

# 가축 및 실험동물 소화선의 구조에 관한 연구 I. 돼지 맹장 및 결장 장선의 구조에 관하여

곽수동 · 이순선\* · 문운경\*

경상대학교 수의과대학 · 경상남도가축위생시험소\*

(1989. 8. 4 접수)

## Studies on the digestive gland structures of domestic and experimental animals

### I. Glandular tubule structures in the cecum and colon of piglets

Soo-dong Kwak, Soon-sun Lee\*, Oun-gyeong Moon\*

College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University

Gyeongnam Animal Health Laboratory\*

(Received Aug 4, 1989)

**Abstract:** The present study was focussed mainly on the morphological changes of the glandular tubules in the large intestine according to age of piglets. Samples were taken from large intestine of 1-, 10-, 20-, 35- and 45-day-old piglets, 2 to 3 piglets in each age group. The intestinal samples were fixed in 10% neutral formalin solution, dehydrated, and then paraffin sections were stained with H-E.

The results observed were summarized as follows:

1. The mucosal glands in the cecum and colon tend to be unbranched simple straight tubular glands, or often two or more branched simple straight tubular glands.

2. The number of the longitudinal folds and the number of the crypts per cross section of piglet colons, respectively, were 1-day-old piglets— $3.8 \pm 0.8$ ,  $92.1 \pm 6.9$ ; 10-day-old piglets— $7.1 \pm 1.1$ ,  $164.2 \pm 10.3$ ; 20-day-old piglets— $15.2 \pm 0.8$ ,  $178.5 \pm 6.8$ ; 35-day-old piglets— $19.3 \pm 3.0$ ,  $454.9 \pm 25.3$ ; 45-day-old piglets— $20.6 \pm 3.1$ ,  $524.6 \pm 37.2$ , and the regression equation between age and these two number were  $\hat{Y} = 0.40X + 4.32$  and  $\hat{Y} = 10.4X + 51.52$ , respectively.

3. The length and cell number per single side wall of a glandular tubule in the colon section were 1-day-old piglets— $196.3 \pm 7.1 \mu\text{m}$ ,  $40.0 \pm 3.3$ ; 10-day-old piglets— $236.0 \pm 34.5 \mu\text{m}$ ,  $47.9 \pm 5.3$ ; 20-day-old piglets— $262.8 \pm 39.6 \mu\text{m}$ ,  $54.3 \pm 9.0$ ; 35-day-old piglets— $291.75 \pm 48.3 \mu\text{m}$ ,  $56.9 \pm 4.9$ ; 45-day-old piglets— $364.8 \pm 61.5 \mu\text{m}$ ,  $67.7 \pm 7.4$ , respectively, and the regression equation between age and these two data were  $\hat{Y} = 3.45X + 193.8$  and  $\hat{Y} = 0.56X + 41.0$ , respectively.

4. The overall percentages of the cell number and length of glandular tubules in piglet colons were the pit and isthmus— $75.3 \pm 11.1\%$ ,  $78.8 \pm 12.3\%$ ; gland— $24.7 \pm 5.4\%$ ,  $21.2 \pm 5.3\%$ , respectively.

5. The length and cell number of single side wall of glandular tubules in cecal sections were 1-day-old piglets— $190.3 \pm 31.1 \mu\text{m}$ ,  $37.6 \pm 4.8$ ; 10-day-old piglets— $235.6 \pm 25.3 \mu\text{m}$ ,  $46.2 \pm 3.6$ ; 20-day-old piglets— $295.3 \pm 45.6 \mu\text{m}$ ,  $52.0 \pm 6.2$ ; 35-day-old piglets— $351.3 \pm 28.3 \mu\text{m}$ ,  $60.4 \pm$

8.5; 45-day-old piglets— $366.3 \pm 48.5 \mu\text{m}$ ,  $64.7 \pm 8.2$ , respectively, and the regression equation between age and these two data were  $\hat{Y}=4.11X+196.6$  and  $\hat{Y}=0.60X+38.9$ , respectively.

**Key words:** structure, glandular tubules, large intestine, piglet.

## 서 론

대장은 소장의 구조와는 다르게 윤상의 추벽과 용모가 없는 반면에 종주추벽이 있고 장선의 선관(glandular tubules)이 곧고 치밀하게 형성되어 있어 소장과는 조직학적 차이가 많으며, 위장(stomach)은 대장과 같이 용모가 없고 선관이 곧고 치밀하게 형성되어 있다.<sup>1-23</sup> 위장의 선관 하부는 2~3개의 가지로 분지된 말단부를 가지고 있고 선관 상부는 위강쪽 표면으로 뻗으면서 단일관으로 결합되어 있으므로 단일 분지 관상선이라고 하고 있다.<sup>1-7</sup> 최근 Lee<sup>4</sup>는 mouse의 위에서 이 위선관은 하부의 분지상태에 따라 단선, 중간형성, 다중선으로 분류하여 이들 선의 형태, 발생 간의 상호 연속성을 예시한 바 있고, 또 El-Alfy 등<sup>3</sup>과 Lee<sup>4</sup>는 하나의 위선관의 장축에서 부위에 따라 선부(gland), 협부(isthmus), 소와부(pit)의 3부로 분류한 바 있다.

그러나 소장의 장선관에 대한 연구<sup>1-2, 8-11, 13-15</sup> 보다 대장의 장선관에 대한 연구<sup>1, 8, 12-14, 16</sup>는 별로 찾아 볼 수 없고 또 대장의 장선관인 소와주(crypt column)는 점막하부 쪽으로 직선으로 뻗으면서 분지되어 있음을 가끔 볼 수 있으나 조직학 교과서<sup>10, 12</sup>에도 비분지 직관상선의 형태라고 기록되어 있는 실정이다.

대장등 소화기관의 점막내의 소와주를 구성하는 각종 세포는 장선관의 협부에서 분열된 후 장표면으로 이동하여 탈락된다고 한다. 장선관의 구조에 대한 자세한 자료<sup>1-13, 15-28</sup>는 장표면 세포의 재생과 이동 속도와 이동 소요시간, 장벽의 병변의 변화 등을 연구하는 기초자료가 된다.

저자들은 자돈의 대장 단면 조직표본에서 종주 추벽과 소와주의 수, 장선 소와주(crypt column)를 구성하는 세포수, 장선 소와의 길이 등을 조사하여 그 결과를 보고코자 한다.

## 재료 및 방법

공시한 돼지의 품종은 Landrace와 그 잡종이었고 임상적으로 건강하며 체적이 동복의 다른 자돈과 대등하였고 연령은 1일령 10일령 20일령 각 3두와 35일령 45일령 각 2두의 총 13두의 자돈이었다.

공시 자돈은 우선 경부를 절개하여 경동맥을 절단 방혈한 후, 개복하여 소화관을 적출하여 위장 내용물

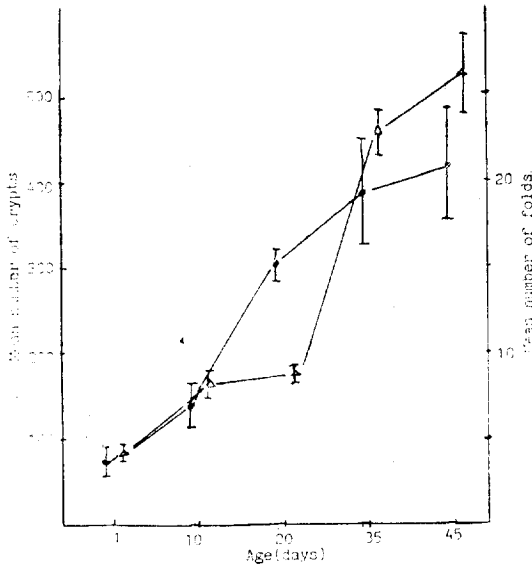
을 제거한 후에 부위별로 절취하지 않고 원래 형태 대로 10% 중성 formalin에 고정하였다. 고정된 전장기 중에서 맹장과 결장근위부 장횡단면의 각 2~3개 부위를 채취하였다. 채취한 맹장과 결장의 각 부위는 통상 방법과 같이 paraffin 조직 절편을 만들어 H-E 염색을 하였고 다른 일부는 Cryo-M-Bed와 Cryospry (bright instrument Co.)로 포매하여 동결시킨 후 동결절편기로  $5 \mu\text{m}$ 의 두께로 절편을 만들어 chrom alum-gelatin 접착액에 침지한 slide glass에 부착시켜 H-E 염색을 하여 장의 관강내에 돌출된 추벽의 수와 장소와주(crypt column) 등 장선의 형태학적 구조에 관하여 광학현미경으로 관찰하였다.

## 결 과

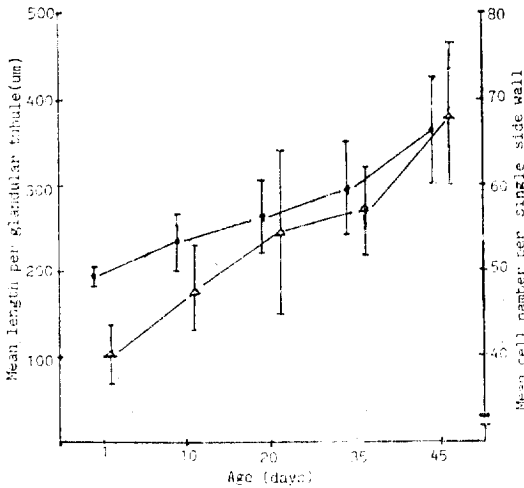
자돈의 성장에 따른 장선의 조직학적 구조의 차이를 조사하기 위하여 1일령에서 단계별로 45일령 까지 맹장과 결장의 횡단면 조직을 광학 현미경으로 관찰하였던 바 맹장과 결장의 장선관의 형태는 선부와 소와부간에 있는 협부의 구별이 명확하지 않았고, 선관의 형태는 주로 직관상 비분지 상태가 주었고 (Fig 4-8), 가끔 분지된 관상선도 관찰되었다(Fig 7, 8).

결장조직 원형의 한 횡단면 표본에서 점막하적과 동시에 융기되어 나타난 종주 추벽(longitudinal folds)의 평균 수를 조사하였던 바, Fig 1에서와 같이 1일령 자돈은  $3.8 \pm 0.8$ , 10일령 자돈은  $7.1 \pm 1.1$ , 20일령 자돈은  $15.2 \pm 0.8$ , 35일령 자돈은  $19.3 \pm 3.0$ , 45일령 자돈은  $20.6 \pm 3.1$ 으로서 연령과 종주추벽수와의 회귀방정식은  $\hat{Y}=0.40X+4.32$ 이었고, 원형의 결장 조직 한 횡단면 표본에서 장관강에 접하고 있는 장선소와(crypts)의 평균 수를 조사하였던 바, 1일령 자돈은  $92.1 \pm 6.9$ , 10일령 자돈은  $164.2 \pm 10.3$ , 20일령 자돈은  $178.5 \pm 6.8$ , 35일령 자돈은  $454.9 \pm 25.3$ , 45일령 자돈은  $524.6 \pm 37.2$ 으로서 연령과 결장 횡단면의 장선 소와의 수의 회귀방정식은  $\hat{Y}=10.4X \pm 51.52$ 로서 연령이 증가할수록 결장추벽의 수와 장선 소와의 수가 유의하게( $p < 0.01$ ) 증가하였다.

결장의 하나인 선관인 소와 주의 평균 길이는 점막하적에 접하는 맹단부에서 장관강에 접하는 선관의 침부까지를 측정하였던 바, Fig 2와 같이 1일령은  $196.3 \pm 7.1 \mu\text{m}$ , 10일령은  $236.3 \pm 34.5 \mu\text{m}$ , 20일령은  $262.8$

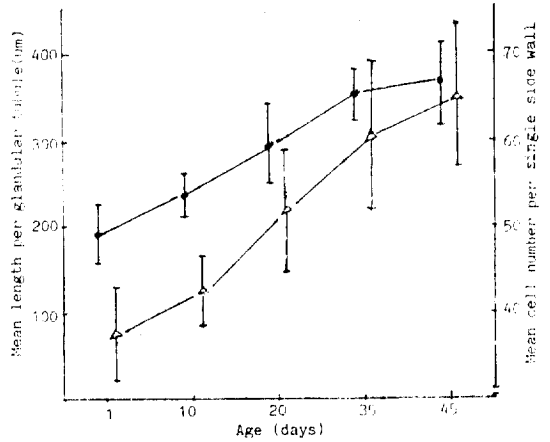


**Fig 1.** Counts of longitudinal folds(Δ) and crypts (●) per cross section of piglet colon.



**Fig 2.** Counts of the length (●) and cell number (Δ) per the side of glandular tubule in piglet colon section.

±39.6μm, 35일령은 291.8±48.3μm, 45일령은 364.8±61.5μm로서 연령과 결장선관의 길이와의 회귀방정식은  $\hat{Y}=3.45X+193.8$ 이었고, 결장의 장선 한 선관의 한쪽 동일 선상에 벽을 구성하며 나타난 세포의 평균 수는 Fig 2와 같이 1일령은 40.0±3.3, 10일령은 47.9±5.3, 20일령은 54.3±9.0, 35일령은 56.9±4.9, 45



**Fig 3.** Counts of the length (●) and cell number (Δ) per single side wall of glandular tubule in piglet cecum section.

일령은 67.7±7.4로서 연령이 증가할수록 결장의 장선관의 길이와 장선관을 구성하는 세포의 수가 유의하게 ( $p<0.01$ ) 증가하였고 연령과 결장의 장선관의 세포수와의 회귀방정식은  $\hat{Y}=0.56X+41.00$ 이었다.

결장의 여러 장선관 협부(isthmus)와 소와부(pit)를 포함한 세포수의 백분율과 선부(gland) 세포수의 백분율을 평균하였던 바, 1일령은 74.3±7.5%과 25.4±2.5%, 10일령은 73.3±9.5%과 26.7±6.5%, 20일령은 74.9±19.3%과 25.1±6.8%, 35일령은 73.8±8.3%과 26.2±6.3%, 45일령은 80.2±10.8%과 19.8±5.1%로서 이들 평균은 75.3±11.1%와 27.4±5.4%였다.

협부와 소와부를 포함한 선관 길이의 백분율과 선부의 길이의 백분율의 평균은 1일령은 79.4±3.6%과 20.6±1.6%, 10일령은 78.1±12.0%과 21.9±5.6%, 20일령은 79.1±18.2%과 20.9±6.6%, 35일령은 74.5±12.5% 25.5±8.9%, 45일령은 82.7±15.0%과 17.3±4.0%이며 이들의 총평균은 78.8±12.3%와 21.2±5.3%로서 연령이 증가하여도 장선관의 협부아 소와부의 비율은 유사하였다.

맹장의 점막내 하나의 장선관의 평균 길이는 Fig 3과 같이 1일령은 190.3±31.1μm, 10일령은 235.6±25.3μm, 20일령은 295.3±45.6μm, 35일령은 351.3±28.3μm, 45일령은 366.3±48.5μm로서 연령과 맹장 장선관의 길이와의 회귀방정식은  $\hat{Y}=4.11X+196.6$ 이었고, 맹장의 하나의 장선관의 한쪽 벽을 구성하는 평균 세포의 수는 Fig 3과 같이 1일령은 37.6±4.8, 10일령은 46.2±3.6, 20일령은 52.0±6.2, 35일령은 60.4±8.5, 45일령은 64.7±8.2로서 연령과 맹장 장선관의

세포수와 회귀방정식은  $\hat{Y}=0.60 X+38.9$ 였으며 연령이 증가할수록 맹장의 장선관의 길이와 장선관을 구성하는 세포의 수가 유의하게 ( $p<0.01$ ) 증가하였다.

## 고 찰

Dellmann과 Brown<sup>12</sup>은 위선은 단일분지 관상선으로 종말부가 분지되었으나 대장선은 위선과 같이 단일 관상 선이면서도 종말부가 분지되지 않은 비분지 단일적 관상선이라고 하였다. 본 관찰에서는 돼지의 대장인 맹장과 결장 모두의 장선 종말부에서는 많은 분지가 관찰되어 위선의 형태와 같이 단일 분지 직관상선도 관찰되었다.

장벽의 용모나 추벽은 장내용과 장벽의 접촉면을 더욱 넓게 하게 되며 장소와의 수를 많게 하는 구조이다 그러나 어떤 형태이건 간에 종주 추벽이나 장소와의 수에 대한 조사는 찾아볼 수 없었다. 본 조사에서는 결장 단면에서 종주 추벽의 수와 장소와의 수를 조사하였던 바, 연령이 증가하여 관강이 증대 될수록 추벽이나 소와의 크기보다 그 수가 더 증가함을 알 수 있었다. O'Connor<sup>15</sup>은 mouse 12지장의 한 단면 조직당 용모의 수가 출생시는 26개 정도에서 40일령에서는 40개 정도라고 한 바 있다. 소장에서 장소와는 용모의 양쪽 기저부에서 시작됨을 생각할 때 용모의 수와 장소와의 수가 비슷할 것으로 생각되므로 돼지 대장의 장소와의 수가 1일령이  $92.1 \pm 6.9$ 에서 45일령이  $524.6 \pm 37.2$ 임은 위의 mouse의 용모의 수 보다는 월등히 많음을 추정할 수 있다.

O'Conno<sup>15</sup>는 태생기부터 출생후 50일까지 mouse 12지장의 단면조직에서 장용모와 장소와의 한쪽 내면을 피복하는 세포를 조사한 결과 출생시는 세포수가 50개 정도에서 50일령에서는 120개정도라고 보고한 바 있고 Cheng과 Leblond<sup>11</sup>은 성숙한 mouse 소장의 장소와 한쪽벽의 세포수가 12지장과 공장은 32.5, 회장은 24라고 보고하였고, Bjerknes와 Cheng<sup>8</sup>은 성숙한 mouse 공장에서 장소와 한쪽벽의 세포수를  $18.7 \pm 0.52$ 라고 하였으며 대장의 장소와 한쪽벽의 세포수에 관하여는 Chang과 Leblond<sup>16</sup>은 성숙한 mouse 하행 결장에서 장소와를 장소와주(crypt column)라고 기술하고 장소와주의 상피세포수의 범위는 18~42이며 그 평균 세포수는 29라고 하였다.

Tsubouchi<sup>26</sup>는 mouse의 하행결장의 장소와주의 한쪽 벽의 세포수를 32.9라고 하였다.

본 관찰에서는 1일령 자돈의 장소와 한쪽 벽의 세포수는 결장이 39.5, 맹장이 34.9이었고 45일령은 결장이 68.7, 맹장이 58.5로서 mouse의 대장과 소장의 세

포수보다는 월등히 많았다. 다만 mouse 12지장의 장소와와 장강으로 뿜출된 용모를 구성하는 세포를 합한 수 보다는 적었다.

Martin<sup>13</sup>은 개 고양이 외에 수종의 실험동물의 맹장과 결장의 장소와 하나의 평균 길이를 측정하였던 바 개의 결장 근위부는  $482 \mu\text{m}$ , 원위부는  $493 \mu\text{m}$ 이라고 하였고, 토끼의 결장 근위부는  $500 \mu\text{m}$ , 원위부는  $332 \mu\text{m}$ 이며, 토끼 맹장은  $265 \mu\text{m}$ 였다고 하였다. 이와 같이 동물별로 체격의 크기와 장소와주의 길이가 반드시 비례하지 않았으며, 특히 guinea pig는 mouse보다 월등히 체격이 크면서도 장소와주의 길이는 짧았다.

본 연구에서 돼지는 더 큰 동물이면서도 맹장과 결장 근위부의 장소와의 길이가 Martin<sup>13</sup>이 보고한 개 고양이의 소와의 길이 보다도 더 짧았다. 이러한 소견은 섭취하는 주식사료의 섬유질 함량이 많을수록 용모의 길이가 짧은 것과 같은 이유일 것이다.

## 결 론

자돈이 성장함에 따른 장선관(glandular tubule)의 형태와 조직증가 차이를 조사하기 위하여 1일령 10일령 20일령 35일령 45일령 자돈의 맹장과 결장의 횡단면조직 표본을 광학현미경으로 관찰하였던 바 그 결과는 다음과 같다.

1. 맹장과 결장의 장선관의 형태는 단일 비분지 직관상선이 주였으나 분지된 종말부를 가진 직관상선도 관찰되었다.

2. 결장 한단면 종주추벽(longitudinal folds)의 평균수와 장선 소와(pits)의 평균수는 1일령은  $3.8 \pm 0.8$ 와  $92.1 \pm 6.9$ , 10일령은  $7.1 \pm 1.1$ 와  $164.2 \pm 10.3$ , 20일령은  $15.2 \pm 0.8$ 과  $178.5 \pm 6.8$ , 35일령은  $19.3 \pm 3.0$ 와  $454.9 \pm 25.3$ , 45일령은  $20.6 \pm 3.1$ 와  $524.6 \pm 37.2$ 로서 이들 각각의 회귀방정식은  $\hat{Y}=0.40X+4.32$ 와  $\hat{Y}=10.4X+51.52$ 였고, 연령이 증가할수록 추벽의 수와 소와의 수가 유의하게 ( $p<0.01$ ) 증가하였다.

3. 결장의 한 선관의 길이와 이들 선관의 한쪽 벽을 구성하는 평균세포의 수는 1일령은  $196.3 \pm 7.1 \mu\text{m}$ 와  $40.0 \pm 3.3$ , 10일령은  $236.3 \pm 34.5 \mu\text{m}$ 와  $47.9 \pm 5.3$ , 20일령은  $262.8 \pm 39.6 \mu\text{m}$ 와  $54.3 \pm 9.0$ , 35일령은  $291.8 \pm 48.3 \mu\text{m}$ 와  $56.9 \pm 4.9$ , 45일령은  $364.8 \pm 61.5 \mu\text{m}$ 와  $67.7 \pm 7.4$ 였고, 이들 각각의 회귀 방정식은  $\hat{Y}=3.45X+193.8$ 과  $\hat{Y}=0.56X+41.0$ 로서 연령이 증가할수록 선관의 길이와 세포수가 유의하게 ( $p<0.01$ ) 증가하였다.

4. 결장의 한 장선관 장축에서 소와와 협부를 합한 비율과 선부의 비율은, 세포 수로 볼 때는  $75.3 \pm 11.1$

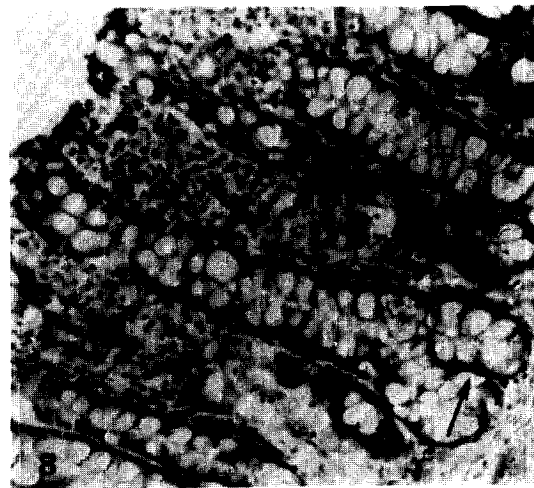
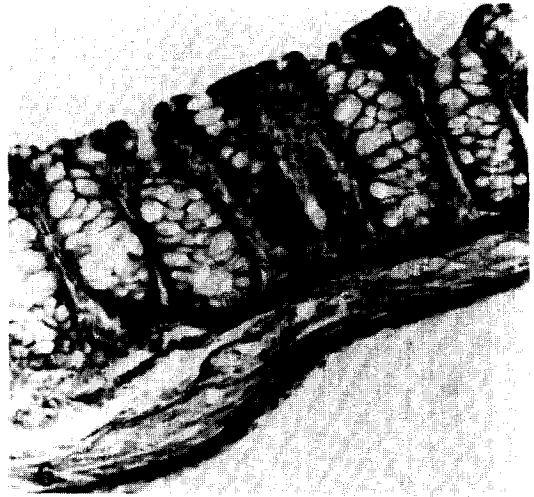
%와  $24.7 \pm 5.4\%$ 였고, 길이로 볼때는  $78.8 \pm 12.3\%$ 와  $21.2 \pm 5.3\%$ 이었다.

5. 맹장의 한선관의 평균 길이와 이들 선관의 한쪽 벽을 구성하는 평균 세포의 수는 1일령은  $190.3 \pm 31.1 \mu\text{m}$ 과  $37.6 \pm 4.8$ , 10일령은  $235.6 \pm 25.3 \mu\text{m}$ 과  $46.2 \pm$

$3.6$ , 20일령은  $295.3 \pm 45.6 \mu\text{m}$ 과  $52.0 \pm 6.2$ , 35일령은  $351.3 \pm 28.3 \mu\text{m}$ 과  $60.4 \pm 8.5$ , 45일령은  $366.3 \pm 48.5 \mu\text{m}$ 과  $64.7 \pm 8.2$ 였고, 이들 각각의 회귀 방정식은  $\hat{Y} = 4.11X + 196.6$ 과  $\hat{Y} = 0.60X + 38.9$ 로서 연령이 증가할 수록 길이와 세포수가 유의하게 ( $p < 0.01$ ) 증가하였다

#### Legends for figures

- Fig 4.** Four longitudinal folds (arrow heads) and numerous crypts are seen on a cross section of 20-day-old piglet colon. E-H stain.  $\times 12.5$ .
- Fig 5.** A straight glandular tubule,  $188 \mu\text{m}$  in length and 38 cell number of the side wall are seen on the center of the cecum section of 1-day-old piglet. H-E stain.  $\times 125$ . bar= $20 \mu\text{m}$ .
- Fig 6.** Several straight glandular tubules are seen on the colon section of 1-day-old piglet. H-E stain.  $\times 50$ .
- Fig 7.** A straight glandular tubule branched to two blind portions (arrow) is seen on the center of the colon section of 20-day-old piglet. H-E stain.  $\times 50$ .
- Fig 8.** A straight glandular tubule branched to two blind portion (arrow) is seen on the center of the colon section of 35-day-old piglet. H-E stain.  $\times 50$ .



## 참 고 문 헌

1. Bissonn R, Leblondl CP, Lee ER, et al. Radioautographic comparison of RNA synthesis patterns in the epithelium cells of mouse pyloric antrum following 3H-uridine and 3H-oratic acid injections. *Am J Anat* 1987;180:209~225.
2. Bloom and Fawcett. A textbook of histology. 10th ed. Philadelphia: WB. Saunders Co, 1975; 108~135, 639~686.
3. EL-Alfy M, Leblond CP, Lee ER. Dynamic histology of the antral epithelium in the mouse stomach: V. Proliferaton gradient from the gland base to the isthmus at various times of the day. *Am J Anat* 1987;178:65~71.
4. Lee ER. Dynamic histology of the antral epithelium in the mousse stomach: I. Architecture of antral units. *Am J Anat* 1985;172:187~204.
5. Lee ER, Leblond CP. Dynamic histology of the antral epithelium in the mouse stomach: II. Ultrastructure and renewal of isthmal cells. *Am J Anat* 1985;172:205-224.
6. Lee ER. Dynamic histology of the antral epithelium in the mouse stomach: III. Ultrastructure and renewal of pit cells. *Am J Anat* 1985; 172:225-240.
7. Lee ER, Leblond CP. Dynamic histology of the antral epithelium in the mouse stomach: IV. Ultrastructure and renewal of gland cells. *Am J Anat* 1985;172:241~259.
8. Altmann GG. Morphological observations on mucus-secreting nongoblet cells in the deep crypts of the rat ascending colon. *Am J Anat* 1983;167:95~117.
9. Bjerknes M, Cheng H. The stem-cell zone of the small intestinal epithelium. I. Evidence from Paneth cells in the adult mouse. *Am J Anat* 1981;160:51~63.
10. Bjerknes M Cheng H. The stem-cell zone of the small intestinal epithelium. II. Evidence from Paneth cells in the newborn mouse. *Am J Anat* 1981;160:65~75.
11. Cheng H, Leblond, CP. Origin, differentiation and renewal of the four main epithelium cell types in the mouse small intestine. I. Columnar cell. *Am J Anat* 1974;141:461~480.
12. Dellmann and Brown. Digestive system. in Textbook of veterinary histology. 3rd ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1987;29~32, 209~254.
13. Martin BF. The goblet cell pattern in the large intestine. *Anat Rec* 1961;140:1~15.
14. Stevens Hooper CE. Use of colchicine for the measurement of mitotic rate in the intestinal epithelium. *Am J Anat* 1961;108:231~244.
15. O'connor TM. Cell dynamics in the intestine of the mouse from late fetal life to maturity. *Am J Anat* 1966;118:525~536.
16. Chang WWL, Leblond CP. Renewal of the epithelium in the descending colon of the mouse. I. Preccence of three cell populations: vacuolated columnar, mucous and argentaffin. *Am J Anat* 1971;131:73~100.
17. Altmann GG. Morphological effects of a large single dose of cycloheximide on the intestinal epithelium of the rat. *Am J Anat* 1975;143:219 ~240.
18. Chang WWL, Leblond CP. A unitarian theory of the origin of the three populations of epithelial cells in the mouse large intestine. *Anat Rec* 1971:169:293.
19. Cheng H. Origin, differentiation and renewal of the four main epithelial cell cell types in the mouse small intestine. II. Mucous cells. *Am J Anat* 974;141:481-502.
20. Cheng H, Leblond, CP. Origin, differentiation and renewal of the four main epithelium cell types in the mouse small intestine. III. Enteroendocrine cells. *Am J Anat* 1974;141:503-520.
21. Cheng H. Origin, differentiation and renewal of the four main epithelial cell types in the mouse small intestine. IV. Paneth cells. *Am J Anat* 1974;141:521~536.
22. Cheng H, Leblond CP. Origin, differentiation and rnewal of the four main epithelial cell types in the mouse small inetetine. V. unitarian theory of the origin of the four epithelial cell types. *Am J Anat* 1974;141:537-562.
23. Leblond CP. The life history of cells in reneewing system. *Am J Anat* 1981;160:113-153,

24. Tsubouchi S. Kinetic analysis of epithelial cell migration in the mouse descending colon. *Am J Anat* 1981;161:239~246.
25. Thrasheer JD. Age and the cell cycle of the mouse colonic epithelium. *Anat Rec* 1967;157: 621~626.
26. Trahair J, Robinson P. The development of the ovine small intestine. *Anat Rec* 1986;214:294~ 303.
27. Tsubouchi S, Leblond CP. Migration and turnover of entero-endocrine and caveolated cells in the epithelium of the descending colon, as shown by radioautography after continuous infusion of 3H-thymidine into mice. *Am J Anat* 1879;156:431~452.
28. Uddin M, Altmann GG, Leblond CP. Radioautographic visualization of difference in the pattern of (3H) uridine and (3H) orotic acid incorporation into the RNA of migrating columnar cells in the rat small intestine. *J Cell Biol* 19 84;98:1619~1629.