

메기 송과체의 광수용세포 및 신경세포 돌기의 3차원적 구조

남광일, 이송은, 오창석*, 배춘상, 박성식
전남대학교 의과대학 해부학교실, 전남대학교 의과학연구소

Three-dimensional Structure of the Processes of Photoreceptor Cells and Nerve Cells in the Pineal Organ of the Catfish, *Parasilurus asotus*

Kwang Il Nam, Song Eun Lee, Chang Seok Oh*,
Choon Sang Bae and Sung Sik Park
Department of Anatomy, Medical School and Research Institute of
Medical Sciences, Chonnam National University
(Received June 2, 2000)

ABSTRACT

The topographic correlation between the processes of photoreceptor cells and nerve cells in the pineal organ of catfish, *Parasilurus asotus*, was studied using 3D electron microscopy.

Upon examination, one neuronal cell process was found to pass through the intertwined processes of the photoreceptor cells. Interestingly, we observed two photoreceptor processes interlock, after which two buds from one process penetrated the other. Synaptic ribbons were observed in the cytoplasm of the photoreceptor cells, especially near the neuronal process. Macrophages were occasionally found to be contact with the outer segments of the photoreceptor cells in the pineal lumen.

Key words : Catfish, Pineal organ, 3D Electron microscopy

서 론

송과체는 melatonin을 합성 분비하는 내분비기관이며, melatonin은 체내에서 생체리듬의 조절, 면역능의 강화, 항산화제 및 세포증식의 억제 등, 다양한 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Kvetnoy, 1999). 그러나

어류를 위시한 하등 척추동물에서의 송과체는 melatonin의 합성능 외에도 빛을 감지하는 광수용능을 갖고 있으며, 이를 통해 운동성(Hafeez, 1970), 광주성(phototaxis) 및 체색의 변화(Hoar, 1955; Hafeez & Quay, 1970) 등에 영향을 미친다. 어류의 송과체가 갖는 광수용능은 지금까지의 많은 전기생리학적 실험결과로 입증된 바 있으며(Dodt, 1963; Morita, 1966;

본 연구는 1997년도 전남대학교 학술연구비 지원으로 이루어졌음.

* Correspondence should be addressed to Dr. Chang Seok Oh, Department of Anatomy, Chonnam National University Medical School, Hak-dong 1, #5 Tong-gu, Kwangju 501-190, Korea. Ph.: (062) 220-4205, FAX: (062) 228-5834, E-mail: changoh@chonnam.chonnam.ac.kr

Copyright © 2000 Korean Society of Electron Microscopy

Tabata et al., 1975; Meissl et al., 1986; Meissl & Ekstroem, 1988), 송과체내에서 빛을 수용하는 광수용세포 또한 망막의 시세포와 유사한 구조를 갖고 있음이 밝혀졌다(Rudeberg, 1971; Herwig, 1976; Cole & Youson, 1982).

한편 어류 송과체를 형태학적으로 연구하는 방법으로는 통상적인 전자현미경을 이용한 방법(Oksche & Kirschstein, 1967; Rudeberg, 1969, 1971; Murphy, 1971; Herwig, 1976; McNulty & Nafpaktitis, 1977; Matsuura & Herwig, 1981; Omura & Ali, 1981; Cole & Youson, 1982) 외에도, 송과실질내의 신경세포를 대상으로 한 acetylcholinesterase 세포조직화학법(Ueck & Kobayashi, 1972; Wake, 1973; Wake et al., 1974)과 면역세포화학법(Korf & Vigh-Teichmann, 1984; Tamotsu et al., 1994; Pombal et al., 1999) 혹은 대식세포를 대상으로 한 acid phosphatase 세포조직화학법(Omura et al., 1986)이 있다. 그 외에도 신경이 송과체에서 시작중추로 가는 경로를 밝히기 위한 horseradish peroxidase (HRP)를 이용한 염색법(Ekstroem & Korf, 1985; Puzdrowski & Northcutt, 1989)이 있으며, 드물게는 3차원적 전자현미경법을 이용하여 송과세포의 외절의 구조와 외절을 둘러싸는 내절돌기를 구명한 연구(Oh et al., 1993, 1997) 등이 있다. 특히 3차원적 전자현미경 연구는 세포나 조직내 구조물을 입체적으로 관찰함으로써, 형태학에서 흔히 사용되는 다른 연구방법으로는 접근하기가 어려운 부분을 구명할 수 있다는 큰 장점을 갖고 있다.

따라서 본 연구는 메기 송과체를 대상으로 3차원적 전자현미경법을 이용하여 송과체를 구성하는 광수용세포 및 신경세포의 돌기의 주행 및 주변 구조물과의 관계를 구명하고, 송과세포의 외절과 대식세포와의 관계를 입체적으로 이해하고자 시도되었다.

재료 및 방법

길이 35 cm 내외의 메기(*Parasilurus asotus*)에서 두개골을 제거한 다음 송과체를 절취하였다. 0.1 M cacodylate buffer로 조정된 Karnovsky (1965)액에 2시간 전고정하고, 1% osmium tetroxide액에 2시간 후고정하였다. 고정된 조직은 탈수과정을 거쳐 Luft (1961)

법에 따라 Epon 혼합액에 포매하였다. 포매된 조직은 35, 45, 60°C 오븐에서 각각 24시간씩 유지시켜 중합을 완료하였다. 이후 초박절편기로 80 nm 두께의 20~30개의 연속박편을 얻어, uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하여 JEOL-1200 EX II 투과전자현미경으로 관찰하였다. 3차원상은 Silicon Graphics Workstation과 IMOD software package를 이용하여 재구성하였다.

결 과

신경세포는 여러 개의 광수용세포(송과세포)와 지지세포로 둘러싸여 있었다. 신경세포의 세포질은 밝았고 다량의 과립세포질세망, 많고 작은 사립체와 농소체 등을 함유하고 있었다. 신경세포 돌기는 광수용세포의 돌기부위에 개재되어 있었으나, 신경세포 돌기와 이웃한 신경세포와의 연결성은 알 수 없었다. 그러나 30개의 연속절편에서 신경세포의 돌기를 추적하고 이를 3차원적 입체영상으로 재구성하여 관찰한 결과, 신경세포 돌기가 이웃한 신경세포로부터 기원함을 확인할 수 있었으며, 이 신경세포 돌기는 서로 복잡하게 얽혀 있는 여러 개의 광수용세포의 돌기부 사이를 주행하고 있었다. 신경세포의 돌기가 주행하면서 접하고 있는 이들 광수용세포와는 리본연접(synaptic ribbon)을 형성하고 있었는데, 광수용세포 내에서 관찰되는 이들 리본연접의 개수는 위치에 따라 1개에서 7개까지 관찰되었다(Figs. 1, 2).

광수용세포는 세포질의 농도에 따라 2종류로 구분되었다. 즉, 1형 세포는 외절이 발달되고 세포질이 더 짙으며 리본연접은 세포막과 관련되어 출현하였다. 2형 세포는 외절이 작거나 없으며 세포질은 밝고 풍부한 리보솜, 세포질세망, 발달된 골지복합체를 갖고 있었으며 리본연접은 세포막과 관계없이 세포질내 어느 곳에서나 출현하였다. 광수용세포의 돌기들은 서로 복잡하게 얽혀 있었으며, 세포 돌기부에서 또 다른 가는 2개의 가지가 나와 인접하고 있는 세포내로 파고드는 양상을 보이는 것도 관찰되었는데, 이들 2개의 가지들의 세포질 농도는 가지들이 유래한 세포와는 다른 농도를 보이고 있는 것이 특이하였다. 이들 2개의 가지에 인접해서는 신경세포의 가는 돌

기가 위치하고 있었다. 한편 리본연접은 신경세포에 인접한 부위에서만 아니라 광수용세포들 사이에서도 관찰되었으며, 이들 리본연접의 개수는 위치에 따라 1개에서 9개까지 다양하였다(Fig. 3).

한편 송과강내 대식세포가 외절에 접해있는 것이 관찰되었는데, 외절을 구성하는 판상막이 흩어져 있었고 외절을 바깥에서 싸고 있는 내절돌기의 일부가 소실되어 있었다. 또한 대식세포는 인접하는 또 다른 광수용세포의 외절과도 접하고 있었는데, 이 외절의 경우도 판상막의 규칙성이 흩어져 있었으며 내절돌기가 소실되어 있었다(Fig. 4).

고 찰

어류 송과체의 실질을 구성하는 세포는 광수용세포, 신경세포와 지지세포이다. 광수용세포에서 수용된 광정보(light information)는 신경세포에서 신경자극(neural impulse)으로 전환된 후(Wake et al., 1974), 신경세포의 축삭들로 구성된 송과신경로(pineal tract)를 통해 시각중추까지 전달되는 것으로 알려져 있다(Hafez & Zerihun, 1974; Ekstroem & Korf, 1986; Puzdrowski & Northcutt, 1989). 어류의 송과체에서 관찰되는 신경세포의 종류는 동물의 종에 따라 다르다. 즉, 카라신과 민물고기의 일종인 *Hemigrammus*에서는 다극세포만 관찰되었으나(Herwig, 1981), 무지개송어(rainbow trout)에서는 다극세포 외에도 위단극세포와 이극세포가 관찰되었다(Ekstroem & Korf, 1986). 한편 망막에서 이극세포가 시세포와 신경절세포를 이어주는 매개신경원(interneuron)으로 작용하는 것처럼, 어류 송과체의 신경세포중에서도 광수용세포와 신경세포 사이를 이어주는 매개신경원으로 작용하는 세포의 존재가 금붕어(McNulty, 1981), 잉어(Nakamura et al., 1986), 무지개송어(Ekstroem & Meissl, 1988)에서 보고된 바 있다. 본 연구에서 대상으로 한 메기에서는 이극세포와 다극세포가 관찰 보고된 바 있으나(Oh et al., 1995), 매개 신경원에 대해서는 기술된 바 없다.

어류 송과체에서 신경세포를 동정하기 위해서는 acetylcholinesterase 조직화학염색법, choline acetyltransferase 혹은 GABA (γ -aminobutyric acid)에 대한

면역세포화학법, silver impregnation법, methylene blue 염색, rapid Golgi 방법, cobalt chloride iontophoresis 법 등이 사용되고 있다. 한편 송과신경로의 뇌실질까지의 주행을 추적하기 위해서는 송과체에 HRP를 주입하거나 송과병(pineal stalk)에 DiI (1, 1'-dioctadecyl 3, 3, 3', 3'-tetramethylindocarbocyanine perchlorate)를 주입하는 방법이 사용되고 있다. 그러나 대부분의 이들 방법들은 광학현미경을 통한 평면적인 2차원적인 연구인 바, 본 연구에서는 신경세포의 돌기의 주행을 전자현미경으로 추적하면서 3차원적으로 재구성하여, 주변세포와의 위치적 상관관계를 입체적으로 관찰하였으며, 지금까지의 연구방법으로는 얻기가 어려웠던 정보를 구할 수 있었다.

본 연구에서 관찰된 신경세포가 메기에서 보고된 바 있는 이극세포인지 다극세포인지는 구분할 수 없었으나, 이들 신경세포의 돌기는 주변의 복잡하게 얽혀있는 3~5개의 광수용세포 돌기 사이로, 이들 세포를 감싸거나 뚫는 양태로 주행하고 있었다. 이때 이 신경세포의 돌기와 접하는 광수용세포내에서는 여러 군데에서 리본연접(synaptic ribbon)이 관찰되었다. 본 연구에서 관찰한 부위가 신경세포 돌기의 주행 중 어느 한정된 부위였음을 감안하면, 신경세포의 돌기는 주행과정에서 접하는 많은 수의 광수용세포와 리본연접을 형성할 것으로 사료된다.

광수용세포는 외절, 내절, 핵주위부 및 세포돌기로 구성되어 있다. 세포의 내절과 핵 주위부는 규칙적이며 둥근 외형임을 감안하면, 본 연구에서 관찰된 부분은 광수용세포의 기저돌기부로, 세포질의 전자밀도로 판단할 때 서로 다른 유형의 세포로 추정된다. 이들 세포의 돌기가 서로 맞물리는 양상으로 위치하고 있었으며, 인접부에서는 여러 개의 리본연접이 관찰되었다. 본 연구에서 관찰된 특이한 소견은 기저돌기부로부터 또 다른 2개의 가는 가지가 인접 돌기부내로 파고들어 주행하는 것이었다. 이때 이들 가지의 부근에는 신경세포의 돌기와 여러 개의 리본연접이 나타났던 것으로 미루어, 광수용세포의 기저돌기는 다양한 형태이며 특히 인접부위로 주행하는 신경세포의 돌기와 연접을 형성하기 위해 또 다른 가지를 내고 있음을 추정할 수 있다.

광수용세포가 다른 광수용세포나 신경세포와 접하

는 부위의 세포막에 위치하고 있는 리본연접은 세포 간의 자극전달 장소로 추측되고 있다. 그러나 빛의 감응이나 전달과는 관계가 없는 포유동물의 송과체의 경우, 리본연접의 수는 일주주기(circadian rhythm)를 보이고(Vollrath et al., 1975; Kurumado & Mori, 1977; Mori & Kurumado, 1978), 거세(Karasek, 1976), 임신매나 스트레스 증가때 증가하며, 이와 같은 리본연접의 개수의 변화는 송과세포에서 합성되는 indoleamine의 대사와 관련이 있다고 생각되어, Vollrath & Huss (1973)는 이 구조물은 세포의 합성분비능과 관련 있을 것으로 추측하였다.

본 연구에서 사용한 것과 같은 방법으로, 혹은 단면적인 전자현미경상을 근거로 광수용세포내의 리본연접의 3차원적 구조가 발표된 바 있다. 이들 보고에 의하면 리본연접은 2~3가지 유형으로 구분되어, 금붕어 송과체의 리본연접은 rod, circular, tubular 형태(McNulty, 1980), 병아리의 경우는 straight, curved 형태(Robertson & Dickson, 1987), Chinese hamster의 경우는 rod, irregular, ring 형태이다. 본 연구에서도 리본연접의 3차원적 구조를 구명하고 그 유형의 구분을 시도했지만, chicken에서와는 달리 70~90 nm의 절편 두께로는 ribbon의 굴곡 등을 포함할 수 없을 정도로 ribbon은 작았으며, 그 이하의 얇은 절편 두께에서는 해상도(contrast)의 저하로 만족스런 상을 얻을 수 없었다. 리본연접의 3차원적 구조의 구명을 위해서는 추후 더 깊은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

송과체의 광수용세포의 외절은 50~80개 이상의 여러개의 판상막이 규칙적으로 중첩되어 있는 구조이며, 어종에 따라 외절의 바깥은 내절돌기(inner segmental process)에 의해 둘러싸여 있다. 메기의 경우도 외절은 내절돌기에 의해 둘러싸여 있음이 보고(Oh et al., 1997)된 바 있다. 한편 망막에서 시세포의 외절은 계속 탈락 및 갱신되는 것으로 알려져 있다. 이런 갱신은 내절에 인접한 외절의 기저부에서 판상막이 새로 만들어져 외절에 추가됨으로써 이루어지며, 외절의 탈락과 보충은 균형을 이루고 있다고 한다(Young, 1967, 1971). 광수용세포의 경우도 수명이 다한 외절의 부분은 떨어져 나가 대식세포에 의해 처리될 것으로 알려져 있고, Omura et al. (1986)은 이들 대식세포내에서 acid phosphatase 조직화학반응

에 양성을 보이는 다양한 크기의 용해소체를 관찰하고, 이들 용해소체와 탈락된 외절편의 처리를 관련지어 기술한 바 있다. 본 연구에서 송과강내 대식세포에 접해 있는 외절의 판상막은 일부가 흩어져 있었으며 외절 바깥의 돌기도 일부가 소실되어 있음을 관찰할 수 있었다. 이러한 소견으로 미루어 볼 때, 시일이 경과함에 따라 수명이 다한 광수용세포의 외절은 판상막의 규칙적인 중첩이 점차 흩어지는 한편, 외절의 바깥에서 이를 지지해주는 돌기도 점차 소실되어 대식세포에 의한 탐식이 용이하게 됨을 추정할 수 있다.

참 고 문 헌

- Cole WC, Youson JH: Morphology of the pineal complex of the anadromous sea lamprey, *Petromyzon marinus*. Am J Anat 165: 131-163, 1982.
- Dodt E: Photosensitivity of the pineal organ in the teleost, *Salmo gairdneri*. Experientia 19: 642-643, 1963.
- Ekstroem P, Korf HW: Pineal neurons projection to the brain of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Cell Tissue Res 240: 693-700, 1985.
- Ekstroem P, Korf HW: Putative cholinergic elements in the photosensory pineal organ and retina of a teleost, *Phoxinus phoxinus*. Cell Tissue Res 246: 321-329, 1986.
- Ekstroem P, Meissl H: Intracellular staining of physiologically identified photoreceptor cells and hyperpolarizing interneurons in the teleost pineal organ. Neuroscience 25: 1061-1070, 1988.
- Hafeez MA, Quay WB: The role of the pineal organ in the control of phototaxis and body coloration in rainbow trout. Z Vergl Physiol 68: 403-416, 1970.
- Hafeez MA: Effect of melatonin on body coloration and spontaneous swimming activity in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Comp Biochem Physiol 36: 639-656, 1970.
- Hafeez MA, Zerihun L: Studies on central projections of the pineal nerve tract in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, using cobalt iontophoresis. Cell Tissue Res 154: 485-510, 1974.
- Herwig HJ: Comparative ultrastructural investigations of the pineal organ of the blind cave fish, *Anoptichthys jordani*, and its ancestor, the eyed river fish, *Astyanax mexicanus*. Cell Tissue Res 167: 297-324, 1976.

- Herwig HJ: The pineal organ. An ultrastructural and biochemical study on the pineal organ of *Hemigrammus caudovittatus* and other closely related characid fish species with special reference to the Mexican blind cave fish *Astyanax mexicanus*. Ph D Thesis, Univ of Utrecht, 1981.
- Hoar WS: Phototactic and pigmentary responses of sockeye salmon smolts following injury to the pineal organ. *J Fish Res Can* 12: 178–185, 1955.
- Karasek M: Quantitative changes in number of “synaptic” ribbons in rat pinealocytes after orchidectomy and in organ culture. *J Neural Trans* 38: 149–157, 1976.
- Karnovsky MJ: A formaldehyde–glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *J Cell Biol* 27: 137, 1965.
- Korf HW, Vigh–Teichmann I: Sensory and central nervous elements in the avian pineal organ. *Ophthalmic Res* 16: 96–101, 1984.
- Kurumado K, Mori W: A morphological study of the circadian cycle of the pineal gland of the rat. *Cell Tissue Res* 182: 565–568, 1977.
- Kventoy IM: Extrapineal melatonin: location and role within diffuse neuroendocrine system. *Histochem J* 31: 1–12, 1999.
- Luft JH: Improvements in epoxy resin embedding methods. *J Biophys Biochem Cyto* 9: 409–412, 1961.
- Matsuura T, Herwig HJ: Histochemical and ultrastructural study of the nervous elements in the pineal organ of the eel, *Anguilla anguilla*. *Cell Tissue Res* 216: 545–555, 1981.
- McNulty JA: Ultrastructural observations on synaptic ribbons in the pineal organ of the goldfish. *Cell Tissue Res* 210: 249–256, 1980.
- McNulty JA: Neuronal response mechanism in the photoreceptive pineal organ of goldfish. *Can J Zool* 59: 1321–1325, 1981.
- McNulty JA, Nafpaktitis BG: Morphology of the pineal complex in seven species of lantern fishes (Pisces: Myctopidae). *Am J Anat* 150: 509–530, 1977.
- Meissl H, Ekstroem P: Photoreceptor response to light in the isolated pineal organ of the trout, *Salmo gairdneri*. *Neuroscience* 25: 1071–1076, 1988.
- Meissl H, Nakamura T, Thiele G: Neural response mechanisms in the photoreceptive pineal organ of goldfish. *Comp Biochem Physiol* 84A: 467–473, 1986.
- Mori W, Kurumado K: Circadian change in number of synaptic ribbons in pinealocytes of normal and blinded rats. *J Neural Trans, Suppl* 13: 383, 1978.
- Morita Y: Entladungsmuster pinealer Neurone der Regenbogenforelle (*Salmo irideus*) bei Belichtung des Zwischenhirns. *Pflügers Arch Ges Physiol* 289: 155–167, 1966.
- Murphy RC: The structure of the pineal organ of the bluefin tuna, *Thunnus thynnus*. *J Morph* 133: 1–16, 1971.
- Nakamura T, Thiele G, Meissl H: Pattern of pineal photoreceptors in the *Phoxinus phoxinus*. *J Comp Physiol* A159: 325–330, 1986.
- Oh CS, Choi JK, Yoon JR, O’Toole ET, Ladinsky MS: The inner segmental process in the pineal organ of the catfish, *Parasilurus asotus*. *Chonnam J Med Sci* 10: 130–134, 1997.
- Oh CS, Choi TY, Park SS, Yoon JR: Three-dimensional structure of outer segment of photoreceptor cell in pineal body of the mudfish, *Misgurnus anguillicaudatus*. *Chonnam J Med Sci* 6: 97–100, 1993.
- Oh CS, Kim YW, Kim BK: Histochemical and electron microscopic study on the nerve cells of the pineal body of catfish, *Parasilurus asotus*. *Kor J Electron Microscopy* 25: 1–10, 1995. (Korean)
- Oksche A, Kirschstein H: Die Ultrastruktur der Sinneszellen im Pinealorgan von *Phoxinus laevis*. *Z Zellforsch* 78: 151–166, 1967.
- Omura Y, Ali MA: Ultrastructure of the pineal organ of the killifish, *Fundulus heteroclitus*, with special reference to the secretory function. *Cell Tissue Res* 219: 355–369, 1981.
- Omura Y, Ueno S, Ueck M: Cytochemical demonstration of acid phosphatase activity in the pineal organ of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Cell Tissue Res* 245: 171–176, 1986.
- Pombal MA, Yanez J, Marin O, Gonzalez A, Anadon R: Cholinergic and GABAergic neuronal elements in the pineal organ of lampreys, and tract-tracing observations of differential connections of pinealofugal neurons. *Cell Tissue Res* 295: 215–223, 1999.
- Puzdrowski RL, Northcutt RG: Central projections of the pineal complex in the silver lamprey *Ichthyomyzon unicuspis*. *Cell Tissue Res* 255: 269–274, 1989.
- Robertson GN, Dickson DH: Day–night differences in the number and structure of synaptic ribbons in chick pineal. *J*

- Pineal Res 4: 135–145, 1987.
- Rudeberg C: Light and electron microscopic studies on the pineal organ of the dogfish, *Scyliorhinus canicula*. Z Zellforsch 96: 548–581, 1969.
- Rudeberg C: Structure of the pineal organs of *Anguilla anguilla* L. and *Lebistes reticulatus* Peters (Teleostei). Z Zellforsch 122: 227–243, 1971.
- Tabata M, Tamura T, Niwa H: Origin of the slow potential in the pineal organ of the rainbow trout. Vision Res 15: 737–740, 1975.
- Tamotsu S, Oishi T, Nakao K, Fukada Y, Shichida Y, Yoshizawa T, Morita Y: Localization of iodopsin and rod-opsin immunoreactivity in the retina and pineal complex of the river lamprey, *Lampetra japonica*. Cell Tissue Res 278: 1–10, 1994.
- Ueck M, Kobayashi H: Vergleichende Untersuchungen über Acetylcholinesterase haltige Neurone im Pinealorgan der Voegel. Z Zellforsch 129: 140–160, 1972.
- Vollrath L, Huss H: The synaptic ribbons of the guinea pig pineal gland under normal and experimental conditions. Z Zellforsch 139: 417–429, 1973.
- Vollrath L, Katarjian A, Howe C: Mammalian pineal gland; 7-day rhythmic activity? Experientia 31: 458, 1975.
- Wake K: Acetylcholinesterase-containing nerve cells and their distribution in the pineal organ of the goldfish. Z Zellforsch 145: 287–298, 1973.
- Wake K, Ueck M, Oksche A: Acetylcholinesterase-containing nerve cells in the pineal complex and subcommissural area of the frog, *Rana ridibunda* and *Rana esculenta*. Cell Tissue Res 154: 423–442, 1974.
- Young RW: The renewal of photoreceptor cell outer segments. J Cell Biol 33: 61, 1967.
- Young RW: Shedding of discs from rod outer segments in the rhesus monkey. J Ultrastruct Res 34: 190–203, 1971.

< 국문초록 >

메기 송과체를 대상으로 3차원적 전자현미경법을 이용하여, 송과체를 구성하는 신경세포 및 광수용세포 돌기들의 위치적 상호관계를 3차원적으로 구명하고자 하였다.

광수용세포의 돌기들은 서로 복잡하게 얽혀 있었으며, 다른 세포질내로 돌기의 일부가 파고드는 양상을 보이는 것도 있었다. 신경세포 돌기는 이들 얽혀 있는 광수용세포 돌기 사이를 주행하면서 여러군데서 리본연접을 형성하고 있었는데, 광수용세포내의 이들 리본연접의 수는 위치에 따라 다양하였다. 한편 송과강내에서는 탐식되기 전의 광수용세포 외절에 대식세포가 접근해 있는 것도 관찰되었다.

이상의 관찰결과, 메기 송과체의 광수용세포의 기저돌기는 다양한 형태이며, 특히 인접부위로 주행하는 신경세포의 돌기와 연접을 형성하기 위해 또 다른 가지를 내고 있음을 알 수 있었다.

FIGURE LEGENDS

- Fig. 1.** A neuronal process (star) passing through a series of intertwined processes from four respective photoreceptive cells.
- Fig. 2.** A neuronal cell (N) process emerges amid a number of intertwined processes. Arrow-heads indicate the synaptic ribbons.
- Fig. 3.** Two interlocked photoreceptor processes. Arrows indicate the site at which two budding processes seem to emerge from one process and penetrate the other.
- Fig. 4.** A macrophage (M) coming in contact with the outer segment (os) of the photoreceptor cell in the pineal lumen. The inner segment is also seen on the 3D image (shown in blue).







