

양서류 피부 색소세포의 미세구조*

金翰華 · 盧鏞泰 · 池永得 · 文英花
(가톨릭大學 醫學部 生物學教室)

The Ultrastructure of the Cutaneous Pigment Cells in the Amphibia

Han-Hwa Kim, Yong-Tai Noh, Young-Duk Chi and Young-Wha Moon
(Department of Biology, Catholic Medical College)

(Received May 22, 1981)

SUMMARY

The ultrastructures of the pigment cells in the Asiatic land salamander (*Hynobius leechi*) dorsal skin were obtained by means of electron microscope. The results were as follows;

1. The pigment cells of the epidermis consisted of the melanocytes in the germinal layer and of the melanophores distributing to the keratinocyte layer. The traits of these cells in the epidermis were as follows:

A. The nuclei of the melanocytes were round or oval in shape and appeared as partly small or large infoldings of the nuclear envelope.

B. Rough-surfaced endoplasmic reticulums and Golgi complexes were well developed in infranuclear cytoplasm. Many ribosomes were mainly distributed around the perinuclear portion.

C. The melanosomes of the melanocytes were observed as a round or an oval shape and strong electron-dense or less electron-dense melanosomes were observed.

D. The infoldings of the nuclear envelope in the melanophore were partly found deeper than those of the melanocyte. The cytoplasm of the melanophore filled with melanosomes caused organelles not to be observed in that.

2. The pigment cells in the dermis were composed of the xanthophores just beneath basement membrane and the melanophores in the connective tissue. The traits of these cells in the dermis were as follows:

* 이 논문의 연구는 1980년도 문교부 학술연구조성비 및 가톨릭중앙의료원 학술연구조성비로 이루어진 것임.

A. The xanthophores contained round or oval vesicles, and these vesicles were divided into 6 types (type I pterinosome, type II pterinosome, type III pterinosome, type IV pterinosome, type V pterinosome, type VI pterinosome).

B. Most of the nuclei of the melanophores in the dermis were elongate in shape, and a portion of the nuclear envelope was deep infolded.

C. Because the cytoplasm was filled with the melanosomes of the same electron-density, organelles were not observed in the cytoplasm.

D. Two processes of the melanophore in the dermis extended in parallel with a xanthophore and the cytoplasm in those processes were filled with the melanosomes.

서 론

양서류의 색소세포는 체색변화를 일으키는 색소보유세포 (chromatophore) 중 흑색소보유세포 (melanophore)가 뇌하수체 중엽의 intermedin에 의하여 흑색소과립 (melanin granule)을 집합하고 확산함으로써 피부색의 변화를 일으켜 보호색을 나타내고 있다.

흑색소세포의 흑색소과립은 보호색의 주요한 기본이며, 부속 역할로서는 조직에 대하여 자외선의 작용이 일어나는 안전한 자유라디칼 (free radical)을 인어서 피부보호에 중요한 구실을 한다 (Commoner *et al.*, 1954; Daniels, 1959; Mason *et al.*, 1960).

흑색소세포는 신경관 (neural crest)으로부터 유래되고 (Dushane, 1934; Zimmermann & Becker, 1959; Billingham & Silvers, 1960; Brumbaugh & Froiland, 1973; Brumbaugh & Schall, 1977), 흑색소세포의 tyrosinase는 흑색소의 선구물질인 tyrosine을 흑매작용하여 DOPA, premelanin, melanosome 및 tyrosinase 활성능력이 없는 흑색소과립을 형성한다고 보고되었다 (Raper, 1928; Harley-Mason & Bu'Lock, 1950; Seiji & Fitzpatrick, 1961).

병아리 배 (embryo)로부터 배양된 신경관 흑색소세포에 actinomycin D와 cyclohexamide를 처리한 결과 흑색소 합성과정 중 흑색소과립에 결합된 ^3H -DOPA가 감소되었다고 보고하였다 (Brumbaugh & Schall, 1977).

색소세포에 관하여 어류 (Lopashov, 1944; Goodrich, 1950; Orton, 1953), 양서류 (Dushane, 1934; Bagnara *et al.*, 1968; Bagnara *et al.*, 1978; Bowers & Carver, 1978; Frost & Malacinski, 1980), 조류 (Brumbaugh & Schall, 1977) 및 포유류 (Grüneberg, 1952; Little, 1958; Deol, 1963; Comings & Odland, 1966; Quevedo, 1973) 등에서 많은 연구가 행하여졌다.

그 중 양서류의 색소세포는 대황세포 (xanthophore), iridophore 및 흑색소보유세포로 구성되며, 대황세포는 pterinosome, carotinoid vesicle 및 glycogen particle, iridophore는 reflecting plate, 그리고 흑색소보유세포는 melanosome의 세포소기관들로 구성된다고 보고된 바 있다 (Dushane, 1934; Bagnara *et al.*, 1968; Bagnara *et al.*, 1978; Butman *et al.*, 1979).

대황세포는 소낭속의 내용물에 따라 제 1형 pterinosome, 제 2형 pterinosome 및 제 3형 pterinosome으로 구분되었다. 즉 제 1형은 소낭속에 내용물이 없고, 제 2형은 2~3개의

lamellae를 가지고 있으며 제 3 형은 집중적인 많은 lamellae를 가지고 있다고 보고한 바 있다 (Bagnara *et al.*, 1968; Yasutomi & Hama, 1972).

양서류의 백색증 (albinism)은 척추동물의 다른 종에서 알려졌던 것과 같이 열성인자로서 유전되고 있다는 것이 보고되었다 (Humphrey, 1967; Browder, 1967, 1972; Gill *et al.*, 1972; Nishioka & Ueda, 1977).

양서류의 melanosome은 intermedin에 의하여 빛을 반사하는 iridophore의 reflective plate와 상호작용하여 색깔변화가 일어나지만 (Bagnara *et al.*, 1968), 포유동물은 흑색소 자극호르몬에 의하여 색소세포에서 흑색소합성이 일어나므로 흑색소보유세포의 집합과 분산을 관찰할 수 없는 차이를 나타내었다 (Fitzpatrick & Szabo, 1959; Wright & Lerner, 1960).

양서류 색소세포에 대하여 발생학적, 유전학적, 생리학적 및 형태학적으로 개체 및 계통적으로 연구되었지만 이 중 도롱뇽으로서는 *Amblystoma punctatum* (Stone, 1926; Dushane, 1935)과 *A. mexicanum* (Schnakenbeck, 1921; Dushane, 1935; Benjamin, 1970; Frost & Malacinski, 1980) 뿐이어서 국내 시식종인 *Hynobius leechi*를 재료로 하여 먼저 미세구조적 면을 시도하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 사용된 동물은 경기도 광릉에서 채집한 도롱뇽 (*Hynobius leechi*)으로서 환경의 통일을 위하여 암실 사육조에서 3일간 사육한 후에 20개체를 재료로 삼았다.

실험방법으로는 이들의 배부조직을 pH 7.2에서 0.1 M phosphate으로 완충시킨 2.5% glutaraldehyde-paraformaldehyde액과 1% osmium tetroxide에 전후 고정하여, 각각 ethanol과 acetone으로 탈수한 후 Epon 812 mixture에 포매하여 35°C, 45°C 및 60°C에서 중합시켰다.

포매된 조직은 LKB ultramicrotome으로 초박절 표본을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate으로 염색하여 Jeol-100B형 전자현미경으로 관찰하였다.

결 과

도롱뇽 배부피부의 색소세포는 표피와 진피에서 나타났으며, 표피에는 종자층 사이에 흑색소세포와 각질세포에 산재한 흑색소보유세포로, 진피에는 대황세포와 흑색소보유세포로 구성되었다.

표피의 흑색소세포 : 흑색소세포의 핵은 핵막이 부분적으로 침하게 함입하여 불규칙한 모양을 나타내었다. 핵 아래 부분의 세포질에 산재해 있는 rough-surfaced endoplasmic reticulum과, 핵 주위를 둘러싸고 있는 rough-surfaced endoplasmic reticulum이 관찰되었다 (Fig. 1). 핵 아래 주변부에 있는 Golgi체와 핵 주위에 있는 ribosome도 잘 관찰되었다 (Fig. 2). 흑색소세포는 흑색소과립을 갖고 있으며, 그 흑색소과립은 원형 또는 타원형으로 이루어졌으며, 흑색소가 비교적 적게 축적되어 전자밀도가 낮은 흑색소과립이 관찰되었다 (Fig. 1, 2).

표피의 흑색소보유세포 : 세포질에는 흑색소과립이 거의 채워져 있을 뿐 세포질내에 다른

세포소기관은 잘 구별되지 않았다 (Fig. 3, 4).

각질세포사이의 세포간격에 흑색소세포 돌기가 뻗어 있었으며, 그 돌기 속에는 흑색소과립이 채워져 있으므로 세포간격의 돌기는 팽대되었다. 또한 각질세포 사이의 세포간격에 유리된 흑색소과립이 모여 있는 부분도 관찰되었다 (Fig. 4, 5, 6).

진피의 대항세포: 대항세포는 크기가 다른 원형 또는 타원형의 소낭을 포함하며, 그 소낭은 6가지 형으로 나타나고 있었다. 제 1형 pterinosome은 소낭속에 이 물질이 없고 한계막 만이 나타나는 형태 (Fig. 7), 제 2형 pterinosome은 소낭속에 섬유기질 (fibrous matrix) 이 산재하고 있는 형태 (Fig. 7), 제 3형 pterinosome은 소낭속에 소수의 lamellae층을 형성하고 있는 형태 (Fig. 7, 8), 제 4형 pterinosome은 소낭속에 여러개의 lamellae층을 형성하여 집중적으로 둘러싸고 있는 형태 (Fig. 7, 8), 제 5형 pterinosome은 소낭속에 강등도의 전자밀도를 가진 core를 형성하여 halo 모양으로 나타나는 형태 (Fig. 9) 및 제 6형 pterinosome은 소낭의 전편이 강등도의 전자밀도로 된 형태 (Fig. 9)가 관찰되었다.

그 외에 작은 소낭으로, 모여있는 carotinoid vesicle와 소낭 사이에 작은 glycogen particle도 관찰되었다 (Fig. 10).

진피의 흑색소보유세포: 흑색소보유세포의 핵은 긴 타원형이며, 핵막의 일부는 깊게 함입되었다. 흑색소보유세포의 전 세포질에 같은 전자밀도의 흑색소과립이 채워져 있었으며, 흑색소과립은 비슷한 크기의 원형 또는 타원형으로 나타나고 있었다 (Fig. 11). 흑색소보유세포의 돌기는 대항세포와 평행하여 길게 뻗어 있었으며, 그 돌기 속에는 흑색소과립이 팽 채워져 있으므로 다른 세포소기관은 관찰되지 않았다 (Fig. 11).

고 찰

양서류 색소세포는 표피와 진피에 분산되어 있으며, 표피의 색소세포는 흑색소세포와 흑색소보유세포, 진피의 색소세포는 흑색소보유세포와 대항세포로 구분되었다. 흑색소세포와 흑색소보유세포의 흑색소과립과 대항세포의 pterinosome은 색소의 축적에 따라 전자밀도의 차이를 나타내는데 이에 대한 연구로서 Lopashov (1944), Goodrich (1950) 및 Orton (1953)은 수종의 경골어류를, Stone (1933), Dushane (1934) 및 Bagnara 등 (1968)은 양서류 (*Hyla cinerea*, *Agalychnis dachnicolor*, *Hyla arenicolor* 및 *Rana pipiens*)를 Brumbaugh와 Schall (1977), Whittaker (1968)는 조류 (*Gallus gallus*)를 그리고 Grüneberg (1952)는 포유류 중 마우스를, Comings와 Odland (1966) 및 Quevedo (1973)는 사람을 연구재료로 이용하여 보고 한 바 있다.

본 연구에서 국내 서식종인 도롱뇽의 피부는 표피와 진피에 색소세포인 흑색소세포, 흑색소보유세포 및 대항세포가 분산되어 있다는 점에서 일치하며 특히 척추동물 중 양서류에서만 관찰되는 대항세포도 잘 관찰되었다.

Schnakenbeck (1921)은 도롱뇽의 일종인 axolotl에서 표피의 흑색소세포와 흑색소보유세포는 각질층에 분산되어 있다고 보고하였으며, Frost & Malacinski (1980)은 axolotl의 흑색소보유세포는 생리학적 및 형태학적으로 하등 척추동물중 전형적인 상태이며 미세구조적으로 흑색소보유세포의 흑색소과립은 다른 척추동물의 흑색소과립과 동일하게 나타난다고 보고하였다. 그리고 본 연구에서도 표피의 종자층 사이에서 흑색소세포가, 각질층 세포

사이에는 흑색소보유세포가 관찰되었다. 또한 표피의 흑색소세포, 흑색소보유세포 및 세포간격의 흑색소과립들이 거의 같은 크기와 전자밀도를 나타내는 것으로 미루어 보아 종자층에 있는 흑색소세포의 흑색소과립이 각질층으로 이동하여 각질세포의 세포질과 세포간격에 채워져 있다고 사료된다.

Bagnara 등 (1968)은 양서류에서 진피의 대황세포, 흑색소세포 및 흑색소보유세포가 표피와 평행으로 인접하였으며, 진피의 대황세포는 pterinosome, carotinoid vesicle 및 glycogen particle의 세포소기관을 가진 색소세포라고 보고하였고 Yasutomi와 Hama (1972)는 역시 양서류 (*Xenopus laevis*)에서 대황세포의 pterinosome이 소낭속의 색소축적에 따라 3단계로 구분된다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서의 pterinosome은 여러 형태로 나타남으로 소낭속의 색소의 전자밀도에 의한 유형물질 유무에 따라서 제 1형, 제 2형, 제 3형, 제 4형, 제 5형 및 제 6형 pterinosome으로 세분할 수 있었다. 이는 Yasutomi와 Hama (1972)에 비하여 3단계가 더 구분되었는데 이같은 사실은 서식환경의 차이에서 기인되는 것으로 사료된다.

표피와 진피의 흑색소보유세포가 동일한 기원을 갖는다는 것은 Eberth (1869), Acby (1885), Kodis (1889), Ehrmann (1892), Eycleshymer (1906), Berweger (1926) 및 Elias (1931) 등에 의하여 입증된 것과 같이 본 연구에서도 표피와 진피의 흑색소보유세포는 같은 형태의 원형 내지 타원형의 흑색소과립으로 채워져 있으며, 또한 그 흑색소과립들은 같은 농도의 전자밀도를 나타내고 있음에 비추어 앞의 연구가들의 견해와 일치한다.

Bagnara 등 (1968)에 의하면 양서류는 환경에 따라 흑색소 자극호르몬 (intermedin)이 흑색소과립을 가지고 있는 세포에 작용하여 흑색소보유세포의 돌기속에 있는 흑색소과립을 확산시켜 보호색을 나타내며, 반면에 흑색소 자극호르몬의 분비가 억제되면 흑색소과립이 핵쪽으로 집중되어 색이 밝아진다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 반점이 뚜렷한 도롱뇽에서의 진피 흑색소보유세포의 돌기가 양 측면으로 뻗어 있었고, 그 돌기속에 흑색소과립이 축적되어 있음을 관찰할 수 있었다. 이와 같이 흑색소보유세포의 돌기속에 흑색소과립이 채워져 있음은 흑색소보유세포의 흑색소과립이 돌기속으로 확산된 경우라고 사료된다.

요 약

도롱뇽 배부피부의 색소세포를 전자현미경으로 관찰한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 표피의 색소세포는 종자층 사이에 있는 흑색소세포와 각질세포층에 산재해 있는 흑색소보유세포로 구성되어있으며 표피내 이들 세포의 특징은 다음과 같다.

A. 흑색소세포의 핵은 원형 또는 타원형이며, 부분적으로 크고 작은 핵막함요를 나타내었다.

B. Rough-surfaced endoplasmic reticulum과 Golgi체가 특히 흑색소세포의 핵 아래부분의 세포질에 잘 발달되었으며, ribosome은 특히 핵 주변부와 인접하여 산재해 있었다.

C. 흑색소세포의 흑색소과립은 전자밀도가 높고 낮은 원형 또는 타원형으로 나타났다.

D. 흑색소보유세포의 핵은 일부분의 핵막이 깊게 함입하였으며, 흑색소과립이 세포질에 채워져 있으므로 다른 세포소기관은 구별되지 않았다.

2. 진피는 기저막 바로 밑의 대황세포와 흑색소보유세포로 구성되어있으며, 진피내 이들

세포의 특징은 다음과 같다.

A. 대황세포는 크기가 다른 원형 또는 타원형의 소낭을 가지고 있으며, 그 소낭은 6가지의 형으로 구분되었다 (제 1형 prerinosome, 제 2형 pterinosome, 제 3형 pterinosome, 제 4형 pterinosome, 제 5형 pterinosome, 제 6형 pterinosome).

B. 진피의 흑색소보유세포의 핵은 긴 타원형이며, 핵막의 일부분이 길게 함입되었다.

C. 같은 전자밀도의 흑색소과립이 흑색소보유세포의 전 세포질에 채워져 있으며, 다른 세포소기관은 관찰되지 않았다.

D. 흑색소보유세포의 돌기는 대황세포와 평행하여 뻗어 있었으며, 그 돌기속에는 흑색소과립이 채워져 있었다.

REFERENCES

- Aeby, C. 1885. Die Herkunft des Pigments im Epithel. *Zentralbl. f. med. Wissensch.* 23:273-275.
- Bagnara, J.T., J.D. Taylor and M.E. Hardley, 1968. Dermal chromatophore unit. *J. Cell Biol.* 38:67-79.
- Bagnara, J.T., W. Ferris, W.A. Turner and J.D. Taylor, 1978. Melanophore differentiation in leaf frogs. *Develop. Biol.* 64:149-163.
- Benjamin, C.P. 1970. The biochemical effect of the *d*, *m*, and *a* genes on pigment cell differentiation in the axolotl. *Develop. Biol.* 23:62-85.
- Berweger, Luise, 1926. Die Entwicklung der Pigmentführenden zellen in der Haut von Salamandra. *Zeit.f. mikr-anat. Frsch.* 7:231-294.
- Billingham, R.E. and W.K. Silvers, 1960. Melanocytes of mammals. *Quart. Rev. Biol.* 35:1-40.
- Bowers, R.R. and V.H. Carver, 1978. Ultrastructural study of the cutaneous pigment cells of wild-type and albinistic bullfrogs, *Rana catesbeiana*. *J. Ultrastruct. Res.* 64:388-397.
- Browder, L.W. 1967. Pigmentation in *Rana pipiens*: A study in developmental genetics. Ph. D. thesis. University of Minnesota.
- Browder, L.W. 1972. Genetic and embryological studies of albinism in *Rana pipiens*. *J. Exp. Zool.* 180:149-156.
- Brumbaugh, J.A. and D.G. Schall, 1977. The effects of actinomycin D and cyclohexamide upon the ultrastructural localization of H-DOPA in differentiating chick neural crest melanocytes *in vitro*. *J. Exp. Zool.* 202:163-170.
- Brumbaugh, J.A. and T.G. Froiland, 1973. DOPA and cysteine incorporation into premelanosomes: Effects of cyclohexamide and gene substitution. *J. Invest. Dermat.* 60:172-178.
- Butman, B.T., M. Obika, T.T. Tchen and J.D. Taylor, 1979. Hormone-induced pigment translocations in amphibian dermal iridophores, *in vitro*: Changes in cell shape. *J. Exp. Zool.* 208:17-31.
- Comings, D.E. and G.F. Odland, 1966. Partial albinism. *JAMA* 195(7):111-115.
- Commoner, J. Townsend and G.E. Pake, 1954. Free radicals in biological materials. *Nature (London)* 174:689-691.
- Daniels, F., 1959. Physiological effects of sunlight. *J. Invest Dermat.* 32:147-155.
- Deol, M.S. 1963. Inheritance of coat color in laboratory rodents, pp.177-196. *In: Animals for research. Principles of breeding and management.* (Lane-Petter, ed.) Academic Press, London.
- Dushane, G.P. 1934. The source of pigment cells in amphibia. *Anat. Rec.* 69:62-63.

- Dushane, G.P. 1935. An experimental study of the origin of pigment cells in amphibia. *J. Exp. Zool.* 72:1-30.
- Eberth, C. 1969. Untersuchungen zur normalen und pathologischen Anatomie der Froschhaut. Leipzig (cited from E. Gaupp in Ecker's and Wiedersheim's and Wiedersheim's Anatomie des Frosches, Theil 3, 2 Hälfte)
- Ehrmann, S. 1892. Zur Kenntnis von der Entwicklung und Wanderung des Pigments bei Amphibien. *Arch. f. Dermatol. u. Syphilis*, Bd. 24, Suppl. I.S. 195-223.
- Elias, H. 1931. Die Entwicklung des Farbkleides des Wasserfrosches (*Rana esculenta*). *Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.*, Abt. B., 14, S.55-70.
- Eycleshymer, A.G. 1906. Development of chromatophores in *Necturus*. *Am. J. Anat.* 5:309-314.
- Fitzpatrick, T.B. and G. Szabo, 1959. Melanocyte: cytology and cytochemistry. *J. Invest. Dermat.* 32:197-209.
- Frost, S.K. and G.M. Malacinski, 1980. The developmental genetics of pigment mutants in the Mexican Axolotl. *Develop. Genet.* 1:271-294.
- Gill, S.J., C.M. Richards and G.W. Nace, 1972. Genetic and metabolic bases of two "Albino" phenotypes in the leopard frog, *Rana pipiens*. *J. Exp. Zool.* 180:157-168.
- Goodrich, H.B. 1950. Problems of origin and migration of pigment cells in fish. *Zoologica* 35:17-19.
- Grüneberg, H. 1952. The genetics of the mouse. Nijhoff The Hague p. 300.
- Harley-Mason, J. and J.D. Bu'Lock, 1950. Synthesis of 5:6-dihydroxyindole derivatives: oxide-reduction rearrangement catalyzed by zinc ions. *Nature (London)* 166:1036.
- Humphrey, R.R. 1997. Albino axolotls from an albino tiger salamander through hybridization. *J. Hered.* 58:95-101.
- Kodis, T. 1889. Epithel und Wanderzelle in der Haut des Froschlärvenschwanzes. Zur Physiologie des Epithels *Arch. f. Anat. u. physiol.* Abt., Suppl. Bd., S. 1-40.
- Little, C.C. 1958. Coat color genes in rodents and carnivores. *Quart. Rev. Biol.* 33:103-137.
- Lopashov, G.V. 1944. Origin of pigment cells and visceral cartilage in teleosts. *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S.*, n.s., 44(4):169-172.
- Mason, H.S., D.J.E. Ingram and B. Allen, 1960. Free radical property of melanins. *Arch. Biochem.* 86:225-230.
- Nishioka, M. and H. Ueda, 1977. An electron-microscopic study on six kinds of color variants induced by radiation in *Rana nigromaculata*. *Sci. Rep. Lab. Amphibian Biol.*, Hiroshima Univ. 2:91-102.
- Orton, G.L. 1953. Development and migration of pigment cells in some teleost fishes. *J. Morphol.* 73(1):69-96.
- Quevedo, W.C. 1973. Genetic control of melanin metabolism within the melanin unit of mammalian epidermis. *J. Invest. Dermat.* 60(6):407-417.
- Raper, H.S. 1928. Aerobic oxidases. *Physiol. Rev.* 8:245-282.
- Schnakenbeck, W. 1921. Zur Analyse der Rassenmerkmale der Axolotl. II. Die Entstehung und das Schicksal der epidermalen Pigmentträger. *Zeit. f. indukt. Abstammungs und Vererbungslehre*, Bd., 27:178-226.
- Seiji, M. and T.B. Fitzpatrick, 1961. Reciprocal relationship between melanization and tyrosinase activity in melanosomes (melanin granules). *J. Biochim.* 49:700-706.

- Stone, L.S. 1926. Further experiments on the extirpation and transplantation of mesectoderm in *Amblystoma punctatum*. *J. Exp. Zool.* 44:95-131.
- Stone, L.S. 1933. The development of lateral-line sense organs in amphibians in living and vital-stained preparations. *J. Comp. Neur.* 57:507-540.
- Whittaker, J.R. 1968. Translational competition as a possible basis of modulation in retinal pigment cell cultures. *J. Exp. Zool.* 169:143-189.
- Wright, M.M. and A.B. Lerner, 1960. On movement of pigment granules in frog melanocytes. *Endocrinology* 66:599-609.
- Yasutomi, M. and T. Hama, 1972. Electron microscopic study on the xanthophore differentiation in *Xenopus laevis*, with special reference to their pterinosomes. *J. Ultrastruct. Res.* 38:421-432.
- Zimmermann, A.A. and S.W. Becker, 1959. Melanoblasts and melanocytes in fetal negro skin. *In Illinois Monographs in Medical Sciences.* 6(3):59. Illinois: Univ. of Illinois Press.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** A melanocyte in the germinal layer of the epidermis. The nucleus appear as partly small and large infolds (if) of the nuclear envelope. Rough-surfaced endoplasmic reticulums (rer), ribosomes (r) and melanosomes (me) are observed. Melanosomes are round or oval in shape and show a strong electron-density and a weak electron-density. $\times 6,700$.
- Fig. 2.** A melanocyte in the germinal layer of the epidermis. Golgi complexes (G), ribosomes (r) and mitochondria (m) are observed. $\times 1,600$.
- Fig. 3.** A melanophore in the germinal layer. Perinuclear portions are surrounded by melanosomes (me) which appear as a strong electron-density. $\times 10,000$.
- Fig. 4.** A melanophore (MP) among keratinocytes. The deep infoldings of the nuclear envelope in the melanophore are formed. A small number of melanosomes (me) are distributed in the cytoplasm. $\times 7,700$.
- Fig. 5.** Intercellular spaces of keratinocytes. Several melanosomes (me) in the process are observed in the intercellular space. $\times 5,300$.
- Fig. 6.** Intercellular spaces of the keratinocytes. Melanosomes (me) are dispersed in the intercellular spaces. $\times 2,300$.
- Fig. 7.** Pterinosomes of the xanthophore in the dermis. Type I pterinosome (I), type II pterinosome (II), type III pterinosome (III), type IV pterinosome (IV) are well observed. $\times 2,000$.
- Fig. 8.** Pterinosomes of the xanthophore in the dermis. Two type IV pterinosomes (IV) show different patterns. $\times 14,300$.
- Fig. 9.** Pterinosomes of the xanthophore in the dermis. Type V (V) and type VI (VI) pterinosomes are well observed. $\times 8,000$.
- Fig. 10.** Carotinoids and glycogen particles. Carotinoid vesicles (cv) and glycogen particles (g) appear among pterinosomes or vesicles. $\times 10,000$.
- Fig. 11.** The xanthophore (X) and melanophore (MP) in the epidermis. The nucleus of the melanophore (MP) is elongate in shape. Melanosomes (me) show the same electron density. Processes (p) of the melanophore extend to bilateral sides. $\times 8,000$.







