

# 内部冷却 骨穿孔時 冷却水の 溫度에 따른 骨組織의 病理組織學的 變化

釜山大學校 齒科大學 顎顔面口腔外科學教室

朴相俊\* · 金兌奎

Abstract

## HISTOPATHOLOGIC CHANGES OF THE BONE ON DRILLING WITH DIFFERENT TEMPERATURE SALINE USING INTERNAL IRRIGATION

Sang-Jun Park\*, D.D.S., M.S.D., Tae-Kyu Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Pusan National University*

This study was performed to evaluate the histopathologic changes of the rabbit tibial compact bone using internal irrigation with both cold and room-temperature saline on drilling.

The medial surface of the rabbit tibia was drilled with specially designed pilot drill (2.0mm in diameter) at 300 rpm. When drilling, two different temperature salines were injected (experimental group I: 4°C saline, experimental group II: room-temperature saline). And the control group was drilled without cooling agent. The three rabbits in each two experimental and control groups were sacrificed 1, 2, 4, and 8 weeks after.

The bone tissues including the bony defects were fixed with 10% neutral buffered formalin, decalcified with formic acid, embedded in paraplast, and sterile sectioned at 5-6µm. And then tissue specimens were stained with H-E and observed under light microscope.

The results were as follow:

The experimental groups showed early bone repair than the control group at all intervals. They underwent the same course of bone repair until 4 weeks. But the experimental group I showed slightly better bone maturation than the experimental group II at 8 weeks.

### 목 차

- I. 서 론
- II. 증 례
- III. 총괄 및 고찰
- IV. 결 론
- 참고문헌

### I. 서 론

Brånemark 이 골일체성(osseointegration)이라는

개념을 정립, 발전시키고 치의학 임상에 적용하여 치과매식분야에서 탁월한 결과를 얻음으로써 최근 치과매식술이 학계의 관심의 대상이 되고 있다.

골일체성이란 매식물과 골조직사이에 어떠한 연조직도 존재없이 직접 연결되는 것으로 매식물을 골조직에 식립하기 위한 수술시 과도한 외과적 손상이 가해지면 매식물과 골조직사이에 연조직층을 형성하여 향후 매식물이 보철물 제작을 위한 지지체로서의 기능을 상실하게 되고, 결국 제거되어야 한다. 즉, 매식물 식립을 위한 골천공

동안 발생하는 과도한 마찰열은 골일체성을 방해하는 중요한 원인으로, 가능한한 열발생을 줄이는 것이 성공율을 높이는 방법이 된다<sup>1-5)</sup>.

골 천공 및 제거시 발생하는 마찰열은 골조직의 울혈, 섬유화, 골생성 변화, 탈수, 수축 및 괴사 등을 야기하는데<sup>6-10)</sup>, Bonfield 등<sup>11)</sup>은 마찰열이 50°C 이상일때 골조직의 기계적, 물리적 특성의 변화가 나타난다고 하였고, Tetsch<sup>12)</sup>는 56°C를 초과할 때 비가역적인 골괴사가 야기된다고 하였다. 그러나, Eriksson 등<sup>13)</sup>은 온도변화에 따른 골조직 재생에 관한 연구에서 47°C의 온도로 1분간 적용시킨 경우에 현저한 골괴사를 보였으나, 44°C 1분간 적용시 골괴사가 거의 없었다고 보고하였다. Matthews 등<sup>20)</sup>은 피질골 천공시 열발생의 정도와 온도 지속시간을 비교 연구하였는 바, 삭제기구의 회전 속도보다는 천공시 가해지는 힘이 더 많은 열발생을 초래하므로, 예리한 삭제기구 및 외부냉각법이 요구된다고 주장하였으며, Lavelle 등<sup>21)</sup>은 외부냉각법(external irrigation)에 비해 내부냉각법(internal irrigation)이 우수한 효과를 나타내지만, 여전히 인접골에 약간의 마찰열 자극은 계속 존재한다고 연구 보고하였다.

이와같이 골 삭제 및 천공시 발생하는 마찰열을 감소시키기 위하여 저회전 속도<sup>6,14,22-25)</sup> 간헐적 삭제<sup>26-27)</sup>, 예리한 삭제기구<sup>28)</sup>, 증류수나 식염수를 이용한 외부냉각법<sup>29,30)</sup> 혹은 내부냉각법<sup>21,30)</sup> 등이 이용되고 있는데, 대다수의 연구가 실온의 증류수나 생리적 식염수로 이루어졌으며, 저온의 냉각수에 의한 마찰열 감소에 관한 연구는 전무한 실정이다. 저자는 가토의 경골에서 내부냉각법을 이용한 피질골 천공시 생리식염수의 온도에 따른 골조직의 병리조직학적 변화를 비교, 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험 재료 및 방법

체중 2.8-3.8Kg의 양성 가토 36마리를 일정기간 사판 배합고형사료로 사육하여 실험조건을 동일하게 한 후, 본 실험에 사용하였다.

Ketamine 30mg/Kg을 근주하여 마취시킨 후, 실험대에 고정시켜 양측 경골 내측의 털을 삭제하고 통법에 의해 소독한 뒤, 2% lidocaine HCl (1:100, 000 epinephrine) 0.5ml를 주사하고 통상의 절개

법으로 약 2.5cm의 절개 후, 경골을 노출시켰다.

내부냉각법을 사용할 수 있도록 고안된 contra-angle handpiece(Denar Co., USA)에 직경 2.0mm의 특수고안된 bur를 장착하여 가토 경골의 내측면을 300 rpm의 회전속도로 천공하였다.

실험군은 4°C의 냉각수를 사용한 군(제 I군)과 실온(18°C)의 냉각수를 사용한 군(제 II군)으로 구분하였으며, 냉각수로는 분당 50ml의 속도로 생리식염수를 주입하였다. 대조군으로는 냉각수를 사용하지 않은 군을 사용하였다. 실험군 및 대조군은 1주, 2주, 4주 및 8주에 각 3마리씩의 가토를 희생시켜 조직편을 절취하여 10% neutral buffered formalin(pH 7.2)에 5일간 고정시킨 뒤, sodium citrate가 포함된 formic acid용액으로 탈회하고 통법에 의한 파라핀 포매후, 절취된 조직을 5-6µm의 박절표본으로 제작하여 H-E 증염색을 시행한 후, 광학현미경 하에서 검경하였다.

## III. 실험 성적

### I. 대조군

#### 1) 제 1 주

실험적으로 형성한 골결손부에서는 골잔사(bone debris)들이 다수 보이고 심한 혈관확장 및 울혈(congestion)과 골모세포(osteoblast)들이 매몰되며 분비하는 기질(matrix)로 형성된 가골(callus)들이 산재되어 관찰되었는데, 가골주위에 골원세포(Osteogenic cell)에서 분화한 골모세포들이 이장(lining)되는 소견을 보였다. 골막쪽으로는 혈피와 골잔사들이 보이며, 그 주위로 염증세포의 침윤이 관찰되었다(Fig. 2).

골절단부에는 많은 거대다핵세포인 파골세포(osteoclast)들이 관찰되었고, 호염기성 염색(basophilic staining)을 보이는 부위가 골결손부를 따라 나타났으며, 골결손부에 인접한 골에서는 소강(lacunae)내 골세포가 없는 사골(dead bone)이 관찰되었다(Fig. 3, 4).

#### 2) 제 2 주

골결손부에서는 가골들이 1주때보다 약간 더 치밀하며, 호산성(eosinophilia)이 더 증가되어 보이고, 가골사이로 큰혈관들이 분포하는 것을 볼 수 있었으며, 골막은 정상의 골막에 비해 호염기성

핵을 가진 미간엽세포(undifferentiated mesenchymal cell)들이 증식하고 있는 소견을 관찰할 수 있었다. 골절단부에서는 파골세포들이 관찰되나, 호염기성 염색부위는 감소된 양상을 보였다. 골결손부에 인접한 골에서는 골세포가 없는 소강이 1주에 비해 상당히 줄어들었다(Fig. 5).

### 3) 제 4 주

골결손부에 미성숙골(immature bone)이 나타났으며, 큰 혈관들이 미성숙골사이로 산재하고 있는 양상을 보이고 미성숙골의 중앙부위에 비정상적인 소강이 관찰되었고, 부분적으로 골세포가 없는 소강이 관찰되었다. 이것은 아직 골치유의 중간단계로 사료되며, 이차골원(secondary osteon)의 형성, 즉 골개조(bony remodelling)의 시작을 알 수 있는 소견이 관찰되었다. 큰 혈관내에서 이주해 오는 많은 미간엽세포들이 관찰되었으며, 파골세포들이 군데군데 골면에 국재하고 있다. 골절단부에서는 호염기성 염색부위가 관찰되지 않았으며, 골결손부에 인접한 골에서는 골세포가 없는 소강이 관찰되지 않았다(Fig. 6, 7).

### 4) 제 8 주

골수쪽에서 형성되는 신생골은 광화(mineralization)가 어느 정도 진행되고 있는 것을 알 수 있는 질은 호산성을 띠고 있으며, 골막 하방지역의 신생골은 약한 호산성을 띠고 있는데, 큰 혈관들이 이 시기에 계속해서 분포하고 있는 양상을 관찰할 수 있었다.

## II. 실험 I 군

### 1) 제 1 주

골결손부에서는 골잔사들이 거의 없고, 가골의 형성이 대조군보다 더 조밀하여 호산성이 더 짙게 나타나는 양상을 보였으며, 골결손부에 인접한 골에서 빈 소강의 넓이는 대조군보다 약간 더 좁았다. 그외의 소견은 대조군과 유사하였다(Fig. 9).

### 2) 제 2 주

골막 안쪽으로 혈관분포가 적은 곳에서는 연골이 증식, 성숙하고, 전형적인 연골내 골화의 양상으로 성숙된 연골세포가 분비한 기질에 의해 간히고 사멸하는 양상을 보이고, 연골세포가 사멸된 부위에 골기질의 석회화를 보이며, 이 골기질의 주변에 많은 혈관들이 분포해 있으며, 골모세포들이 석회화된 골기질에 이장되어 골형성을 첨가하는 양상을 보인다. 골결손부에서는 골수에서 유래한 미성숙

골이 조밀하게 산재되어 있으며, 그 사이로 많은 혈관들이 관찰되었다. 골절단부에서는 호염기성 염색부위가 존재했지만 염색의 정도가 덜했다. 골결손부와 인접한 골에는 골세포가 없는 빈 소강이 거의 보이지 않았다(Fig. 10, 11).

### 3) 제 4 주

골막의 내측에는 정상에 비해 호염기성을 띠는 미간엽세포가 밀집 증식된 소견을 보이고, 이차골원이 침착되는 양상 및 골사이로 교원질 섬유(collagen fiber)와 섬유모세포(fibroblast)로 구성된 결합조직으로 차 있으며, 대조군의 제 4 주군에 비해 상당히 적어진 혈관들이 관찰되었다. 골개조를 시사할 수 있는 혈관에서 이주해 오는 다핵세포들이 군데군데 관찰되며, 골면에도 파골세포들이 관찰되었다. 대조군에 비해 신생골의 호산성 염색이 더 균질하게 나타나고 있어 골성숙의 정도가 더 좋은 것을 알 수 있었다(Fig. 12, 13).

### 4) 제 8 주

골결손부가 정상적인 골원 혹은 Haversian canal의 형태에 가까워져 가고 있는 양상을 보이나, 형성된 골원주위에 골원보다 덜 진하게 염색되는 부위가 관찰되며, 이 부위에 불규칙하게 산재되어 있는, 소강내에 위치하는 골세포들이 관찰되었다. 골막의 완전한 피질골을 형성하기 직전의 조직상을 검경할 수 있었으며, Haversian system의 직경은 거의 정상골에 가까운 크기를 보여주고 있다(Fig. 14, 15).

## III 실험 II 군

### 1) 제 1 주

골기질의 형성을 촉진하는 것을 시사하는 입방형 세포인 골모세포가 뿔뿔하게 가골의 변연부를 이장하는 소견을 관찰할 수 있었으며, 그의 소견은 실험 I 군과 유사하게 나타났다(Fig. 16, 17).

### 2) 제 2 주

골외막 안쪽으로는 제 I 군과 동일한 연골내 골화의 양태를 보여주고 있으며 골결손부에는 큰 혈관들, 미성숙골과 미성숙골의 변연부를 골모세포가 이장하고 있는 소견을 보였다. 전체적으로 실험 I 군과 유사한 소견을 인지할 수 있었으며, 혈관주위에서 미성숙골연쪽으로 이주해 오는 많은 수의 골모세포로 인식되는 세포들이 관찰되었다(Fig. 18, 19).

### 3) 제 4 주

대조군에 비해 형성된 골의 염색이 짙은 산호성을 띠고 있는 부위가 대부분이나, 실험 I군에 비해 큰 혈판들이 극대하고 있으며, 혈판사이에 결체조직은 전반적으로 나타나지 않는 소견을 보이고 있었다. 대조군에 비해 파골세포의 수는 훨씬 감소되어 있었다(Fig. 20).

### 4) 제 8 주

실험 I군에 비해 전반적으로 Haversian system 이 덜 완성되어 있었으며, 골원의 주변에는 광화가 시작되는 부위로 추측되는 호산성 염색성이 얇은 부위, 즉 이차골원 형성 직전의 양상을 관찰할 수 있었고, 제 4 주에서는 관찰되지 않았던 Haversian system 사이로 큰 혈판이 잔존하고 있었다. 그리고 골수쪽에서 형성되어진 신생골은 거의 정상에 가까운 치밀골으로 관찰되었다(Fig. 21, 22).

## IV. 총괄 및 고찰

악안면구강의과영역에서 피질골과 망상골의 천공 및 제거를 위해 주로 bur가 사용되어진다. 이때 발생하는 마찰열은 울혈, 괴사, 섬유화, 골세포 변성 및 조골세포와 파골세포의 활성도의 증가를 야기한다<sup>6-10,31</sup>. 고온의 골온도에 의해서 탈수, 수축과 탄화가 야기되며, 50°C 정도의 온도에서 골의 기계적 특성의 손상을 초래하며<sup>17</sup>, 56°C 이상이 되면 비가역적인 골괴사가 야기된다<sup>10</sup>.

골천공 및 삭제시 마찰열 발생에 영향을 미치는 인자로는, bur의 모양 및 예리함, bur의 회전속도, 간헐적 삭제 여부, 냉각수의 사용여부 및 골 삭제시 가하는 압력 등을 들 수 있다.

골 천공시 발생하는 마찰열 측정은 1958년 Thompson<sup>25</sup>이 구체적으로 행하였는데, 1,000rpm으로 천공시 5mm 거리에서의 골 온도가 65.5°C, 250rpm으로 천공시는 37.7°C를 나타내어 마찰열은 drill 속도가 빨라지면서 증가한다고 하였으며, 조직학적 변화, 온도 변화, 기계적 영향, 피질골 관통의 용이도 등을 고려해 볼 때, Pallan<sup>13</sup>의 연구결과와 같이 500rpm의 회전속도가 가장 바람직하다고 하였다. Corkery<sup>22</sup> 역시 저회전 속도가 적합하다고 하였으나, Moss<sup>12</sup>, Spatz<sup>16</sup>, Costich<sup>6</sup> 등은 25만-30만 rpm의 고속으로 bur를 사용한 경우가 조직학적으로 골손상이 적어, 치유가 좋았다고 보

고하여 상반된 결과를 보였다. 한편 Schmidt<sup>20</sup>, Matthews<sup>20</sup> 등은 마찰열 발생이 기계의 회전속도에는 거의 좌우되지 않는다고 하였으며, Archer<sup>26</sup>는 마찰열을 감소시키기 위해 지속적 삭제보다는 간헐적 삭제를 추천하였다.

bur의 모양에 대해서, Hobkirk 등<sup>34</sup>은 골천공시 낮은 압력과 짧은 시간을 위해 spear point drill이나 Morse형 drill이 fissure 및 round bur보다 좋다고 하였으나, 황 등<sup>35</sup>은 round bur가 fissure bur보다 마찰열 발생이 적었다고 하였다. 골천공 및 삭제시 가하는 압력은 술자에 따라 다양하여, Peyton<sup>36</sup>은 0.5-2.0 lb, Charbeneau 등<sup>37</sup>은 0.56-2.2 N, Matthews 등<sup>20</sup>은 2-12Kg, Lavelle 등<sup>21</sup>은 2Kg의 힘을 사용하여 실험하였는데, Matthews 등<sup>20</sup>은 피질골 온도상승에 관하여는 인자중에서 bur에 가해지는 압력이 회전속도보다 더 중요하며, 압력이 증가되면 마찰열 및 지속시간이 증가된다고 하였다. 그러나 황 등<sup>35</sup>은 No. 6 round bur를 이용하여 1Kg의 하중으로 냉각과 함께 천공했을 때의 마찰열이 가장 낮았으며, 2Kg의 하중으로 천공했을 때가 1Kg, 3Kg 하중때보다 마찰열이 높게 나타났는데, 이는 3Kg 이상의 하중으로 천공시 피질골의 관통시간이 짧아지게 되어 온도가 상승할 수 있는 시간이 짧아진 것으로 보았다.

본 실험에서 사용된 drill의 회전속도는 적절한 냉각법이 존재할 때, bur의 회전속도가 골결손부의 치유와 재생에 크게 영향을 미치지 않는다는 사실에 근거를 두었고<sup>38,40</sup>, 제조회사의 지시<sup>41</sup>에 따라 300rpm의 간헐적 삭제방법으로 골천공을 시행하였다.

골천공시 발생하는 마찰열을 감소시키기 위하여, Peyton<sup>42</sup>, Spatz<sup>16</sup>, Moss<sup>12</sup>와 Youngblood<sup>43</sup> 등은 냉각수의 사용을 추천하였는데, 그 이유로는 bur의 골에 대한 마찰열을 감소시킬 뿐만 아니라, bur의 절단 효율을 개선시키고, 혈피의 탈락을 감소시키기 때문이다<sup>44</sup>. 본 연구에서는 멸균된 생리식염수를 사용하였다.

피질골과 망상골의 천공시 발생하는 마찰열을 감소시키기 위한 연구들, 특히 치과 매식물의 장착시 특별한 관심의 대상이 되어왔다. Bränemark이 매식물과 골조직사이에 어떠한 연조직도 개재됨이 없이 직접 연결되는 상태인 골일체성(osseointegration)이라는 개념을 정립, 발전시켰고, 골일

체성을 획득하기 위해 Albrektsson 등<sup>41)</sup>이 필요한 요구조건들을 제시하였는 바, 골천공 시술동안 과도한 마찰열이 발생하지 않도록 해야 한다고 제시하면서, 골조직은 생활력을 유지하기 위해 마찰열이 43°C를 초과하지 않아야 하며, 43°C 이상 시 alkaline phosphatase 가 파괴되므로 이상적으로는 39°C를 넘지 않아야 한다고 하였으며, 이를 위해 조심스러운 외과적 조작, 최고 2,000 rpm의 속도, tapping 시 15-20 rpm의 속도 및 다량의 멸균된 생리식염수를 이용한 냉각법을 추천하였다. 그리고 Lurie 등<sup>42)</sup>은 외부냉각법을 이용한 선경하악골 삭제 시 냉각수가 골조직 치유에 미치는 영향에 관한 연구에서, 실험적으로 형성된 골결손부는 냉각수의 사용여부 및 냉각수의 종류에 관계없이 말기 치유반응에서 차이를 보이지 않았으나, 초기 치유반응은 냉각수를 사용한 경우가 더 좋았다고 보고하였다.

Hühule<sup>30)</sup>이 냉각수가 bur의 중앙을 가로질러 흐르는 내부냉각법(internal irrigation)이 발생하는 마찰열을 효과적으로 제한시켰다고 보고한 후, Lavelle<sup>21)</sup>이 내부냉각법이 냉각수를 사용하지 않은 경우와 외부냉각법을 사용한 경우보다 마찰열을 감소시키는데 있어, 더 효과적이라는 것을 증명하였다. 그는 골천공시 발생하는 마찰열은 부분적으로 bur design에 의해 영향을 받아 bur의 flute에 골파편이 끼이게 되면, bur는 와동의 내면에 압력을 가해 응력(shear traction stress)이 증가하게 되므로 더 높은 마찰열을 야기시키는데, 내부냉각법은 와동으로부터 골파편을 제거하여 bur flute에 끼이는 것을 제거하거나 감소시킴으로써 마찰열의 발생을 감소시킬 수 있다고 하였다. 그리하여 본 실험에서도 내부냉각법을 이용하였고, 분당 50 ml의 속도로 냉각수를 주사하면서 가토 경골의 피질골 천공을 시행하였다.

병리조직학적 소견을 살펴보면, 골삭제 변연부의 조직학적 염색특성, 즉 호염기성 염색을 보이는 변연부에 대해 Thompson<sup>25)</sup>, Maxorow<sup>40)</sup>, Holton<sup>11)</sup> 및 Youngblood<sup>43)</sup> 등이 언급하였다. Mazorow<sup>40)</sup>는 체온과 같은 온도의 생리식염수를 사용하여 실험적으로 형성한 골절단부에서 호염기대(basophilic zone)'가 나타나는 것을 관찰하였는데, air turbine instrument를 사용한 경우가 초음파 기구나 engine driven machine을 사용한 경우보다 골절단부의 변

연이 더 유연(smooth)하였으며, H-E 염색시 호염기대가 더 좁다는 것을 관찰하였다. 그는 거친 골절단면에서 변연부가 더 넓어진다는 점에서 착안해 더 많은 골흡수가 일어나고 호염성 강도가 더 증가된다고 하였으며, 유연한 변연부가 골재생에 더 좋다고 하였다. Youngblood<sup>43)</sup>는 이 호염기대를 열자극(heat effect)이라고 명명하였으며, 골삭제시 생성되는 발열의 정도에 따라 호염기대의 넓이가 변화한다고 하였는데, 변연부를 따라 호염기대의 넓이가 더 넓을수록 열자극은 더 크다고 하였고, 또한 냉각수를 이용하여 골삭제를 시행한 경우, 초고속에서도 열자극이 무시할 만 하다고 주장하였다. 그러나 Spatz<sup>16)</sup>는 냉각수를 사용한 초고속 기구 사용 시 골천공부에서 광학현미경 소견상 초기 염증반응이 적고, 더 유연한 삭제변연부를 보였으나, 호염기대의 넓이가 손상의 정도나 형태에 관련된 것으로 볼 수 있는 증거가 없다고 보고하였다. Lurie 등<sup>44)</sup>은 호염기대의 출현여부가 냉각수 사용여부와는 무관하였고, 골결손부가 치유됨에 따라 호염기대가 점차 불명확해졌다고 하였다.

본 실험에서도 호염기대를 실험군 및 대조군의 1주군 모두에서 발견할 수 있었으며, 그 정도도 유사하였었으며, 4주군에서는 모든 군에서 거의 없어졌으므로, Spatz<sup>16)</sup>의 연구결과와 동일하게 호염기대의 넓이가 열손상의 정도와 연관된 것으로 볼 수 있는 증거는 없었다.

Moss<sup>12)</sup>는 각 bur hole 주위의 무세포대(acellular zone)의 넓이, 즉 골천공부의 변연과 가장 가까운 위치에 있는 정상골세포사이의 거리를 'index of viability'로 명명하여 냉각수의 사용여부에 따라 야기된 손상의 정도를 측정하였는데, 냉각수를 사용한 고속기구가 최소한의 손상을 발생시켰다고 하였다. 그러나 Lurie<sup>44)</sup>는 빈 소공에 의하여 나타나는 무세포지역의 유무가 골재생과정에 거의 영향을 미치지 않는다고 하였다.

본 실험에서는 1주째 냉각수를 사용하지 않은 군에서 냉각수를 사용한 군들보다 무세포지역이 약간 더 넓었으며, 이 무세포지역을 파골세포가 흡수하는데 더 많은 기간이 소요되었으므로, 무세포지역이 손상의 정도를 나타내는 것으로 볼 수 있었다.

Lurie 등<sup>44)</sup>은 골조직 치유과정에 관한 연구에서,

골결손부는 먼저 혈피로 채워지는데, 냉각수를 사용한 경우에는 냉각수를 사용하지 않은 경우보다 혈피가 골결손부의 변연부에 더 잘 부착되고, 냉각수를 사용하지 않은 경우 골잔사가 혈피내에 산재하게 되며, 골치유가 진행됨에 따라 섬유속(fibrin strand)이 혈피내로 확장해 들어가고, 골결손부 내부와 주위의 섬유망(fibrous network)이 골수에서 유래하는 혈관이 풍부한 결체조직에 의해 잠식된다고 보고하였다. 이는 본 실험의 결과와 동일한 소견이었다.

골형성과정에서 혈관분포가 많은 부위에서는 막내 골화가 유도되고, 적은 부위에서는 연골내 골화가 유도되는데<sup>45)</sup>, 본 실험에서도 혈관의 분포가 적은 골막과 인접한 골결손부에서는 연골내 골화가 유도되었고, 혈관분포가 풍부한 골수와 인접한 부위에서는 막내골화가 유도되었는데, 전반적으로 막내 골화가 우세하게 나타났다. 이는 Melcher<sup>46)</sup>와 Lurie<sup>47)</sup>가 골막보다는 골내가골이 골형성에 더 중요한 역할을 한다고 언급한 연구결과와 동일한 소견이었다.

전반적인 골형성과정은 냉각수를 사용하지 않은 경우보다 냉각수를 사용한 경우에 더 빠른 것으로 나타났으며, 냉각수의 온도에 따른 차이, 즉 4°C의 생리식염수를 사용하여 골천공한 경우와 실온의 생리식염수를 사용한 경우에서는 4주까지의 골치유반응은 큰 차이가 없었으나, 8주의 골성속도에 있어서는 4°C의 생리식염수를 사용한 경우에 더 성숙된 소견을 볼 수 있었다. 이것은 내부냉각법의 우수한 냉각효과에도 불구하고 여전히 약간의 열 자극이 상존하므로<sup>23)</sup>, 저온의 냉각수에 의해 골천공시에 발생하는 마찰열을 최소화할 수 있음을 시사해 준다.

## V. 결 론

저자는 내부냉각법을 이용한 골천공시 사용되는 냉각수의 온도에 따른 골조직 치유의 병리조직학적 변화를 비교 연구하기 위하여 체중 2.8-3.8Kg의 양성 가토 36마리의 경골을 직경 2.0mm의 pilot drill로 7mm의 깊이로 천공하여, 4°C의 생리식염수를 냉각수로 사용한 군(실험 I 군)과 실온의 생리식염수를 냉각수로 사용한 군(실험 II 군)을 실험군으로, 냉각수를 사용하지 않은 군을 대조군으

로 하여, 1주, 2주, 4주 및 8주의 기간별로 각 3마리씩 희생시켜 광학현미경하에서 관찰한 결과, 실험군은 대조군에 비해 염증반응이 조기에 소실되었고, 골형성과정도 더 빨랐으며, 4주까지는 실험 I, II 군 공히 유사한 소견을 보였으나, 8주째에는 실험 I군이 실험 II군에 비해 골성속도에 있어서 다소 양호한 결과를 나타내었다.

## 참 고 문 헌

1. Brånemark, P.-I., Berine, U., Lindstrom, J., et al., Intraosseous anchorage of dental prosthesis. I: Experimental studies, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 3, 81, (1969)
2. Brånemark, P.-I., Hansson, B.O., Adell, R., et al., Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* (suppl) 16, 1, (1977).
3. Adell, R., Lekholm, U., Rocker, B., et al., A 15-year study of osseointegrated implants in the edentulous jaw, *Int. J. Oral Surg.*, 6, 387, (1981).
4. Albrektsson, t., Brånemark, P.I., Hansson, H.A., et al., Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone anchorage in man, *Acta. Ortho. Scand.*, 52, 155, (1981).
5. Linder, L., Lundskog, J., Incorporation of stainless steel, titanium, and Vitallium in bone, *Injury*, 6, 277, (1975).
6. Anderson, R., and Finlayson, B.L., Sequelae of transfixation of bone, *Surgery*, 13, 46, (1943).
7. Collins, D.H., Structural changes around nails and screws in human bone, *J. Path.*, 65, 109, (1953).
8. Costich, E.R., Youngblood, P.J., and Walden, J.M., A study of the effects of high speed rotary instruments on bone repair in dogs, *Oral Surg*, 17, 563, (1964).
9. Gilles, H.D., The replacement and control of maxillofacial fractures, *Br. Dent. J.*, 71, 351, (1941).
10. Hall, R.M., The effect of high speed bone cutting without the use of water collant, *Oral Surg.*, 20,

- 150, (1965).
11. Holton, J.E., Tarply, T.M., and Wood, L.D., The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentations, chisel and rotary bur, *Oral Surg.*, 39, 536, (1975).
  12. Moss, R.W., Histopathologic reaction of bone to surgical cutting, *Oral Surg.*, 17, 405, (1964).
  13. Pallan, F.G., Histological changes in bone after insertion of skeletal fixation pins, *J. Oral Surg.*, 18, 400, (1980).
  14. Perren, S.M., and others., The reaction of cortical bone to compression, *Acta. Orthop. Scand.*, (Suppl) 125, 19, (1969).
  15. Peterson, L.T., Principles of internal fixation with plates and screws, *Arch. Surg.*, 64, 345, (1952).
  16. Spatz, S., Early reaction in bone following the use of burs rotating at conventional and ultra speeds : a comparison study, *Oral Surg.*, 19, 808, (1965).
  17. Bonfield, W., and Li, C.H., The temperature dependence of the deformation of bone, *J. Biomech.*, 1, 323, (1968).
  18. Tetsch, P., Development of raised temperature after osteotomies, *J. maxillofac. Surg.*, 2, 141, (1974).
  19. Eriksson, R.A., Albrektsson, T., Temperature threshold levels for heat - induced bone tissue injury. A vital microscopic study in the rabbit, *J. Prosthet. Dent.*, 50, 101., (1983).
  20. Matthews, L.S., and Hirsch, C., Temperature measured in human cortical bone when drilling, *J. Bone Joint Surg.*, 54, 297, (1972).
  21. Lavelle, C., and Wedgwood, D., Effect of internal irrigation on frictional heat generated from bone drilling, *J. Oral Surg.*, 38, 499, (1980).
  22. Homer, D.B., A self - powered low speed surgical drill : presentation of thermal necrosis, *Am. J. Orthop.*, 3, 278, (1961).
  23. Lentrodt, J., and Bull, H.G., Tierexperimentelle untersuchungen zur frage der gewebsschadigung durch hochsttouriges bohren und frasen in knochen, *Dtsch. Zahnaerztl. Z.*, 29, 230, (1974).
  24. Rushton, M.B., and Walker, F.A., Mandibular fracutres treated by pin fixation, *Am. J. Orthod.*, 28, 307, (1942).
  25. Thompson, H.C., Effect of drilling into bone, *J. Oral Surg.*, 16, 2-30, (1958).
  26. Archer, W.H., *Oral surgery*, ed. 5., (Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1956). pp. 1107-1117.
  27. Thoma, K.H., *Traumatic surgery of jaws*, (St. Louis, C.V. Mosby Co., 1942).
  28. Peterson, L.T., Fixation of bones by plates and screws, *J. Bone Joint Surg.*, 24, 335, (1947).
  29. Lunsbog, J., Heat and bone tissue, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 9, 1, (1972).
  30. Hühule, T., Ein neues gerat aurautomatischen berieselung des operations feldes bei osteotomien. *Dtsch. Zahnaerztl. Z.*, 29, 63, (1974).
  31. Boyne, P.J., Histologic response to bone to sectioning by the high speed rotary instruments, *J. Dent. Res.*, 45, 270, (1966).
  32. Corkery, P.F., Bone and tooth cutting in oral surgery, *J. Irish Dent. Assoc.*, 15, 27, (1969).
  33. Schmidt, A.O., Heat in metal cutting. In *machining theory and practice*, Cleveland, American society for metals., 218, (1950).
  34. Hobkirk, J.A. and Rusiniak, K., Metallic contamination of bone during drilling procedures, *J. Oral Surg.*, 36(5), 356, (1978).
  35. 황효연, 윤중호, 우하악골의 천공시 발생하는 마찰열에 관한 실험적 연구, *대한구강악안면 외과학회지* 10, 220, (1984).
  36. Peyton, F.A., Temperature rise and cutting efficiency of rotating instruments. *NY Dent. J.*, 18, 439, (1952).
  37. Charbeneau, G.T., Peyton, F.A., and Anthony, D. H., Profile characteristics of cut tooth surface developed by rotating instruments, *J. Dent. Res.*, 36, 957, (1957).
  38. Argen, E., and Arwill, T., High speed or conventional dental equipment for the removal of bone in oral surgery, *Acta. Odontol. Scand.*, 26, 223, (1968).
  39. Retief, D.H., and Austin, J.C., The vervet monkey (*Cerocpithecus aethiops pygerythrus*) as an ex-

- perimental model for pulpal studies, Dent. Assoc. S. Afr., 28, 98, (1973).
40. Mazorow, H.B., Bone repair after experimentally produced defects, J. Oral Surg., Anesth. & Hosp. D. Serv., 18, 107, (1960).
  41. Instruction manual for using Steri-Oss implant system (California, USA, Denar Co., 1987).
  42. Peyton, F.A., Effectiveness of water coolants with rotary cutting instruments, J. Am. Dent. A., 50, 629, (1955).
  43. Youngblood, P.J., A study of the effects of high speed rotary instruments on bone repair, Thesis, University of Michigan, (1960).
  44. Lurie, R., Cleaton-Jones, P., Vieira, E., Sam, C., and Austin, J., Effects of water and saline irrigation during bone cutting on bone healing, Int. J. Oral Surg., 13, 437 (1984).
  45. Cormark, D.H., Ham's histology, 9th ed., (Philadelphia: J. B. Lippincott Co., 1987), pp. 273-323.
  46. Melcher, A.H., The healing mechanism of bone, A dissertation presented in fulfilment of the requirements for the degree of master of dental surgery, (Johannesburg, University of the Witwatersrand, 1960), cited from ref. 44.



## EXPLANATIONS FOR FIGURES

- Fig. 1. Normal compact bone of the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 100$ ). Note normal osteocytes, haversian canals and processes of osteocyte.
- Fig. 2. Control group a week after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 40$ ). Note bone debris, forming callus, blood congestion and blood clots.
- Fig. 3. Control group a week after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 200$ ). Note dead bone adjacent bony defect.  
Arrow indicates empty lacunae.  
Arrow head indicates osteoclast.
- Fig. 4. Control group a week after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 400$ ). Note osteoclasts on the body edges under the periosteum. Arrow indicates Howship's lacuna
- Fig. 5. Control group two weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 100$ ). Note irregular immature bones, large vessels and strong basophilic osteogenic cells aggregated under periosteum.
- Fig. 6. Control group four weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 00$ ). Note large vessels and bony spicules of the irregular immature bone.  
Arrow indicates lining cells (osteoblasts) of the bony spicule.
- Fig. 7. Control group four weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 400$ ). Note osteoclast in the bony margin under the periosteum.
- Fig. 8. Control group eight weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 100$ ).  
Note weak eosinophilic irregular forming bone near the periosteum, moderate eosinophilic irregular forming bone near the medullary cavity portion, and large blood vessels.
- Fig. 9. Experimental group I a week after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 40$ )  
Note blood clots, congestion, dead bone, and forming callus.
- Fig. 10. Experimental group I two weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 40$ )  
Note bone trabeculae of endochondral and intramembraneous bone formation.
- Fig. 11. Experimental group I two weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 100$ )  
Note mature chondrocytes, dying chondrocytes, calcified region, and forming trabeculae.  
Arrow indicates matrix secreted by the chondrocyte.
- Fig. 12. Experimental group I four weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 100$ )  
Note connective tissues and moderate sized vessels between forming bones.  
Arrow indicates connective tissue mainly composed of collagen fibers and fibroblasts.
- Fig. 13. Experimental group I four weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 400$ )  
Note osteoclasts in the Howship's lacunae.  
Arrows indicate multinucleated giant cell migrating from blood vessels.
- Fig. 14. Experimental group I eight weeks after drilling on the rabbit tibia (H - E stain,  $\times 40$ )  
Note nearly normal periosteum, well forming osteon, and Haversian canal with nearly normal diameter.

- Fig. 15. Experimental group I eight weeks after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 400$ )  
Note well forming osteon and calcifying bone matrix between osteons.
- Fig. 16. Experimental group II a week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 100$ )  
Note blood congestion, forming callus, and dead bone.
- Fig. 17. Experimental group II a week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 200$ )  
Note osteoblast of the cuboidal shape lining formed callus.  
Arrow indicates osteoblast.
- Fig. 18. Experimental group II two week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 100$ )  
Note bony trabeculae of both endochondral and intramembraneous bone formation.
- Fig. 19. Experimental group II two week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 400$ )  
Note numerous osteogenic cells adjacent to blood vessels.
- Fig. 20. Experimental group II four week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 40$ )  
Note irregular forming bony trabeculae and large vessels.
- Fig. 21. Experimental group II eight week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 100$ )  
Note well forming osteon and relatively large vessels.
- Fig. 22. Experimental group II eight week after drilling on the rabbit tibia (H-E stain,  $\times 400$ )  
Note well forming osteon.









