

ラット胸腺における走査型電子顕微鏡的研究

岡山大学医学部第1外科教室（主任：折田薫三教授）

吉 井 康 哲

（昭和54年8月27日受稿）

Key words : ラット胸腺, 走査電子顕微鏡

緒 言

胸腺の微細構造についての研究は、現在まで、透過型電子顕微鏡によって詳細な報告がなされているが、走査型電子顕微鏡を用いて立体的構造を観察した研究は少なく、胸腺の総合的な構造の解明は未だ完全になされているとは言えない。

胸腺の解剖学的諸問題は、実質細胞としてのリンパ球の形態とその諸条件下での変化、胸腺に特有な上皮性細網細胞の種々な機能と形態、および独特な血管構築に集約される。特に上皮性細網細胞は、胸腺が他のリンパ器官と異なり独特な免疫反応を持つ事から、いわゆる血液-胸腺関門に何らかの形で参与しているのではないかという事、あるいは上皮性という性格から種々の形態をとり、特に繊維細胞への分化または胸腺嚢胞の形成などの興味ある問題を含んでいる。

これらの諸問題に関して著者は、走査型電子顕微鏡の特質を利用し、いくつかの興味ある成績を得たのでここに報告する。

実験材料および方法

実験動物としては、体重約200g（生後約60日）のウイスター系ラット（雑系）を使用した。

1. 正常ラット胸腺割断標本の作製

エーテル麻酔下にて開腹し、腹部大動脈、下大静脈を露出、それぞれの血管内に留置針を入れ、静脈側より脱血しながら、動脈側より約1mの高さから、約300mlの生食にて灌流後、2.5%グルタルアルデヒドにて灌流固定したのち、胸腺を摘出し、グルタルアルデヒド固定液内にて約24時間固定し、カミソリの刃で注意深く割断切片を作製した。つづいてこの

作製切片をアルコールで脱水し、臨界点乾燥(Ander-son¹⁾)を行ない、EIKOイオンコーターIB3型にて金蒸着し、JSM-U3型およびP15型走査型電子顕微鏡にて観察した。

2. 超音波洗浄胸腺割断標本の作製

1. と同様に生食灌流したのち、ただちに胸腺を摘出、カミソリの刃にて割断切片を作製後、切片を超音波洗浄器にて約7分間洗浄する事により割断表面のリンパ球を除去し、グルタルアルデヒド液にて24時間固定後、1. と同様に脱水、乾燥、金蒸着を行ない観察した。

3. 胸腺血管鑄型標本の作製

血管鑄型作製のため注入に使用した樹脂は、大日本インキ製の Mercor で、濃青色の主剤と硬化剤の混合により、5-8分で硬化する。主剤の比重は20℃で1.083、粘度は20-30cps、硬化による線収縮率は0.9%、体積収縮率は6.4%である。

1. と同様に胸腺を生食灌流した後、Mercor 樹脂50mlを用手的に2-3分かけて動脈側より注入し約3時間放置、その後胸腺を摘出し、20%KOHに入れ1週間放置、組織を腐蝕させ、ひきつづいて流水で腐蝕組織を洗い流し、自然乾燥後、カミソリの刃で数個に割断し、1. と同様に金蒸着し走査型電子顕微鏡で観察した。

4. コルチコステロイド使用ラット胸腺割断標本の作製

ヒドロコルチゾン25mgを1日1回3日間筋肉内注射したラットをI、II群に分け、I群は3日目の注射翌日、II群は3週間目に1. と同じ方法で割断標本作製観察した。

5. 筋肉片埋没移植ラット胸腺割断標本の作製

他のウイスター系ラットの筋肉片約2gを実験ラ

ットの腹壁皮下に埋没移植し、2週間目に1.と同じ方法で切断標本を作製観察した。

観 察 結 果

1. 胸腺実質切断面の観察

実験に使用した正常ラットの胸腺は、前上縦隔にあり、1.2 - 1.5 gの重さで、左右対称的に両葉に分れる。弱拡大では(写真1)実質は被膜に被われ、所々で被膜が実質内に深く陷入し、実質をいくつかの分葉に分ける。実質は皮質、髄質の識別はできなかったが、大きい血管は被膜、中隔および分葉のほぼ中央に観察された。

超音波洗浄切断標本では(写真2)、切断表面のリンパ球が除去され、上皮性細網細胞のつくる網目様構造が明瞭に認められた。同標本で被膜をやや強拡大で観察すると(写真3)、結合組織性の膜と、上皮性細網細胞がつくる膜の2葉に識別できた。

次に中隔をやや強拡大で観察すると、結合組織性繊維が縦横に走り、主としてリンパ球が繊維に捕捉されていた(写真4)。この様に実質を分葉に分ける中隔とちがって、実質内に深くのびていく膜があり、いわゆる分葉内中隔として観察された(写真5)。そして分葉内中隔には、ほとんどの場合血管が付随していた。

次に実質を強拡大で観察すると、実質には密にしまったリンパ球と、所々に上皮性細網細胞が認められた。皮質のリンパ球は、表面にゆるやかな凹凸を持ち、表面は比較的平滑で、その微絨毛の数は少なく短い(写真6)。皮質では上皮性細網細胞は、密にしまったリンパ球のために、その星状の形態の一部が観察されるだけであった。

一方超音波洗浄標本では、上皮性細網細胞とその突起がつくる網目様構造が明瞭に観察され、網目の大きさはその断面積で考えれば数個のリンパ球を保持しうる程度であった。被膜に近接した網目はやや大きかったが、この部分は特に上皮性細網細胞が少なくリンパ芽球の多い外皮質と推測された(写真7)。

髄質では、リンパ球は疎につまっており、その直径は皮質のものよりやや大きく、表面に多数の長い微絨毛を持つのが特徴的であった。また胞体の表面はゆるやかな凹凸は持つものの、皮質のリンパ球よりやや円形に近かった。リンパ球が疎につまっているために、上皮性細網細胞とその突起が明瞭に観察された(写真8)。

超音波洗浄標本では、上皮性細網細胞とその突起

がつくる網目の直径は皮質のものより大きく、その断面では数10個から数100個のリンパ球を保持しうる大きさを持ち、網をつくる突起の束も太かった(写真9)。

また髄質には、しばしばハッサル小体が散在し、その全体像は特に超音波洗浄標本において、より詳細に観察された(写真10)。よく発達したハッサル小体は、表面に深い裂孔を持ち、鱗状の上皮性細網細胞にて被われていた。また、小体の周囲にある上皮性細網細胞の突起が、1本あるいは数本の束となって小体を支持している状態が観察された。

胸腺を構成する細胞としては、上に記述したリンパ球と上皮性細網細胞が主なものであり、特に後者は胸腺に特有の細胞であるが、一方主として髄質に、一般的な間葉性細網細胞も少数ながら観察された(写真11)。間葉性細網細胞はリンパ球より大きく、表面に多数の微絨毛あるいは突起を持っていた。

なお非常にまれではあるが、分葉内中隔内に胸腺嚢胞を観察しうる事がある。ここに示した胸腺嚢胞は(写真12)、正常ラット胸腺の中隔底部に観察されたものである。通常、中隔の被膜も前述のごとく結合組織性の膜と上皮性細網細胞の膜との2葉の膜より構成されているが、ここではその2葉の膜の間に多数のリンパ球が集積し、その中に嚢胞としては大きいものが観察された。

嚢胞壁は、厚い部分もあれば、また薄い部分もあり、時に厚い部分の壁の細胞には直径約0.5 μ の顆粒を持つものもあった(写真13)。嚢胞内面は、非常に変化に富んでおり、通常の血管内皮に以て平滑な部分、多数の楕円形の穴が多層に見られ、いわゆる篩状構造様となった部分、あるいは絨毛の密生した部分などが観察された(写真14, 15)。嚢胞内腔には、不整形のリンパ球、不明の残渣物などが観察された。

2. 胸腺切断面の血管の観察

皮質では、大きい血管は少なく、主として毛細血管が観察され、毛細血管周囲には、いわゆる血管周囲腔は存在しなかった(写真16)。この様な毛細血管はしだいに集合して小静脈となり、皮髄境界付近に近づくと、上皮性細網細胞の膜でとりかこまれた典型的な血管周囲腔が観察され始める(写真17)。皮質内にある静脈は100 μ 以上の大きなものでも血管周囲腔を有しており、周囲腔の有無は、血管径の大きさには無関係であった(写真18)が、周囲腔の容積は血管系の大きさに比例していた。

なお周囲腔内にあるリンパ球の形態は、周囲腔外

のリンパ球のそれと同様であり、また周囲腔には、上皮性細網細胞の膜から突起がのびてきて、血管壁を支持しているかのごとき状態が観察された(写真19)。

次に静脈が皮髄境界よりやや皮質付近にくと、その静脈の周囲腔の中は、皮質側よりも髄質側の方が大きく、また周囲腔にあるリンパ球も多かった(写真20)。しかし静脈がちょうど皮髄境界部にある時には、周囲腔は皮質側では明瞭に認められるのに、髄質側では急に不明瞭となり、したがって上皮性細網細胞の膜も不連続なものとなるかあるいは存在しなかった(写真21)。

そして静脈が髄質に入ってしまうと、血管の直径は無関係に周囲腔は存在しなくなる傾向にあった(写真22)。しかし血管壁はやはり周囲の上皮性細網細胞の突起で支持されていた。

さて、上述してきた静脈の内皮は、一般に比較的平滑で変化に乏しいものであったが、しばしば、内皮が非常に変化に富む所見を呈する静脈を観察した。その静脈は、やはり皮質においては血管周囲腔を持ち(写真23)、髄質においては周囲腔を持っていなかった(写真24)。

その静脈の内皮をやや強拡大で観察すると(写真25, 26)、内皮細胞は細長くあるいは紡錘状に隆起し、細胞表面は凹凸が著しく、また微絨毛を有し、隣接する内皮細胞と明瞭な境界を示していた。さらに1つの内皮細胞より他の内皮細胞へと突起を出し、いわゆる“内皮細胞間橋”を形成していた。また、2つ以上の内皮細胞境界の陥凹部分に、散在性にリンパ球が捕捉されているのが観察された。

しばしば血管壁を穿通中のリンパ球を観察する事があるが(写真26, 27)、リンパ球が、内皮細胞自体を穿通しているのか、あるいは2つ以上の内皮細胞間を遊走するのかの確認は困難であった。またリンパ球が内皮を穿通している付近には、リンパ球穿通後の痕跡と推測される直後1~2 μ の小孔がしばしば観察された(写真26, 27, 28)。時に、あきらかに2つ以上の内皮細胞間に陥入中のリンパ球を認める事があった(写真28)。内皮を穿通する、あるいは内皮に陥入しているリンパ球の微絨毛数には、一定の傾向は認められなかった。

この様に、内皮の構造が非常に多彩で、穿通するリンパ球などが観察される静脈が、いわゆる“後毛細管小静脈”であると考えられた。

3. 胸腺血管鑄型の観察

鎖骨下 動脈の枝である内胸動脈の縦隔枝などより供給された動脈は、分枝して中隔の結合組織内を走り分葉に入っていく。実質切断面での観察所見と同様に、大きい血管は中隔を走っていた(写真29)。一部は中隔被膜に沿って胸腺の外表へと走り、しだいに分枝を出し毛細血管として皮質へと分布する(写真30)。又一部は中隔より直接実質内に入り、皮髄境界より外方の被膜に向かって走り、しだいに毛細血管となり皮質に分布する(写真31)。

写真31で、胸腺外表の被膜には、切断標本にもみられる(写真32)様な大きい静脈が著しく蛇行しているのが観察された(写真33)。写真34は、写真33の一部を強拡大にしたものであるが、蛇行する静脈に直接毛細血管が入るという、一種の動静脈吻合を形成しており、この様な所見はしばしば観察された。

さて皮質に分布した毛細血管が集合して髄質に向かう時、切断標本で観察された後毛細管小静脈と考えられる静脈の鑄型が、毛細血管叢を通して透見された(写真35)。後毛細管小静脈の鑄型は、強拡大では、その表面に内皮細胞の膨隆のためと考えられる圧痕が数多く観察された(写真36)。そしてこの圧痕が後毛細管小静脈の鑄型の特徴であると考えられた。

髄質では、皮質から集合してきた静脈が、被膜と同様に著しく蛇行する形をとり、互いに静脈叢を形成していた(写真37)。なお光顕では、この部分の静脈は一層の薄い内皮がとりまいているのが観察された。

4. コルチコステロイド注射ラット胸腺実質切断面の観察

ヒドロコルチゾン25mgを1日1回3日間筋肉内注射し、最終注射翌日に剔出した胸腺は重さが平均約0.5gと著減し、体積も同様に縮少していた。

皮質では(写真38)、リンパ球数が著しく減少し、不整形となり、細胞表面も平滑さを失っており、また破壊されたリンパ球の残渣と考えられるものが所々に観察された。一方上皮性細網細胞は、リンパ球数の著しい減少のため、正常切断面よりもいっそう明瞭に観察される様になった。なお、上皮性細網細胞およびそれが作る網目様構造には明らかな変化を示す所見は認められなかった。

髄質では(写真39)、皮質と同様に、リンパ球数は著明に減少していたが、その表面構造は皮質のリンパ球程変化を呈しておらず、微絨毛の状態もほぼ正常で、不整形を成すリンパ球は極く少数のみであった。上皮性細網細胞とその網目様構造は、皮質と同

様に正常を保っていた。

注射後3週間目の胸腺は重さが平均約0.7gとやや増加し、体積もやや増大していた。

皮質では(写真40)、リンパ球数が増加し、形も丸みを帯び、少数の微絨毛を持ち、ほぼ正常な皮質の状態に回復していた。髄質では(写真41)、リンパ球の形態および数に大きな変化はなく、注射直後の状態が依然として持続している様であった。

なお皮質・髄質に共通する所見として、正常ラットよりも間葉性細胞を観察する事が多くなり、またリンパ球表面に、通常の微絨毛とは異なる丸い突起を観察した事である。上皮性細網細胞および網目様構造には変化がなかった。

5. 筋埋没移植ラット胸腺実質断面の観察

皮質においては(写真42)、リンパ球は正常な状態よりもいっそう密につまっており、相対的に上皮性細網細胞の観察が困難であった。リンパ球の形は正常時よりもいっそう丸みを帯び、微絨毛はほとんど消失して表面が平滑になっていた。また血管壁周囲付近に、肥大した間葉性細網細胞、顆粒を持つ細胞、あるいは空胞を持つ細胞などが観察された(写真43, 44)。また表面に非常に多くの微絨毛を持つ、直径40 μ 以上の下明の細胞も観察された(写真45)。

髄質においては(写真46)、リンパ球はその数も形も著変がなかった。

一方、上皮性細網細胞の作る網目様構造には、皮質・髄質ともに著変はなかったが、分葉内中隔を詳細に観察していくと、散在性に1-数個の上皮性細網細胞が絨毛細胞化しているのが認められた(写真47)。なお正常胸腺断面では、この様に孤立的に散在する絨毛細胞は観察し得なかった。

考 察

胸腺は、解剖学的には前上縦隔に位置し、左右両葉に分れ、正中でたがいに癒着している。発生学的には、第3、4鰓嚢に由来するが、後に第4鰓嚢由来のものはほとんど消失し、主として第3鰓嚢由来のものが残って胸腺を形成するといわれている。すなわち胸腺は、起源においては内胚葉性の臓器であり、これが組織解剖学的にも重要な所見を呈する事になる。

胸腺の解剖学的諸問題を要約すると、上述している様に、実質細胞としてのリンパ球、種々の形態をとる上皮性細網細胞、そして胸腺に特有な血管構築などであり、種々な条件下で上記の3要素が、どの

様に変化するかが興味のある所である。本論文では、考察もその3要素を中心に述べていく事にする。

1. 実質細胞としてのリンパ球

実質内のリンパ球は、その表面構造において、明らかに皮質と髄質での所見が異なる。まず皮質のリンパ球は、表面にゆるやかな凹凸があり、微絨毛がほとんどないかあるいは少なく、髄質のものに比べやや径が小さい。一方髄質のリンパ球は胞体そのものは比較的丸みを帯び、微絨毛が著しく多く、径は皮質のものよりやや大きい。AbeとIto²⁾はマウスの胸腺を透過型電子顕微鏡を用いて研究し、皮質の小リンパ球は形態が丸く、核も丸く、形質が少ないが、髄質のリンパ球は形が不整で、核も不整形をしており、形質に富み、形質内の各器官はよく発達すると報告しているが、微絨毛についての記述はない。リンパ球の大きさについては、Salinas³⁾らは、年令とともに変化するという結果を報告している。彼らによれば、マウスの胸腺リンパ球は、生後1週間目には200-350 μ^2 であったものが、30.5ヵ月目には約190 μ^2 となっていた。また胸腺リンパ球の大きさは、生後の免疫システムの発達とも関連があるとも述べている。

なおリンパ球が皮質と髄質でその表面形態が異なる事は Takasugi⁴⁾も報告している。

光顕的には、皮質ではリンパ球が盛んに増殖している像が認められ、一般的には、リンパ球が成熟していくにしたがい髄質方向へと移動、あるいは全身へと散布されている。一方生体の成長過程において、何らかの生体刺激例えば、炎症、腫瘍、ストレスなどを受ける事により、このリンパ球がどのような形態的变化を示すかが問題となる。以前よりコルチコステロイドあるいはACTHを使用するとリンパ系組織に変化があらわれる事は知られている(Dougherty and White⁵⁾, Forsham⁶⁾, Sprague⁷⁾)。

本研究では、ラットにしては大量のコルチコステロイドを短期間に使用したために、著明な変化が表われた。すなわち胸腺重量の著しい減少、実質におけるリンパ球の減少、特に皮質リンパ球の著しい破壊と形態の変化などがその所見である。しかし上皮性細網細胞とそれが作る網目様構造についてはほとんど変化は認められなかった。

なお皮質リンパ球は、コルチコステロイド注射後日数がたつにしたがい修復されていく様であった。コルチコステロイド注射により、皮質のリンパ球は著しく破壊されるのに、髄質のリンパ球はほとんど

破壊されずただその数が減少した所から、髄質のリンパ球の胸腺外への移動があったと推測された。

なおこの点に関しても Abe と Ito²⁾は、やはりコルチコステロイドに対する皮質と髄質のリンパ球の反応の差異を報告している。彼らによればコルチコステロイド注射後の皮質の構造は、そのリンパ球の消失等のため髄質の構造に以てくると述べているが、しかし本研究の結果、両者の表面構造には明らかな差異が認められた。いずれの報告にしても、コルチコステロイド使用による胸腺組織の変化は、特に皮質リンパ球において著明で、上皮性細網細胞およびその作る網目様構造には変化が少ないという所見は共通していた。

さて、上記のごとく胸腺に対する破壊的条件下における研究報告はいくつかみられるが、一方胸腺の本来の機能を高める様な刺激的条件下での観察および報告は、これまでほとんどなされていない。胸腺の機能を高める刺激的条件には、前述のごとく、炎症、腫瘍、あるいは各種のストレス例えば、音、光、温度などがある。本研究では、ウイスター系ラットが雑種である事を利用し、他のラットの筋肉片約2gを実験ラットの腹壁下に埋没移植する事により発生する持続的抗原刺激を、ラットの胸腺に対する刺激的条件として用いた。コルチコステロイド注射は生体の免疫反応を抑えた条件であるのに対し、持続的抗原刺激は逆に生体の免疫反応を高めた条件に相当し、後者の場合における胸腺の変化を観察した報告はほとんどない。

筋肉片埋没移植を受けたラット胸腺は、皮質においてはリンパ球の著しい円形化、細胞表面の平滑化、微絨毛の消失化等の傾向を示し、またリンパ球数が増加し、相対的に上皮性細網細胞の観察が困難となっていた。又、髄質では、著明な変化はなかったが、やはり表面の微絨毛数は減少傾向にあり、また皮質と同様にリンパ球の細胞密度も増していた。

一般的に被膜直下の4-5個のリンパ球の層は外皮質と呼ばれ(Simon⁸⁾)、主としてリンパ芽球を認め、これは形態的には内皮質のものよりやや大きく円形に近く、表面が平滑である事から、筋肉片埋没移植による抗原刺激のため、胸腺特に皮質のリンパ球が若返り傾向を示したと推測される。

2. 上皮性細網細胞と網目様構造

Simon⁸⁾らは、ラット胸腺の上皮性細網細胞がつくる網目様構造に着目し、やはり走査型電子顕微鏡で観察しているが、その報告によれば、網目様構造は皮質よ

りも髄質の方が密度が高いとしている。本研究の結果では、網目様構造の密度よりも、その1つ1つの網目の大きさに注目すべき所見が出ている。すなわち皮質では概ね、1つの網目に断面積で数個のリンパ球を保持しているにすぎないのに、髄質では、1つの網目のそれが皮質より大きく、数10個からそれ以上のリンパ球を保持しうるのである。既にコルチコステロイドの影響を受けた胸腺髄質において、リンパ球の移動について記述しているが、この網目様構造の観察結果からも、皮質においてはリンパ球の“増殖”と“分化、成熟”を、髄質においてはリンパ球の“貯溜”と“移動性”を重要とする機能の現われではないかと推測しうる。

なお、Cordier⁹⁾は、ヌードマウスの胸腺でリンパ球の増殖がないのは皮質型の上皮性細網細胞が欠如しているため、と結論づけているが、本研究では、星状の胞体と突起を持つ上皮性細網細胞の、皮髄の間での大きな形態的な差異は認め得なかった。

3. 血管周囲腔と血液—胸腺関門について

胸腺はリンパ器官の1つではあるが、他のリンパ器官例えばリンパ節や脾とは免疫反応における対応のし方が異なっており、抗体を産生せず、形質細胞およびその増殖も存在しないと言われている(Harris, S. and Harris, T.¹⁰⁾, Yoffey, J. M. and Coutice, F. C.¹¹⁾).

胸腺の免疫に対する独特な反応のし方は、現在までいわゆる血液—胸腺関門という概念により、一応説明されてきている様である。この血液—胸腺関門については、胸腺に特有な血管構築としての血管周囲腔が、その機能を持つものか、あるいはもっと小さな細胞単位での機能を考えるべきなのか、未だに明確な結論は出ていない。

血管周囲腔というものを証明し、これが関門となるという意見を支持しているのは、Clark¹²⁾, Weiss¹³⁾, Bearman¹⁴⁾らである。特に Bearman らは、関門としての要素として、(1)血管の内皮細胞や筋層、(2)血管基底膜、(3)コラーゲン繊維や細胞を含む血管周囲腔、(4)上皮性細網細胞の基底膜、そして(5)上皮性細網細胞、などをあげ、実質内の血管は常に実質よりへだてられているとしている。

一方、小林¹⁵⁾, Saint-Marie¹⁶⁾, 星野¹⁷⁾, Simon⁸⁾らは、上皮性細網細胞で形成される膜は部分的には認めているが、その膜には間隙が認められ、完全に閉ざされた空間ではないとし、関門の存在にも疑問を持っている。特に Simon らは、膜は上皮性細網細胞

胞の網目様構造がのびたものにすぎず、周囲腔は存在しないと結論している。

いずれにしても後者の考え方は、確かに上皮性細網細胞の突起でつくられた不完全な膜はあるが、決して閉ざされた周囲腔というものではなく、完全な閥門とはなり得ないというのであるが、それでは何がそれを補ない、より完全な閥門をつくるのかという疑問が残る。

これについては、Kramarsky¹⁸⁾、および Raviola と Karnovsky¹⁹⁾がある程度解答を与えている様である。Kramarsky は、透過型電子顕微鏡でマウス胸腺の毛細血管内皮に小孔を観察し、もしこの小孔が実際存在し、これらの小孔が透過性を持つなら、そしてもし血液—胸腺閥門というものがあるなら、閥門は血管内皮の外に存在するのであろうと推論している。また Raviola と Karnovsky は、やはりマウス胸腺において、そこに豊富な毛細血管の内皮は透過性が極めて低く、たとえ極く小さい分子量のものが壁を透過しても、毛細血管に沿ってある喰食細胞に喰食され実質間隙には入っていかないとしている。その一方、髄質では、血管壁の透過性は高く、かなりの量の物質が血管壁を透過して実質内へ入るとしている。しかしこれらの物質は長時間の後にも髄質から皮質へとは入っていかず、それゆえ、血液—胸腺閥門は存在はしても皮質においてのみであり、髄質のリンパ球は血液中の物質に暴露されていると結論づけている。

本研究の結果では、血管周囲腔は皮質から皮髄境界にかけては明瞭に認められ、上皮性細網細胞の膜もほぼ連続したものであるのに対し、静脈が髄質に入ってしまうと、急に上皮性細網細胞の膜が不連続なものとなり、したがって周囲腔も明瞭でなくなる傾向にある。Bearman のいう常に完全に実質から隔離された血流、という結論とは必ずしも一致しない。むしろ、Raviola と Karnovsky らの結論、すなわち血液—胸腺閥門は皮質には認められるが髄質は血液中の物質に暴露されているという事実と、本研究の結論、すなわち血管周囲腔は皮質から皮髄境界にかけては明瞭に認められるのに髄質では上皮性細網細胞の膜が不連続なものとなり、したがって周囲腔が明瞭に認められなくなるという事実とは何か相関するものを暗示させる。

さて血管周囲腔の成因について Harr²⁰⁾、Patteu²¹⁾、Kostowiecki²²⁾らの研究結果を総合すると、胸腺はその発達の極めて早い時期には2つの小さな原基で

ありこれはそもそも無血管のものであるが、胸腺が発達するに従いそれを取りまく血管が実質に陥入していき、その際上皮性細網細胞の膜が血管を鞘状にとりまいて周囲腔を作るという事である。この様にしてできた周囲腔と血液—胸腺閥門との関連以外に、Blanc と Koritke²³⁾が興味ある研究をしている。彼らによれば、周囲腔はその構造がリンパ洞に以ており、また周囲腔が胸腺の分葉間あるいは分葉周囲のリンパ管に連続しているものであるという。本研究では、周囲腔とリンパ管との関係は明らかにし得なかった。

4. 後毛細管小静脈の内面構造について

Umetani²⁴⁾はウサギ扁桃の後毛細管小静脈を観察し、その内皮は従来の記載よりはるかに複雑で緊密な構築をしている事を明らかにしている。彼の報告によれば、後毛細管小静脈の内腔は強く不揃いに膨隆した内皮細胞でおおわれ、内皮細胞自身に枝状の辺縁突起を持ち、これは内皮基底部では複雑に陥合し、内腔面では細胞間橋を形成している。また、内皮細胞境界上に位置したリンパ球と、内皮細胞間に陥入したリンパ球を観察している。

本研究でも、不揃いに鈎錘状に隆起した内皮細胞、枝状の突起、内皮細胞間橋、陥凹した内皮細胞境界に位置したリンパ球を観察している。Umetani によれば、リンパ球は内皮細胞間を遊走するとしているが、本研究の結果では、リンパ球が内皮細胞自体を穿通するのがあるいは内皮細胞間を遊走するのか一定の傾向は認められなかったが、ただリンパ球穿通後の痕跡と思われる0.5—1 μ の小孔は、内皮細胞自体に多く認められた。このような小孔は後毛細管小静脈以外の血管内皮には認められなかった。

胸腺で産生されるリンパ球が直接血流に入り全身に散布されるのか、あるいはリンパ管から胸管を通して全身に散布されるのかについては以前より種々の報告があるが、Marie²⁵⁾は、胸腺を出入りする動・静脈血のリンパ球数を調べ、流入する動脈血内よりも流出する静脈血特に髄質を走る細静脈血の方にはるかにリンパ球数が多いという結果を報告している。もし、リンパ球が直接血流中に入っていくとするなら、本研究の結果では、後毛細管小静脈の内皮がその通路としては最適の構造であると考えられる。

5. 胞腺囊胞と絨毛細胞

Pereira と Clermont²⁶⁾はラット胸腺を光顕的に観察し、時に囊胞の存在を確認しているが、それによれば、囊胞は分葉内中隔あるいは内髄質にしばしば

見出す事があり、時に外髄質あるいは皮質にも見出しうるが、しかしこれらは常に結合組織の層によって胸腺実質より境されているとしている。

本実験中にも極くまれに、正常ラットの分葉内中隔に相当する所に比較的大きい囊胞を観察した。

一般的に胸腺囊胞の成因については定説はないが、ただ胎生期の胸腺咽頭管の胸腺内遺残による上皮性組織に何かの原因により液体の貯溜が起り、囊胞が形成されてくるのであろうというのが共通した意見の様である。一方、Oksanen²⁷⁾は正常な若い成犬にはいわゆる囊胞は見られず、慢性腎炎、乳癌、甲状腺癌あるいは子宮筋腫などの疾病を持つ成犬に容易に見出す事ができると述べている。また変温動物で冬眠期に囊胞を多く見出す事ができ、これらの結果より囊胞は胎生期の形成遺残でなく動物の成長後に何かの原因により形成されるのではないかと推測している。

Isler²⁸⁾はニワトリに見られる胸腺囊胞を大きさにより3型に分類している。それによれば、I型として重層円柱上皮細胞からなる最大の囊胞で、壁にリンパ球様細胞を含み、内腔には明るい物質と細胞残渣があり、壁内面を被う細胞は円柱で時に微絨毛を持つ。壁にはリンパ球の他に100~500mm ϕ の顆粒を有する細胞が見られる。II型として、単層または重層の上皮細胞よりなる中型の囊胞で、壁にはリンパ球様細胞を含み、典型的粘液細胞、円柱細胞等、I型のものに似ている。III型として、上皮性細胞内囊胞をあげている。この囊胞は通常の空胞と異なり内腔に微絨毛を有し、直径も大きい。そしてI・II型は分泌機能を示す構造が見られるが機能は不明であり、III型のものは文献的に細胞免疫に何かの形で関与していると推測している。同様に、Cordier⁹⁾もヌードマウスの胸腺髄質に囊胞細胞がないのはホルモン分泌機能の欠如を示すものであるとしている。

本報告でラットに見られた囊胞はIslerの分類によれば、I型に相当するものと考えられる。ただ壁の厚さは厚い部分もあれば薄い部分もあり、内面構造も非常に多彩であった。文献的には囊胞内面の絨毛はよく知られている所であり、それに加えて本研究では大小楕円形の穴が多層に存在するためいわゆる篩状構造となり、時にその穴の奥からも絨毛がのびてきている部も観察されているが、これらの機能については不明である。なお壁には、小さな顆粒を持つ細胞も観察しているが、これはIslerの分類のI型にみられたものと同じ様なものであろう。

さて、他のリンパ組織とちがって胸腺の細網細胞は内胚葉性上皮性のものであるという性格上非常に種々の形態をとり、粘液細胞、円柱細胞、絨毛細胞あるいはハッサル小体をつくるなど多彩である。ItoとHoshino²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾は、絨毛を有する囊胞を胞体内に持つ細胞を研究し、この絨毛は“9+2”の運動線毛を持ち、囊胞の内容物として低密度の物質と、P-AS陽性の直径20~30m μ の顆粒を報告し、またgolden hamsterの胸腺髄質の上皮性細網細胞を研究し、2つの型に分類している。

これまでの報告によれば、絨毛を有する大小の囊胞も含めて、絨毛細胞あるいは各種の形をとる上皮性細網細胞は、正常な状態にある動物にもわずかに見られるものの、やはり頻度的には、動物が何かの疾患にかかっている時あるいは冬眠期など何かの異常状態にある時に多く観察されている。本研究で、筋肉片を腹壁皮下に埋没移植する実験は、ちょうどラットを一種の疾病状態に置いたと解釈する事ができるので詳しく検索してみたが、少なくとも複数の細胞よりなる囊胞は見出し得なかった。しかし2週間頃よりやはり分葉内中隔に相当する所に1個から数個の絨毛細胞を孤立的に見出す事ができた。走査型電子顕微鏡的にこの様な絨毛細胞を見つけ出す頻度は、正常ラットよりも筋肉埋没移植ラットの方がはるかに多かったので、絨毛細胞自体ラットが何らかの疾病状態にある時よく現われると結論した。この様な絨毛細胞が変性によるものかあるいは分化によるものかについて、Cordier³²⁾は、胸腺における絨毛産生はこの臓器が咽頭管遺残に原因し、囊胞の細胞における積極的絨毛産生はこれが変性の構造ではなく、反対に細胞の分化と再生の面を示すものとし、マウスではこの様な絨毛産生は常に2~3ヵ月のマウスに見られたと報告している。

なおSebuwufu³³⁾は、ヒト胎児胸腺の絨毛細胞を研究し、この細胞は単独あるいはグループとして見られ、髄質内の囊胞をうらうちし、いくつかの例でこれらの細胞や囊胞が固有のあるいは分泌物としての可能性のあるムコポリサッカライドを有すると報告しているがまだ完全にそれらの機能が解明されているとは言えない。

結 語

ラット胸腺の立体的微細構造について、その割断標本およびMercox樹脂注入による血管鑄型を作成、走査型電子顕微鏡で観察し検討を加えた。

1) 正常ラット胸腺皮質ではリンパ球は密につまっており、細胞表面にゆるやかな凹凸を持ち比較的平滑で、その微絨毛の数は少なく短かった。一方髄質ではリンパ球は疎につまっており、その直径は皮質のものよりやや大きく、表面に多数の長い微絨毛を持っていた。胞体そのものは皮質のものよりやや円形に近かった。

2) 超音波洗浄切断標本で見られる上皮性細網細胞の網目様構造は、その断面積において考えれば皮質では数個のリンパ球を保持しうるものであるのに対し、髄質では数10個から数100個のリンパ球を保持しうるものであった。これは皮質においてはリンパ球の産生と分化・成熟を、髄質においてはリンパ球の貯溜と移動性を重要とする構造の現われと考えられた。

3) 非常にまれではあるが胸腺嚢胞を観察しえた。嚢胞内面は通常の血管内皮に似て平滑な部分、多数の楕円形の穴が多層に存在するためいわゆる篩状構造の形態をとる部分あるいは絨毛の密生した部分など非常に多彩な構造をしていた。嚢胞壁の厚い部分には小さな顆粒を持つ細胞も観察された。

4) 実質内の血管は、皮髄境界より皮質側にある時は血管径の大きさには無関係に、よく連続した上皮性細網細胞の膜としたがって明瞭な周囲腔を有していたが、髄質側では急に上皮性細網細胞の膜が不連続なものとなり、したがって明瞭な周囲腔を持たなかった。

5) 後毛細管小静脈の内面構造は非常に複雑で、内皮細胞は細長くあるいは紡錘状に隆起し、細胞表面は凹凸が著しくまた微絨毛を有し、隣接する内皮細胞と明瞭な境界を有していた。さらに1つの内皮細胞より他の内皮細胞へと突起を出し、いわゆる内皮細胞間橋を形成していた。また2つ以上の内皮細胞境界の陥凹部分にリンパ球が捕捉され、あるいは内皮を穿通中のリンパ球をしばしば観察した。リンパ球穿通後の痕跡と考えられる小孔もしばしば観察

した。この様に後毛細管小静脈の内面構造が多彩な事から、リンパ球の胸腺実質—血流間の通路としてはこの部が最適であると考えられた。

6) 血管鑄型では、太い血管は主として中隔を通り、動脈の一部は中隔被膜に沿って胸腺外方へ、また一部は直接皮髄境界に入り、皮質へと走り前者とともに皮質に分布毛細血管網を形成する。その後静脈となって髄質に向うが一部で銭型表面に内皮細胞の圧痕を特徴とする後毛細管小静脈の鑄型を観察した。髄質では静脈が著しく蛇行し、互い吻合して静脈叢を形成していた。胸腺外方の被膜でも静脈が蛇行し静脈叢を形成し、しばしば毛細血管が太い静脈に直接入るという一種の動静脈吻合を観察した。

7) コルチコステロイド注射直後のラット胸腺の皮質では、リンパ球が著しく破壊され、表面構造が不整となり、リンパ球数は減少していた。髄質ではリンパ球数の減少は著明であったが破壊像はほとんど見られず、むしろリンパ球の移動を暗示させた。注射後3週間目の皮質はかなり正常な皮質像を呈し、リンパ球数の増加も見られたが、髄質のリンパ球数の増加は遅れていた。

8) 他のラットの筋肉片を腹壁皮下に埋没移植したラット胸腺の皮質では、持続する抗原刺激のためリンパ球は通常の状態よりもいっそう密につまっており、表面は丸みを帯び微絨毛はほとんど消失していた。髄質のリンパ球には著変がなかった。また孤立性散在性の絨毛細胞は正常ラットよりも著しく多く観察された。

謝 辞

稿を終るにのぞみ、御懇篤なる御指導、御校閲を賜った折田薫三教授に感謝を捧げるとともに、本研究を直接御指導下さった高知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. Anderson, T.F.: Techniques for preservation of 3-dimensional structure in preparing specimens for electron microscope, *Ann. New York Acad. Sci.* 13, 130-140, 1951.
2. Abe, K. and Ito, T.: Fine structure of small lymphocytes in the thymus of the mouse: Qualitative and quantitative analysis by electron microscopy. *Z. Zellforsch.*, 110, 321-335, 1970.
3. Salinas, F. A., Smith, L. H. and Goodman, J. W.: Cell size distribution in the thymus as a function of age, *J. Cell. Physiol.* 80, 339-346, 1972.

4. 高杉敏久, 胸腺の走査電顕的研究: 血管周囲腔を中心として, *Acta Haematol. Jpn.* 41, 455-461, 1978.
5. Dougherty, T.F. and White, A.: Influence of hormones on lymphoid tissue structure and function: role of pituitary adrenofrophic hormone in regulation of lymphocytes and other cellular elements of the blood, *Endocrinology* 35, 1-14, 1944.
6. Forsham, P. H., Thorn, G. W., Prunty, F. T. C., and Hills, A. G.: Clinical studies with pituitary adrenocorticotrapin *J. Clin. Endocr. Metab.* 8, 15-66, 1948.
7. Sprague, R. G., Power, M. H., Mason, H. L., Albert, A., Mathieson, D. R., Hench, P. S. Kendoll, E. C., Slocumb, C. H. and Polley, H. F.: Observations on physiologic effect of cortisone and ACTH in man, *Arch. Int. Med.* 85, 199-258, 1950.
8. Hwang, W. S., Ho, T. Y., Luk, S. C. and Simon, G. T.: Ultrastructure of the rat thymus: a transmission, scanning electron microscope, and morphometric study. *Lab. Invest.* 31, 473-487, 1974.
9. Cordier, A. C.: Ultrastructure of the thymus in "Nude" Mice, *J. Ultrastruct. Res.* 47, 26-40, 1974.
10. Harris, S. and Harris, T.: Studies on transfer of lymph node cells; effects of variation in interval between injection of antigen into donor and collection of its lymph node cells. *J. Exp. Med.* 100, 269-287, 1954.
11. Yoffey, J. M., and Coutice, F. C.: *Lymphotice, Lymph and Lymphoid Tissue*. Edward Arnold, London, P.334. 1956.
12. Clark, S. L.: The thymus in mice of strain 129/J, studied with the electron microscope, *Am. J. Anat.* 112, 1-34, 1961.
13. Weis, L.: Electron microscopic observations of the vascular barrier in the cortex of the thymus of the mouse, *Anat. Rec.* 145, 413-438, 1963.
14. Bearman, R. M., Bensch, K. G. and Levine, G. D.: The normal human thymic vasculature: An ultrastructural study, *Anat. Rec.* 183, 485-498, 1975.
15. 小林忠義, 他: リンパ系組織に関する形態学的研究, 第4報, 胸腺のリンパ管構造について, 日病会誌, 53, 176-176, 1964.
16. Saint-Marie, G. and Leblond, C. P.: Elaboration of a model for the formation of lymphocytes in the young adult rat, *Blood* 26, 765-783, 1965.
17. 星野洸: マウス胸腺の電子顕微鏡的研究, 殊に上皮性細網細胞と血管との位置的関連, 解剖誌, 40, 66-67, 1965.
18. Kramarsky, B., Siegler, R. and Rich, M. A.: Presence of endothelial fenestrations in thymic capillaries of mice. *J. Cell Biol.* 35, 464-467, 1967.
19. Raviola, E. and Karnovsky, M. J.: Evidence for a blood-thymus barrier using electron-opaque tracers, *J. Exp. Med.* 136, 466-498, 1972.
20. Harr, J. L.: Light and electron microscopy of the human fetal thymus. *Anat. Rec.* 179, 463-476, 1974.
21. Patteu, B. M.: *Human Embryology*. Mc-Graw-Hill, Third ed. New York, Toronto, Sydney, London, pp. 438-440, 1968.
22. Kostowieki, M.: Development of the so called double-walled blood vessels of the thymus. *Z. Mikr. Anat. Forsch.* 77, 401-431, 1967.
23. Blanc, F., Fabre, M. and Koritke, J. G.: The thymus of the human neonate and its perivascular channels, ultra study. *Arch. Anat.* 56, 223-242, 1973.
24. Umetani, Y.: Postcapillary venule in rabbit tonsil and entry of lymphocytes into its endothelium: a scanning and transmission electron microscope study, *Arch. Histol. Jpn.*, 40, 77-94, 1977.
25. Saint-Marie, G. and Peng, F.: Emigration of thymocytes from the thymus, a review and study of the problem, *Rev. Can. Biol.* 30, 51-78, 1971.

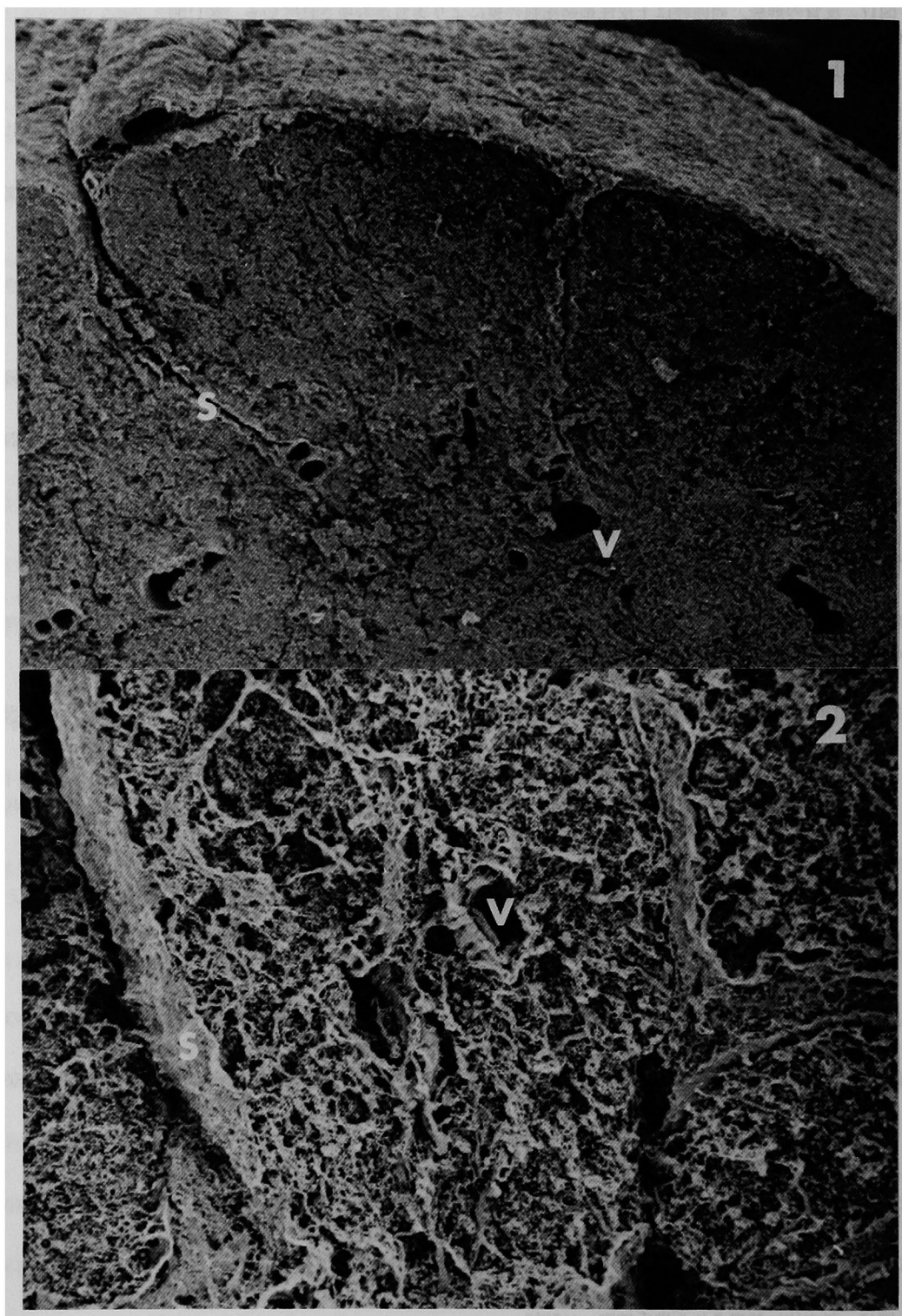
26. Pereira, G. and Clermont, Y.: Distribution of cell web-containing epithelial reticular cells in the rat thymus, *Anat. Rec.* 169, 613-626, 1970.
27. Oksanen, A.: Fine structure of epithelial thymus cysts in dogs, *Acta Pathol. Microbiol. scand. Sect. A*, 85, 470-480, 1977.
28. Isler, H.: Fine structure of chicken thymic epithelial vesicles, *J. Cell Sci.* 20, 135-147, 1976.
29. Hoshino, T.: The fine structure of ciliated vesicle-containing reticular cells in the mouse thymus, *Exp. Cell Res.* 27, 615-617, 1962.
30. Hoshino, T.: Electron microscopic studies of the epithelial reticular cells of the mouse thymus, *Z. Zellforsch.* 59, 513-529, 1963.
31. Ito, T. and Hoshino, T.: Fine structure of the epithelial reticular cells of the medulla of the thymus in the golden hamster, *Z. Zellforsch.* 69, 311-318, 1966.
32. Cordier, A. C.: Ciliogenesis and ciliary anomalies in thymic cysts of "nude" mice, *Cell Tiss. Res.* 148, 397-406, 1974.
33. Sebuwufu, P. H.: Ultrastructure of human fetal thymic cilia, *J. Ultrastruct. Res.* 24, 171-180, 1968.

付 図 説 明

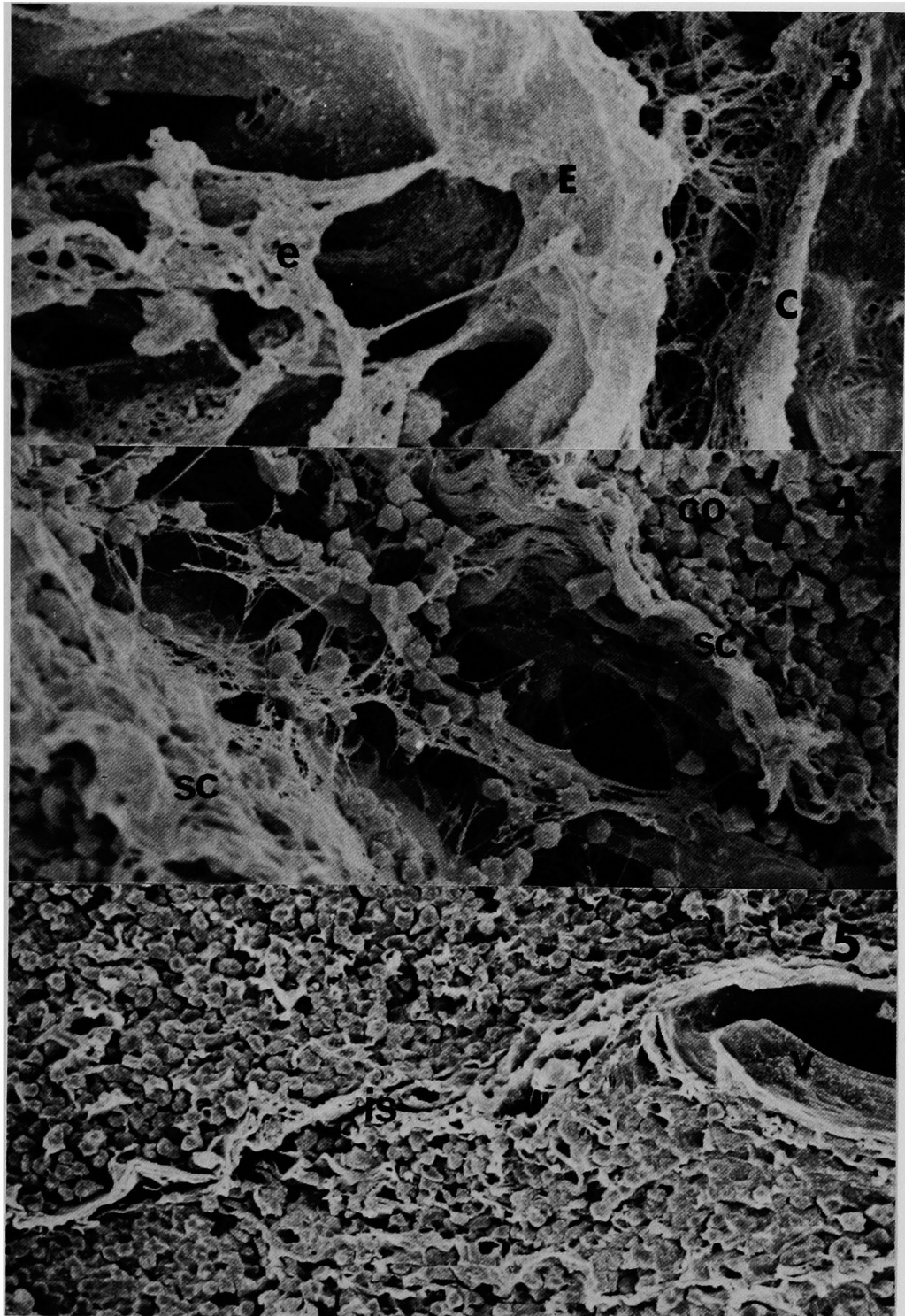
- 図1. 正常胸腺断面。実質は被膜および被膜の陥入によりつくられる中隔(S)により各分葉に分けられる。比較的大きい血管(V)は被膜あるいは中隔に沿って走る。×112
- 図2. 断面超音波洗浄標本。断面表面のリンパ球が除去され、上皮性細網細胞の網目様構造が明瞭に観察される。V-血管×126
- 図3. 断面超音波洗浄標本。中央より左側は極く表層の皮質。被膜は結合組織性の膜(C)と上皮性細網細胞の膜(E)に区別され、後者は実質内の上皮性細網細胞(e)の突起により支持されている様に見える。×2800
- 図4. 中隔の中拡大像。皮質(co)は被膜(sc)により中隔と境され、対面する中隔被膜の間には結合組織性の繊維が縦横に走りリンパ球を捕捉している様に見える。×1200
- 図5. 分葉内中隔(is)。分葉内中隔はほとんどの場合比較的大きい血管(V)を伴う。×630
- 図6. 皮質像。表面にゆるやかな凹凸のあるリンパ球(l)が密につまっております所に上皮性細網細胞(e)とその突起が観察される。×4500
- 図7. 超音波洗浄標本の皮質像。上皮性細網細胞(e)でつくられる網目様構造が明瞭に観察される。1つの網目に断面で数個のリンパ球を保持し得るが、上皮性被膜(E)に近接する部では網目がやや大きい。×1600
- 図8. 髓質像。皮質のものよりやや大き目で円形に近いリンパ球(l)。多数の長い微絨毛を有する。リンパ球が皮質より疎なため上皮性細網細胞がよく観察される。×4500
- 図9. 超音波洗浄標本の髓質像。上皮性細網細胞(e)によりつくられる網目様構造。1つの網目は皮質のものより大きく断面で数10-数100のリンパ球を保持し得る。×1300
- 図10. よく発達したハッセル小体。小体表面に鱗状の上皮性細網細胞と深い裂孔(矢印)が見られ、小体自身周囲の上皮性細網細胞の突起(P)でつながっている。×1000
- 図11. 髓質によく見られる間葉性細網細胞(m)。上皮性細網細胞(e)とは明らかに形態が異なりリンパ球(l)よりやや大きく、多数の長い微絨毛を有する。×5000
- 図12. 胸腺嚢胞(C)。中隔(S)の底部で上皮性細網細胞の膜(矢印)が広がり、その中にリンパ球集積とともに見られる。×250
- 図13. 嚢胞壁の厚い部分。顆粒(左端矢印)を有する細胞や絨毛(C)を有する上皮性細網細胞(e)よりなる。L-内腔 ×6000
- 図14. 15. 嚢胞内面構造。内面は絨毛(C)の密生した部分、大小の楕円形の孔が多層に見られるなど多彩である。矢印-顆粒 図14. ×4250 図15. 7000

- 図16. 皮質の毛細血管。周囲は持たない。×2800
- 図17. 皮質の静脈。周囲腔は上皮性細網細胞の膜により実質から境されている。×1100
- 図18. 皮質の静脈。直径 100μ 以上の血管でも皮質にあれば明瞭な周囲腔を有する。×380
- 図19. 周囲腔。血管壁(V)と上皮性細網細胞の膜(E)との間には上皮性細網細胞とその突起が両者を支持している様に見える。1-リンパ球。×4000
- 図20. 皮髄境界のやや皮質よりにある静脈。中央やや右より左側が皮質。右端は髄質。周囲腔は髄質側で巾が広い。×530
- 図21. ちょうど皮髄境界にある静脈。中央より左側が皮質。皮質側では上皮性細網細胞の膜(矢印)が明瞭であるが、髄質側では急に不明瞭となる。×700
- 図22. 髄質にある静脈。周囲腔ははっきり認められない。×780
- 図23. 皮質に見られる後毛細管静脈。上皮性細網細胞の膜(矢印)と周囲腔にあるリンパ球(1)が観察される。×3750
- 図24. 髄質に見られる後毛細管静脈(V)と動脈(A)。後毛細管静脈は周囲腔を持たない。×780
- 図25. 後毛細管静脈の内面構造。鈎錘状に隆起した内皮細胞と明瞭な細胞境界、細胞表面の微絨毛と内皮細胞間橋(矢印)、リンパ球等が観察される。×2400
- 図26. 図25に同じ。長い矢印は内皮を穿通中のリンパ球。短い矢印は穿通後のものと思われる小孔。×2400
- 図27. 内皮を穿通中のリンパ球(中央)。上端矢印は穿通後の小孔と思われる。×13400
- 図28. 内皮細胞間に陥入中の微絨毛を有するリンパ球(中央)。×7600
- 図29. 30. 31. 33. 34. 35. 36. 37. 血管鑄型の走査電顕像。
- 図29. 鑄型の割断。鑄型でも各分葉が明瞭に識別できる。太い血管(V)は分葉間の中隔を走る。×38
- 図30. 中隔被膜(C)に向かって走る細動脈(矢印)はしだいに分枝する。×64
- 図31. 太い血管は中隔(S)を走る。胸腺外表の被膜面(C)まで出てきた細動脈(矢印)。Pは実質面。×36
- 図32. 胸腺実質割断面。被膜表面を蛇行する静脈(V)の割断面を示す。×350
- 図33. 蛇行する静脈(V)とそれに近接して走る毛細血管(矢印)。×210
- 図34. 図33の矢印部分の拡大像。毛細血管が直接蛇行する太い静脈に入る。静脈から毛細血管にかけて成因不明の線状痕が観察される。×2140
- 図35. 皮質部分に分布する毛細血管叢と、透見される後毛管静脈(V)の鑄型。×200
- 図36. 後毛細管静脈(V)と動脈(A)。後毛細管静脈の鑄型表面には数多くの圧痕(矢印)が見られる。×360
- 図37. 髄質内の蛇行する静脈。×390
- 図38-41. コルチコステロイド注射後のラット胸腺割断標本。
- 図38. 注射直後の皮質。リンパ球数は著減し、形は著しく不整形となり、破壊されたリンパ球の残渣と考えられるものが観察される。×1300
- 図39. 図38と同じ標本の髄質。リンパ球数の減少は認められるが、形の変化は皮質のもの程著しくない。×1300
- 図40. 注射3週間目の皮質。リンパ球表面に微絨毛よりも太い突起が見られる等形にやや不整があるものの、リンパ球数はかなり回復してきている。×2600
- 図41. 図40と同じ標本の髄質。髄質のリンパ球の形も皮質と同様の変化はあるが、数の増加は皮質程ではない。×2600
- 図42-47. 筋肉片埋没移植ラットの胸腺割断標本。
- 図42. 皮質。表面が非常に平滑リンパ球が密につまっている。×4000
- 図43. 血管周囲にしばしば観察される顆粒を持つ細胞(中央下部、左上端)血管は左下部。×5800
- 図44. 血管周囲にしばしば観察される空胞を持つ細胞。右上端は血管。×4000
- 図45. 表面に多数の微絨毛を持つ大型の細胞。×1400
- 図46. 髄質。×2800
- 図47. 孤立的に観察される絨毛細胞。×5300

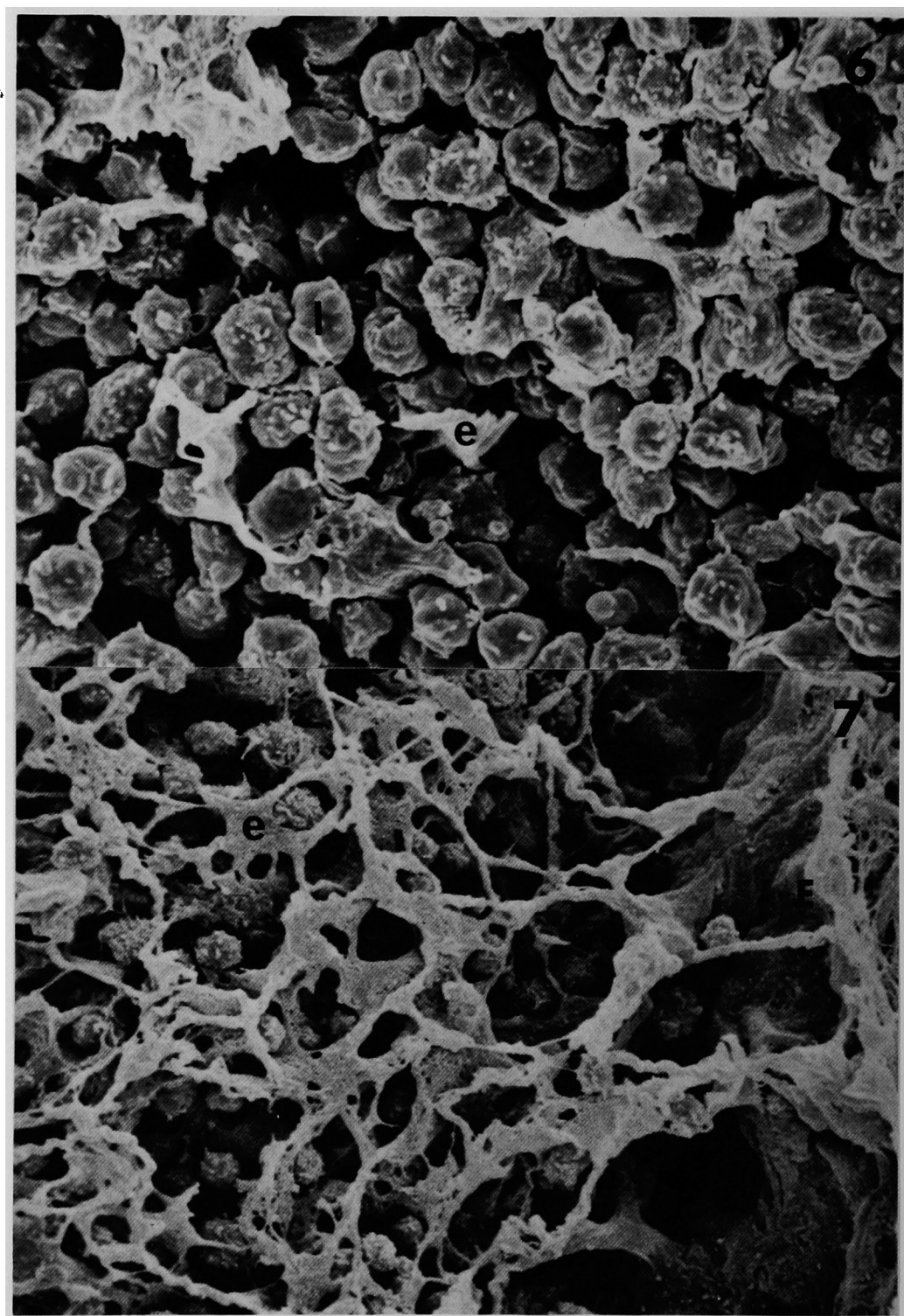
吉井康哲論文附図



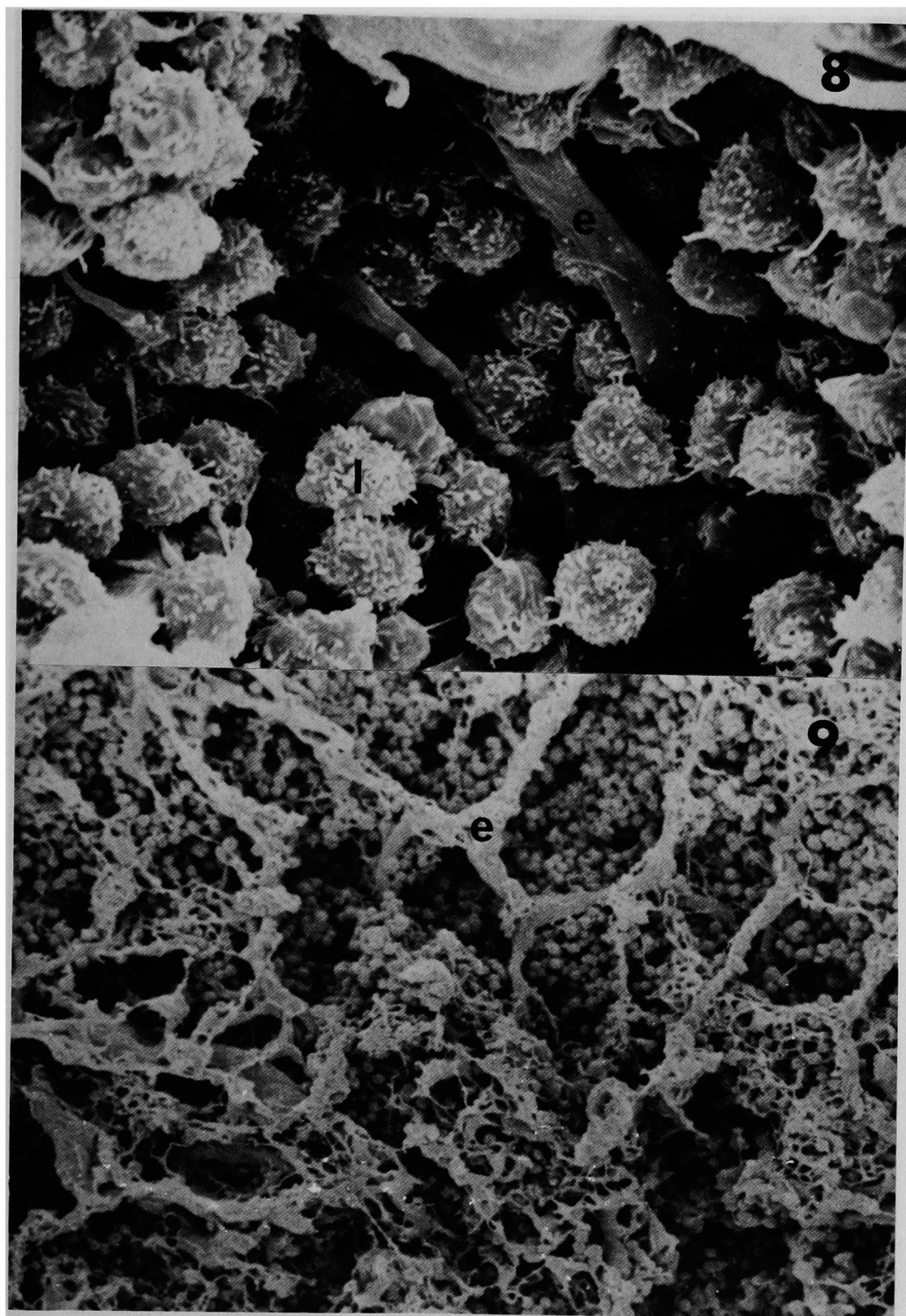
吉井康哲論文附図



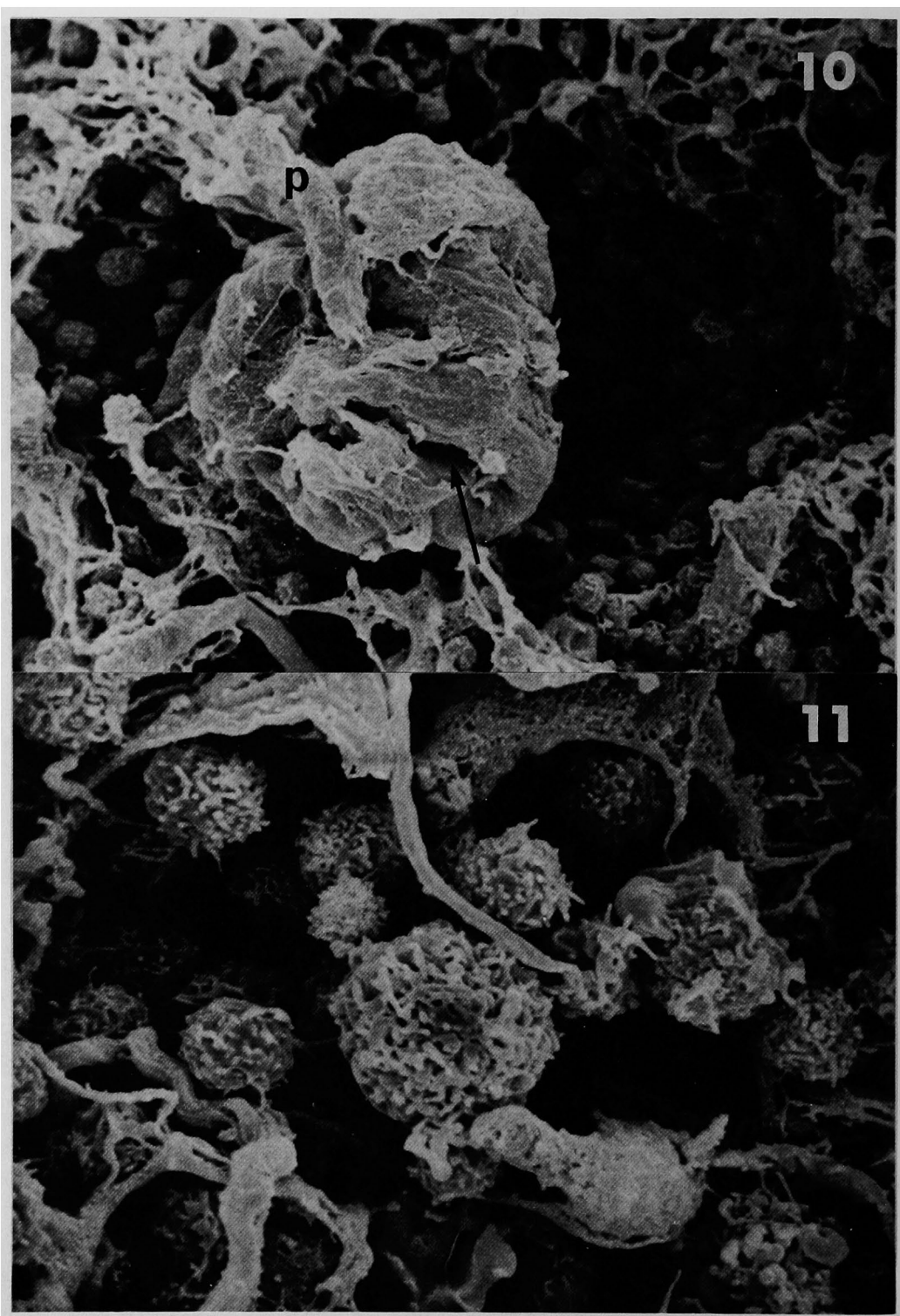
吉井康哲論文附図



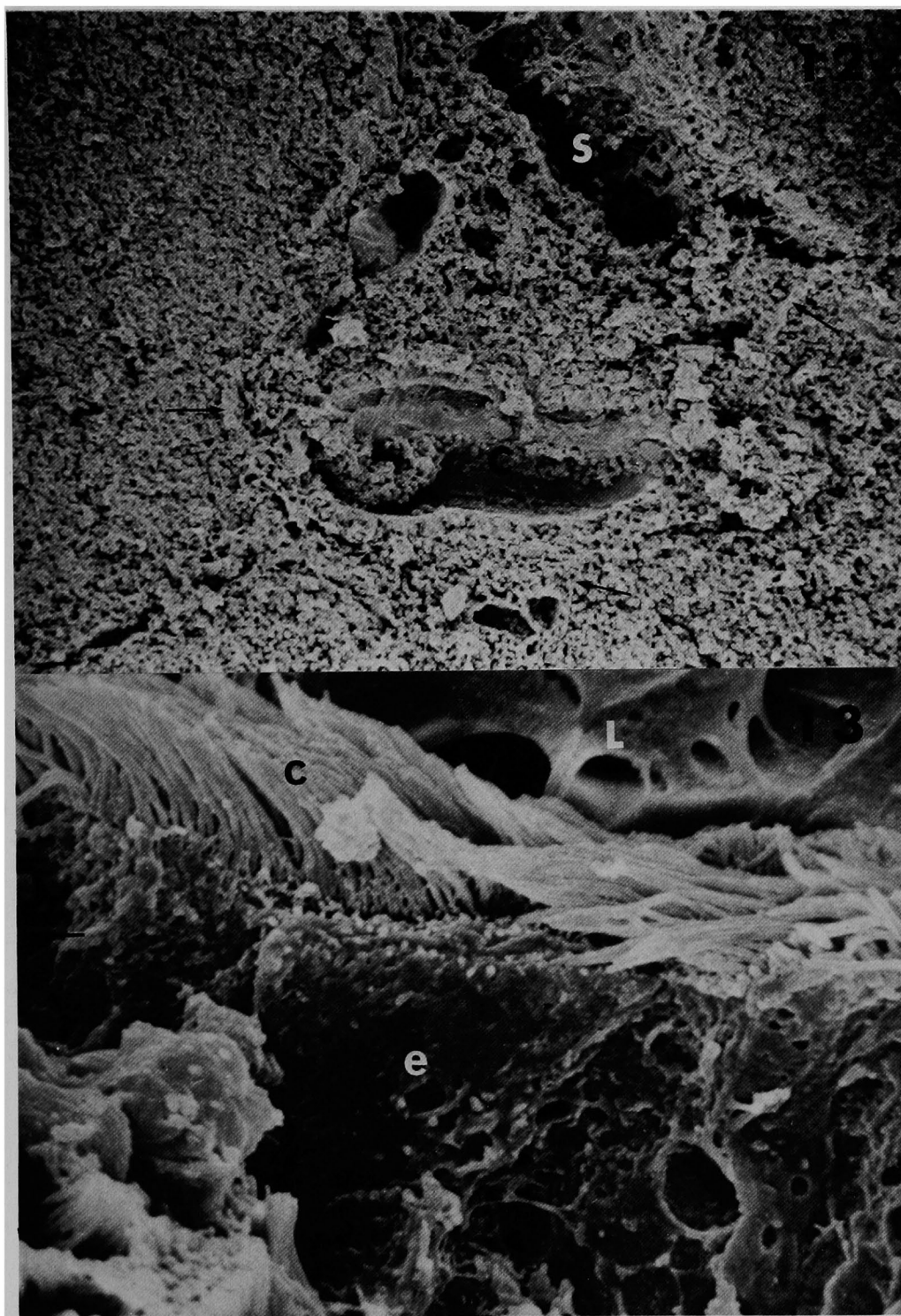
吉井康哲論文附図



吉井康哲論文附図



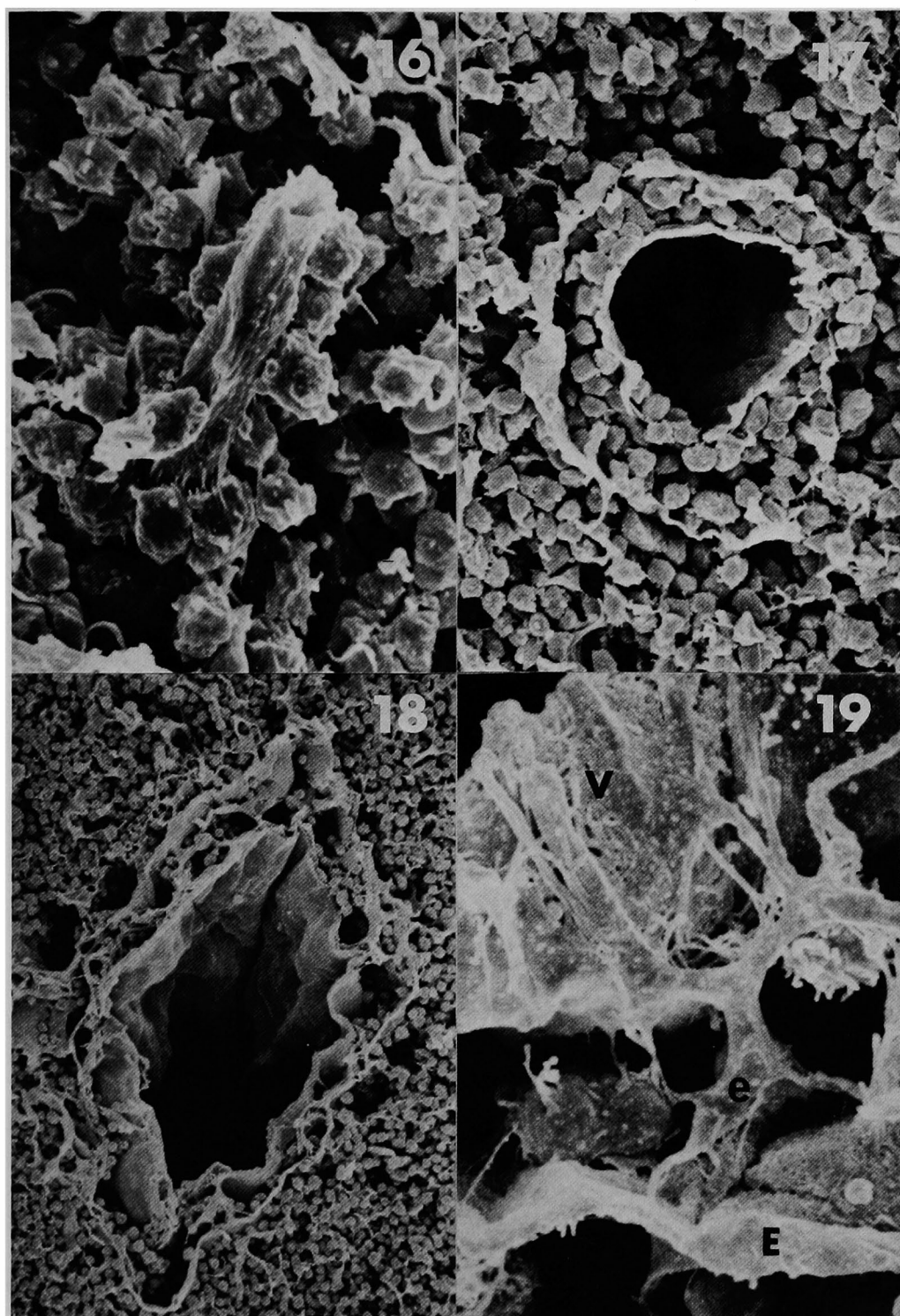
吉井康哲論文附図



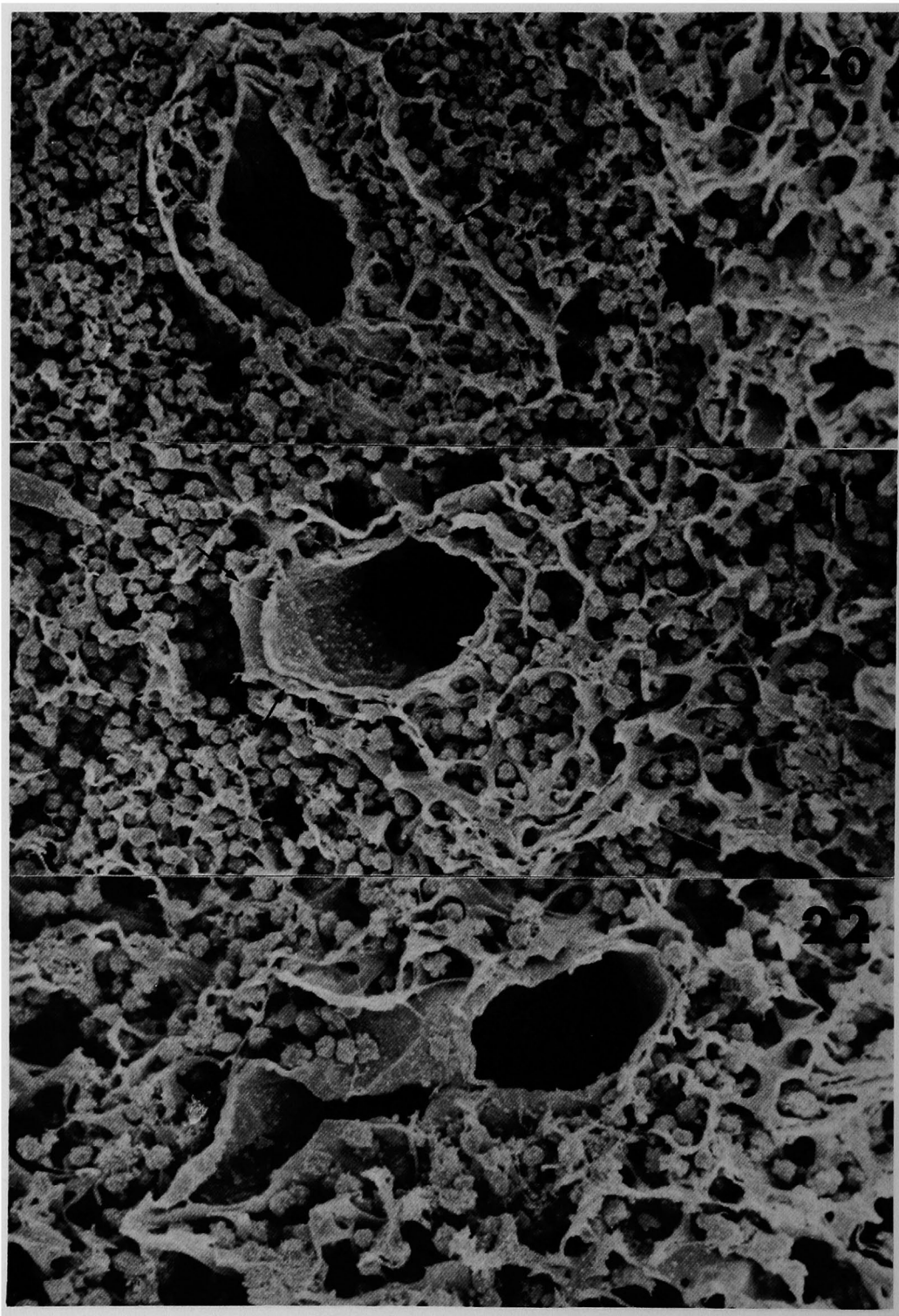
吉井康哲論文附図



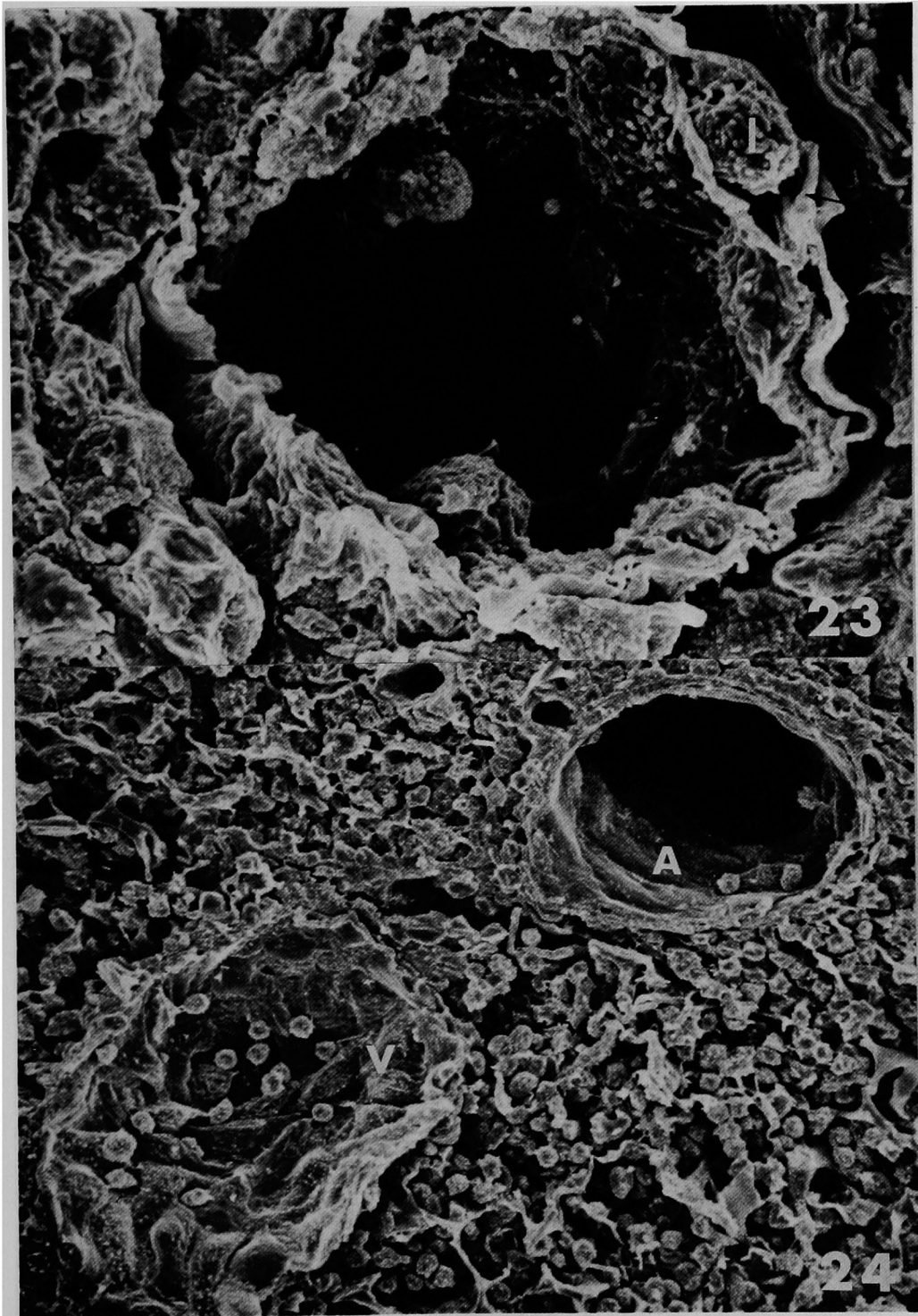
吉井康哲論文附図



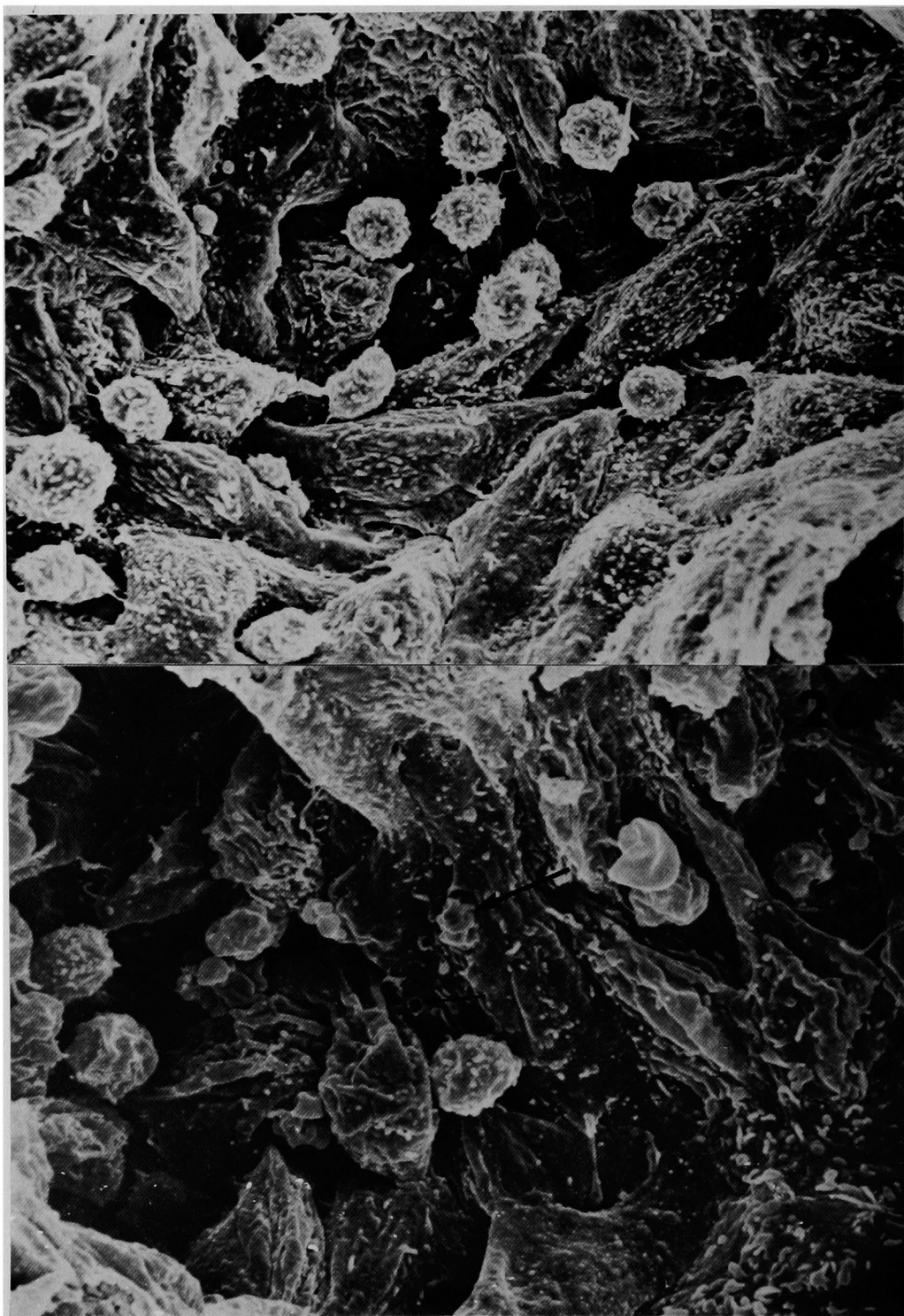
吉井康哲論文附図



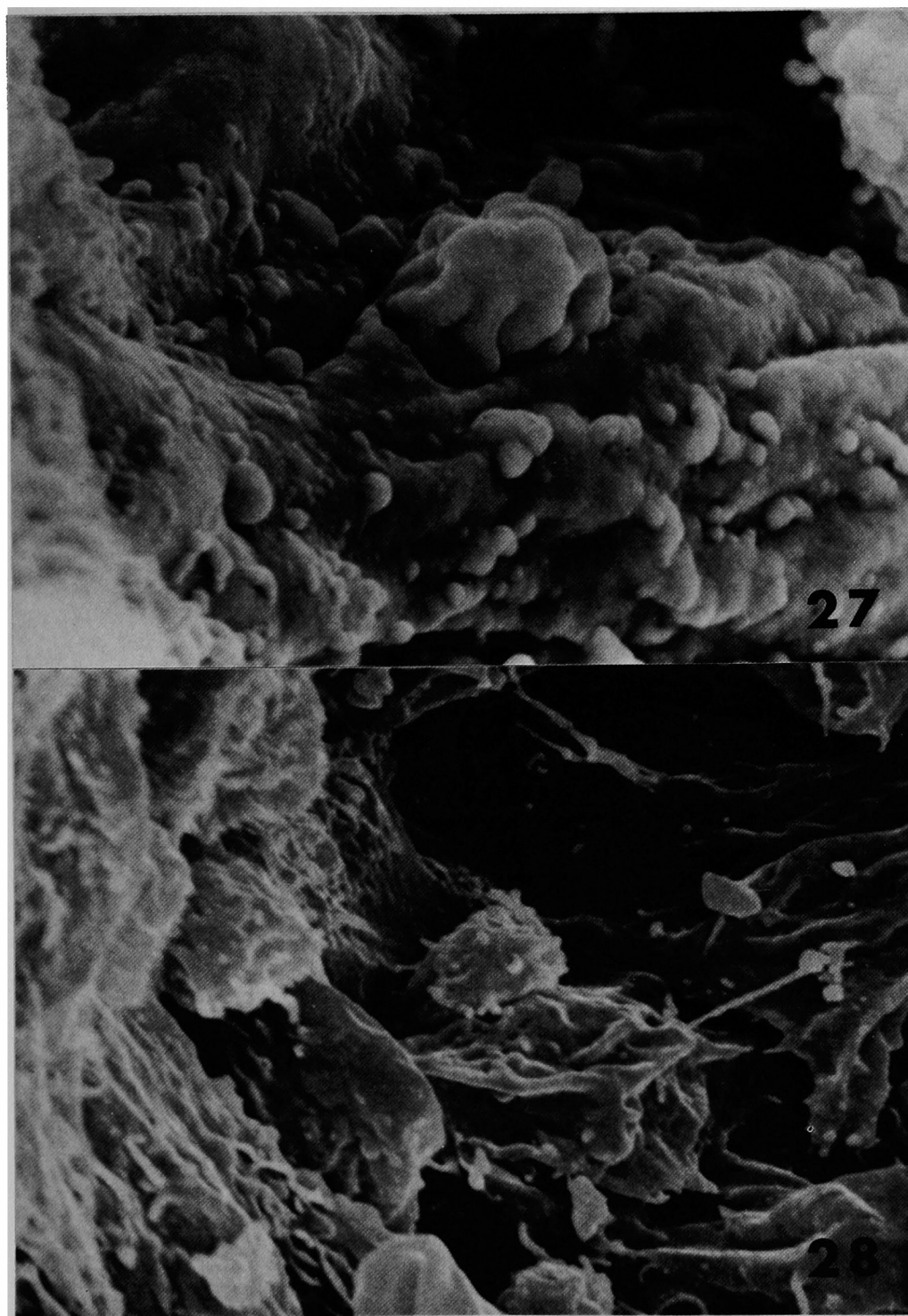
吉井康哲論文附図



吉井康哲論文附図

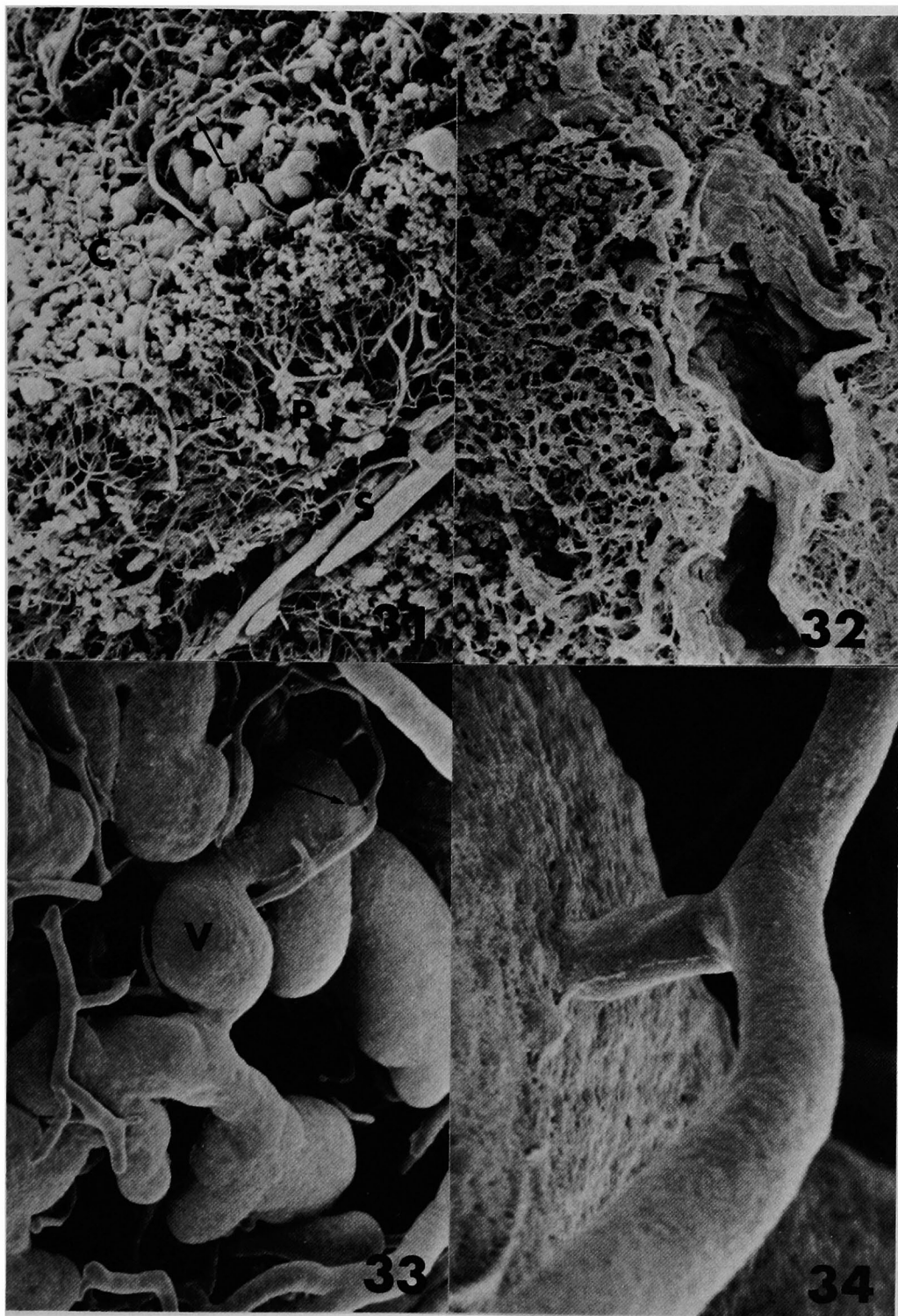


吉井康哲論文附図



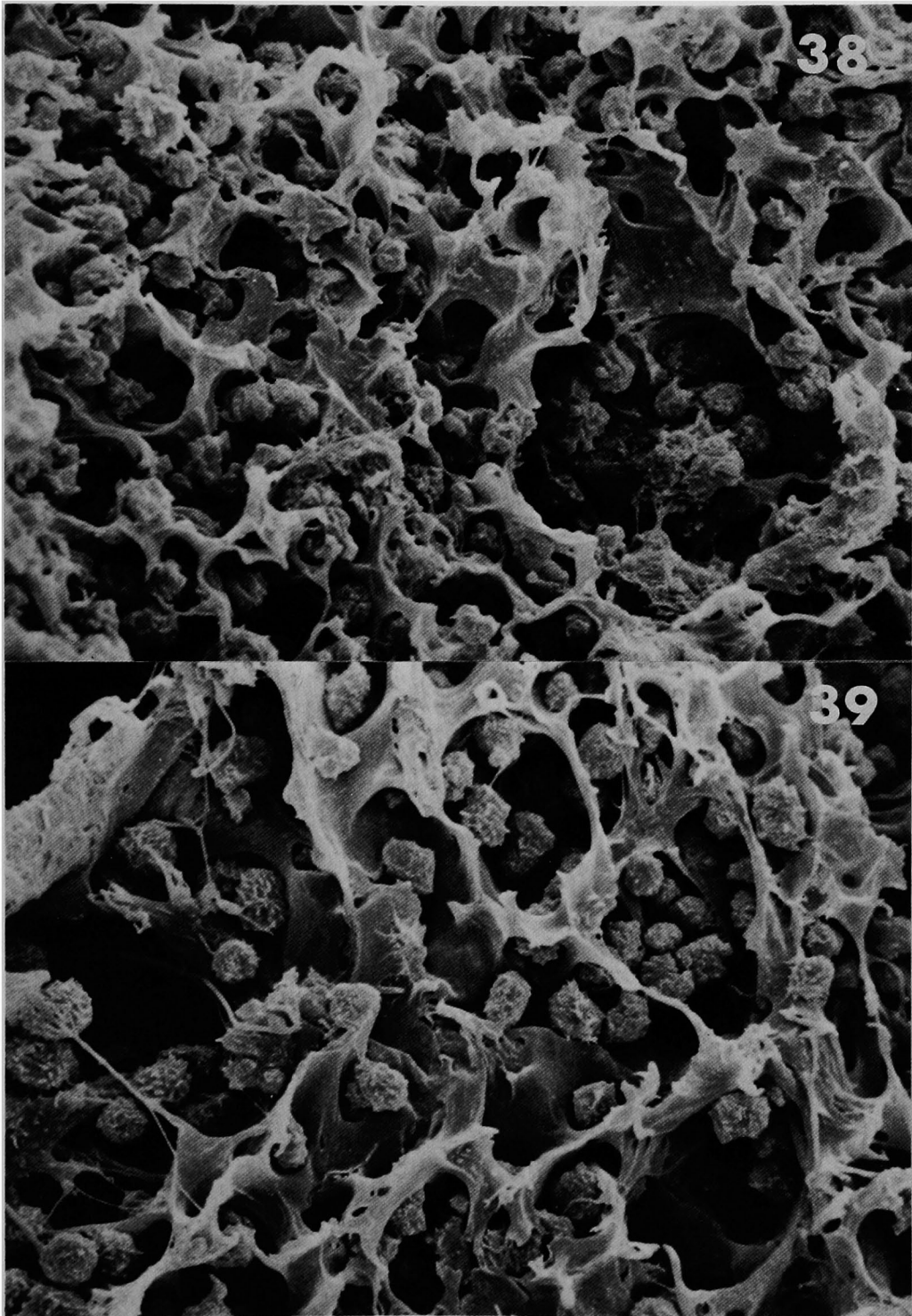


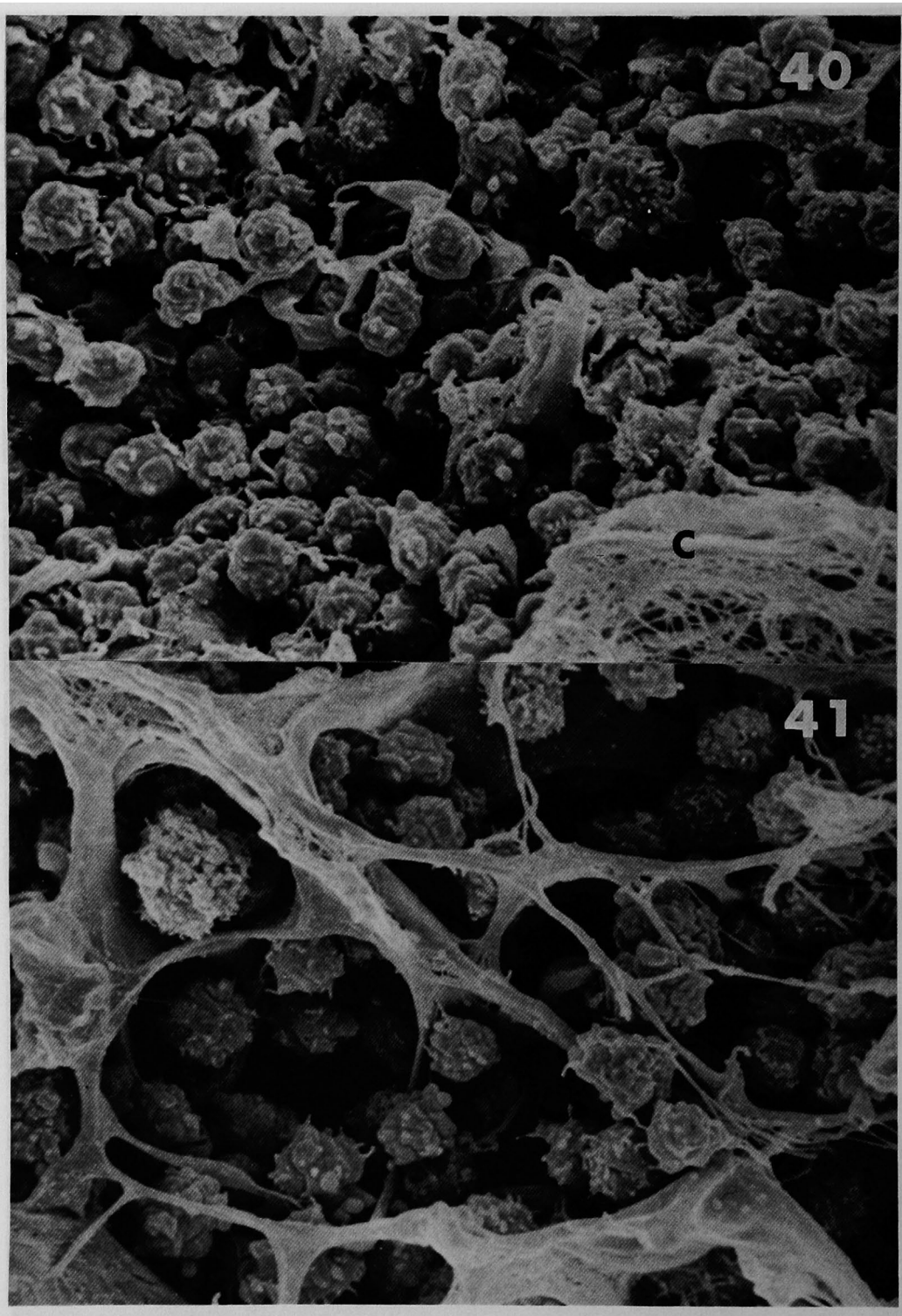
吉井康哲論文附図



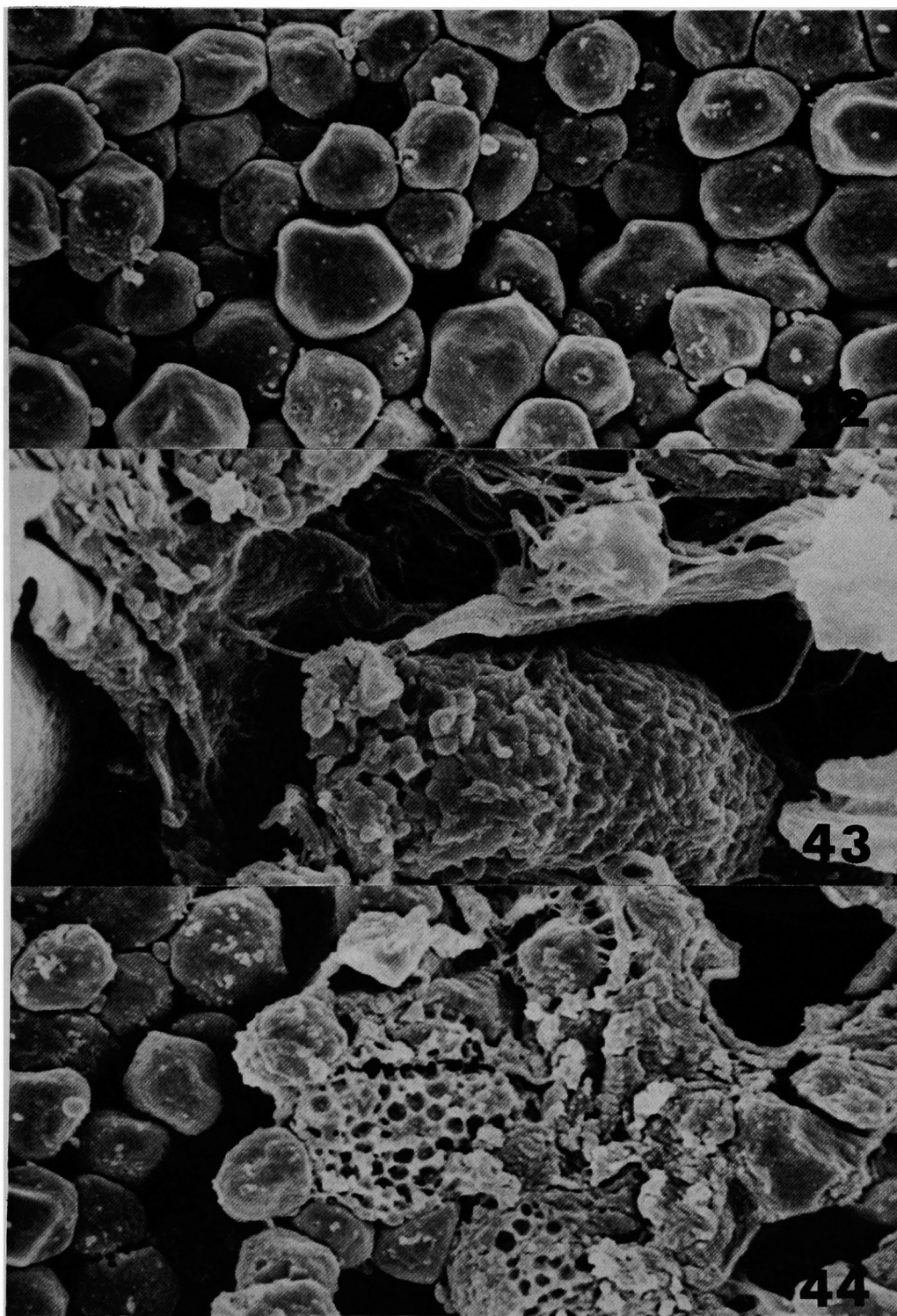


吉井康哲論文附図

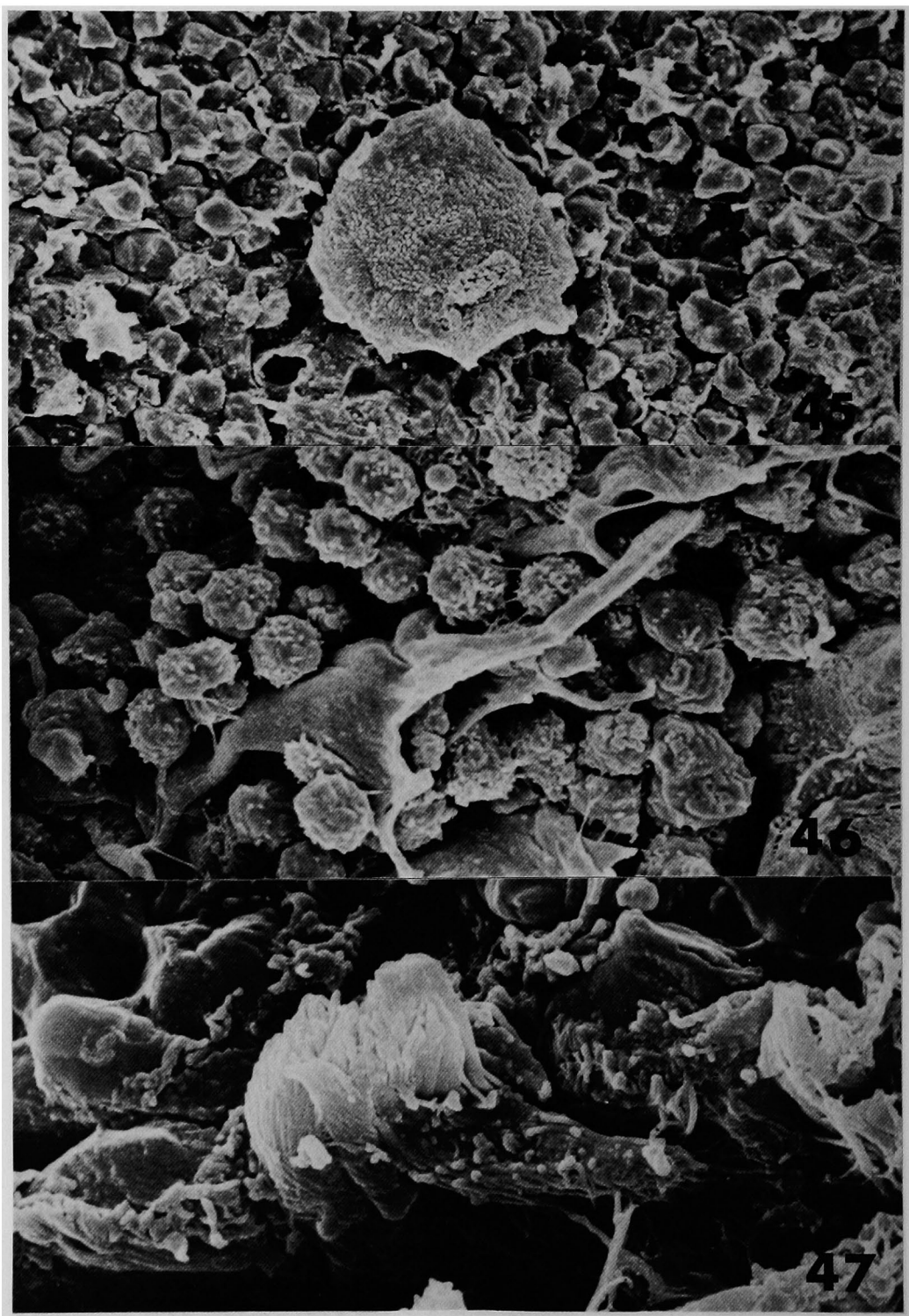




吉井康哲論文附図



吉井康哲論文附図



Scanning electron microscope study of rat thymus

Yasunori YOSHII

First Department of Surgery, Okayama University Medical School

(Director : Prof. K. Orita)

Scanning electron microscope observations were conducted on cross-sections and blood-vessel casts of normal rat thymus. A comparative study was carried out with thymus cross-sections prepared from rats injected with corticosteroid and from rats undergoing muscle-embedding transplantation. The results were as follows: Cortical lymphocytes of normal rat thymus had fewer microvilli, while medullary lymphocytes had many. The network made by epithelial cells was smaller but that made by the medullary cells was larger. The cortex-medulla boundary was distinct on the cortical side and indistinct on the medullary side. The interior surface structures of the posterior capillary venules presented a variety of changes which enabled smooth wandering of the cells. There were also some lymphocytes penetrating through the vascular endothelium. With blood vessel casts cicatrization of the posterior capillary venules was characteristic. On the interior surface of the thymus cyst there were villous or cribriform structures.

In the cortex of the rat thymus injected with corticosteroid destruction of lymphocytes was marked, and in the medulla a decrease in the number of lymphocytes was the main change. In the rat thymus after muscle-embedding transplantation cortical lymphocytes appeared rounded and there were many ciliated cells.