに、すべて溶解、吸収される。

(2) 神経線維変性像の骨盤諸臓器に走る神経束内の分布

骨盤神経節から副骨盤神経節へ行く神経束中には、変性線維が中等数見られ(写真32)、副骨盤神経節中にも変性線維が存在する。骨盤神経節から出て、子宮壁の子宮神経叢に達する枝にも、わずかに変性線維が見られる。骨盤神経節および副骨盤神経節から出る子宮神経は、腹側枝にも背側枝にも少数の変性線維が存在するが(写真33)、途中に散在する神経節に終つてノイロンを変えらるものがあるので、神経節をすぎるとに變性線維が減少する(写真34)。子宮体背側神経節へ行く神経束にも僅少の変性線維があり、この神経節から出る背側子宮体神経にも、ごく少数の変性線維が見られる。

腔へ行く神経束は中等度変性し、腔神経節に一部終り、一部は通過して陰部神経の枝と一緒に末梢へ走る。

尿道へ行く神経束には、かなり多数の変性線維を含み、変性線維の一部は尿道周囲神経叢内に達し、一部はこの部に存する神経節に終り、一部は通過して末梢へ行く。

膀胱へ行く神経では、頭側・尾側両膀胱神経ともに少数の変性線維が存在する。

卵巣、卵管に分布する神経には、全く変性線維は見られなかつた。

直腸へ行く神経束には、少数の変性線維が存在する。

一般に、骨盤内臓神経を切断した場合、骨盤神経節からその尾側へ走り、尾側方向に存する臓器に分布する神経束中には、比較的多数の変性線維が存在するが、骨盤神経節から出てその頭側へ走り、頭側方向の臓器へ行く神経束には、変性線維の数は少ない。

(3) 子宮壁内の変性線維の分布

子宮壁内に進入した神経束内では、多数の正常な神経線維の間に、ごく少数の変性した求心性有髄線維が見られた。

子宮筋層内の神経叢を形成している無髄線維には変性は見られない。時として単一の変性した有髄線維が筋層内を走るのが見られた。ごく少数の変性した求心性終末が見られたが、その他になお少数の正常な小径有髄線維とその求心性終末とが残存していた。

子宮内膜内には、変性線維は全く見られなかつた。

子宮筋層、子宮内膜に拡がる neural terminal net には全く変化が見られなかつた。

(4) 骨盤神経節ならびに子宮周囲の諸神経節に終る神経線維の変性

骨盤神経節・副骨盤神経節・子宮体神経節・子宮体背側神経節等の神経節細胞の周囲に細胞周囲終末を形成している小径有髄線維とその終末は、骨盤内臓神経を切断すると、多数が変性するが(写真15, 16)なお正常のままに残るものがある(写真12)。

2. 下腹動脈神経切断後の所見

(1) 下腹動脈神経の変性像

切断後12時間では、無髄線維はわずかに膨化した線維が見られる他は、ほとんど変化が見られない。有髄線維は走行がやや不規則になり、わずかに膨化した線維がかなり多数存在する。切断後24時間では、無髄線維は走行が不規則になり、鋸歯状・念珠状を呈するようになり、一部の線維に嗜銀性の増加が見られ、全体として神経束は濃淡混在の状態となる。有髄線維は念珠状膨化を示し、一部は断裂し、小棍棒状、顆粒状となり、嗜銀性が増して、濃染を示す。

切断2日後には、無髄線維は大部分が微細顆粒状の断片片となるが、一部にはなお鋸歯状・念珠状を呈して不規則な走行を示す線維も存在する。有髄線維は蛇行膨化し、大部分は断裂化する。この時期では、Schwann 細胞の増大も見られる(写真8)。

3日後には、さらに変性が進み、無髄線維は走行が全く乱調となり、有髄線維は鋸歯状を呈し、濃染を示す。Schwann 細胞の増大が著明となる。

4日後ないし5日後には、無髄線維は微細顆粒状断

裂片を示すものが増加し、一部の線維は溶解し始める。有髄線維は変性過程が進行して、走行が一段と不規則乱調となり、嗜銀性が増大するが、一部の線維は溶解し始める。Schwann 細胞の増大はさらに顕著となる。

6 日以後には、さらに進んで、無髄線維も有髄線維も微細顆粒状に変化し、やがて吸収の度を増して行く。

(2) 神経線維変性像の骨盤諸臓器に走る神経束内の分布

骨盤神経節と副骨盤神経節との間を結ぶ神経束中には中等度の変性線維が存在する。

子宮神経叢の枝には少数の変性線維が見られた。骨盤神経節および副骨盤神経節から出る子宮神経は腹側枝・背側枝ともに中等度の変性線維が存在し(写真35, 36), 変性線維は神経枝の途中に存する神経節を通過し、子宮角に沿って走る神経束中にも変性線維が見られる。背側子宮体神経には少数の変性線維が認められる。

腔の腔神経叢に行く神経は中等度の変性線維を含み、これは腔神経節を通過して腔壁に入っている。変性線維の一部は子宮神経叢に加わり、一部は陰部神経の枝と共に尾側へ走る。

尿道へ行く神経および尿道周囲神経叢内に、少数の変性線維が存在し、これらの変性線維はその神経節を通過して、末梢へ走っている。

膀胱に達する頭側膀胱神経および尾側膀胱神経にはともに少数の変性線維が存在する。

卵巣、卵管への神経には全く変性線維が見られなかった。

直腸へ行く神経束には、変性線維が少数存在する。

(3) 子宮壁内の変性線維の分布

子宮筋層内を走る神経束には、多数の正常な神経線維の間に、少数の変性線維が見られた。筋層内の神経叢には、変性した無髄線維が存在するが、他になお多数の正常な無髄線維と少数の正常な小径有髄線維が存在した。変性した小径有髄線維が見られたが、少数の正常のまま残存する求心性終末も見られた。

子宮内膜では固有層内で少数の変性線維が見られた。

子宮筋層・子宮内膜内の neural terminal net には変性変化は見られなかった。

(4) 諸神経節と下腹動脈神経との相関

骨盤神経節・副骨盤神経節・子宮体神経節等の神経節細胞周囲に細胞周囲終末を形成している神経線維は、下腹動脈神経切断後、全く変性しないで正常のまま残存する。

考 案

1. 骨盤内臓神経について

骨盤内臓神経の線維構成に関しては、福山 (1954a) がイヌで、神経線維の数を調べて、11~16%が無髄で他は有髄であることを発表し、佐藤 (1955) も同様にイヌについて、骨盤内臓神経内の神経線維の数を検索して、有髄線維が86%、無髄線維が14%であると述べている。これらの研究は非常に入念なものではあるが、末梢神経線維を電子顕微鏡的に検索した結果、無髄線維は数本の軸索が1個の Schwann 細胞に取り巻かれて存在し、個々の軸索はきわめて密接した状態にあつて、個々の軸索は可視光顕微鏡の分解能では識別できない (Honjin, 1955, 1956d, 1957; 本陣, 1957 a, b, c, 1961; 本陣・中村, 1963) ことが明らかになったので、これら1個の Schwann 細胞に包まれた数本の軸索が可視光顕微鏡では1本の無髄線維として見える可能性が強いと考えられる。したがって、可視光顕微鏡下で末梢神経の無髄線維の数を数えることの意義はすこぶる疑問である。著者は無髄線維の数の算定はしばらくおき、髄鞘染色法標本と写真銀法標本とを比較して、有髄・無髄神経線維の量の多寡を調べるとどめた。その結果、骨盤内臓神経内の無髄線維はごく少数で、大部分は有髄線維であつた。この所見は Trumble (1934) および上記福山 (1954a), 佐藤 (1955) の検索結果とほぼ一致している。

2. 下腹動脈神経について

下腹動脈神経の起始については、下腸間膜神経節より出るとする説と、下腹動脈神経節から起こるとする説とがある。福山 (1954a, b) は霊長類で、下腸間膜神経節を上・下に分け、下下腸間膜神経節は腸骨動脈間神経叢内に位置し、下腹動脈神経を出す、イヌ・ネコでは下腸間膜神経節は単純で、下腹動脈神経と下腸間膜神経を出すと記載している。また、Trumble (1934) は、動物では下腸間膜神経節から2本以上の神経束が出、ヒトでも下腸間膜神経網から同じく起こっていると述べ、Medower (1928), 佐藤 (1957) もイヌで、下腹動脈神経は下腸間膜神経節より左右2本に分岐して起こり、両側の骨盤神経叢形成に関与すると述べている。また Horie (1954) はハツカネズミで、下腸間膜神経節から下腹動脈神経が出ると述べている。これに反し、Learmonth & Glas (1931) は、ヒトの下腹動脈神経が上下腹動脈神経叢(仙骨前神経叢)から出ると主張し、骨盤臓器へ分布する交感神経が下腸間膜神経節から出るものでないことを強調した。また Mitchell (1953) も下腹動脈神経は上下腹動

脈神経叢から出て、下腹動脈神経叢（骨盤神経叢）に入り両者を結合している神経であると記述している。このように2つの相反した意見が対立しているが、著者がハツカネズミで観察したところでは、下腹動脈神経は腹大動脈分岐部または総腸骨動脈の周囲に存在する有対の下腹動脈神経節から出て、骨盤神経節に入るのを確認し、後者の所見と一致する結果を得た。下腸間膜神経節は通常無対の神経節であり、ハツカネズミの下腹動脈神経が出る下腹動脈神経節は有対で、しかも下腸間膜神経節の定型的な位置よりはるかに尾側に存在している。ハツカネズミの腹大動脈分岐部附近の神経節には、かなりの個体差が見られたが、下腹動脈神経が下腸間膜神経節から発する例は1例も見なかった。井村（1959）もハツカネズミで著者と同様の所見を記述しており、彼の所見は著者の所見を支持するものである。

著者の見たハツカネズミでは、腹大動脈分岐部周囲の神経節より出た下腹動脈神経は、常に1本の神経束としてかなりの距離走り、骨盤神経節の附近にいたつてはじめて分枝するが、Mitchell（1953）は、しばしば下腹動脈神経が2本ないし3本の神経束として走ることがあると記載し、Langley & Anderson（1895）はネコ・イヌ・イエウサギでは1本の太い下腹動脈神経の他に細いもう1本の神経（副下腹神経）があると報告している。このような差異は研究に使用した動物の種の差によるものと思われる。

下腹動脈神経の線維構築を見ると、大部分無髄線維で、残余の少数が小径有髄線維である。Trumble（1934）、福山（1954a, b）の検索結果もほぼ同様な結果を示している。

3. 骨盤神経節について

ヒトおよび哺乳類では、下腹動脈神経と骨盤内臓神経は、直腸外側面に存在する下腹動脈神経叢（骨盤神経叢）に入り、ここから子宮等へ分布する神経束が出るというのが諸研究者の一致した見解であるが、特に雌の場合には、骨盤神経叢が神経叢か神経節かという点について、前世紀の半ばに多数の研究者の論議が集中した。Lee（1846）は子宮頸部近くに一つの大きな神経節と多数の小神経節が存し、これから子宮へ神経が供給されることを初めて指摘し、これに対し、Beck（1846）が同年、多くの小神経節を含むが、神経叢の性質のものであると主張した。このような前世紀中頃の歴史的論争も今日の連続切片による再構築の所見からすると、彼らが行なつた肉眼検索の際に、神経節と神経束のいずれに主眼をおいたかの差にすぎないように思われる。しかしこの論争によつて、この

部の肉眼解剖的知見はすこぶる進み、Frankenhäuser（1867）はヒトで神経節の存在を証明し、子宮頸神経節と名づけ、以後一般にFrankenhäuser氏の神経節と呼ばれるようになった。Tiedmann（1882）は仙骨神経と下腹神経叢からの枝とが合流して、複雑な神経叢を形成し、その神経叢中に小さな神経節様の肥厚があつて、子宮への神経線維を送っていると述べた。その後、Robinson（1894）、Hashimoto（1904）、Jung（1905）らが明確な神経節の存在を主張し、Rein（1880）、Jastreboff（1881）、Luschka（1906）、Roith（1907）、Acconi（1908）らは神経節と呼ぶことに反対して、叢状構造を記述し、Dahl（1916）は神経節は神経叢の中に埋ずもれていて、組織的に、互いに密着し、神経線維と神経節が集まつて一つのかたまりをなしているから、Frankenhäuser氏の神経節の名称が不適当であると強調した。Penitschka（1929）はヒトの骨盤内の神経叢を、子宮腔神経叢と名づけ、Davis（1933）はDahlの所見に全面的に賛意を表して、神経叢であることを強調した。以後ヒトでは、一般に神経叢の形を有し、その中に神経細胞を含んでいるとするのが通説である。

しかし、小動物では神経節の性格が著明であり、Blotevogel（1925, 1927, 1928）は諸動物（シロネズミ・ハツカネズミ・イエウサギ・イヌ・ネコ）で研究し、子宮頸神経節の存在を確認し、この神経節を、密集型（神経細胞が充満した大きな神経節が左右1個ずつあるもの）、分散型（小さな神経節が多数分散しているもの）、混合型（大きな神経節の周囲に小さな神経節が分散している中間型のもの）の3型に分類している。著者のハツカネズミの検索結果は、ハツカネズミの場合、ヒトや他の大きな哺乳動物のような複雑な骨盤神経叢は存在せず、直腸外側面から子宮頸部にかけて、比較的大きな神経節（骨盤神経節）が存し、骨盤内臓神経と下腹動脈神経とがこれに入っていることを示している。骨盤神経節から骨盤諸臓器へ分布する神経の分枝も複雑なものではなく骨盤神経節から出る神経束が、各臓器に達し、その部で神経叢を作り、その間に小神経節が散在し、比較的簡単な構成を有することが判明した。ハツカネズミで見られる骨盤神経節および周辺の神経成分は、従来諸研究者間で論議が沸騰し、それぞれ骨盤神経叢・骨盤神経節・下腹神経節・子宮頸神経節・Frankenhäuser氏神経節・子宮腔神経叢などと呼ばれたものに一致する。ヒトや哺乳動物の場合、骨盤腔内に分散して存在している神経節細胞や神経線維叢が、ハツカネズミの場合、互いに融合して一つの大きな骨盤神経節を形成するものと考えられ

る。

著者のハツカネズミの所見では、大きな骨盤神経節の他に、各骨盤臓器近くでそれぞれ小神経節の存在を認めたが、これに反し、Mestern (1931), Wentzlik (1938) は雄ハツカネズミで、Blotevogel (1925, 1927) は雌ハツカネズミで、骨盤内臓器と連絡している神経節は、骨盤神経節以外には存在しないといっているが、他の多くの研究者 (Hashimoto, 1904; Hryntshak, 1923; Schabadasch, 1928; Medowar, 1928; Wolhynski, 1930) は種々の哺乳動物やヒトで、Horie (1954), 井村 (1959) はハツカネズミで、それぞれ骨盤神経節の他に骨盤内臓器壁に神経節の存在を記載し、著者の所見を支持している。前述のように、Blotevogel (1927, 1928) は彼のいう子宮頸神経節を3型に分類し、ハツカネズミではこの神経節だけが骨盤内の神経節だとして密集型だけが存在すると記載している。一方 Horie (1954) は雌ハツカネズミでは混合型だと述べている。著者の雌ハツカネズミの所見では、骨盤神経節だけを見ると、確かに、Blotevogel のように神経細胞が充満した密集型ではあるが、その他に多くの小神経節が骨盤臓器と密接な関係を持つて散在しているので、それらを含めると、混合型といわねばなるまい。

4. 骨盤神経節と神経線維との相関について

Honjin (1951), 本陣・泉・大杉 (1958), Honjin, Izumi & Osugi (1959) は写真銀法でハツカネズミの消化管の筋層間神経節内に、好銀性と嫌銀性の2種の神経細胞が存在することを見出し、好銀性神経細胞が腸管の自働運動に関係ある associative neuron であることを指摘し、さらに、Honjin (1956a, b) はハツカネズミの肺および脾の神経細胞がすべて嫌銀性であると報告している。著者のハツカネズミの子宮壁内には好銀性、嫌銀性とも神経細胞は存在しないが、子宮周囲に存在している小神経節内の神経細胞はすべて嫌銀性に属する。

骨盤内臓神経切断の後、骨盤神経節・副骨盤神経節・子宮外壁上の小神経節内の嫌銀神経細胞のまわりに、細胞周囲終末を形成する小径有髄線維ならびにその終末が変性するが、この事実はこれらの嫌銀神経細胞が骨盤内臓神経の副交感性線維の節後ノイロンであることを示すものである。しかし最末梢にある子宮外壁の小神経節(終末神経節)をこえて、子宮壁内にある神経束にもなお有髄線維が存し、その一部は切断実験により変性するが、これは本神経由来の求心性線維であろう。

5. 小型好銀細胞と多核神経細胞について

クローム親和性の paraganglia が、副腎髄質や大動脈旁体だけではなく、内生殖器の各所にも存在するという報告は多数あり(坂口1939, 山下1939, 岩崎1951) 骨盤神経節中の paraganglia の存在については Penitschka (1929) がヒトの子宮頸神経節にクローム親和性 paraganglia を見出し、小児に著明で年を経ると共に減少すると報告し、Watzka & Penitschka (1932) がヒトの胎児および生後5日の女子の子宮腔神経叢中に、クローム親和性 paraganglia を見つけ、Nishimura (1954) はヒト胎児の子宮頸神経叢中に、多数の paraganglia を記載している。Yamada, Watanabe & Mori (1954) はイヌの子宮腔神経叢の神経節に、paraganglia の存在を述べている。ハツカネズミでは Blotevogel (1925, 1927, 1928, 1933) が子宮頸神経節中にクローム親和性の paraganglia を見つけ、神経節の全細胞数との比が2~3%であり、妊娠によつて増加し、卵巣や子宮の除去によつて減少することを報告し、さらに彼はハツカネズミの他に、シロネズミ・イエウサギ・イヌ・ネコ・サルの子宮頸神経節中に、クローム親和性 paraganglia の存在を確認し、これらの動物では、クローム親和細胞の比は1~2%であるといっている。Wentzlik (1938) はハツカネズミの骨盤神経節中に、クローム親和の paraganglia を記載し、細胞数は個体差が著しいことを指摘しながらも、全細胞数に対するクローム細胞の比は約2%であると報告している。これらのものは、著者がハツカネズミ骨盤神経節に見つけた写真銀法により黒褐色に染まる小型の好銀性細胞と一致するものである。

泌尿生殖器と関係のある神経叢・神経節中に、多核神経細胞が存在することは、古くから多くの研究者によつて指摘されているが、骨盤神経節に関しては、Penitschka (1929) が成人女子および少女の子宮頸神経節中に、2~7個の核を持つ多核神経細胞が、10%内外存在すると報じ、Nishimura (1954) もヒト胎児の子宮腔神経叢中に、2核細胞の存在を認めた。しかし3核以上のものはなかつたといっている。著者はハツカネズミの骨盤神経節に2核の神経細胞を見たが、3核以上のものは見られなかつた。

6. 子宮壁内の神経細胞について

子宮実質内に神経細胞が存在するか否かは、子宮の機能の生理学的考察に当たり、きわめて重要な問題なので、過去において多数の研究者によつて論議されて来た。前時代の研究者の中には子宮筋層や固有層に、神経細胞の存在を報告している人達が多い (Patenko, 1880; von Gawronsky, 1894; Hoogkamer, 1913; Mabuchi, 1924; Naiditsch, 1930; Keiffer, 1932; 小

川, 1937a; Okamura, 1939). しかし, 一方子宮壁内の神経細胞の存在を否定する研究者もきわめて多い (Toldt, 1877; Gentes, 1890; Herlitzka, 1897; Labhardt, 1906; Acconi, 1907; Dahl, 1916; Fleming, 1927; Medowar, 1928). 中でも Dahl は強硬にその存在を否定し, また, Reimann (1871), Rein (1880) らは生理学的見地から, 子宮壁内に神経細胞が存在するに違いないと主張したが, いずれも組織学的検索の結果, 子宮壁内に神経細胞を見つけることはできなかった. Davis (1933) は真の神経細胞と思つてよいものを見たのは, 全切片中唯 1 回だけであつたという. Okamura (1941) 以後は, Brown & Hirsch (1941) が子宮体を走る神経束中および小神経束の分岐点に, 神経細胞と染色性が似た細胞を見つけたが, 神経細胞と解釈するのは疑問であると記載しているのをはじめ, 最近の研究者で, 子宮実質内に神経細胞の存在を主張するものはない (Nishimura, 1954; Stöhr, 1957; Krantz, 1959; Hopwood, 1960). 拡張収縮能力という機能の点で, 類似の作用を示す膀胱の筋層に, 神経細胞が存在するので (Mitchell, 1953; Watanabe, 1954; 島田ら, 1955; 井村, 1959), 子宮筋層内にも神経細胞が存在してもいいという意見もあるので (Nishimura, 1954) 著者は 3 種の神経染色を施して, 全子宮を連続切片として入念に調べたが, 子宮実質内には全く 1 個の神経細胞をも見出し得なかつた. Okamura (1939), Brown & Hirsch (1941) が神経細胞あるいは, 神経細胞らしいものと記載した細胞は真の神経細胞ではなく, 後述する Cajal 氏の間質細胞であろうと考えられる.

7. 子宮壁内の神経叢および筋層の神経について

子宮内の神経叢に関して Hopwood (1960) はシロネズミ・モルモット・イエウサギ・ネコ・ヒトの子宮について, 内膜神経叢・内膜筋層間神経叢・内輪筋層神経叢・血管周囲神経叢 (特に内輪筋層)・外縦筋層神経叢の 5 つの一般的な分類型を示し, 動物間の相違は僅少であると述べているが, 著者のハツカネズミの所見では, 外縦・内輪筋層と内膜とでそれぞれ彼の所見に相当する神経叢が存在し, 血管周囲神経叢は, 特に内輪筋層だけに限らず, 各層に見られた.

子宮筋層内の神経の分布様相に関しては, すでに多数の報告があるが (Dahl, 1916; Mabuchi, 1924; Medowar, 1929; Davis, 1933; 尾崎, 1935a, b; 小川, 1937a, b; Brown & Hirsch, 1941; Koppen, 1950; Pribor, 1951; Nishimura, 1954; Pallie, Corner & Weddell, 1954; Yamada, Watanabe & Mori, 1954; Stöhr, 1957; Yamagata & Nakamura, 1960; Giro &

Casaglia, 1962; Zinelli, Nonnis-Marzano & Perretti, 1962), 著者の見たところでは, 神経束は外縦・内輪筋層間を走り, そこから筋層に枝を出して神経叢を形成するが, 筋層に入ると神経束は多くの場合, 筋線維の走行に平行して走り, まれに少数が筋線維に対して斜走ないし横断する走行を示した. このことは, 尾崎 (1935a, b), 小川 (1937a, b), Brown & Hirsch (1941), Koppen (1950), Nishimura (1954) らの記述と一致する.

子宮の各部位による神経線維の分布密度については, 尾崎 (1935a, b) は全子宮にわたり均等だとし, Davis (1933), 小川 (1937a, b), Brown & Hirsch (1941), Pribor (1951), Krantz (1959), Yamada, Watanabe & Mori (1954) は子宮頸に最も神経線維が多く, 子宮体ないし子宮角に移行するにつれて減少することを報告している. 著者の所見では, 子宮頸に最も線維が多く, ついで子宮体で, 子宮角を上行するにつれて神経線維が減少している.

筋層部における神経束に著明な蛇行が見られることに關し, 尾崎 (1935a), Koppen (1950) は, これが妊娠時の子宮の伸展と関係があると述べているが, 著者もまた同様に蛇行した神経束を見ている.

8. 子宮内膜の神経について

子宮内膜の神経線維の証明は, その染色技術の困難さのために, Stöhr (1928), Davis (1933) のような優秀な研究者たちですらも, 子宮内膜に神経線維を証明することに失敗している. Köstlin (1894) の Golgi 法による粘膜内の神経線維の記載は Stöhr (1928) もいうように Golgi 法の気まぐれさを顧慮すると, にわかに信じ難いが, Dahl (1931), 尾崎 (1935a, b), 小川 (1937a, b), Brown & Hirsch (1941), Koppen (1950), Pribor (1951), Oikawa (1954), Yamada, Watanabe & Mori (1954), Nishimura (1954), Yamagata & Nakamura (1959), Krantz (1959), Hopwood (1960), Jacobson & Nieves (1961) らは鍍銀法を使用して, 粘膜内神経を証明している. 著者もまた子宮内膜に神経線維の存在を確認した.

9. 子宮壁内の遠心性終末について

遠心性自律神経線維の末梢における終末形態については, 多数の研究者によつて長年論議されて来たところである. 子宮においても, Labhardt (1906) が尖鋭状自由終末を記載し, Dahl (1916) も無髓線維が子宮平滑筋束に平行して走つて細い小枝に終ることを報告し, Mabuchi (1924) と Fleming (1928) は, 尖鋭状の自由終末に終るものと, 小紡錘型ないし桿状の終末膨大を示すものがあると発表している. 子宮で最近こ

の自由終末で終る説を主張しているのは, Pallie, Corner & Weddell (1954) で, 神経線維は筋細胞の間で尖鋭状の細枝で終り, 時として終末膨大を示すといっている. 著者はハツカネズミの子宮を, 3種の軸索染色法で調べたが, いずれの染色法においても, 過去に報告されたような樹枝状ないし膨大部を持った自由終末を遠心路の末梢に見なかつた. Koppen (1950), Nishimura (1954), Oikawa (1954), Yamada, Watanabe & Nakamura (1959) らは鍍銀法の検索で子宮内の神経線維は終末枝が結合して, 途切れない連続的な Terminalreticulum (Stöhr) を形成していると記載し, 自由終末に終る自律神経の終末は存在しないと述べている. しかし注意すべきことは, 彼らの使用した鍍銀法はいわゆる神経原線維網を染め出し, これをもつて軸索の末梢分布域とするもので, Honjin (1955), 本陣 (1957a, b, c, 1958, 1961) がつとに指摘したように, いわゆる「神経原線維」が固定の際の人工産物であることを考慮するとき, Terminalreticulum 説はにわかに信じ難い. 特に末梢部における軸索がきわめて細く, 個々の軸索の認知が可視光顕微鏡の限界を超えるものであることを考えると, 単に還元銀粒子の沈澱をもつて, そのまま神経要素と速断することは, きわめて危険といわねばならない.

Honjin (1956 a, b, c), Honjin, Izumi & Osugi (1959), 本陣 (1956) はハツカネズミの脾・肺および腸管で, 3種の異なつた軸索染色法を用いて, 遠心性自律神経線維の終末を入念に調べ, 全組織に拡がる一大神経終末網の存在を確認している. Honjin はこの終末網が Cajal 氏の間質細胞の網を基盤とし, 無髄線維はこの細胞網に沿つて, 末梢に拡がると共に, 分岐を重ねて径を減じ, この細胞網の細胞質内に軸索が流入するとし, これが遠心性線維の終末形態であり, これを neural terminal net と呼んだ. 著者もまた子宮内の遠心性終末として neural terminal net を見出した. Honjin が指摘しているように, neural terminal net は三次元に拡がっているため, 切片作製時に切断されることが多く, また化学的に見て非特異的である現在の神経染色が施されるとき, 往々, この網が部分的に染色され, これを鏡下に見た場合, 自由終末として過去に報告されたものであろう. 今回著者が子宮において見た neural terminal net と同一の構造は, 井村 (1959) が膀胱で, 中村俊雄 (1960) が唾液腺で, 岡山 (1964) が胃で, 谷口 (1964) が直腸で, それぞれ存在を確認している.

遠心路の終末部の形態をさらに明らかにするものは, 可視光顕微鏡に比して, はるかに分解能のよい電

子顕微鏡による知見であらう. Gansler (1951) は子宮壁内の神経束を電子顕微鏡で検し, 無髄軸索が鞘細胞に囲まれて走るのを見ている. 彼女は synaptic な構造を見出さなかつたと報じているが, すでに所見の項で記したように, この部, 電子顕微鏡像において, きわめて微細な軸索が互いに相接して, 鞘細胞中を貫通する形で示され, 鞘細胞の限界膜が内翻して個々の軸索をその細胞体内において包み, 軸索は鞘細胞内に流入しつつもなおその独立性を保持し, 決して Terminalreticulum の如き原形質性の融合をなすものでないことを示している. 元来, 神経要素は「メチレン青」で染めた場合, metachromasia を示すが, Cajal 氏細胞網の示した metachromasia はその内部に流入した軸索のそれにほかならぬと考えられる. 微細な軸索はところどころでやや肥大し, 一部被鞘を失つて外部にあらわれ, この部に, synaptic vesicles (De Robertis & Bennett, 1955) が多数認められ, これが遠心路の終末で, 平滑筋細胞に相対している. 「メチレン青」生体染色での可視光顕微鏡検索において見られた終末網のところどころにおける小瘤状腫大はこの部に相当するものである.

10. 子宮筋の機能と神経との相関について

さて, 子宮筋の機能と神経との相関に関し, ネコとイエウサギで, 下腹動脈神経を刺激すると子宮筋が応答することに基づいて, Langley & Anderson (1895) は子宮の外來神経による支配の存在を報告した. 一方, 自働収縮機能と分娩促進剤に対する応答は, 卵巣ホルモンの支配下にあるとするホルモン説がある (Reynolds, 1949). L₁ の高さで脊髄を切断した犬で, 受胎・妊娠・分娩が可能であり (Goltz & Freusberg, 1874), 交感神経幹を除去した後で妊娠・分娩を行なつたシロネズミ (Bacq, 1932) やネコ (Cannon et al., 1929) が報告されている. この事実は子宮筋が外來神経のみに支配されるという考えでは説明できない. しかし, イヌやハツカネズミのような一腹多仔の動物で, 着床の位置を子宮角に沿つて等間隔に行なう精巧な機能や統制力のすべてを, ホルモンの作用だけで説明することも困難である. さらに, 神経除去子宮だけではなく, 体から切り離してしまつた子宮においてすらも, 無傷の子宮とよく似たととのつた運動で分娩可能である (Fleming, 1928). このような事実は, 外來神経の作用はいうに及ばず, ホルモンの作用だけにその調節の源を求めることは困難である. ここにおいて, 我々は目を骨盤神経節・副骨盤神経節・子宮壁上に存する小神経節およびこれらにつながるつて全子宮壁に分布する neural terminal net に注ぐべきであらう. 無

論, 各種ホルモンの作用や, 骨盤内臓神経・下腹動脈神経に由来する中枢よりの神経調節を否定するものではなく, これらの調節作用は充分評価したいが, それとともに過去において, とかく軽視された局所の神経要素も大きく, ここに再評価すべきであろう。

11. 子宮壁内の求心性終末について

子宮壁内に求心性有髄線維が存在することを報告した研究者は少なく, Hoogkamer (1913), Dahl (1916), Keiffer (1932), Oikawa (1954), Nishimura (1954), Yamada, Watanabe & Mori (1954), Gurvich (1962a, b) の報告を見るにすぎない。子宮の神経に関するほとんどの論文は, 求心性線維の存在を否定か, それに触れていない。最近でも Pallie, Corner & Weddell (1954), Stöhr (1957), Yamagata & Nakamura (1959) らは, 子宮壁内に髄線維は存在しないと記載している。著者は, ハツカネズミ子宮に少数の小径有髄線維が存在することを観察した。壁内に神経節が存在する臓器では, 小径有髄線維が存する場合, これが求心性線維か遠心性線維かは, にわかに断定し難いが, 子宮壁内には神経節細胞が存在しないから, ここに見える有髄線維は, すべて求心性線維と考えてよい。

子宮筋層に終る求心性終末の形態については, Dahl (1916), Keiffer (1932), Oikawa (1954), Nishimura (1954), Yamada, Watanabe & Mori (1954) らが, 有髄線維ないしこれに由来する単純な終末分枝を報告しているが, 著者の検したハツカネズミ子宮筋層においても, 比較的単純な分岐性の求心性終末が見出された。

子宮内膜内の求心性終末を報告している論文はさらに少なく, Oikawa (1954), Nishimura (1954) がヒトの胎児子宮内膜に尖鋭状の単純な終末を報じているにすぎない。著者は子宮内膜, 特に子宮頸部において分岐性ないし非分岐性の尖鋭状に終る求心性終末を見た。求心性終末の存在は子宮頸部に著明であるが, 子宮角にはほとんど見出し得なかつた。子宮の上皮細胞層に求心性終末を報告した研究者は未だないが, 著者もまた上皮内に入る求心性終末は全く見なかつた。このことは柱状上皮細胞の存在する子宮角・子宮体はもちろんのこと, 重層扁平上皮が存在する子宮頸部・子宮腔部においても同様に求心性終末を見なかつた。

ハツカネズミの骨盤内臓神経を切断の後, 子宮神経・子宮へ進入する神経束・子宮壁内の神経などに存する少数の小径有髄線維が変性する。この時, 子宮壁内にはなお正常の小径有髄線維が存し, かつ子宮筋層・固有層内に健全に残存する自由終末が見られる。この

健全なまま残存する小径有髄線維および自由終末は下腹動脈神経由来のものと考えられる。次に, 下腹動脈神経を切断すると, 子宮神経や子宮壁内を走る神経束内の少数の小径有髄線維および無髄線維が変性する。しかし, 少数の小径有髄線維が健全であり, 子宮筋層・固有層内の一部自由終末が健全に残存している。この残存する小径有髄線維とその終末は, 骨盤内臓神経由来のものと考えられる。総括すると, 子宮筋層および固有層の求心性終末は, 一部は骨盤内臓神経に由来し, 一部は下腹動脈神経に由来する。すなわち子宮は両神経の求心性二重神経支配を受けている。内臓求心性神経支配の見地から, このような二重求心性支配の存在が確認されたことは注目に値するものと考えられる。

結 論

雌性 ハツカネズミ (*Mus wagneri* var. *albula*, 純系 KH-A 株) の骨盤臓器へ分布する神経ならびに子宮の神経要素を, 写真銀法, 銀鏡反応法, 髄鞘染色法, 「メチレン青」生体染色法の4種の染色法の本陣氏変法による神経組織学的観察ならびに薄切片による電子顕微鏡観察を行ない, さらに骨盤内臓神経および下腹動脈神経切断による神経変性実験を観察し, 次の結果を得た。

〔1〕骨盤内臓神経は骨盤後壁を走り, 分枝して骨盤神経節に入る。下腹動脈神経は腹大動脈分岐部に存する有対の下腹動脈神経節より発し, 1本の神経束として末梢に進み, 分枝して骨盤神経節ないし副骨盤神経節に入る。

〔2〕子宮頸部と直腸との両側に骨盤神経節が存在する。骨盤神経節は主として多極神経細胞よりなり, 稀に単極, 双極の神経細胞を含む。この他に嗜銀性の強い小型細胞が存在する。骨盤神経節から子宮・腔・膀胱・尿道・直腸・外陰部等へ分布する神経束が出る。

〔3〕骨盤神経節および副骨盤神経節から出た神経枝が, 子宮神経叢を形成して子宮体に分布する。骨盤神経節および副骨盤神経節から子宮神経が出て子宮体に沿って上行, ついで子宮動脈に伴行して子宮角を上行して子宮角へ枝を出す。途中, 子宮体に接して小神経節が存在する。また子宮体背側にも小神経節が存し, 子宮体へ神経枝を送る。

〔4〕骨盤神経節・副骨盤神経節・子宮周辺の小神経節内の神経細胞のまわりに外来の小径有髄線維が細胞周囲終末を作つて終る。この小径有髄線維は骨盤内臓神経切断後変性する。

〔5〕骨盤内臓神経は, 多数の小径有髄線維と少数の

大径有髄線維およびごく少数の無髄線維よりなる。小径有髄線維の多くは遠心性節前線維であつて骨盤内の神経節に終るが、一部は求心性線維である。

〔6〕下腹動脈神経はほとんど大部分が無髄線維だが、少数の有髄線維を含んでいる。この無髄線維は遠心性の節後線維であり、小径有髄線維はすべて求心性線維である。

〔7〕子宮内へ入つた神経束は、子宮筋層および子宮内膜固有層内に神経叢を形成する。

〔8〕子宮壁内には神経細胞は全く存在しない。

〔9〕子宮壁内の神経線維は、ほとんど大部分が無髄線維に属し、少数が有髄線維に属する。この種の有髄線維は求心性線維であり、無髄線維は骨盤内臓神経・下腹動脈神経内の無髄線維および骨盤神経節・副骨盤神経節・子宮壁上の小神経節内の神経細胞の突起とからなる。

〔10〕子宮壁内の遠心性無髄線維は、Cajal氏間質細胞の網により形成される neural terminal net に流入し、全子宮組織に拡がる。電子顕微鏡所見は、この部では分枝を重ねて微小となつた軸索が鞘細胞内に、その嚢入膜につつまれながら流入し、網目のところどころで外部に露出し小肥大を作っていることを示している。

〔11〕子宮筋層および子宮内膜固有層内に求心性自由終末が存在する。子宮頸部固有層内には求心性終末が比較的あり、これらの求心性線維は、一部は骨盤内臓神経に由来し、一部は下腹動脈神経に由来する。すなわち、子宮は両神経の求心性二重神経支配を受けている。

稿を終るにのぞみ、終始ご懇篤なご指導とご校閲を賜つた恩師本陣良平教授に深甚なる謝意を捧げます。なお電子顕微鏡写真作製にいろいろご援助戴いた高橋暁講師および顕微鏡写真撮影にご援助戴いた写真部神戸竜雄、吉田敏衛両氏に厚く感謝します。

文 献

- 1) **Acconi** : *Ginecologia*, Firenze, 4, 624 (1907).
- 2) **Bacq, Z. M.** : *Am. J. Physiol.*, 99, 444 (1932).
- 3) **Beck, T.** : *Philosoph. Trans.*, 2, 313 (1846).
- 4) **Blotevogel, W.** : *Anat. Anz.*, 60, *Erganzungsheft*, 223 (1925).
- 5) **Blotevogel, W.** : *Z. mikro-anat. Forsch.*, 10, 141 (1927).
- 6) **Blotevogel, W.** : *Z. mikro-anat. Forsch.*, 13, 625 (1928).
- 7) **Blotevogel, W.** : *Z. mikro-anat. Forsch.*, 33, 429 (1933).
- 8) **Brown, W. H. & Hirsch, E. F.** : *Am. J. Pathol.*, 17, 731 (1941).
- 9) **Cannon, W. B., Newton,**

H. F., Bright, E. M., Menkin, V. & Moore, R. M. : *Am. J. Physiol.*, 89, 84 (1929).

10) **Dahl, W.** : *Z. Geburts. Gynäk.*, 78, 539 (1916).

11) **Davis, A. A.** : *J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp.*, 40, 481 (1933).

12) **De Robertis, E. D. P. & Bennett, H. S.** : *J. Biophys. Cytol.*, 1, 47 (1955).

13) **Fleming, A. M.** : *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 55, 507 (1927). (Pallie et al., 1954より).

14) **Fleming, A. M.** : *J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp.*, 35, 247 (1928).

15) **Frankenhäuser** : *Ein Beitrag zur Anatomie und Gynäkologie*, (1867). (Davis, 1933より).

16) 福山右門 : 解剖誌, 29, 1, 附2 (1954a).

17) 福山右門 : 解剖誌, 29, 154 (1954b).

18) **Gansler, H.** : *Acta Neuroveget.*, Wien, 22, 192 (1961).

19) **Gentes** : *Note sur les nerfs et les terminaisons nerveuses de l'utérus*. (1890). (Davis, 1933より).

20) **Giro, C. & Casaglia, G.** : *Arch. de vecchi anat. path.*, 33, 307 (1960). (Exc. Med. I, Anat., 16, 336, 1962より).

21) **Goltz, F. & Freusberg, A.** : *Arch. f. ges. Physiol.*, 8, 552 (1874).

22) **Gurvic, A. S.** : *Stroenie i Reaktivnye Svoistva Afferentnykh Sistemy Vnutrennikh Organov* (Moskva), 189 (1960 a). (Exc. Med. I, Anat., 16, 433, 1962より).

23) **Gurvic, A. S.** : *Stroenie i Reaktivnye Svoistva Afferentnykh Sistemy Vnutrennikh Organov* (Moskva), 136 (1960b). (Exc. Med. I, Anat., 16, 433, 1962より).

24) **Hashimoto, S.** : *Beitrag z. Geburts. Gynäk.*, 8, 33 (1904).

25) **Herlitzka, L.** : *Geburts. Gynäk.*, 37, 83 (1897).

26) **Honjin, R.** : *Cytol. Neurol. Stud.*, 9, 1 (1951).

27) **Honjin, R.** : *Okajimas Folia Anat. Jap.*, 27, 179 (1955).

28) **Honjin, R.** : *J. Comp. Neurol.*, 104, 331 (1956 a).

29) **Honjin, R.** : *J. Comp. Neurol.*, 105, 587 (1956b).

30) **Honjin, R.** : *J. Comp. Neurol.*, 106, 1 (1956c).

31) **Honjin, R.** : *Japan Sci. Rev.-Med. Sci.*, 4, (1956d).

32) 本陣良平 : 科学, 26, 100 (1956).

33) **Honjin, R.** : *Okajimas Folia Anat. Jap.*, 30, 257 (1957).

34) 本陣良平 : 生体の科学, 8, 110 (1957 a).

35) 本陣良平 : 総合医学, 14, 673 (1957b).

36) 本陣良平 : 細胞化学シンポジウム, 5, 109 (1957)

- c). 37) 本陣良平 : 基礎医学最近の進歩, 解剖病理篇, II, 33, 医歯業出版, 東京 (1958).
- 38) 本陣良平 : 最新医学, 16, 857 (1961).
- 39) 本陣良平・泉外美・大杉久和 : 解剖誌, 33, 128 (1958).
- 40) Honjin, R., Izumi, S. & Osugi, H. : J. Comp. Neurol., 111, 291 (1959).
- 41) 本陣良平・中村俊雄 : 化学, 18, 688 (1963).
- 42) Hoogkamer, J. : Arch. Gynäk., 99, 231 (1913).
- 43) Hopwood, D. : Univ. Leeds med. J., 8, 91 (1960).
- 44) Horie, Y. : Cytol. Neurol. Stud., 11, 41 (1954).
- 45) Howell, A. B. : Monographs of the Amer. Soc. of Mammalogists, Williams & Wilkins Co., Baltimore, (1926). (Greene, E. C. : Anatomy of the rat, Trans. Amer. Phils. Soc., 27, 1935より).
- 46) Hryntschak, T. : Arb. a. d. neurol. Inst. d. Wiener Univ., 24, (1923).
- 47) 井村正人 : 十全医誌, 63, 295 (1959).
- 48) 岩崎勝夫 : 東北医誌, 46, 87 (1951).
- 49) Jacobson, H. N. & Nieves, O. : Exp. neurol., 4, 180 (1961).
- 50) Jastreboff, N. W. : Trans. Obstet. Soc., London, 23, 266 (1881). (Davis, 1933より).
- 51) Jung, P. : Monatschr. Geburts. u. Gynäk., 21, 1 (1905).
- 52) Karnovsky, M. J. : J. Biophys. Biochem. Cytol., 11, 729 (1961).
- 53) Keiffer : Lec. Clin. Tarrier, 9, 85 (1933). (Stöhr, 1957より).
- 54) Koppen K. : Arch. Gynäk., 177, 354 (1950).
- 55) Köstlin, R. : Fortsch. Med., 12, 411 (1894).
- 56) Krantz, K. E. : Ann. N. Y. Academy Sci. 75, 770 (1959).
- 57) Kushida, H. : J. Electronmicroscopy, 10, 16 (1961).
- 58) Labhardt, A. : Arch. Gynäk., 80, 135 (1906).
- 59) Langley, J. N. & Anderson, H. K. : J. Physiol., 19, 71 (1895).
- 60) Lawrentjew, B. J. & Naiditsch, M. S. : Trav. Labor. Rech. biol. Univ. Madrid, 28, 223 (1933). (Stöhr, 1957より).
- 61) Learmonth, J. R. & Glas, Ch. M. : Brain, 54, 147 (1931).
- 62) Lee, R. : Philosoph. Trans., 2, 269 (1841). (Davis, 1933, より).
- 63) Luschka : (1906). (Labhardt, 1906, より).
- 64) Mabuchi, M. : Mitteil. Med. Fak. Kaiser Univ. Tokyo, 31, 385 (1924).
- 65) Medowar, J. L. : Z. Anat. Entw. Ges., 86, 776 (1928).
- 66) Mestern, J. : Z. Anat. Entw., 92, 92 (1931).
- 67) Mitchell, G. A. G. : Anatomy of the autonomic nervous system, E. & S. Livingstone Ltd. Edinburgh & London, (1953).
- 68) Naiditsch, M. S. : Arch. Gynäk., 139, 283 (1930).
- 69) 中村俊雄 : 解剖誌, 35, 162 (1960).
- 70) Nishimura, M. : Arch. hist. jap., 6, 233 (1954).
- 71) 小川ミヤ子 : 大阪医誌, 36, 495 (1937a).
- 72) 小川ミヤ子 : 大阪医誌, 36, 1593 (1937b).
- 73) Oikawa, M. : Tohoku J. Exp. Med., 61, 55 (1954).
- 74) Okamura, C. : Z. mikro.-anat. Forsch., 45, 539 (1939).
- 75) 岡山陽子 : 十全医誌, 70, 印刷中 (1964).
- 76) 尾崎正保 : 近畿婦人誌, 18, 753 (1935a).
- 77) 尾崎正保 : 近畿婦人誌, 18, 785 (1935b).
- 78) Pallie, W., Corner, G. W. & Weddell, G. : Anat. Rec., 118, 789 (1954).
- 79) Patenko, S. : Zentralb. f. Gynäkol., 19, 64 (1880). (Davis, 1933より).
- 80) Penitschka, W. : Anat. Anz., 66, 417 (1929).
- 81) Pribor, H. C. : Anat. Rec., 109, 339 (1951).
- 82) Reimann : Arch. Gynäk., 2, 97 (1871).
- 83) Rein, G. : Arch. gesam. Physiol., 23, 68 (1880).
- 84) Remak, R. : Med. Ztg., 9, 7 (1840). (Brown & Hirsch, 1941より).
- 85) Reynolds, S. M. R. & Kaminster, S. : Am. J. Physiol., 112, 640 (1935).
- 86) Roith : Arch. Gynäkol., 86, 495 (1907).
- 87) Rolinson, B. : Med. Rec., 46, 403 (1894). (Davis, 1933より).
- 88) 坂口重蔵 : 満洲医誌, 30, 795 (1939).
- 89) 斎藤武志 : 福島医誌, 8, 137 (1958).
- 90) 佐藤紘恵 : 福島医誌, 5, 91 (1955).
- 91) 佐藤沢也 : 福島医誌, 7, 367 (1957).
- 92) Schabadasch, A. : Z. Anat. Entw., 86, 730 (1928).
- 93) 島田信男・海老原勝・海老原進・南崎哲朗・吉野一之 : 日病理会誌, 44, 97 (1955).
- 94) Stöhr, P. : Möllendorff's Handbuch d. mikrosk. Anat. d. Menschen, IV/1, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, (1928).
- 95) Stöhr, P. : Möllendorff's Handbuch d. mikrosk. Anat. d. Menschen, IV/5, (1957).
- 96) Tiedmann, P. : Tabulae Nervorum Uteri, Heidelberg, (1822). (Davis, 1933より).
- 97) 谷口 光 : 十全医誌, 70, 印刷中, (1964).
- 98) Toldt :

- Lehrbuch der Gewebelehre, (1877). (Davis, 1933 より). 99) Trundle, H. C. : Brit. J. Surg., 21, 664 (1934). 100) von Gawronsky, N. : Arch. Gynäk., 47, 271 (1894). 101) von Kalischer : Über die Nerven der Harnblase, des Uterus und der Vagina, (1894). (Davis, 1933より). 102) Watanabe, Y. : Arch. hist. jap., 7, 311 (1954). 103) Wentzlik, G. : Z. mikro.-anat. Forsch., 43, 1 (1938). 104) Watzka, M. & Penitschka, W. : Z. mikro.-anat. Forsch., 30, 29 (1932). 105) Wolhynsky, F. A. : Z. Anat. Anat. Entw., 93, 297 (1930). 106) Yamada, M., Watanabe, Y. & Mori, I. : Arch. hist. jap., 7, 423 (1954). 107) Yamagata, K. & Nakamura, T. : Arch. hist. jap., 17, 617 (1959). 108) 山下亀久男 : 満洲医誌, 30, 367 (1939). 109) Zinelli, G., Nonnis-Marzano, C. & Perretti, F. : Ateneo paraense, 23, 31 (1962). (Exc. Med. I, Anat., 16, 1059, 1962より).

Abstract

A study of the nerve supply of the pelvic viscera of the female mouse (KH-A strain of *Mus wagneri* var. *albula*), with special reference to the nerve elements of the uterus, based on neurohistological observations by means of modifications of the photographic silver method, the silver mirror reaction method, the myelin technique and the vital methylene blue staining technique, is presented. Besides observation on the normal mouse, observation was also made on the materials which were subjected to experimental degeneration of the pelvic splanchnic and the hypogastric nerves. The ultrastructure of the nerve elements of the uterus was observed with the electron microscope. The results obtained were summarized as follows:

1) The pelvic splanchnic nerve runs along the dorsal wall of the pelvis, and after branching, enters the pelvic ganglion. The hypogastric nerve, which appears as a bundle, is derived from the hypogastric ganglion situated at the bifurcation of the abdominal aorta, and after ramification near the pelvic ganglion, enters the pelvic or the accessory pelvic ganglion.

2) The pelvic ganglion lies lateral to the cervix of uterus and the rectum. It is mainly composed of multipolar nerve cells and contains a few unipolar and bipolar nerve cells. In addition, several small cells with intensive argentophilia are seen in it. The pelvic ganglion sends off several nerve branches to the uterus, vagina, urinary bladder, urethra, rectum and external genital.

3) Nerve branches derived from the pelvic and the accessory pelvic ganglia form the uterine plexus, which supplies the uterus with the nerve branches. The uterine nerves derived from the pelvic and the accessory pelvic ganglion ascend along the uterus body and uterus horn together with the uterine artery and send off nerve branches to the uterus horn. In their course, small ganglia are found adjacent to the uterus body. In the dorsal part of the uterus body, there are small ganglia which send off nerve branches to the uterus body.

4) The extrinsic small-sized myelinated nerve fibers terminate on the nerve cell bodies in the pelvic ganglion, the accessory pelvic ganglion and other small ganglia around the uterus in the form of pericellular endings.

5) The pelvic splanchnic nerve is composed of a large number of small-sized myelinated fibers, mixed with a small number of large-sized myelinated fibers and a few non-myelinated fibers. Most of the small-sized myelinated fibers are the preganglionic fibers which terminate in the ganglia of the pelvis, while part of them are afferent in nature.

6) The hypogastric nerve is composed of a large number of non-myelinated fibers and a small number of small-sized unmyelinated fibers. The former are the efferent postganglionic fibers; the latter are the afferent fibers.

7) The nerve bundles entering the uterine wall form the nerve plexus in the myometrium and the propria of the endometrium.

8) No ganglion cell is present in the uterine wall.

9) In the uterine walls there are mostly non-myelinated fibers, mixed with a small number of the myelinated fibers. The myelinated fibers are afferent in nature. The non-myelinated fibers are derived from the pelvic splanchnic and the hypogastric nerves, as well as from the processes of the ganglion cells in the pelvic ganglion and the accessory pelvic ganglion and the small ganglia on the uterine wall.

10) The efferent non-myelinated fibers in the uterine wall flow into the neural terminal net built up by the net work of the interstitial cells of Cajal, and extend over throughout uterus. The electron microscopic observation shows that in this region, the fine axons flow into the sheath cell with its infolded membrane, and from small corpulent parts which lose the envelop of the sheath cell and contain many synaptic vesicles.

11) The free afferent nerve endings are present in the myometrium and the propria of the endometrium. They are relatively numerous in the propria of uterine cervical region. These afferent nerve fibers belong partly to the pelvic splanchnic and partly to the hypogastric nerves; the uterus is under the sensory dual innervation by both the pelvic splanchnic and hypogastric nerves.

写真説明

Plate 1

- 写真1 骨盤内臓神経が3本の終枝に分かれ、骨盤神経節に入る直前の部。写真銀法。×690
- 写真2 正常な骨盤内臓神経内の有髄線維。髓鞘染色法。×690
- 写真3 骨盤内臓神経切断3日後の同側骨盤内臓神経内の神経線維の変性像。写真銀法。×690
- 写真4 正常な下腹動脈神経。写真銀法。×690
- 写真5 正常な下腹動脈神経内の有髄線維。髓鞘染色法。×690
- 写真6 骨盤神経節に入る下腹動脈神経。写真銀法。×100
- 写真7 骨盤神経節に入る正常な骨盤内臓神経頭側枝。嫌銀細胞周囲の細胞周囲終末に注意。写真銀法。×300
- 写真8 下腹動脈神経切断2日後の同側下腹動脈神経内の変性像。写真銀法。×690

Plate 2

- 写真9 骨盤内臓神経切断2日後の、変性した骨盤内臓神経が骨盤神経節に入る部。写真銀法。×300
- 写真10 骨盤神経節内の神経細胞とその突起。細胞周囲終末に注意。写真銀法。×690
- 写真11 骨盤神経節内の神経細胞とその長い突起。写真の左側に細胞周囲終末を認める。写真銀法。×690
- 写真12 骨盤内臓神経切断2日後の骨盤神経節内の正

常な細胞周囲終末。写真銀法。×690

- 写真13 骨盤神経節内の2核細胞(矢印)。多数の細胞周囲終末を認める。写真銀法。×690

- 写真14 骨盤神経節内の好銀性の小型細胞。写真銀法。×690

- 写真15 骨盤内臓神経切断2日後の骨盤神経節内の変性線維。写真銀法。×690

- 写真16 骨盤内臓神経切断2日後の骨盤神経節内の変性した細胞周囲終末。写真銀法。×690

Plate 3

- 写真17 骨盤神経節から副骨盤神経節に向かう神経束。写真銀法。×150

- 写真18 副骨盤神経節から出る子宮神経。写真銀法。×150

- 写真19 骨盤神経節から出て子宮体へ行く神経束。写真銀法。×690

- 写真20 子宮神経内の有髄線維。髓鞘染色法。×690

- 写真21 子宮角に沿って血管に伴行する神経束。写真銀法×690

- 写真22 子宮角に沿って血管に伴行する神経束中の有髄線維。髓鞘染色法。×300

- 写真23 副骨盤神経節を出て子宮角に向かう子宮神経。髓鞘染色法。×690

- 写真24 子宮頸部外側に蛇行する神経束内の有髄線維。神経束中に大きな神経細胞の存在を認める。髓鞘染色法。×690

Plate 4

- 写真25 子宮体背側神経節(G), から子宮(U), に向かう背側子宮体神経。写真銀法。×300

- 写真26 子宮頸部外側で錯綜した走行を示す子宮神経叢。写真銀法。×300
- 写真27 子宮体に近接して存在する双極細胞および神経束。写真銀法。×690
- 写真28 骨盤神経節 から 出 て、子宮頸の外側で分岐し、上下に走る神経束。写真銀法。×690
- 写真29 子宮壁の太い神経束の分岐部。有髄線維は濃黒色に染まり、無髄線維は微細である。銀鏡反応法。×690
- 写真30 血管と伴走して子宮へ入る 神経束。写真銀法。×690
- 写真31 子宮角に沿って走る子宮神経と途中に存在する神経細胞群。神経細胞の突起に注意。写真銀法。×690
- 写真32 骨盤内臓神経切断 2 日後の、骨盤神経節から副骨盤神経節へ向かう神経束中の変性線維。写真銀法。×690

Plate 5

- 写真33 骨盤内臓神経切断 2 日後の、子宮神経内の変性像。写真銀法。×690
- 写真34 子宮角に沿って存在する神経細胞が神経束内に突起を放っている。神経束中に変性線維が存在する。骨盤内臓神経切断後 2 日。写真銀法。×690
- 写真35 下腹動脈神経切断 2 日後の、子宮へ向かう神経束中の変性線維。写真銀法。×690
- 写真36 下腹動脈神経切断 2 日後の、骨盤神経節から子宮へ向かう 神経束中の変性線維。写真銀法。×690
- 写真37 子宮筋層内の太い神経束。写真銀法。×690
- 写真38 子宮への進入部近くで蛇行を示す神経束。写真銀法。×690
- 写真39 子宮筋層内の有髄線維を含む神経束。銀鏡反応法。×690
- 写真40 子宮筋層内の神経叢。写真銀法。×690

Plate 6

- 写真41 子宮筋層の血管周囲を走る太い神経束。写真銀法。×690
- 写真42 子宮筋層と固有層と の間の 神経束。写真銀法。×690
- 写真43 子宮筋層血管周囲を 走る 神経束。銀鏡反応法。×690

- 写真44 子宮筋層内の有髄線維。髄鞘染色法。×300
- 写真45 子宮筋層の小瘤状腫大を見せる線維を含む神経束。銀鏡反応法。×690
- 写真46 子宮筋層の小瘤状腫大を見せる線維を含む神経束と **neural terminal net**。銀鏡反応法。×690
- 写真47 子宮筋層 の **neural terminal net**。銀鏡反応法。×690
- 写真48 子宮筋層の小瘤状腫大を見せる 細 線 維 と **neural terminal net**。銀鏡反応法。×690

Plate 7

- 写真49 子宮筋層内の横断像。無髄神経線維が鞘細胞の細胞質の 内に、**mesaxon** につまれながら含まれている。一部の軸索は内に **synaptic vesicles** を含み、かかるものでは、鞘細胞の被覆を一部失って神経束の外面に露呈している。電子顕微鏡写真。×21,000
- 写真50 子宮筋層内の小神経束。太さから見て **neural terminal net** に相当する。**neurofilament, tubular endoplasmic reticulum** を含む軸索が見える。左方に大きな腫脹が見られ、内に多数の **synaptic vesicles** が認められる。**synaptic vesicles** は、軸索の外部への露呈部の一部に積極的に集まり、この部の軸索限界膜は電子密度が大となつている。電子顕微鏡写真。×40,000

Plate 8

- 写真51 子宮筋層血管周囲の **neural terminal net**。銀鏡反応法。×690
- 写真52 子宮内膜固有層を走る **neural terminal net**。銀鏡反応法。×690
- 写真53 子宮筋層内に拡がる **neural terminal net**。「メチレン青」生体染色法。×300
- 写真54 子宮筋層内に拡がる **neural terminal net**。「メチレン青」生体染色法。×300
- 写真55 子宮筋層の求心性終末。銀鏡反応法。×300
- 写真56 子宮腔部固有層の求心性終末。銀鏡反応法。×690
- 写真57 子宮内膜 固有層内 の 求心性線維。銀鏡反応法。×690
- 写真58 子宮筋層血管周囲の 求心性線維。銀鏡反応法。×690

Plate 1

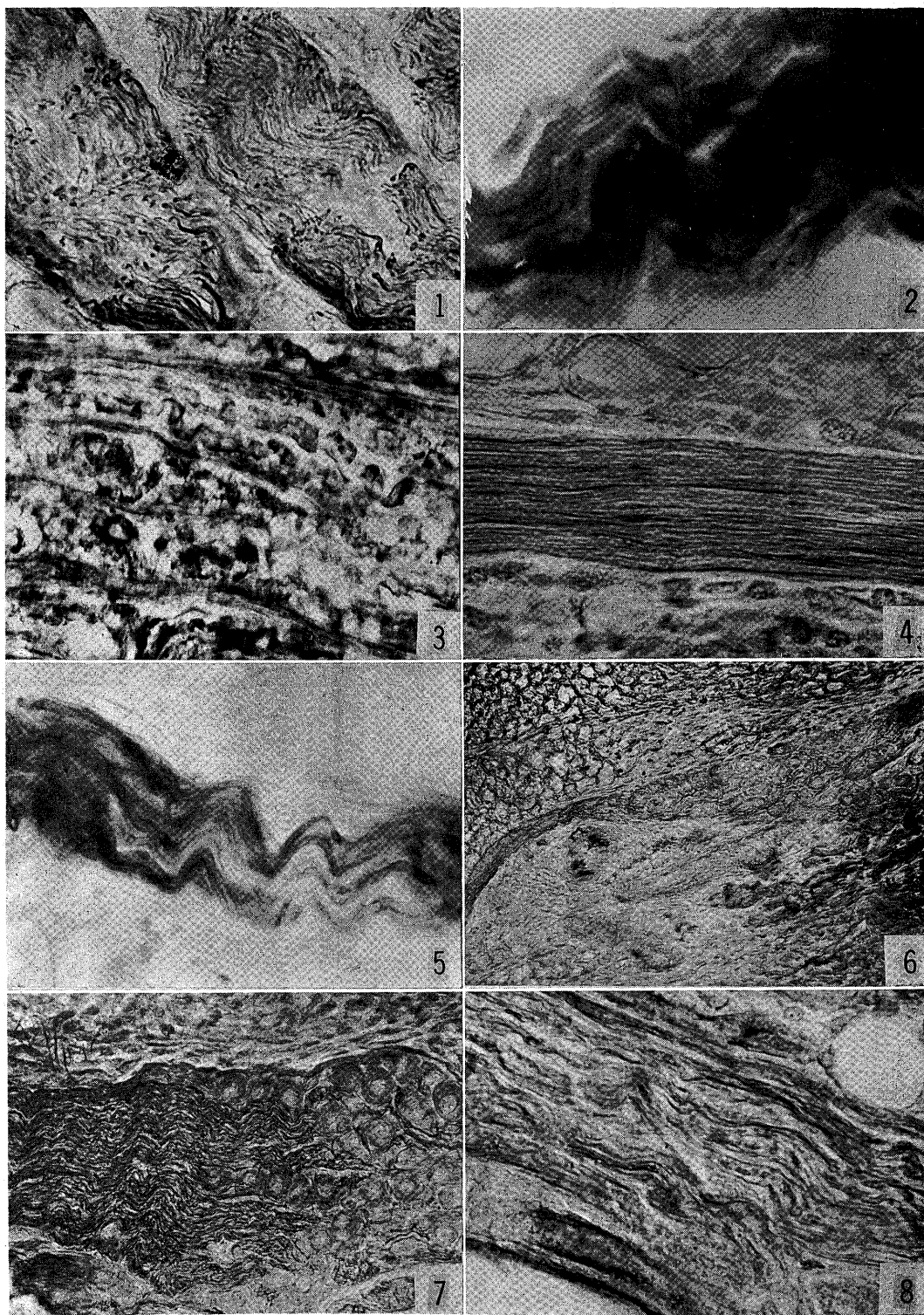


Plate 2

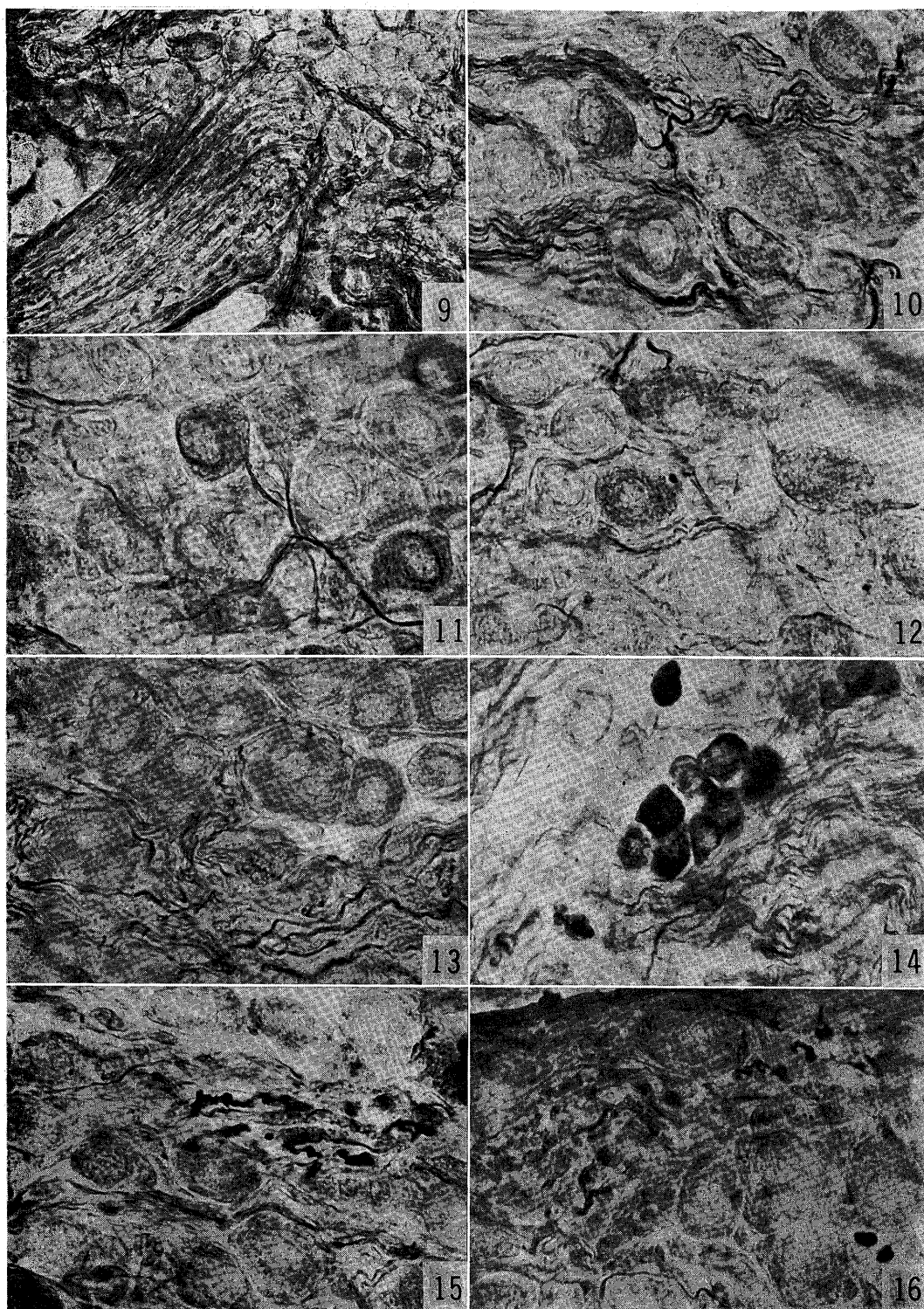


Plate 3

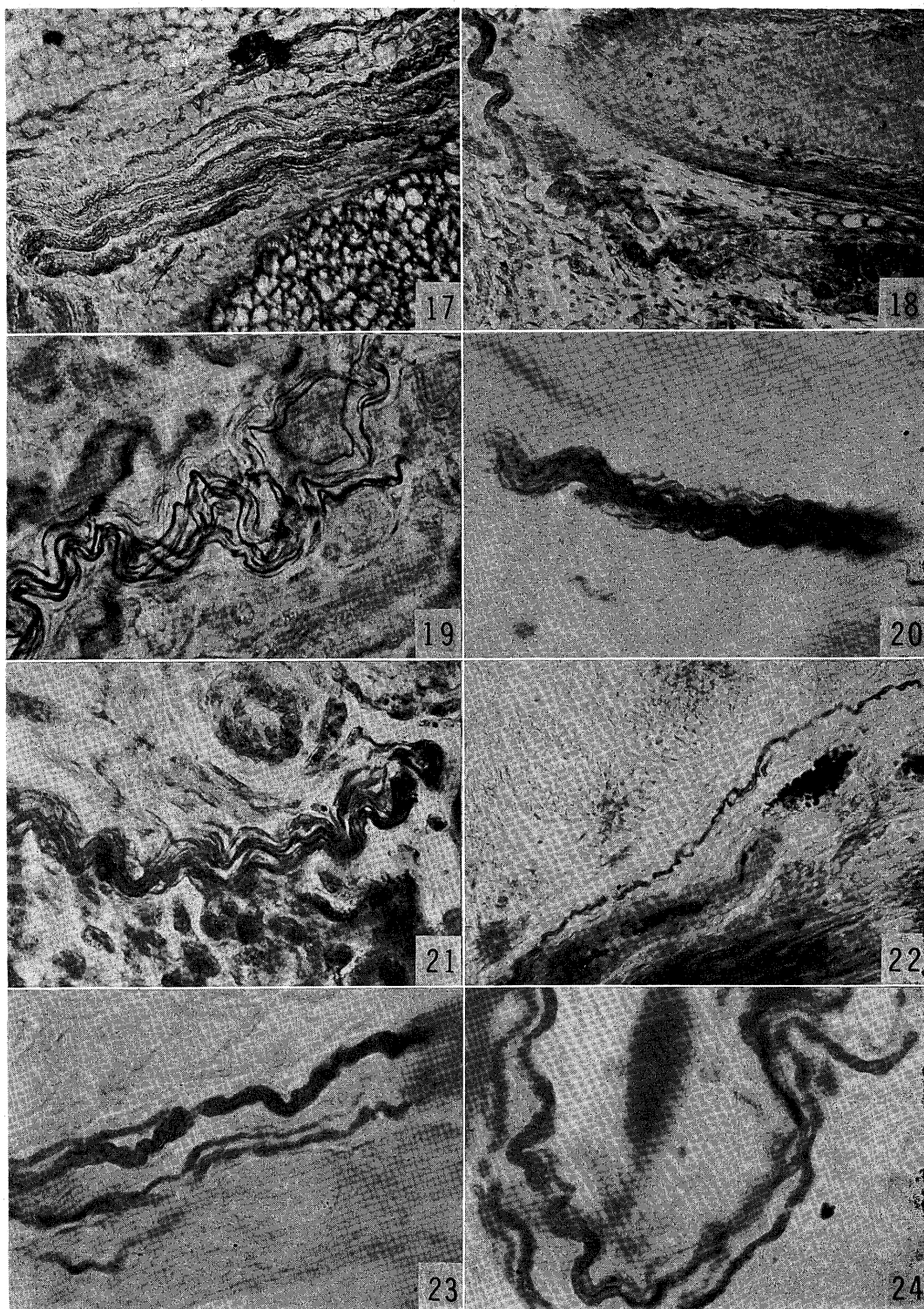


Plate 4

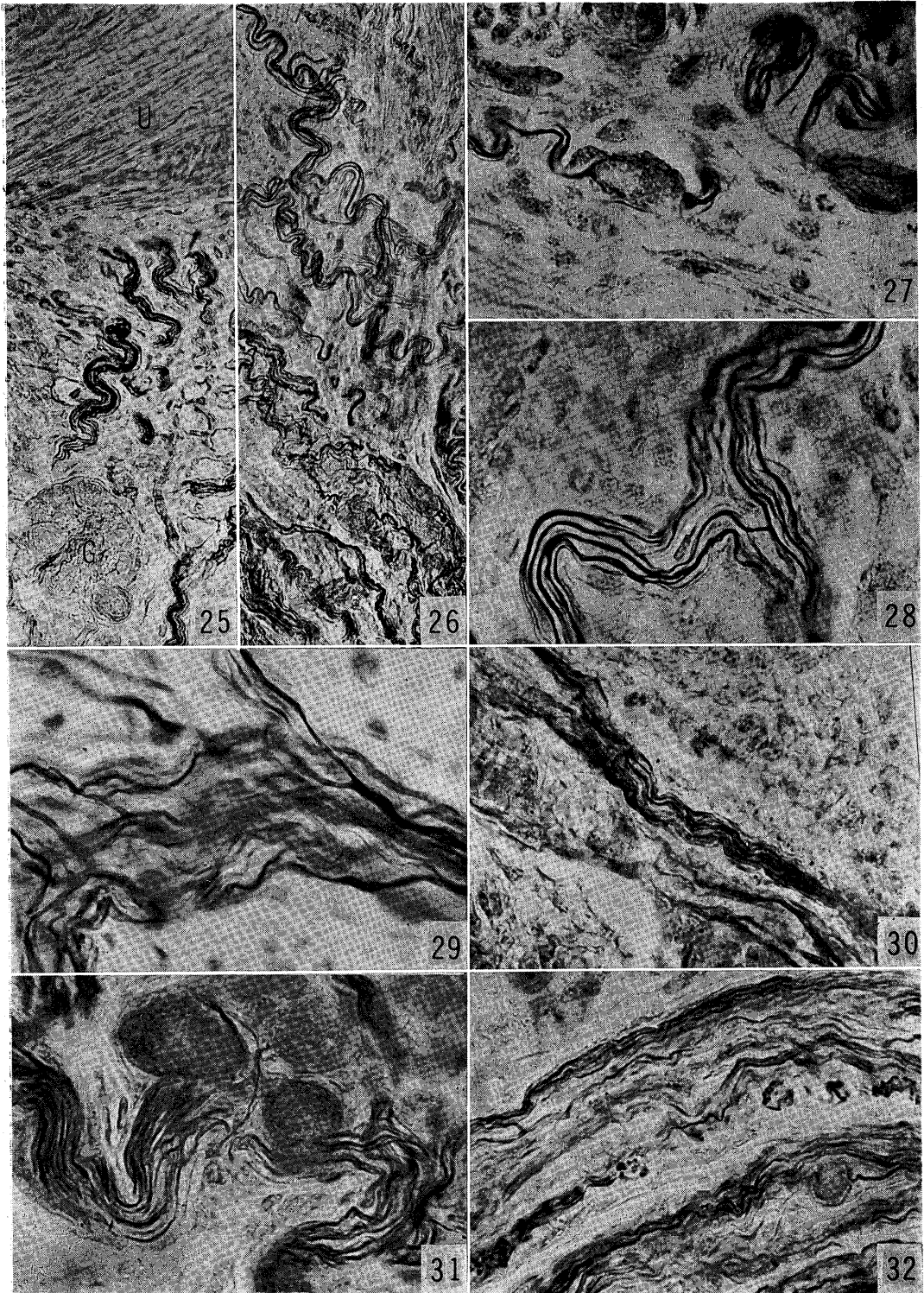


Plate 5

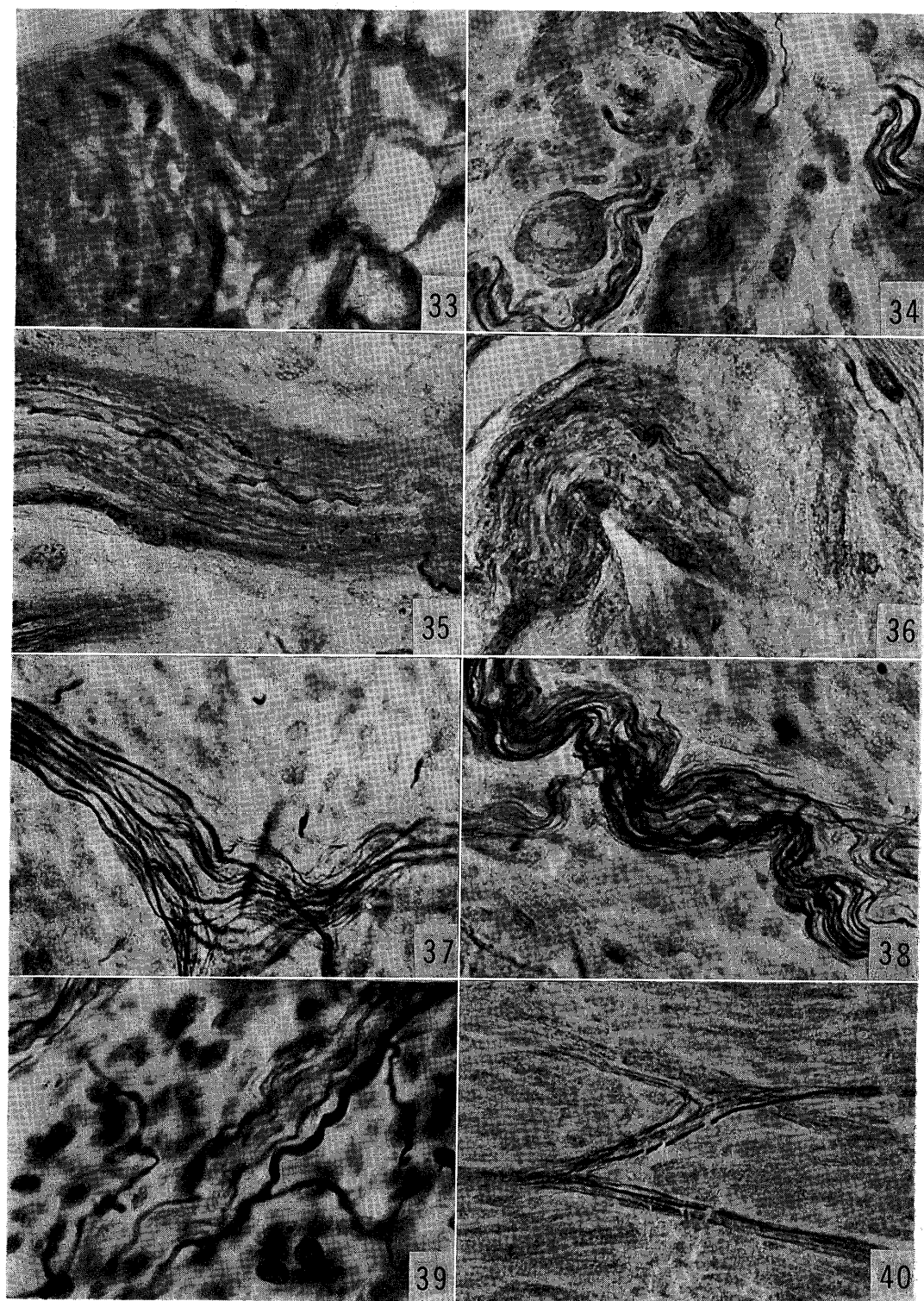


Plate 6

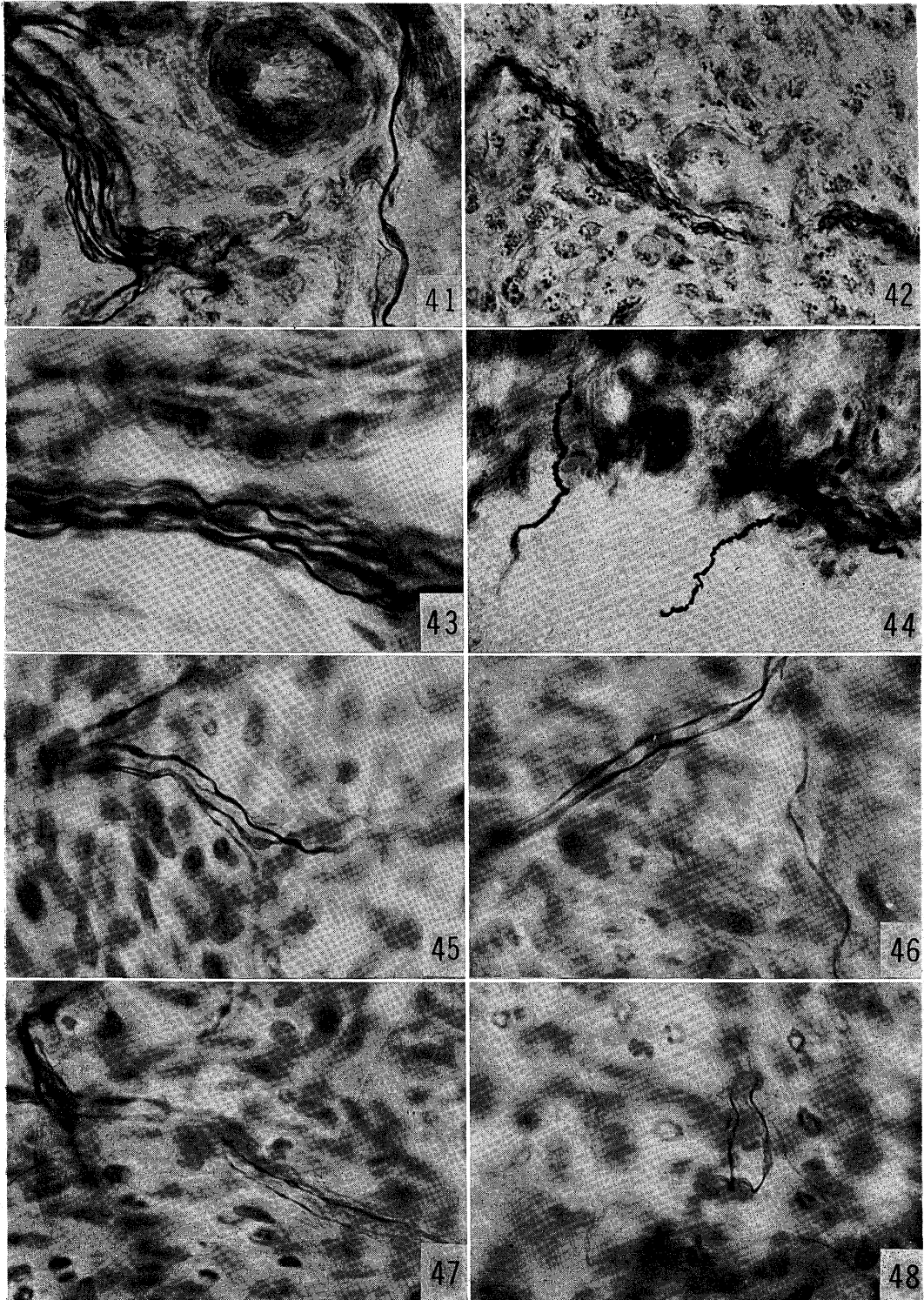


Plate 7

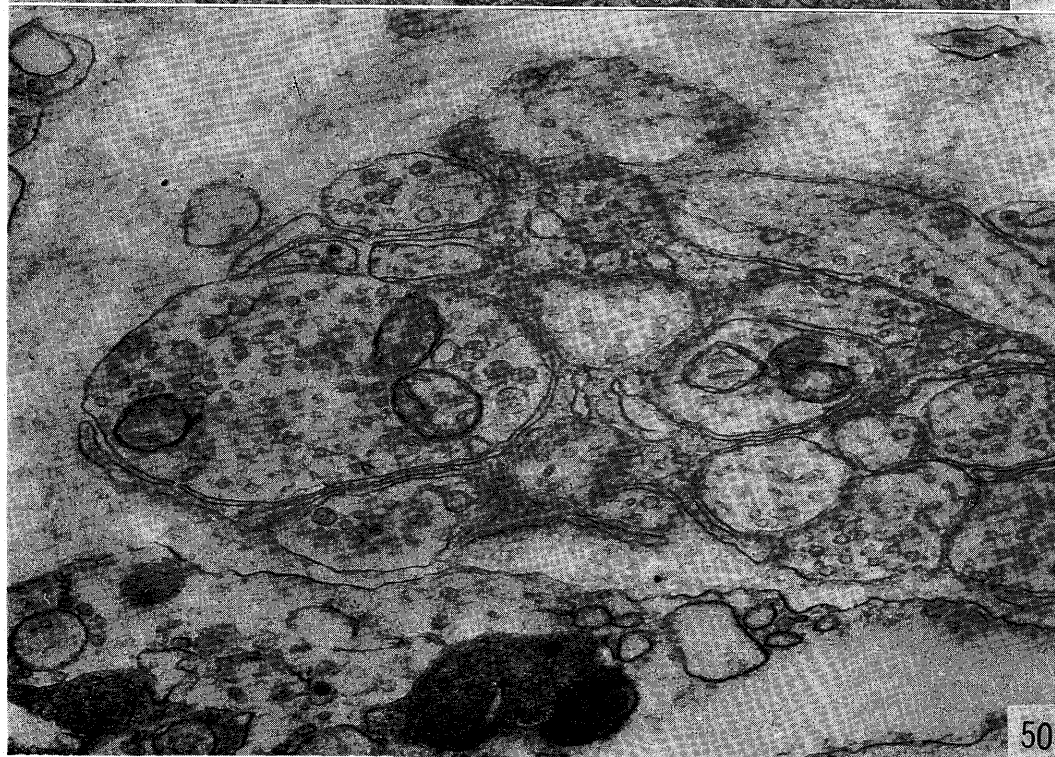


Plate 8

