

다람쥐 부고환의 조직학적 및 조직화학적 연구

류시윤 · 조성환 · 김무강 · 김성호* · 이차수**

충남대학교 농과대학 수의학과

원자력병원 암병리학연구소*

경북대학교 수의과대학**

(1989. 4. 27 접수)

Histological and histochemical studies of the squirrel epididymis

Si-yun Ryu, Sung-whan Cho, Moo-kang Kim, Sung-ho Kim,* Cha-soo Lee**

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Chungnam National University

Laboratory of Cancer Pathology, Korea Cancer Center Hospital*

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University**

(Received Apr 27, 1989)

Abstract: In order to investigate the morphological characteristics of epididymal duct of the squirrel, the histological and histochemical studies were carried out.

The results obtained were summarized as follows:

The epididymal duct can be divided into 9 segments by histological and histochemical features. Segments 1 to 5 were located in the head, segments 6 and 7 in the body, and segments 8 and 9 in the tail of the epididymis. The apical cells were numerous in the segment 1. Clear cells which has a compact, deeply staining nucleus and a characteristically clear cytoplasm were scattered in the epithelium throughout the duct. Interepithelial clear cells which had PAS-positive granules tended to increase in number caudally.

Strong PAS-positive reaction was detected at the intralumen of the segments 3, 8 and 9. Acid phosphatase activity was relatively high in the basal cytoplasm of the segment 7, and then in the supranuclear region of the segments 8 and 9. Alkaline phosphatase activity was weakly positive or negative except the segments 3 and 4. ATPase activity was strong in the free surface of the epithelium in the head and the entire cytoplasm in the body and tail, and SDH activity was generally weak except for the body where it was more intense.

Key words: squirrel, epididymis, histology, histochemistry

서 론

부고환은 매우 굴곡이 심한 관의 집합으로 부위에 따른 관상피세포의 다양한 기능분화에 의해 정자의 성숙과 저장에 관여한다.¹ 이러한 부고환관은 동물의 종류에 따라 형태학적으로 다수의 분절(segment)로 세분할 수가 있어서 개² 원숭이¹는 4분절로, 랫트³ 양⁴ 말⁴ 소^{4,5}는 6분절로, 기니피그⁶은 7분절로, 토끼^{7,8}는 8분절

로, 그리고 마우스⁹⁻¹²는 보고자에 따라 다양하게 나누어져 있으나 한국산 다람쥐의 그것에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없다.

본 연구는 쥐목에 속하는 한국산 다람쥐에서 부고환의 형태학적 특징을 알아보기 위하여 조직학적 및 조직화학적 방법에 의해 부고환관을 각 부위별로 구분하여 비교관찰하였던 바 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

실험동물: 본 실험에서는 여름철에 포획된 성숙한 한국산 양성 다람쥐(*Tamias sibirica asiaticus*) 10마리를 사용하였다.

실험방법: 다람쥐를 에테르 마취한 후 하복부를 절개하고 양측 부고환을 적출하였다. 부고환조직을 4°C의 Rossman액 또는 Bouin액에 고정하여 통상방법에 따라 파라핀 포매후 5 μ m 절편을 만들어 H-E 염색과 PAS 반응을 실시하였다. 한편 부고환조직 일부를 조직화학적 관찰을 위해 O.C.T compound (Lab-Tek products)를 이용하여 -20°C 전후에서 6 μ m 동결절편을 만들어 acid phosphatase (Gomori)¹³, alkaline phosphatase (Gomori)¹³, adenosine triphosphatase (ATPase) (Washstein과 Meisel)¹³ 및 succinic dehydrogenase (SDH) (Nachlas et al)¹³ 반응을 각각 실시하였다.

결과

조직학적 소견: 분절 1의 상피는 주로 섬모성 고원주 세포로 되어 있었으며, 그 높이는 65 \pm 8 μ m로 타 분절에 비해 제일 높았다 (Table 1). 원주세포의 핵은 대체로 구형이었고, 상피의 중하부에서 각각 다른 높이로 관찰되었다. 이들 세포 사이에 대체로 구형인 핵이 관강쪽에 치우쳐 있는 세포(apical cell, AC)가 타 분절에 비해 다수 출현하는 것이 인정되었으며, 간상인 형태의 핵을 가지고 있는 세포들도(narrow cell, NC) 소수 관찰되었다. 또한 담명한 세포질내 농밀된 핵을 가지고 있는 세포(clear cell, CL) 및 다양한 형태의 핵을 가지고 있는 기저세포가 출현하였으며, 이들의 형태는 전분절에 걸쳐 대동소이 하였다(Fig. 1)

분절 2는 관직경이 점차 감소되는 경향을 나타내었다. 상피높이는 43 \pm 2 μ m였고, 핵은 분절 1에 비해 기저측에 편재하였으며 (Table 1, Fig 2), AC와 NC의 출현빈도는 분절 1에 비해 감소되는 경향이 인정되었다.

분절 3은 관이 대체로 둥글고 관직경이 타 분절에 비해 작은 것이 인정되었다. 상피높이는 40 \pm 3 μ m였으며, 핵은 분절 2에 비해 대체로 기저측의 일정한 위치에 편재하여 있었고(Table 1, Fig 3), 이들 사이에 AC와 NC가 소수 관찰되었다.

분절 4의 상피높이는 35 \pm 6 μ m로 두부를 형성하는 타 분절에 비해 낮은 편이었다 (Table 1). 핵은 형태가 다소 다양하여졌으며, 기저측에 편재하여 있으나, 분절 3에 비해서 위치가 다소 불규칙하였다. 그리고

NC는 거의 볼 수 없었으며, 세포질이 비교적 담명한 상피세포(interepithelial clear cell, IECC)가 관찰되기 시작하였다.

분절 5에서부터 분절 8에 가까워질수록 관직경의 크기는 점차 증가하는 경향이 인정되었으나, 상피높이는 감소하였다(Table 1). 핵은 형태가 다소 불규칙하였고 상피의 중간부분에 위치하였다. AC는 거의 관찰되지 않았으며, IECC는 분절 8에 가까워질수록 출현빈도가 증가하는 경향이 인정되었다(Fig 4~6).

분절 9의 관직경은 타 분절에 비해 상당히 큰 것으로 인정되었으며, 상피높이는 전 분절중 제일 낮아(20 \pm 1 μ m) 저원주 혹은 입방세포에 가까운 형태였다 (Table 1). 핵은 정관에 가까워질수록 편평한 형태로 변하였고, 대체로 세포의 중간이하 부분에 위치하였다 (Fig 7). 그리고 이 분절의 IECC 출현빈도는 타 분절에 비해 높은 것으로 인정되었다.

조직화학적 소견 :

부고환관 각 분절의 조직화학적 소견은 Table 2에 표시된 바와 같다.

PAS: 분절 1과 3의 관상피는 타 분절의 그것에 비해 다소 강하게 반응하였으며, 특히 분절 3, 8, 9의 관강내에는 비교적 강한 양성물질이 관찰되었다(Fig. 8), 그리고 IECC의 핵주위에 큰 양성과립이 다수 출현하였다(Fig 9).

Acid phosphatase: 분절 4의 관상피는 미약하게 반응하는 세포가 절제하는 양상을 나타내었다(Fig 10). 분절 7의 관상피 기저측에서의 활성이 다른 분절에 비해 강하였고, 그 다음 분절 8, 9의 관상피 핵상부도 비교적 강하였으나(Fig 11), 정관에 가까워질수록 본 효소의 활성은 약하여졌다.

Alkaline phosphatase: 분절 3, 4를 제외한 다른 분절은 반응이 약하거나 음성이었다. 관상피 주위의 평활근층 및 혈관은 강한 활성을 나타내었다(Fig 12, 13).

ATPase: 분절 1의 관상피는 음성이었으나 관강에 따라서 관상피 유리연이 다소 미약하게 반응하기도 하였다. 분절 2, 3, 4, 5에선 관상피 유리연이 강하게 반응하였으며, 분절 6에서부터는 관상피 핵상부가 유리연에 비해 강하게 반응하였다 (Fig 14, 15).

SDH: 본 효소의 활성은 분절 6, 7의 관상피 핵주위에서 과립상의 강한 반응으로 나타났었다(Fig 16).

고 찰

Hammer²가 처음으로 개의 부고환관을 상피의 높이 및 핵의 위치 등을 고려하여 4분절로 구분한 이래 포

Table 1. Epithelial height(μm) of the epididymal duct in the various segments

Segments	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Epithelial height	65 \pm 8	43 \pm 2	40 \pm 3	35 \pm 6	37 \pm 4	37 \pm 5	31 \pm 4	26 \pm 2	20 \pm 1
M \pm SD									

Table 2. Enzyme activities and PAS reaction in the various segments of the epididymis

Segments	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PAS	++	+	++*	+	+	+	+	+	+
Acid phosphatase	+	+	+	±	+	++	+++	+++	+++
Alkaline phosphatase	-	+	++	++	+	+	+	+	-
ATPase	-*	+	++*	++*	+++*	+++	+++	+++	++
SDH	+	+	+	+	++	+++	+++	++	++

The histochemical activities were scored from ‘-’ to ‘+++’ for a very intense reaction.

*: The histochemical activity in the free surface of the epithelium is stronger than that in the cytoplasm.

유동물의 부고환관은 생리학적, 생화학적 및 형태학적 연구에 의해 점차 세분화되어가는 추세에 있다. 설치류의 경우도 형태학적 특징에 의해 Reid와 Cleland³는 랫트의 부고환관을 6분절로, Oke et al¹⁴은 자이언트 랫트를 5분절로 구분하였다. 그리고 Benoit¹⁵는 마우스의 부고환관을 4분절로, Takano는 5분절로 구분하였으며, 특히 부고환 두부는 보고자⁹⁻¹²에 따라 3분절에서 7분절까지 세분되고 있다. 본 조사에서 관찰된 다람쥐 부고환관은 조직학적 및 조직화학적 차이에 따라 9분절로 구분되었으며, 이중 분절 1, 2, 3, 4, 5는 두부를, 분절 6, 7은 체부의 근위부 및 원위부를, 분절 8, 9는 미부의 근위부 및 원위부를 각각 형성하였다.

AC는 주세포와 조직화학적 및 세포학적 특징이 비슷하기 때문에 대체로 같은 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다.¹² 이들 세포는 자이언트 랫트¹⁴와 토끼⁸에서는 볼 수 없다고 하였으나 마우스¹² 랫트³ 기니픽⁶ 소⁵에서는 관찰되어 동물의 종류에 따라 차이가 있었다. 본 조사에서 AC는 주로 두부 특히 분절 1에서 다수가 관찰되었다. 그리고 NC도 마우스¹² 및 랫트^{16,17}에서와 같이 두부 근위부에서 주로 볼 수 있었다. Foamy⁶, clear^{1,3-5,8,14,18,19} 혹은 light cell²⁰로 기재되고 있는 IECC는 대동물^{4,5} 및 원숭이¹ 등에서는 볼 수 없다고 하였으나, 마우스¹⁰ 랫트^{3,14,19} 햄스타^{18,20} 토끼⁸에서는 미부로 갈수록 출현빈도가 증가한다고 하여 본 조사에서의 결과와 일치되었다. Halo cell^{1,12,13}로 기재되고 있는 CL은 마우스¹² 랫트^{3,14} 햄스타²⁰ 원숭이¹ 및 소⁵에서 관찰되며, 이를 임파구라고 하였다. 본 조사에서 CL은 부고환관 전 분절에 걸쳐 출현하였으며,

피부²¹ 및 유선²² 등에서 비상피성인 CL이 Langerhans cell인 점을 고려해 볼때 본 조사에서 관찰된 CL의 형태학적 소견에 대해서는 앞으로 계속 검토되어야 할 문제라고 생각된다.

PAS 반응 결과 분절 3, 8, 9의 관강내에 강한 양성물질을 볼 수 있었으며, 또한 IECC의 핵주위에 비교적 큰 양성과립이 다수 출현한 것은 마우스,^{10,12} 랫트^{3,23} 및 햄스타^{18,20}에서 관찰된 결과와 대체로 유사하였다. 이와 같은 소견은 관강내 물질의 흡수에 의한 것¹⁸으로 생각된다. Acid phosphatase는 분절 7의 관상피 기저층에 이어 분절 8, 9의 관상피 핵상부에서 활성이 비교적 강하게 나타난 것은 마우스⁹, 토끼²⁴, 양²⁴ 및 낙타²⁵에서의 소견과 대체로 일치되었다. Alkaline phosphatase 반응이 분절 3, 4를 제외한 타분절에서는 미약하거나 음성으로 관찰된 것은 토끼²⁶, 양⁴, 소⁴, 및 낙타²⁶에서 관상피 유리연을 제외하고는 음성이라고 한 결과와는 상이하나, 설치류인 마우스^{10,12} 및 랫트¹⁶에서의 소견과는 대체로 일치하였다. ATPase 활성은 대체로 두부의 관상피 유리연 및 체부와 미부의 관상피 핵상부에서 강하게 나타났으며, 이는 마우스¹²의 두부에서 관찰된 소견과는 대체로 일치하지만, 랫트¹⁶에서 두부와 체부의 관상피 유리연만 활성이 강하였다는 보고와는 다소 차이가 있었다. SDH 활성이 체부에서 강하게 나타난 것은 낙타²⁶에서의 관찰 결과와 유사하며, 또한 마우스⁹에서 SDH와 함께 당분해효소중의 하나인 lactose dehydrogenase 활성이 체부에서 강하였다는 보고와도 유사하다고 생각된다.

결 론

다람쥐 부고환의 형태학적 특징을 알아보기 위하여 조직학적 및 조직화학적 방법으로 관찰하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

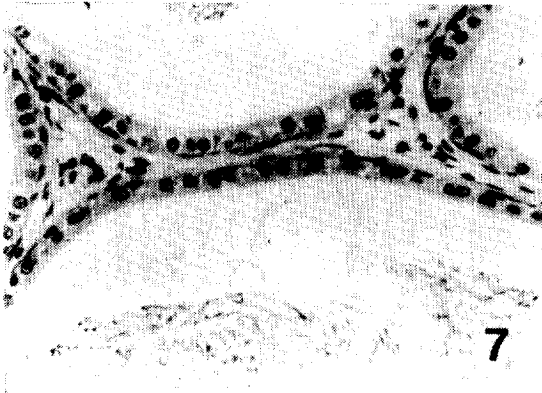
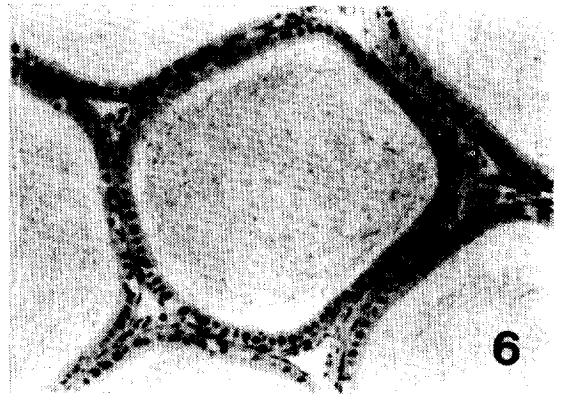
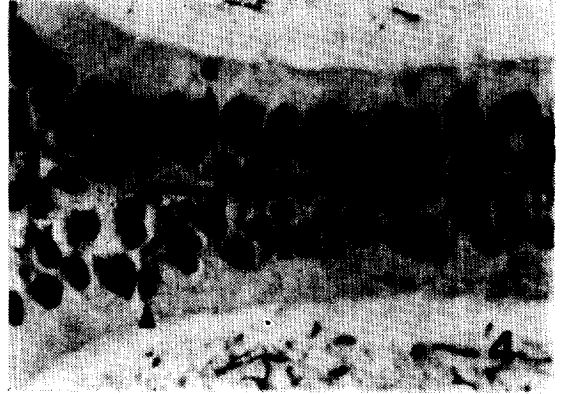
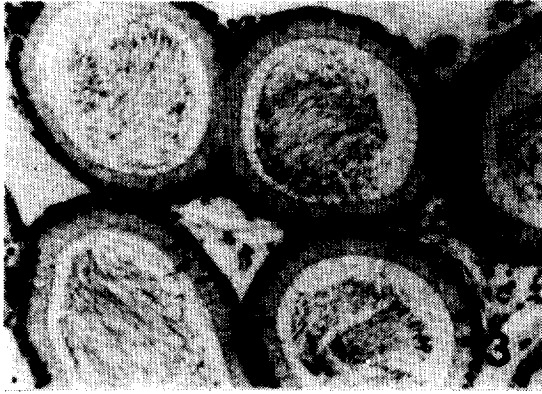
부고환관은 조직학적 및 조직화학적 특징에 의해 9 분절로 구분되었으며, 분절 1, 2, 3, 4, 5는 두부를, 분절 6, 7은 체부를 그리고 분절 8, 9는 미부를 형성하였다. Apical cell은 분절 1에서 다수가 관찰되었고 clear cell은 부고환관 전 분절에 걸쳐 출현하였으며, PAS

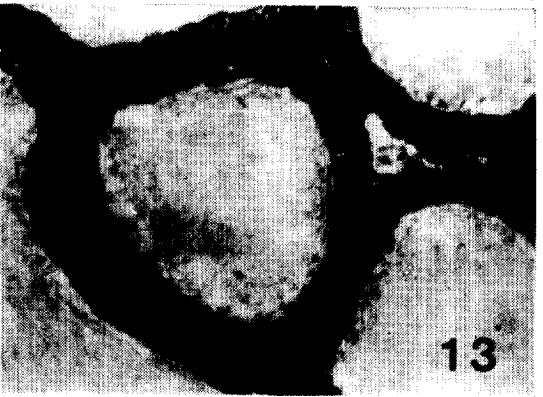
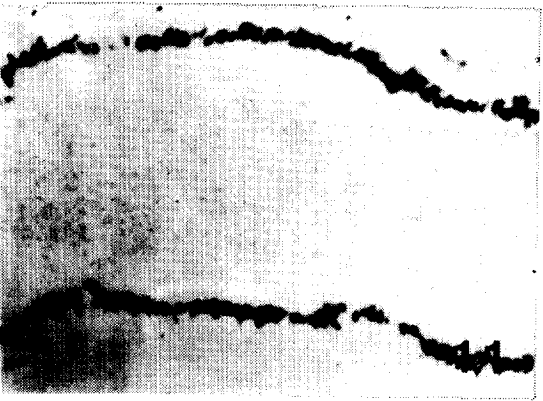
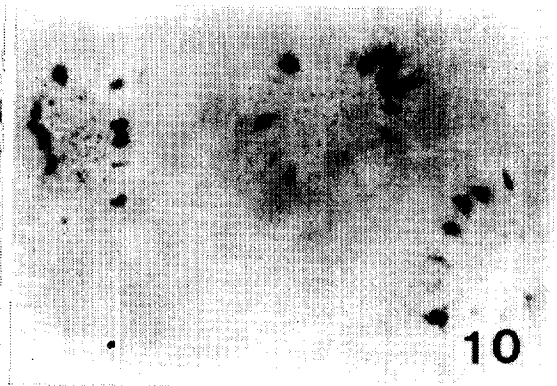
양성과립을 가지고 있는 interepithelial clear cell은 미부로 갈수록 출현빈도가 증가하는 경향이 인정되었다.

PAS 반응결과 분절 3, 8, 9의 관강내에 강한 양성물질이 관찰되었으며, acid phosphatase 활성은 분절 7의 관상피 기저층에 이어 분절 8, 9의 관상피 핵상부에서 강하였다. Alkaline phosphatase는 분절 3, 4를 제외하고는 활성이 약하거나 음성이었으며, ATPase 활성은 두부에선 관상피 유리연이 체부와 미부에선 관상피가, SDH 활성은 체부에서 강하게 나타났다.

Legends for figures

- Fig 1.** Segment 1. The epithelium has a very tall columnar shape and the nuclei are observed at any level in the basal third of the columnar epithelium. A large number of apical cells and a few narrow cells are present. H-E \times 50.
- Fig 2.** Segment 2. The epithelium is not as tall as that of the segment 1. The nuclei are irregularly located in the basal region of the columnar principal cells. H-E \times 50.
- Fig 3.** Segment 3. The duct are rounded in shape and the nuclei of the principal cells are regularly disposed close to the basal lamina. H-E \times 50.
- Fig 4.** Segment 5. Many clear cells with a irregularly shaped nuclei (arrowheads) are noticed. H-E \times 200.
- Fig 5.** Segment 6. The principal cells nuclei are located in the mid-portion of the cells and the their contours are irregular. The interepithelial clear cell (arrowhead) is located in between the principal cells. H-E \times 200.
- Fig 6.** Segment 8. A large number of interepithelial clear cells are seen. H-E \times 50.
- Fig 7.** Segment 9. The epithelium has decreased in height and the nuclei are located in the basal-portion of the principal cells. H-E \times 100.
- Fig 8.** Segment 3. The lumen contains strongly PAS-positive materials. PAS-hematoxylin \times 50.
- Fig 9.** Segment 8. The interepithelial clear cells contain a large amount of large PAS-positive granules (arrowheads). PAS-hematoxylin \times 100.
- Fig 10.** Segment 4. Weakly positive cells are scattered in the lining epithelia. Acid phosphatase \times 100.
- Fig 11.** Segment 8. The relatively high activity is observed in the supranuclear region of lining epithelia. Acid phosphatase \times 100.
- Fig 12.** Segment 1. Little or no activity is seen in the lining epithelia. Alkaline phosphatase \times 66.
- Fig 13.** Segment 3. The activity is moderate in the epithelial cells and high in the subepithelial connective tissue. Alkaline phosphatase \times 66.
- Fig 14.** Segment 3. The free surface of the epithelial cells (arrowheads) show a strong activity. ATPase \times 50.
- Fig 15.** Segment 6. The supranuclear region of the epithelial cells (arrowhead) show a relatively high activity. ATPase \times 66.
- Fig 16.** Segment 7. A strong positivity is concentrated in the perinuclear regions. SDH \times 132.





참 고 문 헌

1. Ramos AS, Dym M. Fine structure of the monkey epididymis. *Am J Anat* 1977;149:501~532.
2. Hammer JA. Über Secretionserscheinungen im Nebenhoden des Hundes. *Arch für Anat und Entwickl Gesch* 1897;1:1~42.
3. Reid BL, Cleland KW. The structure and function of the epididymis. I. The histology of the rat epididymis. *Aust J Zool* 1957;5:223~246.
4. Nicander L. Studies on the regional histology and cytochemistry of the ductus epididymis of stallions, rams and bulls. *Acta Morph Neerl Scand* 1958;1:337~362.
5. Goyal HO. Morphology of the bovine epididymis. *Am J Anat* 1985;172:155~172.
6. Hoffer AP, Greenberg J. The structure of the epididymis, efferent ductules and ductus deferens of the guinea pig: A light microscope study. *Anat Rec* 1978;190:659~678.
7. Nicander L. On the regional histology and cytochemistry of the ductus epididymidis in rabbits. *Acta Morph Neerl Scand* 1957;1:99~118.
8. Jones R, Hamilton DW, Fawcett DW. Morphology of the epithelium of the extratesticular rete testis, ductuli efferentes and ductus epididymis of the adult male rabbit. *Am J Anat* 1979;516:373~400.
9. Allen JM, Slater JJ. A chemical study of alkaline phosphatase and aliesterase in the epididymis of normal and castrated mice. *Anat Rec* 1957;129:255~273.
10. Takano H. Qualitative and quantitative histology and histogenesis of the mouse epididymis, with special emphasis on the regional difference. *Acta Anat Nippon* 1980;55:573~587.
11. Soranzo L, Dadoune JP, Fain-Maurel MA. La segmentation du canal épídidymaire chez la souris. *Etude ultrastructurale Reprod Nutr Dev* 1982;22:999~1012.
12. Abou-Haïla A, Fain-Maurel MA. Regional differences of the proximal part of mouse epididymis: morphological and histochemical characterization. *Anat Rec* 1984;209:197~208.
13. Lillie RD. *Histopathologic technic and practical histochemistry*. 3rd ed. New York Toronto Sydney London: McGraw-Hill Co, 1965;315~383.
14. Oke BO, Aire TA, Adeyemo O, et al. The structure of the epididymis of the giant rat (*Cricetomys gambianus*, Waterhouse): histological, histochemical and microstereological studies. *J Anat* 1988;160:9~19.
15. Benoit J. Recherches anatomiques, cytologiques et histophysiologiques, sur les voies excrétrices du testicule chez les mammifères. *Arch Anat Histol Embryol* 1926;5:173~412.
16. 박용진, 이진기, 최재권. 백서부고환의 조직 및 조직화학적 연구. *전남의대잡지* 1969;6:415~431.
17. Sun EL, Flickinger CJ. Morphological characteristics of cells with apical nuclei in the initial segment of the adult rat epididymis. *Anat Rec* 1980;196:285~293.
18. Yanagimachi R, Kamiguchi Y, Mikamo K, et al. Maturation of spermatozoa in the epididymis of the chinese hamster. *Am J Anat* 1985;172:317~330.
19. Hermo L, Dworkin J, Oko R. Role of epithelial clear cells of the rat epididymis in the disposal of the contents of cytoplasmic droplets detached from spermatozoa. *Am J Anat* 1988;183:107~124.
20. Flickinger CJ, Howards SS, English HF. Ultrastructural differences in efferent ducts and several regions of the epididymis of the hamster. *Am J Anat* 1978;152:557~586.
21. Wolff K. Langerhans cell: history, structure, and function. In: Parish JA, ed. *The effect of ultraviolet radiation on the immune system*. NJ: Johnson & Johnson Baby Products Co, 1983; 35~58.
22. 류시윤, 이차수, 유선조직내에 출현하는 dendritic cell의 형태학적 연구. II. 전자현미경적 관찰. *대한수의학회지* 1988;28:241~249.
23. Martan J, Risley PL. The epididymis of mated and unmated rats. *J Morph* 1963;113:1~5.
24. Moniem KA, Glover TD. Comparative histochemical localization of lysosomal enzymes in mammalian epididymides. *J Anat* 1972;111:

437~452.

25. Tingari MD, Moniem KA. On the regional histology and histochemistry of the epididymis of the camel (*Camelus dromedarius*). *J Reprod*

Fert 1979;57:11~20.

26. Linnetz LJ, Amann RP. Histochemistry of the epididymis and ampulla as influenced by sperm output. *J Reprod Fert* 1968;16:343~350.