

## 개의 요골 · 척골의 치료

일본 동경대학교  
Veterinary Medical Center  
Prof. Nisimura, Ryohei

도시화가 진행되어 사람이 다니는 길과 차가 다니는 도로가 분리되면, 개가 교통사고 당하는 경우가 줄어든다. 따라서 우리가 임상 현장에서 취급하게 되는 골절 환축의 총 수는 상당히 줄어들었다. 그러나 요골 · 척골의 골절은 감소되지 않고, 역으로 증가하는 경향조차 나타내고, 전체 골절 중에 접하는 비율은 상당히 높아졌다. 본 강연에서는 요골 · 척골의 골절 중에서 특히 우리들이 접하기 쉽고, 또 트러블이 발생하기 쉬운 2가지 문제, “토이 견종(초소형견)의 요골 · 척골 골절의 유합부전”과 요 · 척골 성장판의 조기 폐쇄”에 관하여 설명하고자 한다.

### I. 토이 견종의 요골 · 척골의 유합부전

#### 배경

우리 병원에서 경험하게 되는 개의 골절 유합부전의 예는 그 대부분이 소형견의 요골 원위부 골절이며, 종례의 대부분이 포메라니안, 토이푸들, 이탈리아 그레이하운드, 치와와 등 토이 품종이다. 이러한 상황은, 일본에서는 전국적으로 거의 비슷하며 큰 문제가 되고 있다. 이런 문제가 발생하는 원인으로 몇 가지를 들 수 있는데, 그 배경으로서 이들 견종에서는 요골 · 척골 특히 그 원위 부분에서의 골절 발생 수가 많다는 것을 들 수 있다. 토이 품종 중에서도 이들 견종은 전지가 상당히 가늘다. 아마 이것 때문에 이들 견종에서는 아주 하찮은 이유로도 전지의 골절이 생긴다. 소파나 침대에서 뛰어 내린 정도가 골절원인인 경우도 적지 않다. 이에 비해 같은 소형견인 말티즈는 이 부위에서의 골절은 그다지 많지 않은데, 이것은 단순히 말티즈는 전지의 골격이 앞에서 설명한 견종보다 두텁기 때문이라고 생각된다. 또 원위 부분에서 골절이 많은 이유의 하나로서 요골 원위 부분주위의 근육이 매우 적다는 것을 생각할 수 있다. 전지 전체에 하중이 가해졌을 때 역학적으로 가장 약한 부분이 파탄을 일으키는 비율이 높기 때문에 앞에서 예를 든 견종에서는 이 부분에 골절이 생기기 쉽다.

#### 원인

골절의 유합부전 원인으로서는 여러 가지를 들 수 있지만, 그 중에서 소형견의 요골에서 유합부전이 많은 이유는 다음과 같은 점을 들 수 있다. 먼저 첫째로 앞서서도 설명한 것과 같이 요골 원위 주변에는 근육이 적다는 것이다. 이것은 토이 품종에서 특히 매우 심

하다. 한편 골절의 치유 과정에 있어서, 외골성(外骨性: 뼈 외부로부터)의 혈액공급이 대단히 중요하다. 즉 골절이 치유되는 과정에는 다량의 혈액공급이 필요한데, 이 때 중요한 역할을 담당하는 것은, 주위 근육을 중심으로 한 연부조직으로부터의 혈관신생이다. 게다가 주위 연부조직 특히 근육(근막)은 골아세포의 공급원의 하나로서 중요한 역할을 한다고 한다. 따라서 주위 근육이 빈약한 토이 품종의 요골 원위가 골절된 경우, 다른 부위에 비해 충분한 치유 기전이 작동하기 어렵다. 게다가, 한번 치유에 실패하여 2번, 3번 수술을 거듭하면 주위 연부조직의 상태는 더욱 악화되어 악순환을 초래한다.

또 하나의 주요한 원인으로서는, 고정의 불량한 것을 들 수 있다. 우리 병원에 소개되어 오는 토이 품종의 요골골절의 치유부전의 예는 깁스 또는 골수 내 핀으로 치료가 시도된 경우가 많다. 과거의 보고에 의하면 토이 품종 성견의 요골골절에 플레이트(bone plate)를 사용한 내고정을 한 경우, 유합부전을 일으키지 않았지만, 깁스에 의한 외고정 또는 골수 내 핀에 의한 내고정을 하였을 때, 높은 비율로 유합부전을 일으킨다고 한다. 앞에서 설명한 것과 같이 골절 부위 주변의 근육이 빈약하기 때문에 외고정만으로는 충분한 고정을 확보할 수 없다. 또 토이 품종의 요골은 가늘 뿐만 아니라 편평하고 만곡되어 있기 때문에 골수핀을 사용할 경우, 상당히 가는 Kirschner wires를 사용할 수 밖에 없게 되고, 또 근위측으로 충분히 길게 삽입하기 어렵다. 그렇기 때문에 특히 회전에 대한 억제력이 부족하여 골절 치유의 토대가 되는 결합섬유조직망과 모세혈관의 연결이 차단되어 유합부전의 원인이 되기 쉽다. 더구나 골수 내 핀을 삽입하면 수강 내로부터의 혈류를 방해할 가능성도 있어 유합부전을 일으킬 조건이 더욱 더 많아진다. 단 성숙하지 않은 개에서는 뼈의 치유기전이 왕성하게 작용하기 때문에 어린 개에서는 외고정만으로도 치유되는 경우가 적지 않다고 할 수 있다.

그러나, 실제 증례를 보면, 플레이트로 고정되었으면서도, 치유부전이 되는 예도 적지만 발생하고, 또 일단 치유되었다고 판단하여 플레이트를 제거한 후에 재골절되는 예도 있다. 이것은 강한 플레이트를 사용함으로 인해 골 표면의 허혈·괴사 또는 역학적인 문제 때문에 피질골이 해면골화되어 버리는 것이 한 원인이라 여겨진다.

## 진단

골절의 치료를 하여도 충분한 치유가 되지 않을 경우, 어느 시점에서 유합부전이라고 판단할 것인가는 임상적으로 매우 어렵다. 유합 기전이 지연되어 있는 지연유합(delayed union) 골절인지, 더 이상 치유 기전이 진행되지 않는 위관절인지를 판단하는 것은 그 시점에서는 사실상 불가능하다. 그러나 골절 치료의 최종 목적이 기능 회복인 점을 생각하면, 유합부전이 의심되는 경우에는 막연히 진단을 늦추지 말고 빨리 적극적인 치료를 생각하는 것이 좋다. 유합부전이라고 판단하는 기준으로는 장기간의 치료 경과를 거쳤음에도 불구하고 골절부위의 동통, 기능장애, 이상 가동성이 있으며, 방사선 검사에서 골절 간격의 지속적인 존재, 가골의 형성부전, 골절단의 골수강 폐쇄를 수반하는 골 경화

상 또는 골 위축상을 나타내는 경우이다. 토이 품종의 요골 원위 골절의 유합부전의 경우, 대부분이 가골이 형성되지 않는 무가골형 또는 위축형이라고 불리우는 생물반응이 떨어지는 type이다.

## 치료

대부분의 증례가 이미 어떤 치료를 받았으며, 골 위축이나 주위 연부조직의 손상이 심한 경우가 적지 않다. 앞에서 설명한 것과 같이 요골 원위 부분은 정상인 경우에도 주위 연부조직이 빈약하기 때문에 치료를 할 때 주위 연부조직에 더 이상의 큰 손상을 주거나 혈류를 방해하지 않도록 세심한 주의가 필요하다. 치료 방침의 기본은 견고한 고정과 골수 개방, 해면골 이식 등에 의한 골형성 자극을 실시하는 것이다. 또한 가능하다면 골형성 자극을 위해 골형성 인자(Bone Morphogenetic Protein: BMP)나 FGF(Fibroblast Growth Factor) 등 성장인자의 사용도 고려한다.

견고한 고정을 위해서는 다이나믹 압박 플레이트(DCP)를 사용하는 것이 가장 효과적이며, 가장 작은 2mm 스크류용의 플레이트(2mm 스크류를 도저히 사용할 수 없는 경우에는 1.5mm 스크류를 사용한다)를 사용한다. 일반적으로 골절되는 부위는 요골 원위 1/3보다 원위측이며, 재수술, 재재수술인 경우가 많고, 골절단을 또다시 절단할 수 밖에 없는 경우가 많기 때문에 원위측의 골이 상당히 짧아, 4홀 내지 잘해야 6홀의 플레이트를 쓸 수 밖에 없다. 만약 원위측이 더욱 짧아져 원위측에 스크류 1개 밖에 사용할 수 없는 경우에는 DCP가 아닌 홀 간격이 더욱 짧은 플레이트를 고려한다. 그러나 앞에서 설명하였듯이 견고한 플레이트는 역학적으로 너무 강하기 때문에 발생하는 문제가 나중에 생길 수 있다. 이것을 방지하기 위해서는 어느 정도 유합이 생기면 스크류를 몇 개씩 제거하는 것이 효과적이다. 단, 언제 제거하여야 하는가를 판단하는 것은 실제로 어려운 경우가 많다. 또 플레이트를 견고하게 장착하기 위해서는 주위 연부조직에 적지 않은 손상을 입히게 된다. 이것도 플레이트를 사용하는데 있어서 하나의 결점이 된다.

창외 고정도 적절히 장착할 수 있으면 견고한 고정을 시킬 수 있다. 일반적으로 0.9-1.2mm의 Kirschner wire 또는 같은 정도의 굵기의 나사 산이 있는 핀을 이용하고, 이것을 치과용 레진으로 고정한다. 요골은 편평하기 때문에 완전한 외측으로부터 wire를 삽입하는 것은 어렵기 때문에, 30-45°의 각도로 삽입한다. 창외 고정의 경우에는 뼈의 유합 정도를 방사선 촬영으로 관찰하기 쉽고, 또 연부조직에 그다지 손상을 입히지 않고 고정시킬 수 있다. 신선 골절 예로 쉽게 정복할 수 있으면, 피부의 절개는 극히 적게 또는 절개 없이 고정할 수 있다. 그러나 유합부전의 예에서는 뼈의 연결되어야 할 부위가 크게 어긋난 상태로 섬유조직으로 굳어져 있는 경우가 많아, 정복하는데 어느 정도 피부를 절개하지 않을 수 없으며, 또한 섬유조직을 어느 정도 제거하여야만 한다. 또 골절단단을 트리밍할 필요가 있거나, 골의 위축이 진행되었으면 창외고정만으로 정확하게 정복·고정하는 것은 의외로 어렵다.

최근, 이 두 방법의 장점을 살린, 하이브리드 고정법을 이용하는 경우가 많다. 즉, 다음에 설명하는 처치를 한 후, 가능한한 작은 플레이트와 스크류로 정복·고정하고, 거기에 가능한한 가느다란 Kirshner wire로 창외고정을 더하는 방법이다. 이 방법을 이용하면, 골절단단을 정확하게 맞출 수 있으며 또한 주위 연부조직의 손상도 최소한으로 줄일 수 있다. 또 방사선 사진을 관찰하면서 6-8주에 플레이트를 제거해버리고, 그 후에는 창외고정만으로 고정을 지속시켜, 플레이트에 의한 뼈의 허약화도 방지할 수 있다. 또한 뼈의 치유 정도를 충분히 확인할 수 있기 때문에 이를 관찰하면서 창외고정을 한번에 또는 두번에 나누어 제거하고 있다.

이들 유합부전의 환자는 앞에서 설명하였듯이 혈액 공급이 적고, 가골의 출현이 적은 생물반응이 빈약한 타입이 대부분이기 때문에, 더욱 적극적으로 골신생이 일어나도록 하는 것도 중요하다. 먼저 위축, 경화된 골절 단단을 정상이라고 판단할 수 있는 부분까지 절제하고, 골수를 개방시킨다. 단, 몇 번씩 수술을 받은 적이 있는 예에서는 원위축이 매우 짧아져 있거나, 전체의 길이가 너무 짧기 때문에 충분한 골절제가 불가능한 경우도 있다. 이와 같은 경우에는 어느 정도 정리한 후 골 단단면을 가느다란 Kirshner wire로 드릴링하는 것이 좋다. 또 골절제는 골절단끼리를 깨끗하게 접합시킴과 동시에 접합 면적도 증가시켜, bone 플레이트의 기능을 충분히 발휘시킬 수 있는 목적도 있다. 이에 더해 골형성의 자극 및 신생골 형성의 토대를 마련하기 위해 골절단단에 자가 해면골을 이식하면 효과적이다. 해면골의 채취는 일반적으로 상완골, 경골, 장골능에서 실시하는데, 토이폼종에서는 주로 상완골에서 실시하며, 피질골에 드릴 같은 것으로 구멍을 뚫어 작은 큐렛으로 채취한다.

#### 성장인자 투여에 의한 골신생을 촉진(골유도)하는 방법

현재까지의 연구에서 골절 치유 과정에는 골형성 단백질(bone morphogenic protein: BMP), 섬유아세포 증식인자(fibroblast growth hormone; FGF), 트랜스포밍 증식인자(transforming growth factor- $\beta$ ; TGF- $\beta$ ), 혈소판 유래 성장인자(platelet-derived growth factor; PDGF), 인슐린양 성장인자(insulin-like growth factor; IGF) 등 다양한 성장인자가 중요한 역할을 한다는 것이 확실해졌다. 반대로 말하면, 이들 물질을 외인성(外因性)으로 사용하면 골형성의 촉진작용(골유도)을 유발할 수 있다. 이 중에서 BMP와 FGF는 골절 치유 및 골 결손의 수복을 촉진한다. 즉 골 유도능력을 나타낸다는 것이 보고되었다. 또한 부갑상선 호르몬(parathyroid hormone; PTH), prostaglandin E2 receptor agonist(EP4 agonist)도 같은 내용의 보고가 있으며, 일부 임상 응용도 실시되고 있다. 그러나 투여법 등등에 대해서는 아직 확립되어 있지 않다.

**골 형성인자(BMP) :** 다양한 성장인자 중에서 가장 강력한 골 유도작용을 나타내는 것

이 BMP이다. BMP의 발견은 오래되어 1965년 Urist에 의해 토끼 및 설치류 근육 내에 탈회(脫灰) 골기질을 이식하면 신생골이 유도된다는 것이 보고되었다. 그 후의 연구에서 그 활성 인자가 단백질(당단백)이라는 것이 판명되었고, 골형성 단백질이라고 불리게 되었다. 현재까지 12종류 이상의 사람 BMP의 유전자조합체(rhBMP1-12)가 생합성 되었지만, 그 중에서 rhBMP2가 가장 강력한 골 유도능력을 나타낸다는 것이 보고되었다. BMP는 간엽계 줄기세포를 골아세포, 연골세포로 분화시킴과 동시에, 근육 아세포의 근관(筋管)세포로의 분화를 억제하고 이들을 골아세포로 분화시킨다. 게다가 지금은 BMP는 단순한 골 유도인자가 아니라 간엽계 세포의 폭넓은 분화조절인자로서 인식되고 있다. 한편 BMP의 효과는 동물종에 따라서 크게 달라, 원숭이의 근육 내에 이소성으로 골을 유도하기 위해서는 마우스, 랫드에 비해 다량의 BMP가 필요하다. 또 사람에게 있어서는 골 결손부에 골형성을 유도하기 위해서는 다량의 BMP가 필요하다는 것이 알려져 있다. 그러나 BMP가 개의 이소성(골외) 및 동소성(同所性)으로 어떤 효과를 나타내는지, 필요한 용량은 어느 정도인지에 대해서는 아직 알려져 있지 않다.

그래서 우리 연구진은 이러한 점들에 있어서, rhBMP-2를 이용한 실험을 실시하였다. 그 결과 rhBMP-2는 개(비교적 연령이 많은 개를 포함함)에 있어서 강력한 골 유도 활성을 나타내며, 이소성(피하, 근육 내), 동소성(골 결손부) 양측 모두에서 3주 이내에 신생골이 유도되었다. 이러한 작용의 발현은 rhBMP-2의 용량과 이식부위에 따라 좌우되어, 피하 보다도 근육 내에서 강력한 작용을 나타내었다. 또 골 유도에 필요한 BMP는 설치류에 비하면 상당히 고용량이 사용되어야 한다는 것을 알 수 있었다. 또한 BMP에 의한 골 형성 과정은 지금까지의 보고와는 달리 막성(膜性) 골화에 의해 진행되는 것을 확인하였다. 골 결손부에 있어서도 골외 조직으로부터 뼈가 유도되는데, 이소성 부위의 뼈는 빠르게 흡수되는 것(6주간)에 비해 골 결손부에서는 골 형성이 치유 과정으로 이행된다. 다음으로, 척골에 2 cm의 골 결손부위를 제작하여 여기에 BMP를 투여하여 효과를 검토하였다. 그 결과 용량의존성의 효과를 나타내어, 고용량 투여군에서는 방사선학적으로 16주간 정도에 치유가 되었다. 또 초기의 골 유도는 rhBMP-2의 용량이 많을수록 carrier로부터 떨어진 부위에 생겨, 큰 골형성으로 이어졌다. 조직학적으로는 rhBMP-2는 주위 연부조직의 유약세포에 대한 강력한 분열 촉진작용을 나타내었으며, 이어서 이들 세포를 골아세포로 분화시키는 작용을 나타내었다. 이 때 이들 세포에서는 BMP 수용체의 발현을 확인할 수 있었으며, rhBMP-2가 직접 작용하였다고 여겨진다. 특히 투여 초기의 조직 변화를 관찰하면, 골막 세포뿐만 아니라, 연부조직에 산재하는 미분화 세포 및 근육아세포에 BMP 수용체의 발현을 있었으며, 이들이 초기의 유주, 분열 증식의 표적이 되었다고 판단된다. 또 rhBMP-2 투여에 의한 골형성은 막성 골화에 의해 바깥 쪽에서부터 시작하는데, 여기에는 혈관신생이 크게 관여한다고 생각되며, 혈관 내피세포에서도 BMP 수용체의 발현을 확인할 수 있었으며, 혈관신생, 혈관침입에도 rhBMP-2가 직접 작용하는 것으로 판단된다. 이러한 점들을 종합하면, 골 결손부 주위에 존재하는 근육 및 근막에

는 rhBMP-2의 표적이 되는 유약 세포 및 혈관이 풍부하게 존재하며, 골 유도에 유리한 환경이 갖추어져 있는 것이라 할 수 있다.

이상의 결과를 근거로 난치성 골절을 주증으로 내원한 개의 임상 증례에 대하여 rhBMP-2를 사용하였을 때의 효과에 대하여 검토하였다. 이들 개의 대부분은 포메라니안이나 파피용 등 토이 품종이며, 요골·척골의 골절이 대다수를 점하였다. 그 결과 일부의 예를 제외하고, 골의 유합을 얻을 수 있었다. 방사선 사진에서 가골 형성을 확인할 수 있었던 것은 21-100일 후(중앙치 24일)이며, 충분한 골형성을 확인할 수 있었던 것은 34-300일 후(중앙치 63일)이었다. 가골 형성을 확인할 수 없었던 예는 수술을 몇 번씩이나 실시하였던 증례로, 주위 연부조직의 섬유화가 심하고, 골위축도 심한 증례였다. 최근에는 이와 같은 골절부 주위의 연부조직의 상태가 나쁜 예에 대하여 scaffold로서  $\beta$ -TCP와 같이 투여하는 시도도 실시되고 있다.

일본에서는 현재 rhBMP-2를 입수하기가 어렵고, 앞으로의 예측도 불가능하지만, 미국에선 2004년 5월 4일 rhBMP-2(INFUSE, Medtronic사)가 FDA로부터 경골골절의 치료약으로서 판매 승인을 받았다.

**섬유아세포 증식인자(FGF):** 지금까지 많은 수의 FGF가 동정되어 in vivo에서 골형성을 촉진하는 것이 확인되었다. 이것의 작용 기전으로서는 직접 골아세포에 작용하여 골아세포의 증식, 분화를 촉진시킬 가능성, 골아세포에 작용하여 BMP 등의 발현을 증가시켜 간접적으로 작용할 가능성 등을 생각할 수 있으나 잘 알려져 있지 않다. 사람에서는 이미 전임상과정을 거쳐 실제로 약물로서 치료효과가 있는지 검토하는 단계에 들어가 있으며, BMP와 마찬가지로 척추고정, 분쇄골절, 골절단교정술 후의 유합 촉진 등에 응용되고 있다. 일본에서는 피부용 FGF가 시판되고 있으며, 육아형성 촉진작용, 혈관신생작용을 나타낸다(Fibroblastospray; 科研製藥). 옥창·피부궤양 치료제로서 이용되고 있다.

## II. 요골·척골 성장판의 조기폐쇄

개의 요골·척골 골절에 있어서의 또 하나의 큰 문제가 요골·척골 성장판의 조기폐쇄이다. 이것은 전형적인 골절과는 약간 다르지만, 뼈에 대한 손상에 기인하는 것으로 넓은 의미로 골절에 포함시킨다.

개는 후지보다도 전지에 가하는 하중이 크며, 또한 전지 쪽이 운동의 제어라는 점에서 보다 큰 역할을 담당한다. 그렇기 때문에 개에서는 성장기에 요골·척골 성장판의 손상이 생기기 쉽다. 정상인 동물에서는 요골과 척골은 완전히 동기화되어 성장할 필요가 있는데, 한쪽 골의 성장판 손상에 의해 골 성장에 이상이 생기면, 다른 측 골은 정상적인 방향으로의 성장이 방해되어 3차원 방향으로 만곡되어 성장한다. 이렇게 되면 전지는 크



게 변형됨과 동시에 관절의 아탈구가 생긴다. 이 질환은 진단·치료가 늦어지면 만족할 만한 결과를 얻기 어렵고, 평생의 대부분을 불만족스러운 상태로 지낼 수 밖에 없게 된다. 그렇기 때문에 정확한 진단과 적절한 처치를 신속하게 실시하여, 골·관절에 있어서의 2차적인 변화를 최소한으로 할 필요가 있다.

요골·척골 성장판의 조기폐쇄는 빈도가 높은 순서로 척골 원위의 성장판 폐쇄, 요골 원위 성장판의 부분폐쇄, 요골 근위·원위 성장판의 완전폐쇄의 3가지가 주요한 형태이다. 이들은 모두 외과적 요법이 필요한데, 그 방법은 손상된 형태, 손상을 받은 연령, 그리고 초진 시의 연령과 골의 변형 정도에 따라서도 크게 좌우된다. 골의 성장이 현저한 4~6개월령 무렵, 그 중에서도 초기에 손상을 입은 경우에는 변형의 진행이 상당히 빨리 진행되기 때문에 특별히 신속한 판단이 반드시 이루어져야 하며, 골 연장술의 병행이 필요한 경우도 있다. 또 변형이 이미 중중에 이른 경우에는 단순한 골절단술만이 아니라, 골절단 교정술이 필요한 경우가 많고, 또 관절의 아탈구의 교정이 충분히 이루어지지 않는 경우도 있다.

**외과적 요법** : 요골·척골 성장판의 조기폐쇄에 대한 치료의 원칙으로서는 다음과 같은 것을 들 수 있다. 1) 가능한 한 빨리 진단을 내리고, 적절한 외과적 치료를 신속하게 실시한다. 2) 성장 단계에 있는 개의 경우는 골절단술의 응용에 의해 가능한 한 뼈를 자연스럽게 성장시킨다. 이것으로 교정할 수 없는 부분은 골절단교정술, 골연장술로 교정한다. 3) 성장기가 지난 개에서는 운동기능에 문제가 있을 것 같으면 골절단 교정술에 의해, 뼈의 변형과 관절의 아탈구를 교정한다. 아래에 성장판 조기폐쇄의 형태에 따른 외과적 치료법의 대표적인 것을 설명한다.

**[척골 원위 성장판 조기폐쇄 예로 요골 성장판이 폐쇄되지 않은 경우]**

주(팔꿈치)관절의 아탈구와 요골의 변형이 심해지기 전이라면 대처하기 쉽다. 이 경우에는 척골 골절제술이 적합하다. 이 방법으로 척골이 원위측으로 당겨져 주관절의 아탈구 및 이에 기인하는 관절증과 요골의 변형을 예방(또는 교정)할 수 있다. 척골은, 원위 성장판 보다 근위의 골간 부분을 1~2 cm 절제한다. 이때 주위 골막을 모두 절제할 필요가 있다. 골막이 남아 있으면 절제한 부분이 유합되기 쉽다. 게다가 절제 부분에 지방조직을 이식하면 유합을 방지하기 쉽다. 그러나 어린 강아지의 경우, 골신생이 상당히 왕성하여, 요골 성장판이 폐쇄되기 전에 골절제한 부분이 골유합을 일으켜 버리는 경우도 있다. 이 경우에는 필요하다면 재차 골절제술을 실시할 필요가 있다.

**[척골 원위 성장판의 조기폐쇄이며 요골 성장판이 이미 폐쇄된 경우]**

이 경우에는 뼈의 변형을 교정하여, 파행의 경감과 운동기능의 회복을 목적으로 한다. 뼈의 변형 정도는 다양한데, 가장 중요한 점은 외측 및 미측으로 만곡된 요골 원위를 교정하고, 발바닥 면이 정상적으로 착지할 수 있도록 정상적인 위치로 회전시키는 것이다. 골절단 교정술에는 몇 가지 교정방법이 있는데, 가장 일반적인 것은 창외교정법이다. 먼

저 요골의 근위 및 원위단 가까이에, 가운데가 나사산이 있는 핀을 각각 주관절과 수근(손목)관절면과 평행하며 요골의 장축면(長軸面)에 평행하게 삽입한다. 그 다음에 요골의 가장 변형이 심한 부분에서 원위측의 핀과 평행하게 골절단술을 실시한다. 마찬가지로 척골의 골절단술을 실시한다. 상하의 핀을 움직여 주관절면과 수근관절면이 평행하도록 하며, 또한 회전 축(軸)도 교정하고, 이 위치에서 핀을 connecting bars로 고정한다. 그리고 요골에 핀 2~3개를 더 삽입하고, type I+II 창외고정으로 고정한다. 창외고정은 이 밖에도 Ilizarov-type 창외고정기를 사용하여 고정할 수도 있다. 또 플레이트 고정법도 가능하지만 변형의 교정이라는 점에서 창외고정법이 하기 쉽다.

**[요골 원위 성장판의 부분폐쇄이며 성장판이 폐쇄되지 않은 경우]**

성장판의 부분폐쇄가 초기의 단계에 발견되고, 뼈의 변형이 그다지 없는 경우에는 부분폐쇄된 부위를 절제하여 치료할 수 있다. 원위 성장판 부분을 노출시킨 후, 가느다란 주사침 같은 것을 사용하여 성장판 부분을 찢어 보면, 정상인 부분은 부드럽고 저항감 없이 들어가는 것에 비해 부분폐쇄된 부분은 딱딱하고 쉽게 들어가지 않기 때문에 구별할 수 있다. 이 부분을 정상 부위가 노출될 때까지 고속 Bur 같은 것으로 깎고 지방조직을 이식한다.

뼈의 변형이나 관절의 아탈구가 있는 경우, 앞에서 설명한 부분 절제술을 실시하여도 이른 시기에 재폐쇄 되어버린 경우에는 장골(長骨)의 성장이 계속되고 있기 때문에 요골의 골절단술을 실시한 후 골연장기를 이용하여 골연장술을 실시한 필요가 있다. 단 골연장기는 가격이 비싸다는 점과 무겁다는 것이 결점이다. 하지만 Ilizarov-type 창외고정기를 이용하면, 비용면에있어서도 종량면에 있어서도 응용이 쉬워, 통원치료로도 충분히 관리가 가능하다.

**[요골 원위 성장판의 부분폐쇄이며 성장판이 폐쇄된 경우]**

이미 성장판이 폐쇄된 경우에는 요골 및 척골의 골절단 교정술을 실시하고 bone plate 로 고정한다. 주관절의 아탈구가 병발한 경우에는 요골의 골절단술을 한 후, 전용의 기구를 사용하여 절단된 사이를 넓혀주어 요골 골두(骨頭)를 근위측으로 밀어올려 줄 필요가 있다. 그렇게 하여 생긴 벌어진 틈에는 피질골 이식을 하고 고정하는데, 요골두를 충분히 이동시킬 수 없는 경우에는 골간막을 절단하거나, 앞에서 설명한 골연장기를 이용하여 천천히 이동시킨다.

**[요골 원위 성장판 폐쇄 예로 성장판이 폐쇄되지 않은 경우 및 폐쇄된 경우]**

앞에서 설명한 부분 폐쇄 예와 거의 같은 방법으로 교정한다.

**수술 후 관리 :** 척골 골절제술을 실시한 경우에는 외고정 등 특별한 처치는 필요 없지만, 수술 후에는 운동제한을 시킨다. 동물의 연령(월령)에 따라 2~4주 마다 검사하고 방사선 사진 촬영으로 요골의 성장도와 변형의 교정도 등을 수술 전 방사선 사진과 비교한다. 만약 골절제술을 한 부위가 골 유합된 경우에는 재수술이 필요하다. 요골의 골절단 교정



술을 하고, 창외고정기로 고정한 경우에는 수술 후의 방사선 검사로 주관절과 수근관절면이 평행하게 되어 있는지, 요골 근위, 원위가 가지런한 면으로 되어 있는지를 확인한다. 만약 어긋나 있으면, 창외 고정기를 조정한다. 수술 후에는 운동제한을 실시하고, 핀의 삽입 부위에 감염이 생기지 않도록, 상처를 소독 치료한다. 골 유합이 진행된다면, 가능한 한 핀의 수를 줄여 주면 골유합을 촉진시킨다. 요골 원위 성장판의 부분 절제를 한 경우에는 Robert-Jones Bandage를 하고 운동제한시킨다. 동물의 월령에 따라 2~4주간마다 체크하고 방사선 검사를 통해 부분절제한 부분의 골유합의 유무, 요골 성장도와 변형의 정도 등 수술전과 상세히 비교 검토한다. 요골 골절단 교정술을 한 경우에는 앞에서 설명한 창외 고정 시와 마찬가지로 관리하고, 하루에 1mm의 스피드로 뼈를 연장시킨다. 2~3주간마다 방사선 촬영하여 변형의 교정도, 골 간극이 골신생 정도, 정상측의 요골과의 길이를 비교하고, 필요에 따라 창외 고정기의 조정 및 골연장 속도를 조정한다. <끝>

번역 : 김 휘 울 (건국대 수의외과학교실)