

한국산 쇠오징어(*Sepiella maindroni*)의 흡반(Sucker)내 점액세포 및 상피성 감각수용세포

장남섭

목원대학교 이공대학 생물학과

쇠오징어(*Sepiella maindroni*) 흡반의 외측 상피조직에서 3종류의 감각세포(A, B 및 D형 감각세포)와, 1종류의 감각상피세포(C형 감각 상피세포) 그리고 2종류의 점액세포(a 및 b형 점액세포)가 각각 관찰되었다.

A 및 B형 감각세포는 분포상태가 다를 뿐, 형태는 거의 유사한 세포이고 많은 분비액포를 지닌 해면질 형태의 세포로서 전자 밀도가 낮은 물질을 분비하는 분비성 감각세포로 확인되었다.

D형 세포는 매우 작은 감각세포로서 세포의 자유면에 긴 용모가 밀생되어있었고, 측면 원형질막은 불규칙한 手指狀 연접을 이루고 있었다. 이 세포는 전자밀도가 매우 높아서 검게 보였다.

C형 감각 상피세포도 세포의 자유면에 긴 미세용모가 밀생되어있는 단층 원주상 세포로서, 이 세포 역시 측면원형질막이 불규칙한 수지상 연접을 이루고 있고, 엽접내에는 많은 소포와 약간의 사립체가 관찰되었다.

a형 점액세포는 세포질속에 내강이 팽창된 활면소포체를 소지하고 있으며 전자밀도가 높은 구형의 점액과립을 형성하였고, b형 점액세포도 전자밀도가 중등도인 점액질 과립을 소지하고 있었다.

KEY WORDS: Sucker, Cuticular spine, Sensory receptor cells.

두족류(cephalopoda) 흡반에 관한 연구는 Guérin(1908)에 의하여 연구가 시작된 이래 Rossi 와 Graziadei(1958) 그리고 Graziadei (1959a, b, 1960a, b, 1961, 1962, 1964)등은 두족류 흡반을 해부학적으로 누두부 흡반부 그리고 병부등 3부분으로 관찰하였다. 또한 Santi와 Graziadei(1975)는 오징어류는 낙지류와 달라서 흡반의 외측은 측면의 누두부 상피가 등글게 감싸고 있고 내측에는 많은 가시가 돌출되어 있는 각질성인 이(角質性 齒)가 각질성 상피로 둘러싸여 있다고 하였다. 이어서 Santi와 Graziadei(1975)는 오징어 흡반의 각질성 이를 감싸는 상피 및 누두부 상피근육에 관하여 연구한 바도 있다. 이 근육은 흡반의 입구인 누두상피 밑에 자리잡고 있어 흡반근을 팽팽하게 응기시켜 흡반내의 진공상태를 유지시킴으로써 흡반내 음

압이 형성되고, 이는 자신을 타물체에 부착하거나 먹이를 잡기위한 역할을 수행하는데 이용된다고 하였다.

그러나 흡반은 그 이외에도 화학적 또는 물리적 자극을 받아들일 수 있는 화학감수기와 기계적 감수기 그리고 전기적 감수기까지도 소지하고 있다는 많은 연구결과도 있다(Von Uexkull, 1894; Giersberg, 1926; Ten-Cate, 1928; Rowell, 1963, 1966; Well, 1963, 1964)

특히 흡반의 상피조직내 분포하는 감각세포와 감각상피세포에 대한 전자현미경적 연구는 Santi와 Graziadei(1975) 및 Chang(1992)를 제외하고는 거의 전무한 상태이다.

이에 본 실험에서는 쇠오징어(*Sepiella maindroni*) 흡반상피의 미세구조를 전자현미경을 통하여 상세히 밝힘으로써, *Octopus*

variabilis(Chang, 1992) 상피조직내 분포하는 감각세포 및 감각상피세포와는 많은 차이점이 인정되어 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

쇠오징어(*Sepiella maindroni*)를 강원도 삼척시 정라항에서 포획한 후 실험실로 운반하여 10°C 바다물과 모래 그리고 형광등이 켜진 수조에서 2-3일간 사육 후, 흡반의 기능에 대한 관찰을 수행하였으며, 부위별로 절단하여 실험재료로 사용하였다.

실험방법

광학현미경 관찰을 위하여 적출된 재료를 10% neutral formalin에 3시간 고정한 후 통상법으로 paraffin에 포매하였다. Paraffin block을 회전용박절기를 사용하여 횡단절편(1 μm)과 종단절편(1 μm)을 만들었고 점액질의 화학성분을 확인하기 위한 PAS-alcian blue (pH 2.5) 반응과 hematoxylin-eosin 및 methylene blue-basic fuchsin(이하 m-b 이중염색이라 칭함) 등 이중염색을 시행하고, 신경과 감각세포를 확인키 위하여 鍍銀法(Bielschowsky, 1902)을 병행하였다.

또한 투과전자현미경 관찰을 위해서는 재료를 2.5% paraformaldehyde-3% glutaraldehyde(phosphate buffer pH 7.3)와 1% osmium tetroxide(phosphate buffer pH 7.3)에 이중고정을 하였고 탈수, 포매 그리고 초박절편을 만들어 ulanyl acetate와 lead citrate로 전자 이중염색을 행한 후, JEM 100CX-II 투과전자현미경으로 관찰하였다.

결과

1) 광학현미경 관찰

m-b 이중염색을 실시한 결과 흡반의 외측상피

부위에서 4종류의 세포가 관찰되었다(Pl. 1, figs. 1, 2). 이들 세포중에는 핵이 방추형 또는 불규칙한 형태를 보이고 있고 그물모양의 복잡한 형태의 세포질로 둘러싸인 세포들이 관찰되었는데, 이들의 핵과 세포질은 모두 methylene blue에 강한 염색반응을 보였고, 보통 4-5개의 세포들이 집단을 형성하고 있는 것이 관찰되었다(Pl. 1, fig. 1). (이하 A형 감각세포라 칭함)

외측상피부 하단의 주름잡힌 부위에서는 형태적으로 A형 감각세포와 유사하지만 서로 다른 세포들이 확인되었는데 이들은 한개 또는 2개씩 모여있어, A형 감각세포와는 분포상태가 달랐다(Pl. 1, fig. 2). (이하 B형 감각세포라 칭함)

B형 감각세포 주위에는 비교적 큰 타원형의 핵을 소지하고 있고, 핵과 세포질이 m-b 이중염색에서 반응이 없어 모두 밝게 관찰되거나, 핵만이 중등도의 methylenophilia를 보이는 세포(Pl. 1, fig. 2) (이하 C형 감각 상피세포라 칭함)들도 관찰되었다.

특이하게도 C형 감각 상피세포 사이에서는 크기가 작고 강한 methylenophilia를 나타내는 手指狀의 감각세포(Pl. 1, fig. 2) (이하 D형 감각세포라 칭함)도 보였다.

이상과 같이 흡반의 외측 및 내측상피부위에서 1종의 감각 상피세포와 3종의 감각세포가 관찰되었는데, 이들은 도넛형(Bielschowsky, 1902)을 실시한 결과 신경섬유로 연결되어 있거나 다극신경원과도 연결되어 나타났다(Pl. 2, figs. 2, 3, 4). 그외에 외측 상피부 주름잡힌 부위와 흡반의 내측 하단에서는 2종의 점액세포도 관찰되었다(Pl. 1, fig. 3.; Pl. 2, fig. 1).

이들은 m-b 이중염색에서 강한 methylenophilia를 나타내는 둥근 형태의 과립을 소지한 세포(이하 a형 점액세포라 칭함)와 basophilia성 점액질 형태의 과립을 소지한 세포(이하 b형 점액세포라 칭함) 등 두 종류였다.

a형의 원형과립들은 PAS-alcian blue(pH 2.5) 특수반응에서 PAS에 양성을 나타내었으나, b형의 점액질성 과립들은 alcian blue에만 반응을 보이므로 각각 중성점액다당류와 산성점액다당류로 확인되었다. 이들은 분포부위가 서로

달라서, b형의 점액세포들은 주로 외측상피부 주름잡힌 부위와 흡반의 상단부에서만 관찰되었지만(PI. 1, fig. 3), a형 점액세포들은 흡반의 외측상피 부위와 내측하단 부위에서만 관찰되어 비교적 다양한 분포부위를 나타냈다(PI. 2, fig. 1).

2) 전자현미경 관찰

전자현미경 관찰에서 A형 감각세포는 전자밀도가 매우 높은 불규칙한 세포로서, 핵의 형태도 역시 불규칙하며 세포질에 비해 매우 컸다. 핵질 내에는 이질염색질이 발달해 있었다(PI. 4, fig. 2). 이 세포의 세포질 내에는 많은수의 액포(크기 $0.5 \mu\text{m}$ 정도)들로 인해 해면처럼 보였으며 액포내에는 전자밀도가 낮은 물질이 확인되었다(PI. 4, fig. 1).

이 세포는 주로 흡반의 외측 상피부와 흡반내 하단 상피부에서 집단을 이루면서 분포되어 있는 것이 특징이었다.

B형 감각세포 역시 불규칙한 세포로 A형 감각세포와 형태가 매우 비슷하였다. 이 세포의 세포질 내에서도 전자밀도가 낮은 물질을 함유하고 있는 수많은 타원형의 액포(크기 $0.4 \times 0.5 \mu\text{m}$)들이 확인되었으나(PI. 4, fig. 4), B형 감각세포의 분포양상은 A형 감각 세포와 달라서 한개씩 고립되어 있거나 쌍을 이루면서 흔히 존재하였다.

D형 감각세포는 그 크기가 매우 작고 길며 많은 수의 手指狀 돌기를 지닌 세포로서 주로 C형 상피세포들 사이에서 드물게 관찰되었다. 이 세포의 핵은 역시 가늘고, 긴 타원형을 이루면서 이질염색질이 발달하였으나 세포는 전체적으로 전자밀도가 매우 높아 검게 보였고 긴 미세융모가 세포의 자유면에 발달해 있었다(PI. 4, fig. 3)

흡반의 외측상피를 이루는 대부분의 세포는 C형 감각 상피세포였다. 이 세포는 원주형이며 감각과 지지를 수행하는 세포로 핵은 둥글거나 타원형이었으며 전자밀도가 낮아서 밝게 관찰되었다. 세포의 상단 자유면은 매우 긴 미세융모가 치밀하게 발달하였다.

이 세포들은 측면 경계부위가 불규칙한 手指狀 돌기를 형성하면서 서로 연결돼 있고 돌기 내에는 신경세포에서 볼 수 있는 많은 수의 소포와 약간의 사립체의 존재가 확인되었다(PI. 3, figs. 3,4).

특히 핵을 둘러싸는 세포질은 세포소기관이 관찰되지 않아서 비교적 단순하였지만 미세사의 발달은 뚜렷하였다(PI. 3, fig. 1).

흡반의 내측 큐티클성 갈고리(PI. 1, fig. 4)가 부착된 상피조직을 구성하는 세포는 단층입방형의 세포로 핵은 긴 타원형을 이루고 있고 세포질 내에는 판상형 조면소포체와 약간의 사립체도 관찰되었다(PI. 5, fig. 3). 또한 흡반의 내측 상피세포 기저막 위 세포질에서 전자밀도가 높아서 검게 보이는 다양한 크기의 multilamella granule과 많은수의 소포 및 미세사등도 관찰되었다(PI. 5, fig. 4).

이상과 같이 흡반의 외측과 내측상피에서 4종의 감각에 관여하는 세포가 관찰된 것 이외에, 2종의 점액과립을 분비하는 세포도 관찰되었는데, 그 중 a형 점액세포의 핵은 비교적 둥글고 핵질 내에는 약간의 염색질 덩어리가 분산되어 나타났다. 핵을 둘러싼 세포질은 내강이 분비물로 확장된 활면소포체로 거의 점유 되었으며 약간의 사립체와 다양한 크기의 액포들도 확인되었다. 이 세포에서 형성된 과립은 크기가 $0.8-1.7 \mu\text{m}$ 정도로 비교적 둥글고 높은 전자밀도를 나타내었으며, 점액과립이 농축되어지는 과정도 쉽게 확인할수있었다(PI. 3, fig. 4; PI. 5, fig. 2).

b형 점액세포는 세포질내 소지한 점액과립의 크기가 작은 것은 $0.6 \times 0.8 \mu\text{m}$ 이고, 큰 것은 $1.3 \times 1.7 \mu\text{m}$ 정도로, 전자밀도는 중등도로 나타났다. 이 세포가 소지한 점액과립을 둘러싼 막은 불규칙한 거치상을 나타내었으며 주로 흡반의 외측상피부 주름진 부위에서 관찰되는 경우가 많았다(PI. 5, fig. 1).

고찰

십완목 오징어류 흡반에 관한 연구는 일찌기

Guérin(1908)에 의해서 시작되었으나 그 이후의 연구는 부진하였고 Graziadei(1959 a, b)에 와서야 연구가 활기를 띄우기 시작하였다.

Graziadei(1964)는 갑오징어류(*Sepia officinalis*)의 흡반 외측 및 내측상피에서 광학현미경을 통하여 등글거나 플라스크형태의 세포체를 지닌 감각수용세포(이하 제1차감각세포라 칭함)와 세포의 자유면에 짧은 섬모가 밀생한, 끝이 가는 형태의 세포(이하 제2차 감각세포라 칭함)를 관찰하였다. 전자는 물리적인 자극을, 후자는 화학적인 자극을 수용하는 감각세포일 것이라고 보고되었으나, 조직화학적 방법을 이용한 분석 결과는 아니었다.

Santi와 Graziadei(1975)는 계속해서 전자현미경을 통하여 오징어류(*Lolliguncula brevis*) 흡반의 내측상피와 기저막주위에서 각 질치 수용신경원세포가 존재한다고 보고하고 이 세포는 한개의 흡반내에 40-60개정도 존재한다고 하였다.

쇠오징어류(*Sepiella maindroni*)를 재료로한 본 실험의 전자현미경 관찰에서는 3종의 감각세포와 1종의 감각상피세포 그리고 2종의 과립분비세포가 관찰되어, Graziadei(1960a, b, 1961, 1962, 1964) 및 Santi와 Graziadei(1975)의 연구에서 전혀 언급된바 없는 세포들도 다수 확인되었다.

즉, 본 실험에서 관찰된 A 및 B형 감각세포는 *Sepia officinalis*(Graziadei, 1959a)에서 관찰된 제1차감각세포와 형태상 유사했고, *Octopus variabilis*를 재료로한 (Chang(1992)의 연구에서 관찰된 A형 세포와도 그형태가 거의 일치하는 세포로서, 도은법을 실시한 결과 그 하단에는 신경섬유와 연결되었으며 세포질은 많은 수의 액포들로 인하여 해면처럼 보였다. 액포의 크기는 $0.5 \mu\text{m}$ 정도로, Chang(1992)에서 관찰된 액포의 크기 $0.6 \mu\text{m}$ 와 거의 같고 전자밀도가 낮은 물질이 들어있어 이 물질이 감각을 하는데 중요한 역할을 수행할것으로 추정되나 확실한것은 생리 생화학적 연구가 더욱 선행되어야 할것으로 생각된다.

C형 감각세포는 Graziadei(1964) 및 Santi와

Graziadei(1975) 그리고 Chang(1992)의 연구에서도 전혀 언급된바 없다. 이 세포는 역시 세포의 자유면에 긴 미세모가 밀생되어 있고, 그 기저부가 신경섬유와 연결되어 있어 자극을 수용하는 세포임에 틀림없는 것으로 생각되었다.

흡반의 외측상피를 대부분 구성하고 있는 C형 감각상피세포는 세포의 자유면에 긴 미세모가 밀생되어 있고 세포의 측면원형질막이 많은 수의 불규칙한 手指狀돌기를 내면서 서로 연결되어 있었다. 연결된 수지상 돌기속에는 신경세포체의 연결돌기에서나 흔히 관찰되는 많은 수의 연결세포와 소수의 사립체가 관찰되고, 세포질에서는 미세사도 다수 관찰되어 전형적인 감각세포임이 분명하였으며 상피를 구성하는 역할 까지도 수행하고 있는것으로 간주되었다.

이상과 같이 C형 감각상피세포는 Graziadei(1964) 및 Santi와 Graziadei(1975)의 연구에서도 언급된바 없고 Chang(1992)의 *Octopus variabilis*에서 관찰된 감각 상피세포와도 전혀 다른 구조적 특징을 지니고 있었다.

특히 흡반 외측상피부 주름잡힌 부위에서 많이 관찰되는 a형 점액세포는 세포질에 농축된 물질을 함유하는 팽창된 활면소포체가 관찰되고 그 주위에서는 전자밀도가 높은 $0.13 \mu\text{m}$ 정도 크기의 구형의 과립이 관찰되어, 이 세포는 과립을 형성하여 분비 하는것으로 생각되었다. 이들 과립들은 m-b이중염색에서는 methylenophilia를 보였고, PAS-alcian blue 반응에서는 PAS에 양성반응을 나타내어 중성점액 다당류로 확인된 바 있다. 그러나 b형 점액과립은 alcian blue에만 염색되어 산성점액 다당류로 판명되었으며 두 과립 공히 흡반의 상피 바깥으로 분비되어 상피조직을 보호하거나, 자신을 물체에 부착할시 중요한 역할을 감당할 것으로 생각은 되지만, 보다 상세한 연구가 더욱 지속적으로 이루어져야 할것으로 생각된다.

인용문헌

- Bielschowsky, M., 1902. Die silber impregnation der Axencynder. *Neuol. Central.* **21**:579-584.

- Chang, N.S., 1992. Secretory and Contractile sensory receptor cells in the Sucker of Korean *Octopus variabilis*. *Koan J. Zool.* **35**: 414-427.
- Giersberg, H., 1926. Über den chemischen sinn von *Octopus vulgaris*. *Lmk. Z. vergl. physiol.* **3**: 827-838.
- Graziadei, P., 1959a. Sulla presenza di element nervosi negli epitheli di rivestimento della ventosa di *Sepia officinalis*. *Z. Anat. Entwgesch.* **121**: 103-115.
- Graziadei, P., 1959b. Sulla innervazione della ventosa del braccio sessile di *Loligo vulgaris*. *Atti. Soc. Ital. Ant.xx convergno Anat. EntwGesh.* **122**: 103-115.
- Graziadei, P., 1960a. Nouvelles donnees sur le systeme nerveux de La ventouse du bras sessile de *Loligo vulgaris*. *Acta Anat.* **40**: 231-248.
- Graziadei, P., 1960b. Particolari nuovl sulla structura deil apparato nervoso destinato alla ventosa di *Ommatostrephe sagittatus*. *Acc. Naz. Lincel.* **29**: 597-600.
- Graziadei, P., 1961. Contributo allo studio dell'apparato nervoso del tentacolo dei cefalopodi decapodi. La ventosa de *Ommatostrephe sagittatus*. *Rev. Biol.* **54**: 111-128.
- Graziadei, P., 1962. Receptors in the Suckers of *Octopus*. *Nature Lond.* **195**: 57-59.
- Graziadei, P., 1964. Electron microscope of some primary receptors in the Sucker of *Octopus vulgaris*. *Z. Zellforsch.* **64**: 510-522.
- Guérin, J., 1908. Contribution a l'etue des systemes cutan, musculaire et nerveux de l'appareil tentacule de Cephalopodes. *Archs Zool. Exp. Gen.* **38**: 1-178.
- Rossi, F. and P. Graziadei, 1958. Nouvelles contributins a la connaissance du systeme nerveux du tentacule des Cephalopodes IV. Le patrimoine nerveux de la ventousa de l'*Octopus vulgaris*. *Acta Anat. Suppl.* **32**: 1-79.
- Rowell, C.H.F., 1963. Excitatory and inhibitory pathway in the arm of *Octopus*. *J. Exp. Biol.* **40**: 257-270.
- Rowell, C.H.F., 1966. Activity of interneuron in the arms of *Octopus* in response to tentacle stimulation. *J. Exp. Biol.* **44**: 589-605.
- Santi, P.A. and P.P.C. Graziadei, 1975. A light and electron microscope study on intraepithelial putative mechanoreceptor in Squid Suckers. *Tissue and Cell.* **7**: 688-702.
- Ten-Cate, J., 1928. L'innervation des ventouses chez *Octopus vulgaris*. *Arch Neerl. physiol.* **13**: 307-422.
- Von Uexküll, J., 1894. Physiologische untersuchungen an *Eledon moschata* 11. Die reflexe des Arms. *Z. Biol.* **30**: 179-183.
- Well, M.J., 1963. The orientation of *Octopus*. *Ergeb Biol.* **26**: 40-54.
- Well, M.J., 1964. Tactile discrimination of surface curvature and shape by the *Octopus*. *J. Exp. Biol.* **41**: 433-445.

(Accepted March 20, 1993)

Mucous cell and Epithelial sensory receptor cells in the Sucker of Korean Squid (*Sepiella maindroni*)

Nam-Sub Chang (Department of Biology, Mok won University, Taejon 301-729, Korea)

In the external epithelium of the Sucker of the Korean Squid (*Sepiella maindroni*), three kinds of sensory cells (A, B and D type), one kind of sensory epithelial cell (C-type) and two kinds of Mucous cells (a and b-type) were observed respectively.

A and B-type cells, similar to each other in shapes but only distribution, were observed as spongy cells having lots of secretory vacuoles, which were distended with substance of low electron-density.

D-type cell, having long compact microvilli on the free surface, was very small and black for high electron-density. Its lateral plasma membrane formed digital process.

C-type cell had long compact microvilli on the free surface. Lots of synaptic vesicles and mitochondria were observed in digital process formed by lateral plasma membrane of the C-type cell.

a-type cell, which had smooth endoplasmic reticulum distended by substance of high electron density, formed round granules. And b-type cell had medial electron dense granules.

Explanation of Plates

Plate 1.

Fig. 1. Light micrograph showing the A-type of sensory cell (arrow) in the outer epithelium of the sucker. methylene blue-basic fuchsin double staining. $\times 1000$.

Fig. 2. Light micrograph showing the B-type of sensory cell (openarrow) and C-type of sensory epithelial cell (arrow) and also the D-type of sensory cell (arrowhead) in the outer epithelium of the sucker. methylene blue-basic fuchsin double staining. $\times 1000$.

Fig. 3. Cross section through the b-type of secretory mucous granule cells (arrow) in the outer epithelium of the sucker. methylene blue-basic fuchsin double staining. $\times 1000$.

Fig. 4. Longitudinal section through the spine (arrow) of sucker. methylene blue-basic fuchsin double staining. $\times 1000$.

Plate 2.

Fig. 1. Light micrograph showing the a-type of secretory granule cell (arrow) in the outer epithelium of the sucker. methylene blue-basic fuchsin double staining. $\times 1000$.

Figs. 2,3. Light micrograph showing the inside epithelium of the sucker. nerve fiber (openarrow). multipolar neuron (arrow). silver impregnation. $\times 1000$, $\times 1000$.

Fig. 4. Longitudinal section through the outer epithelium of the sucker. nerve fiber (arrow). silver impregnation. $\times 2000$.

Plate 3.

Fig. 1. Cross section through the C-type of sensory epithelial cell. MV, microvilli; N, nucleus; MF, microfilament. $\times 6000$.

Figs. 2,3. Magnification of C-type of sensory epithelial cell showing the microvilli(MV) and digital-form lateral plasma membrane(LM). Ve, Vesicles. $\times 7950$, $\times 15000$.

Fig. 4. Electron micrograph showing the a-type of secretory granule cell. N, nucleus; SER, smooth endoplasmic reticulum; G, secretory granule; M, mitochondria; Ch, chromatin. $\times 14700$.

Plate 4.

Fig. 1. Electron micrograph showing the A-type of sensory cells (arrow). Va, vacuole; N, nucleus; Cy, cytoplasm. $\times 6000$.

Fig. 2. Magnification of A-type of sensory cell is seen. Cy, cytoplasm. $\times 12000$.

Fig. 3. Cross section through the D-type of sensory cell (arrow) between the C-type of sensory epithelial cells. MV, microvilli; MF, microfilament; N, nucleus. $\times 4200$.

Fig. 4. Electron micrograph showing the B-type of sensory cell. Va, vacuole; N, nucleus; Cy, cytoplasm. $\times 12000$.

Plate 5.

Fig. 1. Cross section through the b-type of secretory mucous granule cell. MU, mucous granule. $\times 6000$.

Fig. 2. Cross section through the a-type of secretory mucous granule cell. LM, Lateral plasma membrane. G, round mucous granule. $\times 12000$.

Fig. 3. Electron micrograph showing the inside epithelial cell of the sucker. N, nucleus; RER, rough endoplasmic reticulum; Cu, cuticular spine. $\times 12000$.

Fig. 4. Electron micrograph showing the upper region of the basement membrane of the inside epithelial cell of the sucker. La, dense multilamellar granules; Ve, vesicles; MF, microfilament. $\times 24000$.

PLATE 1

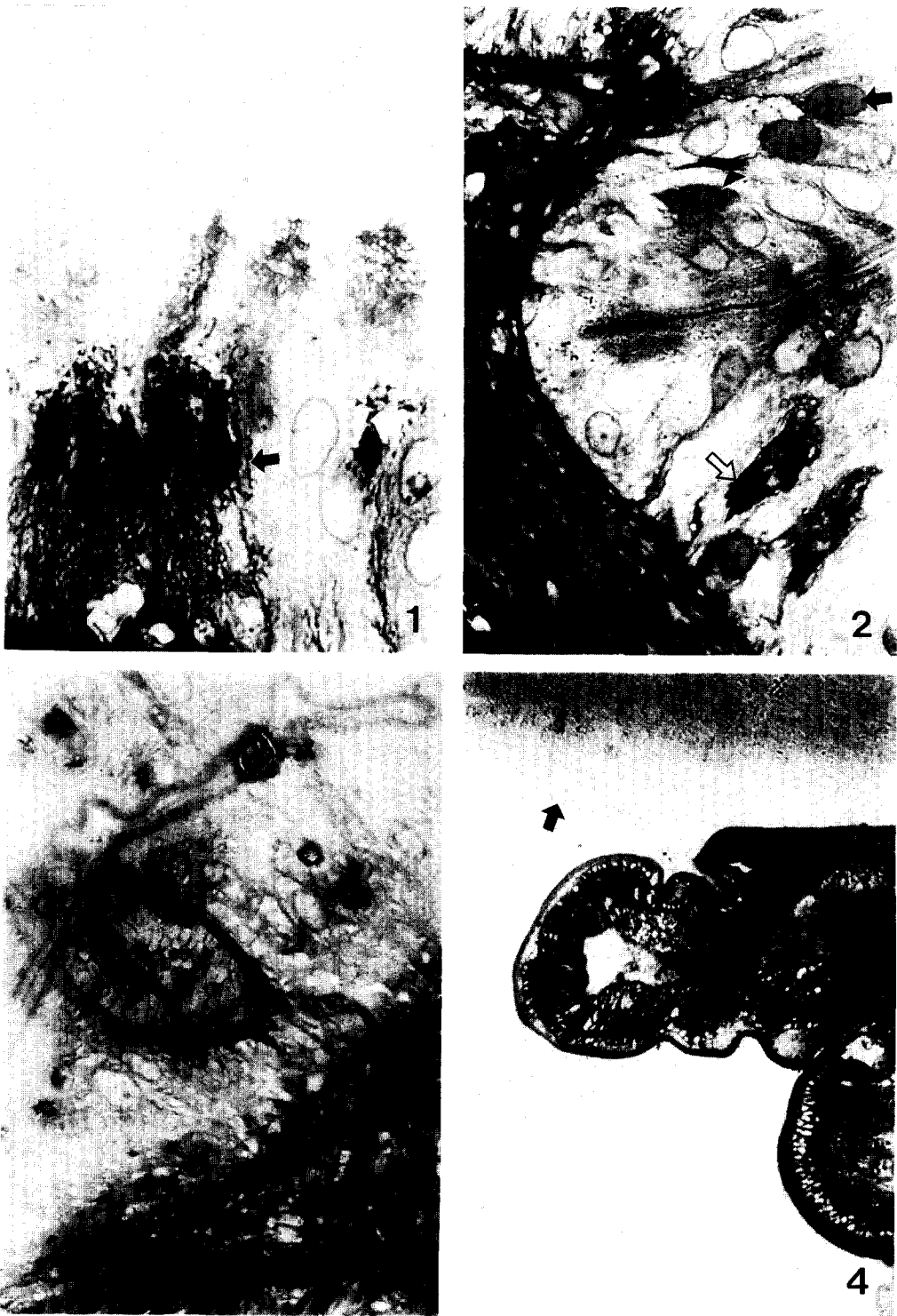


PLATE 2

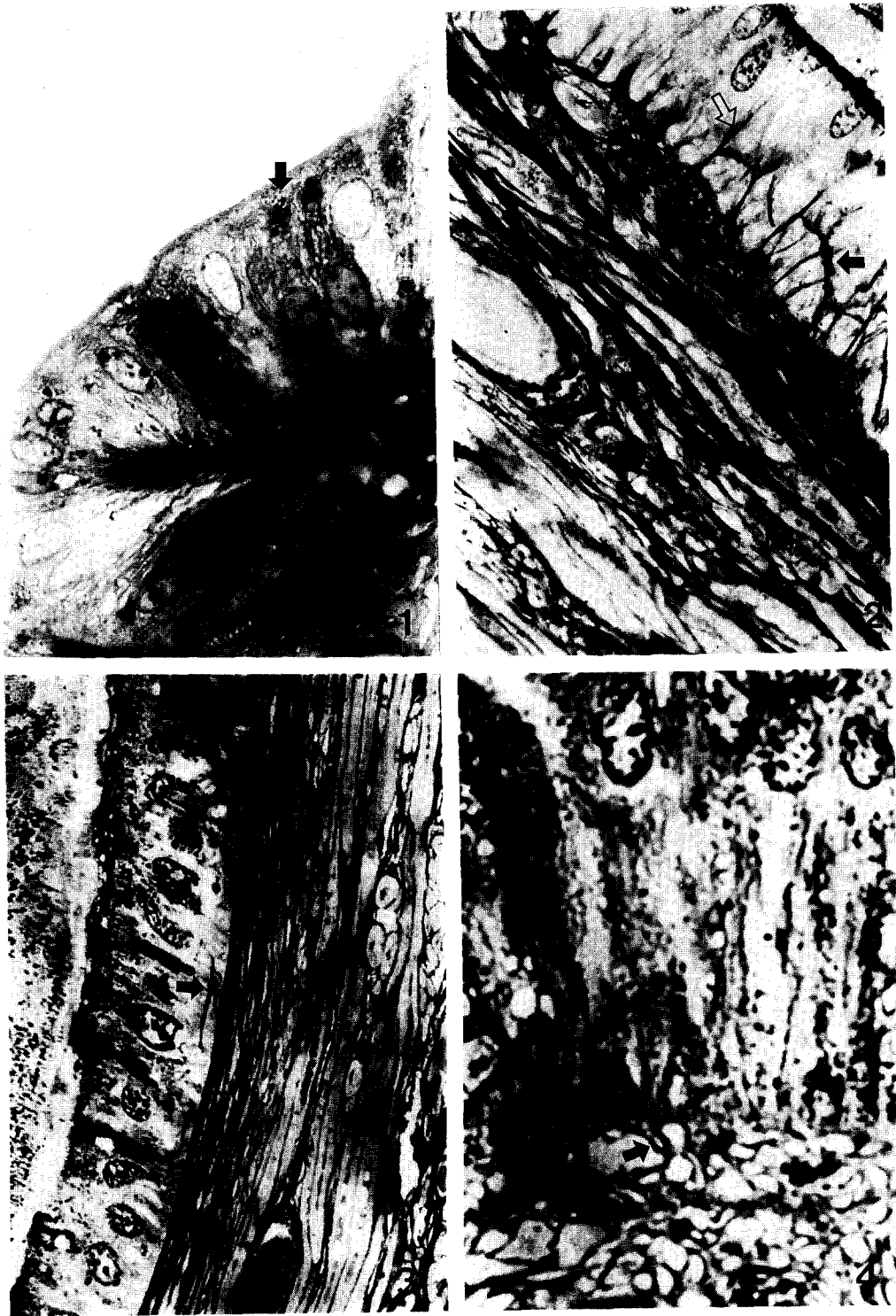


PLATE 3

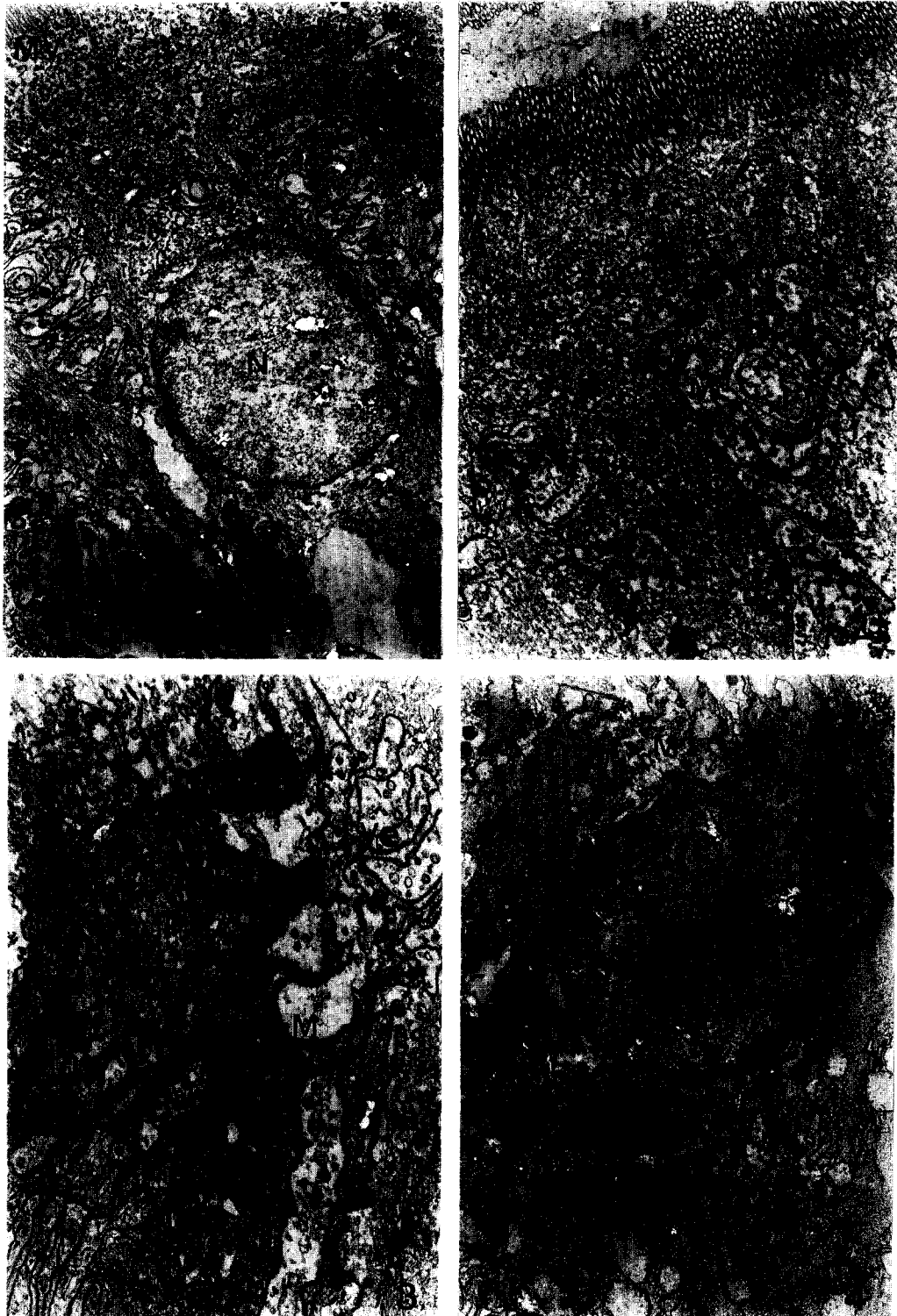


PLATE 4

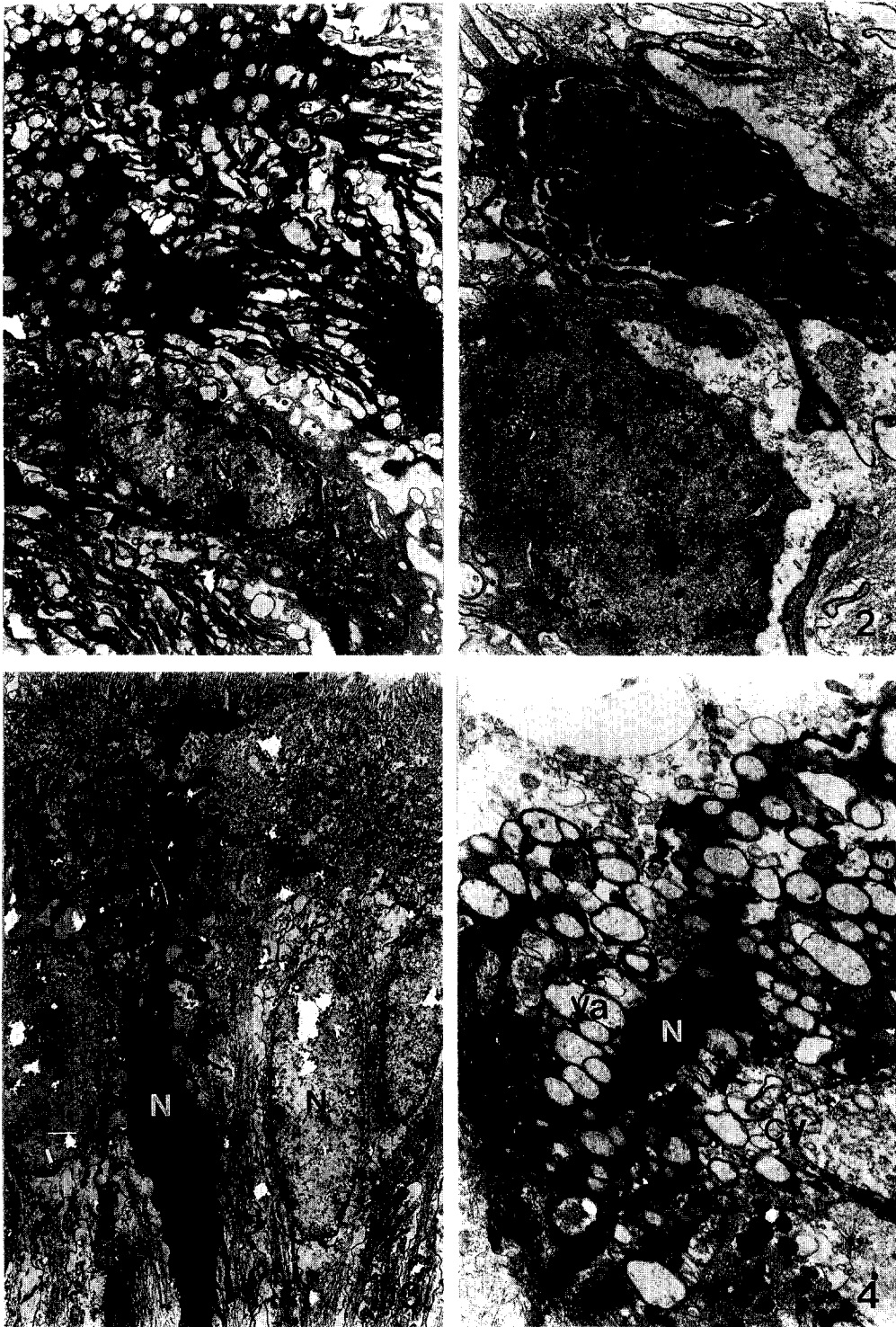


PLATE 5

