

岡山医学会雑誌

第91巻9, 10合併号(第1018, 1019号)

昭和54年10月30日発行

胃壁および小腸壁内リンパ管鑄型に関する 走査電子顕微鏡的研究

岡山大学医学部第1外科教室(主任:折田薫三教授)

田 村 章

(昭和54年7月20日受稿)

Key words: メルコックス樹脂, 胃壁内リンパ管, 小腸壁内リンパ管,
リンパ管微細構築, 中心乳び腔

緒 言

リンパ管ことに毛細リンパ管そのものの微細構造に関する研究は、従来の鍍銀法を用いた光学顕微鏡的観察に加え、最近の電子顕微鏡の応用により飛躍的な発展を遂げ、その超微細形態および機能的解剖が明らかになってきた。しかし、臓器内のリンパ管微細分布については、色素注入法、染色法、連続切片法など種々のリンパ管現出法が考案され、これまで幾多の報告をみるが、これらの研究の多くは光学顕微鏡ないし透過型電子顕微鏡での二次元的な観察にもとづくものであり、各報告に多少の差異がみられ、詳細な点ははまだ十分に解明されるに至っていない。

最近、臓器内の血管系微細分布を検索するための有効な一手段として、微細血管鑄型法が開発され¹⁾、これによって得られた鑄型を走査電子顕微鏡で観察することにより、種々の臓器の微細血管構築が三次元的に解明されてきている²⁾⁻⁵⁾。

一方、この方法によるリンパ系への応用に関しては、注入手技の比較的容易なリンパ節鑄型⁶⁾⁷⁾および甲状腺リンパ管鑄型⁸⁾についての報告はみられるが、消化管の壁内リンパ管鑄型についての研究は未だ見受けられない。

私は、従来使用されてきたものより更に粘度の低い合成樹脂を用い、ラット胃壁内および家兎小腸壁

内リンパ管の鑄型を作成し、走査電子顕微鏡で観察を行ない、リンパ管微細構築を三次元的に解明し、あわせて樹脂注入標本を thick section とし光学顕微鏡で観察して比較検討を加え、従来の二次元的な観察にもとづく数々の文献と異なる知見を若干得たので報告する。

実験材料と実験方法

実験材料としては、平均体重約250gの Wistar 系雄ラットおよび4kg前後の家兎を用いた。注入に使用した合成樹脂は大日本インキ製の Mercoc 5-8 で硬化する通常粘稠度(赤)のもの、15-20分で硬化するごく低粘稠度(青)のものとの2種類の Mercoc 5-8 であった。硬化による線収縮率は0.9%、体積収縮率は6.4%である。

1) ラット胃壁内リンパ管鑄型標本の作成と観察
エーテル麻酔下に開腹および開胸し、胸部大動脈を露出し、順血流性にポリエチレンチューブを挿入、ヘパリン加生理食塩水で灌流する。灌流は小切開を加えた右心耳より流出する生理食塩水に血性色がなくなり、更に肉眼的に胃に浮腫をきたすまで充分行なった。その量は約200-250mlであり、体重相当量であった。

続いて胃底部に切開を加え、翻転した胃体部の粘膜下に斜めに27ゲージの注射針を挿入し、そのまま用手にて0.1-0.2mlのごく低粘稠(青)の Mercoc 5-8

10-20秒かけてゆっくり注入、この操作を胃体部の5-6ヶ所において行なった。この間、胸部大動脈よりの灌流は続行しており、血管系に誤入したものは生理食塩水で洗い流される。更にこのごく低粘稠度の Mercocox が未だ硬化しない状態のうちに、胸部大動脈より約20mlの通常粘稠(赤)の Mercocox を4-5分かけてゆっくり注入した。

12-24時間室温で放置した後、これらの樹脂で満たされた胃を摘出し、20% KOH の中で6-7日間組織を腐蝕させ、その後流水中で慎重に腐蝕した組織を洗い流して空気中で乾燥させた。乾燥した鋳型標本は、適当な大きさに切り出し、試料台に接着剤で固定し、接着剤を充分乾燥させた後に EIKO イオンコータ 1B3 型にて金蒸着を行ない、JSM-P15 型走査電子顕微鏡にて観察した。

2) 樹脂注入胃の光顕観察

上記の走査電子顕微鏡所見と比較検討する目的で、1) と同様の方法で得られた樹脂注入胃を直ちに摘出、2.5% グルタルアルデヒド、2% パラフォルムアルデヒド、pH 7.4 カコジール酸緩衝液にて室温固定し、0.2 M カコジール酸緩衝液 (pH 7.4) にて12-24時間洗浄後、1% オスミウム酸緩衝液にて2時間固定、漸強アルコール系にて脱水後、Epon 812 に包埋した。次いで thick section を作成、トルイジンブルー染色後、光学顕微鏡にて観察した。

3) 家兎小腸壁内リンパ管鋳型標本の作成と観察
ケタラル麻酔下に開腹し、下大静脈下部にポリエチレンチューブを挿入、ヘパリン加生理食塩水で灌流する。灌流は瀉血を腹部大動脈下部より行ない、流出する生理食塩水に血性色がなくなり、更に肉眼的に小腸に浮腫をきたすまで充分行なった。続いて小腸の漿膜側より粘膜固有層に斜めに27ゲージの注射針を挿入し、1) と同様の方法でごく低粘稠(青)の Mercocox を注入、この操作を十二指腸より回腸まで十数ヶ所において行なった後、開胸し、胸部大動脈より約40mlの通常粘稠(赤)の Mercocox を4-5分かけてゆっくり注入した。更に1) と同様の操作を加えて、走査電子顕微鏡にて観察した。

4) 樹脂注入小腸の光顕観察

樹脂注入小腸の走査電子顕微鏡所見と比較検討する目的で、3) と同様の方法で樹脂を注入した小腸を直ちに摘出、2) と同様の操作を加えて固定および Epon 812 に包埋し、thick section を作成、トルイジンブルー染色後、光学顕微鏡にて観察した。

5) 樹脂注入小腸の切断標本の作成と観察

注入した樹脂と周囲組織との関係と比較検討する目的で、3) と同様の方法で樹脂を注入した小腸を直ちに摘出し、2) と同様の固定操作を加えた後、カミソリの刃にて切断、漸強アルコール系にて脱水し、臨界点乾燥 (Anderson) を行ない、金蒸着をして走査電子顕微鏡にて観察した。

観 察 結 果

第1項 ラットの胃壁内リンパ管

ラット胃壁は粘膜固有層、粘膜筋板、粘膜下層、筋層および漿膜から構成されるが、実験方法で述べたように、粘膜面より粘膜下層にかけて斜めに挿入した細い針にて注入された Mercocox は、一部は粘膜下層のリンパ管網に、一部は粘膜固有層内のリンパ管網に入り順行性に流れて硬化する。

胃のリンパの流れは粘膜表層の毛細血管網の直下より起り、胃腺間を下行し、粘膜筋板を貫き粘膜下層のリンパ管に至る(図1)。一方、Mercocox 注入標本を光顕にて観察すると、注入された Mercocox は薄青色に染まる均一な物質として血管系その他に一層の内皮細胞にとり囲まれた空間すなわちリンパ管腔に充滿しているのがみられた。一連の内皮細胞に囲まれない部分すなわち樹脂のもれを示す所見は、粘膜下層の深部より漿膜下層にかけてみられたが、これらの部位より表層ではリンパ管系の著明な拡張像および間質の浮腫が明瞭にみられた(図3-5)。

以下、各層のリンパ管網を1) 上皮下、2) 胃腺間、3) 胃腺下、4) 粘膜下、5) 筋間および6) 漿膜下リンパ管網に分類し、鋳型標本で観察した所見を順次詳述する。

1) 上皮下リンパ管網は横断面にてみると、上皮層下に平面的な拡がりをなす一連の不規則な突起様構造物として観察され、表層の毛細血管網より深部にある。その盲端を強拡大でみると、図6矢印のごとく先細り状の尖った構造を呈し、これは胃壁リンパ管の起始部と強く示唆される所見であった(図6)。一方、水平面にてみると、このリンパ管網は胃小窩をとり囲み、互いにその網格をもって円形の壁状構造を呈している(図7)。

2) 胃腺間リンパ管網は胃腺間隙にあって個々の胃腺をとり囲みつつ下行するものであるが、鋳型では多数の不規則な突起様構造物がつながり、全体としては粗大な網目をもつ籠状構造を呈するものとして観察された。一方、その走行は主として縦軸方向にむかい、毛細血管網の吻合豊富な走行とは異なり、

隣り合うリンパ管網とはあまり吻合をもたず、後述の胃腺下リンパ管網に至るまでに数ヶ所において交通をみるにすぎなかった(図8)。

3) 胃腺下リンパ管網は粘膜筋板直上にて互いに密なネットワークをもって平面的な拡がりをなすものであるが、鑄型では扁平な葉状構造が連続・重畳し合ったような構造をなす(図9)。このリンパ管網は粘膜筋板を垂直ないし斜めに貫通し(図9矢印)、後述の粘膜下リンパ管網に移行している。一方、粘膜固有層の表層の鑄型を慎重に除去して粘膜面よりみると、図10のごとくこれらの胃腺下リンパ管網は次第に集合し、その領域の粘膜下リンパ管に注ぐ像が観察された。

以上、粘膜固有層内の3種の毛細リンパ管網は、胃腺周囲をとり囲み互いに吻合して網工状をなし、総称して腺周囲リンパ管網¹⁸⁾と言われているものであるが、これらの鑄型を更に強拡大でみると、図11のごとく一連のばち状ないし葉状の形を呈したもので、Nで示すような直径約 10μ の内皮細胞の核に相当する圧痕を認めた。又、所々に細矢印のごとく直径約 0.2μ の小孔を認め、細網線維や膠原線維の通過する部位であると推定された。更に興味ある所見として太矢印で示すように多数のくびれがみられ、弁をもたない毛細リンパ管特有の構造であると考えられた(図11)。

4) 粘膜下リンパ管網は前述の胃腺下リンパ管網より移行し粘膜下層内で平面的に網目状に拡がるが、図12のごとく漿膜および筋層の鑄型を慎重にとり除き漿膜面よりみると、このリンパ管網は直径約 $20-40\mu$ の大きさで、口径不同の管状ないし時には扁平な形を呈し、表面は動・静脈が粗造であるのに対し、これは凹凸著明で柔らかな光沢を呈するのが特徴であった。又、これらのうち比較的大きなリンパ管は血管の両側を伴行し、概して血管よりも径が細く、互いに全く不規則な吻合や分岐をなし全体としては粗大な網目状構造を呈している。なお図13のごとく、このリンパ管網を強拡大でみると、Nで示すような内皮細胞の核に一致する直径約 15μ の圧痕と矢印で示すごとく内皮の境に一致する鋸歯状構造がみられた。又、図14のごとく、V字型の弁に一致する鑄型構造がみられたが、このような明瞭な鑄型は非常にまれにしかみられなかった。なお図15細矢印で示すごとく、鑄型の中斷像が所々にみられたが、この所見はあるいは弁の存在を示唆するのではないかと推定された。一方、図15太矢印で示すごとく強いくび

れがみられ、前述の腺周囲リンパ管の鑄型と同様、リンパ管特有の所見であると考えられた。

5) 筋間リンパ管網は樹脂のもれが著しく明瞭な鑄型を得られず、ために観察困難であった。

6) 漿膜下リンパ管網は漿膜下層を平面的に拡がるネットワークであるが、鑄型を漿膜面よりみると、直径約 $50-80\mu$ の大きさで概して血管よりも太く著明な扁平状を呈し、互いに粗な吻合をなして血管系とは無関係に走行する。又、所々に急に径が細くなり盲端に終っている像が観察された(図2)。

第2項 家兎の小腸壁内リンパ管

家兎の小腸壁は粘膜・筋層・漿膜から構成され、粘膜筋板は比較的良好に発達しており、固有層と粘膜下組織を明確に区別することができる(図16)。腸絨毛は小腸上部で発達が良好であり、下部に移行するに従い劣勢となる。絨毛の外形は十二指腸では葉状、空腸では指状、回腸では糸状を呈する。腸腺は比較的短く、腺底と筋層との間に薄い粘膜筋板を隔てて疎な粘膜下層があり、この中に太い血管とリンパ管が含まれる。筋層は内輪・外縁の2層からなり、内層は厚く外層は薄い。

実験方法で述べたように、漿膜側より粘膜固有層にかけて斜めに挿入した細い針にて注入されたMercoxは一部は粘膜下層のリンパ管網に、一部は粘膜固有層内のリンパ管に入り、順行性ないし逆行性に流れて硬化する。この鑄型標本を光顕にて観察すると、注入された樹脂は前述の胃壁内リンパ管鑄型と同様に、薄青色に染まる均一質としてみられ、一層の薄い内皮細胞にとり囲まれた空間すなわちリンパ管腔に充満しているのがみられた(図16)。腸絨毛内を走る中心乳び腔は著明に拡張し、その周囲は毛細血管によって囲まれ、粘膜筋板直上のリンパ管網および粘膜下層のリンパ管網へと移行する。

図17, 18, 19は、回腸絨毛の横断連続切片の一部を絨毛の先端側より基底側にかけて順に並べたものであるが、図19には内皮に被われた中心乳び腔の存在が明らかであり、図18にはその最先端が横断されており、図17ではもはや中心乳び腔をみることができず毛細血管および絨毛上皮のみをみる。従って絨毛乳び管は絨毛固有層の中軸にあり、絨毛固有層の上皮直下にある毛細血管網に被覆されて上皮層とは隔離された位置にあるのが認められた。

次に樹脂注入標本を走査電顕でみると、中心乳び管は1個の絨毛において1-4条みられ、およそ十二指腸では2-4条、空腸では1-2条、回腸では

1条であった(図20, 21, 22)。

図23は樹脂注入標本の断面像であるが、中心乳ビ管は絨毛の先端までには達せず、そのやや下方において盲端をもって終る。すなわち中心乳ビ管の起始部は鑄型でみると、図24のごとく直径約70-80 μ の滑らかなドーム状を呈する。更にこれを詳しくみると、直径10 μ 前後の内皮細胞の核に依るものと推定される円形の圧痕(細矢印)がみられ、先端よりやや下部において浅いくびれ(太矢印)もみられた。

中心乳ビ管の中央部は直径約100-200 μ と腫大し、時に図25矢印のような著明なくびれがみられた。これは後述の絨毛ポンプに相当する鑄型ではないかと考えられた(図25)。

中心乳ビ管の下部になると直径は約30-60 μ と急速に径を減じ、粘膜筋板直上に隣接する中心乳ビ管および陰窩間の毛細リンパ管(図26細矢印)と互いに吻合して水平的な拮抗りをなす直径約60 μ の毛細リンパ管網を形成しており、図26太矢印のごとく所々にくびれがみられ、これもやはりリンパ管鑄型特有の所見であると考えられた(図26)。

以上、述べたように粘膜固有層のリンパ管は粘膜筋板直上に比較的粗な網工を形成したのち、所々で粘膜筋板を貫き直径約150-300 μ の太い粘膜下リンパ管へと移行する(図27)。この粘膜下リンパ管は互いに吻合して水平的な拮抗りをなす粗な網工であるが、扁平状、口径不同かつ数珠状ふくらみの特徴を有し、時に弁の鑄型に相当するV字型の切れこみが明瞭にみられた(図28)。

これらの粘膜下リンパ管網は、筋層間のリンパ管を合しながら漿膜下リンパ管網となり小腸壁外に流出するものであるが、本研究で作成した鑄型標本では、樹脂のもれが主として筋層および漿膜下層にあり、このためこれらの形態を明確にする鑄型を作成することが困難であった。

以上のような所見により、絨毛内中心乳ビ管の形態を schema で表わすと図29のごとくなる。a₁-a₄の乳ビ管の高さは約900-1000 μ で主として空腸にみられ、b₁-b₃およびCは約800-900 μ とやや低く、主としてb群は回腸に、Cは十二指腸にみられた。a₁およびb₁は単脚性のものを示し、乳ビ管中部の膨らみ部分の位置が空腸では低位に、回腸では高位にあり、この所見は複脚を示すa₂-a₄およびb₂-b₃にも認められた。又、空腸および回腸では1個の絨毛内に1-2条の乳ビ管しか認められなかったが、十二指腸では3-4条の乳ビ管を認めた。この乳ビ管はCの

ごとく、他のaおよびb群と比較すると高位で「人」字型の分岐をなすのが特徴であり、これはa₄、すなわち空腸の一部でもその傾向がみられた。これらの所見は小腸各部位の絨毛の外形ともよく一致するが、吸収機能面と相まって興味深い所見と考えられた。

考 察

第1項 胃壁内リンパ管について

胃のリンパ系は壁内リンパ系、中間リンパ系(漿膜下リンパ系)および壁外リンパ系の3系に大別されるが⁹⁾、後2者については今日まで幾多の詳細な研究がなされており、臨床にも胃癌の所属リンパ節廓清等に應用されている。しかし壁内リンパ系については、リンパ管現出法の手技上の問題もあり未だ報告は少く、かつ定説のない状態である。従来文献の概略を列記し、比較検討してみると、古くFohman¹⁰⁾は水銀注入法を用いて、粘膜固有層と粘膜筋板との間にリンパ管網があり粘膜内のリンパ管叢とつながりをもつと述べ、粘膜および粘膜下層にそれぞれリンパ管網があることを示唆した。一方、Kölliker¹¹⁾は粘膜下層のみにリンパ管を見出し、粘膜固有層内にはリンパ管を見出すことができなかった。Sappey¹²⁾は胃のリンパ管のうち、一部は粘膜より起り表層で毛細血管と同様に短い網目をなし、又一部では粘膜筋板上より起り、共に粘膜筋板を貫き漿膜層に至り大・小彎側のリンパ節に移行すると述べているが詳細を欠いている。

一方、Teichman¹³⁾は犬の胃およびヒトの虫垂について schematic に壁内リンパ管を示し、一般に毛細血管網は器官の表面または内面近くに存在するが、毛細リンパ管網はそれより深部にあると言う説をたて、このTeichman's ruleは、一般にリンパ小結節がある所¹⁴⁾や横隔膜¹⁵⁾を除き正当であると認められているが、図1, 3, 6で示したように私の作成した胃壁リンパ管鑄型でも同様であり、彼の説に合致した。

Cuneo¹⁶⁾およびLovén¹⁷⁾は硝酸銀水およびベルリン青溶液を注入し、schematic に示しており、胃のリンパ管は粘膜表面に近い腺間部の頂点にある内皮を被った盲嚢として始まり、これは更に直線状の腺間リンパ管によって粘膜下リンパ管網に導かれ、筋層内リンパ管網および漿膜下リンパ管網に移行すると述べている。Shimizu¹⁸⁾も同様に日本猿の胃にベルリン青溶液を注入して壁内リンパ管を1)上皮下、2)胃腺間、3)胃腺下、4)粘膜下、5)筋間および6)漿膜下の6種のリンパ管網に分類し、それぞれの走行

を光顕にて詳細に観察を行なっているが、本研究のリンパ管鑄型でも原則的に一致した所見を得ることができた。

Disse¹⁹⁾はヒトの胃にベルリン青溶液を注入、毛細リンパ管は上皮下で毛細血管の周囲に sheath-like な盲端をもって始まり腺間の sinus に移行し、胃腺下リンパ管網に連絡すると述べているが、リンパ管鑄型では図 3-5 のごとく、毛細リンパ管は原則的に毛細血管とは離れて存在し、毛細血管をとりまく sheath-like な所見はみられなかった。

Rényi-Vámos and Szinay²⁰⁾は、胃壁の輸出リンパ管を結紮すれば毛細リンパ管が拡張し光顕で観察可能となることに着目し、ヒトの胃潰瘍でも胃壁の浮腫をきたしているものは拡張した毛細リンパ管を容易に認め得るとして、その走行について光顕的に観察を行ない、次のような結論に達した。すなわち上皮下のリンパ管は無視し得るほど少いが、胃腺間には毛細リンパ管が豊富で水平面で見るとその形は、三角形、四角形ないし円形を呈し、この胃腺間リンパ管は互いに吻合することなく胃腺に平行して下り胃腺下リンパ管に至るとしている。リンパ管鑄型では、図 6、7 で示したように上皮下リンパ管は胃小窩の頸部をとり囲む豊富な吻合をなしており、胃腺間リンパ管は図 5、8 のごとく、樹脂による artifact と考えられるものの横断面では円形ないし長楕円形を呈し、隣りとの吻合は胃腺下リンパ管に至るまでに数ヶ所明瞭に認められた。又、彼らは粘膜固有層内の著明に拡張した毛細リンパ管は胃腺細胞の基底膜に接して存在し、毛細リンパ管と胃腺との間隙には間質成分は存在せず、これらは他の部位に圧排されると述べているが、鑄型の光顕標本でも図 5 で示すごとく間質成分は隣り合う毛細リンパ管の間隙のみみられ、胃腺との間隙には樹脂の硬化収縮する時に生ずるすきま以外に何も見出すことはできなかった。更に、彼らは粘膜筋板以下のリンパ管についての観察を光顕的に行ない、「胃腺基底部のリンパ管は互いに吻合したのち、所々で粘膜筋板を垂直に貫き粘膜下層のリンパ管となるが、これは小径で薄い壁のものや、大径で弁を有する厚い壁のものがあり、あるものは独立して走行し、あるものは動静脈に沿って伴行して plexus を形成する。」と述べているが、鑄型標本でも図 9、10、12 のごとく同様の所見を得ることができた。

Rusznayák ら²¹⁾は、上記の Rényi-Vámos and Szinay²⁰⁾の報告に対し、「胃潰瘍の場合には吸収障害

があり、必ずしもすべてのリンパ管が拡張するとは限らないが、実際的に多くのリンパ管が拡張しており、彼らの胃リンパ系の循環障害説に従わざるを得ない。但し、彼らの示したリンパ管は従来の胃リンパ装置に関する解剖学的な知見よりもずっと大きく拡張されたものであるに違いない。」と批評している。一方、毛細リンパ管の太さは径の太細の変化が著明で一定しないが、一般に毛細リンパ管は毛細血管よりも 2-5 倍²²⁾ないし十数倍(10-200 μ)²³⁾太いとされており、通常の状態では not visible である毛細リンパ管でも、色素剤の注入あるいは胃潰瘍などの病的な状態になれば容易に visible になると考えられる。従って私の作成した鑄型標本は次のような 1)、2) の機序で得られたものと推定した。すなわち 1)、実験方法でも述べたように、樹脂注入前にあらかじめラットの体重相当量の生理食塩水灌流を行ない、肉眼的にも胃壁の著明な浮腫を惹起させており(これは Rényi-Vámos and Szinay²⁰⁾の言う「胃リンパ系の循環障害」の状態であるが)、この胃壁のリンパ系の拡張状態に Mercocox 樹脂は、細い針で粘膜固有層内ないし粘膜下層に注入されて容易にリンパ管腔内を充填する。2)、粘膜固有層内に入った樹脂は、リンパ管に弁がないので注入圧により逆行性にも上行して上皮下のリンパ管起始部まで至り徐々に硬化する。一方、当然の事ながら粘膜固有層および粘膜下層に入った樹脂は順行性に流れて各層のリンパ管を充填し徐々に硬化する。

但し、従来の色素注入法と同様に、リンパ管系以外にもれた樹脂はその部位でとどまり硬化するので、光顕でリンパ管に入っているかどうか確認する必要があり thick section を作成しトルイジンブルー染色をして観察を行なったが、樹脂のもれは主として粘膜下層深部より漿膜下層にかけてみられ、これらの層のリンパ管鑄型は作成困難であり、観察不能であった。又、ごく低粘稠度の樹脂のみを注入した標本は KOH で組織を腐蝕せしめた際、ばらばらとなりリンパ管鑄型としてとり出すことができず、ために血管系には通常粘稠度の Mercocox を注入し組織を支持する要があった。この場合、樹脂の特性と思われるが、ある部位を先に低粘稠度の樹脂で占拠されると、後で入ってきた通常粘稠度の樹脂はその部位に浸入し難い。すなわちリンパ管系に十分入り、著しくリンパ管が拡張した部位では血管系を十分に描出できないという欠点がある。しかし、ラット胃の血管鑄型については、教室の高尾²⁴⁾の詳細な報告が

あり、彼の所見と対比すれば粘膜固有層より粘膜下層に至るリンパ管および血管との関係は明瞭となる。すなわち観察結果で述べたごとく、1), 粘膜固有層の毛細リンパ管は、上皮直下の毛細血管網の直下より盲端をもって始まり、1個の胃腺腔をとり囲むように籠状構造を呈しながら下行するが、細動脈は一般にその外側を走行する。2), この間の毛細リンパ管および細動脈のそれぞれの吻合枝の出し方は互いに無関係。3), 粘膜筋板直上では毛細リンパ管は水平方向の緻密な網状構造を呈するのに対し、細動脈は網状構造をなさずに粘膜下層の血管網より直上する。4), 粘膜下層ではリンパ管と血管はそれぞれ網状構造を呈するが、リンパ管は血管の両側を伴行したり、あるいは血管と無関係に走行する。

一方、最近、柳沢²⁵⁾は従来の墨又は色素穿刺注入法より合理的な方法として、加墨汁硝酸銀水局所動脈内注入法²⁶⁾を用いて胃十二指腸移行部の壁内リンパ管の微細分布を報告し、著者のリンパ管鑄型所見も概ね一致をみたが、観察結果で述べたように鑄型では、粘膜固有層内の毛細リンパ管同志の横の連絡を数ヶ所明瞭に認め、彼の二次元的な観察結果と異なる所見を得た。なお、リンパ管鑄型としての特徴ある所見は、小林ら⁸⁾の報告と一致した。

第2項 小腸壁内リンパ管について

一般に器官内における太いリンパ管を現出することは容易であるが、細いリンパ管や毛細リンパ管を見分けることは非常に困難であり、ために従来より幾多のリンパ管系の観察法が提唱され、今日もなお新しい手技が開発されつつある。一方、最近では電子顕微鏡の導入により、毛細リンパ管そのものの超微細形態が明らかにされ、たとえば、Fraleley and Weiss²⁷⁾はPalay and Karlin²⁸⁾の報告や自身の所見から4点のリンパ管形態学的基準を提唱し、Casley-Smith²⁹⁾は物質の内皮細胞通過経路として4通りの経路を明らかにしている。

このように毛細リンパ管そのものの超微細構造はかなり明白となってきているが、器官特に小腸壁内のリンパ管経路についての研究は胃の場合と同様にリンパ管現出法の手技上の問題があり、これまでさまざまな工夫がなされてきた。

たとえば、Brzezinski³⁰⁾はリンパ管を結紮して末梢リンパ管系にリンパの充満を起させた後、組織切片を作り、それにPAS反応を施すと拡大したリンパ管系の内腔がPAS陽性に染色されて容易に識別できると述べている。Wenzel und Staudt³¹⁾はリンパ管の

結紮を行なった後、血管系には蛋白加墨汁を注入してリンパ管系との区別を容易にする方法を、又、Wenzel³²⁾は更にヒアルロニダーゼの静注を加えることにより、リンパ管系の拡張がより一層著明になると報告している。

一方、小腸絨毛の中軸を走る中心乳び腔の存在については、すでに前世紀から記載されており、今日では広く一般に認められている。しかしながら、その存在について Rényi-Vámos ら³³⁾はイヌおよびネコの小腸の局所リンパ節のリンパ管を結紮し、リンパのうっ滞を起させた後、脂肪を投与すると、脂肪は上皮より吸収され固有層結合組織基質の中を通り粘膜下組織のリンパ管に移行する。すなわち固有層内に吸収された脂肪の周囲に内皮は証明されず、従ってリンパ管系は粘膜下組織より始まるとして乳び腔の存在を強く否定した。これに対して Grau ら³⁴⁾は脂肪を投与した後、硫酸パペリンを静注して死に至らしたマウス小腸壁の組織学的観察および生きたモルモットの小腸粘膜の螢光顕微鏡の観察を行ない、中心乳び腔は実在するという所見を報告した。一方、Brzezinski³⁰⁾は脂肪を与えたモルモットの小腸壁において中心乳び腔の存在を否定し、Rényi-Vámos らの主張が正しいことを認めた。

このように近年、腸絨毛における中心乳び腔の存否について相異なる所見が報告されているが、このような所見の相違は、リンパ管壁およびその周囲の組織構造を明確に現わす組織切片作製法が確立されていないことに起因している。すなわち、これらの方法は何らかの人為的操作を加え、組織像の変形を起こせることによってリンパ管系を強調するという共通の原理に立脚している。これに対し、安藤³⁵⁾はマウス小腸壁において色素注入やリンパ管結紮などの人為的処置をまったく加えずに、エボンに包埋した組織片を連続切片として切り出し、トルイジンブルー染色を行ない光顕で小腸壁内のリンパ管系の分布を微細な末端まで観察している。彼の報告は人為的処置の加わらない状態で小腸壁内リンパ管系を明確にしており、非常に優れた方法であると思われる。

しかるに著者は、あえて家兎の小腸壁内に Mercocx 樹脂を注入しリンパ管鑄型を作成して、1), 粘膜固有層より粘膜下層に至るリンパ管の径路およびそれぞれの形態、2), 小腸の部位別による中心乳び腔の形態上の特徴について三次元的に観察した。当然のことながら樹脂注入法による短所は、樹脂の注入により正常のリンパ管腔を著しく拡張させることであ

るが、走査電子顕微鏡を使えば立体的に、しかもリンパ管腔の裏打ちされた表面の微細構造まで容易に観察できるという利点がある。

観察結果で述べたように、図16-19などから中心乳ビ腔の存在は明白である。中心乳ビ腔の大きさについて、安藤³⁵⁾はマウスにおいて平均約10 μ で先端は約5-7 μ であると報告しているが、著者の家兎乳ビ腔鑄型では、中央部で約100-200 μ 、先端部で約70-80 μ の大きさであり、動物は異なるが約10倍に拡張していた。これは前項でも述べたように、毛細リンパ管は毛細血管よりも2-10数倍(10-200 μ)太いとされており、人為的に加えられた圧によるものとしても十分うなずける値である。中心乳ビ腔の形態については、Shimizu³⁶⁾³⁷⁾の広汎な比較解剖学的な研究が報告されているが、これらの研究ではリンパ管系にはベルリン青溶液を注入し、血管系にはカルミン液を注入しており、中心乳ビ腔は著しく拡大した槽状を呈している。彼の家兎についての記載は、schematicで微細構造については不明確であるが、中心乳ビ腔の大まかな形態と血管系との位置関係および小腸の部位別による中心乳ビ腔の形態学的な特徴について簡潔に述べられており、著者の作成した鑄型による所見もほぼ一致をみた。

一方、Grauら³⁴⁾は中心乳ビ腔の壁に密着して平滑筋細胞が存在する所見を得て、いわゆる絨毛ポンプなる機構を推測したが、観察結果の項でも述べたように、樹脂注入のthick sectionで中心乳ビ腔に接して縦走する平滑筋細胞を認め、鑄型では図25矢印のごとく著明なくびれがみられ、このくびれは平滑筋細胞の収縮により生じたものであろうと考えられた。

次に、粘膜筋板上の毛細リンパ管網について、安藤³⁵⁾はマウスには粘膜筋板は存在せず固有層と粘膜下組織の区別がないが、とにかく粘膜固有層のリンパ管網に続き、固有層内のリンパ管網は腸腺相互間に良好な発達をしていると述べているのに対し、馬場³⁸⁾は加墨汁硝酸銀水局所動脈内注入法²⁶⁾を用いて、イヌでは粘膜筋板上には平面的な毛細リンパ管網があるのみと述べ、Shimizuの報告に同意している。著者の所見は大体、Shimizuや馬場の報告に一致し、安藤のように腸腺相互間に良く発達した立体網は認められなかった。

粘膜下層のリンパ管について、安藤³⁵⁾は弁をまったく見出ししていないが、馬場³⁸⁾は多数認めている。著者の鑄型による所見では、リンパ管特有のくびれは多数みられたが、明瞭な弁の鑄型はまれにしかみ

られず、完全な2個のポケット型の弁は意外に少ないのではないかと考えられた。

なお本研究の結果では、粘膜下層深部より漿膜側にかけて樹脂のもれが著しく、リンパ小節内および周囲のリンパ管ないし筋層および漿膜下リンパ管について観察ができず、樹脂注入法はこれらの部の観察には不適当と思われた。

しかしながら、この方法は特に中心乳ビ腔の形態を充満した形で良く現わしており、図29で示したように、1) 十二指腸では1個の絨毛内に3-4条の乳ビ管があり、固有層の高位で「人」字型に分岐をなし、2) 空腸では1-2条の乳ビ管があつて、中央の膨大部は低位、3) 回腸では1条の乳ビ管があつて、膨大部は高位にあり、これらは各部位の腺細胞の配列ないし吸収機能の相違によるものと考えられ、今後更に検討を要しよう。

結 語

ラット胃および家兎小腸の壁内リンパ管鑄型を作成し、三次元的微細構築を走査電子顕微鏡により観察し、あわせて樹脂注入標本をEponに包埋し光学顕微鏡で観察して比較検討を加え、次の結果を得た。

1) ラット胃の粘膜固有層内では、a) 上皮下リンパ管網は粘膜表層の毛細血管網より深部で、先細り状の尖った盲端より始まり、胃小窩頸部をとり囲み、互いのネットワークをもって丸い壁状構造をなす。b) 胃腺間リンパ管網は胃腺をとり囲み、粗大な網目の籠状構造を呈するが、胃腺下に至るまでに数個の横の吻合枝を出す。c) 胃腺下リンパ管網は粘膜筋板直上で扁平な葉状構造が重畳しあつて緻密な網工状構造をなし、次第にある部位に集合し粘膜筋板を垂直ないし斜めに貫く。

2) 上記の毛細リンパ管網は、鑄型では一連のばち状ないし葉状の形をなしたもので、a) 直径約10 μ の内皮細胞の核による圧痕、b) 細網線維や膠原線維の通過によるものと推定される約0.2 μ の小孔、c) 多数のくびれ、などの毛細リンパ管特有の所見がみられた。

3) 更に粘膜下リンパ管網は直径20-40 μ で口径不同、表面は血管よりも滑らかで、大きなリンパ管は血管の両側を伴行するが、概してまったく不規則な吻合や分岐をなし粗大な網工状構造を呈する。

4) 又、このリンパ管網は、a) 直径約15 μ の内皮細胞の核による圧痕、b) 内皮の境に一致する鋸歯状構造、c) V字型の弁に一致する鑄型構造およ

び弁の存在を示唆する鑄型の中断像, d) 著明なくびれ像, などのリンパ管特有の所見がみられた。

5) 家兎小腸の粘膜固有層内では, 1個の絨毛内に1-4条の中心乳び管がみられ, a) 乳び管の起始部は上皮直下の毛細血管網に被覆された直径約70-80 μ の滑らかなドーム状を呈し, b) 中央部は直径約100-200 μ と腫大し, 時に絨毛ポンプに相当する著明なくびれがみられ, c) 下部になると直径約30-60 μ と急速に細くなり, 粘膜筋板上で陰窩間毛細リンパ管網と吻合し水平に広がる粗な網工状構造を呈した後, 所々で粘膜筋板を垂直に貫く。

6) 中心乳び管にも直径10 μ 前後の内皮細胞による核の圧痕およびくびれ像がみられた。

7) 家兎小腸の粘膜下リンパ管網もラット胃の場合と同様に, 水平的な拡がりをなす粗な網工状構造を呈し, 扁平, 口径不同, 数珠状ふくらみなどのリンパ管特有の所見がみられ, 時に弁の鑄型に相当する

V字型の切れこみが明瞭にみられた。

8) 小腸の部位別による中心乳び管の形態学的特徴について, a) 十二指腸では1個の絨毛内に3-4条の乳び管があり, 粘膜固有層の高位で「人」字型に分岐をなし, b) 空腸では1-2条の乳び管があつて中央の膨大部は低位に, c) 回腸では1条のみ乳び管があつて膨大部は高位にあることが明らかとなった。

謝 辞

稿を終るにのぞみ, 御懇篤なる御指導, 御校閲を賜わつた折田薫三教授に感謝を捧げるとともに, 本研究に直接御指導下さつた高知医科大学第一外科緒方卓郎教授に深謝致します。

本論文の要旨は, 第10回日本臨床電子顕微鏡学会にて発表した。

文 献

1. Murakami, T.: Application of the scanning electron microscope to the study of the fine distribution of the blood vessels, *Arch. Histol. Jpn.* **32**, 445-454, 1971.
2. Murakami, T., Miyoshi, M. and Fujita, T.: Glomerular vessels of the rat kidney with special reference to double efferent arterioles. A scanning electron microscope study of corrosion casts, *Arch. Histol. Jpn.* **33**, 179-198, 1971.
3. Murakami, T.: Vascular arrangement of the rat renal glomerulus. A scanning electron microscope study of corrosion casts. *Arch. Histol. Jpn.* **34**, 87-107, 1972.
4. Fujita, T. and Murakami, T.: Microcirculation of monkey pancreas with special reference to the insuloacinar portal system: A scanning electron microscope study of vascular casts. *Arch. Histol. Jpn.* **35**, 255-263, 1973.
5. 入野昭三, 小野哲也, 平木 潔, 村上宅郎: Injection replica 法を応用した走査電顕による骨髄血管構築研究への新しいアプローチ, *医学のあゆみ*, **88**, 293-294, 1974.
6. 入野昭三, 小野哲也, 村上宅郎: 鑄型走査電顕法によるリンパ系微細脈管の立体構築研究, *医学と生物学*, **89**, 193-196, 1974.
7. 黒河達雄: リンパ管鑄型法によるウサギ腸間膜リンパ節鑄型の走査電子顕微鏡的研究, *岡山医学会雑誌*, **90**, 731-764, 1978.
8. Kobayashi, S., Osatake, H., and Kashima, Y.: Corrosion casts of lymphatics. *Arch. Histol. Jpn.* **39**, 177-181, 1976.
9. 陣内伝之助, 田中早苗, 小野正員, 榊原 宣: 胃の局所解剖, *外科治療*, **8**, 25-46, 1963.
10. Fohmann, V.: Mémoires sur les vaisseaux lymphatiques de la peau, des membranes muqueuses, séreuses, du tissu nerveux musculaire, Desoër, Liège, 1833.
11. Kölliker, A.: Handbuch der Gewebslehre des Menschen, *Mikr. Anat.* 1854.
12. Sappey: *Traité d'anatomie descriptive*, 4. éd. Masson, Paris, 1888.
13. Teichman, L.: *Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkte*, Leipzig, 1861.

14. Miyazaki, H.: Die feinere Verteilung der Lymphgefäße in dem Oesophagus des Menschen. *Fol. Anat. Jpn.* 11, 229–240, 1933.
15. Zhdanov, D.A.: *General Anatomy and Physiology of the Lymphatic System* (Russian), Medgiz, Leningrad. 1952.
16. Cuneo, B. und Delamare G.: Les lymphatiques de l'estomac, *J. Anat.* 36, 393, 1900.
17. Lovén, Ch.: *Anatomie und physiologie, Abhandl.* Tigerstedt, 1906.
18. Shimizu, S.: Die Lymphgefäße der Magenwand des japanischen Riesensalmanders. *Fol. Anat. Jpn.* 10, 1–9, 1932.
19. Disse, J.: Die Lymphbahnen der menschlichen Magenschleimhaut. *Arch. f. mikr. Anat.* 78, 74–102, 1911.
20. Rényi-Vámos, F. and Szinay, Gy.: Lymphatic system of the stomach and its behaviour in gastric ulcer (Hungarian). *MTA V. Oszt. közl.* 7, 111, 1955.
21. Ruzsnyák, I., Földi, M. and Szabó, G.: *The Gastro-intestinal Tract, Lymphatics and Lymph Circulation. Physiology and pathology*, 2nd ed., Pergamon Press, London, 1967.
22. Casley-Smith, J.R.: The fine structure, properties and permeabilities of the lymphatic endothelium, In *New Trends in Basic Lymphology*, Birkhäuser Verlag, Basel, p. 9, 1967.
23. Sviridov, A.I.: *Anatomical Atlas of the Lymph Capillaries (Russian)*, Zdorov'ya, Kiev, 1966.
24. 高尾正彦: 血管鑄型法による正常および胃潰瘍の血管構築の走査電子顕微鏡的研究, 岡山医学会雑誌, 90, 915–948, 1978.
25. 柳沢光秋: 胃十二指腸移行部の壁内リンパ管の微細分布について, 東京医科大学雑誌, 34, 947–965, 1976.
26. Mori, K.: Identification of lymphatic vessels after intraarterial injection of dyes and other substances. *Microvasc. Res.* 1, 268–274, 1969.
27. Fraley, E.E. and Weiss L.: An electromicroscopic study of the lymphatic vessels in the penile skin of the rat. *Am. J. Anat.* 109, 85–101, 1961.
28. Palay, S.L. and Karlin, L.J.: An electron microscopic study of the intestinal villus. *J. Biophys. Biochem. Cytol.* 5, 363–384, 1959.
29. Casley-Smith, J.R.: Endothelial permeability the passage of particles into and out of diaphragmatic lymphatics. *Q.J. Exp. Physiol.* 49, 365–383, 1964.
30. Von Brzezinski, D.K.: Neue Befunde mit einer verbesserten Darstellung experimentell aufgefüllter Lymphkapillaren an Niere, Hoden-Nebenhoden, Dünn- und Dickdarm. *Anat. Anz.* 113, 289–306, 1963.
31. Wenzel, J. und Staudt, J.: Neue Befunde über das Lymphgefäßsystem des kaninchen-ovariums durch differenzierte Darstellung von Lymph- und Blutgefäßen, *Z. Mikrosk. Anat. Forsch.* 74, 457–470, 1966.
32. Wenzel, J.: Zur Technik der Lymphgefäßdarstellung in organen, *Z. Mikrosk. Anat. Forsch.* 76, 58–69, 1967.
33. Rényi-Vámos, F.: Das lymphgefäßsystem des Dünndarms und seine Rolle im Fetttransport. *Acta Med. Acad. Scient. Hung. (Budapest)* 9, 153–164, 1956.
34. Grau, H. and Schlüns, J.: Experimentelle Untersuchungen zum zentralen Chylusraum der Darmzotten. *Anat. Anz.* 111, 241–249, 1962.
35. 安藤 朗: マウス小腸壁のリンパ管系に関する組織学的研究, 解剖学雑誌, 44, 177–186, 1969.
36. Shimizu, S.: Darmzotten und ihre Gefäße, besondere die Chylusgefäße der Säugetiere und des Menschen. *Fol. Anat. Jpn.* 10, 193–227, 1932.
37. Shimizu, S.: Vergleichende Untersuchung über die Lymphgefäße in der Dünndarmschleimhaut der Reptilien. *Fol. Anat. Jpn.* 10, 563–573, 1932.
38. 馬場弘道: 犬の回腸, 盲腸特に回盲移行部の壁内リンパ管の微細分布, 東京医科大学雑誌, 34, 411–423, 1976.

附 図 説 明

- 図1. ラット胃壁内リンパ管鑄型の走査電顕像。粘膜面よりみた弱拡大像。粘膜固有層の毛細リンパ管(K)は毛細血管網(C)の直下より起り、粘膜筋板を貫き(矢印)、太い粘膜下リンパ管(M)に移行する。A, Vは粘膜下層の動、静脈、Bは粘膜下層深部の樹脂のもれを示す。×110
- 図2. 同鑄型の漿膜面よりみた走査電顕像。漿膜下リンパ管(L)は動静脈(A, V)とは無関係に粗な吻合をなし、盲端に終る鑄型の中斷像が明瞭にみられる。×56
- 図3-5. ラット樹脂注入胃の光顕像。
- 図3. 図1の鑄型像に対応する光顕弱拡大像。注入された樹脂は白くぬけてみられ、血管系の他に一層の内皮細胞に囲まれた空間すなわちリンパ管腔に充満している。×140
- 図4. 図3の粘膜固有層の拡大像。図8の鑄型で観察される胃腺間リンパ管網および毛細血管網がみられる。×1170
- 図5. 粘膜固有層の水平断面像。胃腺間リンパ管網が胃腺周囲をとり囲み、その外側に毛細血管および圧排された間質成分がみられる。×1170
- 図6-15. ラット胃のリンパ管鑄型。
- 図6. 粘膜固有層表層の鑄型像。毛細血管網(C)の直下に上皮下リンパ管網(E)があり、先細り状の突起(矢印)を出す。×560
- 図7. 上皮下リンパ管網(E)を粘膜面よりみた像。胃小窩をとり囲む円形の壁状構造がみられる。×1100
- 図8. 粘膜固有層中間層の鑄型像。隣り合う胃腺間リンパ管(I)同志に吻合が時にみられ、全体的にみると縦軸方向に胃腺をとり囲む疎な網目(すなわち籠状構造)を呈する。×560
- 図9. 粘膜固有層深層の鑄型像。一連の扁平な葉状構造をなす胃腺下リンパ管網(S)がみられ、粘膜筋板を斜めに貫き(矢印)、粘膜下リンパ管(M)へ流入する。×560
- 図10. 固有層表層の鑄型を除去し粘膜面よりみた走査電顕像。胃腺下リンパ管網(S)が次第にある一点に向かって集合し、粘膜下リンパ管網(M)に注ぐ像がみられる。×90
- 図11. 腺周囲リンパ管網の鑄型像。径 10μ の内皮細胞の核に相当する圧痕(N)、径 0.2μ の小孔(細矢印)およびくびれ(太矢印)がみられる。×900
- 図12. 漿膜および筋層の鑄型を除去し漿膜面よりみた走査電顕像。径 $20-40\mu$ の口径不同の管状ないし扁平な粘膜下リンパ管(M)が全く不規則な吻合や分岐をなす。A, Vは動、静脈を示す。×56
- 図13. 粘膜下リンパ管の強拡大像。径 15μ の内皮細胞の核に相当する圧痕(N)および内皮の境に一致する鋸歯状構造(矢印)がみられる。×3400
- 図14. 同リンパ管、弁に相当するV字型の鑄型構造。×340
- 図15. 同リンパ管。鑄型の中斷像(細矢印)およびくびれ像(太矢印)がみられる。×340
- 図16-19. 家兎樹脂注入回腸の光顕像。
- 図16. 図22, 23の鑄型像に対応する光顕弱拡大像。注入された樹脂は白くぬけてみられ、中心乳び管(La)が粘膜筋板を貫き粘膜下リンパ管に流入する像がみられる。×170
- 図17-19. 回腸絨毛の横断連続切片の一部を絨毛の先端側より基底側にかけて順次並べた光顕像。図19では中心乳び管(La)の存在が明らかであり、図18ではその最先端が横断されており、図17にはもはや中心乳び管がみられず毛細血管(C)のみがみられる。×580
- 図20-28. 家兎小腸のリンパ管鑄型。
- 図20. 十二指腸の鑄型像。1個の絨毛内に2-4条の中心乳び管がみられる。×56
- 図21. 空腸の鑄型像。1個の絨毛内に1-2条の中心乳び管がみられる。×56
- 図22. 回腸の鑄型像。1個の絨毛内に1条の中心乳び管がみられる。×56
- 図23. 樹脂注入回腸の割断像。絨毛先端部の毛細血管(C)の直下に中心乳び管(La)が始まる。×340
- 図24. 中心乳び管起始部の鑄型像。径 10μ の核に相当する圧痕(小矢印)および浅いくびれ(太矢印)がみられる。×340
- 図25. 中心乳び管中央部の鑄型像。矢印のごとく著明なくびれがみられる。×90
- 図26. 粘膜固有層深層のリンパ管網。粘膜筋板直上において、急速に径が細くなった中心乳び管と陰窩間リンパ管(細矢印)との吻合がみられ、くびれ像(太矢印)もみられる。Mは粘膜下リンパ管を示す。×90

図27. 粘膜下リンパ管。矢印の部で中心乳び管が粘膜筋板を貫き、扁平状、口径不同かつ数珠状ふくらみを呈する粘膜下リンパ管 (M) がみられる。×90

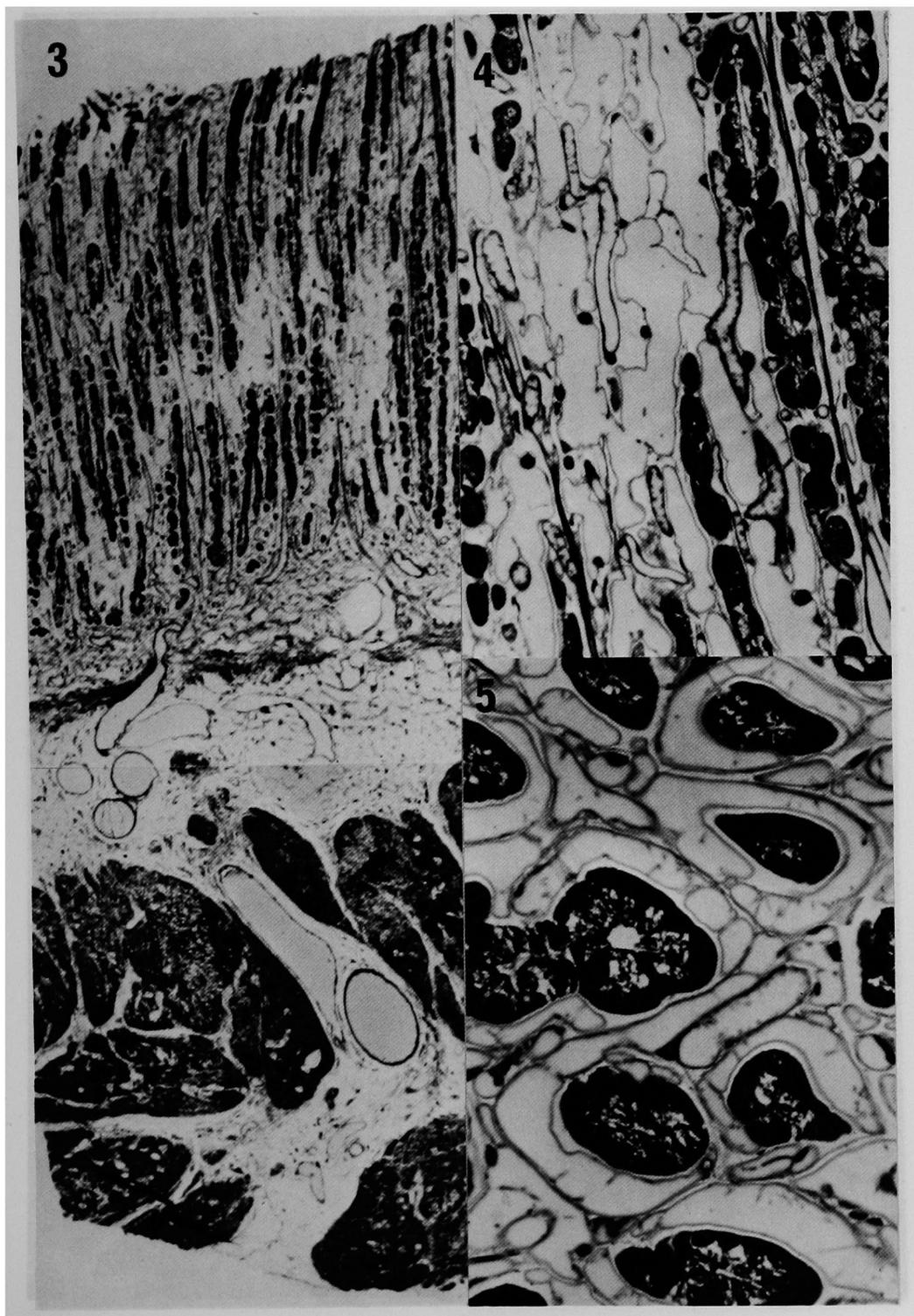
図28. 同リンパ管。弁に相当するV字型の鑄型構造。×90

図29. 絨毛内中心乳び管の部位別形態 (schema)。
a₁—a₄: 空腸, b₁—b₃: 回腸, C: 十二指腸。

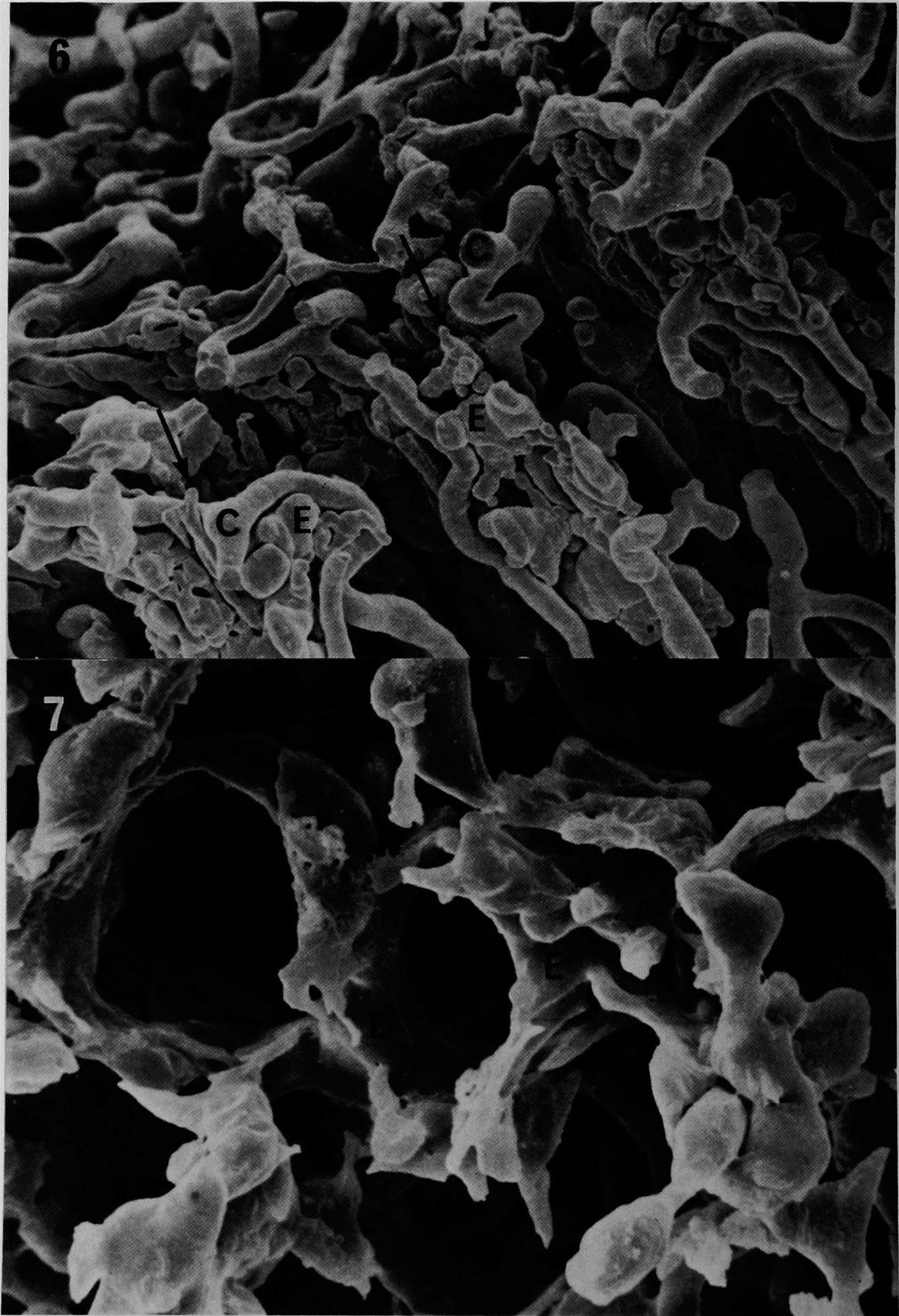
田村 章論文附図



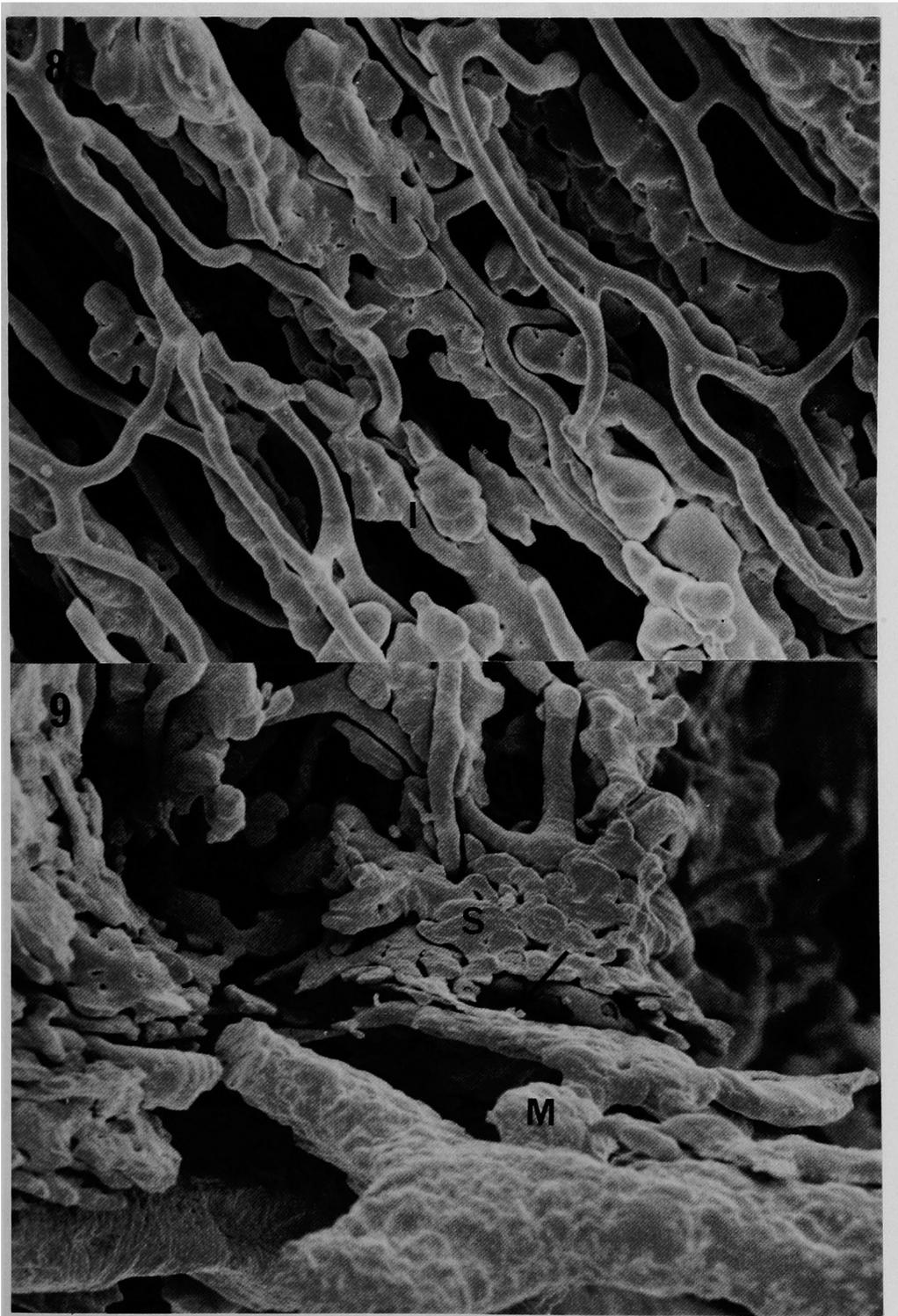
田村 章論文附図



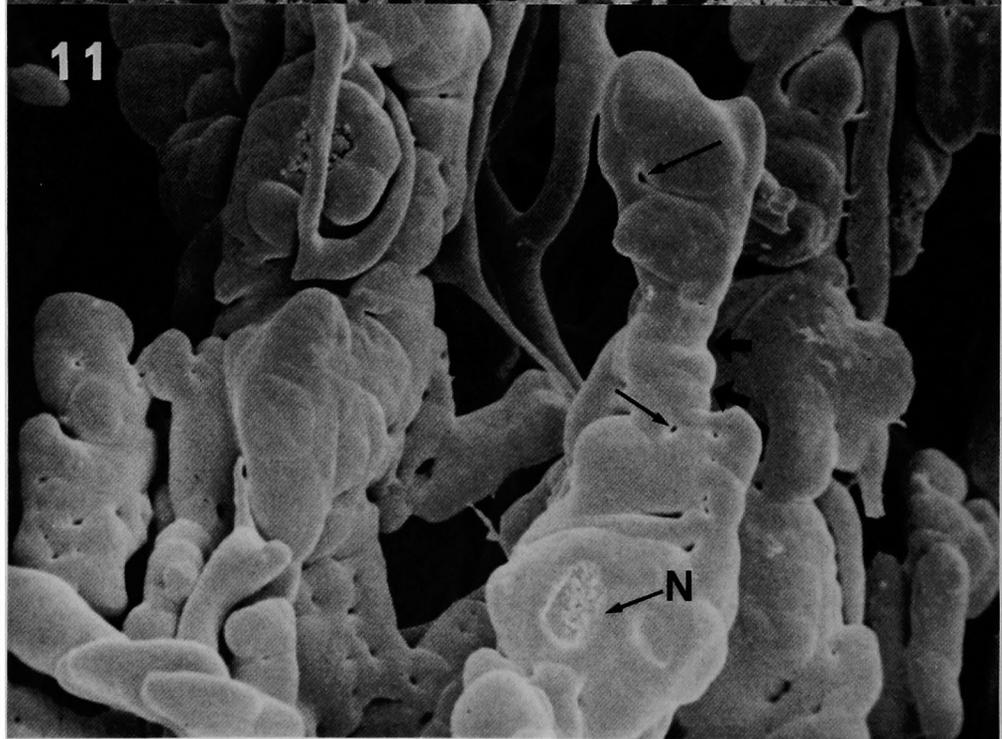
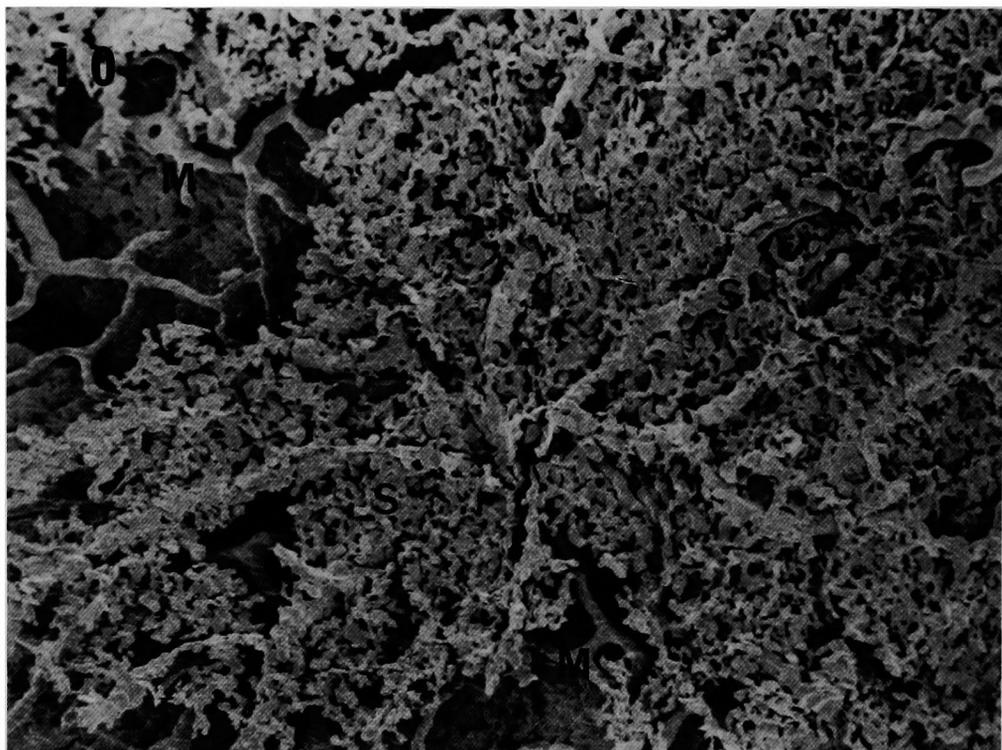
田村 章論文附図



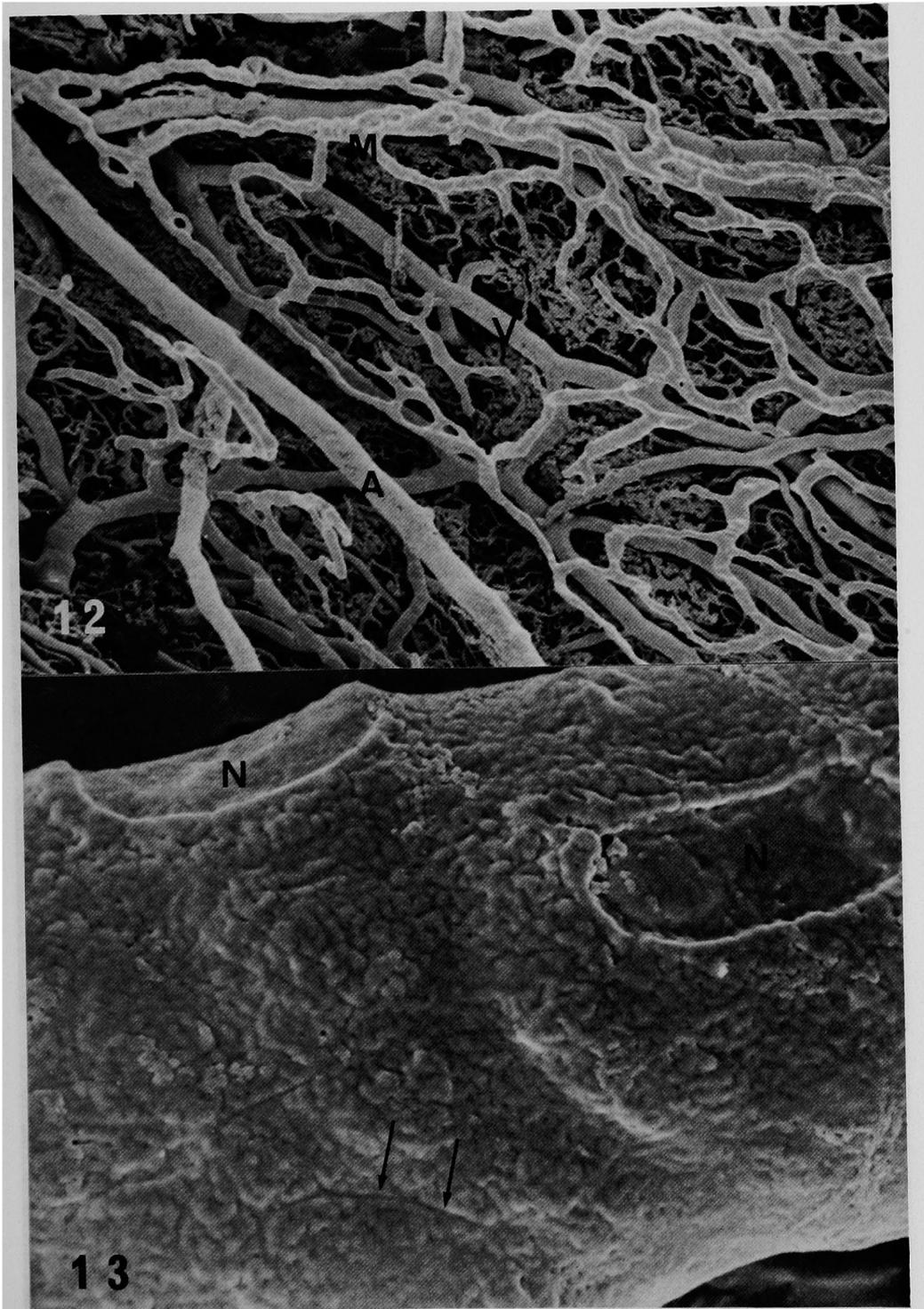
田村 章論文附図



田村 章論文附図



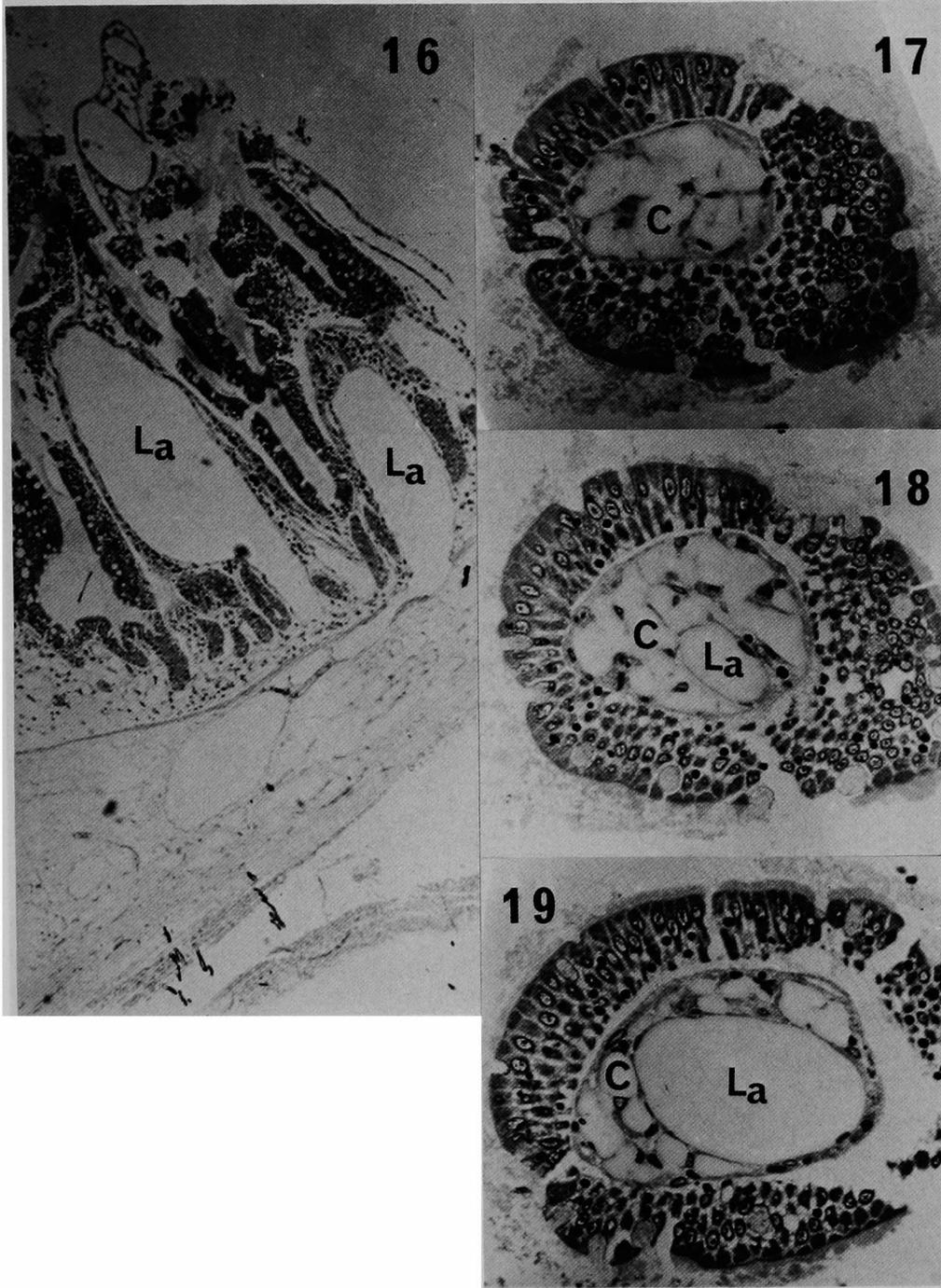
田村 章論文附図



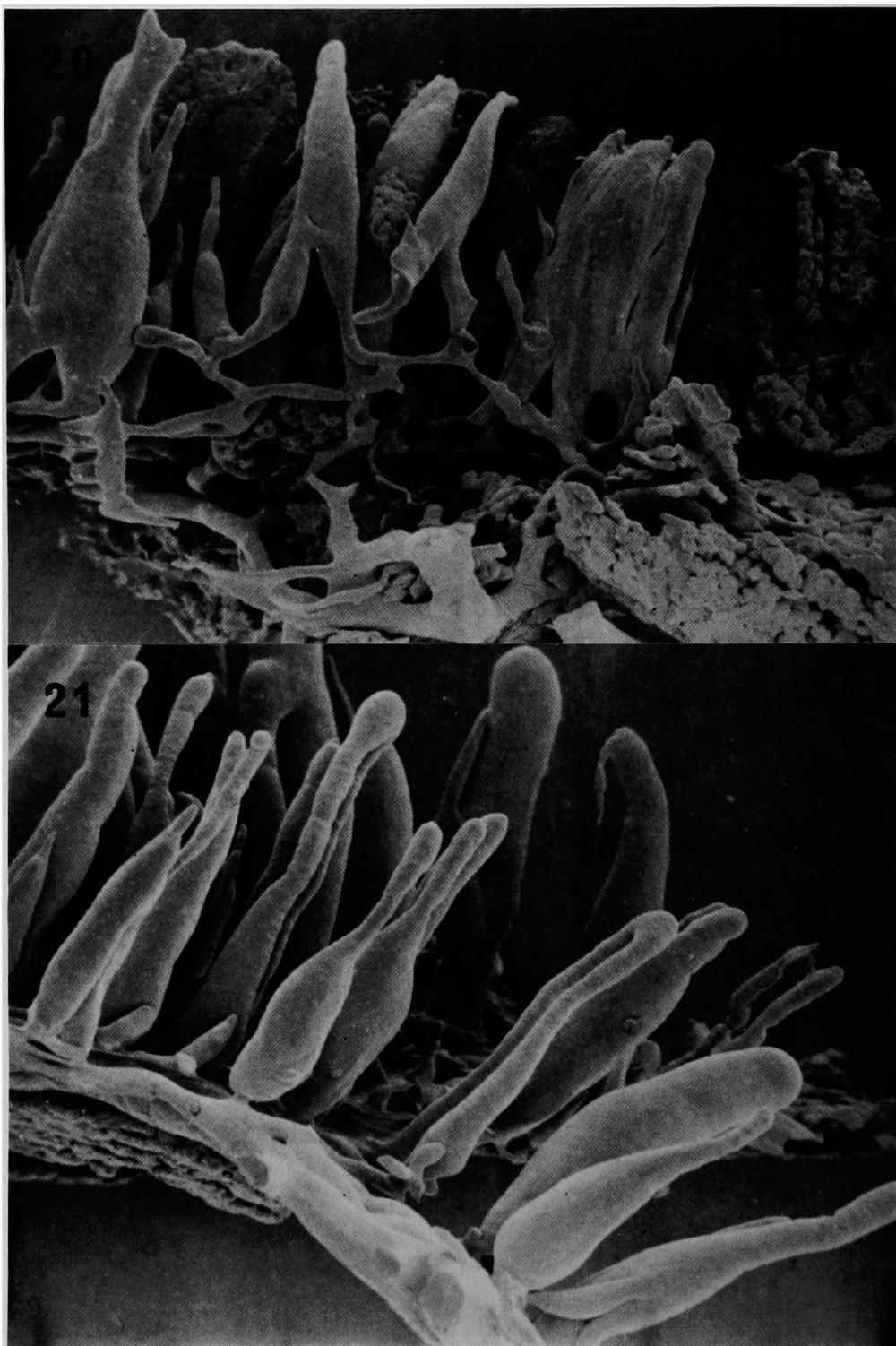
田村 章論文附図



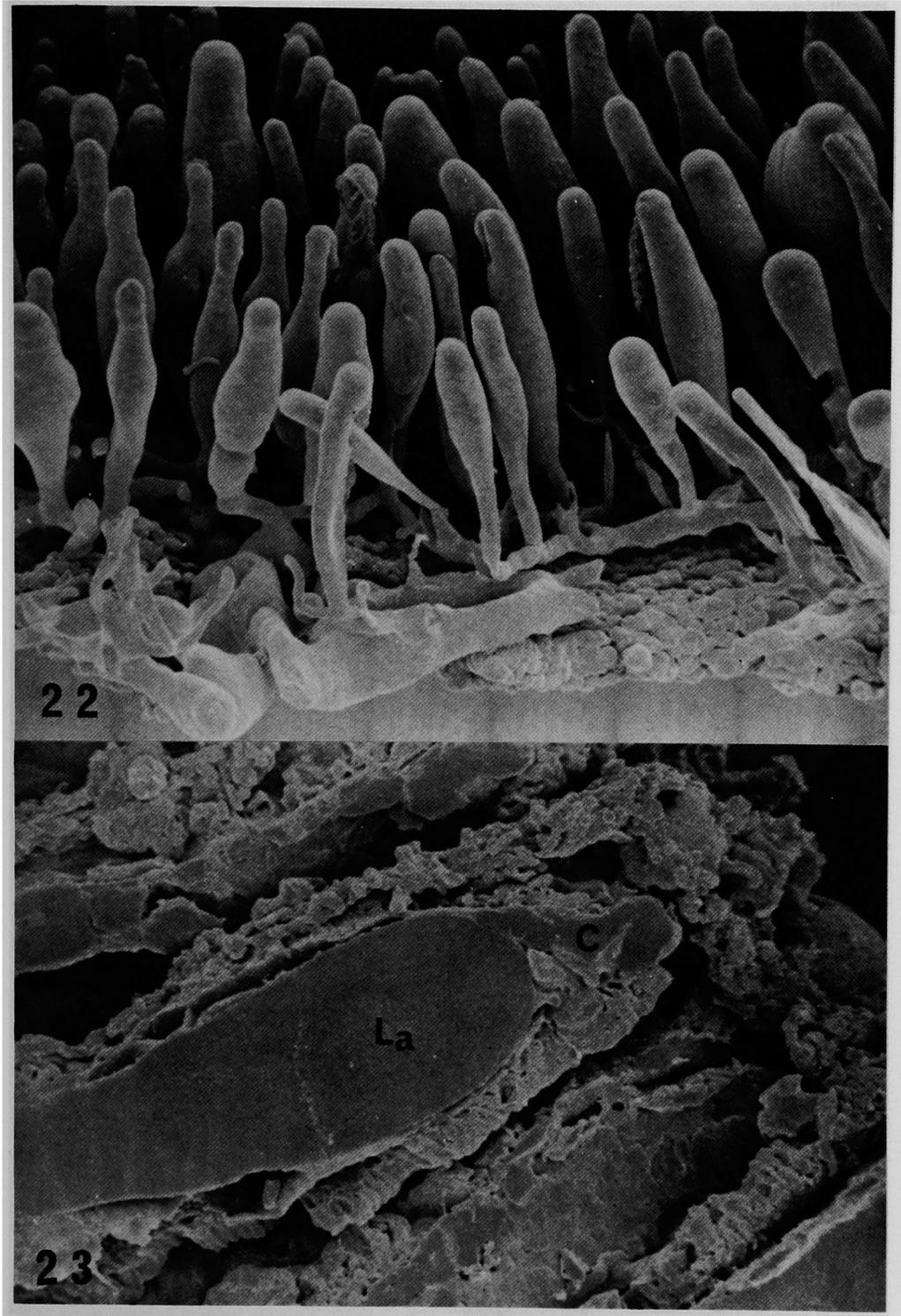
田村 章論文附図



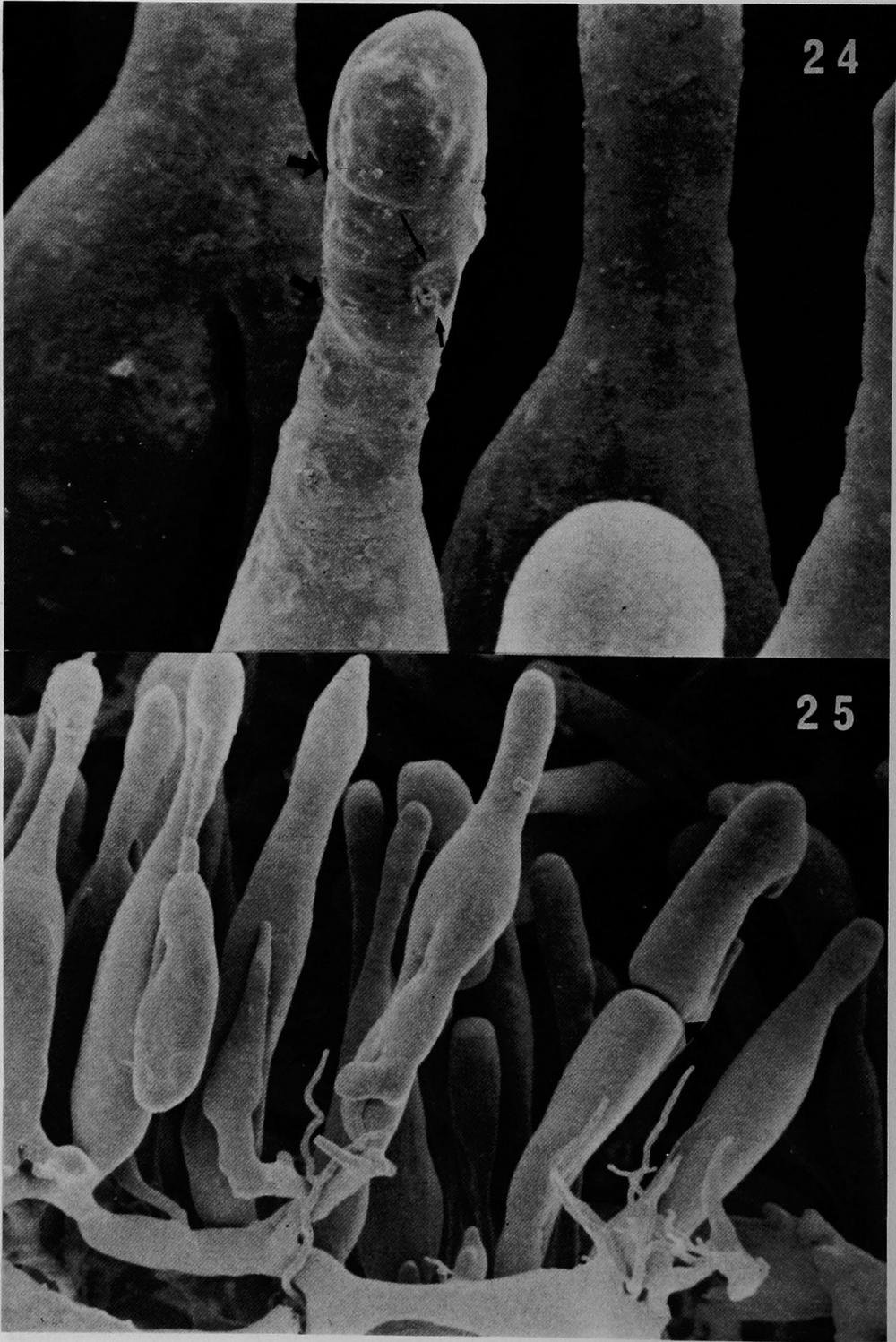
田村 章論文附図



田村 章論文附図



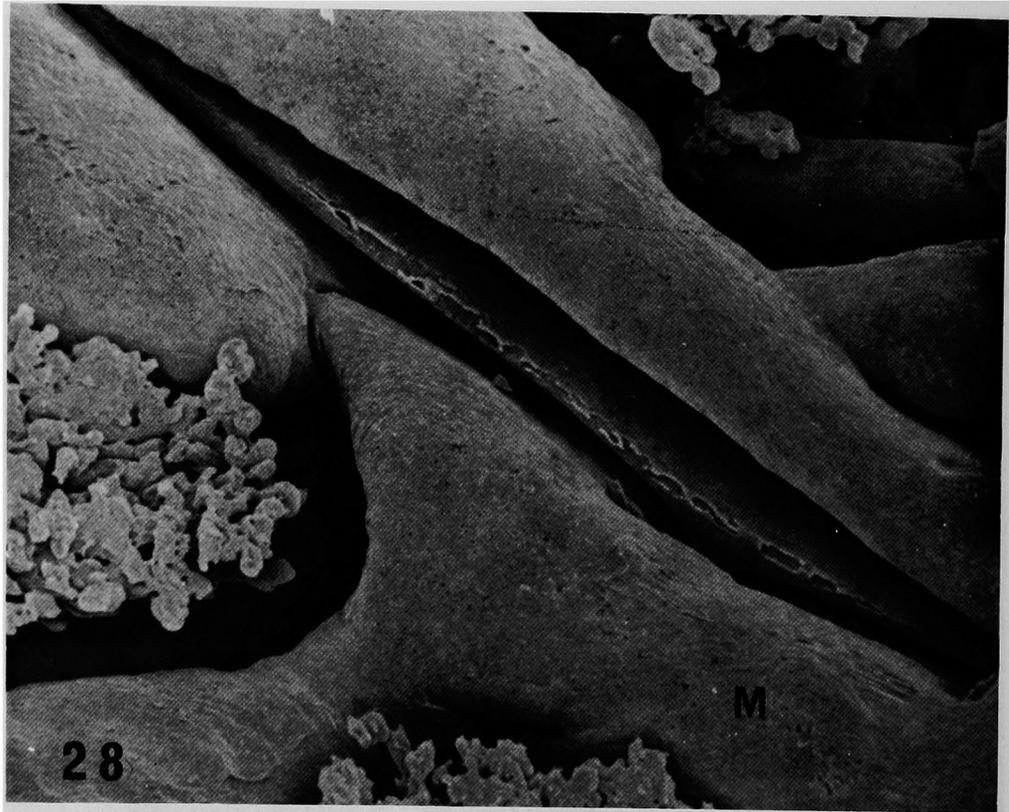
田村 章論文附図



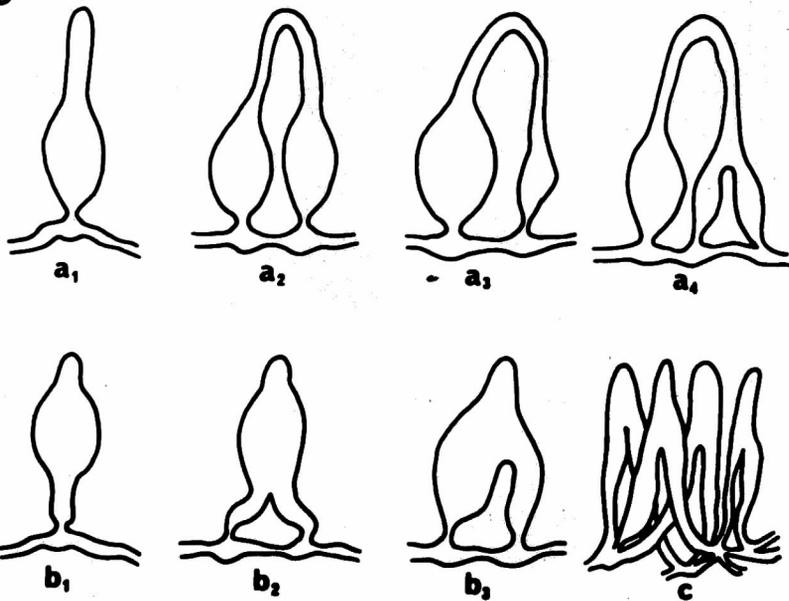
田村 章論文附図



田村 章論文附図



29



**Scanning electron microscopic studies on lymphatic casts
of the rat stomach and the rabbit small intestine**

Akira TAMURA

First Department of Surgery, Okayama University Medical School,
Okayama, Japan

(Director : Prof. K. Orita)

Under a scanning electron microscope, the lymphatic vessels of the rat stomach and the rabbit small intestine were observed by a corrosion casting technique. The structures thus revealed were compared with those embedded in Epon by a light microscope. On the mucosal layer of the rat stomach, the lymphatic casts showed various structures, i.e., fusiform casts from the subepithelial lymphatics, a basket-shaped structure from the interglandular lymphatics and a horizontal network of leaf-like structures from the subglandular lymphatics. These casts also showed several nuclear depressions about $10\ \mu$ in diameter, a number of constrictions, and numerous small holes representing reticular or collagen fibers interrupting the Mercox filling.

The submucosal lymphatic casts of the rat stomach showed irregular tubular or flat shapes about $20 - 40\ \mu$ in diameter, nuclear depressions about $15\ \mu$ in their long diameter with saw-toothed figures around them, bead-like swellings, and occasional V-shaped incisura on parts of the columns. Similar findings were also observed in the submucosal layer of the rabbit small intestine. On the mucosal layer of the rabbit small intestine, the central lacteal casts showed peculiar figures, i.e., a dome-shaped structure about $70 - 80\ \mu$ in diameter at the topmost portion, swelling to about $100 - 200\ \mu$ in diameter in the middle, and an evident constriction to $30 - 60\ \mu$ in diameter at the bottom. Some of the morphological characteristics of the central lacteal at any site of the small intestine were clarified by this study: a) in the duodenum, three or four central lacteals within one villus formed peduncular anastomoses branching from about half way up the lamina propria, b) in the jejunum, one or two lacteals within a villus had swellings just above the bottom constriction, and c) in the ileum, each villus contained only one lacteal with a swelling in a higher position.