

## 토끼의 발생기 뇨세관과 사구체 세포들의 형태계측학적인 분석

정호중\* · 양영철† · 배기원

인제대학교 의과대학 해부학 교실  
\*고신대학교 의과대학 재활의학 교실

## Morphometrical Analysis of Developing Renal Tubular and Glomerular Cells in Rabbit

Ho-Joong Jeong\*, Young-Cheoul Yang†, and Kee-Won Bae

*Department of Anatomy, College of Medicine, Inje University*  
*\*Department of Rehabilitation, College of Medicine, Koshin University*

### Abstract

Using morphometric technique, the present study was made of the kidney of rabbit embryo in the 13 days of the gestation. Their section areas of the renal tubules and the glomerular cells were compared with the those of adult rabbit.

1. In the developing renal tubule, the tubular section areas were larger than that of the adult, but the nuclear section areas of tubular cells were smaller than the adult. The microvilli of their cell surface were poorly developed, and their cytoplasm contained well developed mitochondria with euchromatic nucleus.

2. In the developing glomeruli, the nuclear section area of the cells of the parietal layer, the podocytes, and the endothelial cells were similar size, but their nuclei were larger than those of the adult. The cytoplasm of the podocytes contained well-developed rough endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, and round mitochondria.

*Key words* : morphometric technique, the cells of parietal layer, podocytes, endothelial cells, nuclear section area

### 서 론

최근 컴퓨터의 활용 범위가 확대되면서 현미경시야에서 관찰되는 조직과 세포의 구조를 여러방법의 형태계측학적인 기법으로 분석한 업적이 발표되고 있다.

일반적으로 조직 및 세포의 형태와 구성이 비정형적이고 다양하기 때문에 대부분의 형태학적 분석이 수적증감, 염색성의 변화, 내용물의 밀도 또는 미세구조적인 변화 등을 다분히 비과학적 수식어적 언어 표현방법(예 : 증가-감소, 짙은-얇은, 조밀한-성긴)으로 나타내었으나 컴퓨터를 활용한

† Corresponding author

분석 프로그램의 개발로 이들 형상적 표현을 수와 부호로 객관성 있게 표현할 수 있게 되었다.

예컨데 병리학적인 진단에서 세포분열이 왕성한 종양세포와 치료의 반응이 있는 세포, 그리고 정상적인 발생기의 세포들을 조직학적으로 구분하는 것은 매우 어렵다<sup>1)</sup>. 그래서 이를 구별판단하기 위하여 여러 연구자들이 컴퓨터를 사용한 형태계측학적인 기법을 활용하여 종양세포들간의 감별진단, 세포분열 양상 및 정상 발생기세포 등을 구별하여 알아낸다.

Gearhart<sup>2)</sup> 등은 성장기에 있는 어린이에게 많이 발생하는 Wilms' 종양의 환자에서 치료에 반응하는 세포들의 핵을 형태계측학적인 기법으로 측정하여 악성종양의 예후를 판단하였다. Castrn<sup>3)</sup> 등은 신장세포선종(renal cell carcinoma)과 renal oncocytoma를 형태계측학적으로 세포핵의 크기를 구분하여 감별 진단할 수 있다고 하였다.

그 외에도 약물에 대한 반응을 형태계측학적으로 관찰한 업적으로 Denton과 Fennesy<sup>4)</sup>는 angiotensin II가 수입과 수출 소동맥의 직경과 사구체내 구조에 미치는 영향을, Paganalmain 등<sup>5)</sup>은 사구체의 미세구조에 미치는 영향을, Satyapal 등<sup>6)</sup>은 신장정맥의 크기를 형태계측학적으로 분석하였다.

그러나 이들 대부분의 업적이 극히 최근에 이루어진 것으로 컴퓨터를 이용한 형태계측학적인 기법이 개발과정에 있는 점에 비추어 많은 발전의 여지가 있는 분야라 할 수 있다.

이러한 점에 착안하여 현미경시야에서 신장의 형태가 갖추어지기 시작하는 발생 13일의 토끼 태자에서 형태계측학적인 기법으로 사구체내 세포들의 크기와 세뇨관의 크기 및 그 핵들의 크기를 측정하여 형태계측학적인 분석의 기초자료를 마련하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

실험동물은 집토끼(*Oryctolagus cuniculus*)를 사용하였다. 집토끼는 생후 2개월된 암컷토끼 5마리와 생후 1년된 수컷토끼 5마리를 구입하여 일정기간 실험실 환경(온도 22-25°C, 습도 60-80%)에서 사육하였다. 사료는 농후사료(삼양유지 제품)를 오전 7시와 오후 5시 두차례 공급하였

고 물은 250 ml씩 매일 자유롭게 공급하였으며 자연채광 하에서 토끼용 케이지에 1마리씩 넣어서 사육하였다.

사육 후 1년 된 암컷토끼 중 2.5kg이상인 암컷을 하룻동안 수컷에 합사시킨 후 암컷의 질내에서 정자를 확인하고 암컷을 분리시킨다음 임신 0일로 하였다. 실험에는 임신이 확인된 암컷토끼로부터 얻은 발생 13일된 태자 5마리와 형태계측학적인 비교를 위하여 1년된 암토끼 5마리를 대조군으로 사용하였다.

토끼는 thiopental sodium 50 mg/kg 후이개의 변연정맥으로 주사하여 마취시켜 복부를 절개한 후 1년된 암토끼는 왼쪽 신장을, 임신 13일된 토끼는 자궁으로부터 태자를 꺼내 발생기의 왼쪽 신장을 해부현미경하에서 채취하였다.

### 2. 조직학적인 관찰을 위한 발생기 신장의 처리

채취한 발생기 신장은 4°C의 2% glutaraldehyde-phosphate buffer용액으로 1시간 동안 전고정하고 0.1M phosphate buffer로 10분간 3회 수세한 다음 4°C의 0.1M phosphate buffer로 하룻밤 동안 저장하였다.

후고정을 위하여 0.1M phosphate buffer로 실온에서 5분간 수세한다음 1% 오스뮴(osmium tetroxide)-phosphate buffer로 1시간 동안 deep black이 될때 까지 고정하고 0.1M phosphate buffer로 각각 10분씩 3회, 2-3차 증류수로 10분간 수세하였다.

탈수는 30%, 50%, 70%, 90%, 95%, 100%, 100% Ethyl Alcohol로 실온에서 각각 10분간씩 3회 실시하고 마지막은 20분간 3회 실시하였다.

청명과 수지침투과정으로는 실온에서 propylene oxide에서 3회 각 10분간, propylene oxide와 polyresin(Polyscience제품) 3:1 용액에서 20분간 1회, propylene oxide와 polyresin 1:1 용액에서 30분간 1회, propylene oxide와 polyresin 1:3 용액에서 1시간 1회, 순수 polyresin에서 4시간 1회, 1.5% DMP-30이 함유된 순수 polyresin에서 1시간동안 침투시킨 후 각 조직을 beam capsule(LKB제품)에 포매(embedding)하고 60°C에서 3일간 중합시켰다.

중합시킨 조직은 초박절편기(LKB, NOVA)로 준초박절편(0.5 $\mu$ )하여 toluidin blue염색을 시행하여 100배-400배에서 광학현미경으로 관찰하였다.

전자현미경 관찰을 위하여 초박절편기(Nova, LKB제품)를 이용하여 금색이나 회색(50-60nm)을 띠는 초박절편을

만들고 200 mesh의 구리그리드에 얹어 uranyl acetate-lead citrate이중전자염색을 시행하였다.

이중염색한 그리드는 100kv, 61 $\mu$ A 상태의 투과 전자현미경(Jeol 1200EX II)으로 5000배에서 주로 관찰하였다.

### 3. 형태계측학적 관찰과 판정방법

조직 및 세포의 일반적인 형태와 형태계측학적 관찰은 400배로 확대된 광학현미경 시야에서 판정하였으며 세포 내용물의 미세구조는 5000배와 10000배의 전자현미경사진에서 관찰하였다.

발생초기의 특성 때문에 발생기 뇨세관은 부위별로 따로 구분하지 않았고 성숙신장에서는 기능적으로 중요한 근위세관만을 대별하여 비교하였다.

발생기 근위세관과 사구체 주위 세포들에 대한 형태계측은 장축에 비교적 직각으로 잘 횡단된 시야당 5개의 근위세관 또는 뇨세관과 발생하고 있는 사구체를 택하였다. 내강을 포함하는 뇨세관 단면적과 사구체내에 보우만씨 벽을 구성하는 벽세포, 족세포, 내피세포들의 핵의 면적을 측정하여 평균치를 대표치로 하였다.

이들 계측치의 측정에는 Media Cybernetics사의 Image-Pro Plus Version 3.0 for Windows를 이용하였다.

모든 계측치의 통계적처리방법은 student T test를 이용하였고 p값은 0.05 이하를 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

발생기 신장조직의 일반적인 소견은 성숙한 토끼와는 다르게 뇨세관과 사구체 등이 성길게 분포하며 상대적으로 중간엽조직이 풍부하였다.

### 1. 뇨세관의 조직학적인 관찰과 형태계측학적인 관찰

발생기 뇨세관은 모세혈관을 형성하고 있는 풍부한 중간엽 조직세포들 사이에 소수 출현하였다. 원형, 타원형 등의 불규칙한 형태의 핵내에는 퍼진 염색질이 차 있었다. 솔모양 가장자리가 잘 관찰되는 성숙한 토끼의 근위세관과는 달리 발생기 뇨세관을 형성한 상피에서 솔모양 가장자리는 구분할 수 없었으며 관내 타원형에서 원형에 이르는 큰핵들이 중층을 싸여 있는 것도 관찰되었고 큰 세관에서는 단층으로 배열되는 특징을 나타내었다.

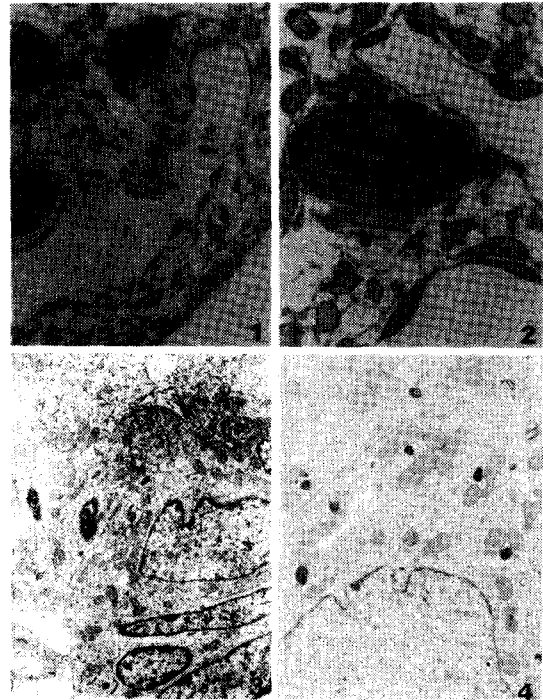


Fig. 1. Photomicrography of developing renal tubules.

The abundant mesenchymal cells appears between the tubules. The cuboidal epithelium has irregular large nuclei with euchromatic chromatin X100

Fig. 2. High magnification of Fig.1. The renal tubules has no brush border and little luminal space.

The cytoplasm of the proximal tubule cells stains palely due to low content of organelles. The basement membrane of the tubules stains pale blue X400

Fig. 3. Electron micrography of developing renal tubule reveals few microvilli. and no lateral infoldings.

The cytoplasm contains small round and elongated mitochondria X5000.

Fig. 4. High magnification of electron micrography of developing renal tubule shows numerous free ribosomes, segmented rough endoplasmic reticulum, small peroxisomes, round and elliptical mitochondria in the supranuclear region or around the nucleus X10,000.

전자현미경으로 보면 발생기 뇨세관에서 상피세포는 불규칙한 원형의 퍼진 염색질을 가진 핵을 관찰 할 수 있었고 핵주위에 분포하는 사립체는 성숙한 토끼보다 약간 작고 솔모양 가장자리는 발달되지 않았다.

성숙한 토끼의 정상근위세관 단면적은  $1691.2 \pm 311.2 \mu\text{m}^2$ 이며 평균직경은  $46.0 \pm 9.6 \mu\text{m}$ 이었다. 발생기 뇨세관의 단면적은  $1877.7 \pm 486.0 \mu\text{m}^2$ 이며 평균직경은  $51.5 \pm 21.8 \mu\text{m}$ 으로 나타나 발생기 뇨세관은 단면적이 훨씬 넓었으며 내강의 크기가 아주 작거나 거의 없는 것도 관찰되었다.

성숙한 토끼의 근위세관 상피세포 핵단면적은  $39.4 \pm 3.9 \mu\text{m}^2$ 이었으며 발생기 뇨세관 상피세포의 핵단면적은  $37.1 \pm 12.1 \mu\text{m}^2$ 이었다. 성숙한 토끼의 근위세관 평균직경은  $46.0 \pm 9.6 \mu\text{m}$ 이었으며 발생기의 뇨세관 평균직경은  $51.5 \pm 21.8 \mu\text{m}$ 이었다.

근위세관 아래 모세혈관의 내강의 크기는  $450.1 \pm 156.8 \mu\text{m}^2$ , 내피세포 한 개당 차지하는 내강의 단면적은  $189.9 \pm 58.7 \mu\text{m}^2$ 이었다.

## 2. 사구체의 조직학적인 관찰과 형태계측학적인 관찰

발생기 토끼의 사구체는 성긴 분포를 보이는 근위세관들과 원위세관 사이에 모세혈관이 많이 형성되어 있는 부위에서 발생하고 있는 사구체가 관찰 되었다. 사구체내 세포들의 크기는 대체로 성숙 사구체 보다 크게 보였으며 벽측 세포는 긴세포질 돌기와 긴 타원형의 핵을 가지고 있었다. 족세포들은 짙은 세포질을 가지고 있어서 주위의 다른 세포들과 뚜렷이 구분되었다. 초기의 족세포들은 타원형에서 긴타원형의 핵과 뚜렷한 핵소체를 가지고 있고, 세포전체의 형태도 둥글고 약간의 세포돌기만을 가지며 다른 세포들보다 세포질이 더 풍부하였다. 사구체내 모세혈관의 내피세포는 주로 긴타원형의 핵을 가지며 사구체 바깥의 내피세포보다 세포질이 풍부하였다.

전자현미경소견으로 성숙한 토끼의 사구체는 내피세포의 기저막과 족세포의 돌기들과 함께 filtration barrier를 이루며 족세포의 세포질내에는 약간의 작은 사립체와 분절된 과립세포질세망을 관찰 할 수 있으나, 발생기 족세포는 돌기를 이루고 있으나 내피세포의 기저막과 붙어 있지 않고 따로 분리되어 있었다. 족세포의 세포질내에는 크고 잘 발달된 사립체와 과립세포질세망이 잘 관찰되었다.

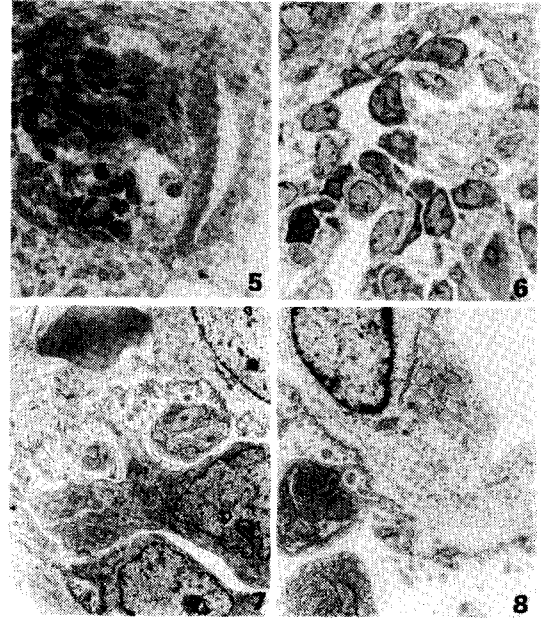


Fig. 5. Photomicrography of developing glomerulus. The invaginated layer of cuboidal epithelium flattens and differentiates into podocytes which become closely applied to the surface of the knot of the glomerular capillaries. The intervening tissue disappears so that the basement membrane of glomerular endothelial cells and podocytes effectively fuse forming basement membrane X100

Fig. 6. High magnification of Fig.5. A small amount of tissue nevertheless remains to support the capillary loops and differentiates to form the mesangium. Where the mesangium stretches between the capillary loops its surface is invested by podocyte cytoplasm with podocyte basement membrane lying between the two. The podocytes, endothelial cells and mesangium are identified most easily by the tracing out the podocyte and endothelial cell basement membranes X 400

Fig. 7. Electron micrography of podocyte of developing glomerulus. A podocyte extends short primary foot process onto the capillaries separated by filtration slits. A space separates the basement me-

membrane of podocyte and the basement membrane of capillary endothelium X5,000

Fig. 8. High magnification of electron micrography of developing glomerulus. The cytoplasm of endothelial cell has elliptical mitochondria, numerous free ribosomes and segmented rough endoplasmic reticulum. Its basal lamina is opaque and its opposite side is arranged with pedicels of podocytes X10,000

성숙한 토끼의 사구체내에는 벽측세포, 족세포, 내피세포들로 구별되었으며 세포들의 핵단면적은 벽측세포는  $23.2 \pm 5.9 \mu\text{m}^2$ , 족세포는  $35.8 \pm 5.8 \mu\text{m}^2$ , 내피세포는  $22.9 \pm 2.9 \mu\text{m}^2$ 로 나타났고 성숙한 토끼의 신장 사구체에서 가장 큰 세포는 족세포였다.

발생기 토끼의 사구체내에는 벽측세포, 족세포, 내피세포들로 구별되었으며 각 세포의 핵단면적은 벽측세포는  $32.3 \pm 11.0 \mu\text{m}^2$ , 족세포는  $30.3 \pm 6.0 \mu\text{m}^2$ , 내피세포는  $35.8 \pm 5.8 \mu\text{m}^2$ 로 나타났고 발생기 신장의 사구체에서 내피세포가 가장 컸다.

### 고 찰

토끼의 신장은 다른 고등동물에서와 같이 중간중배엽에서 발생되며 성숙한 토끼의 진정한 신장은 후신장(metanephros)으로부터 유래한다. 후신장 발생의 첫 번째 단계는

요관삭의 형성이며 이는 후신장 결주머니(metanephric diverticulum)을 만들게 되고 그 다음 단계로 주변에 생겨난 중배엽성 조직덩이인 후신장 중배엽이 분화하여 성숙한 신장을 형성한다. 그 후 후신장결주머니에서 뺏어나며 가지치기를 하게되고 뇨관, 신장갈매기 및 집합세관을 이룬다<sup>7)</sup>

조직발생과정에서 조직의 원기세포는 고유의 특성을 유지하는 내재된 유전계획을 수행하기 위한 세포계보(cell lineage)가 있어서 조직발생 기전의 기본요인이 된다. 그 밖에도 발생과정의 이웃세포와 조직과의 상호작용을 일으키는 상호작용자(interactant) 및 유도자(inductor)가 조직의 형성을 촉진한다고 한다.

Bacallao 와 Fine<sup>8)</sup>는 발생과정의 신장세관에 대한 연구에서 분화 과정에 관여하는 외부유도자인 폴리펩타이드 성장인자의 존재를 확인하고 있고 또 이들에 대한 세포표면 수용체의 존재에 대해서도 연구하여 이들 기전의 일부를 밝히고 있다. Matsell 등<sup>9)</sup>은 사람의 배자에서 초기 신장발생에 관여하는 폴리펩타이드 성장인자로서 epidermal growth factor(EGF), transforming growth factor(TGF), fibroblast growth factor(FGF)와 insulin-like growth factor(IGF I and II) 등의 존재를 확인하고 특히 IGF계 성장인자는 신장단위의 원기인 후신장모체(blastema)에 풍부하다고 하였다. 실제로 후신장에서 발생되는 성숙신장의 초기분화과정은 빨리 진행되는 편이라고 하며 이에 의한 여과 기능이 초기 발생기(사람 : 9주)부터 발현되나 신장의 구조적이고 기능적인 성숙은 출생 후에 완성된다고 한다.

Table 1. Morphometrical Comparison of Developing Renal Tubules with Adult Proximal Tubules

Tubules	Section Surface Tubular Section Area	Mean Diameter of tubular	Nuclear Section Area
Adult Proximal Tubule	$1691.2 \pm 311.2 \mu\text{m}^2$	$46.0 \pm 9.6 \mu\text{m}$	$39.4 \pm 3.9 \mu\text{m}^2$
Developing Renal Tubule	$1877.2 \pm 486.0 \mu\text{m}^2$	$51.5 \pm 21.8 \mu\text{m}$	$37.1 \pm 12.2 \mu\text{m}^2$

Mean S.D.  $p > 0.05$

Table 2. Comparison of Nuclear section area of Cells in Developing Glomeruli and Adult Glomeruli

Glomeruli	Types of Cells	Cells of Parietal layer	Podocytes	Endothelial Cells
Adult Glomeruli		$23.2 \pm 5.9 \mu\text{m}^2$	$35.8 \pm 5.8 \mu\text{m}^2$	$22.9 \pm 2.9 \mu\text{m}^2$
Developing Glomeruli		$32.3 \pm 11.0 \mu\text{m}^2$	$30.3 \pm 6.0 \mu\text{m}^2$	$35.8 \pm 5.8 \mu\text{m}^2$

Mean S.D.  $p > 0.05$

토끼의 발생기 신장에 대한 약물독성의 실험적인 기형학 연구에서 신장의 발생 11-16일 사이에 주로 관찰 하였기에<sup>10)</sup> 본 실험의 발생기 실험대상의 선정시기는 이를 기초로 하여 13일로 정한 것이다. 본 실험에서 관찰된 발생 13일 신장의 조직학적인 소견에서도 이미 신장의 기본구조와 각 세포의 구조적인 특성이 관찰되고 있었다. 발생기 신장에서는 중간엽조직이 풍부하였으며 뇨세관과 사구체는 성숙 신장에 비해 드물게 분포하였다. 뇨세관벽은 중층의 세포들로 구성되어 내강이 아주 좁게 나타났으며 내강면에는 솔모양 가장자리의 발달이 미약하였다.

발생기 사구체의 형태는 다양한 편으로 구조적으로 영성 하였으나 기존 구조의 얼기를 갖추고 구성세포들의 종류는 구별할 수 있었다. 보우만씨 주머니를 형성하는 상피세포인 벽측세포와 내강측세포인 족세포는 완전히 분화되어 있었으나 벽측세포가 아직 얇아지지 않아 완전한 보우만주머니를 형성하고 있지 않았다. 내피세포는 사구체내 모세혈관을 형성하고 있었지만 사구체 바깥에 존재하는 내피세포보다 크기가 컸다.

이러한 점으로 보아 토끼에서는 발생 13일의 신장은 초기단계의 발생과정으로 판단되어지며 기능적으로도 미성숙한 단계 일 것이라고 추정되어진다.

본 실험의 목적은 단순히 신장의 발생이 시작하는 시기에 정상적인 세포들의 형태계측학적인 기초자료를 마련하는 것이지만 앞으로 관련연구가 진행되면 토끼를 이용한 각종 기형학적 실험이나 발암시험 등에서 기형이나 발암의 초기 단계에서 미세한 세포 크기 변화의 구조적인 시작을 주관적인 병리학적인 소견만으로 거의 알아낼 수가 없다는 점을 극복할 수 있으리라 기대한다.

그러나 발생학적인 연구의 관점에서 실험을 발생시기별로 세분하지 않고 신장의 기능적인 변화를 반영하지 않은 연구로 논의의 제한성이 있지만 미세구조적인 관찰로 이를 보완하고자 하였다.

근위세관의 관찰에서 성숙한 토끼의 근위세관 단면적은  $1691.2 \pm 311.2 \mu\text{m}^2$ 이며 세포표면의 솔모양가장자리가 뚜렷하고 세포소기관이 잘 발달되어 넓은 내강을 가진 구조인데 반하여 발생기 뇨세관의 단면적은  $1877.7 \pm 486.0 \mu\text{m}^2$ 로 더 크게 관찰되었다.

이러한 결과는 Okada와 Morikawa<sup>11)</sup>의 보고에서 임신한 쥐의 양쪽 요관을 결찰한 후 태자 신장 근위세관의 발생을 연구하여 태생 20일과 22일 근위세관 길이가 증가하였으며 사구체의 용량은 감소하였고 근위세관 세포의 꼭대기 부분에서 공포가 증가하였다고 한 점과 본 실험에서 세관벽을 이루는 세포들이 중층으로 되어 있고 내강이 거의 없는 형태도 보였으며 또한 근위세관의 가장 기본구조인 솔모양 가장자리 뿐아니라 사립체가 기저막쪽으로 위치하지 않고 핵주위와 상부에 존재하는 점과 본 실험의 발생기 뇨세관의 상피세포의 핵단면적( $37.1 \pm 12.1 \mu\text{m}^2$ )보다 성숙한 토끼의 근위세관 상피세포 핵단면적( $39.4 \pm 3.9 \mu\text{m}^2$ )이 작았다는 점을 추론해보면 발생기 13일의 뇨세관은 기능적으로 활성화 있는 상태가 아니었다고 생각된다.

발생기 사구체의 단면적은 완전한 보우만씨 주머니를 형성하지 않았고 보우만씨 주머니 벽측세포들도 충분히 얇아지지 않았으며 내피세포로 구성되는 모세혈관도 사구체내 완전히 들어와 있지 않아 사구체의 단면적을 측정할 수가 없었다. 사구체에서 관찰의 중요 관점은 사구체를 구성하는 세포의 종류와 이들 세포핵의 단면적을 형태 계측학적으로 비교하고 이들 세포의 구조적인 얼기를 비교하였다.

성숙한 토끼의 사구체는 근위세관들사이에 뚜렷한 보우만 주머니속에 들어 있는 사구체를 볼 수 있으며 납작하고 긴 벽측세포나 모세혈관의 내강이 확연히 구분되었다. 사구체내에는 벽측세포, 족세포, 내피세포들로 구별되었으며 세포들의 핵단면적은 벽측세포는  $23.2 \pm 5.9 \mu\text{m}^2$ , 족세포는  $35.8 \pm 5.8 \mu\text{m}^2$ , 내피세포는  $22.9 \pm 2.9 \mu\text{m}^2$ 로 나타났고 가장 큰 세포는 족세포였다.

발생기 사구체는 성긴 분포를 보이는 뇨세관들 사이에 모세혈관이 많이 형성되어 있는 부위에서 관찰 되었다. 사구체내에는 벽측세포, 족세포, 내피세포들로 구별되었으며 벽측세포는  $32.3 \pm 11.0 \mu\text{m}^2$ , 족세포는  $30.3 \pm 6.0 \mu\text{m}^2$ , 내피세포는  $35.8 \pm 5.8 \mu\text{m}^2$  로 나타나 내피세포가 가장 컸다.

본 실험에서 발생기 사구체의 세포들이 성숙한 토끼에서 보다 다소 컸으며 그 중 내피세포가 가장 큰 점과 발생기 사구체 중 족세포가 가장 작은 이유는 발생기 사구체가 기능적으로 활성화 되지 않아 핵내 염색질의 활성이 적었기

때문으로 사려된다.

이는 갓 태어난 토끼 신장의 피질부내에서 내피세포 검출용 항체로 발생하고 있는 미세혈관 구조들에서 다른 발생시기의 내피세포들과 족세포들에서는 풍부하게 검출되었다는 Kloth 등<sup>12)</sup>의 보고나, 신장발생시기에는 인슐린 같은 성장인자와 그들의 결합단백질의 mRNA가 풍부하며, 신장 피질과 수질에 있는 중간엽조직에는 성장인자의 mRNA가 풍부하였다는 Matsell 등<sup>9)</sup>의 보고가 이를 뒷받침해준다고 생각된다.

본 실험에서 전자현미경 소견상 성숙한 토끼의 사구체는 내피세포의 기저막과 족세포의 기저막이 결합되어 족세포의 돌기들과 함께 filtration barrier를 이루지만, 발생기의 족세포는 족세포들이 돌기는 이루고 있으나 내피세포의 기저막과 붙어 있지 않고 따로 분리되어 있었다. 이는 McCarthy 등<sup>13)</sup>가 태생전 동물의 사구체내 모세혈관 고리에 기저막 특이성 chondroitin sulfate proteoglycan(BM-CSPG)로 추정되는 혈관사이 바탕질에서는 존재하였으나 사구체 모세혈관 기저막에서는 검출되지 않았으며 BM-CSPG는 기저막의 초기 형성에는 필요하지 않다고 한 보고로 보아 본 실험에서 발생기 사구체내 세포들 중 족세포가 가장 작았다는 점을 미루어 보면 족세포가 활성화되지 않았기 때문에 기저막이 내피세포의 기저막과 분리되어 있어서 filtration barrier를 형성하는데 족세포의 활성이 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다.

그러나 발생기 신장세포에 대한 형태계측학적인 연구는 컴퓨터가 발달한 최근의 일이며 형태계측 프로그램들은 아직 개발단계에 있어서 이에 의한 성적의 해석과 활용에는 많은 개발의 여지가 있다고 하겠다.

## 요 약

태생 13일된 토끼의 발생기 신장에서 뇨세관과 사구체 세포들의 크기와 형태를 관찰하여 성숙한 토끼의 신장과 형태계측학적으로 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 태생 13일의 발생기 뇨세관 단면적은 성숙한 토끼의 근위세관 단면적보다 훨씬 넓고 평균직경이 길었으며 내강이 거의 없었다. 뇨세관 상피세포의 솔모양 가장자리는 발

달되지 않았고 핵 위쪽에 둥근 사립체가 발달되었으며 기저막부분에는 사립체가 적었다.

2. 발생기 사구체내에는 벽측세포, 족세포, 내피세포들로 구별되었으며 성숙한 토끼보다 내피세포와 벽측세포의 세포핵 단면적이 훨씬 컸고 성숙한 토끼의 사구체에서는 족세포가 가장 컸으나 발생기에는 내피세포의 크기가 가장 컸다.

## 참 고 문 헌

1. Gearhart, J. P., Partin, A. W., Leventhal, B., Beckwith, J. B., and Epstein, J. I. : The use of nuclear morphometry to predict to response to therapy. *Cancer*, **69**, 804(1992).
2. Gearhart, J. P., Willmann, J. R. Q., and Beckwith, J. B. : Nuclear morphometric analysis of metastasis in Wilms' tumor after multimodal therapy : comparison with primary tumor. *Pediatric Urolog.*, **45**(1), 119(1995).
3. Castren, J. P., Kuopio, T., Nurmi, M. J., and Collan, Y. U. : Nuclear morphometry in differential diagnosis of renal oncocytoma and renal cell carcinoma. *J. Urolog.* **154**, 1302(1995).
4. Denton, K. M., and Fennessy, P. A. : Morphometric analysis of the actions of angiotensin II on renal arterioles and glomeruli. *Am. J. Physiol.*, **262**(31), F 367(1992).
5. Pagtalunan, M. E., Rasch, R., Rennke, H. G., and Meyer, T. W. : Morphometric analysis of effects of angiotensin II on glomerular structure in rats. *Am. J. Physiol.*, **268**(37), 82(1995).
6. Satyapal, K. S., Rambirtch, V., and Pillai, G. : Morphometric analysis of the renal veins. *Anat. Record*, **241**, 268(1995).
7. Kardong, K. V. : *Vertebrates*. 534-535, Oxford England William Co Brown publ, London(1995).
8. Bacallo, R., Fine, L. G. : Molecular events in the organization of renal tubular epithelium : from nephrogenesis to regeneration. *Am. J. Physiol.*, **257**(26), F 913 (1989).
9. Matsell, D. G., Delhanty, P. J. V., Stepaniuk, O., Gooddyer, C., and Han, V.K.M. : Expression of insulin-like growth factor and binding protein genes during nephrogenesis. *Kidney Int.*, **46**, 1031(1994).
10. Fox JG, Cohen BJ, Loew FM. : *Laboratory animal medicine*. p208 Academic Press, London(1988).

11. Okada, T., and Morikawa, Y. : Effects of maternal bilateral ureteral ligation on the development of the proximal tubule of the kidney in fetal rats : Morphometry and electron microscopic study. *Anat. Rec.*, 228, 456(1990).
12. Kloth, S., Aigner, J., Schmidbauer, A., and Minuth, W.W. : Interrelationship of renal vascular development and nephrogenesis. *Cell Tissue Res.*, 277, 247 (1994).
13. McCarthy, K. J., Bynum, K., John, P. L., Abrahamson, D. R., and Couchman, J. R. : Basement membrane proteoglycans in glomerular morphogenesis : Chondroitin sulfate proteoglycan is temporally and spatially restricted during Development. *J. Histochem. Cytochem.*, 41(3), 401(1993).