

## WKY 랫드의 혈림프절 구조

박철범 · 성제경\* · 이인세 · 이홍식 · 이준섭 · 윤여성

서울대학교 수의과대학

\*연세대학교 의과대학 임상의학연구센터 실험동물부

(2001년 8월 28일 게재승인)

## Structure of hemolymph node in WKY rats

Cheol-beom Park, Je-kyung Seong\*, In-se Lee, Heungshik S. Lee,  
Joon-sup Lee, Yeo-sung Yoon

College of Veterinary Medicine and School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

\*Department of Laboratory Animal Medicine, Medical Research Center,

College of Medicine, Yonsei University

(Accepted by August 28, 2001)

**Abstract :** It has been known that the hemolymph node is one of the lymphoid organs found normally in ruminants and some rodents, and this organ shares morphological and functional characteristics of lymph node and spleen. To clarify the rigorous definition of morphological structures and functions of the hemolymph node in Wistar Kyoto (WKY) rats, we examined these organs of WKY rats gross anatomically and light microscopically. The hemolymph nodes were normally found in the abdominal cavity and in the neck of WKY rats. This organ was surrounded by a thin connective tissue capsule and there was a hilus. The parenchyma comprised a cortex of lymphatic nodules and diffuse lymphatic tissues, and a medulla of diffuse lymphatic tissues arranged in cords. Afferent and efferent lymph vessels were observed but there was no extensive subcapsular and medullary sinuses. These sinuses were filled with erythrocytes. The stroma of hemolymph nodes was composed of reticular cells and fibers, and many lymphocytes, granulocytes, erythrocytes, plasma cells, macrophages and megakaryocytes were supported by the reticular network. The above findings suggest that the hemolymph nodes of WKY rats may take part in blood formation, blood filtration and immune reaction.

**Key words :** hemolymph node, WKY rat, gross anatomy, histology

## 서 론

사람의 신장동맥 주위에서 림프절과 유사하면서 그 내부에 많은 혈액이 차 있는 구조물을 관찰하여 보고<sup>1</sup> 한 이후, 새김질동물<sup>2,4</sup>과 설치류<sup>5,7</sup>에서도 림프절의 구조와 유사하나 림프동 내에 적혈구가 차 있는 정상 구조물이 보고되었다. 또한 새김질동물에서는 혈림프절 외에 혈절<sup>8-13</sup>이라는 별개의 정상 구조물이 있는 것으로 보고된 바 있다. 그러나 이에 대한 많은 이견이 아직까지

존재하고 있다<sup>14-19</sup>. 이 구조물의 기능으로는 조혈기능<sup>20</sup>, 혈액여과기능<sup>3,21</sup>, 면역작용<sup>22</sup> 등이 있는 것으로 인정되나 아직은 명확하게 밝혀지지 못하고 있다.

이 구조물이 정상적으로 존재하는 동물로는 새김질동물류와 설치류가 현재까지 알려져 있으나 림프관의 연결 없이 혈관만 연결된 구조라는 의미의 혈절(hemal node)인지 수출·수입림프관이 연결된 구조라는 의미의 혈림프절(hemolymph node)인지에 관하여는 아직도 일관된 보고가 없다<sup>2,23-25</sup>. 아직까지 Nomina Anatomica

본 연구는 서울대학교 수의과대학 수의과학연구소 지원에 의해서 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

Address reprint requests to Dr. Yeo-sung Yoon, College of Veterinary Medicine and School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea (E-mail: ysyoon@snu.ac.kr)

Veterinaria<sup>26</sup>에서는 혈절을 혈액림프절로 정의하고 있으며 이른바 혈림프절은 출혈성 림프절로 인정하고 있다. 따라서 이들은 정상적으로 각각 별개의 구조적인 차이를 갖는 구조물이라는 관점에서 더 자세한 형태학적 연구가 요구된다. 현재까지 일부 설치류에서는 혈절이 아닌 혈림프절이 정상적인 구조물로 존재한다는 주장<sup>27</sup>이 대체적으로 받아들여지고 있다.

혈절과 혈림프절은 오래 전부터 많은 연구자들<sup>14-16</sup>의 연구대상이 되어왔으나 아직까지 명확한 정의를 내리지 못하고 논란의 대상이 되고 있다<sup>17,18</sup>. 이는 혈절과 혈림프절의 구분을 단지 림프관의 존재유무에만 두었던 탓으로 생각되어 본 연구자들은 림프관의 존재유무 외에 조직학적 구조의 차이점에 따라서 혈절과 혈림프절을 각각 별개의 정상 구조물로 구분하였다.

대부분의 설치류에서 혈절은 아직까지 관찰되지 않았으나 일부 설치류에 혈림프절이 존재하는 것으로 보고되었다<sup>5,7,27-33</sup>. 특히 랫드에 존재하는 것으로 보고된 혈림프절이 정상적인 구조물인지 확인하고 형태학적 구조를 정확하게 관찰하여 실험동물로 흔히 이용되는 랫드의 각 품종에 혈림프절이 존재하는지 확인하고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

건강한 것으로 인정되는 Wistar Kyoto(WKY) 랫드(체중 150-350 g) 15마리를 암·수 구분 없이 사용하여 다음과 같은 방법으로 처리하였다.

### 육안적 관찰

랫드를 ether로 마취시킨 후 복강을 열고 복강내장을 오른쪽으로 완전히 들어낸 다음 주로 배대동맥 주위를 관찰하였다. 실체현미경을 이용하여 신장 주위를 관찰하고 비장 주위와 췌장 근처의 혈림프절을 확인하였다. 흉강을 열고 심장과 대동맥궁 주변을 관찰하였으며 기관을 따라 목 근처를 절개하고 턱 근처도 관찰하였다. 채취한 랫드의 혈림프절은 실체현미경으로 관찰하고 사진촬영을 하였다.

### 광학현미경적 관찰

랫드의 혈림프절을 채취하여 10% neutral buffered formalin에 1-3일간 고정한 후 통상적인 방법에 따라 parapiast로 포매한 다음 3-6 μm 두께로 연속절편을 만들어 H&E 염색과 Masson's trichrome 염색을 시행하였다. 또한 세망결합조직으로 구성되어있는지를 확인하고자 Gomori 염색도 시행하였다. 광학현미경으로 관찰한 후 사진촬영을 하였다.

## 결 과

WKY 랫드의 혈림프절은 복강과 경부에서 관찰되었는데 특히 신장근처와 비장에 인접한 췌장부근에서 주로 관찰되었다. 혈림프절의 크기는 직경이 주로 5 mm 이하였으며 일부 조직부위에 혈액이 몰려 있어 회색바탕에 적색 또는 흑갈색의 띠구조를 나타내거나 적색으로 관찰되었다. 모양은 타원형 또는 원형으로 나타났다(Fig 1).

WKY 랫드 혈림프절의 피막(capsule)은 비교적 얇은 치밀결합조직(1-3 cell layer)으로 구성되어있으며 피막속에 아주 드물게 평활근세포들이 존재하였다(Fig 2). 피막 주변에서는 세정맥과 림프관이 관찰되었다.

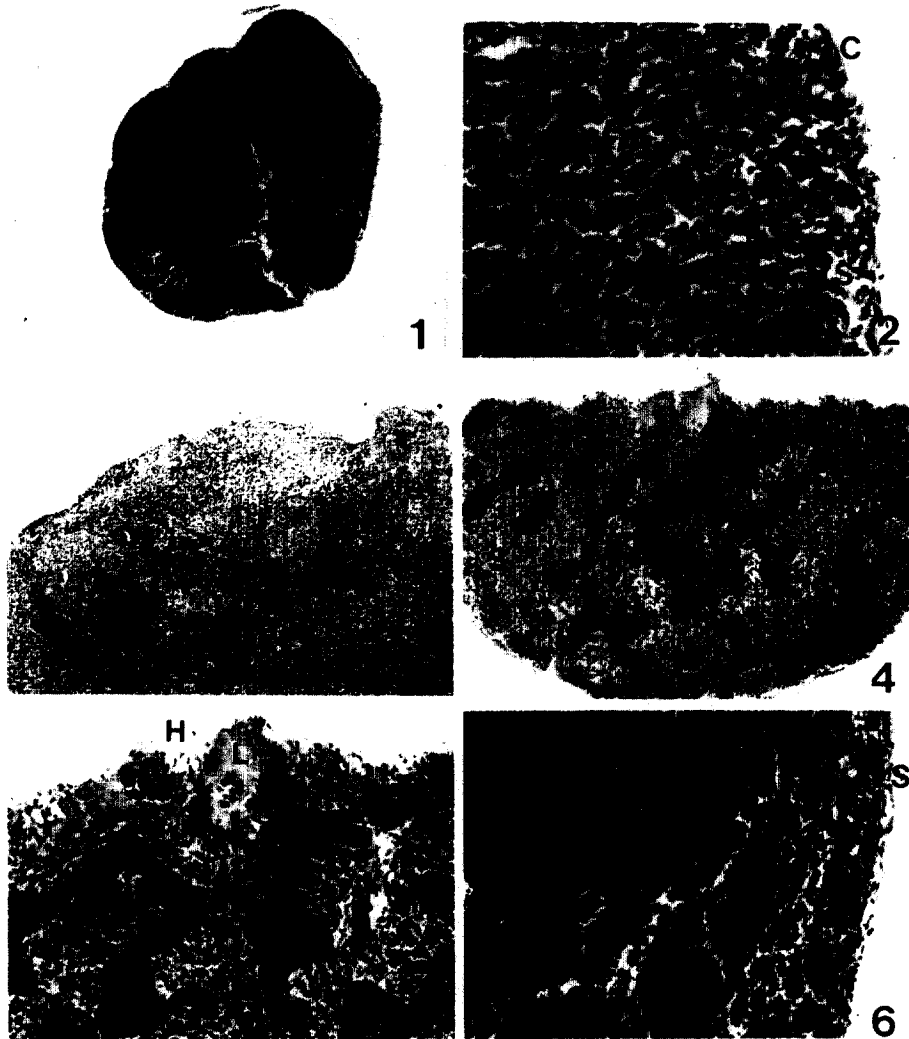
혈림프절의 지주(trabeculae)는 피막에서 실질 내부로 분지를 내고 실질조직으로 이어졌다. 혈림프절은 형태학적으로 피질(cortex)과 수질(medulla)로 구분되었으며(Fig 1) 피질은 주로 림프소절(lymphatic nodule)과 퍼진 림프조직(diffuse lymphatic tissue)으로 구성되었다. 림프소절은 일차림프소절 이외에 종자중심을 갖는 이차림프소절도 관찰되었다(Fig 3). 수질은 수질동(medullary sinus)과 수질끈(medullary cord)으로 구분되었고 수질끈은 퍼진림프조직으로 구성되었으며 수질동 내에는 많은 적혈구가 차 있었다(Figs 1,4). 혈림프절의 실질조직은 대부분 림프구로 구성되어있으며 림프구들 사이에서 소수의 과립백혈구, 형질세포, 큰포식세포 등도 관찰되었다(Figs 2,5).

혈림프절에는 (세)동맥이 혈림프절문(hilus)으로 들어와서 지주를 따라 심부로 들어가며 분지하여 수질까지 분포하고 있었다. 지주 내에서는 세정맥도 관찰되었는데(Fig 5) 이는 피막을 통해 밖으로 나갈 뿐만 아니라 혈림프절문으로 나가는 비교적 큰 (세)정맥도 관찰되었다.

혈림프절문 근처에서는 수출림프관이 관찰되었으며 혈림프절의 피막에서는 수입림프관이 관찰되었는데 이들의 일부는 피막밑동이나 지주를 따라 수질 내로 연결되었고 이들의 내강에서는 판막들이 뚜렷하게 관찰되었다. 수출림프관에서는 약간의 적혈구가 림프구들과 함께 혈림프절을 빠져나가는 것이 관찰되었다(Figs 4,5).

혈림프절의 피막 밑에서는 비교적 확장되지 않은 피막밑동(subcapsular sinus)이 관찰되었으며 이곳에는 적혈구가 차 있었다. 이 피막밑동은 심부의 지주동으로 연결되어 다시 수질동으로 연결되어 있었다. 이곳에서도 많은 적혈구가 관찰되었다(Figs 1,4,6).

혈림프절의 기질(stroma)은 세망결합조직, 즉 세망세포와 세망섬유로 이루어진 그물구조였으며 이 구조물



**Fig 1.** The hemolymph node of a WKY rat showing a distinct cortex(C) and medulla(M). The sinuses are filled with many erythrocytes(red color). HE.  $\times 60$ .  
**Fig 2.** A portion of the hemolymph node showing the capsule(C), subcapsular sinus(S) and parenchyma filled with many lymphocytes, a few leukocytes, macrophages and erythrocytes. HE.  $\times 400$ .  
**Fig 3.** The cortex of the hemolymph node showing the lymphatic nodules(L) and diffuse lymphatic tissues(D). HE.  $\times 100$ .  
**Fig 4.** The medulla of the hemolymph node showing medullary sinuses(S) and medullary cords(C). The medullary sinuses are relatively narrow and filled with many lymphocytes and erythrocytes. HE.  $\times 100$ .  
**Fig 5.** A portion of the hemolymph node showing the hilus(H) and efferent lymph vessel(L). Phagocytosed red cell debris(hemosiderin) are visible in some macrophages(arrows). HE.  $\times 200$ .  
**Fig 6.** A portion of the hemolymph node showing the medullary sinus(M) and subcapsular sinus(S), filled with erythrocytes(red color) and macrophages(arrows). HE.  $\times 200$ .

사이에 실질조직이 자리잡고 있었다. 수질동은 수출림프관으로 이행되었으며(Figs 4,5) 실질조직과 수질동 주변에서는 간혹 적혈구를 탐식한 큰포식세포가 관찰되었다(Figs 5,6).

### 고 찰

WKY 랫드의 혈림프절은 경부와 복강, 특히 신장 주변과 횡장근처에서 관찰되었는데, 신장, 횡장, 가슴샘 근

처에서 관찰되었다는 SD 랫드<sup>34</sup>를 포함한 다른 품종 랫드에서의 연구결과와 큰 차이가 없었다<sup>35,36</sup>. 또한 WKY 랫드 혈림프절의 크기는 직경이 5 mm 이하로 관찰되었는데, 이는 SD 랫드를 포함한 랫드<sup>32,34</sup>에서 1-4 mm 크기와 햄스터<sup>33</sup>에서의 5 mm 이하 크기와 유사하였다.

Turner<sup>28,29</sup>는 랫드에서 혈절을 관찰해서 보고한 논문에서 수입림프관은 관찰되지 않았다고 기술하였고 Hogg *et al*<sup>30</sup>, Kazeem과 Scothorne<sup>37</sup>, Luk *et al*<sup>31</sup>, Nopajaroonsri *et al*<sup>27</sup>은 수입림프관의 존재여부에 따라서 혈절과 혈림프절을 구분할 수 있다고 주장하였다. Andreasen과 Gottlieb<sup>32</sup>는 랫드의 혈림프절은 수입·수출림프관을 모두 가지고 있다고 하였는데, 본 연구에서 관찰한 WKY 랫드에서도 이들 림프관이 모두 관찰되었을 뿐만 아니라 형태학적 구조에 있어서도 피질과 수질이 명확하게 구분된 것으로 보아서 혈림프절이 분명하다고 판단된다. 한편 Sakita *et al*<sup>35</sup>은 혈림프절의 림프동에 적혈구가 침윤된 구조적인 특징을 보이며 정상 림프절에는 없는 특수한 혈관이 림프동에 연결되어 일어나는 현상이라고 주장하였다.

Olah와 Toro<sup>6</sup>, Turner<sup>5</sup> 등은 랫드의 혈림프절에 수입림프관이 없이 혈관을 통해서만 혈액세포들이 들어오는 것으로 주장하였으나 본 연구에서는 Luk *et al*<sup>31</sup>이 보고한 바와 같이 수입림프관이 관찰되었다. 다만 림프절과의 차이점은 수입림프관이 아주 적게 관찰된다는 점이다. 이는 햄스터의 혈림프절<sup>33</sup>에서도 보고된 바 있고 SD 랫드에서 관찰한 소견과도 일치된다<sup>34</sup>.

한편 혈림프절의 수입림프관에서는 적혈구가 관찰되지 않는 점으로 미루어 보아 수입림프관과 혈관과의 관계가 혈림프절 밖에서는 이루어지지 않는 것으로 보고된 논문이 있으나<sup>27</sup>, Hogg *et al*<sup>30</sup>과 Kazeem *et al*<sup>7</sup>은 랫드 신장 근처의 혈림프절에서 관찰되는 혈액은 신장에서 유출된 것이 주위의 림프관으로 모여져 수입림프관을 통해서 혈림프절로 유입된 것이라는 상반된 주장을 하였다. SD 랫드의 혈림프절 수입림프관에서는 적혈구를 관찰하지 못하였으나 수출림프관에서는 수질동을 통해서 소수의 적혈구가 빠져나가는 것을 관찰하였다<sup>34</sup>. 본 연구의 일부 혈림프절에서는 적혈구의 분포가 고르지 않아서 일부에서는 많이 나타나고 다른 부위에서는 드물게 보이는 국소적인 분포양상을 보였다. 이점은 적혈구가 수입림프관을 통해 들어와 인접한 피막밀동과 연속된 수질동에만 국한되어 나타난 현상으로 기술한 바 있다<sup>36</sup>.

WKY 랫드 혈림프절의 피막은 얇은 치밀결합조직으로 구성되었으며 이곳에서 소수의 평활근세포도 관찰되었는데 이는 햄스터<sup>33</sup>와 다른 랫드<sup>6,34</sup>에서의 연구결과와도 일치하였다. 피막에 평활근세포가 존재하는 것은 비

장에서 혈액저장기능<sup>38</sup>이 있는 것과 유사하게 이곳에서도 어느 정도의 혈액저장기능을 가지고 있음을 시사하는 것이라고 사료된다.

혈림프절의 문(hilus)에서는 (세)동맥이 들어가고 (세)정맥이 나오며 수출림프관이 나가는 림프절과 같은 전형적인 모습을 보였으며 기질도 세망세포와 세망섬유로 구성된 그물구조로, 다른 동물에서 관찰한 연구결과와 별로 차이가 없었다<sup>9,23,31</sup>.

WKY 랫드의 혈림프절은 림프소절을 갖고 있는 피질과 수질동 및 수질근을 갖는 수질로 구성되었는데 이는 다른 랫드<sup>27,35</sup> 뿐만 아니라 햄스터<sup>33</sup>, 소<sup>39</sup>, 산양<sup>9,10</sup>, 사슴<sup>13</sup>, 고라니<sup>40</sup>에서의 연구결과와 일치하였다.

혈림프절의 실질내부에서 조혈과정의 세포(myeloid cell)를 관찰하였고 거대핵세포도 드물지만 혈림프절에서 관찰된 점으로 미루어보아 조혈기능<sup>10,15</sup>이 있음을 시사하는 것으로 생각된다. 또한 WKY 랫드의 혈림프절에서 hemosiderin 과립을 함유하고 있는 큰포식세포들이 관찰되었는데 이들은 적혈구 탐식작용<sup>6,20,38</sup>과, 림프구에 항원을 발현시키는 기능을 수행하여 면역작용에도 관여하는 것으로 생각된다<sup>41</sup>. 한편 혈림프절의 피질부위에서 림프소절들이 관찰되며 일부는 종자중심을 갖는 이차림프소절로 나타난다는 점에서 면역작용에도 관련된 장기로 사료된다. 혈림프절은 림프절보다 항원에 대하여 더 강하게 반응하는 것으로 보고<sup>35</sup>되었으며 특히 이들은 신체의 적혈구 분포를 감시하는 최초의 중요한 면역기능성 장기로 알려졌다<sup>42</sup>.

WKY 랫드의 혈림프절에는 염증시에 보이는 염증세포의 출현이 거의 없었고, 피막밀동이 확장되지 않았으며 혈관벽의 손상이 없는 점으로 보아 출혈성 림프절과는 구분되는 구조물이며 이는 햄스터<sup>33</sup>에서도 림프절과는 다른 별도의 정상적인 구조물로 보고된 바 있다. 혈림프절은 림프동에 적혈구가 차 있는 점 외에는 림프절과 같은 구조이며, 혈림프절을 광학현미경으로 관찰하면 림프절과 유사하나 전자현미경으로 관찰하면 비장에 더 가까운 구조로 보인다고 보고하였다<sup>35</sup>.

현재까지 살펴본 WKY 랫드 혈림프절의 구조는 SD 랫드 혈림프절<sup>34</sup>의 구조와 다른 점이 별로 없는 점으로 보아서 랫드에서의 종별간 차이는 크게 존재하지 않는 것으로 생각된다.

## 결 론

WKY 랫드 15마리를 대상으로 혈림프절의 구조를 육안적, 광학현미경적으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. WKY 랫드의 혈림프절이 경부와 복강, 특히 신장

근처의 책장주변에서 주로 관찰되었다.

2. 혈림프절은 직경이 대부분 5 mm 이하의 크기였고 주로 타원형과 원형이었으며 회색바탕에 적색의 띠 구조나 적색을 나타내었다.
3. 혈림프절은 얇은 피막과 혈림프절문 그리고 분명한 피질과 수질로 구분되는 구조를 보였다. 수입·수출림프관이 관찰되었고 피질에서는 림프소절이 관찰되었으며 확장되지 않은 피막밑동과 수질동에 적혈구가 차 있었다.
4. 혈림프절은 세망세포와 세망섬유로 이루어진 그물 구조에 의해서 지지되며 이들 사이에서 실질 세포인 많은 림프구들과 적혈구, 소수의 과립백혈구, 형질세포, 적혈구를 탐식한 큰포식세포 등이 관찰되었다.

### 참고문헌

1. Gibbes. H. On some structures found in the connective tissue between the renal artery and vein in the human subject. *Q J Microsc Sci*, 24:186-190, 1884.
2. Ezeasor DN and Singh A. Histology of the caprine hemal node. *Acta Anat*, 133:16-23, 1988.
3. Ezeasor DN, Singh A and Sims DE. Erythrophaocytosis in the caprine hemal node. *Acta Anat*, 134:341-345, 1989.
4. Ezeasor DN and Singh A. Morphologic features of lymph vessels in caprine hemal nodes. *Am J Vet Res*, 51:1139-1143, 1990.
5. Turner DR. The vascular tree of the haemal node in the rat. *J Anat*, 104:481-493, 1969.
6. Olah J and Toro J. Fine structural investigation of the hemolymph gland in the rat. *Cytobiologie(Stuttgart)*, 2:376-386, 1970.
7. Kazeem AA, Reid O and Scothorne RJ. Studies on hemolymph nodes. I. Histology of the renal hemolymph node of the rat. *J Anat*, 134:677-683, 1982.
8. Salazar I. The relation of the lymphatic system to hemolymph nodes in the sheep. *Lymphology*, 17:46-49, 1984.
9. 윤여성, 이준섭, 이홍식 등. 한국재산양 혈절 및 혈림프절에 관한 형태학적 연구. *대한해부학회지*, 22:261-278, 1989.
10. 윤여성, 이준섭, 이홍식 등. 한국재산양 혈절 및 혈림프절에 관한 전자현미경적 연구. *한국전자현미경학회지*, 20:77-89, 1990.
11. 윤여성, 이준섭, 이홍식 등. 사슴혈절에 관한 전자현미경적 연구. *한국실험동물학회지*, 7(2):1-6, 1991.
12. 윤여성, 한정희. 사슴혈절에 관한 형태학적 연구. *대한수의학회지*, 31:381-387, 1991.
13. 윤여성. 사슴 혈림프절에 관한 형태학적 연구. *한국실험동물학회지*, 11(1):67-74, 1995.
14. Clarkson A. Report on hemal glands. *Br med J*, 2:183-196, 1891.
15. Erencin Z. Hemolymph nodes in small ruminants. *Am J Vet Res*, 9:291-295, 1948.
16. Vaida A, Grigorescu-Sido Fr and Olteanu I. Gigantischer Hamo-Lymphknoten beim menschen. *Anat Anz(Bd)*, 136:24-28, 1974.
17. Fawcett DW. *Bloom and Fawcett - a textbook of histology*. 11th ed. Philadelphia, Saunders, 462, 1986.
18. Leeson TS, Leeson CR and Paparo AA. *Text/atlas of histology*. Philadelphia. Saunders. 338, 1988.
19. Galeotti M, Sarli G, Eleni C, et al. Identification of cell types present in bovine haemolymph nodes and lymph nodes by immunostaining. *Vet Immunol Immunopathol*, 36:319-331, 1993.
20. Kitagawa H, Kudo N and Sugimura M. Die Ultrastruktur der Blutlymphknoten bei Ziegen, Insbesondere die Bewegung der Erythrozyten in der Knoten. *Jap J Vet Res*, 27:55-66, 1979.
21. Sasaki K. Erythrophagocytosis of the lymph node macrophages caused by autotransplantation of the splenic tissue into the lymph nodes of rat. *Anat Anz*, 171:335-342, 1990.
22. Ceccarelli P, Gargiulo AM, Fagioli O, et al. Cytochemical identification of lymphocytes and other mononuclear cells in ovine and bovine hemal nodes. *Comp Immun Microbiol infect Dis*, 9:297-302, 1986.
23. Gargiulo AM, Ceccarelli P and Pedini V. Architecture of the haemal nodes. *Res Vet Sci*, 42:280-286, 1987.
24. Constantinescu GM, Brown EM and McClure RC. Accessory parotid lymph nodes and hemal nodes in the temporal fossa in the three oven. *Cornell Vet*, 78:147-154, 1988.
25. Thop BH, Seneque S, Staute K, et al. Characterization and distribution of lymphocyte subsets in sheep hemal nodes. *Dev Comp Immuno*, 15:393-400, 1991.
26. International committee on veterinary gross anatomical nomenclature. Hemal lymph node. In *Nomina anatomica veterinaria*, 3rd ed, International committee on veterinary gross anatomical nomenclature, Ithaca:191-192, 1983.
27. Nopajaroonsri C, Luk SD and Simon GT. The structure of the hemolymph node - a light, transmission, and scanning electron microscopic study. *J Ultrastruct Res*, 48:325-341, 1974.
28. Turner DR. The reticulo-endothelial components of the haemal node - a light and electron microscopic study. *J Aant*. 108:13-22, 1971.
29. Turner DR. Immunological competence of the haemal node. *J Anat*, 110:17-24, 1971.
30. Hogg CM, Reid O and Scothorne RJ. Studies on hemolymph nodes. III. Renal lymph as a major source of erythrocytes in the renal hemolymph node of rats. *J Anat*, 135:291-299, 1982.
31. Luk SC, Nopajaroonsri C and Simon GT. The architecture of the normal lymph node and hemolymph node. *Lab Invest*, 29:258-265, 1973.
32. Andreasen E and Gottlieb O. The hemolymph nodes

- of the rat. *Biol Meddr*, 19:3-27, 1946.
33. 윤여성, 오양석, 이준섭. 설치류 혈림프절에 관한 형태학적 연구. *한국실험동물학회지*, 12(2):193-202, 1996.
  34. 박철범, 성제경, 이인세, 이홍식, 이준섭, 윤여성. 랫드의 혈림프절 구조. *대한수의학회지*, 40(4):671-675, 2000.
  35. Sakita K, Fujino M, Koshikawa T, Ohmiya N, Ohbayashi M and Asai J. Structure and function of the hemolymph node. *Nagoya J Med Sci*, 60:129-137, 1997.
  36. Abu-Hijleh MF and Scothorne RJ. Studies on haemolymph nodes. IV. Comparison of the route of entry of carbon particles into parathymic nodes after intravenous and intraperitoneal injections. *J Anat*. 188:565-573, 1996.
  37. Kazeem AA and Scothorne RJ. Studies on hemolymph nodes. II. The regional origin of the afferent lymphatics. *J Anat*, 135:1-4, 1982.
  38. Tablin F and Weiss L. The equine spleen : an electron microscopic analysis. *Am J Anat*, 166:393-416, 1983.
  39. 윤여성, 이준섭. 한우 혈림프절에 관한 형태학적 연구. *대한수의학회지*, 37(4):727-734, 1997.
  40. 윤여성, 이준섭. 고라니 혈절과 혈림프절에 관한 형태학적 연구. *대한수의학회지*, 37(3):463-469, 1997.
  41. Castenholz A and Castenholz HE. Casting methods of scanning electron microscopy applied to hemal lymph nodes in rats. *Lymphology*, 29:95-105, 1996.
  42. Castenholz HE and Castenholz A. Fluorescence microscopic studies on hemal lymph nodes in rats: a new immunobiological concept. *Lymphology*, 29:141-150, 1996.