

한국재래산양 혈절과 혈림프절의 미세구조

윤여성 · 신재원* · 이준섭

서울대학교 수의과대학 조직학교실

강원대학교 수의학과*

(1999년 7월 2일 접수)

Ultrastructure of hemal node and hemolymph node in Korean native goat

Yeo-sung Yoon, Jae-won Shin*, Joon-sup Lee

Department of Veterinary Histology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University

*Department of Veterinary Medicine, Kangwon National University**

(Received Jul 2, 1999)

Abstract : Hemal nodes and hemolymph nodes are lymphoid organs that share morphologic and functional characteristics of lymph nodes and spleens.

The aim of the present study was to obtain new informations on the distinct morphological structures of hemal nodes and hemolymph nodes according to ages, and to get the basic data for their functions in Korean native goats. Goats were divided into 5 groups, consisting of 3 animals aged 1, 3, 6, 10 and 12 months, respectively. Ultrastructural features of the organs were observed by transmission and scanning electron microscopes.

The sinuses of hemal nodes and hemolymph nodes were lined by endothelial-like reticular cells which had euchromatin-rich nuclei and many cytoplasmic processes, surrounding collagen fibrils. Macrophages containing phagocytosed erythrocytes were often noted in the diffuse lymphatic tissues of hemal nodes and hemolymph nodes. Some mast cells were in contact with the plasma cells near the blood vessel. Hemal nodes and hemolymph nodes had venous sinus-like vessels which were different from the deep sinus. The lymph vessels with valves were observed in the capsule of the hemolymph node. There were no ultrastructural differences of the organs in the age different groups of the animals.

These results suggest that hemal nodes and hemolymph nodes may take part in hemopoiesis, blood filtration and immune reaction in Korean native goats.

Key words : hemal node, hemolymph node, ultrastructure, transmission electron microscope, scanning electron microscope, Korean native goat.

본 연구는 한국과학재단 핵심전문 연구비(961-0606-054-2) 지원으로 수행되었음.

Address reprint requests to Dr. Yeo-sung Yoon, Department of Veterinary Histology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Suwon 441-744, Republic of Korea.

서 론

혈절과 혈림프절은 Gibbes¹가 사람에서 처음 언급한 이후 많은 연구가 진행되어 랫드를 포함한 설치류²⁻¹⁰에서는 신장과 췌장 주변에서 관찰된다고 보고되었다. 그 외에 새김질동물¹¹⁻¹⁶, 돼지¹⁷⁻¹⁹ 등에서도 연구되어 왔다. 이 구조물에 대한 광학현미경적 관찰결과가 여러 편 발표된 바 있고 최근에는 전자현미경을 통하여 이들 장기의 미세한 구조를 관찰한 결과가 발표되기도 하였으나 아직도 미세한 구조적 특징에 대한 많은 의문점이 남아 있다.

현재까지 혈절(hemal node)과 혈림프절(hemolymph node)은 일부 동물에서만 관찰되는 독립된 림프계 장기로 비장과 림프절의 형태학적 및 기능적 특성을 일부 공유하고 있는 것으로 알려졌다. 특히 혈림프절은 림프절과 혈절의 중간형태인 것으로 이해되고 있다¹⁸. 그러나 이 구조물도 혈절과 혈림프절로 구분되어 새김질동물류에서 각각 다 존재한다는 학설^{16,20}과 혈절만 존재한다는 학설^{12,21,22} 그리고 혈림프절로만 존재한다는 학설²³⁻²⁵ 등이 학자들에 따라 주장되고 있어서 상당히 혼란스럽다.

아직도 혈절과 혈림프절에 대하여 각기 다른 주장들^{12,21}이 있으며 *Nomina Anatomica Veterinaria*²⁶에서는 혈절을 혈액림프절(hemal lymph node)로 정의하고 있고 이른바 혈림프절은 출혈성 림프절로 판단하여 비정상적인 구조물로 이해하고 있다. 그러나 이는 혈절과 혈림프절의 구분을 단지 림프관의 존재유무에만 두었던 탓으로 생각되며 본 연구자는 림프관의 존재유무 외에 조직학적 구조의 차이점에 의한 구분으로 혈절과 혈림프절을 구별하였다. 즉, 혈절에는 잘 확장된 피막밑동이 있어서 이곳에 혈액이 가득 차 있으며 피질과 수질이 구분되지 않으나 혈림프절은 피막밑동이 발달되지 않았고 피질과 수질이 구분되며 림프관이 연결되었다는 점에서 이들은 서로 다른 별개의 정상적인 구조물이다²⁷⁻³³.

한편 Winqvist³⁴는 초기 발생단계에서 이 구조물은 림프절과 구분하기가 어렵다고 보고하였고, 정상 림프절에서 발생된다는 주장과 별개의 구조로 발생된다는 주장의 상반된 견해가 있어 발생학적 연구 내지는 연령별 변화에 따른 구별에 관심을 갖게 하였다.

혈절과 혈림프절의 기능으로는 조절기능³⁵⁻³⁷, 혈액여과기능^{13,19}, 면역작용^{15,22} 등이 있는 것으로 알려져 있

나 이들의 구조와 기능이 아직까지 명확하게 밝혀지지 못했다.

이에 본 연구자는 한국재래산양에서 관찰된 혈절과 혈림프절이 림프관이 연결된 혈림프절과, 림프관의 연결없이 혈관만 연결된 혈절이라는 명확한 형태학적 구조의 정의를 내리고자 하며 아울러 연령시기별 구조의 변화가 있는지를 전자현미경적 전지에서 확인하고자 함으로써 새김질동물류 특히 산양에서 현재까지 혼선된 주장을 일소할 수 있는 형태학적 정의를 얻고자 하며 또한 혈절과 혈림프절의 기능에 대한 기초자료를 마련하기 위하여 미세구조를 관찰하고자 하였다.

재료 및 방법

건강하다고 판단되는 한국재래산양을 5개군(1개월, 3개월, 6개월, 10개월, 12개월령)으로 대별하고 각 군에서 한국재래산양을 24시간 절식시킨 후 xylazine으로 마취시키고 좌심실을 통해서 0.85% 생리적 식염수와 2.5% glutaraldehyde(0.1M PB)를 차례로 관류하여 고정하였다. 시료를 채취하여 2.5% glutaraldehyde에 고정시키고 1% osmium tetroxide에 후고정한 다음 ethyl alcohol로 탈수하여 propylene oxide로 치환시켰다.

일부는 투과전자현미경적 관찰을 위하여 Epon 812로 포매하였다. 포매된 조직은 ultramicrotome으로 1 μ m 두께로 세절하고 1% toluidine blue로 염색한 후 광학현미경으로 관찰하여 초박절편을 위한 부위선정을 하고 ultramicrotome으로 초박절편하여 grid에 올려 uranyl acetate와 lead citrate로 이중 염색한 후 투과현미경으로 관찰하고 촬영하였다.

주사전자현미경적 관찰을 위하여는 후고정한 조직편을 ethyl alcohol로 탈수한 후 isoamyl acetate로 치환하여 critical point dryer로 건조시킨 다음 ion sputter로 조직표면에 금을 입힌 후 주사현미경으로 관찰하고 촬영하였다.

결 과

투과전자현미경적 소견 : 혈절의 혈동벽은 내피세포 모양의 세망세포로 구성되어 있었고 세망섬유로 보이는 원섬유들(fibrils)이 세망세포의 세포질들기로 둘러싸여 있었으며 이는 아교원섬유(collagen fibrils)와 기저막과 연결되어 있었다(Fig 1).

세포 주위에는 세망섬유로 보이는 원섬유들이 나타났고 세포질들기는 서로 근접하고 있었으나 그 사이는 원섬유들이 있었고 서로 연결하는 특수한 세포간 결합은 보이지 않았다(Fig 2).

혈동세망세포는 별모양이었으며 진정염색질(euchromatin)이 많은 못모양의 핵을 가지고 있었고 세포질내에서는 확장된 과립형질내세망이 보였으며 긴 세포질들기를 가지고 있었다(Fig 1, 2). 혈동내벽에서는 많은 적혈구와 함께 림프구, 과립백혈구 등이 관찰되었으며 그 주위에서는 크고 불규칙한 모양의 큰포식세포도 나타나 적혈구를 탐식하고 있었다. 이와같은 혈동 주위에서는 비만세포도 관찰되었다(Fig 3).

혈절내에 나타난 모세혈관은 내피세포로 이루어진 연속모세혈관형태로 관찰되었으며(Fig 4) 혈동에서 세망세포의 세포질들기 사이로 적혈구의 이동을 관찰할 수 있었다(Fig 5).

혈림프절에서 동벽(sinus wall)을 이루는 세망세포는 진정염색질이 많은 핵을 갖고 있었으며 세포질내의 과립형질내세망은 잘 발달되었고 긴 세포질들기의 주위에서는 원섬유가 관찰되었다(Fig 6).

혈림프절에서는 형질세포도 자주 관찰되었으며 과립백혈구와 적혈구도 관찰되었다(Fig 6). 또한 크고 불규칙한 모양의 큰포식세포도 나타났으며 이들의 세포질내에는 혈철소과립을 함유하고 있었다(Fig 7). 간혹 비만세포와 형질세포가 혈관주위에서 관찰되었는데 이들 세포의 세포질이 서로 접촉하고 있는 것을 관찰하였다(Fig 8).

연령에 따른 혈절과 혈림프절의 미세구조적 차이는 별로 없는 것으로 보였다.

주사전자현미경적 소견 : 한국재래산양의 혈절에서는 피막에서 내부로 이어지는 지주가 피막밑동을 관통하였고 피막밑동은 세망섬유와 세망세포에 의하여 지지되고 있었으며 그 사이에서 많은 적혈구가 관찰되었다(Fig 9).

지주는 깊은 곳으로 들어가는 혈관을 내포하고 있었으며 그 주위에 얇은 격막을 형성하면서 세망세포 그리고 세망섬유와 연관을 맺어 혈동을 지지하였고(Fig 10) 깊은동과 별개의 정맥동(venous sinus)형태의 구조 즉, 빠른 순환을 위한 통로로 보이는 구조도 관찰되었다.

혈동벽에서는 작은 구멍들이 존재하여 적혈구들이 통과하는 모습도 나타났다(Fig 11). 깊은동은 세망세포와 세망섬유에 의해서 지지되고 있었고 혈동주변에서는 적혈구를 탐식하는 큰포식세포도 관찰되었다(Fig 12).

한국재래산양의 혈림프절에서는 세망세포와 세망섬유에 의해 지지되는 림프소절이 피질 부위에 많이 나타났으며(Fig 13) 이들 림프소절에서는 많은 림프구들이 관찰되었고(Fig 14) 피막에서 깊은 곳으로 이어지는 지주에서는 혈관이 관찰되었다. 그 주위에서 세망세포와 세망섬유에 의해서 지지되는 지주동이 보였으며 그 사이에서 많은 적혈구와 림프구가 관찰되었다(Fig 15).

피막에서는 비교적 큰 림프관이 관찰되었으며 이들 림프관의 내강에서는 판막이 분명하게 보이기도 하였다(Fig 16).

연령에 따른 구조적인 차이가 분명하게 나타나지는 않았다.

고 찰

한국재래산양에서 채취한 절과 혈림프절의 구조는 서로 같지 않은 것으로 관찰되었다. 혈림프절은 출혈성 림프절이 아닌 정상적인 구조물이었으며 비장의 축소판과 같은 혈절과도 구별되는 림프장기의 중간형태라는 Banks¹⁶의 견해와 일치하였다.

설치류에서 신장근처의 혈림프절에 적혈구가 나타나는 것은 수입림프관을 통해서 혈액이 유입되기 때문이라고 주장한 바 있으나⁶ 혈절과 혈림프절에서 적혈구의 이동에 관한 학설은 두가지로, 하나는 open capillary를 통하여 동(sinus)으로 이동한다는 학설³과 다른 하나는 혈관의 내피세포를 통하여 림프조직으로 이동한다는 학설³이다. 한국재래산양의 경우도 이에 해당하는 것으로 생각된다. Castenholz와 Castenholz³⁷는 피질의 모세혈관은 매우 잘 발달되어 있고 세망조직의 구조를 나타낸다고 하여 본 연구에서 혈동(sinus)벽의 세포가 내피세포모양의 세망세포로 관찰된 것과 일치한다. 이는 Gargiulo et al¹¹과 Kitagawa et al³⁶의 주장과 일치된 소견을 보였다. 또한 모세혈관으로부터 모세혈관후세정맥으로의 연결에서 혈액의 흐름이 급격히 속도가 떨어지는데 그 이유는 직경이 급격히 확장된 혈관으로 들어가기 때문이며⁹ 이것이 내피세포를 통과하는 적혈구삼출(diapedesis)을 돕는 과정이 되어 적혈구를 림프조직으로 이동시키는 기전이 되는 것으로 생각된다⁵. 한국재래산양에서도 이 모습이 관찰되어 이런 기전에 의해 이동되는 것으로 사료된다.

한국재래산양의 혈절과 혈림프절에서 형질세포와 비

만세포의 세포질들기사이의 접촉을 관찰할 수 있었는데 이는 면양²⁵에서 비만세포와 형질세포사이 세포막의 연결은 어떤 물질의 이동을 의미한다고 한 주장과 일치된 결과를 보였다. 이 두가지 세포사이의 연결은 항원전달의 의미인 특수면역기능의 수행이라는 점과 연관지어 생각할 수 있으며 특정항원에 대한 항체(IgE)를 형질세포가 생성하여 비만세포를 자극한 후 감작된 비만세포는 후에 같은 항원에 노출되면 IgE와 반응하여 비만세포의 탈과립을 야기시켜 과립내물질을 유리시킨다¹⁹.

혈절과 혈림프절에서 큰포식세포의 적혈구 탐식이 관찰된 것으로 보아 적혈구 여과기능^{13,19}이 있는 것으로 사료되며 림프소절과 형질세포의 존재로 미루어 보아 면역작용^{15,22} 등이 있는 것으로 판단된다. 새김질동물에서 혈절과 혈림프절이 동일한 장기인 것으로 기술한 것은 이들 장기의 정확한 형태학적 구조의 차이를 인식하지 못하고 관찰한 결과로 생각된다. 산양^{12,14}의 혈절에서는 피질과 수질이 구분되며 수출림프관이 관찰되었다고 기술한 바 있는데 이는 혈절과 혈림프절을 구분하지 않고 관찰하였기 때문인 것으로 믿어진다. 또한 혈림프절을 출혈성 림프절로 인정한 것²⁶은 Banks¹⁶의 주장대로 잘못 판단한 것으로 혈림프절은 잘 알려진 림프절과는 분명하게 형태학적 차이를 보이는 별개의 정상적인 구조물로 인식해야할 것으로 사료된다. 따라서 그외의 많은 잘

못된 주장도 혈절과 혈림프절을 별개의 구조물로 구분하지 않은 결과에서 기인된 것으로 생각된다.

한국재래산양의 혈절과 혈림프절은 연령에 따른 큰 차이를 보여주지는 못했다. 다만 연령이 증가함에 따라 약간의 구조적인 성장발달이 있었으나 혈절과 혈림프절은 태어나기 전에 이미 결정되는 것으로 판단된다.

결론

한국재래산양의 혈절과 혈림프절의 미세구조를 몇 개의 연령별로 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 혈절과 혈림프절의 혈동벽을 이루는 세망세포는 진정염색질이 풍부한 핵을 갖고 있었으며 세포질 돌기를 내어 세망원섬유로 보이는 구조물을 감싸고 있었다. 간혹 비만세포와 형질세포가 혈관 주위에서 세포질 사이의 접촉이 관찰되어 특수한 기능을 수행함을 시사하였다.

2. 혈절과 혈림프절에서 많은 적혈구와 적혈구를 탐식한 큰포식세포가 관찰되었다.

3. 혈절과 혈림프절에서는 혈동과 별개의 통로로 빠른 순환을 위한 것으로 생각되는 정맥동형 구조가 관찰되었으며 혈림프절에서는 판막을 가진 림프관을 관찰할 수 있었다. 연령에 따른 미세구조적 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았다.

Legends for figures

Fig 1. A portion of hemal node showing sinus which is lined with reticular cells (R), surrounded by reticular fibrils (arrows) and filled with erythrocytes (E). 6 month. TEM. $\times 3,000$.

Fig 2. The sinus wall of hemal node is lined by cytoplasmic processes of the endothelial-like reticular cells (R), surrounding collagen fibrils (arrow). Note the erythrocytes (E). 10 month. TEM. $\times 3,000$.

Fig 3. A mast cell (M) and plasma cells (P) are seen in the hemal node. 10 month. TEM. $\times 4,400$.

Fig 4. A blood vessel is lined by continuous endothelium (arrow). A mast cell (M) and erythrocytes (E) are seen in the hemal node. 3 month. TEM. $\times 4,400$.

Fig 5. Migration of an erythrocyte (arrow) in the sinus of hemal node. 1 month. TEM. $\times 7,000$.

Fig 6. The sinus wall of the hemolymph node is lined by cytoplasmic processes of endothelial-like reticular cell (R). 1 month. TEM. $\times 3,000$.

Fig 7. A macrophage (Mg) showing phagocytosed erythrocytes (E) in hemolymph node. 6 month. TEM. $\times 4,400$.

Fig 8. A cytoplasmic contact between a plasma cell (P) and a mast cell (M) is seen near the blood vessel (arrow) in hemolymph node. 1 month. TEM. $\times 3,000$.

Fig 9. A portion of hemal node showing the capsule (C), trabeculae (T), reticular fibers (arrow) and subcapsular sinus (S) filled with erythrocytes. 12 month. SEM. Scale bar = 3.3 μ m.

Fig 10. The venous sinus (V) and reticular fibers (arrow) in the trabecula (T) of hemal node. 1 month. SEM. Scale bar = 3 μ m.

- Fig 11. The sinus wall and migrating erythrocytes (arrow) of hemal node. Note erythrocytes pass through slits in the sinus wall. 6 month. SEM. Scale bar = 3 μ m.
- Fig 12. A macrophage (M) phagocytosed (arrow) in the hemal node. 1 month. SEM. Scale bar = 3 μ m.
- Fig 13. Lymphocytes (L) and reticular meshwork (arrow) in the lymphatic nodule of hemolymph node. 3 month. SEM. Scale bar = 3 μ m.
- Fig 14. Lymphocytes (L) and reticular fibers (arrow) in the hemolymph node. 3 month. SEM. Scale bar = 1 μ m.
- Fig 15. An artery (A) and a vein (V) in the trabecula (T) of hemolymph node. Note the reticular fibres (arrow) and erythrocytes (arrow-heads). 12 month. SEM. Scale bar = 8.3 μ m.
- Fig 16. A large lymph vessel (L) and its valves (arrow) in the capsule (C) of hemolymph node. 6 month. SEM. Scale bar = 10 μ m.

참 고 문 헌

1. Gibbes H. On some structures found in the connective tissue between the renal artery and vein in the human subject. *J microsc Sci*, 24:186-190, 1884.
2. Macmillan RE. The so-called haemal nodes of the white rat, guinea-pig and sheep a study of their occurrence, structure and significance. *Anat Rec*, 2:62-64, 1908.
3. Olah J, Toro J. Fine structural investigation of the haemolymph gland in the rat. *Cytobiologie*, 2:376-386, 1970.
4. Turner DR. The reticulo-endothelial components of the haemal node-a light and electron microscopic study. *J Anat*, 108:13-22, 1971.
5. Nopajaroonsri C, Luk SD, Simon GT. The structure of the haemolymph node a light, transmission, and scanning electron microscopic study. *J Ultrastruct Res*, 48: 325-341, 1974.
6. Hogg CM, Reid O, Scothorne RJ. Studies on hemolymph nodes. III. Renal lymph as major source of erythrocytes in the renal homolymph node of rats. *J Anat*, 135:291-299, 1982.
7. Kazeem AA, Reid O, Scothorne RJ. Studies on haemolymph nodes. I. Histology of the renal hemolymph node of the rat. *J Anat*, 134:677-683, 1982.
8. Prechtl JC, Powley TL. A light and electron microscopic examination of the vagal hepatic branch of the rat. *Anat Embryol (Berlin)*, 176:115-136, 1987.
9. Castenholz HE, Castenholz A. Fluorescence microscopic studies on hemal lymph nodes in rats; A new immunological concept. *Lymphology*, 29:141-150, 1996.
10. 윤여성, 오양석, 이준섭. 설치류 혈림프절에 관한 형태학적 연구. 한국실험동물학회지, 12:193-201, 1996.
11. Gargiulo AM, Ceccarelli P, Pedini V. Architecture of sheep haemal nodes. *Res Vet Sci*, 42:280-286, 1987.
12. Ezeasor DN, Singh A. Histology of the caprine hemal node. *Acta Anat*, 133:16-23, 1988.
13. Ezeasor DN, Singh A, Sims DE. Erythrophagocytosis in the caprine hemal node. *Acta Anat*, 134:341-345, 1989.
14. Ezeasor DN, Singh A. Morphologic features of lymph vessels in the caprine hemal nodes. *Am J Vet Res*, 51: 1139-1143, 1990.
15. Thorp BH, Seneque S, Staute K, et al. Characterization and distribution of lymphocyte subsets in sheep hemal nodes. *Dev Comp Immunol*, 15:393-400, 1991.
16. Banks WJ. Hemal node and hemolymph node. In Applied veterinary histology, 3rd ed, Mosby Year Book, St. Louis: 283, 1993.
17. Kelly E, Wood RL, Enders AC. Hemolymph node. In Bailey's textbook of microscopic anatomy, 18th ed, Williams & Wilkins, Baltimore: 449-450, 1984.
18. Fawcett DW. Hemal nodes. In Bloom and Fawcett - a textbook of histology, 11th ed, WB Saunders, Philadelphia: 462, 1986.
19. Leeson TS, Leeson CR, Paparo AA. Hemal(hemolymph) nodes. In Text/atlas of histology, WB Saunders, Philadelphia: 338, 1988.
20. 尾島光榮, 杉村 誠, 工藤雄, 高畑倉彦. 牛におはる赤色リンパ節の組織學的研究. 日本獸醫學雜誌, 25:389-390, 1963.
21. Salazar I. The relation of the lymphatic system to hemolymph nodes in the sheep. *Lymphology*, 17:46-49, 1984.
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. Rovere RJ, Bolondi A, Krivoruchky I, et al. Haemolymph nodes of ruminants(cattle and sheep). *Rev Militar Vet (Buenos Aires)*, 26:265-273, 1980.
24. Fabian G. The demonstration of the lymph pathways in the haemolymph nodes of the cattle, and their relationship to the lymphatic system. *Lymphology*, 14:7-16, 1981.
25. Al-Bagdadi FK, Seger CL, Titkemeyer CW, et al. Ultrastructural morphology of plasma cells in normal ovine hemal lymph nodes. *Anat Histol Embryol*, 15: 334-354, 1986.
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. 윤여성, 이준섭, 이홍식 등. 한국재래산양 혈절 및 림프절에 관한 형태학적 연구. 대한해부학회지, 22: 261-278, 1989.
 28. 윤여성, 이준섭, 이홍식 등. 한국재래산양 혈절 및 림프절에 관한 전자현미경적 연구. 한국전자현미경학회지, 20:77-89, 1990.
 29. 윤여성, 한정희. 사슴 혈절에 관한 형태학적 연구. 대한수의학회지, 31:381-387, 1991.
 30. 윤여성. 한우 혈절에 관한 형태학적 연구. 대한수의학회지, 34:229-235, 1994.
 31. 윤여성. 사슴 림프절에 관한 형태학적 연구. 한국실험동물학회지, 11:67-74, 1995.
 32. 윤여성, 이준섭. 고라니 혈절과 림프절에 관한 형태학적 연구. 대한수의학회지, 37:463-469, 1997.
 33. 윤여성, 이준섭. 한우 림프절에 관한 형태학적 연구. 대한수의학회지, 37:727-734, 1997.
 34. Winqvist G. Morphology of the blood and the hemopoietic organs in cattle under normal and some experimental condition. 7. The bovine hemal nodes. *Acta Anat*, 22:108-112. 1954.
 35. Enriquez-Yap EL. Cytobiologic characterixation of the hemolymph node in the philippine carabao(*Bubalus bubalis*): an anatomicohistologic correlative elative study on its hemopoietic and immunologic role. *Philippine J Vet Et Med*, 14:15-37, 1975.
 36. Kitagawa H, Kudo N, Sugimura M. Die Ultrastruktur der Blutlymphknoten bei Ziegen, Insbesondere die Bewegung der Erythrozyten in den knoten. *Jap J Vet Res*, 27:55-66, 1979.
 37. Castenholz A, Castenholz HE. Casting methods of scanning electron microscopy applied to hemal lymph nodes in rats. *Lymphology*, 29:95-105, 1996.
 38. Turner DR. The vascular tree of the heamal node in the rat. *J Anat*, 104:481-493, 1969.