

# 한국재래산양의 태아 및 신생아 기관의 조직발달에 관한 조직화학적 및 전자현미경적 연구

## 1. 광학현미경적 주사 및 투과전자현미경적 연구

김 종 섭

경상대학교 수의과대학 · 동물의학연구소  
(1996년 8월 17일 접수)

### Histochemical and electron microscopical study on the tracheal development in fetuses and neonates of Korean native goats

#### 1. Light microscopic, scanning and transmission electron microscopical studies

Chong-sup Kim

*College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University  
Institute of Animal Medicine*

(Received Aug 17, 1996)

**Abstract** : The development of trachea in fetuses on 60, 90 and 120 days of gestation and neonates of Korean native goats was investigated by microscopy and scanning and transmission electron microscopy. The results were summarized as follows;

Light microscopic studies:

1. In the 60-day-old fetuses, the tracheal walls were differentiated and divided into four layers of the mucosa, submucosa, muscle and cartilage, and adventitia. The tracheal epithelium is composed of stratified ciliated columnar epithelium at 60- and 90-day-old fetuses while the epithelium observed at 120-day-old fetuses was pseudostratified ciliated columnar epithelium.

2. In the 90-day-old fetuses, tracheal glands extended into the submucosa and peripheral area of the tracheal cartilage. The blood vessels were observed in the submucosa and adventitia. The elastic and collagenous fibers were observed in the tracheal walls.

3. In the neonates, the tracheal walls consisted of mucosa with well-developed folds, submucosa, tracheal glands, muscle and cartilage, collagenous and elastic fibers, and adventitia, which were more developed than those of 120-day-old fetuses. The tracheal epithelium was developed as that in adults.

---

이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

Address reprint request to Dr. Chong-sup Kim, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Republic of Korea.

Scanning electron microscopic studies:

4. In the 60-day-old fetuses, most of tracheal epithelial cells were nonciliated but short microvilli were sporadically observed on the luminal surface. On rare occasions, a few cells have solitary cilium.

5. In the 90-day-old fetuses, the ciliated cells appeared increasingly and cilia elongated longer than those of 60-day-old fetuses.

6. In the 120-day-old fetuses, the nonciliated cells covered with microvilli in dome-shape were barriered by thick carpet of cilia. The nonciliated cells also have many papillary projects on the apical surface.

7. In the neonates, the nonciliated cells in tracheal epithelium were covered compactly with numerous cilia, and many secretory droplets were found on the cilia.

Transmission electron microscopic studies:

8. In the 60-day-old fetuses, nonciliated cells of the tracheal epithelium contain large amounts of glycogen granules in the supernuclear and subnuclear areas meanwhile a few cell organelles were formed. Cilia were well formed along the apical cell membranes of the ciliated cells. Also found in the ciliated cells were basal corpuscles, mitochondria and short chains in granular endoplasmic reticulum(GER). Between the epithelial cells presented were well-defined junctional complex with zonula occludens and desmosomes. The nuclei were variable in size and shape. The more developed nucleoli were observed conspicuously.

9. In the 90-day-old fetuses, nonciliated cells contained large glycogen granules. Accumulated glycogen granules were observed in the subnuclear and supranuclear portion of the cytoplasm. A few short microvilli were covered with glycocalyx. Ciliated cells contained numerous mitochondria and short chains of GER.

10. In the 120-day-old fetuses, the ciliated cells contained numerous mitochondria, abundant short chains of GER and nucleoli. Nonciliated cells contained some Golgi complex and mitochondria. The cell borders were well-defined and distinct junctional complex with zonula occludens, desmosomes, and interdigitorum.

11. In the neonates, well-developed goblet cells were observed in the tracheal epithelium. Ultrastructures of ciliated and nonciliated cells on the tracheal epithelia were similar in pattern as those in adults.

Key words : Korean native goat, trachea, development.

## 서 론

동물의 호흡기계통중 대기로부터 폐속의 가스교환구 역쪽으로 또는 가스교환구역으로부터 폐밖으로 공기를 이동시키기 위한 일련의 공기통로를 전도부라고 하며, 여기에는 비강, 코인두(nasopharynx), 후두(larynx), 기관(trachea), 기관지, 세기관지 등이 포함되는데 기관은 후

두와 기관지 사이의 공기전도부를 형성하며 후두로부터 흉강속으로 확장되어 들어간 반굴곡성, 반굴절성인 관(tube)으로서 목의 배쪽부분에 존재하며 기관의 벽은 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막(adventitia) 등의 4층으로 구성되어 있다<sup>1-3</sup>.

동물의 기관(trachea)에 대한 형태학적인 연구는 마우스<sup>4</sup>, 랫드<sup>5-11</sup>, 기니퓰<sup>12,13</sup>, 햄스터<sup>14-18</sup>, 토끼<sup>19,20</sup>, 박쥐<sup>5</sup>, 돼지<sup>21,22</sup>, 개<sup>23</sup>, 원숭이<sup>24,25</sup> 및 사람<sup>26,27</sup>에 대한 보고가 있으

며 새김질동물류에 대해서는 소<sup>28</sup> 및 양<sup>21,29-33</sup>에 대한 보고가 있다.

Smith *et al*<sup>24</sup>은 마우스, 랫드, 토끼, 송아지 및 사람의 종말세기관지의 Clara세포에 대하여 보고한 바 있고, Gabella<sup>13</sup>는 기니피크의 임신말기 태아의 기관근은 성숙한 근육과 비슷하다고 하였다. McDowell *et al*<sup>14-17</sup>은 햄스터 10~12일령 태아 기관상피가 단층원주이든 것이 13일령 태아때는 거릿중층원주상피였다고 하였고, 14일령 태아 기관상피에서 전섬모세포(*preciliated cell*)와 섬모세포는 등쪽이 훨씬 많고 상피의 높이도 등쪽면이 배쪽면보다 높다고 하였다. Cooney와 Chopra<sup>18</sup>은 분만전 햄스터의 기관상피세포는 과립형질내세망구조와 표면막에 많은 미세융모를 가지고 있고, 신생아에서는 과립형질내세망의 소관 또는 소포를, 표면막에 *microplacae*(*microridge*)를 가지고 있다고 하였다. de Lahunta<sup>21</sup>는 양의 25일령 배자(*embryo*)에서 구역기관지가, 4주령 돼지의 배자에서는 폐원기(*lung primordium*)가 출현한다고 하였다. Plopper *et al*<sup>24</sup>은 70일령과 120일령 원숭이 태아의 기관의 점막 밀샘과 섬모 그리고 당원과립과 세포사이연접 등에 대하여 광학현미경적 및 투과전자현미경적으로 연구한 바 있다. Bryden *et al*<sup>27</sup>은 양의 24일째 배자에서 식도와 기관이 출현한다고 하였고, Matsuoka와 Callencler<sup>28</sup>는 소의 기관세포계를 시험관내 배양을 시도하였다.

Alcorn *et al*<sup>30</sup>은 40일령 양의 태아에서 기관벽에 잘 발달된 연골고리가 관찰되고, 95일령 태아의 크기도에 연골판, 점막밀샘, 평활근초 등이 관찰된다고 하였다. Mariassy와 Plopper<sup>32</sup>는 양의 기관기관지 상피에서 4종의 점액세포(M1~M4), 섬모세포, 기저세포, 장액세포, Clara 세포 등에 대하여 전자현미경적으로 보고한 바 있다.

이상의 여러 보고들은 광학현미경적 또는 투과 및 주사전자현미경적으로 다양하게 연구되어 왔으나 대부분 성숙한 동물의 기관에 관한 것으로 태아나 신생아의 기관발달에 관한 보고는 많지 않다. 더욱이 한국재래산양의 기관발달에 관한 보고는 없다. 이에 저자는 한국재래산양의 60, 90, 120일령 태아와 신생아의 기관의 점막, 점막밑조직, 연골 및 근육층, 바깥막 등의 발달에 대하여 광학현미경을 이용한 조직학적 연구와 주사전자현미경적으로 섬모세포와 비섬모세포에 대하여 관찰하고, 투과전자현미경적으로 각종 세포의 미세구조와 세포소기관 및 세포포함물 등을 관찰하여 기관발달의 발생해부학적 기초체계를 정립코자 본 연구를 실시하였으며 그

결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

**실험동물** : 임상적으로 건강하다고 인정되는 2~3세의 경산 한국재래산양(체중 25~33kg) 8두에서 임신 60일령, 90일령, 120일령 태아와 신생아를 사용하였다.

**표본제작 및 관찰** : 임신 일령별 태아 및 신생아의 기관을 적출한 후 10% neutral formalin 또는 Bouin 용액에 고정한 다음 일반적인 paraffin 포매과정을 거쳐 5-6 $\mu$ m 두께로 조직절편을 만들어 hematoxylin-eosin, Masson's trichrome 염색을 하여 광학현미경으로 관찰하였다.

**주사전자현미경 표본** : 임신 60, 90, 120일령 태아와 신생아 기관(*trachea*)의 조직편을 phosphate buffer 2.5% glutaraldehyde 용액에 전고정하였고, 고정된 조직편은 pH 7.2의 0.1M sodium phosphate buffer 용액으로 1시간 간격으로 3회 수세하여 osmium tetroxide로 후고정하였으며, 70, 80, 90, 95% 및 absolute ethanol로 2시간씩 탈수과정을 거쳐 탈수된 조직은 임계점건조기에서 건조시켰다. 건조된 조직편을 양면 테이프를 이용하여 블럭에 옮기고 ion sputtering coater내에서 순금으로 100 $\text{\AA}$  두께로 표면처리하여 주사전자현미경(JEOL사, JEM 6400)으로 가속전압 10 KV하에서 촬영하여 사진을 관찰하였다.

**투과전자현미경 표본** : 임신 60, 90, 120일령 태아 및 신생아의 기관의 중간부위를 1mm<sup>2</sup>의 크기로 잘라 phosphate buffer 2.5% glutaraldehyde 용액에 전고정하였으며, 고정된 조직편을 pH 7.2의 0.1M sodium phosphate buffer 용액으로 1시간 간격으로 3회 수세한 다음 osmium tetroxide로 후고정한 후 70, 80, 90, 95% 및 absolute ethanol로 2시간씩 탈수하였다. 탈수된 조직편은 epon 혼합물에 포매하여 0.5~2.0 $\mu$ m 두께로 semithin section한 후 toluidine blue로 염색하여 광학현미경으로 검경부위를 결정하였다. 결정된 시료는 다시 60~90nm 두께로 초박절편 과정을 거쳐 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하여 투과전자현미경으로 75KV에서 촬영하여 사진을 관찰하였다.

## 결 과

**광학현미경적 관찰** : 한국재래산양 60일령 태아의 기관벽은 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막 등의 4층으로 구성되어 있었다(Figs 1-3). 기관점막의 상피는

중층원주상피로 섬모세포는 드물게 출현하였다. 기관의 등쪽면 점막의 내강쪽표면(luminal surface)은 툽니모양이었고, 배쪽면의 표면은 평활하였다(Figs 1, 3). 점막밑조직에 혈관이 출현하였고, 연골층은 크고 작은 4개의 유리연골(hyaline cartilage) 조각이 불완전한 C자 모양으로 출현하였으며, 연골조각은 연골막으로 둘러싸여 있었다(Figs 1~3). 연골기질내에는 연골소강(lacuna of cartilage)이 발달되어 있었으며, 1개의 연골소강내에 1~2개의 연골세포가 들어 있었다(Fig 2). 기관의 등쪽 연골관이 없는 부위에 기관근육(trachea muscle)이 출현하였으며(Fig 3), 기관벽의 바깥막(adventitia)도 발달되어 있었다(Figs 1~3).

90일령 태아 기관벽은 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막 등이 더욱 발달되었으며(Figs 4, 5), 점막밑조직에 기관샘(tracheal glands)이 많이 출현하였는데, 샘의 도관이 점막상피쪽에 위치하고 있었고 기관샘은 점막밑조직과 연골층 아래에도 출현하였다(Figs 4, 5). 혈관은 점막밑조직과 근육층과 연골층 사이에도 출현하였고(Fig 5), 바깥막에도 혈관이 많았으며 아교섬유와 탄력섬유가 많이 출현하였다(Figs 4, 5). 그리고 기관연골은 C자 모양으로 구성되어 있었고, 연골조각도 몇개 있었다.

120일령 태아 기관조직은 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막 등이 90일령보다 더욱 발달하였고, 기관샘, 혈관, 아교섬유 등의 발달이 좋았다(Fig 6).

신생아 기관벽은 점막주름이 아주 발달되었고(Figs 7, 8), 점막밑조직, 기관샘, 근육층과 연골층, 바깥막 그리고 아교섬유 등이 성숙한 동물의 기관과 비슷한 구조를 갖고 있었다(Figs 7, 8).

주사전자현미경적 관찰 : 60일령 태아 기관점막의 내강쪽표면 상피세포들은 크기가 다른 둥근 조각들 모양이었고, 줄지어 있거나 둘러미처럼 배열되어 있었으며 낮은 곳에는 섬모가 무덕무덕 돌아 있었다(Fig 9). 부위에 따라서는 둥근 세포의 중앙에 홀섬모(solitary cilia)가 관찰되었다(Fig 10). Clara세포 표면은 짧은 미세융모 또는 땅딸막한 미세융모(stubby microvilli)가 출현하였다(Figs 11, 12). 90일령 태아 기관의 내강쪽 상피표면은 섬모 수도 많아졌고, 길어졌으며, 비섬모세포 표면의 미세융모는 더욱 발달되어 있었다(Fig 13). 120일령 태아 기관의 내강쪽 상피에 섬모세포의 출현이 많았으며 뾰뾰히 돌은 섬모가 비섬모세포를 둘러싸고 있었다. 비섬모세포에 유두모양돌기(papillary projection)가 많이 관찰되

었다(Figs 14, 15).

신생아 기관점막의 내강쪽 상피표면은 옷술 모양으로 섬모가 공간을 간직하고 있으며 둥근 분비과립들이 섬모위에 많이 얹혀져 있었고 비섬모세포 주위에 섬모가 뾰뾰히 둘러싸고 있었다(Fig 16).

투과전자현미경적 관찰 : 60일령 태아 기관의 점막상피는 중층원주상피로 되어 있었고, 섬모세포는 핵과 핵소체, 과립형질내세망, 골지복합체, 사립체 등이 출현하였으나 섬모세포는 드물게 출현하였으며 기저소체가 출현하였다(Figs 17, 18). 비섬모세포는 핵 위·아래에 당원과립(glycogen granules)이 많이 모여 있었고, 세포소기관의 수는 적었으며, 미세융모가 돌아 있었고, 세포사이연접인 폐쇄띠(zonula occludens)와 부착반(desmosome)의 출현이 있었다(Figs 17, 18). 핵의 모양은 툽니모양으로 1~2개의 함입부위가 있는 것도 있었고, 불규칙한 구형도 있었다(Fig 17). 90일령 태아 기관의 비섬모세포는 땅딸막한 미세융모가 돌아있었고 내강쪽 자유면에 당질층(glycocalyx)이 관찰되었으며, 핵 위·아래에 당원과립이 많이 집결되어 있었다(Fig 19). 핵은 툽니모양으로 함입된 것도 있었고, 불규칙한 모양을 하고 있었다. 섬모세포는 사립체와 과립형질내세망의 수가 많아졌으며 섬모는 길게 발달되어 기저소체가 잘 발달되어 있었다. 인접한 세포사이에는 세포사이연접인 부착반과 폐쇄띠가 발달되어 있었다(Fig 19). 120일령 태아 기관상피의 비섬모세포는 핵이 툽니모양으로 함입된 곳이 3개로 4개의 불완전한 분엽상을 하고 있는 것도 있었으며, 핵소체도 관찰되었다. 골지복합체, 사립체, 과립형질내세망 등이 발달 되어 있었고 손가락모양세포사이연접(digitiform intercellular junction)이 발달되어 있었다(Figs 20, 21). 섬모세포는 섬모와 기저소체의 발달이 좋았으며, 사립체와 과립형질내세망의 발달이 뚜렷하였다(Figs 20, 21).

신생아 기관상피의 섬모세포는 섬모와 기저소체의 발달이 좋았고, 사립체, 용해소체(lysosome), 핵소체 등의 발달이 뚜렷하고, 핵의 모양은 불규칙한 툽니모양으로 부정형이었다(Fig 22). 그리고 분비과립이 충분한 점액술잔세포(mucous goblet cell)가 관찰되었으며(Fig 23), 신생아 기관 상피세포의 미세구조는 성숙한 기관상피와 비슷한 구조를 하고 있었다.

## 고 찰

기관(trachea)은 후두와 기관지 사이의 공기전도부를 형성하며 기관벽은 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막 등의 4층으로 구성되는데<sup>1-3</sup>, 본 실험에서 한국재산양 60일령 태아의 기관벽도 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막 등의 4층으로 구분되었다.

대부분의 종(species)에서 성숙한 동물의 기관상피는 거짓중층섬모원주상피(pseudostratified ciliated columnar epithelium)로 되어 있으나 마우스<sup>4</sup>와 박쥐<sup>5</sup> 등은 단층섬모원주상피로 되어 있다.

McDowell *et al*<sup>14,15</sup>은 햄스터의 10~12일령 태아 기관상피는 거짓중층원주상피로 되어 있었으며, 13일령 태아 기관상피는 단층원주상피로 되어 있었다고 하였다. 본 실험에서 한국재산양의 60일령 태아 기관점막상피는 중층섬모원주상피였으며 섬모세포는 드물게 출현하였고, 90일령 태아 기관상피도 중층섬모원주상피였으나 120일령 태아 기관상피는 거짓중층섬모원주상피로 되어 있었으며, 태아 발달에 따른 여러 장기들의 점막상피가 중층에서 단층으로 변화되는 현상은 산양에서는 흔히 볼 수 있는 것으로서 이 등<sup>36</sup>은 60일령 산양태아의 제 4위 점막상피가 중층원주상피이던 것이 90일령 태아에서는 대부분 단층원주상피로 되고 120일령 태아에서는 모두 단층원주상피로 이행되어 있었다고 하였으며 정 등<sup>37</sup>은 60 및 90일령 산양태아 결장점막상피는 부위에 따라 단층 또는 중층원주상피로 되어 있었으나 120일령 태아에서는 모두 단층원주상피로 이행되었다고 하였다.

McDowell *et al*<sup>14</sup>은 10일령 햄스터 태아 기관상피는 층의 높이는 등쪽면이 배쪽면보다 높았다고 하였는데 본 실험에서도 배쪽면 상피보다 등쪽면상피층이 높았고, 등쪽면상피는 톱니모양이었으나 배쪽면 상피 자유면은 평활하였다.

기관샘(tracheal glands)은 표면상피로부터 상피밑결합조직 속으로 연장되어 들어가 있는 관포상의 장액점액샘(seromucous glands)인데 그 일부는 섬모상피에 덮혀있고 관을 구성하는 주요세포는 섬모세포, 점액분비세포 및 여러가지 중간형의 세포들이다<sup>1-3</sup>. 그러나 Pack *et al*<sup>1</sup>은 마우스 기관벽에는 점막밑샘이 없다고 하였는데 Plopper *et al*<sup>24</sup>은 70일령 원숭이 태아 기관에서 점막밑샘의 발달 징조가 있었다고 하였고, Alcom *et al*<sup>30</sup>은 95일령 양의 태아 큰기도벽에서 점막밑샘이 관찰되었다고 하였다. 본 실험에서 기관샘은 60일령 태아에서는 출현하지 않았으나 90일령 태아에서는 많이 출현하였다. 기관의

가장 특징적인 형태는 연골인데 대부분 종류의 성숙한 동물에서 대체로 C자 또는 U자 모양으로 된 유리연골 조각으로 되어 있고, 등쪽은 연골이 완전히 연결되어 있지 않으나 가슴의 기관은 완전한 연골성 고리로 구성되어 있다<sup>1-3</sup>. Alcom *et al*<sup>30</sup>은 40일령 양의 태아 기관벽에서 현저한 연골고리(cartilage rings)가 관찰된다고 하였는데 본 실험에서도 한국재산양 60일령 태아 기관벽에는 불완전한 C자 모양으로 4개의 연골조각들이 출현하였으며 연골기질내에는 연골소강이 발달되어 있었으며, 1개의 연골소강내에 1~2개의 연골세포가 들어 있었다. 90일령 태아 기관연골은 C자 모양으로 형성되고 있었으나 몇개의 연골조각들이 발달되고 있었다.

기관근(tracheal muscle)은 성숙한 동물에서 기관연골의 등쪽 자유끝 사이에 가로로 연장되어 있는 평활근섬유의 다발로 기관의 전체 길이를 따라 존재한다<sup>1-3</sup>. Alcom *et al*<sup>30</sup>은 60일령 양의 태아에서 큰기도벽에 평활근초가 관찰된다고 하였고, 본 실험에서도 60일령 산양의 태아 기관벽의 등쪽 기관연골이 없는 부위에 기관근이 출현하였는데 태령의 증가에 따라 기관근은 연골조각이 있는 부위에서는 연골층보다 내강쪽으로 근육층이 발달되어 있었다.

기관벽의 혈관 출현은 본 실험에서 60일령 한국재산양 태아 기관벽의 점막밑조직에 작은 혈관들이 출현하였고, 90일령 태아에서는 점막밑조직과 바깥막에 혈관의 발달이 좋았다. 그리고 기관벽의 아교섬유와 탄력섬유는 90일령 태아에서부터 발달이 뚜렷하였고, 일령의 증가에 따라 계속 발달되고 있었다.

기관상피에 대한 주사전자현미경적인 보고는 Porter와 Bonneville<sup>5</sup>가 랫트 기관상피에서 자유면에 짧은 돌기로 덮힌 비섬모세포 표면이 dome상을 하고 있고, 이들 점액세포의 작은 무리가 섬모의 두꺼운 융단 사이에 감추어져 있다고 하였다. Cooney와 Chopra<sup>18</sup>는 분만전 햄스터 태아의 기관상피에서 비섬모점막세포의 표면은 수많은 손가락모양미세융모(digitiform microvilli)로 장식된다고 하였고 신생아 기관점막의 세포들은 수많은 microplcae를 가지고 있다고 하였으며 비섬모세포를 덮은 microplcae는 1개의 섬모세포를 둘러싸고 있다고 하였다. Alcom *et al*<sup>30</sup>은 60일령 양의 태아 상부기도의 점막에서 많은 섬모세포와 땅딸막한 융모를 가지는 세포에 대하여 언급한 바 있는데 본 실험에서 한국재산양 60일령 태아 기관점막상피에서도 섬모세포와 땅딸막한 미세융모를 갖는 비섬

모세포가 출현하였으며, 섬모세포보다 비섬모세포가 많았는데, 이는 Pack *et al*<sup>4</sup>이 마우스의 기관상피에서 비섬모세포가 대부분을 차지한다는 결과와 유사한 성적이었다. 그리고 Alcom *et al*<sup>30</sup>은 95일령 양의 태아에서 홀일차 섬모(simple primary cilium)가 출현했다고 보고하였는데 본 실험에서는 60일령 태아 기관점막상피에서 부위에 따라 홀섬모가 출현하였다. 그리고 90일령 태아기관 점막의 표면은 60일령 태아때보다 섬모세포가 많아졌고, 섬모의 수도 많아졌으며 길이도 더 길어졌고 미세융모도 더 많아졌다.

Pack *et al*<sup>4</sup>은 마우스 기관상피의 섬모세포와 미세융모로 덮혀있는 비섬모세포를 주사전자현미경적으로 관찰하여 비섬모세포는 미세융모로 덮혀있고, 점액입자는 흔히 섬모와 얽혀있다고 하였다. 발달중인 것으로 보이는 섬모를 가진 섬모세포는 짧은 섬모와 미세융모의 한 개 구역을 둘러싸고 있는 정상 섬모의 달무리(halo)를 갖는다고 하였다. 섬모를 가지는 분비세포 즉, 능동분비의 증후를 보이는 이들 세포는 흩어져 있는 짧은 섬모를 갖는다고 하였다. 그리고 샘분비샘(merocrine gland)에서 비섬모세포의 가장자리에 내강쪽 작은 돌기가 출현하고, 부분분비샘(apocrine glands)에서는 내강쪽으로 돌출한 점액의 작은방울을 볼 수 있다고 하였다. 본 실험에서 120일령 태아 기관상피는 미세융모가 돌아 있는 비섬모세포가 산재해 있었고, 섬모가 뾰뾰히 둘러싸고 있었으며, 비섬모세포에 유두돌기 모양의 세포돌기들이 돌출해 있었다. 신생아에서는 웃술모양으로 섬모가 공간을 간직하고 있었으며, 뾰뾰히 돌아있는 섬모위에 점액분비작은방울이 얽혀 있었다. 많은 섬모들이 비섬모세포 주위를 둘러싸고 있었으며 성숙한 동물의 기관과 비슷한 구조를 보였다.

Porter와 Bonneville<sup>5</sup>는 기관상피에 대한 투과전자현미경적 소견에서 섬모세포와 비섬모세포인 점액분비세포가 번갈아 일어나고, 세포의 정상부위에 분비작은방울이 관찰된다고 하였으며, 박쥐의 기관상피에서 섬모세포, 기저세포, 점액분비세포 등이 기저판 위에 단층으로 배열되어 있다고 하였다. 그리고 점액세포의 세포질에는 사립체, 형질내세망 등의 세포소기관이 뾰뾰히 차있는 반면 섬모세포는 생산물을 방출하지 않으며 다른 세포소기관들이 사립체보다 드문드문하게 존재한다고 하였다.

McDowell *et al*<sup>14</sup>은 13일령 햄스터 태아 기관에서 상피

세포는 불충분하게 분화되고, 과립내형내세망의 매우 작은 사슬을 가지며 세포사이공간은 아주 크고 많으며, 인접세포들과는 원시부착반(primitive desmosome)으로 연결하고 있다고 하였다. 14일령 태아 기관상피에서 불충분하게 발달된 원주세포는 과립형질내세망의 사슬이 적고 원시절반부착반(primitive hemidesmosome)은 짧은 세포를 기저판에 부착시키고 당원의 출현도 있었다고 하였다. 전섬모세포(preciliated cell)는 불충분하게 발달된 원주세포에 둘러싸이고, 전섬모세포의 상부 세포질에서 섬모형성을 볼 수 있고 과립형질내세망의 발달은 전섬모세포나 다른 미발달된 원주세포와 서로 비슷하다고 하였다. Cooney와 Chopra<sup>18</sup>는 햄스터의 분만전 태아 기관점막상피의 비섬모세포에 골지복합체, 과립형질내세망의 구조를 가진 중등도 전자밀도의 세포질로 구성되며, 이들 세포의 표면에 무수한 미세융모를 보유한다고 하였다.

본 실험에서 한국재산양의 60일령 태아 기관상피는 햄스터와는 달리 중층원주상피였고 섬모세포는 드물게 출현하였다. 비섬모세포는 핵 위·아래에 많은 당원과립의 집결이 있었고, 세포소기관 수는 적었으며 발달이 미약하였다. 섬모세포는 과립형질내세망의 짧은 사슬이 관찰되었고, 사립체, 핵소체 등이 출현하였다. 인접한 세포와의 세포사이연접은 내강쪽 정상부위에 폐쇄띠가 출현하였고, 부착반도 군데군데 관찰되었다. 90일령 태아 기관상피에서 섬모세포는 수도 많아졌고, 섬모도 더욱 발달되었으며 특히 사립체의 수가 많아졌고 세포사이연접의 발달도 좋아졌다. 분비세포인 비섬모세포는 땅딸막한 미세융모가 자유면에 돌아 있었고, 미세융모 바깥층에 당질층의 출현도 있었다. 120일령 태아 기관상피의 비섬모세포에서는 땅딸막한 미세융모와 당질층, 과립형질내세망의 사슬과 사립체의 수가 증가하였으며, 핵소체도 관찰되었다. 섬모세포는 사립체와 과립형질내세망의 사슬이 많아졌고 섬모의 수도 많아졌으며 길이와 굵기 등이 많이 증대되어 있었다.

Otani *et al*<sup>17</sup>는 햄스터 신생아 기관상피에서 분비세포는 당원을 함유하는데 기저세포가 가장 풍부하였다고 하였다. 과립형질내세망은 어두운 분비세포(dark secretory cell)에서 잘 발달되어 있었다고 하였으며, 분비세포의 꼭대기막(apical membrane)은 불규칙한 윤곽을 나타내고 미세융모는 불완전하게 형성되어 있었으며 인접한 세포막은 손가락모양세포연접을 형성치 않고 단순하다고 하였는데 본 실험에서 120일령 태아 기관상피에서 세포사이연접인

폐쇄피, 부착반과 손가락모양세포사이연접이 발달되어 있었다. Cooney와 Chopra<sup>18</sup>는 햄스터에서 신생아 기관상피의 비섬모점막세포에 과립기질(granular matrices)이 내강쪽으로 돌출한 microplicae가 출현하였고, 세포질내에는 골지장치, 사립체, 과립형질내세망과 당원못(pool glycogen) 등이 관찰된다고 하였다.

본 실험에서 한국재래산양의 신생아 기관상피의 섬모세포는 섬모와 기저소체의 발달이 좋았고, 세포소기관의 발달도 좋았으며 폐쇄피나 부착반 등 세포사이연접도 발달되어 있었다. 핵의 모양은 일정치 않았으며 분비과립이 가득찬 술잔세포도 관찰되었다. 신생아 기관상피는 성숙한 동물의 것과 비슷하게 발달되어 있었다.

## 결 론

한국재래산양의 태아와 신생아의 기관발달을 알아보기 위하여 임신 60, 90, 120일령 태아와 신생아의 기관을 광학현미경적, 주사 및 투과전자현미경적으로 관찰하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 임신 60일령 태아에서 기관벽은 점막, 점막밑조직, 근육 및 연골층, 바깥막 등의 4층으로 구분되었다. 60 및 90일령 태아 기관점막의 상피는 중층섬모원주상피였으나, 120일령 태아 기관상피는 거릿중층섬모원주상피로 이행되어 있었다.

2. 90일령 태아의 기관샘은 점막상피쪽, 점막밑조직, 연골막 아래에 출현하였고 혈관은 점막밑조직과 바깥막에 출현하였으며, 아교섬유와 탄력섬유가 발달되었다.

3. 신생아 기관벽은 점막주름이 발달되었고, 점막, 점막밑조직, 기관샘, 근육층과 연골층, 아교섬유 및 탄력섬유, 바깥막 등의 발달이 성숙한 동물과 비슷하였다.

4. 주사전자현미경적 소견에서 60일령 태아 기관상피는 대부분 비섬모였는데 짧은 미세융모가 드문드문 돌

아 있었고 섬모세포는 드물게 출현하였으며, 홀섬모를 가진 세포도 있었다.

5. 90일령 태아 기관상피의 섬모세포는 많아졌고, 섬모의 길이도 길어졌다.

6. 120일령 태아 기관상피에서 미세융모로 덮인 dome 상의 비섬모세포의 작은 무리가 두터운 섬모용단에 둘러 싸이고, 유두돌기모양의 분비세포돌기가 섬모보다 높게 돌출해 있었다.

7. 신생아 기관상피에서 비섬모세포는 섬모에 의하여 뺨뺨히 둘러 싸이고, 섬모위에 분비방울이 얹혀 있었다.

8. 투과전자현미경 소견에서 60일령 태아 기관상피의 비섬모세포는 핵 위·아래에 당원과립이 많이 집결되어 있었고, 세포소기관은 적었다. 섬모세포에는 기저소체가 관찰되었고, 핵소체, 과립형질내세망의 짧은 사슬과 짧은 미세융모가 관찰되었다. 인접한 세포사이연접 폐쇄피와 부착반이 관찰되었고 핵의 크기와 모양은 다양하였다.

9. 90일령 태아 기관상피의 비섬모세포는 핵 위·아래에 당원과립이 많이 집결되어 있었으며, 과립형질내세망과 사립체 그리고 자유면에 당질층이 관찰되었다. 섬모세포에서는 많은 사립체와 과립형질내세망의 짧은 사슬이 관찰되었다.

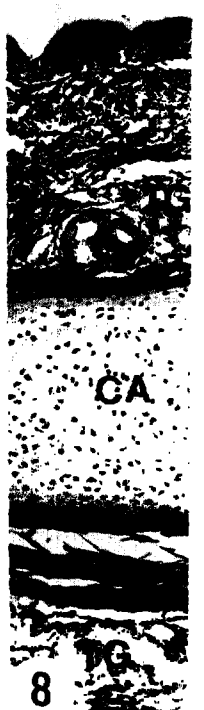
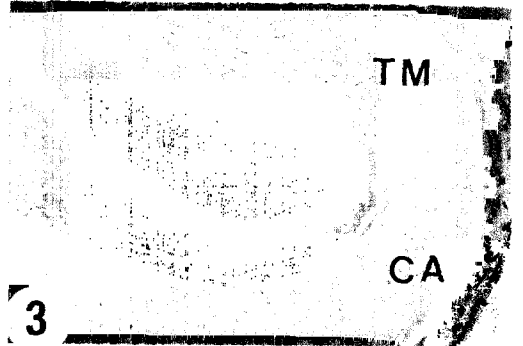
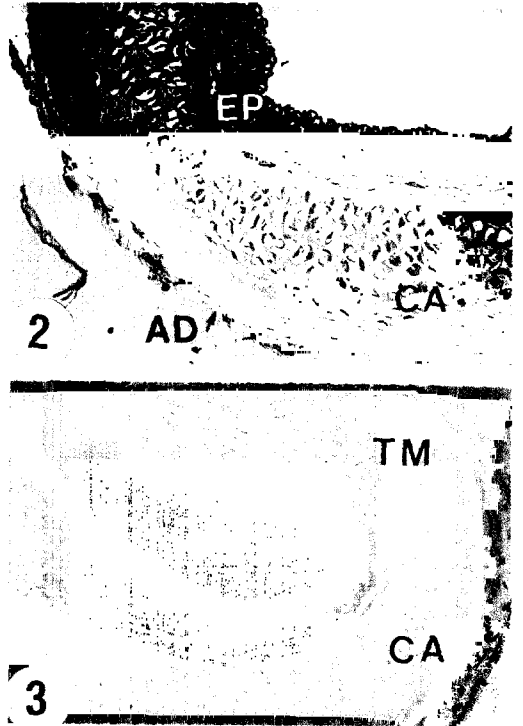
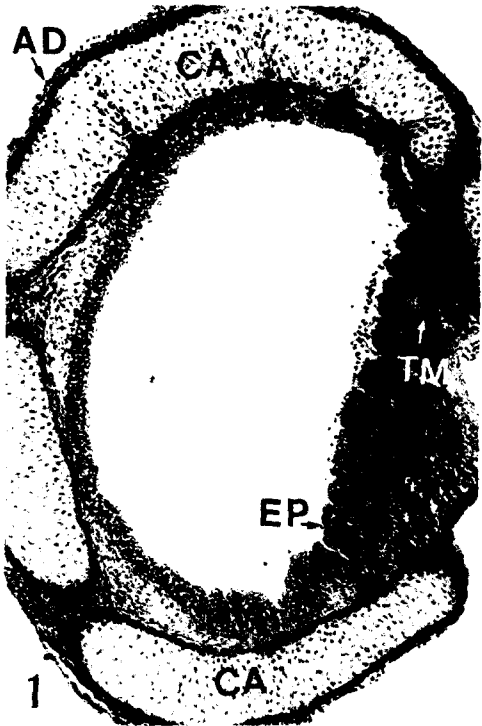
10. 120일령 태아 기관상피의 섬모세포는 많은 사립체 및 형질내세망의 짧은 사슬이 관찰되었고, 비섬모세포는 골지복합체와 많은 사립체가 관찰되었으며 뚜렷한 핵소체도 출현하였다. 세포사이연접인 폐쇄피와 부착반 그리고 손가락모양세포사이연접도 잘 발달되어 있었다.

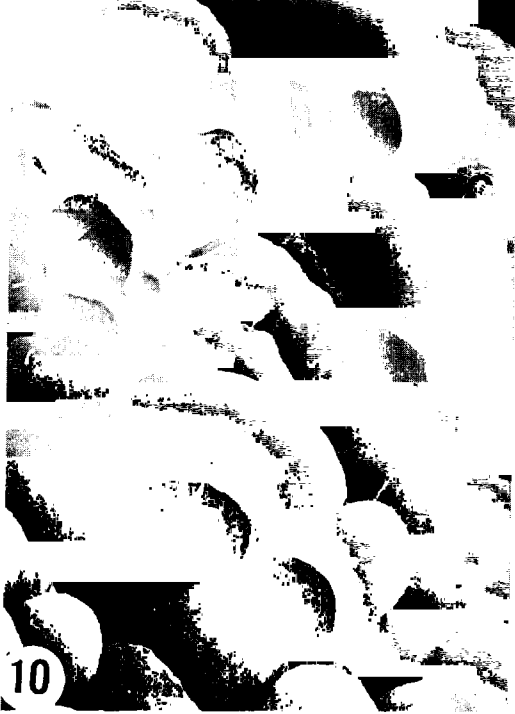
11. 신생아 기관상피에서 분비과립이 충분한 술잔세포가 관찰되었고, 섬모세포와 비섬모세포의 미세구조는 성숙한 동물과 비슷하였다.

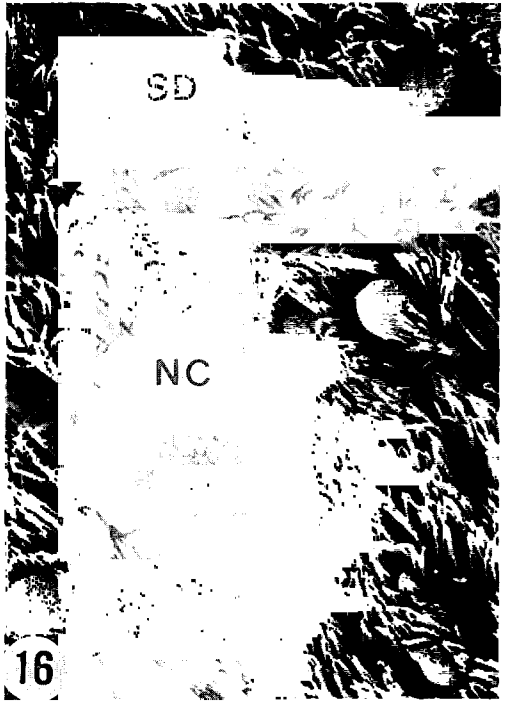
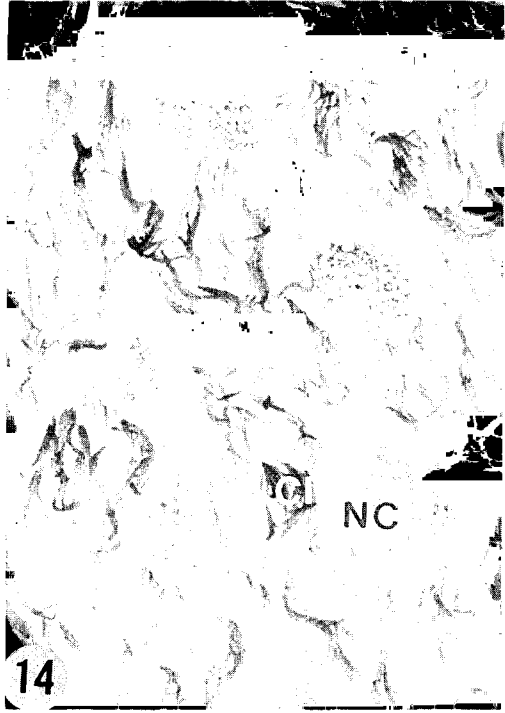
## Legends for figures

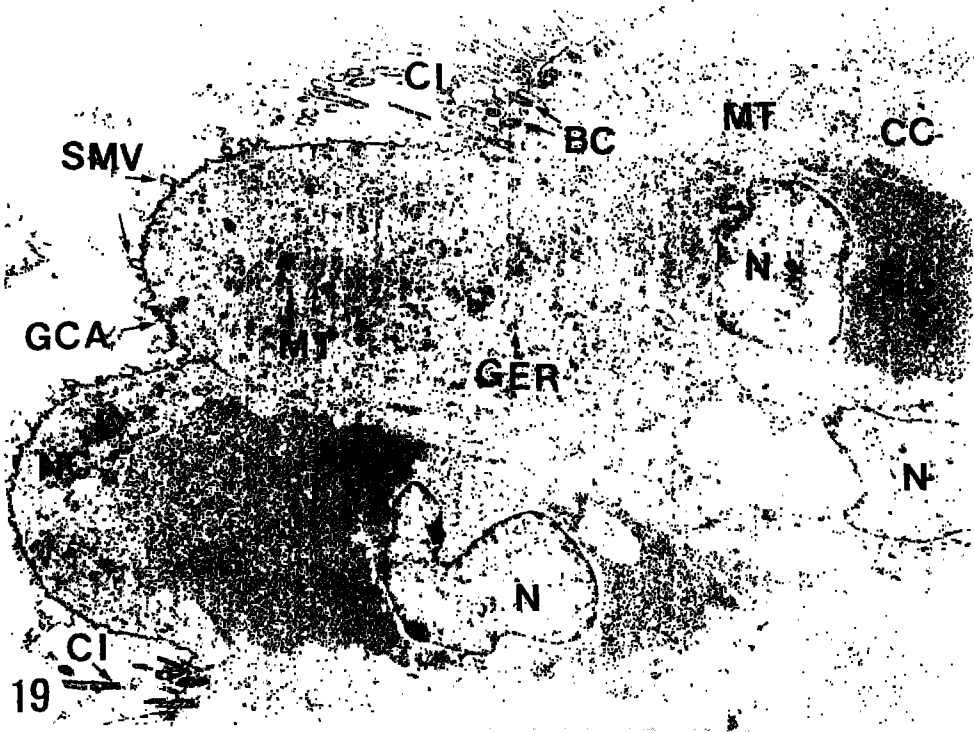
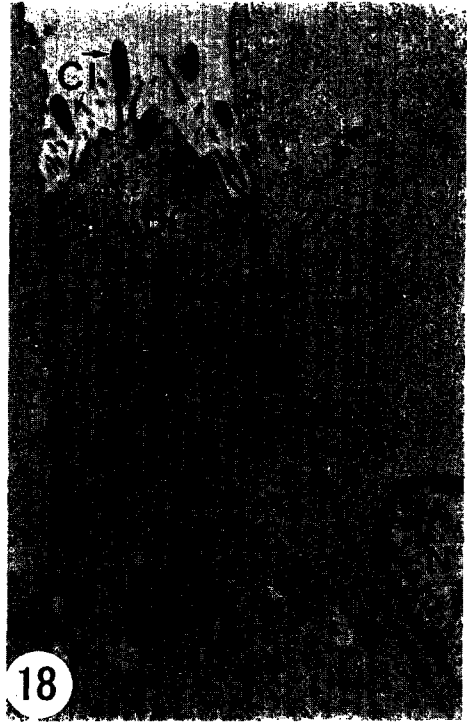
- Fig 1. In 60-day-old fetus, the differentiated and divided mucosa, submucosa(SM), muscle and cartilage(CA) and adventitia(AD) in the tracheal wall are seen. EP : epithelium, TM : tracheal muscle. Masson's trichrome,  $\times 10$ .
- Fig 2. Higher magnification of Fig 1.  $\times 50$ .
- Fig 3. Higher magnification of Fig 1. H-E.  $\times 25$ .
- Fig 4 and 5. In 90-day-old fetus, tracheal glands(TG) and blood vessels(BV) are seen. Masson's trichrome,  $\times 25$ .
- Fig 6. In 120-day-old fetus, differentiated tracheal wall is seen. Masson's trichrome,  $\times 50$ .
- Fig 7 and 8. In neonate, well-developed tracheal walls are seen. Masson's trichrome,  $\times 25$ .
- Fig 9. In 60-day-old fetus, numerous dome-shaped nonciliated cells (NC) with microvilli(MV) and many cilia are seen. SEM,  $\times 1,500$ .
- Fig 10. In 60-day-old fetus, dome-shaped ciliated cells with solitary cilium(SC) are seen. SEM,  $\times 3,000$ .
- Fig 11. In 60-day-old fetus, many nonciliated cells with microvilli and ciliated cells on the luminal surface of trachea are seen. SEM,  $\times 3,000$ .
- Fig 12. Higher magnification of Fig 11. SEM,  $\times 6,000$ .
- Fig 13. In 90-day-old fetus, tracheal luminal surface with cilia and microvilli. SEM,  $\times 3,000$ .
- Fig 14. In 120-day-old fetus, many cilia and some nonciliated cells are seen on the tracheal luminal surface. SEM,  $\times 3,000$ .
- Fig 15. In 120-day-old fetus, many papillary projections(PP) and cilia are seen on the tracheal luminal surface. SEM,  $\times 3,000$ .
- Fig 16. In neonate, many cilia(CI) and a nonciliated cell(NC). Many secretory droplets(SD) on the cilia are seen. SEM,  $\times 3,000$ .
- Fig 17. In 60-day-old fetus, nonciliated cells contain large amounts of glycogen, and a few of these cells contain cell organelles. Ciliated cells contain basal bodies, mitochondria, granular endoplasmic reticulum(GER), Golgi complex(GC) and a few short microvilli(MV). TEM,  $\times 5,100$ .
- Fig 18. In 60-day-old fetus, ciliated cells(CC) have many cilia, and basal corpuscles(BC), nucleus(N), nucleolus(NO), mitochondria (MT), granular endoplasmic reticulum(GER), and junctional complex with zonula occludens(ZO) and desmosomes(DE). TEM,  $\times 11,400$ .
- Fig 19. In 90-day-old fetus, nonciliated cells contain large glycogen granules. A few short microvilli are covered with glycocalyx (GCA). TEM,  $\times 6,650$ .
- Fig 20. and 21. In 120-day-old fetus, the ciliated cells with projected cilia and a nonciliated cell with digitiform intercellular junction (DIJ) and stubby microvilli are seen. These cells contain many cell organelles. TEM,  $\times 10,200$ .
- Fig 22. In neonate, ciliated cells contain many cilia, basal bodies, mitochondria and GER. LS : Lysosome. TEM,  $\times 9,100$ .
- Fig 23. In neonate, well-developed mucous goblet cell(MGC) is seen. TEM,  $\times 5,100$ .

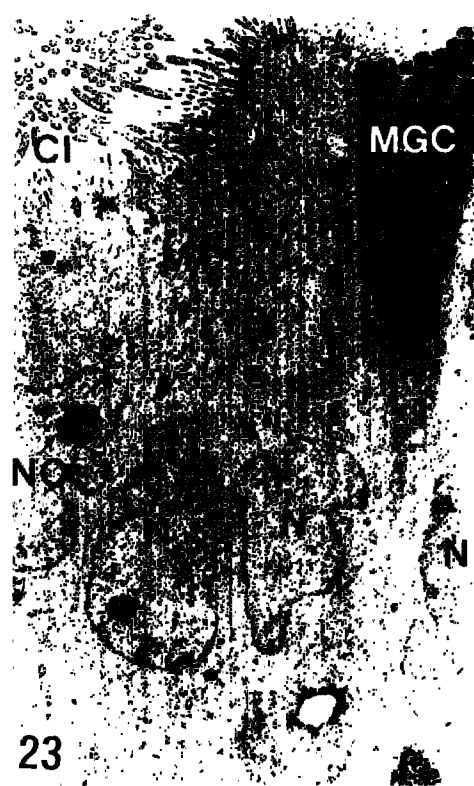
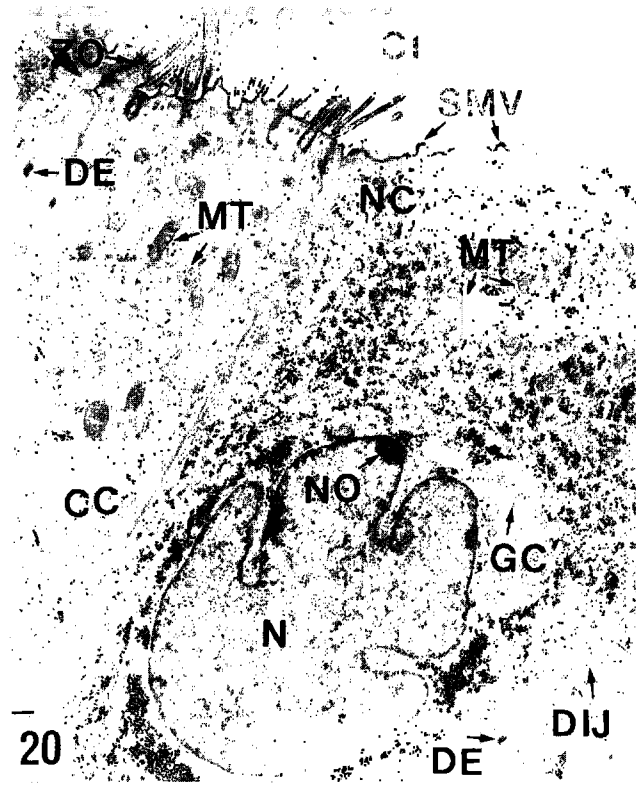












## 참 고 문 헌

1. Banks WJ. *Applied Veterinary Histology*, 2nd ed, Williams & Wilkins, Baltimore : 447-466, 1986.
2. Plopper CG, Adams DR. Respiratory system. In Dellmann HD, *Textbook of veterinary histology*. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 9: 136-152, 1993.
3. 강종구, 광수동, 김무강 등. 수의조직학. 정문각, 서울 : 169-191, 1996.
4. Pack RJ, Al-Ugaily LH, Morris G, et al. The distribution and structure of cells in the tracheal epithelium of the mouse. *Cell Tissue Res*, 208: 65-84, 1980.
5. Porter KR, Banneville MA. *Fine structure of cell and tissues*. 4th ed. Lea & Febiger : 39-41, 1973.
6. Tam EK, Calonico LD, Nadel JA, et al. Globule leukocytes and mast cells in the rat trachea: their number, distribution, and response to compound 48/80 and dexamethasone. *Anat Embryol*, 178: 107-118, 1988.
7. Huang HT, Haskell A, McDonald DM. Changes in epithelial secretory cells and potentiation of neurogenic inflammation in the trachea of rats with respiratory tract infections. *Anat Embryol*, 180: 325-341, 1989.
8. Peao MND, Aguas AP, DeSa CM, et al. Anatomy of Calara cell secretion: surface changes observed by scanning electron microscopy. *J Anat*, 183: 377-388, 1993.
9. Sasano Y, Mizoguchi I, Furusawa M, et al. The process of calcification during development of the rat tracheal cartilage characterized by distribution of alkaline phosphatase activity and immunolocalization of types I and II collagens and glycosaminoglycans of proteoglycans. *Anat Embryol*, 188: 31-39, 1993.
10. 박원학, 최정목. 노화에 따른 Rat 기관상피의 세포화학적 및 전자현미경적 연구. 한국전자현미경학회지, 24: 41-58, 1994.
11. 이종권, 김대병, 이선희 등. 이산화황의 급성흡입노출이 랫트 호흡기계에 미치는 영향에 관한 연구. 한국실험동물학회지, 11: 93-102, 1995.
12. Amiri MH, Gabella G. Structure of the guinea-pig trachea at rest and in contraction. *Anat Embryol*, 178: 389-397, 1988.
13. Gabella G. Ultrastructure of the tracheal muscle in developing, adult and ageing guinea-pigs. *Anat Embryol*, 183: 71-79, 1991.
14. Mcdowell EM, Newkirk C, Coleman B. Development of hamster epithelium: I. A quantitative morphologic study in the fetus. *Anat Rec*, 213: 429-447, 1985.
15. Mcdowell EM, Newkirk C, Coleman B. Development of hamster tracheal epithelium II. Cell proliferation in the fetus. *Anat Rec*. 213: 448-456, 1985.
16. Coleman B, Mcdowell EM. Development of hamster tracheal epithelium: III. Illustration of statistical methods for proportional data in biology. *Anat Rec*, 213: 457-463, 1985.
17. Otani EM, Newkirk C, Mcdowell EM. Development of hamster tracheal epithelium: IV. Cell proliferation and cytodifferentiation in the neonate. *Anat Rec*, 214: 183-192, 1986.
18. Cooney RA, Chopra DP. Hamster airway at parturition: Ultrastructure of the full-term fetal trachea and effects of parturition. *Anat Rec*, 229: 61-72, 1991.
19. Plopper CG, Alley JL, Serabjitsingh CJ, et al. Cytodifferentiation of the nonciliated bronchiolar epithelial(clara) cell during rabbit lung maturation: An ultrastructural and morphometric study. *Am J Anat*, 167: 329-357, 1983.
20. Johnson RA, Stauber Z, Hilfer SR. Organization of tracheal epithelium in the cartilaginous portion of adult rabbit and its persistence in organ culture. *Anat Rec*, 238: 463-472, 1994.
21. Noden DW, de Lahunta A. *The embryology of domestic animals*. Williams & Wilkins, Baltimore/London, 279-291, 1985.
22. Radner W, Stockinger L. Intercellular axonemes within ciliated cells in the tracheal epithelium of domestic pigs. *Anat*, 180: 25-30, 1992.
23. Dallman MJ, Brown EM. Statistical analysis of selected tracheal measurements in normal dogs and dogs with collapsed trachea. *Am J Vet Res*, 45: 1033-1037, 1984.

24. Plopper CG, Weir AJ, Nishio SJ. Tracheal submucosal gland development in the rhesus monkey, *Macaca mulatta*: ultrastructure and histochemistry. *Anat Embryol*, 174: 167-178, 1986.
25. Plopper CG, Alley JL, Weir AJ. Differentiation of tracheal epithelium during fetal lung maturation in the rhesus monkey *Macaca mulatta*. *Am J Anat*, 175: 59-71, 1986.
26. Valdes-Dapena MA. Histology of the fetus and newborn, WB Saunders Co, Philadelphia, 289-307, 1979.
27. Sutliff KS, Hutchins GM. Septation of the respiratory and digestive tracts in human embryos: Crucial role of the tracheoesophageal sulcus. *Anat Rec*, 238: 237-247, 1994.
28. Matsuoka T, Callender ME, Shumard RF. Embryonic bovine trachea cell line for *in vitro* cultivation of *Eimeria tenella*. *Am J Vet Res*, 30:1119-1122. 1969.
29. Bryden MM, Evans H, Binns W. Embryology of the sheep III. The respiratory system, mesenteries and celom in the fourteen to thirty-four day embryo. *Anat Rec*, 175: 725-736, 1972.
30. Alcorn DG, Adamson TM, Maloney JE, *et al*. A morphologic and morphometric analysis of fetal lung development in the sheep. *Anat Rec*, 201: 655-667, 1981.
31. Mariassy AT, Plopper CG. Tracheobronchial epithelium of the sheep: I. Quantitative light microscopic study of epithelial cell abundance, and distribution. *Anat Rec*, 205: 263-275, 1983.
32. Mariassy AT, Plopper CG. Tracheobronchial epithelium of the sheep II. Ultrastructure and morphometric analysis of the epithelial secretory cell types. *Anat Rec*, 209: 523-534, 1984.
33. Mariassy AT, George JS, Nishio SJ, *et al*. Tracheobronchial epithelium of the sheep: III. Carbohydrate histochemical and cytochemical characterization of secretory epithelial cells. *Anat Rec*, 221: 540-549, 1987.
34. Smith MN, Greenberg SD, Spjut HJ. The Clara cell: A comparative ultrastructural study in mammals. *Am J Anat*, 155: 15~30, 1979.