

별늑대거미(*Pardosa astrigera* L. Koch) 혈구의
전자현미경적 연구

장 병 수 · 여 성 문*

**Electron Microscopic Study on the Hemocytes
of the Wolf Spider, *Pardosa astrigera***

Chang, Byung Soo and Sung Moon Yoe*
(Received June 9, 1995)

ABSTRACT

The fine structure of the hemocytes in Wolf spider, *Pardosa astrigera*, is described and compared with that of similar cells in other spider species and insects. Five hemocyte types are identified in the hemolymph: prohemocyte, plasmatocyte, granulocyte, spherulocyte and adipohemocyte. Prohemocytes are small with a relatively undifferentiated cytoplasm. The nucleus is comparatively large and has a perinuclear space. Plasmatocytes and granulocytes are pinocytotic function in the hemolymph of the body. The plasmatocytes have some coated pits on the plasma membrane and well developed Golgi complex. The granulocytes appear sequence of events in the formation of coated vesicle from a coated pit on its plasma membrane. Golgi complex become well expressed and give rise to small secretory vesicles which fuse to large bodies. The spherulocytes are larger in cell size than other hemocytes. Their cytoplasm is filled with spherules. The spherules contain the flocculent materials and the helical structured materials, which are 220nm in length and 80nm in width. The adipohemocytes are oval shaped and have a number of lipid droplets.

Key words: Spider, *Pardosa astrigera*, Hemocytes

서 론

최근까지 절지동물의 혈구에 관한 연구는 주로 곤충류

를 재료로 하여 집중적으로 진행되어 왔으며 거미류 혈구에 관한 연구는 거의 미흡한 실정이다. 거미류는 절지동물문 중에서 두번째로 많은 종류가 존재하고 있으나 이에 관한 연구는 Millot(1949)가 광학현미경 수준에서 거미

동남보건전문대학 임상병리과, *단국대학교 생물학과
Dept. of Clinical Pathology, DongNam Health Junior College, Suwon, Korea.
*Dept. of Biology, Dankook University, Cheonan, Korea

의 혈구를 구분하였고, Sherman(1973)이 처음으로 전자현미경을 사용하여 독거미(*Eurypelma marxi*) 혈구의 미세구조를 관찰한 바 있을 뿐 여러종을 대상으로 다양하게 연구가 진행되지 못한 실정이다. 따라서 이들 혈구의 기원이나 분화 경로 및 다양한 면역학적 기능에 관한 연구는 매우 드문 상태이다.

곤충에서 혈구의 분류는 Jones(1962)가 광학현미경을 사용하여 9종류의 혈구를 처음 분류한 이후 조직화학적 방법과 외부형태, 미세구조 및 기능적 차이에 따라 다양한 곤충 중에서 여러종류의 혈구 유형을 구분하였다(Ashhurst, 1982; Chain and Anderson, 1982; Chiang *et al.*, 1988; Chang *et al.*, 1992). 거미 혈구의 용어 사용은 Sherman(1973), Midttun과 Jensen(1978) 등이 곤충의 혈구용어를 채택하여 연구하였으며, 전갈(*Palamnaeus swammerdami*)과 노래기(*Thyropygus poseidon*)의 혈구에 관한 연구(Ravindranath, 1973, 1974)도 Jones(1962)의 혈구분류 개념을 기초로 연구되어 왔을 뿐, 아직까지 이들 용어가 정확하게 정립되어 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구는 배회성 거미인 늑대거미과 벌늑대거미를 실험재료로 체내를 순환하는 혈구의 미세구조적 특징을 곤충류와 일부 거미류의 혈구에 관한 자료를 토대로 하여 그 유형을 우선 구분함으로써, 이들의 기원 및 기능에 대한 연구의 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 야외에서 채집한 배회성 거미인 벌늑대거미(*Pardosa astrigera*)를 사용하였다.

벌늑대거미 두흉부에 있는 다리의 기부를 절단하여 채취한 혈림프를 2.5% paraformaldehyde-glutaraldehyde(4°C, 0.2M phosphate buffer, pH 7.4)가 들어있는 Eppendorf tube에서 2000r.p.m.으로 10분간 원심분리 시켜 혈구만을 응축시킨 후, 1시간 동안 전고정하였다. 전고정된 혈구덩어리는 완충용액(4°C, 0.2M phosphate buffer, pH 7.4)으로 10분간 3회 세척하였으며, 이어서 1% O_5O_4 (4°C, 0.2M phosphate buffer, pH 7.4)로 1시간 동안 후고정하였다.

고정된 재료는 동일 완충용액으로 3회 세척한 후, ethanol 농도 상승순으로 탈수하였으며, propylene oxide로 치환하여 epon-araldite 혼합액에 포매한 다

음, 60°C vacuum drying oven에서 36시간 중합반응시켰다. 포매된 혈구덩어리는 ultramicrotome(LKB-2088)으로 초박절편을 제작하여 copper grid에 부착시킨 다음, uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하여 JEOL 100CX-II 형 투과전자현미경으로 100 kV에서 관찰하였다.

결 과

원시혈구(prohemocyte)는 거미혈구 중에서 가장 작은 혈구로서 직경이 약 4.5 μ m 이었으며, 핵과 세포질의 비율(N/C ratio)이 1:2 정도로 다른 혈구에 비해 핵이 큰 것이 특징이다. 세포질은 내강이 확장된 조면소포체와 유리 리보솜이 관찰되었고 핵과 세포질 사이에는 핵주위 공간(perinuclear space)을 형성하고 있었다(Fig. 1).

무정형혈구(plasmatocyte)는 난원형 또는 방추형의 형태로 직경이 약 7.5 μ m 이었으며, 핵은 세포질의 중앙에서 한쪽으로 약간 치우쳐 존재하였다(Fig. 2). 세포질에는 비교적 세포소기관이 잘 발달되어 있었는데, 특히, 골지복합체의 성숙면에서 많은 소포(vesicle)들이 형성되었고, 이들은 식포와 인접한 부위에 산재하고 있었다. 또한, 무정형혈구의 원형질막은 특징적으로 음세포작용(pinocytosis)에 관여하는 것을 관찰할 수 있었다. 원형질막은 주변의 이물질을 제거하기 위하여 함입되면서 피복소와(coated pit)를 형성하였으며, 이들 피복소와는 피복소포(coated vesicle)를 형성하면서 주변의 식포와 융합하여 다소포체(multivesicular body)를 형성하였다(Fig. 3).

과립혈구(granulocyte)는 구형 또는 난원형의 형태로 직경은 약 11 μ m 정도의 크기를 나타냈다(Figs. 4, 5). 세포질에 산재하고 있는 과립들은 구형으로 전자밀도가 높은 무정형의 물질로서 균일한 형태의 한계막으로 둘러싸여 있거나(Fig. 4), 타원형으로 불규칙한 형태의 한계막으로 둘러싸여 있었다(Fig. 5). 이들은 직경이 약 1.5 μ m 정도로 측정되었다. 또한, 전자밀도가 높은 무정형인 구형의 과립들은 원형질막에 근접되어 있었는데 일부는 과립의 한계막이 원형질막과 융합되어 관찰되기도 하였으며(Fig. 4), 세포질에는 골지복합체가 잘 발달되어 있었고, 골지소포들은 서로 융합하여 큰 분비과립을 형성하였다(Fig. 6). 식포와 인접한 부위에는 활성이

왕성한 골지복합체에서 지속적으로 분비과립들이 생성되어 떨어져 나왔고, 이들은 다량의 피복소포와 융합되면서 다소포체를 형성하였다(Fig. 8).

과립혈구는 왕성한 음세포작용 능력을 가지고 있어서 특징적으로 원형질막 표면의 특정 부위에서 많은 피복소와 현상을 관찰할 수 있었는데, 과립혈구에서 음소포(pinocytotic vesicle)의 형성과정은 초기에 분자나 작은 입자가 이들이 인접해 있는 원형질막이 합입되어 피복소와를 형성하면서 이들은 연속적인 작용으로 피복소포를 형성하였다. 이들 음소포의 크기는 직경이 120nm 정도로 관찰되었다(Fig. 7).

소구혈구(spherulocyte)는 구형 또는 난원형의 형태로 크기는 직경이 약 13~15 μ m로 거미혈구 중에서 가장 큰 세포로 관찰되었으며, 핵은 세포질의 중앙에 있거나 또는 편재되어 나타났다. 세포질은 대부분 소구(spherule)들로 채워져 있었고, 세포소기관은 핵을 중심으로 인접하여 존재하였는데, 이곳에서 구형의 미토콘드리아와 내강이 확장된 조면소포체 및 식포들이 다수 관찰되었다(Fig. 9). 소구는 구형의 형태로 직경이 2~2.5 μ m로 관찰되었다. 소구내의 물질은 전자밀도가 낮은 스펀 모양의 물질이나 중등도의 전자밀도를 갖고 있는 과립상의 물질이 균질하게 분포하고 있었으며, 특징적으로 나선상의 구조물이 소구내에 전반적으로 분포하고 있었다(Fig. 10). 나선상의 소구구조물은 반시계 방향으로 6회 회전한 구조물로서 가로 220nm 세로 80nm의 크기를 나타내었다(Fig. 11). 한편, 소구는 세포의 원형질막과 인접하여 세포 표면으로 돌출되어 있었으며, 이들의 막이 융해되면서 소구내 물질이 세포외로 배출되는 것은 관찰되지 않았다(Fig. 10).

지방혈구(adipohemocyte)는 난원형의 형태로 직경이 약 10 μ m의 크기를 나타냈으며, 핵은 지방과립이 형성된 부위의 반대쪽에 치우쳐 존재하고 있었다(Fig. 12). 세포질에는 다수의 지방과립들이 형성되어 있었고, 이들과 인접해서 조면소포체와 미토콘드리아가 존재하고 있었으며, 세포질 전체에 걸쳐 유리 리보솜이 산재되어 있었다. 지방과립은 구형의 형태로 직경이 약 1.5 μ m로 나타났다(Fig. 13).

고 찰

별늑대거미의 순환혈구는 미세구조적인 특징과 혈림프

내에서 노폐물의 제거 등에 관여하는 특징에 따라 원시혈구, 무정형혈구, 과립혈구, 소구혈구 및 지방혈구로 구분하였다.

원시혈구는 다른 혈구에 비해서 작고 미분화된 세포질을 가지고 있으며, 이와 같은 특성으로 인하여 다른 혈구로 분화할 수 있는 전구세포(progenitor cell), 또는 시원세포(stem cell)로 보고되었다(Beeman *et al.*, 1983). 본 연구에서 원시혈구는 곤충의 원시혈구와 비슷한 특징을 나타내고 있으나, 핵의 주변에 핵주위 공간을 가지고 있는 것이 특징적이다. Chiang 등(1988)은 독일바퀴에 관한 연구에서 응고혈구(coagulocyte)는 핵막에 핵주위 공간이 존재하고 있는데 이것은 과립혈구와 구분되는 미세구조적인 차이로만 보고하였을 뿐, 다른 종류의 혈구에서는 언급된 바가 없다.

별늑대거미의 정상 혈림프에서 순환하는 무정형혈구와 과립혈구는 원형질막과 세포질에 내포작용(endocytosis)에 관여하는 특징적인 구조가 관찰되었다. 곤충에서 내포작용은 주로 체내에 침입한 세균이나 인위적으로 주입된 금입자와 같은 불활성물질을 제거하기 위해 무정형혈구와 과립혈구에 의해서 식세포작용이 활발하게 일어나는 것으로 여러학자들에 의해 다양한 방법으로 연구되어 왔고(Chang *et al.*, 1992; Wago, 1984), 음세포작용은 주로 신세포(nephrocyte)에 의해서 이루어 지는데 혈림프의 분자나 작은 입자 형태의 노폐물을 제거하는 것으로 보고된 바 있다(Crossley, 1972; Fife *et al.*, 1987). 또한, 거미강 공주진드기과의 *Argas arboreus*에서 무정형혈구와 과립혈구는 식세포작용에 관여하고 신세포는 음세포작용에 관여하는 것으로 보고되었다(El Shoura, 1986). 그러나 본 연구에서 무정형혈구와 과립혈구는 왕성한 음세포작용 능력을 가지고 있는 것으로 관찰되었으며, 실제로 원형질막에 피복소와와 세포질에 다량의 피복소포들이 형성되고 있었다. 이와같은 결과는 거미의 말피기관이 흡수할 수 없는 비교적 작은 분자량의 이물질들이 이들 혈구의 내포작용에 의해서 제거되는 것으로 사료된다.

본 연구에서 무정형혈구는 난원형이나 방추형의 형태를 하고 있으며 아메바 모양의 무정형 형태는 관찰되지 않았다. 대부분의 곤충에서 무정형혈구는 방추형이거나 무정형으로서 이들은 세포모양이 상호 전환된다고 추측하였으며, 파리목의 *Tipula paludosa* 유충에서도 무정형혈구를 외부형태에 따라 방추형과 아메바 모양의 다형 형

대로 구분하여 보고한 바 있다(Carter and Green, 1987).

무정형혈구의 세포질에는 골지복합체가 잘 발달되어 있으며, 골지복합체의 납작한 수조 끝에서 작은 분비소포들이 형성되어 주변의 식포와 융합되면서 다소포체를 형성하는 것이 관찰되었는데 이것은 곤충의 무정형혈구가 세포성 면역반응에 관여하는 기능(Lim *et al.*, 1994)을 가지고 있듯이 벌늑대거미의 무정형혈구도 이물질 제거하는 면역학적 기능을 갖고 있는 것으로 사료된다.

과립혈구는 대부분의 절지동물에 공통적으로 존재하는 혈구로 세포질에 많은 과립을 가지고 있다(Gupta, 1986). 이들 혈구는 분화경로나 기능적 역할 및 과립의 미세구조적 특징에 따라 몇가지 아형으로 분류되어 왔다(Breherin and Zachary, 1986; Han, 1989, Chang *et al.*, 1992). 본 연구에서 과립혈구는 전자밀도가 높은 무구조물의 구형의 과립과 타원형의 과립들로 구성된 혈구들이 관찰되었는데, 이들 혈구의 원형질막에서는 연속적으로 진행되는 음세포작용 과정이 잘 관찰되었으며, 세포질에는 골지복합체가 잘 발달되어 있었다.

곤충에서 소구혈구는 미세한 섬유상이나 직물상의 과립물질로 채워져 있는 소구를 가지고 있다. 솜벌레(*Pectinophora gossypiella*)의 경우 소구내 물질은 깃털모양의 미세 과립상 물질로 구성되어 있고, 조면소포체에서 합성되어 골지체에서 형성되는 것으로 보고된 바 있으며(Raina, 1976), Chang 등(1994)은 메뚜기(*Euprepocnemis shirakii*)의 소구혈구에서 소구는 솜털상의 미세한 과립들로 채워져 있으며, 이들은 원형질 밖으로 돌출되어 존재하고 있다고 보고하였다. 한편, 독거미(*Eurypelma marxi*)의 경우 소구혈구는 관찰되지 않는다고 보고되었는데 Sherman(1973), 이와같은 결과는 과립혈구와 구분이 명확하지 않아서 나타난 현상인 것으로 추측되었다. 벌늑대거미의 소구혈구는 Chang 등(1994)과 Raina(1976)가 보고한 바와 같이 소구내에 미세한 솜털모양의 과립성분들로 채워져 있으나, 특징적으로 반시계 방향으로 회전하는 나선상의 구조물이 소구 전체에 산재하여 있는 것을 관찰할 수 있었다. 나선상의 구조물은 소구내에만 존재하였으며, 길이는 220nm 폭은 80nm 정도로 다른 종의 절지동물에서는 전혀 관찰되지 않는 구조물이었다.

Akai와 Sato(1973)는 소구의 성분이 mucopolysaccharide나 mucoprotein으로 혈림프 단백질 성분의 근

원으로 추측하였고, 참개(*Limulus polyphemus*)에서 소구와 비슷한 특징을 나타내는 cyanoblast는 절지동물의 중요 호흡색소인 hemocyanin을 생성하는 것으로 추측하였다(Fahrenbach, 1970). 본 연구에서 소구의 성분과 기능, 그리고 나선상 구조물이 솜털모양의 과립상 물질의 응축에 의해서 형성되는지 또는 혈림프에서 유래한 이물질인지에 관해서는 더 깊은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

지방혈구는 지방조직 세포의 약 1/10 정도의 크기로 작고 핵이 편재되어 존재하고 있으며 세포질에는 중등도의 전자밀도를 나타내는 지방과립으로 채워져 있는 것이 특징이다. Gupta와 Sutherland(1966)는 추위나 굶주림 또는 휴면기와 같은 생리적 조건하에서 무정형혈구에 지방과립들이 축적되어 지방혈구로 전환된다고 하였으며, Chiang 등(1988)은 독일바퀴(*Blattella germanica*)를 24시간 동안 5°C의 낮은 온도로 유지시킬때 혈림프에서 지방혈구가 간헐적으로 관찰되고 수적인 차이도 다양하다고 보고하였다. 본 연구에서 벌늑대거미 지방혈구의 미세구조적 특징은 곤충의 혈구와 유사한 특성을 나타내고 있었으며, 거미의 혈구 중에서 가장 낮은 빈도로 관찰되었다.

결 론

벌늑대거미 혈구의 미세구조를 전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 혈구는 미세구조적 특징에 따라 원시혈구, 무정형혈구, 과립혈구, 소구혈구 및 지방혈구로 구분되었다. 원시혈구는 순환혈구 중에서 가장 작았고, 세포소기관의 발달은 미약하였으며, 핵과 세포질 사이에 핵주위 공간이 존재하였다. 무정형혈구와 과립혈구는 음세포작용에 관여하였는데, 무정형혈구는 원형질막의 합입에 의해서 형성된 피복소포가 존재하였으며, 세포질에는 다수의 식포들과 골지복합체가 잘 발달되어 있었다. 과립혈구는 세포의 원형질막에 많은 피복소포를 형성하였으며, 세포질에는 활성이 강한 골지복합체가 산재되어 있었고, 다수의 피복소포들이 융합에 의해서 형성된 다소포체도 관찰되었다. 소구혈구는 거미혈구 중에서 가장 크게 나타났다. 세포질에는 직경이 약 2.5µm인 구형의 소구를 함유하고 있었는데, 소구내물질에는 반시계 방향으로 회전하는 나선상의 구조물이 존재하였다. 지방혈구는 난원형의 형태로서 세포질은 구형의

지방과립들로 채워져 있었다.

참 고 문 헌

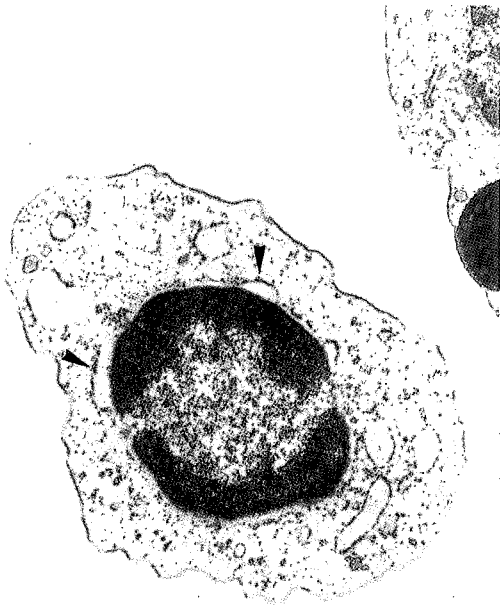
- Akai, H. and S. Sato, 1973. Ultrastructure of the larval hemocytes of the silkworm, *Bombyx mori*(L.) (Lepidoptera: Bombycidae). Int. J. Insect Morphol. Entomol. 2:207-231.
- Ashhurst, D.E., 1982. Histochemical properties of the spherulocytes of *Galleria Mellonella*(L.) (Lepidoptera: Pyralidae). Int. J. Insect Morphol. Embryol. 11:285-292.
- Beeman, S.C., M.E. Wilson, L.A. Bulla and R.A. Consigli, 1983. Structural characterization of the hemocytes of *Plodia interpunctella*. J. Morphol. 176:1-16.
- Brehelin, M. and D. Zachary, 1986. Insect hemocytes: A new classification to rule out the controversy. In: Immunity in Invertebrate(Brehelin, M., ed.). Springer-Verlag, New York. pp. 36-48.
- Carter, J.B. and E.I. Green, 1987. Hemocytes and granular cell fragments of *Tipula paludosa* larvae. J. Morphol. 191:289-294.
- Chiang, A.S., A.P. Gupta and S.S. Han, 1988. Arthropod immune system: I. Comparative light and electron microscopic accounts of immunocytes and other hemocytes of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). J. Morphol. 198:257-267.
- Chain, B.M. and R.S. Anderson, 1982. Observations on the cytochemistry of the hemocytes of an insect, *Galleria mellonella*. J. Histochem. Cytochem. 31:601-607.
- Chang, B.S., M.J. Moon, S.S. Han and S.M. Yoe, 1992. Ultrastructure of the immunocytes of grasshopper, *Euprepocnemis shirakii* Bolivar (Orthoptera: Locustidae). Korean J. Zool. 35:405-413.
- Chang, B.S., S.S. Han and S.M. Yoe, 1994. Hemocyte types in adult grasshopper, *Euprepocnemis shirakii* Bolivar. Korean J. Electron Microscopy 24: 93-104.
- Crossley, A.C., 1972. The ultrastructure and function of pericardial cells and other nephrocytes in an insect, *Calliphora erythrocephala*. Tissue & Cell. 4:529-560.
- Fahrenbach, W.H., 1970. The cyanoblast: hemocyanin formation in *Limulus polyphemus*. J. Cell Biol. 44:445-453.
- Fife, H.G., S.R. Palli and M. Locke, 1987. A fine structure of pericardial cells in an insect. Insect Biochem. 17:829-840.
- El Shoura, S.M., 1986. Fine structure of the hemocytes and nephrocytes of *Argas(Persicargas) arboreus*(Ixodoidea: Argasidae). J. Morphol. 189:17-24.
- Gupta, A.P. and M. Sutherland, 1966. *In vitro* transformations of the insect plasmatocyte in some insects. J. Insect Physiol. 12:1369-1375.
- Gupta, A.P., 1986. Arthropod immunocytes. In: Hemocytic and Humoral Immunity in Arthropods.(Gupta, A.P. ed.). John Willey and Sons. New Jersey, pp. 3-61.
- Han, S.S., 1989. Insect immunity. Korean J. Appl. Entomol. 28:175-191.
- Jones, J.A., 1962. Current concepts concerning insect hemocytes. Amer. Zool. 2: 209-246.
- Lim, D.S., B.S. Chang and S.M. Yoe, 1994. Phagocytosis in the cabbage butterfly hemolymph, *Pieris rapae*. Korean J. Entomol. 24: 259-268.
- Middtun, B. and H. Jensen. 1978. Ultrastructure of oenocytoids from two spiders, *Pisaura mirabilis* and *Trochosa terricola*(Araneae). Acta Zool. 59:157-167.
- Millot, J., 1949. Ordre des Araneides(Araneae). In: Traite de Zoologie, vol. VI. (Grasse, P.P. ed.). Masson et Cie, Paris, pp. 589-743.
- Raina, A.K., 1976. Ultrastructure of the larval hemocytes of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella*(Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). Int. J. Insect Morphol. Embryol. 5:187-195.
- Ravindranath, M.H., 1973. The hemocyte of a millipede, *Thyropygus poseidon*. J. Morphol. 141:257-268.
- Ravindranath, M.H., 1974. The hemocytes of a scorpion *Palamnaeus swammerdami*. J. Mor-

- phol. 144:1-10.
- Sherman, R.G., 1973. Ultrastructurally different hemocytes in a spider. *Can. J. Zool.* 51:1155-1159.
- Wago, H., 1984. *In vitro* evidence for the requirement of filopodial elongation for the progress of phagocytosis by phagocytic granular cells of the silkworm, *Bombyx mori*. *Dev. Comp. Immunol.* 8:7-14.

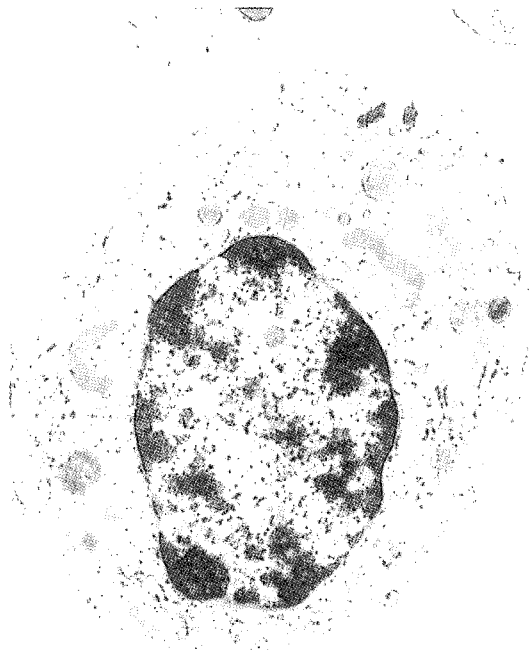
FIGURE LEGENDS

All scale bars indicate 1 μ m.

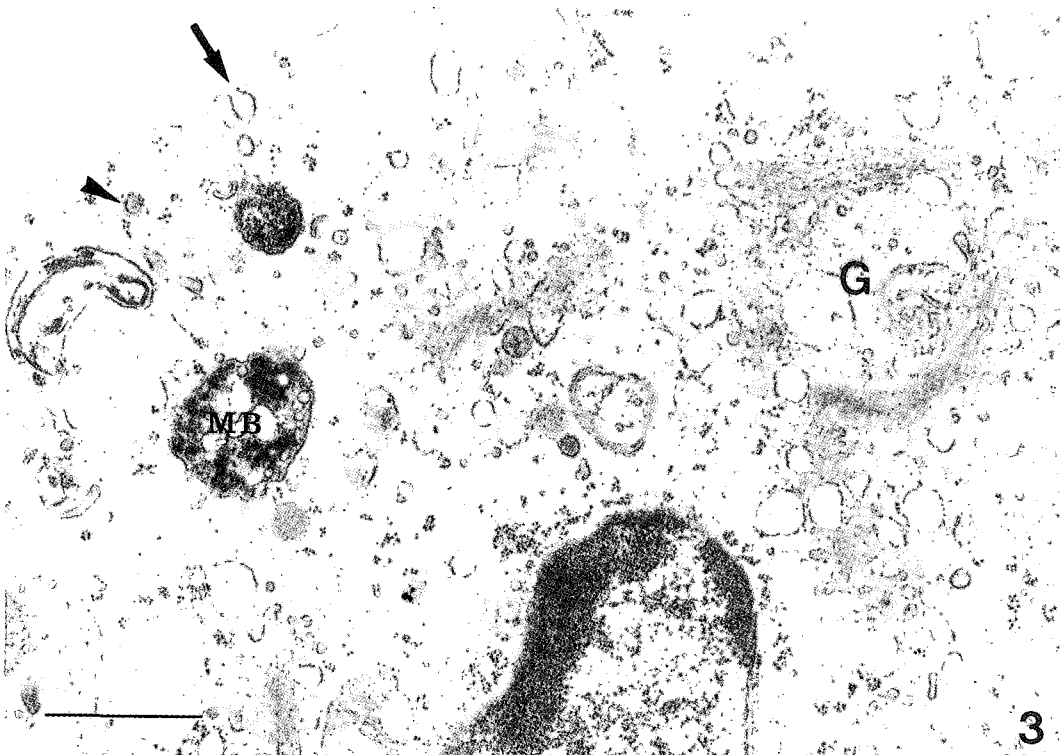
- Fig. 1.** Transmission electron micrograph of prohemocyte showing large nucleus and perinuclear space(arrowheads).
- Fig. 2.** Plasmatocyte showing spherical form nucleus, rough endoplasmic reticulum, mitochondria and phagocytic vesicles.
- Fig. 3.** Part of a plasmatocyte showing Golgi complex(G) and secretory vesicles. Internally coated membrane invaginations(arrow) give rise to small coated vesicles(arrowhead) which join to form the multivesicular body(MB).
- Fig. 4.** Granulocyte containing unstructured electron dense granules and pinocytotic vesicles.
- Fig. 5.** Granulocyte showing eccentric nucleus and a number of granules.
- Fig. 6.** The stacks of flattened Golgi cisternae(G) of granulocyte have dilated edges from which small vesicles appear. Note the large secretory vesicles(arrowheads) forming by fusion of small vesicles. Gr(granule).
- Fig. 7.** Granulocyte engages in pinocytosis. The plasma membrane showing probable sequence of events in the formation of a coated vesicle(arrows) from a coated pit(arrowhead). Gr: granule.
- Fig. 8.** Part of a granulocyte containing multivesicular bodies(MB) and Golgi complex(G). The granules(Gr) are 1.5 μ m in diameter.
- Fig. 9.** Spherulocyte with centrally positioned nucleus(N) and large spherules(Sp).
- Fig. 10.** Part of a spherulocyte showing mitochondria(M) and spherules(Sp). The spherules are 2.5 μ m in diameter.
- Fig. 11.** The spherules(Sp) composed of flocculent materials and helical structured materials(arrowhead). The helical structured materials are 220nm in length and 80nm in width. M: mitochondria.
- Fig. 12.** Adipohemocyte with a eccentric nucleus(N) and large lipid droplet.
- Fig. 13.** The lipid droplets(Ld) are bounded by a unit membrane and are 1.5 μ m in diameter.



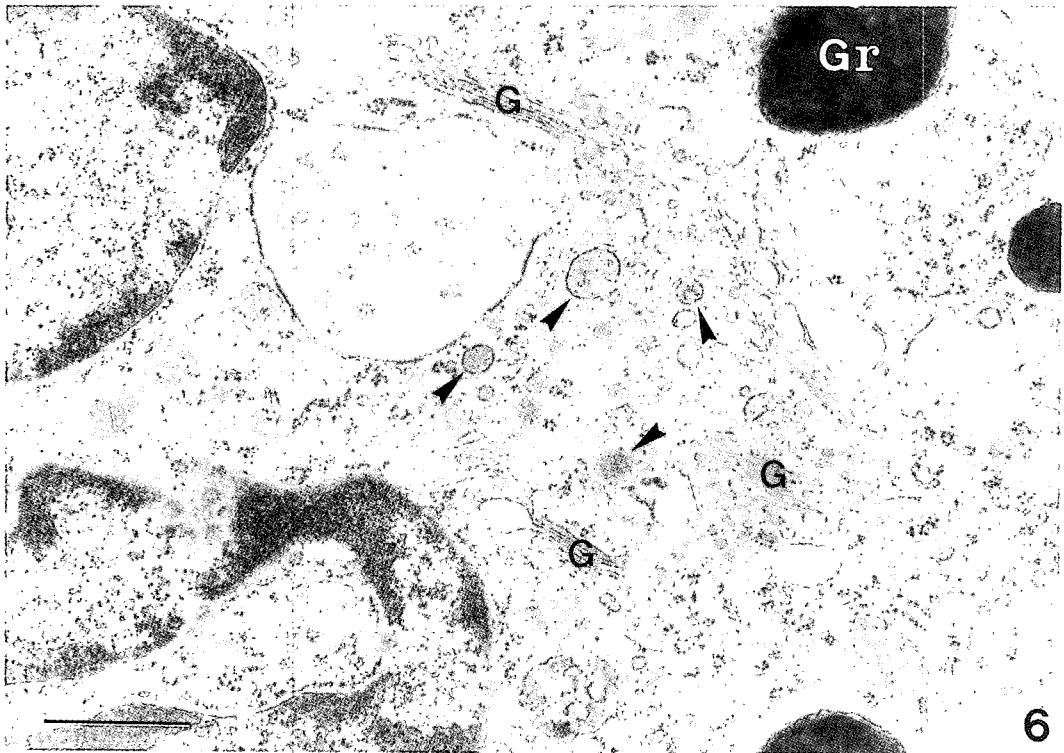
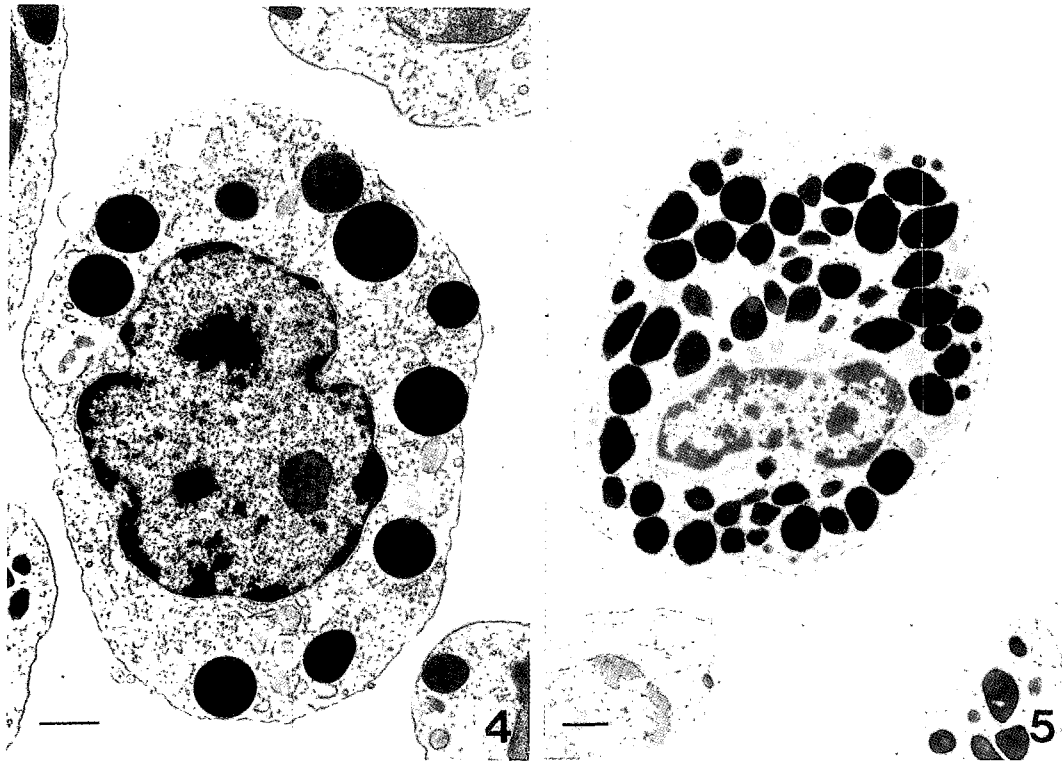
1

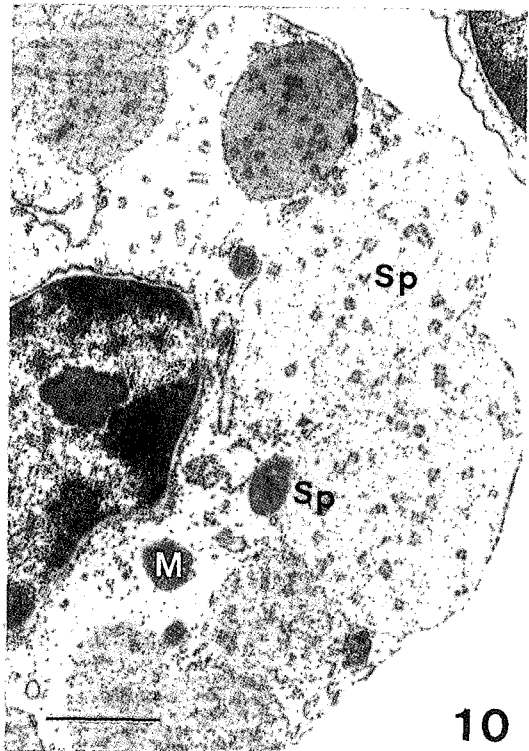
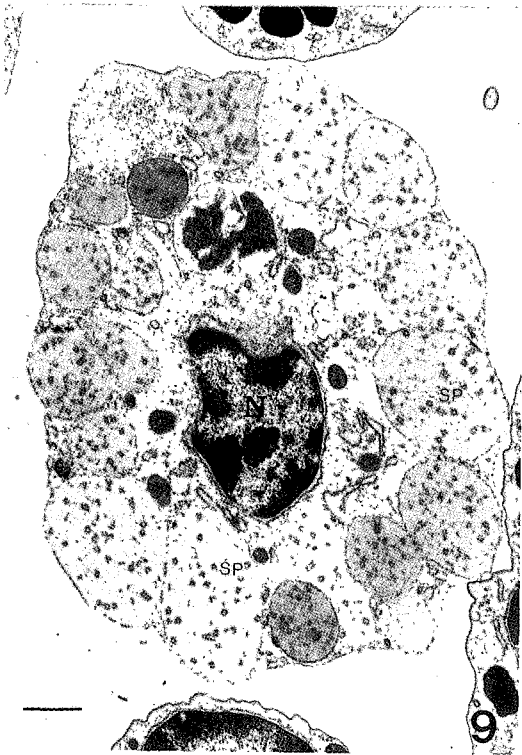
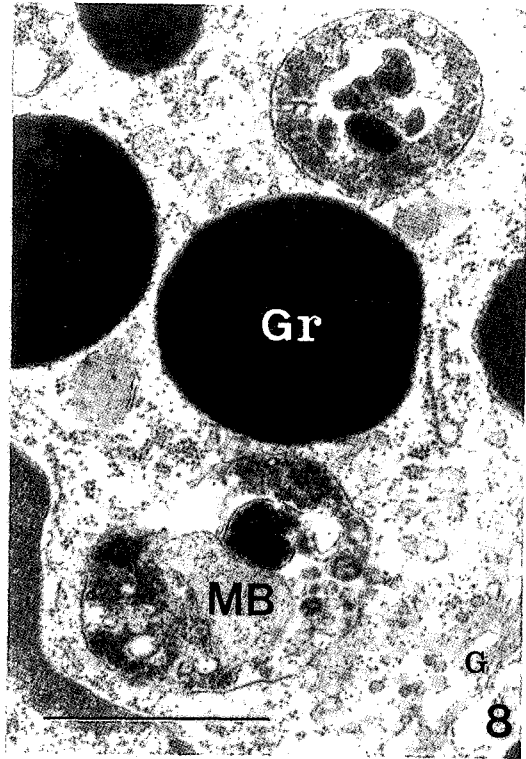


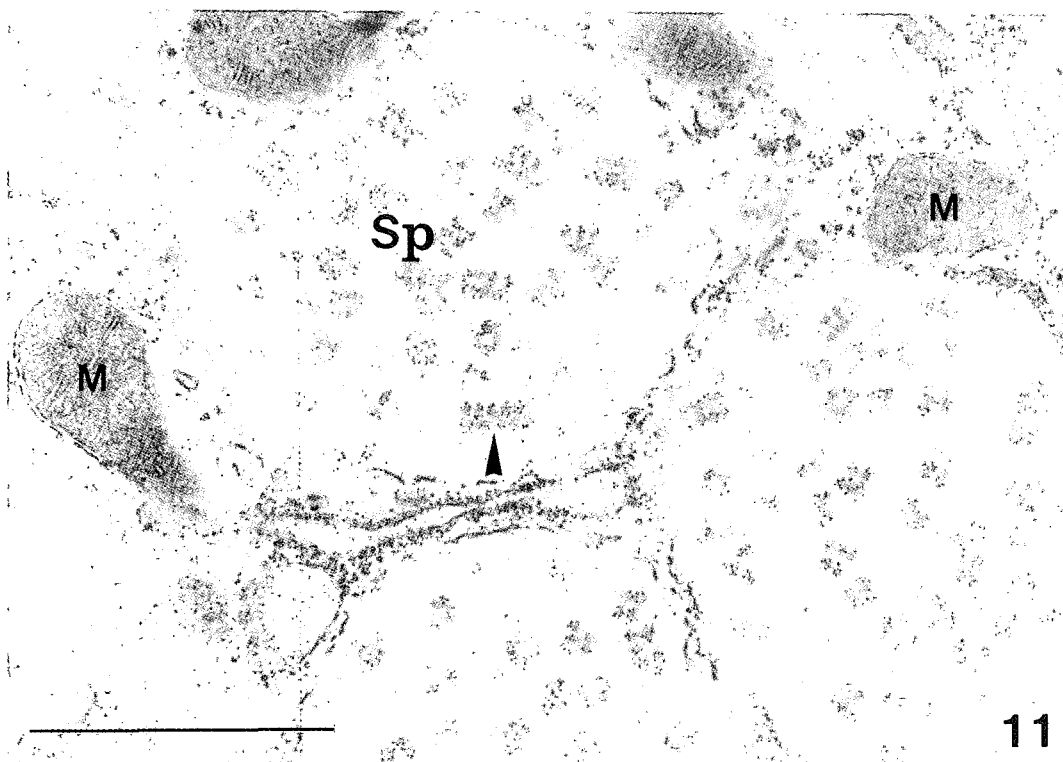
2



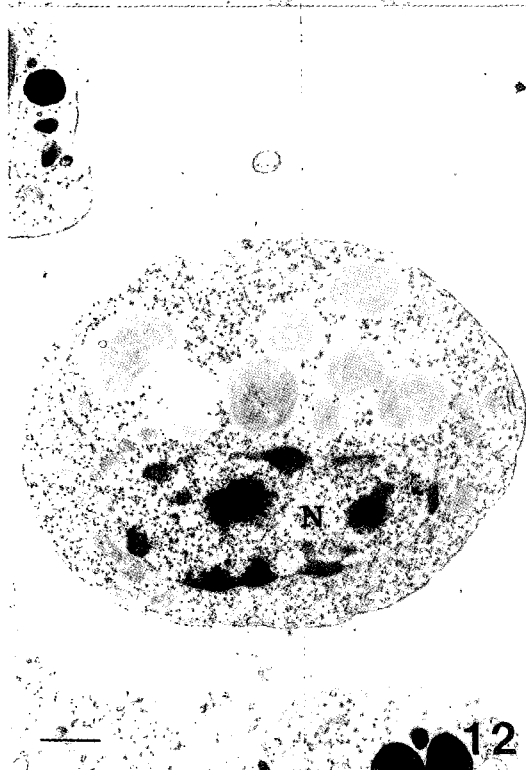
3



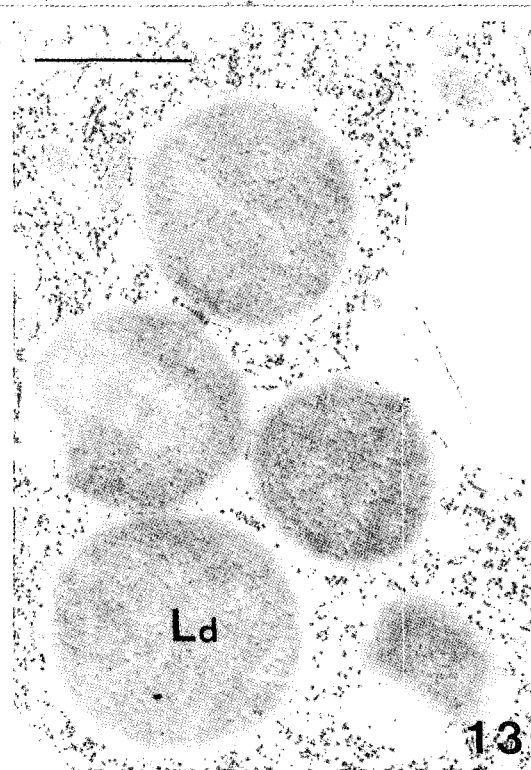




11



12



13