

## 비타민 D<sub>3</sub>와 인산칼슘의 토끼 대퇴골 골절치유 효과에 대한 골수강내 정맥 조영술

嚴基東·成在基

서울大學敎 獸醫科大學

### 서 론

골절치유에는 여러가지 치료방법이 이용되어 오고 있지만 이에 대한 치유효과를 임상증상이나, 단순 X-선 사진 촬영만으로는 정확히 판단하기 어렵다.<sup>1, 3, 6, 7, 9, 14, 18, 21)</sup>

사람 골절부의 조직학적 관찰에 대한 보고에서 골절치유는 골절부 혈행이 빠르게 개선됨이 중요하며 그 치유효과의 중요성은 골수강내 동맥계의 순환재생에 있다고 하였다.<sup>12, 13, 27~30)</sup> 그러나 이를 관찰하기 위해서는 수술이 필요하므로 임상적 응용이 어렵다.<sup>28)</sup>

Kasaki<sup>16)</sup>는 사람 연조직의 정맥계를 차단한 후 조영제가 골절부의 골수강내로만 통과하도록 하는 골수강내 정맥조영술로 지연유합 및 부전유합을 발견하였고 이를 이용하여 골이식의 시기를 결정할 수 있어 좋은 치료결과를 얻을 수 있다고 하였다.<sup>16)</sup>

Viraykumar 등<sup>31)</sup>은 소에서 실험적으로 골절을 일으킨 후 외과적 골절 고정방법에 따른 골수강내 정맥계 재생을 골수강내 정맥조영술을 이용한 경시적인 관찰로 골유합에 대한 평가를 하였다.

한편 골절치유 속도를 높이고 골절을 개선하기 위한 여러 약물요법 등이 소개 되었다.<sup>1, 6, 7, 18, 20, 24, 26)</sup>

이중 vitamin D<sub>3</sub>는 장관에서 calcium 및 phosphorus를 흡수하고, 신장에서 이를 재흡수하여 골질에 calcium과 phosphate의 침착을 돕는다고 하였다.<sup>10, 11, 15, 17, 19, 22, 25)</sup> 이러한 약리학적 효과에 따라 vitamin D<sub>3</sub>는 골절치료를 위한 임상적 응용에 대하여 보고된 바 있다.<sup>3, 18)</sup>

Epstein 등<sup>9)</sup>은 골피질이 취약한 환자에 calcium phosphate와 vitamin D<sub>3</sub>의 병용 투여가 vitamin D<sub>3</sub> 단독 투여시 보다 월등한 치유효과가 있었으며 vitamin D<sub>3</sub> 단독에 따른 치유효과는 기대할 수 없었다고 하였다. Annefeld 등<sup>11)</sup>은 토끼에서 실험적으로 연골손상을 일으킨 후 손상된 연골의 치유에 대하여 calcium carbonate, bone meal 및 osseinhydroxyapatite(ossopan<sup>®</sup>)의 투여에 따른 치유효과를 비교한 결과 ossopan 투여시 뚜렷한 효과가 있었다고 보고하였다.

이상과 같이 골손상이나 골절에 대한 vitamin D<sub>3</sub> 및 calcium phosphate의 치유효과에 대한 평가방법으로는 골절이 발생 후 시일이 경과한 후 골의 조직학적 관찰<sup>1)</sup>, 재수복된 골의 강도측정<sup>21)</sup>, 건조된 골의 무게 측정<sup>2, 3)</sup> 등의 방법은 있었으나 골수강내 조영술을 이용한 문헌은 없었다.

이에 저자는 골수강내 정맥조영술을 이용, 실험적으로 골절을 일으킨 토끼에 vitamin D<sub>3</sub>와 calcium phosphate의 단독 또는 병용 투여에 따른 골절치유 효과에 대한 평가방법으로써 그 치유과정에서 재생되는 정맥계의 변화를 관찰하고자 실험을 수행하였다.

### 재료 및 방법

**실험동물:** 본 실험에 사용된 동물은 임상적으로 건강하다고 인정되는 생후 15주령, 체중 3.5~4kg의 New Zealand White 품종의 수컷 토끼 16 마리를 토끼용 사료(Purina Co.)로 30일간 기초사육한 후 실험에 사용하였다.

**실험적 골절유도:** Xylazine·HCl(Rompun<sup>®</sup>, 한국

바이엘 화학) 체중 kg당 5mg과 ketamine · HCl(Ketalar<sup>®</sup>, 유한양행) 체중 kg당 40mg 근육주사하여 전신마취 하였다.

관혈적으로 대퇴골을 노출시킨 다음 Gigli's wire saw를 이용, 대퇴골의 중간부를 횡골절시킨 후 steinmann pin과 stainless steel wire를 이용하여 고정하였으며, 7일간 penicillin(20,000 IU/kg, B.W/day)를 근육주사하였다.

실험군의 배치: 실험군의 배치는 대조군, vitamin D<sub>3</sub> 200 IU 단독 투여군, calcium phosphate 1,400mg 단독 투여군 및 vitamin D<sub>3</sub> 200 IU와 calcium phosphate 1,400mg 병용 투여군을 각 4두씩 Table 1과 같이 배치하였다.

Table 1. Design of Experiments

Group	No. of exp. Animal	Administrated	
		Drugs	amounts(/day)
Control	4	-	-
I	4	Vitamin-D <sub>3</sub>	200IU
II	4	Calcium phosphate	1,400mg
III	4	Vitamin-D <sub>3</sub>	200IU
		Calcium phosphate	1,400mg

골수강내 정맥 조영방법: 전신마취하에 hypodermic needle를 이용하여 대퇴골 원위 골간단 부위를 무균적으로 천자한 다음 조영제로써 diatrizoate sodium, (Wintrop, Lab., U.S.A.) 2ml을 주입하였으며, 정맥계를 관찰하기 위한 X-선 촬영은 조영제 주입 후 30초에 실시하였다.

X-선 조영소견의 관찰방법: 조영술에 따른 X-선 소견은 kasaki<sup>(6)</sup>의 분류에 따라 골정부위를 통과하는 골수강내 정맥(intraosseous crossing vein), 근위골절편의 동양정맥동(sinusoidal vein), 근위골절편의 골막정맥(periosteal vein), 근위골절편의 주영양정맥 분지(branch of main nutrient vein) 그리고 골막성가골 정맥(periosteal callus vein)등의 출현을 조사하였다 (Fig. 2).

## 결 과

토끼에서 실험적 골절을 일으킨 뒤 vitamin D<sub>3</sub>와 calcium phosphate의 골절 치유효과에 대한 골수강내 정맥조영술의 결과는 다음과 같다. (Table 2~5, Fig. 3~5).

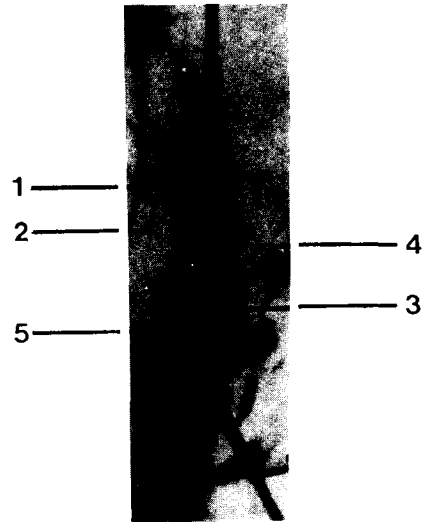


Fig. 2. Radiographic findings of the criteria for the assessment of intraosseous venous connections through the fracture. The presence of one or more of the following signs was considered an indication of venous flow through the fracture: (1) intraosseous crossing vein; (2) sinusoidal vein; (3) periosteal vein; (4) main nutrient vein; and (5) periosteal callus vein.

Table 2. Frequency of Various Veins Visualized During Fracture Healing in Control

Animal No.	Weeks				
	2	3	4	5	6
1	-	-	B,D	B,C,D	B,C,D
2	-	B	B,C	B,C	B,C,D,E
3	-	-	A	A,B,D	A,B,D
4	-	-	-	B,C	B,C,D

A: Intraosseous crossing vein

B: Sinusoidal vein in the proximal fragment

C: Periosteal vein in the proximal fragment

D: Ascending branch of main nutrient vein

E: Periosteal callus vein

대조군에서는 단절된 양골절단의 혈행이 재개됨을 알 수 있는 동양정맥동은 3주에 1례, 5주부터 전례, 골수강내 정맥은 1례에서, 주영양정맥분지는 6주에 전례에서 관찰되었다(Table 2).

Vitamin D<sub>3</sub> 단독 투여군에서는 동양정맥동의 출현 빈도는 3주에 1례, 5주부터 전례, 골절부를 통과하는 골수강내정맥은 5주에 1례, 중영양정맥 분지는 6주

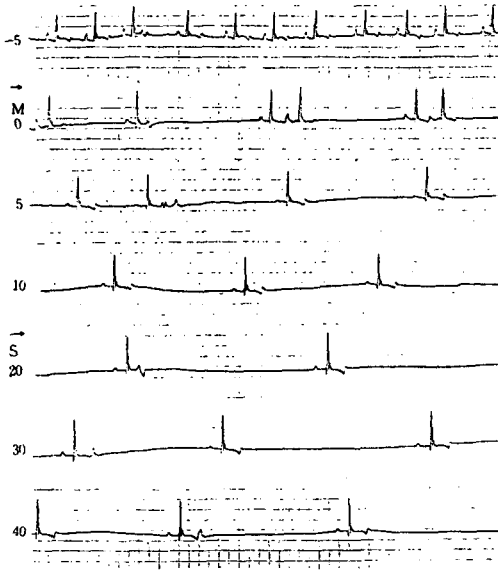


Fig. 4. Changes of ECG(Lead II) in Control group-(Medetomidine/Saline).

M : Medetomidine S : Saline

07mV, 40분에는  $0.21 \pm 0.08\text{mV}$ 로써 유의성 있는 변화를 나타내었다( $p < 0.05$ ). R파의 진폭은 medetomidine 투여 5분전에  $1.60 \pm 0.63\text{mV}$ , 투여직후에는  $1.73 \pm 0.60\text{mV}$ 이었으며, yohimbine 투여직후인 20분에는  $1.74 \pm 0.53\text{mV}$ , 40분에는  $0.78 \pm 0.43\text{mV}$ 로 나타났다. T파의 진폭은 medetomidine 투여 5분전에  $0.29 \pm 0.17\text{mV}$ , 투여직후에는  $0.33 \pm 0.23$ 이었으며, yohimbine 투여직후인 20분에는  $0.51 \pm 0.29\text{mV}$ , 40분에는  $0.46 \pm 0.25\text{mV}$ 로써 유의성 있는 변화를 나타내었다( $p < 0.01$ ).

Medetomidine을 투여한 후에는 detomidine을 투여했을 때의 심전도상과 유사한 심전도상을 나타내었으나 yohimbine을 투여한 후에는 점차 부정맥이 사라졌으며 yohimbine 투여후 20분에는 정상적인 심전도상을 나타내었다. 이러한 부정맥은 혈중산소 분압의 감소와 혈중이산화탄소 분압의 증가에 대한 감응으로 사료된다. 대조군 및 실험군에 있어서 P-R 간격과 Q-T 간격의 유의성 있는 증가는 medetomidine에 의하여 심장전체의 전기적인 활동이 지연되고 있음을 나타내는 것으로 볼수 있다. P파는 두개의 심방수축의 전기적인 활동을 나타내는 것으로 대조군에 있어서의 P파진폭의 감소는 양쪽심방의 수축력 감소에 기인하는 것으로 사료된다. QRS군은 심실홍분의 전기적인 활동을 나타내는 것으로 R파 진폭의

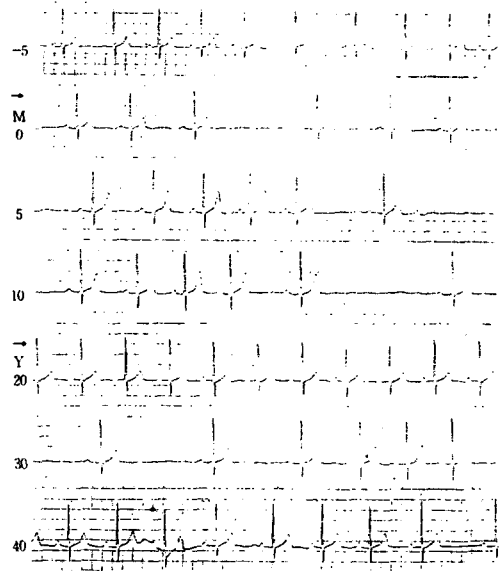


Fig. 5. Changes of ECG(Lead II) in Experimental group(Medetomidine/Yohimbine).

M : Medetomidine S : Yohimbine

상승은 심실홍분의 전기적인 활동이 증가되었음을 나타낸다. T파는 심실의 재분극을 나타내는데 T파 진폭이 증가한 것은 medetomidine이  $\alpha_2$ 수용체에 작용하여 혈중  $K^+$  농도를 상승시켜 발생하는 것으로 사료된다.

**혈청 ALP 활성의 변화**: 혈청 ALP 활성(K-A unit)은 Table 4에 나타난 바와 같다. 대조군은 medetomidine 투여 이전에는  $15.61 \pm 7.96$ 이었으며, 20분에는  $15.32 \pm 8.38$ 이었고, 40분에는  $15.63 \pm 7.78$ 을 나타내었다. 실험군은 medetomidine 투여전에  $20.76 \pm 6.35$ , yohimbine 투여직후인 20분에는  $18.83 \pm 5.99$ 이었으며, 40분에는  $22.32 \pm 10.13$ 을 나타내었다.

실험군의 시간경과에 따른 혈청 ALP 활성은 대조군에 비하여 유의차는 인정되지 않았다.

**혈청 GOT 활성의 변화**: 혈청 GOT 활성(Karmen unit)은 Table 5에 나타난 바와 같다. 대조군은 medetomidine 투여 이전에는  $29.9 \pm 20.3$ 이었으며, 20분에는  $27.7 \pm 14.5$ 이었고, 40분에는  $29.0 \pm 18.1$ 을 나타내었다. 실험군은 medetomidine 투여전에  $33.1 \pm 9.7$ , yohimbine 투여직후인 20분에는  $31.9 \pm 7.9$ 이었으며, 40분에는  $31.6 \pm 10.5$ 를 나타내었다.

실험군의 시간경과에 따른 혈청 GOT 활성은 대조군에 비하여 유의차는 인정되지 않았다.

합의 관계를 개에서 관찰한 결과 가압 금속판에 의한 치료법이 우수함을 보고 하였으며<sup>34</sup>, Vijaykumar 등<sup>31</sup>)은 골수강내 정맥조영술을 이용, 각종 외과적 고정방법에 따른 치유효과를 비교 실험한 결과, 가압식 이중 플레이트 고정법을 실시한 군에서 정맥계의 순환재생이 초기에 뚜렷하게 나타났으며, 골절부의 안정성이 중요하다고 하였다.

골절은 활동을 저해하고 운동의 제한으로 인한 생활의 불편함을 초래하므로 골절치유 속도를 빠르게 하여 기능을 신속하게 회복함이 요구된다.<sup>1)</sup> 골절치유 속도를 높이고, 골절 개선을 위한 여러 약물요법이 소개되었으며<sup>6,20,24</sup> 그 치유효과에 대한 평가방법으로는 시일이 경과한 뒤의 골의 조직학적 관찰<sup>1)</sup>, 재수복된 골의 강도측정<sup>21)</sup>, 건조된 골의 무게측정<sup>2,3)</sup> 등에 대한 보고는 있었지만, 골수강내 정맥조영술을 이용한 골절치유에 대한 문헌은 없었다.

본 실험의 대조군에서는 단절된 혈행이 재개됨을 알 수 있는 동양 정맥동이 5주 이후부터 전례에서 관찰되었으며, 이와같은 X-선 소견의 결과는 개<sup>3)</sup>와 소<sup>31)</sup>에서 intramedullary pin 고정시 출현하는 골수강내 정맥조영의 소견과 그 시기가 유사하였다.

Vitamin D<sub>3</sub>는 장관에서 calcium 및 phosphate를 흡수하고, 신장에서 이를 재흡수하여 골질에 calcium phosphate의 침착을 돕는다.<sup>5,22,30,32)</sup> 또한 vitamin D<sub>3</sub>가 취약한 골질의 개선에 효과가 있으며, 골절치유에 효과적이었다고 하였다.<sup>3,18)</sup>

그러나 본 실험에서 vitamin D<sub>3</sub> 단독 투여군의 골수강내 정맥 조영소견은 대조군과 큰 차이없이 5주부터 동양정맥동이 전군에서 관찰되는 것으로 볼 때 vitamin D<sub>3</sub> 단독으로는 취약한 골피질의 치유효과가 없었다는 Epstein 등<sup>9)</sup>의 보고와 유사한 결과라고 볼 수 있다.

Annefeld 등<sup>1)</sup>은 토끼에서 실험적으로 연골손상을 일으킨 후 calcium carbonate, bone meal 및 osseihydroxyapatite(ossopan<sup>®</sup>)의 투여에 따른 손상된 연골 부위의 치유정도를 조직학적 관찰방법을 이용하여 치유효과를 비교한 결과 ossopan의 투여군이 빨리 회복되어 좋은 효과가 있다고 보고 하였다.

본 실험에서는 calcium phosphate 투여군에서 3주 이후부터 동양정맥동이 전례에서 관찰되는 것으로 보아, 골손상과 취약한 골질이 재수복에 우수한 효과를 나타내고<sup>1)</sup> 치유속도를 빠르게 하였다는 보고<sup>6)</sup>와 일치하였다. Vitamin D<sub>3</sub>와 calcium phosphate를 병

용투여한 군에서는 calcium phosphate 단독투여군과 유사하게 3주부터 동양정맥동이 전례에서 나타났다.

골수강내 정맥이나 동양정맥동은 단절된 양골단간의 혈행이 재개됨을 나타내지만 동시에 출현하는 것은 아니며, 골수강내 정맥의 초기출현 빈도가 낮았던 것은 혈관의 크기가 작아 조영제로 나타내기에 불충분했다고 볼 수 있다.<sup>34)</sup>

이상 본 실험의 결과를 종합해 볼 때 calcium phosphate의 투여가 골절치유의 초기단계에 효과가 있으며, 골절치유의 조기판정에 있어서 골수강내 정맥조영술의 이용이 효과적이었다고 사료된다.

## 결 론

New Zealand White 품종의 토끼 16마리를 실험동물로 이용하여 대퇴골을 횡골절시킨 후 토끼용 사료만 급여한 대조군과 6주간 vitamin D<sub>3</sub> 200 IU 단독투여군, calcium phosphate 1400mg 단독투여군 및 vitamin D<sub>3</sub> 200 IU와 calcium phosphate 1400mg 병용 투여군으로 각 4두씩 나누어 골절치유 효과에 대한 평가로 골수강내 정맥 조영술을 이용하여 골절치유과정에서 출현하는 골절부의 정맥계를 수술 2주이후부터 6주간 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 대조군에서 동양정맥동은 3주에 1례, 5주부터 전례, 골수강내 정맥은 4주에 1례, 주영양 정맥분지는 6주에 전례에서 관찰되었다.

2. Vitamin D<sub>3</sub> 단독 투여군에서 동양정맥동은 3주에 1례, 5주부터 전례, 골수강내 정맥은 4주에 1례, 6주에 3례, 주영양 정맥분지는 6주에 전례에서 관찰되었다.

3. Calcium phosphate 단독 투여군에서 동양정맥동은 3주부터 전례, 골수강내 정맥은 4주에 3례, 주영양 정맥분지는 3주에 3례에서 나타났다.

4. Vitamin D<sub>3</sub>와 calcium phosphate 병용 투여군의 동양정맥동은 2주에 2례, 3주부터 전례, 골수강내 정맥은 4주에 2례, 6주에 전례, 분지는 4주부터 전례에서 관찰되었다.

이상을 종합해 보면 토끼의 골절치유시 vitamin D<sub>3</sub>의 단독 투여효과는 없었으나 calcium phosphate의 투여군에서는 효과가 있었다. 그리고 골수강내 정맥조영술이 골절치유의 조기판정에 매우 효과적이었다고 사료된다.

### Legend for Figures

**Fig. 3.** Intraosseous phlebographic findings in the control group.

- a. At two weeks, no intraosseous flow.
- b. At five weeks, poor transfracture flow of contrast medium and filling of periosteal veins of the proximal fragment.
- c. At six weeks, the sinusoidal veins, periosteal veins and main nutrient of the proximal fragment are demonstrated.

**Fig. 4.** Intraosseous phlebographic findings in the group treated with vitamin D<sub>3</sub>.

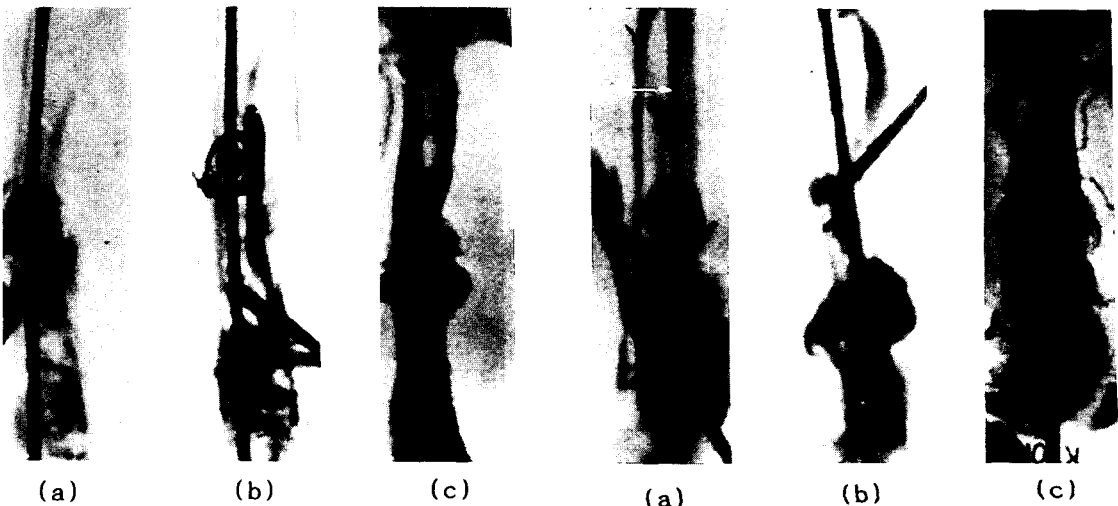
- a. At two weeks, no intraosseous flow.
- b. At five weeks, adequate intraosseous flow of contrast medium across the fracture site and filling of sinusoidal net.
- c. At six weeks, intravenous connections through the fracture with visualization of intraosseous crossing veins, sinusoidal vein, periosteal vein, and main nutrient vein.

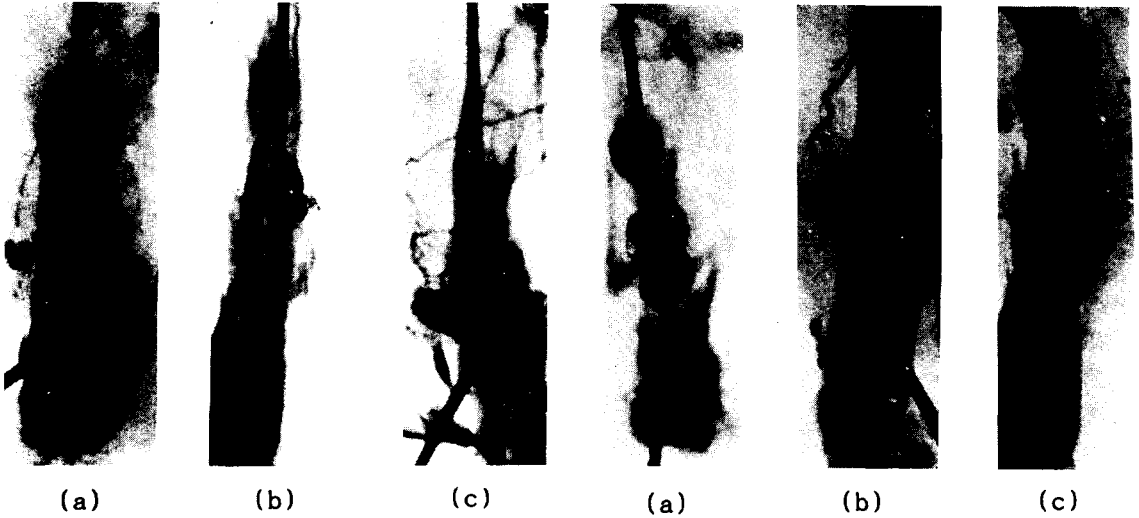
**Fig. 5.** Intraosseous phlebographic findings in the group treated with calcium phosphate.

- a. At two weeks, intraosseous venous flow through the fracture with sinusoidal vein.
- b. At three weeks, flow of contrast medium across the fracture cleft and filling of intraosseous crossing vein, sinusoidal vein, periosteal vein, and main nutrient vein.
- c. At five weeks, uniform and smooth flow of contrast medium across the fracture gap and filling of both intraosseous and extraosseous venous channels.

**Fig. 6.** Intraosseous phlebographic findings in the group treated with calcium phosphate.

- a. At two weeks, intraosseous venous flow through the fracture with sinusoidal vein and periosteal vein.
- b. At three weeks, flow of contrast medium across the fracture cleft and filling of sinusoidal vein, periosteal vein.
- c. At five weeks, intraosseous venous across the fracture site and filling of both intraosseous and extraosseous venous channels.





## 참 고 문 헌

1. Annefeld, M., Caviezel, R., Schacht, E. and Schicketanz, K. H. : The influence of ossein-hydroxyapatite compound(Ossopan) on the healing of a bone defect. *Cur. Med. Res. and Opinion.* (1986) 4 : 241~240.
2. Aro, H., Eeola, E. and Aho, A. J. : Determination of callus quantity in 4-week-old fracture of the rat tibia. *J. Ortho. Res.* (1985) 3 : 101~108.
3. Blahos, J., Babicky, A., Porsova, I. and Kolar, J. : Effect of 1, 25-dihydroxycholecalciferol on the fracture healing and on general posttraumatic skeletal response in the rat. *Endocrinol. Exp.*(1989) 23 : 287~294.
4. Brashear, H.R. : Diagnosis and prevention of non-union. *J. : Bone and Joint Surg.*(1965) 47-A : 174~176.
5. Cheeke, P.R. and Amberg, J.W. : Comparative calcium excretion by rats and rabbits. *J. Ani. Sci.*(1973)37 : 450~454.
6. Dent, C.E. and Davies. I.J.T. : Calcium metabolism in bone disease : effects of treatment with microcrystalline calcium hydroxyapatite compound and dihydrotachysterol. *The Royal Society of Med.*(1980) 73 : 780~785.
7. Durance, R.A., Parsons, V., Atkins, C.J., Hamilton, E.B.D. and Davies, C. : Treatment of osteoporotic patients : a trial of calcium supplement(Ossopan) and ashed bone. *Clin. Trial Jour.*(1973) 3 : 67~74.
8. Ellis, H. : The speed of healing after fracture of the tibial shaft. *J. Bone and Joint Surg.*(1958) 40-B : 42~46.
9. Epstein, O., Kato, Y., Robert, M.D., Sherock, S. : Vitamin D, hydroxyapatite, and calcium gluconate in treatment of cortical bone thinning in postmenopausal women with primary biliary cirrhosis. *Am. J. Clin. Nutr.*(1982).36 : 426~430.
10. Grigoriadis, A.E., Aubin, J.E., and Heersche, J.N.M. : Effect of dexamethasone and vitamin D<sub>3</sub> on cartilage differentiation in a clonal chondrogenic cell population. *Endocrinology.* (1989) 125 : 2103~2110.
11. Grrer, F.R., Tsang, R.C., and Searcy, J.E. : Mineral homeostasis during lactation relationship to serum 1.25-dihydroxyvitamin D, 25-hydroxyvitamin D, 25-hydroxyvitamin D, parathyroid hormone, and calcitonin. *Am. J. Clin. Nutr.*(1982) 36 : 431~437.
12. Göthman, L. : Arterial changes in experimental fractures of the monkey's tibia treated with intramedullary nailing. *Acta Chir. Scand.*(1961) 121 : 56~66.
13. Göthman, L. : Local arterial changes associated with diastasis in experimental fractures of the rabbit's tibia treated with intramedullary nailing. *Acta Chir. Scand.*(1962) 123 : 104~110.
14. Hohl, M. : Surgical treatemtn and technique. *J. Bone and Joint Surg.*(1965) 47-A : 179~189.
15. Hudhes, M.R., Brumbaugh, P.F. and Haussler, M.R. : Regulation of serum 1-alpha-25-dihydroxybitamin-D<sub>3</sub> by calcium and phosphate in the rat. *Science.*(1975) 190 : 578~579.
16. Kasaki, P. : Osteomedullography of the tibia. Intra-osseous phlebography with compression of the soft tissue vein. *Acta Radiol. supplementum.* (1971)312.
17. Kodicek, E. : The story of vitamin D from vitamin to hormone. *Lancet.* (1974)27 : 325~329.
18. Kolar, J., Babicky, A. and Blahos, J. : Influence of 25-hydroxycholecalciferol and calcitonin on experimental fractures. *Acta Chir. Orthop. Traum.*(1979) 46 : 193~199.
19. Kubota, M., Ohno, J., Shiina, Y. and Suda, T. : Vitamin D metabolism in pergnant rabbits : differences between the maternal and fetal response to administration of large amounts of vitamin D<sub>3</sub> *Endocrinology.* (1982)110 : 1950~1956.

20. Kuebel, M.A., Yeager, V.L. and Taylor, J.J. : Effect of phenytoin and/or beta-aminopropionitrile on a surgically induced periosteal wound. *J. Exp. Path.*(1985) 2 : 99~107.
21. Lenehan, T.M., Balligand, M., Nunamaker, D.M. and Wood, F.E. : Effect of EHDP on fracture healing in dogs. *Ortho. Res. Soc.*(1985) 3 : 499~507.
22. Norman, A.W. : Intestinal calcium absorption : a vitamin D-hormone-mediated adaptive response. *Am. J. Clin. Nutr.* (1990)51 : 290~300.
23. Olerud, S. and Goran, D.L. : Fracture healing in compression osteosynthesis in the dog. *J. Bone and Joint Surg.*(1968) 50-B : 844~851.
24. Paavolainen, P., Taivainen, T., Michelsson, J.E., Lalla, M. and Penttinen, R. : Calcitonin and fracture healing : An experimental study on rats. *J. Orth. Res.*(1989) 7 : 100~106.
25. Puranen, J. and Kasaki, P. : The clinical significance of osteomedullography in fracture of the tibial shaft. *J. Bone and Joint Surg.*(1974) 56-A : 759~776.
26. Reddi, A.H. and Anderson, W.A. : Collagenous bone matrix-induced endochondral ossification and hemopoiesis. *J. Cell Biology.*(1976) 552~572.
27. Rhinelander, F.W. : The normal microcirculation of diaphyseal cortex, and its response to fracture. *J. Bone and Joint Surg.*(1968) 50-A : 784~800.
28. Singh, A.P. and Nigman, J.M. : Vascular response to fracture healing in the bovine. *Vet. Rad.*(1983) 24 : 174~180.
29. Steinbach, H.L., Jergesen, F., Gilfillan, R.S. and Petrakis, N.L. : Osseous phlebography. *Surgery, Gynecology & Obstetrics.*(1957) 215~226.
30. Stevenson, R.G., Palmer, N.C. and Finley, G.G. : Hypervitaminosis D in rabbits. *Can. Vet. Jour* (1976).17 : 54~57.
31. Vijaikumar, D.S., Singh, A.P., Nigman, J.M. and Chawla, S.K. : Intraosseous phlebography during fracture healing of the bovine tibia. *Agri. Practice.*(1985) 6 : 13~21.
32. Warren, H.B., Lausen, N.C.C., Segre, G.V. and Brown, E.M. : Regulation of calcitropic hormones in vivo in the New Zealand white rabbit. *Endocrinology* (1989) 125 : 2683~2690.
33. Wray, J.B. : Factors in the pathogenesis of non-union. *J. Bone and Joint Surg.*(1965) 47-A : 169~173.
34. 김덕정, 문명상 : 골수강내 정맥 조영술에 의한 각종 골절 고정법의 평가. *카톨릭대학 의학부 논문집.*(1976) 29 : 541~553.

## **Intraosseous Phlebography for Determination of the Effect of Vitamin D<sub>3</sub> and Calcium Phosphate on Fractured Bone Healing in Rabbit**

**Ki-Dong Um, D.V.M., M.S., Jai-Ki Sung, D.V.M., Ph.D.**

College of Veterinary Medicine, Seoul National University

### **Abstract**

Intraosseous phlebography was performed to determine the healing effect of the dosing treated with vitamin-D<sub>3</sub> nad/or calcium phosphate on the fractured bone in male rabbits.

Femoral shafts of 16 adult male rabbits were fractured and these animals were divided into 3 treated groups and 1 control group. The 1st treated group of rabbits was dosed with vitamin-D<sub>3</sub>(VD), the 2nd treated group of rabbits was given calcium phosphate(CP), and the 3rd treated group of rabbits received vitamin-D<sub>3</sub> and calcium phosphate. The control group of rabbits was dosed with saline alone.

Radiographs were taken weekly in each rabbit over 6 weeks period and the results obtained were as follows.

1. Sinusoidal vein was visualized at 3rd week in every animal received CP and VC, at 5th week in animals received VD and in control animals.

2. Main nutrient vein was observed more clearly in treated groups than in control group of animals.
  3. These results indicate that venous reconstruction of the fractured bone in groups of rabbits received CP and VC was earlier and more complete than those of other groups of rabbits.
  4. Therefore, intraosseous phlebography is suitable for determination of the bone healing effect of vitamin-D<sub>3</sub> and/or calcium phosphate in femoral fractured rabbits.
-