

한국재래산양의 태아 및 신생아의 제4위 발달에 관하여

이종환 · 허찬권 · 김종섭 · 곽수동

경상대학교 수의과대학
(1994년 2월 28일 접수)

Development on the abomasum of fetuses and neonates in Korean native goats

Jong-hwan Lee, Chan-kwen Huh, Chong-sup Kim, Soo-dong Kwak

College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University

(Received Feb 28, 1994)

Abstract : The development of abomasum in fetuses between 60, 90, 120 days of gestation and neonates of Korean native goats was investigated by light, scanning and transmission electron microscopy.

The results obtained were summarized as follows ;

1. The abomasum wall appeared to be differentiated into the epithelium, lamina propria, muscle layer, and serosa at 60 days of gestation. The epithelium was stratified columnar and these nuclei were located near the apical two thirds portion of the cell at 60 days of gestation, and then transformed into simple columnar epithelium with the flat basal nuclei.
2. The inner circular and outer longitudinal muscle layers were observed at 90 days of gestation and the blood vessels had become quite well developed as various arterioles, venules and capillaries of different size during this age.
3. Gastric pits were seen at 90 days of gestation and continued gradually to increase depth during gestation.
4. The mucous, parietal and chief cells appeared in epithelium at 90 days of gestation and continued gradually to increase in number during gestation. In 120 days fetuses and neonates, muscle layer had become very thickness.
5. Scanning electron microscopically, the inner surface of the abomasum already consisted of wavy spiral folds which had many fine wrinkles at 60 days of gestation. In 90 day old fetuses, each spiral fold was enlarged and its surface was tended to be split into many straight longitudinal ridges and among these ridge were found shallow grooves. At 120 days, the subdivided swellings of ridges were progressively complicated in shape. In the neonates, the inner surface was flat and holed with many gastric pits.
6. Transmission electron microscopically, the epithelium was stratified columnar and these nuclei were irregular shape at 60 days fetus. The parietal, chief and mucous cells were observed in 90 day old fetuses and continued gradually to increase in number during gestation.
7. The development of the abomasum was relatively slow at early stages, it was accelerated greatly in the last of gestation.

Key words : Korean native goat, abomasum, development

서 론

발달중인 동물의 위에 관한 형태학적 연구로 Morikawa et al¹과 Onofra²가 랫트에서, Kurohmaru et al³은 field vole 에서, Hayward⁴는 토끼에서, Ito et al⁵은 마우스에서, Tatsumi et al⁶은 golden hamster에서 광학현미경과 주사 및 투과전자현미경으로 위의 벽세포와 접막을 관찰하여 보고한 바 있으며, Lim과 Low⁷는 닭에서, Forte et al⁸은 돼지에서, Bloom과 Fawcett¹⁰, Lev와 Weisberg¹¹, Otani et al¹² 및 Rosa¹³ 등은 사람에서 주사 및 투과전자현미경으로 발달중인 위의 위오목과 위샘 그리고 위세포들의 출현시기와 내강의 형태학적 변화를 연구하였다.

소와 비슷한 구조를 가지는 buffalo에서 crown rump length(CRL) 1.4-9.2 cm에 이르는 태아의 발달중인 위를 Panchamukhi et al¹⁴이 광학현미경으로 관찰하였으며, 소에서 Asan¹⁵⁻¹⁶, Becker¹⁷, Kano¹⁸ 및 Warner¹⁹ 등은 resin을 이용한 육안적 관찰과 광학 및 주사전자현미경으로 형태발달과정을 연구하였다. 양에서는 Church et al²⁰과 Fath El-Bab et al²¹이 출생전의 위의 조직형성에 대하여 연구하였으며, Mutoh와 Wakun²²은 CRL 6.5-13 mm인 초기 배자기 시기의 위발생을 관찰하였다. 그리고 하와김²³은 출생 후 발육에 따른 산양의 위형태에 대하여 보고한 바 있으며, 락과 김²⁴은 산양의 소장형성에 관하여 보고하였다.

이러한 연구 보고들은 연구 시기와 연구 대상이 제한적이고 단위 동물의 위와 유사한 형태와 기능을 가지는 반추류 제4위의 출생전 발달에 관한 연구는 드물며 한국재래산양의 태아 및 신생아의 제4위 발달과정에 따른 연구보고는 없다.

따라서 저자들은 한국재래산양의 임신 일령별 태아 및 신생아의 제4위 발달과정을 단계별로 광학현미경적 관찰과 주사 및 투과전자현미경적으로 관찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

실험동물 : 임상적으로 건강하다고 인정되는 2-3세의 경산한국재래산양(체중 25-33 kg) 8두에서 임신 60일령, 90일령, 120일령 태아 각각 2마리와 신생아 2마리를 사용하였다.

광학현미경조직표본 : 임신 일령별 태아 및 신생아의 제4위를 적출한 다음 위기저부를 잘라 10% neutral formalin 또는 Bouin 용액에 고정한 후 일반적인

paraffin 포매과정을 거쳐 5-6 μ m 두께로 조직절편을 만들어 hematoxylin-eosin(H-E), Masson's trichrome 및 periodic acid Schiff reagent(PAS) 염색을 하여 광학현미경으로 관찰하였다.

주사전자현미경표본 : 각 태령의 태아와 신생아의 제4위 기저부 조직을 phosphate buffer 2.5% glutaraldehyde용액에 고정하였고, 고정된 조직편은 pH 7.2의 0.1M sodium phosphate buffer 용액으로 1시간 간격으로 3회 수세하였으며 70, 80, 90, 95%, absolute ethanol로 2시간씩 탈수과정을 거쳐서 탈수된 조직은 임계점건조기내에서 건조시켰다. 건조된 조직편을 양면테이프를 사용하여 불력에 옮기고 ion sputtering coater 내에서 순금으로 100Å 두께로 표면처리하여 주사전자현미경(DS-130C, 한국 ISI사)으로 가속전압 10KV 하에서 촬영하여 사진을 관찰하였다.

투과전자현미경표본 : 제4위 기저부위를 1mm의 크기로 잘라 phosphate buffer 2.5% glutaraldehyde용액에 고정하였으며 고정된 조직편은 pH 7.2의 0.1M sodium phosphate buffer 용액으로 1시간 간격으로 3회 수세한 다음 70, 80, 90, 95%, absolute ethanol로 2시간씩 탈수하였다. 탈수된 조직편은 Epon 혼합물에 포매하여 0.5-2.0 μ m 두께로 semithin section을 한 후 toluidine blue로 염색하여 광학현미경으로 검경부위를 결정하였다. 결정된 시료는 다시 60-90nm 두께의 ultrathin section 과정을 걸쳐 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하여 투과전자현미경(Hitachi H-600)으로 75KV에서 사진 촬영하고 관찰하였다.

결 과

광학현미경적 관찰 : 한국재래산양의 임신 60일령 태아에서 제4위벽은 점막상피, 점막고유판, 근층, 장막으로 구분되어 있었으며, 점막상피층은 중층원주상피로 핵들은 위쪽 2/3 부위에 위치하고 있었다. 점막고유판은 미분화 간엽세포들로 구성되어 있었고 근층은 속가로근과 바깥세로근의 구분이 되지 않았으며, 두께는 15-30 μ m로 부위에 따라 다소 차이가 있었다. 내강은 서너개의 작은 추벽을 가지는 5-6개의 큰 추벽이 돌아나 있었다(Fig 1).

임신 90일령 태아에서 점막상피는 핵들이 기저부에 위치하고 있는 단층원 주상피로 바뀌었고 일부는 중층원주상피였다. 점막아래쪽으로 위오목이 보이기 시작하고 위샘 출현을 관찰할 수 있었으며(Fig 2), 점막표면과 점막에서 PAS 양성반응세포들이 출현하였다(Fig 5). 점막고유판과 점막밑조직이 구분되었으며 점막밑

조직의 발달은 두드러지고 동맥과 모세혈관등의 발달된 혈관들이 관찰되었다. 근층은 속가로근과 바깥세로근의 2층으로 구분 되어지고 60일령에 비해 두께는 약 5배정도 증가하였다(Fig 2).

임신 120일령 태아에서 점막상피는 단층원주상피로 구성되어 있고 임신 90일령 태아에 비해 점막표면과 점막층에서 강한 PAS 양성반응세포들을 볼 수 있었다. 점막밑조직은 성긴아교섬유결합조직의 두꺼운 층을 이루며 혈관의 출현이 많아지고 아교섬유가 발달되어 있었으며 근층은 더욱 발달하여 두께가 225-495 μ m 부위에 따라 그 차이가 많았다(Fig 3).

신생아의 점막상피는 완전한 단층원주상피로 편평한 핵들이 기저부에 위치하였으며, 표면점막상피세포와 목점액세포등에서 강한 PAS 양성을 보였다(Fig 6). 한개 또는 여러개의 관을 가진 위샘과 점막기저부의 위오목이 관찰되었고 120일령에서 구분이 어려웠던 주세포와 벽세포 및 목점액세포 등을 구분할 수 있었다. 점막밑조직은 잘 발달되어 있고 점막주름의 중심삭을 형성하였다. 근층은 부위에 따라 차이는 있으나 두께가 645-1470 μ m로 120일령보다 약 3 배가량 두꺼웠다(Fig 4).

주사전자현미경적 관찰 : 임신 60일령 태아의 제4위 점막상피 표면은 많은 가느다란 주름을 가진 파도모양의 나선형 추벽이 이미 형성되어 있었으며, 얇은 세로이랑이 관찰되었다(Fig 7). 90일령 태아에서 점막상피 표면은 60일령에 비해 모양이 일정해지고 그 수가 증가하였다. 그리고 세로이랑과 가로이랑이 출현하면서 이랑의 깊이가 깊어졌다(Fig 8). 120일령 태아의 점막상피는 가로이랑과 세로이랑의 수가 증가하여 더욱 세분화되고, 주머니 모양의 융기를 만들며, 이들 경계부위가 아래쪽으로 내려간 얇은 오목들이 여기 저기에서 관찰되었다(Fig 9). 신생아에서는 융기들의 모양이 더욱 일정해지고 높이가 낮아지면서 깊이가 깊어진 위오목을 관찰할 수 있었다(Fig 10).

투과전자현미경적 관찰 : 한국재래산양의 60일령 태아의 상피는 중층원주상피로 불규칙한 핵들을 가진 분열중인 세포들이 관찰되었다. 임신 90일령 태아에서는 광학현미경으로 이 일령에 있어 확실히 구분할 수 없었던 벽세포, 주세포, 점액세포들이 관찰되었으며(Figs 11-12), 임신 120일령 태아와 신생아에서는 이들 세포의 발달과 숫적 증가를 관찰할 수 있었다.

고 찰

반추류의 임신중 위 분화에 관한 연구로 Fath El-Bab

et al²¹은 26일령양의 태아에서 원시장관 벽이 속층, 중간층, 바깥층 3층으로 뚜렷하게 구분되고 52일령 태아에서 제 1, 2, 3 위와 제4위가 구분가능하였다고 보고하였다. Panchamukhi et al¹⁴은 buffalo 에서 CRL 1.4-3.2cm 일때 원시위가 형성되고 2.0cm일때 4개의 위가 구분된다고 하였으며 Lamber²⁵는 소에서 CRL 14mm일때 제4위가 구분되고 등쪽과 뒤쪽방향으로 발달한다고 보고하였다. Kano et al¹⁸은 holstein 태아에서 CRL 22cm일때 제4위가 구분되며 47cm에서는 제1위와 같은 크기로 되고 그 이후로 출생전까지 제1위보다 약 2배로 커진다고 하였다. 그리고 Mutoh와 Wakuri²²는 CRL 12.9mm의 산양 배자에서 원시위가 전위와 제4위로 구분된다고 하였다. 본 실험에서 한국재래산양의 임신 60일령 위는 이미 육안적으로 제 1, 2, 3, 4위가 구분 가능하였고 조직학적으로 제4위벽은 점막상피, 점막고유관, 근층, 장막으로 구성되어 있었으며 점막상피의 핵들이 위쪽 2/3 부위에 위치한 중층원주상피였다. Fath El-Bab et al²¹은 52일령 양의 태아에서 이와 유사한 구조를 보고 하였고, Warner¹⁹는 CRL 50 mm의 소 배자에서 역시 비슷한 구조를 보였다고 하였다.

Fath El-Bab et al²¹은 78일령과 104일령 양의 태아에서 위오목과 위샘의 출현을 각각 관찰하였고, Otani et al¹²과 Grand et al²⁶은 임신 50일령과 임신 8주째 사람의 태아에서 출현하였다고 하였다. 발달중인 위에 있어 위샘세포의 출현에 관해서는 Grand et al²⁶이 임신 12주째인 사람에서 벽세포를, Helander²⁷⁻²⁸는 임신 20일령 랫트의 태아 위에서 투과전자현미경으로 벽세포를 관찰하였으며, 같은 시기에 표면점막상피와 목점액세포가 출현하고 하루 뒤에 zymogen 세포가 관찰된다고 하였다. 그리고 Hayward²는 임신 23일경 토끼 태아에서 벽세포가 출현한다고 하였다. 본 실험에서는 임신 90일령 태아에서 위오목과 위샘이 관찰되었고 광학현미경으로 구분하기 어려웠던 벽세포, 주세포, 점액세포들은 투과전자현미경으로 관찰할 수 있었다. 이 시기에 속가로근과 바깥세로근의 구분도 가능하였는데, Otani et al¹²은 임신 42일령때의 사람 태아에서 속가로근이 생긴다고 하였으며, Grand et al²⁶도 역시 임신 7주째에 사람의 태아에서 속가로근을 관찰하였다고 하였다.

임신중인 태아의 위세포들 분화를 살펴보면 EL-Alfy et al²⁹은 마우스 위점막상피 세포들의 DNA합성과 세포분열 속도는 협부의 미성숙세포로부터 위샘기저부의 세포로 점진적으로 감소한다고 하였고, Menard와 Arsenault³⁰는 출생전 사람의 위세포는 초기단계인 임신 11주째에 위샘기저부에서 활발히 진행되며 임신 13-14주 태아의 위오목 부위와 점액세포에서 많이 일어난

다고 하였다. Ycomans 와 Trier³¹는 랫트의 임신 20일령 태아에서 위오목과 위샘이 분화를 보이기 시작하며, 상피에서는 분화가 최고에 도달하고 임신 20일령과 22일령 사이에서도 위오목과 위샘 기저부에서 발달이 진행되지만 표면은 드물다고 하였다. Gannon et al^{32,33}은 랫트와 사람에서 위의 미세혈관구조에 대해 연구하였는데 세동맥은 점막밑조직에 분포하고 모세혈관들은 점막고유판에 위치한다고 하였다. 그리고 벽세포 가까이 모세혈관이 분포하는 것은 HCl분비 등과 같은 생리현상과 밀접한 관계가 있으며 점막이나 점막밑조직에서 동정맥의 문합은 보이지 않았다고 하였다. 본 실험에서 한국재래산양의 위세포 분화는 위쪽 표면상피쪽에서 점막 아래쪽의 기저부위로 진행되었으며, 혈관분포 양상은 Gannon et al^{32,33}의 보고와 비슷한 결과를 보였다.

점막표면의 주사전자현미경적 관찰에 있어 Agungpriyono et al³⁴은 lesser mouse deer (*Tragulus javanicus*)의 제4위는 나선형의 주름이 있으며 높이는 낮지만 두껍다고 하였고, Asari et al^{15,16}은 소의 제4위는 임신 1.5-2개월령에서 파도모양의 나선형 주름이 형성되며 3-4개월령에서 많은 세로이랑이 생기고 4-5개월령에서 위오목이 생기기 시작한다고 하였다. 그리고 5-7개월째 산동성이 모양의 융기들이 생겨 7-9개월령 때 위오목이 생긴다고 하였다. Lim과 Low⁷는 닭의 12일령 태아의 앞위에 융모와 비슷한 구조물이 생겨 17일령 때 사라지며 미세융모가 있는 등근세포들이 집합을 이룬다고 하였다. 본 실험의 한국재래산양의 주사전자현미경적 관찰에서 임신 60일령 태아의 위점막표면은 나선형 주름과 세로이랑 및 가느다란 가로이랑이 관찰되었으며, 임신 90일령때는 세로이랑과 가로이랑으로 더욱 세분화되면서 이랑이 깊어지고 임신 120일령 태아에서는 일정한 크기의 융기들이 솟아나고 융기들 사이 사이에 위오목이 생기는 것을 관찰할 수 있었다. 투과전자현미경 관찰에서는 90일령의 태아에서 위벽세포의 특징인 핵주위의 많은 미토콘드리아와 세포내 미세소관, 미세융모, lysosome 등이 뚜렷하게 구분되었다.

한국재래산양의 태아와 신생아에서 제4위의 발달을 알아보기 위하여 임신 60, 90, 120일령 태아와 신생아의 위를 광학, 주사 및 투과전자현미경으로 관찰하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 임신 60일령 태아에서 위벽은 점막상피, 점막고유판, 근층, 장막으로 구분되었고, 점막상피는 중층상피로 핵들이 세포내의 위쪽 2/3 부위에 위치하고 있었다. 임신 90일령에서는 핵들이 기저부에 위치하고, 대부분 단층원주상피로 이행되고 있었다.
2. 임신 90일령 태아의 근층에서 속가로근과 바깥세로근으로 되는 것을 관찰할 수 있었으며 이 시기에 점막밑조직에서 혈관들이 발달하였다.
3. 위오목과 위샘은 임신 90일령에서 관찰되었고, 임신일령이 증가할수록 그 깊이가 깊어지고 발달하였다.
4. 임신 120일령 태아와 신생아에서 근층의 발달이 뚜렷하였고 점액세포 및 벽세포, 주세포 등은 신생아에서 광학현미경으로 구분되었다.
5. 주사전자현미경적 소견으로 임신 60일령 태아에서 나선형의 주름이 관찰되었으며 많은 가느다란 주름이 있는 세로이랑을 볼 수 있었고 90일령 태아에서는 가로이랑과 세로이랑이 출현하였다. 임신 120일령에서는 일정한 모양의 융기들이 솟아나고 그 사이에 위오목이 보였다. 신생아에서는 융기들이 편평해지고 높이가 낮아지면서 많은 위오목이 관찰되었다.
6. 투과전자현미경적 소견으로 임신 60일령에서 점막상피와 점막고유층은 분화중인 불규칙한 모양의 핵들이 보였고, 벽세포 및 주세포, 목점액세포들은 90일령 태아에서 관찰할 수 있었으며 임신이 경과할수록 이들 세포들의 수가 증가하였다.
7. 한국재래산양의 제4위의 발달은 임신초기에는 천천히 진행되다가 임신말기에 이르러서 신속한 발달을 보였다.

Legends for figures

- Fig 1. Abomasum of a fetus on day 60 of gestation. H-E. X 500. EP; epithelium, LP; lamina propria, SE; serosa.
- Fig 2. Abomasum of a fetus on day 90 of gestation. Masson's trichrome. X 250. GP; gastric pit, SM; submucosa, BV; blood vessel.
- Fig 3. Abomasum of a fetus on day 120 of gestation. Masson's trichrome. X 250. ITM; inner tunica muscularis, OTM; outer tunica muscularis.
- Fig 4. Abomasum of a newborn. Masson's trichrome. X 250.
- Fig 5. Abomasum of a fetus on day 90 of gestation. PAS. X 250.
- Fig 6. Abomasum of a newborn. PAS. X 500.

Fig 7. Scanning image of abomasum of a fetus on day 60 of gestation. X 600.

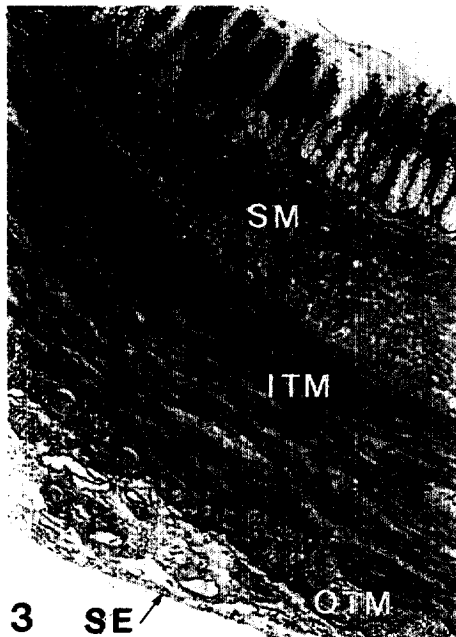
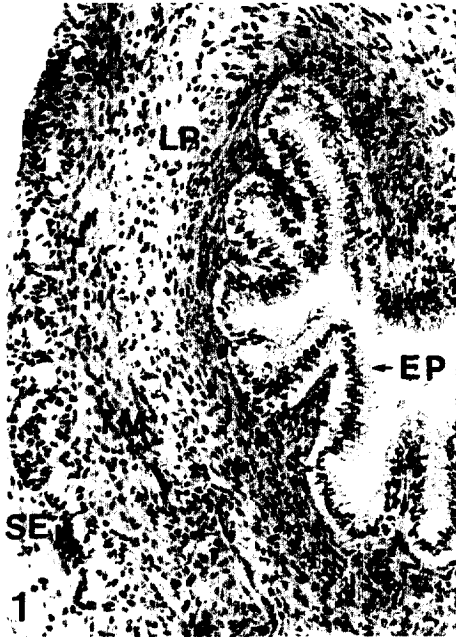
Fig 8. Scanning image of abomasum of a fetus on day 90 of gestation. X 500.

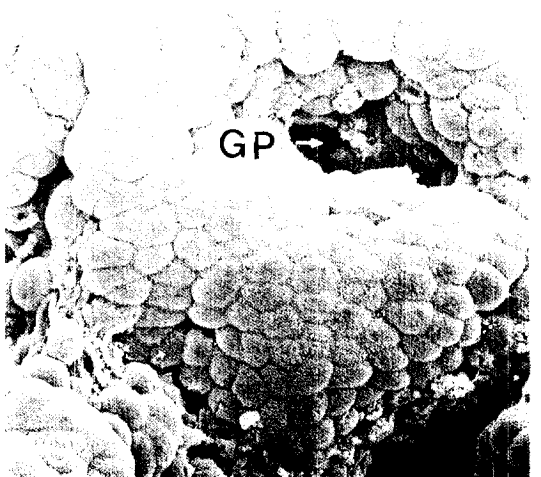
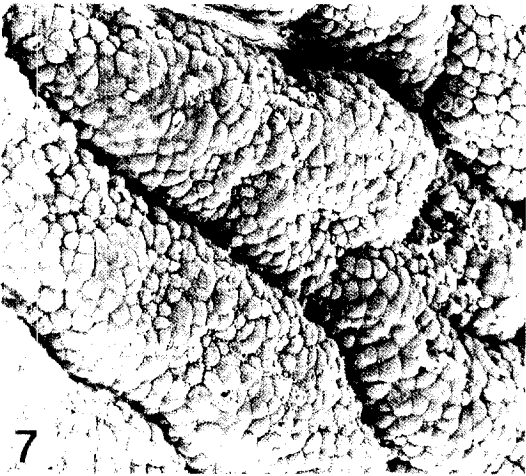
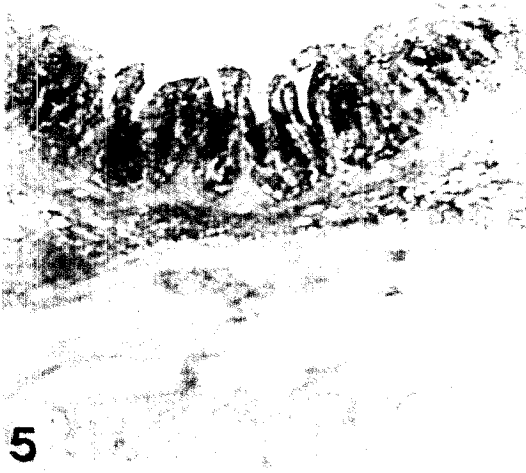
Fig 9. Scanning image of abomasum of a fetus on day 120 of gestation. X 1,000.

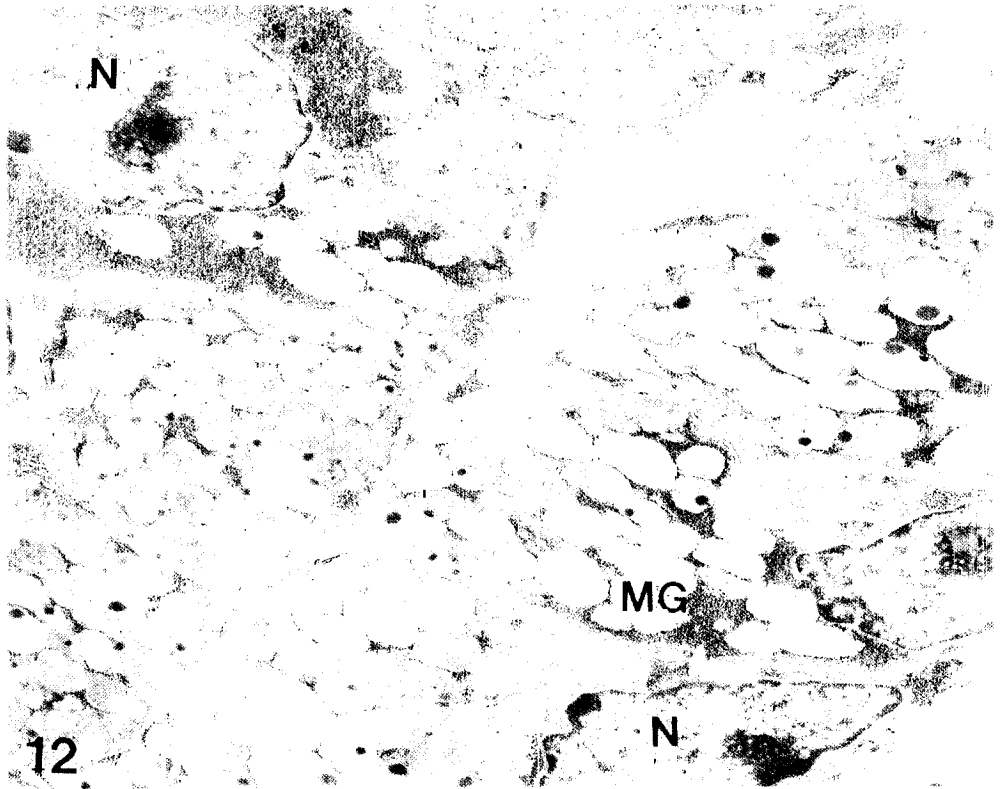
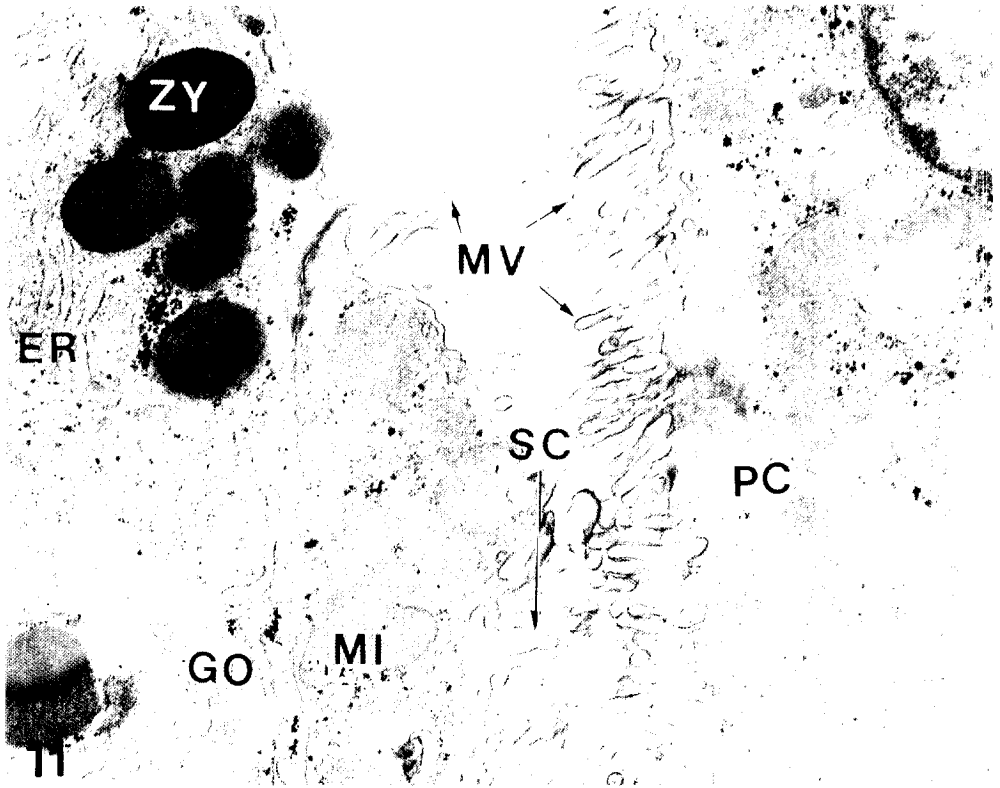
Fig 10. Scanning image of abomasum of a newborn. X 1,000.

Fig 11. Transmission image of abomasum of a fetus on day 90 of gestation. X 5200. MV; microvilli, ZY; zymogen granule, MI; mitochondria GC; golgi complex, PC; parietal cell, ER; endoplasmic reticulum.

Fig 12. Transmission image of abomasum of a fetus on day 90 of gestation. X 5200. N; nucleus, MG; mucous granule.







참 고 문 헌

1. Morikawa Y, Maesuo S, Eguchi Y, et al. Light and electron microscopic studies on the gastric parietal cell in prenatal rats. *Biol Neonate* 1979; 35:312-320.
2. Onolf J, Lehy T. Comparative development of gastrin and somatostatin cell populations in the pancreas, stomach and duodenum of the rat during the prenatal period. *Anat Rec* 1987; 218:416-425.
3. Kurohmaru M, Nishida T, Mochizuki K. Morphological and histological studies on the gastric mucosa of the Japanese field vole, *Microtus montebelli*. *Jpn J Vet Sci* 1981; 43:887-899.
4. Hayward AF. The ultrastructure of developing gastric parietal cells in the foetal rabbit. *J Anat* 1967; 101:69-81.
5. Ito S, Munro DR, Schofield GC, et al. Morphology of the isolated mouse oxyntic cell and some physiological parameters. *Gastroenterology* 1977; 73(4): 887-898.
6. Tatsumi H, Fujita H, Tamura S. Electron-microscopic studies on the physiological cell loss in the gastric mucosa of the golden hamster. *Cell Tissue Res* 1985; 239:343-347.
7. Lim SS, Low FN. Scanning electron microscopy of the developing alimentary canal in the chick. *Am J Anat* 1977; 150:149-174.
8. Forte JG, Machen TE. Transport and electrical phenomena increasing and secreting piglet gastric mucosa. *Physiol* 1975; 244:33-51.
9. Forte TM, Machen TE, Forte JG. Ultrastructural and physiological changes in piglet oxyntic cells during histamine stimulation and metabolic inhibition. *Gastroenterology* 1975; 69:1208-1222.
10. Bloom W, Fawcette DW. *A Textbook of Histology* : Philadelphia: WB Saunders Co, 1968; 639-676.
11. Lev R, Weisberg H. Human foetal epithelial glycogen: A histochemical and electronmicroscopic study. *J Anat* 1969; 105(2):337-349.
12. Rosa F. Ultrastructure of the parietal cell of the human gastric mucosa in the resting state and after stimulation with histalog. *Gastroenterology* 1963; 45: 354-363.
13. Otani H. Ultrastructure of the developing stomach in human embryos. *Anat Embryol* 1993; 187:145-151.
14. Panchamuhki BG, Mudholkar DR, Srivastava HC. Prenatal development of the buffalo (*Bubalus bubalis*) stomach. I. Organogenesis of the stomach. *Indian J Anim Sci* 1975; 45(9):638-647.
15. Asari M, Fukays K, Yamamoto M, et al. Developmental changes in the inner structure of the bovine abomasum. *Jpn J Vet Sci* 1981; 43:211-219.
16. Asari M, Oshige H, Wakui S, et al. Histological development of bovine abomasum. *Anat Anz Jena* 1985; 159:1-11.
17. Becker RB, Arnold PT, Dix, Marshall SP. Development of the bovine stomach during fetal life. *J Dairy Sci* 1951; 34:329-332.
18. Kano Y, Fukaya K, Asari M, et al. Studies on the development of the fetal and neonatal bovine stomach. *Zbl Vet Med C Anat Histol Embryol* 1981; 10:264-274.
19. Warner, ED. The organogenesis and early histogenesis of the bovine stomach. *Am H Anat* 1958; 102:33-63.
20. Church DC, Gorden L, Bogart R, et al. Stomach development in the Suckling Lamb. *Am J Vet Res* 1962; 220-225.
21. Farh El-bab M, Schwarz R, Ali AMA. Micromorphological studies on the stomach of sheep during prenatal life. *Zbi Vet Med C Anat Histol Embryol* 1983; 12:139-153.
22. Mutoh K, Wakuri H. Early organogenesis of the caprine stomach. *Jpn J Vet Sci* 1989; 51(3):474-484.
23. 하정기, 김종섭. 한국재래산양의 출생후 발육에 따른 제1위 형태에 관한 연구. 경상대학교. 축산진흥연구소보. 1987; 14:21-31.
24. 광수동, 김종섭. 재래산양의 소장형성에 관한 조직학적 관찰. 대한수의 학회지. 1985; 25(1):1-6.
25. Lambert PS. The development of the stomach in the ruminant. *Brit Vet J* 1948; 102:302-310.
26. Grand RJ, Watkins GJ, Torti FM. Development of the human gastrointestinal tract (a review). *Gastroenterology* 1976; 70(5):790-810.
27. Helander HF. Ultrastructure and function of gastric parietal cells in the rat during development. *Gastroenterology* 1969; 56(1):35-52.
28. Helander HF. Ultrastructure and function of gastric

- mucoïd and zymogen cells in the rat during development. *Gastroenterology* 1969; 56(1):53-70.
29. El-Alfy M, Leblond CP, Lee ER. Dynamic histology of the antra epithelium in the mouse stomach : V. Proliferation gradient from the gland base to the isthmus at various times of day. *Am J Anat* 1987; 178:65-71.
30. Menard D, Arsenault P. Cell proliferation in developing human stomach. *Anat Embryol* 1990; 182: 509-516.
31. Yeomans ND, Trier JS. Epithelial cell proliferation and migration in the developing rat gastric mucosa. *Develop Bio* 1976; 53:206-216.
32. Gannon B, Browning J, O'Brien P, et al. Mucosal microvascular architecture of the fundus and body of human stomach. *Gastroenterology* 1984; 86:866-875.
33. Gannon B, Browning J, O'Brien P. The microvascular architecture of the glandular mucosa of rat stomach. *J Anat* 1982; 135(4):667-683.
34. Agungpriyono S, Yamamoto Y, Kitamura N, et al. Morphological study on the stomach of the lesser mouse deer (*Tragulus javanicus*) with special reference to the internal surface. *J Vet Med Sci* 1992; 54(6):1063-1069.
-