

## 한국 흑염소에서 신장부분제거에 따른 잔류신장의 보상적 기능에 관한 연구

— 몇 가지 임상병리학치의 변동에 관하여 —

尹 燦 鎮 · 崔 熙 仁

서울대학교 獸醫科大學

### 서 론

신장의 부분제거에 따른 보상기능에 대한 연구는 1908년에 Pearce<sup>13)</sup>가 개의 신장을  $\frac{1}{4}$  내지  $\frac{3}{4}$ 을 제거시킨 후 뇨로 배설되는 질소, 요소 및 암모니아의 양을 측정해 본 결과 적은 양의 잔류 건강신장으로도 질소대사를 유지할 수 있다는 것을 처음 시도 발표하였다. 이후 여러 학자들이 각종 동물을 대상으로 하여 신장의 부분제거 정도를 달리한 다음 잔류 건강신장의 보상기능을 알아보기 위하여 혈액내 질소대사산물의 농도변동을 조사 관찰하였다.

즉 신장을 부분제거시키면 초기에는 blood urea nitrogen(BUN)과 혈청 creatinine(SCr)의 농도가 증가된다고 하였는데, 이는 잔류 건강신장에서 사구체여과율이 감소되기 때문이며,<sup>5, 9, 14, 15, 17)</sup> 이후 BUN과 SCr농도가 점차적으로 감소되는 것은 신단위당 사구체여과율이 증가되기 때문이라고 하였다.<sup>9, 11)</sup>

그리고 Anagnostou 등,<sup>12)</sup> Chanutin과 Ferris<sup>13)</sup> 및 Kaufman 등<sup>14)</sup>은 신장을 부분제거하였을 때 잔류 건강신장의 중량이 증가된다고 함으로써 신장비대에 의해 보상기능이 증진됨을 간접적으로 시사하였다.

Eschbach 등<sup>16)</sup>은 면양의 한쪽 신장을  $\frac{2}{3}$  경색시키고, 2주후 반대쪽 신장을 적출한 이후 정노

독증(stable uremia)때 혈청 calcium(SCa)과 phosphorus (SP) 농도가 대조군에 비하여 약간씩 증가되었다고 하였다.

그리고 English 등<sup>5)</sup>은 면양의 신장을 75% 부분제거하였더니 packed cell volume(PCV)와 hemoglobin(Hb) 농도가 현저히 감소되었다고 하였고, Anagnostou 등<sup>12)</sup>은 쥐의 신장을 83% 부분제거 하였을 때 PCV가 현저히 감소되었다고 하였는데, 이는 많은 신장조직의 손상에 의한 erythropoietin 의 생산감소에 기인한다고 하였다.<sup>11, 7, 16)</sup> 지금까지 반추수에서의 신장보상기능에 대한 연구는 단편적이며 특히 산양을 대상으로 한 연구논문은 찾아볼 수가 없었다. 이에 필자는 한국 흑염소에서 신장기능의 75%를 감소시켜 인공적인 신기능부전을 일으킨 다음 잔류 건강신장에서의 보상기능을 관찰하기 위하여 BUN, SCr, SCa, SP농도 및 red blood cell(RBC)수, PCV 그리고 Hb농도의 변동을 측정하고 신장의 병변을 관찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

### 재료 및 방법

공시동물: 만 1~2세령의 임상적으로 건강하다고 인정되고 체중이 12~15 kg되는 한국 흑염소 6두를 선정하였다. 이들 공시동물은 장내기생충을 구제시키고 6주간 예비사육한 후 실험에 착

수하였다.

**신장 부분제거 처치:** 실험에 착수하기 전 모든 공시동물은 1일간 절식시켰으며 개복시술전 처치는 통상적인 방법에 의했다. 그리고 체중 kg당 0.1mg씩의 xylazine hydrochloride로 진정시키고 좌측 횡와자세로 보정한 후 우측 견부를 2% lidocaine액으로 국소침윤마취를 시키고나서 개복하였다. 그리고 우측 신장을 노출시키기 위하여 신장주위 지방조직을 제거한 후 신문(腎門)으로 접근해서 신동맥의 처음 두 분지중 복측 분지를 결찰한 다음 정복시키고 우측 복벽을 봉합하였다. 그리고 다시 우측 횡와자세로 보정한 후 좌측 견부도 위에서와 같은 방법으로 국소마취시키고 개복하여 좌신의 혈관과 수뇨관을 이종결찰한 후 좌측 신장을 적출하였으며,<sup>8)</sup> 이외의 처치는 일반적인 외과개복수술 방법에 준하였다.

**가검물 채취:** 공시혈액은 처치전 1회와 처치후 1~8일까지는 매일 그리고 10, 14, 18, 22, 26, 30일까지 총 15회 경정맥에서 채취하여 2K-EDTA로 처리된 용기(EDTA-2K<sup>®</sup>, 녹십자)와 screw cap tube에 각각 2ml, 10ml씩을 분주하였다. 채혈두수는 처치후 3일까지는 6두, 4일부터 30일까지는 5두이었다.

항응고 처리된 혈액으로는 일반혈액검사를 하였고, screw cap tube에 채취한 혈액은 실온에서 응고시킨 후 4℃ 냉장고에서 하룻밤 방치시킨 다음 30분간 원심원리(3000rpm)하여 혈청화학적 측정시료로 사용하였다.

**검사방법:** BUN은 modified urease-indophenol법(榮研 BUN 정량set), SCr은 Jaffe의 반응법(榮研 Cr 정량set), SCa는 O-cresolphthalein complexon법(WAKO Ca 정량set), SP는 molybdenumblue법(WAKO P 정량set), PCV는 microhematocrit법(Autocrit II centrifuge, Clay Adams), Hb은 cyanmethemoglobin법으로 측정하였으며, 사용된 분광광도계는 Shimadzu(UV-100-01)이었다. 그리고 RBC수는 혈구계산판법으로 측정하였다.

**통계처리:** 처치전과 처치후의 측정치 간에 unpaired data에 대한 t검정을 하였다.

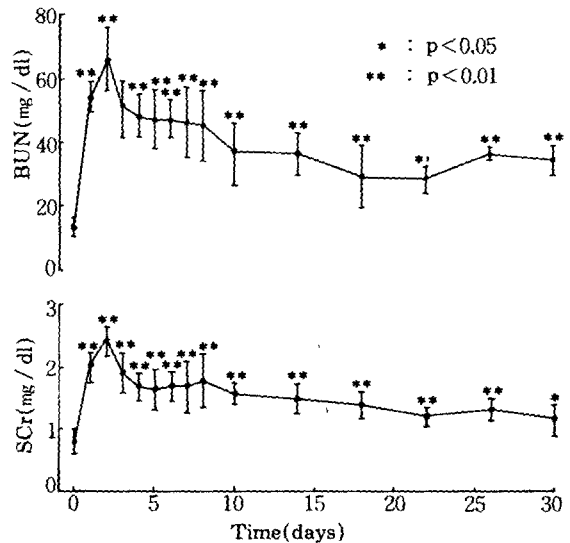
**신장조직 검사:** 신장부분제거를 위한 외과적인 처치후 3일과 50일에 1두씩 부검하여 채취한 우측 신장조직은 10% 중성 포르말린액에 고정하여 파라핀 포매과정을 거쳐 hematoxylin-eosin (H-E) 염색을 한후 광학현미경으로 관찰하였다.

## 결 과

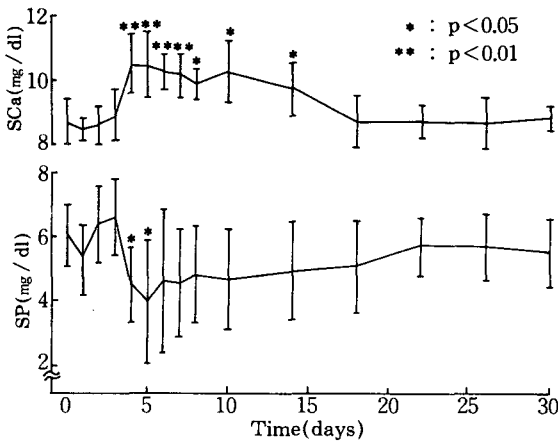
신장부분제거 처치후 1일에서 30일까지 14회에 걸쳐서 검사한 BUN, SCr, SCa, SP농도, 그리고 RBC수와 PCV 및 Hb농도의 변동을 처치전 수준과 비교한 성적은 Text-Fig. 1~3과 같다.

BUN농도는 처치전에  $13.3 \pm 1.23$  (평균±표준편차)mg/dl이었는데 처치후 1일에  $54.3 \pm 5.81$ mg/dl로 급격히 증가하였고( $p < 0.01$ ), 2일에는  $65.6 \pm 10.35$ mg/dl로 최고치에 도달하였으며( $p < 0.01$ ), 그후 서서히 감소하는 경향을 나타내었으나 30일에 이르러서도  $34.2 \pm 4.40$ mg/dl로서 고도의 유의성 있는 높은 수준이었다( $p < 0.01$ ) (Text-Fig. 1).

SCr농도는 처치전에  $0.79 \pm 0.20$ mg/dl이었는데



Text-Fig. 1. Sequential changes of blood urea nitrogen (BUN) and serum creatinine (SCr) in partially nephrectomized Korean black goats. Vertical bars represent standard deviation.



Text-Fig. 2. Sequential changes of serum calcium(SCa) and serum phosphorus(SP) in partially nephrectomized Korean black goats. Vertical bars represent standard deviation.

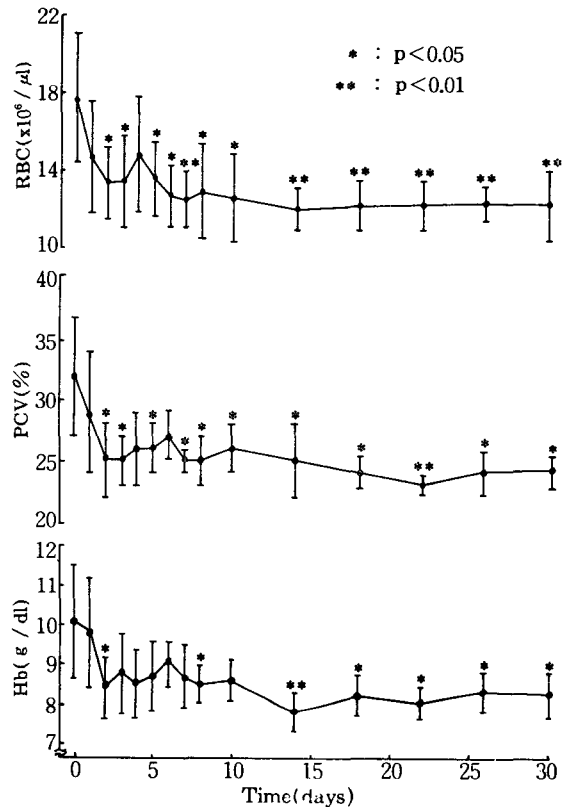
처치후 1일에  $2.03 \pm 0.24 \text{ mg/dl}$ 로 증가하기 시작하여 ( $p < 0.01$ ) 2일에는  $2.44 \pm 0.24 \text{ mg/dl}$ 의 최고치를 나타내었다가 ( $p < 0.01$ ), 그후 서서히 감소하여 30일에는  $1.18 \pm 0.23 \text{ mg/dl}$ 까지 회복되었으나 유의성 있게 높았다. ( $p < 0.05$ ) (Text-Fig. 1).

SCa 농도는 처치전에  $8.7 \pm 0.74 \text{ mg/dl}$ 이었는데 처치후 4일에  $10.5 \pm 0.94 \text{ mg/dl}$ 로 높아졌고 ( $p < 0.01$ ), 14일까지도  $9.8 \pm 0.84 \text{ mg/dl}$ 로 높은 수준을 나타내었으며 ( $p < 0.01$ ), 이후 감소되어 처치전의 수준으로 회복되었다 (Text-Fig. 2).

SP농도는 처치전에  $6.1 \pm 0.98 \text{ mg/dl}$ 이었는데 처치후 4일과 5일에는 각각  $4.5 \pm 0.16$ ,  $4.0 \pm 1.88 \text{ mg/dl}$ 로 유의성 있는 감소치를 나타내었다가 ( $p < 0.05$ ) 6일부터는 서서히 증가되어 처치전 수준으로 회복되었다 (Text-Fig. 2).

RBC수는 처치전  $17.8 \pm 3.3 \times 10^6 / \mu\text{l}$ 에서 처치후 1일부터 급격히 감소되어 14일에 최저치인  $12.0 \pm 1.1 \times 10^6 / \mu\text{l}$ 로 유의성 있게 감소되었으며 ( $p < 0.01$ ), 이후 30일까지도 유의차 없는 낮은 수준을 유지하였다 ( $p < 0.01$ ) (Text-Fig. 3).

PCV는 처치전  $32 \pm 5.4\%$ 에서 처치후 1일부터 감소하여 2일에  $25 \pm 2.6\%$ 로 유의성 있게 감소되었고 ( $p < 0.05$ ), 이후 30일까지도 변동 없는 낮은 수준을 유지하였다 ( $p < 0.05$ ) (Text-Fig.3).



Text-Fig. 3. Sequential changes of red blood cell counts (RBC), packed cell volume(PCV) and hemoglobin (Hb) in partially nephrectomized Korean black goats. Vertical bars represent standard deviation.

Hb농도는 처치전  $10.1 \pm 1.38 \text{ g/dl}$ 에서 처치후 2일에  $8.4 \pm 0.78 \text{ g/dl}$ 로 유의성 있게 감소되었고 ( $p < 0.05$ ), 14일에는  $7.8 \pm 0.45 \text{ g/dl}$ 까지 낮아졌으며 ( $p < 0.01$ ), 이후 30일까지 유의차 없는 낮은 수준을 유지하였다 (Text-Fig. 3).

처치후 3일과 50일에 부검한 신장의 육안 및 조직학적 소견은 Fig. 1~4와 같다. 처치후 3일된 우측 신장의 복측  $\frac{1}{2}$ 은 경색되었으며 배측의 비경색부위와 그 경계가 뚜렷하였다 (Fig. 1,2). 조직학적 변화는 결찰된 부위의 신동맥분지가 협착되었고, 경색부위의 사구체와 신세뇨관은 괴사되어 있었으며 간질내에는 염증세포들이 다수 침윤되어 있었다 (Fig. 3). 처치후 50일된 신장의 경색부위는 비경색부위에 비해 위축되어 표면이 함몰되었고 회백색으로 변화되었다. 잔류조직에

인접된 경색부위에서는 세뇨관의 재생과 사구체 주위 섬유화를 볼 수 있었고, 비경색부위의 신장조직은 비교적 정상적인 구조를 나타내었다 (Fig. 4).

## 고 찰

포유동물의 신장은 질소대사산물의 배설과 수분 및 전해질을 선택적으로 배설흡수함으로써 체내의 수분과 용질의 항상성을 유지한다.<sup>2,19)</sup> 이러한 선택적 배설흡수는 수분의 양과 용질의 농도에 따른 사구체와 세뇨관의 기능적 활성에 의해 조절된다.<sup>2)</sup> BUN은 단백질 이화작용의 주요 최종 산물로서 간에서 생성된 후 혈류를 통해 신장에 운반되어 사구체에서 배설되는데 이중 25~40%는 세뇨관에서 재흡수되며, SCr은 근육 creatine과 인 creatine의 대사산물로서 사구체에서 배설된 후 세뇨관에서는 재흡수되지 않고 뇨로 배설된다.<sup>20)</sup> 신장 기능을 심하게 감소시켰을 때 혈액내 질소 대사산물이 초기에 증가되는 것은 사구체여과율이 감소되어 이들 물질의 배설이 지연되는데 있으며,<sup>5, 9, 12, 14, 15, 17)</sup> 이후 점차로 감소되는 것은 신단위당 사구체여과율이 증가되기 때문이다.<sup>9, 11)</sup>

본 실험에서의 BUN과 SCr 농도는 처치전 수준(각각  $13.3 \pm 1.23$ ,  $0.79 \pm 0.20$ mg/dl)에 비해 처치후 다같이 급격히 증가하여 2일에 4.9배와 3.1배까지 증가되었다가 이후 감소하여 10일 이후부터 30일에 이르기까지는 변동없는 수준을 유지하였는데 30일에도 각각 2.6배와 1.5배의 높은 수준이었다.

신장기능을 75% 감소시킨 개<sup>20)</sup>와 면양<sup>5)</sup>에서의 BUN과 SCr농도의 변동 경향과 본 실험의 결과와 비교했을 때 증감의 시기와 경향은 유사하였으나 처치 후 최고치에 달한 BUN과 SCr농도의 증가폭이 처치전에 비해 개<sup>20)</sup>의 경우는 처치전 수준에 비해 각각 2.4배와 2.8배 높았고, 면양<sup>5)</sup>에서는 각각 2.2배와 1.8배로 높았다는 것과 비교하면 흑염소의 경우가 훨씬 높았다. 신장기능 감퇴 비율을 같게 처치하였는데도 이와 같이 증가

폭이 크게 차이지는 것은 흑염소에서 잔류신장의 사구체여과능력이 개<sup>20)</sup>와 면양<sup>5)</sup>에 비해 더 낮은 것에 기인된 것으로 추측되는데, 이에 대한 확실한 규명은 앞으로 좀더 추구할 의의있는 과제라고 사료된다.

SCa농도는 처치전( $8.7 \pm 0.74$ mg/dl)에 비해 처치후 4일부터 14일까지 유의성 있게 증가되었다가 이후 30일까지는 처치전 수준으로 회복되었고, SP농도의 경우는 처치전( $6.1 \pm 0.98$ mg/dl)에 비해 처치후 4일과 5일에 유의성있게 감소되었다가 이후 30일까지는 처치전 수준으로 회복되었다. Eschbach 등<sup>6)</sup>은 면양의 신장 기능을 83% 감소시킨 후 정뇨독증(stable uremia)때 SCa와 SP농도를 측정해 보았던 바 대조군에 대해서 SP농도는 약간 높았고 SCa농도는 좀더 높았다고 하였다. 그리고 Eddy 등<sup>4)</sup>도 토끼의 신장을 83% 부분제거 시킨후 24주까지 관찰한 바 SCa농도는 유의성있게 증가되었고 SP농도는 유의성없는 증가경향이 있었다고 하였다. SCa농도의 증가경향은 흑염소에서와 유사한 결과였다. 이는 신장을 부분제거 시키면 사구체여과율의 감소로 SCa농도가 증가된다는<sup>4)</sup> 사실과 일치하였다.

그러나 SP농도의 경우는 다른 연구자들과는 달리 흑염소에서 일시적으로 유의성있게 감소되었다. SP는 근위극세뇨관에서 대부분이 재흡수되며 SCa농도와 역관계가 있는데,<sup>16)</sup> 본 실험에서의 상반된 결과는 신장부분제거 비율에 의한 차이가 있었던 것이 아닌가하는 의문을 갖게하지만 본 실험에서의 제한된 검사성적으로는 규명할 수가 없었다. SP농도가 약간의 차이는 있겠으나 타 학자들의 성적과 상반되었던 것은 학술적으로 중요한 의의를 지닌 것으로 앞으로 더 추구할 가치있는 과제라고 사료된다.

RBC수와 PCV 및 Hb농도는 처치전에 비해 처치후 1일부터 다같이 감소되어 2일 이후 30일까지 유의성있는 낮은 수준으로 유지되어 시술된 수준에 크게 미치지 못하였다.

신장기능을 75% 감소시킨 면양에서 처치후 3일에 PCV와 Hb농도가 처치전에 비해 감소되었다고<sup>5)</sup>하였고, 신장기능의 83%를 감소시킨 면

## 결론

양에서 정노독증 때 PCV가 대조군에 비해 현저히 감소하였다고<sup>6)</sup>하여 본 실험의 경향과 같았다. 이는 신장의 많은 부분이 기능상실되어 신장에서 생산되는 erythropoietin의 감소<sup>7, 10)</sup>와 노독증으로 골수에서의 적혈구생성이 감소되고<sup>10, 16)</sup> 적혈구 생존기간도 단축<sup>10)</sup>된다는 근거와 관련이 있는 것으로 생각된다.

신장의 변화는 신동맥의 복측분지를 결찰한 우신의 복측 1/2은 경색되어 배측 잔여조직과의 경계가 뚜렷하였고, 경색부위의 조직학적인 변화는 전형적인 만성경색 소견을 나타내었으며 비경색부위는 비교적 정상적인 구조를 이루고 있어 Klausner 등<sup>12)</sup>이 개에서 실험한 신장의 병변과 유사하였다.

이상을 종합 고찰해 보았을 때, 신장기능 감소 범위를 같게 처치한 이후 혈액내 질소대사산물의 농도가 동물의 종류에 따라 차이가 많았음을 알 수 있었는데, 특히 한국 흑염소에서 증가폭이 심하게 높았고, SP농도 변동은 다른 연구자의 경우와는 달리 한국 흑염소에서 처치후 일시적으로 유의성있게 감소된 것 등은 학문적으로 의의있는 것으로 좀더 추구해 보아야 할 과제라고 사료된다.

한국 흑염소에서 신장의 보상적 적응변화를 관찰하기 위하여 신장의 75%를 부분제거 시킨 후 30일동안 측정된 몇가지 임상병리학치의 경시적 변동과 부검후의 신장소견은 다음과 같다.

1. BUN과 SCr농도는 처치후 1일에서 8일까지는 매우 증가되었고( $p < 0.01$ ), 이후 감소되었으나 30일까지도 모두에서 처치전 수준으로 감소되지 않았다(BUN : $p < 0.01$ , SCr: $p < 0.05$ ).

2. SCa농도는 처치후 4일에서 7일까지는 매우 증가되었고( $p < 0.01$ ), 8일에서 14일까지는 약간 감소되었으나 유의성있는 높은 수준이었다( $p < 0.05$ ). SP농도는 처치후 4일과 5일에 유의성있게 감소되었다( $p < 0.05$ ).

3. RBC수와 PCV 및 Hb농도는 처치후 2일에 유의성있는 감소치를 나타낸 후 ( $p < 0.05$ ) 30일까지도 처치전 수준 이하를 유지하였다.

4. 신동맥의 복측 분지를 결찰한 우신의 복측 1/2은 경색되어 배측 잔여조직과의 경계가 뚜렷하였다.

## Legends for Figures

Fig. 1. Lateral projection of the right kidney.

Ventral half of the kidney shows infarcted parenchyma(arrows) caused by ligation of a branch of the renal artery for 3 days.

Fig. 2. Cross cut surface of the right kidney.

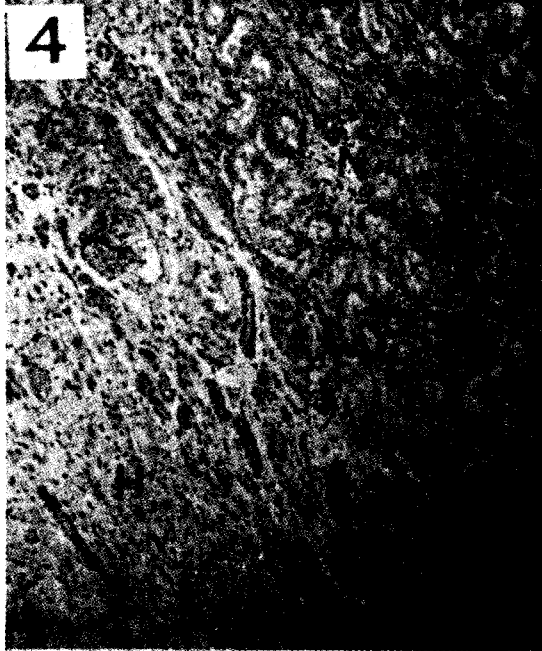
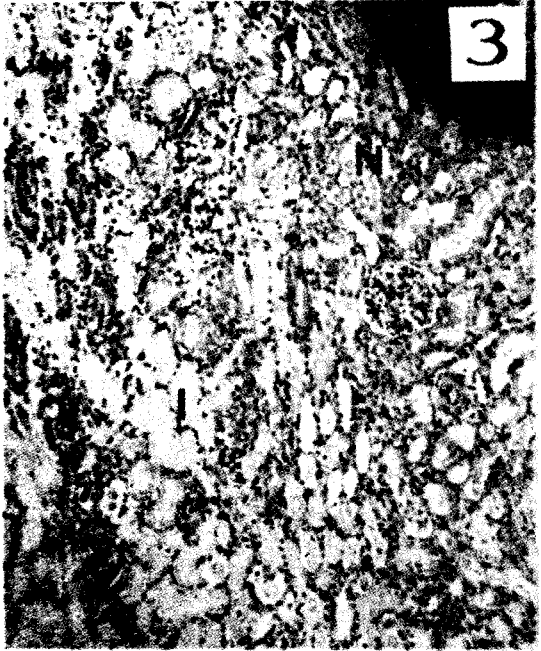
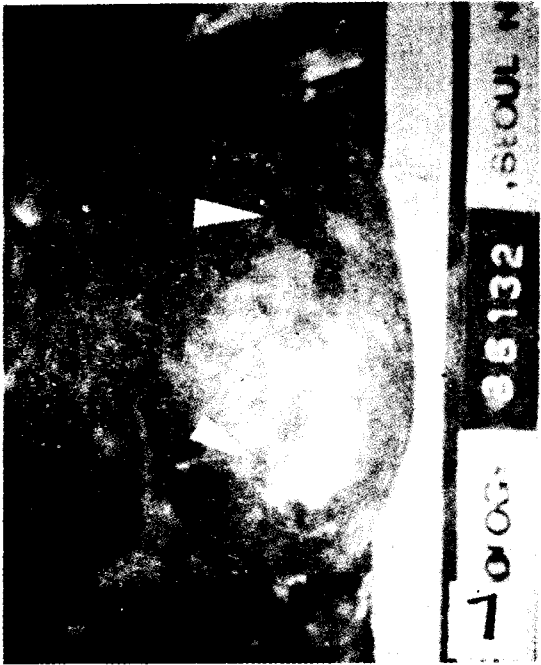
Infarcted parenchyma(arrows) is noticeable on half of the surface.

Fig. 3. Goat kidney. 3 days after operation.

Demarcation of the infarcted(I) and the nonaffected(N) areas. H-E, X 100.

Fig. 4. Goat kidney. 50 days after operation.

Demarcation of the healed infarcted(H) and the nonaffected(N) areas. H-E, X 100.



## 참 고 문 헌

1. Anagnostou, A., Vercellotti, G., Braone, J. and Fried, W.: Factors which affect erythropoiesis in partially nephrectomized and shamoperated rats. *Blood*(1976) 48:425.
2. Blood, D.C., Radostits, O.M. and Henderson, J.A.: *Veterinary Medicine*. 6th ed., Bailliere Tindall, London (1983) p. 348.
3. Chanutin, A. and Ferris, E.B.: Experimental renal insufficiency produced by partial nephrectomy. *Arch. Intern. Med.* (1932) 49:767.
4. Eddy, A.A., Falk, R.J., Sibley, R.K. and Hostetter, T.H.: Subtotal nephrectomy in the rabbit: A model of chronic hypercalcemia, nephrolithiasis and obstructive nephropathy. *J. Lab. Clin. Med.* (1986) 107:508.
5. English, P.B., Hogan, A.E. and McDougall, H.L.: Changes in renal function with reductions in renal mass. *Am. J. Vet. Res.* (1977) 38:1317.
6. Eschbach, J.W., Adamson, J.W. and Dennis, M.B.: Physiologic studies in normal and uremic sheep: I. The experimental model. *Kidney Int.* (1980) 18:725.
7. Eschbach, J.W., Detter, J.C. and Adamson, J.W.: Physiologic studies in normal and uremic sheep: II. Changes in erythropoiesis and oxygen transport. *Kidney Int.* (1980) 18:732.
8. Horney, D. and Archibald, J.: Nephrectomy in cattle and sheep. *J.A.V.M.A.* (1961) 138:551.
9. Hostetter, T.H., Olson, J.L., Renke, H.G., Venkatachalam, M.A. and Brenner, B.M.: Hyperfiltration in remnant nephrons: A potentially adverse response to renal ablation. *Am. J. Physiol.* (1981) 241:F 85.
10. Kaneko, J.J.: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 3rd ed, Academic Press, New York(1980) p. 388.
11. Kaufman, J.M., DiMeola, H.J., Siegel, N.J., Lytton, B., Kashgarian, M. and Hayslett, J.P.: Compensatory adaptation of structure and function following progressive renal ablation. *Kidney Int.* (1974) 6:10.
12. Klausner, J.S., Meunier, P.C., Osborne, C.A., Stevens, J.B. and Stowe, C.M.: Half-life of cephaloridine in dogs with reduced renal function. *Am. J. Vet. Res.* (1977) 38:1191.
13. Pearce, R.M.: The influence of the reduction of kidney substance upon nitrogenous metabolism. *J. Exper. Med.* (1908) 10:632.
14. Polzin, D.J., Osborne, C.A., Stevens, J.B. and Hayden, D.W.: Serum amylase and lipase activities in dogs with chronic primary renal failure. *Am. J. Vet. Res.* (1983) 44:404.
15. Polzin, D.J., Osborne, C.A., Stevens, J.B. and Hayden, D.W.: Influence of modified protein diets on the nutritional status of dogs with induced chronic renal failure. *Am. J. Vet. Res.* (1983) 44:1694.
16. Van Stone, J.C. and Max, P.: Effect of erythropoietin on anemia of peritoneally dialyzed anephric rats. *Kidney Int.* (1979) 15:370.
17. Wong, N.M., Quamme, G.A. and Dirks, J.H.: Tubular handling of bicarbonate in dogs with experimental renal failure. *Kidney Int.* (1984) 25:912.
18. 姜斗熙: 生理學. 改訂版, 新光出版社, 서울(1981) p. 10~26.
19. 高文社 編輯部: 臨床檢査法提要. 高文社, 서울(1984) p.759.
20. 南治州: 腎臟mass 減少가 血液尿素窒素와 血清크레아티닌 濃度에 미치는 영향. 大韓獸醫學會誌, (1982) 22:81.
21. 韓弘栗, 李政吉, 李昌雨: 獸醫臨床病理. 機電研究社, 서울(1982) p.189.

**Compensatory Function of Remnant Kidney in Partially Nephrectomized Korean Black Goats  
—On the Sequential Changes of Some Clinicopathological Values—**

Chan-Jin Yun, D.V.M., M.S. and Hee-In Choi, D.V.M., M.S., Ph.D.

College of Veterinary Medicine Seoul National University

**Abstract**

In order to study the compensatory renal function in 6 Korean black goats with 75% reduction in renal mass, some blood chemical values were determined and pathological changes were examined. The results were as follows:

1. BUN level increased significantly from post-operation day 1 through day 30( $p < 0.01$ ) compared with pre-operation level. Serum creatinine level increased significantly from post-operation day 1 through day 26( $p < 0.01$ ) compared with pre-operation level, and remained higher than pre-operation level at day 30( $p < 0.05$ ).
2. Serum calcium level increased significantly from post-operation day 4 through day 7( $p < 0.01$ ) compared with pre-operation level, and remained higher than pre-operation level from post-operation day 8 through day 14( $p < 0.05$ ). Serum phosphorus level decreased at postoperation day 4,5( $p < 0.05$ ) compared with pre-operation level.
3. RBC counts decreased at post-operation day 2, 3, 5, to 30( $p < 0.05$ ), PCV decreased at post-operation day 2, 3, 5, 7, to 30( $p < 0.05$ ), hemoglobin level decreased at post-operation day 2, 8, 14, to 30( $p < 0.05$ ), compared with pre-operation levels, respectively.
4. The ventral half of the right kidney was infarcted by the ligation of ventral branch of right renal artery.