

## 성견 구개부 골내고정원 장치에 가해진 즉시 교정력이 주위조직에 미치는 영향

김수정<sup>1)</sup> · 이영준<sup>2)</sup> · 정규림<sup>3)</sup>

이 연구는 구개부 골내고정원 장치 C-Palatal Plate<sup>TM</sup>에 가해진 즉시 교정력이 장치 주위 골조직 및 연조직의 치유 반응에 미치는 영향을 조직학적으로 관찰하고자 시행되었다. 4마리의 비글 성견을 대상으로 정중 구개부에 장치를 식립한 후, 교정력을 전혀 가하지 않고 8주 경과된 한 마리를 대조군으로 하고, 식립 직후부터 8주간 지속적인 교정력을 받은 한 마리, 18주간 지속적인 교정력을 받은 한 마리, 그리고 18주간 지속적인 교정력을 받은 후 장치가 제거되고 이후 4주간의 치유기간을 거친 한 마리, 총 세마리를 실험군으로 하여 동요도 검사, 방사선 사진 관찰, 그리고 조직학적 관찰을 시행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 희생 후 조직괴의 측면 방사선 사진상에서, 대조군에 비하여 즉시 교정력을 받은 군에서는 플레이트의 수직적 변위가 발생하였으나 경미하였고, 동요도 검사시 모든 군에서 초기 안정성이 확인되었으며 실험기간 중 동요도의 증가는 없었다.
2. 상부 연조직의 치유상태는 실험군과 대조군 모두 병리적 변화가 관찰되지 않았다.
3. 골유착은 교정력을 가한 8주군과 18주군 모두에서 관찰되었고 18주 경과시 골유착의 분포가 더욱 증가되었다. 그러나 압박측과 긴장측간에 골유착 분포의 차이는 관찰되지 않았으며, 대조군이 실험군에 비하여 골유착에 불리한 것으로 나타났다.
4. 스크류 경부의 변연골은 대조군에서는 뚜렷한 변화가 없었던 반면, 8주군과 18주군에서는 압박측, 긴장측과 무관하게 부분적으로 변연골 침착 및 흡수가 일어났으나 경미하였다.
5. 비강으로 관통된 스크류에서, 8주군과 18주군에서는 스크류 표면을 따라 비강측으로 신생골 침착이 관찰되었으나, 대조군에서는 관찰되지 않았다.
6. 장치 제거 4주 후, 상피층은 긴밀하게 재생되었으나 결합조직은 상글고 불규칙한 배열을 보였으며, 장치를 둘러싸던 결합조직피막이 잔존하였다. 스크류가 식립되었던 골부위에서는 왕성한 골개조가 진행되고 있었다.

즉시 교정력에 대하여 C-Palatal Plate<sup>TM</sup>는 임상적으로 뿐만 아니라 조직학적으로도 충분한 고정원 가치를 지니는 것으로 확인되었다.

( 주요 단어 : C-Palatal Plate<sup>TM</sup>, 즉시 교정력, 고정원 가치 )

### I . 서 론

교정적 치아 이동시 작용 반작용의 법칙에 따라 필연적으로 야기되는 고정원의 '원하지 않는 움직임'을 환자의 협조도에 의존하지 않고 능동적으로 차단하기 위하여 치조골 또는 치아와 인접한 기저골 및 안

1) 경희대학교 치과대학 교정학교실, 전공의.

2) 경희대학교 치과대학 교정학교실, 조교수.

3) 금속교정연구회 회장, 웰치파의원 원장.

교신저자 : 정규림

서울시 강남구 논현동 37-17

삼경빌딩 2층 웰치파 / 02-3442-0100

speedor@hotmail.com

면골에서 치아 이동에 요구되는 교정력을 얻어내는 방법의 체계를 골내고정원이라 하며<sup>1)</sup>, 그 종류로 골유착성 임플란트<sup>2-8)</sup>, 교정용 임플란트<sup>9-13)</sup>, 미니스크류<sup>14-18)</sup>, 온플란트<sup>19)</sup>, 협골(zygoma) 와이어<sup>20)</sup>, 미니플레이트<sup>21-22)</sup> 등이 있다.

특히 구개부 골내고정원 장치는 협측에 비해 양질의 피질골을 통한 고정원으로서의 높은 가치와, 적절한 작용점의 선택으로 보다 효과적인 전치부 견인이 가능하다는 점 때문에 다양한 디자인으로 이용되어 왔다<sup>9-11,19)</sup>. Wehrbein등<sup>10)</sup>은 비강으로의 천공을 피하기 위해 임플란트의 길이를 감소시키고 식립 위치 및 각도를 조절해야 한다고 하였으며, Block과 Hoffman<sup>19)</sup>은 골막하 골표면에 위치시킨다는 개념에 근거하여 구개부 만을 위한 장치로서 온플란트를 개발하였다. 그러나 온플란트는 외과적 술식이 매우 어렵고 10~12주의 치유기간을 기다려 2차 수술까지 시행해야 했으며 연조직 염증으로 인한 탈락율이 높다는 점 등이 결함으로 지적되었다.

정<sup>1)</sup>이 개발한 새로운 형태의 구개부 골내고정원 장치 C-Palatal Plate<sup>TM</sup>(Martin Co., Tuttlingen, Germany)는 임상적으로 미니플레이트나 온플란트에 비해 외과적 식립 및 제거 술식이 간단하고 2차 수술을 위해 기다릴 필요가 없으며, 임플란트나 미니스크류에 비해 안정성이 우수하여 식립 즉시 교정력 적용이 가능하고 악정형력에 까지 저항하며, 장치 주위 위생 관리에 유리하다는 등의 장점을 갖는다고 하였다. 이러한 견해들을 실험적으로 확인하는데 고려해야 할 여러 변수들 중에서, 식립 후 적절한 치유기간, 즉 교정력 적용의 시점은 교정치료의 기간과 직접적인 관련이 있다는 측면에서 주된 관심사가 되어왔다. Roberts등<sup>23)</sup>은 수술 후 골유착을 위해서 골개조 사이클의 활성이 유지되는 일정 시간(시그마; 토끼 6주, 개 3개월, 사람 4~5개월) 동안 교정력을 가해선 안된다고 주장하였으며, Turley<sup>2)</sup>, Higuchi와 Slack<sup>3)</sup>, Odman<sup>4)</sup>, De Pauw<sup>5)</sup>, Wehrbein<sup>9)</sup> 역시 수술 후 적절한 치유기간의 확보가 필수적이라는 입장이었다. 이후 1999년 Majzoub<sup>6)</sup>은 식립 2주후부터 교정력을 조기 적용했을 경우에도 고정원 가치가 인정됨을 조직학적으로 입증해 보임으로써 총 치료기간의 단축 가능성을 제시하였다는 평가를 받았다. 최근에 와서 박<sup>12)</sup>은 골유착과 관계없이 연조직 치유만 일어나면 교정력 적용이 가능하다고 하였고, 경과 박<sup>14)</sup>, Costa<sup>15,24)</sup>, 오와 정<sup>16)</sup>, 윤과 이<sup>17)</sup>, Tal<sup>25)</sup>등은 식립 즉시 교정력을 적용한 임상 증례들을 발표한 바 있으나, 조직학적인

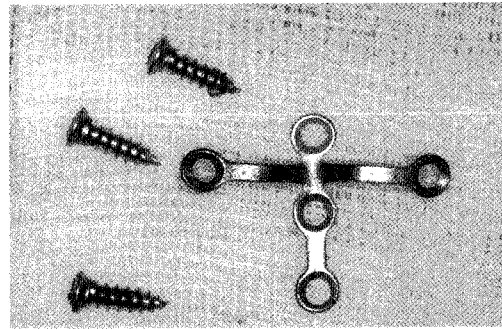


Fig. 1. C-Palatal Plate<sup>TM</sup> and Miniscrews

근거는 제시하지 못하였다.

일시적으로 사용되고 저작력에 비해 약한 힘이 적용되며 용이한 제거를 필요로 하는 교정치료의 목적으로는 골유착이 불필요하고 치료기간 단축이 중요하므로, 식립 즉시 교정력을 적용하여도 골조직 및 연조직에 유해한 영향을 미치지 않고 충분한 지지력을 갖는 장치라면 골내고정원으로서의 그 가치가 매우 높을 것이라 사료된다. 이에 본 실험에서는 식립 즉시 교정력 적용에 대한 조직학적인 근거를 마련하고자 하였으며, 이에 따라 설립된 가설은 다음과 같다; C-Palatal Plate<sup>TM</sup>를 성견 정중구개에 식립하고 즉시 교정력을 가하여도 구개골 및 구개 점막의 조직 반응에 유해한 영향을 미치지 않는다.

이 연구의 목적은 성견 구개조직에 식립된 C-Palatal Plate<sup>TM</sup>에 식립 즉시 교정력을 가했을 때, 장치 주위 골조직 및 연조직의 반응을 조직학적으로 관찰하고자 하는 것이었다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 가. 연구재료

정<sup>1)</sup>이 개발하고 Martin사가 생산한 C-Palatal Plate<sup>TM</sup>는 십자형의 순수 티타늄 플레이트(두께 0.3mm)로서 vertical plate(길이 14mm)와 horizontal side arms(총 길이 20mm)으로 구성되어 있다. 3개의 구멍을 갖는 vertical plate는 3개의 미니스크류(길이 7mm, 직경 2mm, self-tapping type)에 의해 골에 고정되고 골막하에 묻히는 반면, 양쪽 horizontal arms은 십자 중앙의 연결부로부터 돌려 구강내로 노출됨으로써 그 말단부에 있는 구멍에 스프링이나 고무줄이 적용된다(Fig. 1).

## 나. 실험동물 및 처치

실험동물은 체중 11~13.7kg 내외의 생후 12~15개월된 4마리의 웅성 비글 성견으로 Bioanimal(Seoul, Korea)로부터 구입되었고, 충치나 치주염 없이 구강 건강 상태는 양호하였다. 사육실 환경은 일정하게 유지되었고, 고품사료(정상식)와 물의 공급은 제한하지 않았다.

식립 후 교정력을 전혀 가하지 않은 채 8주의 치유기간을 거친 한 마리를 Dog A(대조군)로 하였고, 식립 직후부터 8주간 지속적인 교정력을 받은 한 마리를 Dog B, 식립 직후부터 18주간 지속적인 교정력을 받은 한 마리를 Dog C, 식립 직후부터 18주간 지속적인 교정력을 받은 후 장치가 제거되고 4주의 치유기간을 거친 한 마리를 Dog D로 설정하였다.

실험동물은 매 실험시마다 Zoletil 50(Zolazepam and Tiletamine, 0.2ml/kg, Virbac, France)을 둔부 근육내 주사하여 전신마취 하였으며, 모든 실험동물들을 대상으로 실험 시작 시와 희생 직전에 각각 체중을 측정하였다. 실험기간 동안 대조군과 8주군은 약 2kg, 18주군과 22주군은 약 3kg의 체중 증가를 보임으로써 장치로 인한 섭식 장애는 문제되지 않는 것으로 판단하였다.

먼저 치석을 제거한 후, 식립 직전의 상태를 임상사진(배율 1/2.5, 1/1)과 교합면 방사선 사진으로 기록하였고, 식립부 점막 표면을 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 소독한 다음 2% lidocaine HCl (1 : 100,000 epinephrine)로 국부마취 하였다. 근원심적으로 제3 소구치 근심연에 해당되는 위치의 정중구개봉합 부위에 약 15mm의 수평절개를 가하고 골막을 포함한 판막을 충분히 거상시켰다. C-Palatal Plate<sup>TM</sup>의 vertical plate를 노출된 골면의 외형대로 형태를 부여하여 식립부위에 위치시킨 상태에서, 3개의 구멍 각각에 직경 1.5mm의 round carbide bur와 저속 엔진을 이용하여 생리 식염수로 냉각시키면서 파질골 표면에 함요를 형성하였다. 함요부에 스크류를 위치시킨 다음, 스크류 드라이버의 축이 구개골 표면에 수직을 유지하도록 하면서 충분한 냉각수 하에서 self-tapping하여 식립하였다. 3개의 스크류를 모두 골내에 식립하여 플레이트를 고정시킨 후 판막을 재위치시켜 봉합하였다.

수술 후 감염 방지를 위해 3일간 항생제(Gentamycin, 건일제약, Seoul, Korea; 5mg/kg, IM injection)를 근육내 주사 하였고 0.2% Chlorohexidine으로 구강내 세척하였으며, 1주후 봉합사를 제거하였다.



Fig. 2. Orthodontic force was applied immediately after implantation

대조군을 제외한 Dog B, C, D에 대해서는 식립 직후에 fissure bur와 저속 엔진을 이용하여 냉각수 하에서 상악 견치 치관의 치은측 1/3 부위를 둘러 유지구를 형성하였다. 결찰선(0.020")을 이용하여 NiTi closed coil spring(0.010×0.045", 길이 11mm, medium, Ormco Co., Glendora, CA, USA)의 한쪽 고리를 노출된 양쪽 horizontal arms의 구멍에 각각 결찰 고정하고, 편측당 200gm의 교정력이 발생하도록 활성화(22mm activation=200gm force)한 후, 다른 한쪽의 고리는 견치 치관에 형성된 유지구에 결찰 고정하고 광중합 복합레진(Z100<sup>TM</sup> Restoratives; 3M Unitek, Monrovia, CA, USA)으로 추가 고정하여 결찰선이 탈락되는 것을 방지하였다. 2주 간격으로 힘의 상쇄 여부를 확인하여 지속적인 힘이 작용하도록 조절하였다(Fig. 2).

## 다. 실험 방법

### 1. 육안적 관찰 및 동요도 검사

식립 직후 및 이후 4주 간격으로 구강내로 노출된 C-Palatal Plate<sup>TM</sup>의 horizontal arms 주위 연조직의 치유 상태 및 염증 유무, 음식물 저류 상태, 그리고 장치의 변형 여부를 육안적으로 관찰하였다.

식립 직후에 동요도 검사를 시행하여 장치의 초기 안정성 여부를 확인하였고, 희생 직전에 동요도를 다시 점검하여 식립 직후의 상태와 비교하였다. 동요도 측정 방법으로는 1999년 Majzoub<sup>6)</sup>, 2001년 Ramp등<sup>26)</sup>이 사용한 Two instrument grip method를 이용하여 평가하였다. 이는 두개의 무던 금속성 기구로 식립

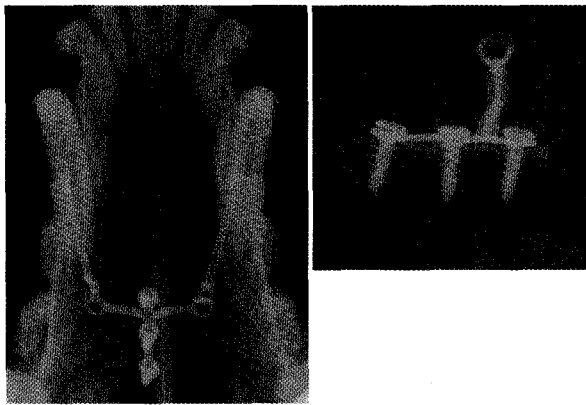


Fig. 3. Radiographic views of appliance immediately after implantation

물을 잡고 전후좌우로 밀어보는 방법으로, 동요도가 전혀 없는 경우를 grade I, 1mm 이하의 동요도가 있는 경우를 grade II, 1mm 이상의 동요도가 있는 경우를 grade III로 구분하였다.

### 2. 방사선학적 관찰

방사선 사진 촬영의 표준화를 위해서 individual film holder를 제작하였다. Dog A, B, C, D 각각의 상악 진단 모형을 만들고, 80×60×1.5mm의 아크릴 판 두장을 겹쳐 방사선 필름을 사이에 끼워 넣을 수 있는 판을 제작한 후, 판의 한쪽면 위에 자가 중합 레진을 올리고 모형상의 교합평면과 평행하게 대어 구치부 치아 교합면을 인기한 상태에서 중합시킴으로써, 매 촬영시마다 판이 재현성있게 위치되도록 하였다. 판의 한쪽 모서리에 길이 15cm의 나무 막대를 판과 수직되게 부착하고 판으로부터 거리가 10cm되는 위치에 표기를 하여 판구를 위치시킬 때 기준으로 삼았다.

실험 동물의 머리를 고정된 후, 구내 엑스선 필름(Kodak Ektaspeed plus dental film, Occlusal, size 4, EASTMAN KODAK Co., Rochester, NY, USA)을 individual film holder에 끼우고 실험동물의 구강내에 위치시킨 다음, 튜브-필름 거리가 10cm가 되면서 나무막대와 평행하도록 판구를 조절하여 중심 방사선이 필름의 중앙에 수직으로 조사되게 하였다(10mA, 70kVP). 방사선 사진에는 식립된 장치와 힘을 받는 양쪽 견치 등이 인기되도록 하였으며, 4마리 모두 식립 직후, 식립 4주후, 그리고 희생 직전에 무작위로 2회씩 촬영하였다.

희생 후 조직괴를 절취한 다음 구내 엑스선 필름 위에 식립된 장치의 측면상이 인기되도록 조직괴를 올려놓고 필름에 수직으로 중심방사선을 조사하여 촬영하였으며, 장치의 변형 여부와 스크류 주위의 방사선 투과상 여부를 관찰하였다(Fig. 3).

### 3. 조직 처리 및 검경

실험동물은 각각 식립 8주(Dog A, 대조군), 8주(Dog B), 18주(Dog C), 22주(Dog D) 후에 희생시켰다. 전신마취 하에서 0.1M phosphate buffer에 혼합된 2.5% glutaraldehyde를 경동맥으로 주입하여 관류 고정하였고, 장치가 포함된 조직을 블록으로 채취하여 동일 고정액에 추가 고정하였다.

장치가 제거된 Dog D의 조직괴는 3주간 탈회시킨 후 파라핀 포매하여 6 $\mu$ m 두께로 탈회표본을 제작하였고, 장치를 포함하는 Dog A, B, C의 조직괴 중에서는 Dog C에 한하여 연조직 반응의 세밀한 관찰을 위해 세 개의 스크류 중 한개만을 포함하는 일부분을 절취하여 Dog D와 같은 방법으로 탈회표본을 제작하였다. Dog C의 나머지 2개 스크류가 포함된 부분과 Dog A, B의 조직괴는 탈회의 과정을 거치지 않고, 고정된 조직괴를 골에 식립된 스크류를 중심으로 다시 4mm 두께로 얇게 자른 후 50~100%의 점진적 고농도의 알코올에 순차적으로 담가 탈수시켰다. 알코올과 광중합 레진(Technovit 7200VLC Kulzer GmbH, Hamburg, Germany)의 혼합용액을 단계별로 제작하여(3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3) 하루씩 조직괴에 침투시키고, 순수한 레진 용액에서 2회 침투시킨 후, 주형에 조직괴와 Technovit 7200VLC를 넣고 8시간 이상 광중합시켜 레진포매를 완료하였다. 포매된 블록을 Technovit 7210 접착레진을 이용하여 plexiglass slide에 10 $\mu$ m의 피막두께로 접착시키고 sawing machine(MG3000 Exakt, Hamburg, Germany)으로 100~200 $\mu$ m 두께로 절삭한 후, 다시 microgrinding machine(MG4000 Exakt, Hamburg, Germany)을 이용하여 약 30 $\mu$ m 두께의 비탈회 표본을 제작하였다.

탈회표본과 비탈회 표본 모두 HE stain으로 염색하여 광학현미경 하에서 다음과 같은 관점으로 검경하였다; 1)상부 구개점막의 치유상태 및 병리적인 소견 유무를 관찰하였고, 2)하부 골조직은 골-스크류 경계면, 플레이트 하방 스크류 경부의 변연골, 그리고 비강으로 관통된 스크류 표면의 3부분으로 나누어 각각 압박측과 긴장측을 비교 관찰하였으며, 3)장치 제거 후의 치유 반응을 관찰하였다.

### III. 실험결과

#### 1. 육안적 소견

식립 전 실험동물의 구개점막 표면은 다량의 멜라닌 색소침착으로 검은색을 띠었고, 빨래판 모양의 불규칙한 외형으로 다양한 두께를 가졌으며 바늘 탐침시 함몰부에선 3~5mm, 융기부에선 5~7mm의 두께를 나타냈다.

연조직 치유상태의 육안적 관찰 결과, 식립 4주후 Dog A, B, C 모두 수술 부위 연조직의 일차 치유가 일어났으며, 새로 재생된 점막에는 각화 및 색소침착이 완성되지 못해 연한 붉은색을 띠고 있었으나, 대조군과 실험군 모두 발적, 부종 등의 병적인 염증 증상은 보이지 않았다.

식립 8주후 수술 부위의 조직 탄성이 회복되었고 색소침착까지 거의 완성되어 건강한 연조직 상태를 보였으며, 음식물 저류 없이 청결이 유지되고 있었다. 대조군인 Dog A와 8주군 Dog B의 치유 상태에서 육안적인 차이는 관찰되지 않았다.

식립 18주후 관찰시 Dog C에서는 염증소견 없이 점막 건강이 잘 유지되고 있었으나, Dog D에서는 식립 2주 후부터 구개점막을 뚫고 구강내로 노출되었던 두개의 원심측 스크류 주위로 염증성 부종과 발적이 지속적으로 존재했던 반면, 노출되지 않은 근심측 스크류의 상부 연조직은 건강한 치유를 보였다.

Dog D에서 18주후 장치를 외과적으로 제거하고 4주의 치유기간을 준 후 연조직 치유 상태를 관찰한 결과, 제거하기 전 장기간 염증상태에 있었던 부위도 염증 소견 없이 치유되는 과정 중에 있었다. 그러나, 조직에 긴장이 남아있었고 절개 및 봉합 부위에 반흔이 형성되고 있었다.

장치의 변형 및 위치변화 평가에서, Dog A에선 장치 장착 하루만에, Dog B에선 5일만에 horizontal arms의 변형과 코일스프링의 탈락이 일어났으나, 발견 즉시 재장착해 준 이후로는 희생 직전까지 장치 변형이나 탈락을 일으키지 않았으며, Dog C와 Dog D에선 처음부터 장치 장착상태가 잘 유지되었다. 실험기간 동안 4마리 모두에서 지속적인 체중 증가를 나타낸 점을 같이 고려할 때, 식립 1주 이후로는 비교적 장치에 대한 적응도가 양호한 것으로 평가할 수 있었다.

장치 동요도의 평가에서, Dog A, B, C, D 각각 식립 직후와 희생 직전의 동요도 측정 결과 모두 grade

I(전혀 동요도가 없는 상태)으로서 식립 직후의 초기 안정성이 인정되었으며 실험기간 동안 동요도의 증가도 관찰되지 않았다.

실험장치의 위치변화 및 동요도 평가 결과 고정원 가치가 충분하다는 임상적 견해를 실험적으로 확인할 수 있었다.

#### 2. 방사선 사진 소견

교합면 방사선 사진상에서 스크류는 vertical plate와 중첩되므로 스크류 인접 골조직의 세부적인 상태를 평가하는 데에는 한계가 있었으므로, 스크류 및 플레이트 주변으로 병적인 방사선 투과상의 존재 여부를 평가하였다. 식립 직후 및 즉시 교정력 적용 4주후, 8주후, 18주후, 그리고 교정력을 가하지 않고 8주 경과된 후 모두에서 방사선 투과상은 관찰되지 않았다.

희생후 채취된 블록의 측면 방사선 사진상에서, 교정력을 받지 않고 8주 경과된 Dog A에서는 플레이트의 변형 및 변위 없이, 골-스크류 경계면에 특이할 만한 방사선 투과상이 관찰되지 않은 반면, 식립 직후부터 8주간 지속적인 교정력을 받은 Dog B에서는 플레이트의 원심측은 골표면으로부터 약간(1mm 이내) 들리고 근심측은 골하방쪽으로 침하되는 변위(displacement)가 일어나 있었으나 골-스크류 경계면과 스크류 경부 모두에서 방사선 투과상은 관찰되지 않았다. 식립 직후부터 18주간 지속적인 교정력을 받은 Dog C에서도 플레이트의 변형이 Dog B에서와 같은 양상으로 조금 더 많은 양 일어났으나 큰 차이는 없었으며, 역시 골-스크류 경계면과 스크류 경부 모두에서 방사선 불투과상을 나타내었다. 식립 직후부터 18주간 지속적인 교정력을 받은 후 장치가 제거되고 4주 경과된 Dog D에서는 스크류가 식립되었던 부위를 감별하기 힘들 정도의 방사선 불투과상을 보였다.

#### 3. 병리조직학적 소견

##### 1) 상부 연조직

대조군 Dog A에서 플레이트 및 3개의 스크류 머리를 둘러싸는 구개 점막의 반응을 상피와 결합조직으로 나누어 관찰한 결과(Fig. 4a), 수술 부위 상피층은 중층편평상피로 긴밀하게 재생되어 있었고 과각화 및 멜라닌 색소침착이 진행중에 있었다. 상피층 내에서 극세포증(acanthosis)이나 염증세포 침윤 등의 병



Fig. 4a. Covering soft tissue (undecalcified, HE stain, x40)

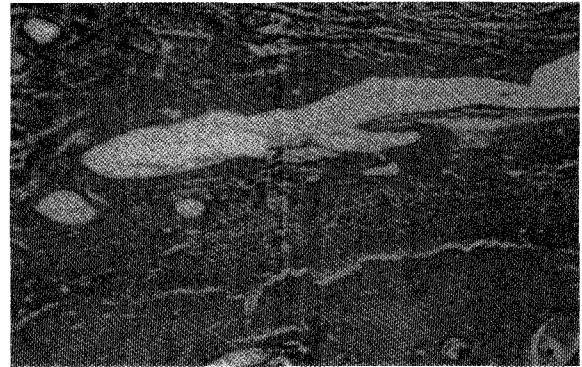


Fig. 4b. Remaining connective tissue capsule (decalcified, HE stain, x40)

리적 소견은 관찰되지 않았으며, 스크류 표면을 따라 일어나는 결합조직 내로의 상피함입(epithelial invagination) 현상도 관찰되지 않았다. 그러나 비식립부의 정상 상피층과 비교했을 때 상피층이 보다 비후되어 있었고 상피돌기 신장이 증가되었으며 기저부에서 세포극성이 증가되고 분열중에 있는 세포들이 다수 관찰되었다. horizontal arms이 점막을 통과한 부위에서는 상피층이 외향적 과증식을 일으켰고 세포층내 극성이 상실되어 불규칙적인 배열을 보였다.

결합조직층에서는 플레이트와 스크류 머리를 주위로 결합조직피막(connective tissue capsule)이 형성되어 이들을 둘러싸고 있었다. 이 피막은 장치 표면과 평행한 방향으로 배열된 교원섬유와 섬유아세포, 섬유세포들로 구성되었으며 염증세포 침윤은 존재하지 않았다. 상피층과 결합조직 피막 사이의 재생된 결합조직층에서는 혈관 분포가 증가되었고 교원섬유 배열이 불규칙적이었으나, 염증성 조직 파괴는 역시 관찰되지 않았다.

식립 직후부터 8주간 교정력을 받은 Dog B에서의 연조직 반응도 대조군과 특이할 만한 차이를 보이지 않았다.

18주군 Dog C에서 재생된 상피 및 결합조직은 더욱 성숙되어 치밀해지고 세포들의 활성도가 감소되었으며, 역시 병리적인 변화는 관찰되지 않았다.

제거 4주후의 Dog D에서는 노출되었던 스크류 주위로 과증식되었던 일부 상피층 및 결합조직이 미처 재생되지 못해 심한 염증세포 침윤과 괴사조직을 포함하는 부위가 일부 남아 있었다. 그러나, 인접 조직으로부터의 혈관 침투가 왕성하고 형성 세포들의 활성이 극대화되어 있어 치유가 진행중임을 알 수 있었

고, 재생된 교원섬유 다발은 성글고 불규칙하였으며 다수의 활성화된 섬유아세포들이 관찰되었다. 장치를 둘러쌌던 결합조직피막은 그대로 잔존해 있었다(Fig. 4b).

### 2) 하부 골조직

골-스크류 경계면 관찰시, 모든 스크류에서 병리적인 소견 없이 부분적으로 골유착과 섬유골성 유착이 일어나 있었다. 골유착 부위에서는 세포 성분이 풍부하고 석회화가 되지 않은 교직골(woven bone)과 일차 부하 지지조직인 층판골(lamellar bone)이 혼재하였고, 비식립부 정상 골조직이 비세포성 치밀골인데 비하여, 재생된 부위의 골조직에서는 다수의 혈관분포, 형성골 표면을 따라 배열된 활성화된 골아세포들, 골내부에 매몰된 다수 골세포들이 관찰되었다. 반면에 골유착이 일어나지 못한 부위에서는 교원섬유다발과 섬유세포들이 피막 양상을 이루고 있었으나 염증세포 침윤이나 상피조직의 함입은 발견되지 않았다.

이러한 골유착과 섬유골성 유착의 분포는 대조군과 실험군 간에 명백한 차이를 보였다. 교정력을 받지 않은 대조군에서는 골유착 부위가 일부분에 지나지 않았으나(Fig. 5a), 교정력을 받은 실험군에서는 골유착이 더 많은 부위에서 관찰되었고, 그 양은 8주군(Fig. 5b)보다 18주군(Fig. 5c)에서 더욱 많았다. 그러나 압박측과 긴장측에서 골유착 정도의 차이는 관찰되지 않았다.

스크류 경부의 변연골 침착 여부 관찰시, 대조군 Dog A에서는 변연골의 수직적 위치에 변화가 없었던 반면, 8주군과 18주군에서는 변연골 침착과 흡수

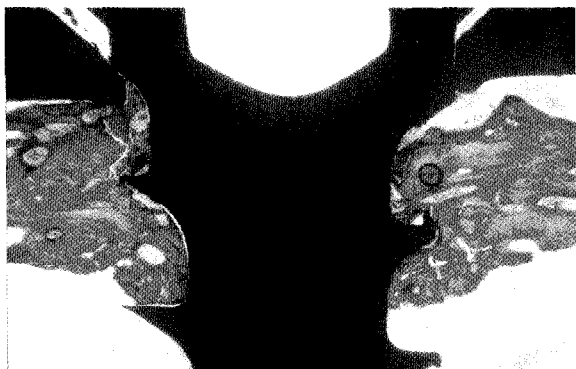


Fig. 5a. Dog A (control)  
(undecalcified, HE stain, ×40)

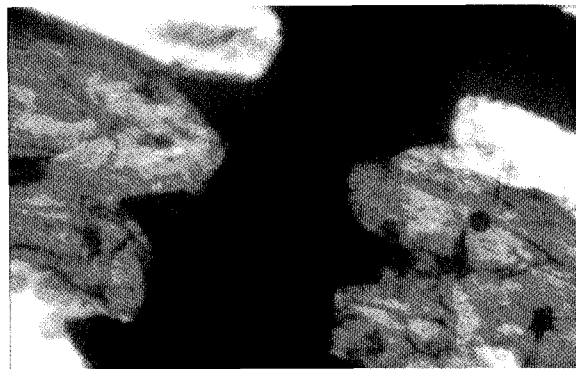


Fig. 5b. Dog B (8weeks)  
(undecalcified, HE stain, ×100)

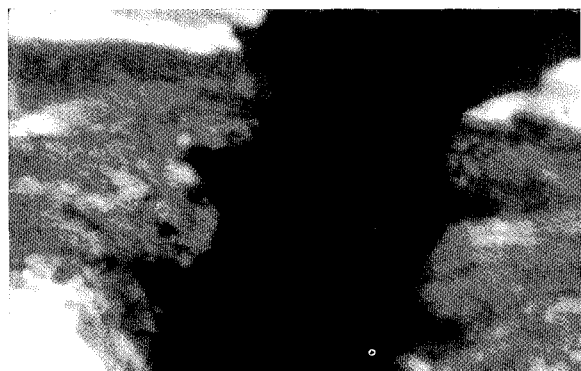


Fig. 5c. Dog C (18weeks)  
(undecalcified, HE stain, ×100)

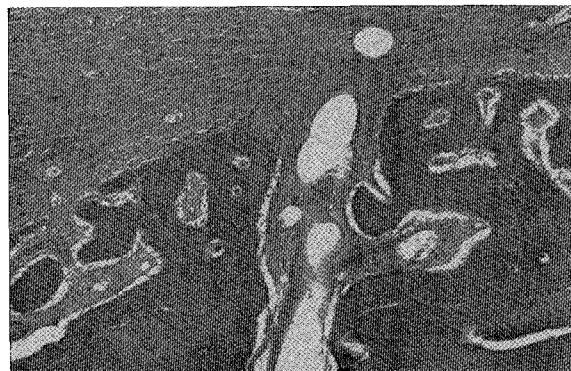


Fig. 5d. Dog D(4weeks after removal)  
(decalcified, HE stain, ×40)

가 부분적으로 관찰되었으나 경미하였으며 압박측과 긴장측의 반응에 일관성을 보이지 않았다. 침착 부위는 스크류 경부 표면을 따라 플레이트의 직하방까지 상방으로 신생골이 형성되어 스크류 표면과 골유착을 이루고 있었으며, 흡수 부위는 V 형태로 골이 소실되고 결체조직으로 대체되어 있었다.

비강으로 관통된 스크류의 표면 관찰시, 8주군과 18주군 모두 압박측과 긴장측의 차이 없이 스크류 표면을 따라 비강측으로 신생골 침착이 일어났으며 그 부위를 따라 비점막도 비후되어 있었다. 그러나 대조군에서는 신생골 침착이 실험군만큼 뚜렷하게 관찰되지 않았다.

Dog D에서 장치 제거 4주후의 골조직은 활발한 골개조 과정중에 있었다. 인접 골표면으로부터 싹(bud) 모양으로 골조직이 형성되어 들어오고 있었으며 형성중인 골 표면으로 활성화된 골아세포들이 치밀하

게 배열되어 있었고 주위로 혈관분포가 매우 증가되어 있었다(Fig. 5d).

#### IV. 총괄 및 고찰

골은 골형성(modeling)과 골개조(remodeling)라는 두가지 생리적인 기전을 통하여 환경의 변화에 적응하게 되므로, 이 두가지 기전은 골유착성 임플란트의 성공에 매우 중요한 요인이 될 뿐 아니라 둘 다 교정력에 영향을 받는다고 보고되었다.<sup>27,28)</sup> 임플란트나 스크류 식립시 상처받은 골조직의 치유는 woven callus (modeling) → lamellar compaction → interface remodeling → maturation의 4단계를 거쳐 일어나며, 그 결과 골-임플란트 경계면의 치유형태는 섬유골성 유착 또는 골유착의 두가지로 나타난다고 하였다.

여기서 주시해야 할 점은 교정적 고정원으로서의

임플란트나 스크류에서 골유착이 일어났다면 임상적인 고정원 가치는 충분하다고 할 수 있으나, 섬유골성 유착이 일어났다고 해서 고정원 가치가 부족하다고 할 수는 없으며 제거의 측면에서는 후자가 오히려 유리하다는 점이다. 골유착의 필요성을 강조했던 Roberts등<sup>23)</sup>조차 교정적인 부하에 저항하기 위한 골유착의 최소 요구량은 10%이하(부피비)로도 충분하다고 하였으며, Gray등<sup>29)</sup>은 결합조직성 피막으로 완전히 둘러싸였던 vitallium 임플란트도 임상적으로는 고정원 가치가 인정되었다고 보고한 바 있다. 따라서 고정원 가치 평가에 관한 최근 관점은 조직학적인 기준에서 벗어나, 식립 직후의 초기 안정성을 바탕으로 치료기간 내내 동요도 및 위치 변화가 없으면 그 가치가 충분하다는 임상적인 기준으로 바뀌고 있다<sup>30)</sup>.

본 실험장치 역시 임상적으로 그 고정원 가치가 충분히 인정됨에도 불구하고 조직학적 연구를 시행하게 된 이유는, 골유착의 절대량을 측정하려는 것이 아니라, 실험장치가 골조직과 연조직에 유해한 영향을 미치지 않음을 보여주고자 하는 것이 주목적이었으며, 보조적으로 골유착 형성 정도를 비교함으로써, 즉 시 교정력에 대한 조직 반응에 힘의 적용여부 및 적용기간, 적용방향 등의 조건들이 미치는 영향을 검토하고자 하는 것이었다. 이러한 목적에 부합되는 조직학적 연구 방법은 탈회표본 제작으로 세포 및 조직의 반응 관찰에 초점을 맞추는 것이겠으나, 실험장치의 구조상 조직으로부터 제거하기 위해서는 상부 연조직의 절개가 불가피했고 스크류 주위 골유착 부위의 손상을 피할 수 없었기 때문에, Dog C의 일부분과 Dog D만 탈회표본으로 제작하였고, 나머지 조직피는 비탈회표본을 제작하되 연조직 관찰까지 가능한 염색 방법을 선택하였으며, histomorphometry 정량분석은 필요하지 않았다.

힘의 적용기간 설정에 있어서, 개에서의 골개조 사이클이 8주라고 하였던 Roberts등<sup>23,31)</sup>의 보고와, 골-임플란트 간에 결합 실패가 일어난다면 이는 식립 8주 이내에 발생하며 8주 이후부터는 변연골 형성이 진행된다는 Majzoub<sup>6)</sup>의 보고에 따라 단기간의 기준을 8주로 설정하였다. Wehrbein등<sup>9)</sup>의 연구에서 교정력을 장기간 적용했을 경우에 임플란트 경부의 변연골에 골침착이 관찰된다고 했으나 이는 힘 적용 전 8주의 치유기간을 부여했던 경우로서, 골침착이 치유기간 중에 모두 형성된 것인지, 교정력 적용기간 동안 더욱 증가된 것인지에 대한 연구의 필요성이 제시된 바 있었다. 본 실험에서 힘의 장기 적용군 설정의 의

의가 여기에 있었으며, 그 기준은 전치부 견인에 임상적으로 충분하다고 인정되는 18주로 하였다. 본 실험장치에서 식립 후 치유기간을 부여하지 않았음에도 불구하고 8주 경과 후에 골-스크류 표면간에 부분적인 골유착이 일어났으며 스크류 경부의 변연골 침착 또한 8주군과 18주군에서 각각 관찰됨으로써, 식립 직후부터 적용된 외력 하에서도 8주는 실험동물의 골개조에 충분한 기간이었으며 '교정적으로 유도되는 변연골 침착'이 Wehrbein등<sup>9)</sup>의 주장처럼 반드시 장기간 경과시 만의 산물이 아님을 의미한다고 할 수 있다. 단 8주의 기간은 개의 구개조직에서의 결과이므로, 사람에게 적용시에는 Roberts등<sup>23)</sup>의 견해에 따라 적절한 응용이 필요할 것이다.

적용한 교정력은 실험장치에 대한 측방력만으로 한정하고 압박측과 긴장측의 반응을 비교하기로 하였다. Gray<sup>29)</sup>는 교정력에 대한 치아 주위 치주인대의 반응과 골-임플란트 경계면에서의 조직반응이 다를 것을 제시하였고, Wehrbein<sup>9)</sup>은 구개골에 식립된 임플란트에 8주의 치유 기간을 준 이후 장기간(26주) 교정력을 가했을 때 교정적으로 유도되는 변연골 형성은 압박측에 한해서만 일어난다고 하였다. 식립 2주후부터 조기 교정력을 단기간(8주) 적용한 Majzoub<sup>6)</sup>의 연구에서 골-임플란트 경계면의 골반응은 압박측과 긴장측 간의 차이가 없었으나, 임플란트 경부에서의 변연골 형성은 압박측에서만 일어났으며 힘을 받지 않은 대조군과 힘을 받은 임플란트의 긴장측에선 변연골의 흡수가 일어났음을 보고하였다. 반면에 Saito<sup>13)</sup>는 2개의 임플란트를 상부구조로 연결했을 때에는 양측의 골유착 정도에 차이가 없다고 하였다. 식립 직후부터 교정력을 장기간 가한 본 실험의 결과 골-임플란트 경계면과 변연골 모두에서 압박측과 긴장측간의 차이가 발견되지 않았다. 이는 3개의 스크류에 전달되는 각각의 압박력과 긴장력이 이들을 연결하는 상부구조에 의해 상호 완충됨으로써 교정력이 보다 효과적으로 골내에 분산된 결과일 것이라 추정되었다.

대부분의 연구에서 식립 후 전혀 힘을 받지 않은 임플란트가 교정력을 받은 임플란트의 조직반응을 연구하는 데에 대조군으로 이용되어 왔다. Akin-Nergiz등<sup>7)</sup>은 지속적인 교정력을 받은 군에서 힘을 받지 않은 군에 비해 골유착 비율 및 골밀도 모두가 훨씬 더 높음을 입증하였고, 이는 힘이 골개조의 자극원이 되어 치밀골 침착 속도를 증가시키기 때문이라고 하였다. Saito 역시 교정력을 받은 군과 받지 않은 군



간에는 골유착 부위의 분포 양상이 다르게 나타나고 보고한 바 있으나<sup>8)</sup>, 이후 2개의 임플란트를 연결한 실험에서 교정력 적용의 여부가 골유착 정도에 영향을 미치지 않는다고 주장하였다<sup>13)</sup>. 3개의 스크류가 연결된 본 실험장치에서도 교정력을 받지 않은 경우를 대조군으로 하여 식립 직후부터 교정력을 가한 경우를 비교했을 때, 연조직 반응에서는 실험군과 대조군간에 차이가 없었으나, 골유착 및 변연골 침착은 실험군보다 대조군에서 더 불리한 것으로 나타남으로써 외력이 골개조의 자극원으로 작용한다는 입장을 지지하였다.

연조직의 치유가 진행되기 이전부터 교정력을 가했을 때의 연조직 치유 양상을 관찰하기 위하여, 연조직 치유에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인들로 다음의 세가지를 고려하였다. 첫째는 장치와 연조직의 접촉 방식으로서, 연조직을 관통하는 임플란트에서는 연조직 하방에 완전히 묻혀있는 임플란트에 비해 만성염증이나 상피함입으로 인한 실패 확률이 높을뿐 아니라 골유착 및 골밀도 증가에도 불리하다고 하였다<sup>7,32)</sup>. 스크류들은 연조직 하방에 묻히고 horizontal arms의 기시부가 연조직을 좁게 통과하는 본 실험장치는 예상대로 연조직 위생 관리와 건강 유지에 유리한 것으로 관찰되었다. Dog D에서 점막을 관통하여 구강내로 노출된 가운데 스크류와 최원심측 스크류의 주위 연조직이 실험기간 내내 염증을 수반하며 최원심측의 노출되지 않은 스크류 주위의 건강한 연조직과 대비를 이룸으로써 연조직과 장치의 접촉 방식이 중요함을 입증하였다. Dog D에서만 스크류가 노출된 것은 식립 기술의 미숙으로 인해 3개 스크류간 삽입 경로가 일치되지 않음으로써 스크류 tapping시 발생하는 tension이 vertical plate의 원심측을 골면으로부터 들어 올린 채로 식립되었기 때문인 것으로 방사선 사진상에서 확인되었다.

둘째, 재료 자체의 생체친화성에 대한 검토가 요구되었다. vitallium<sup>33)</sup>, vitreous carbon<sup>34)</sup>, ceramics<sup>35)</sup>, titanium<sup>36)</sup> 등의 재료들에 대한 여러 연구에서, 비록 골유착 능력에 대한 장기간 관찰이 이루어지지 못하였으나 그 생체 적합성은 인정된 바 있었다. 그러나 1964년 Bränemark<sup>32)</sup>에 의해 도입된 티타늄이 bioinert한 골유착성 재료로서 가장 선호되어 왔으며, 이러한 재료의 발전이 임플란트의 성공률을 높이게 되었다.

C-Palatal Plate<sup>TM</sup>는 순수 티타늄으로서 99.5%의 티타늄과 기타 탄소, 산소, 질소, 수소등의 원소 0.5%

로 구성되어 있다. 티타늄은 가볍고, 골질에 따라 3~6개월이면 골유착이 일어나며<sup>25)</sup>, 일단 골유착이 일어나면 저작력 및 교정력 모두에 충분히 저항할 수 있어 임플란트로서의 요구조건을 충족한다고 하였다. 뿐만 아니라, 종양, 알러지, 면역 반응 등의 발생과 상관관계가 없는 것으로 보고된 바 있으며<sup>30)</sup>, 순수 티타늄은 생체친화성과 항부식성이 우수하고, 결찰선의 스테인레스 스틸과의 갈바니즘이 존재하긴 하지만 골반응에 미치는 영향은 극히 미약하여 무시할 만하다고 하였다<sup>23)</sup>. 또한 티타늄 플레이트를 13년간 장기 적용한 경우에도 주위 연조직 반응에 무해함을 밝힌 2002년 Langford<sup>37)</sup>의 연구를 토대로 하여, 본 실험에서 재료 자체가 조직 반응에 미치는 영향은 배제하기로 하였다.

셋째, 결찰선의 조직 침해 또한 현실적인 문제로서, 결찰선이나 고무줄이 연조직에 근접하여 지속적인 염증을 유발하게 되는 임플란트나 스크류와는 달리, 실험장치에서 결찰선이 걸리는 horizontal arms은 유연성(flexibility)이 있어 그 위치를 쉽게 조절할 수 있기 때문에 연조직에 닿지 않고 음식물 저류도 적어 역시 식립부 연조직의 반응에 더 유리한 것으로 확인되었다.

장치의 고정원 가치 여부가 식립 직후의 초기 안정성에 달려있다는 측면에서 식립부위의 해부학적 특성이 매우 중요하다고 하였다. Turley등<sup>33)</sup>은 식립부 연조직의 특성이 성패를 좌우하는 주요 요인이었다고 발표했으며, Tal등<sup>25)</sup>은 발치후 치유 잠재능이 남아있는 부위이나 성숙된 피질골이나에 상관없이, 식립부 골조직의 질과 양이 가장 중요하다고 하였다. 실험동물의 정중구개 후방부의 피질골 두께는 약 2~2.5mm로서 예상보다 상당히 얇았던 반면, 구개점막은 4~5mm로 두꺼웠으며 매우 질겼다. 따라서 실험동물 희생후 조직피를 채취하여 육안적으로 관찰하였을 때, 스크류 길이의 반정도가 비강내로 관통되어 있었으며, 8주군과 18주군에서 관통된 스크류 표면을 따라 육안으로도 확인될 정도의 골침착이 일어나 있었다. 연조직 두께를 포함시켜 길이를 선택해야 하는 단일 임플란트나 스크류와는 달리, 본 실험장치에서는 개의 구개골 두께만을 고려하여 스크류 길이를 5mm 이하로 선택하는 것이 바람직했을 것이다. 그러나, 관통된 스크류 표면을 따라 골침착이 일어난다고 했던 Majzoub<sup>6)</sup>, Asikainen<sup>38)</sup>등이 얻었던 결과가 즉시 교정력 하에서도 적용됨을 관찰함으로써, 식립후 치유기간을 부여하는 것이 장치 안정성에 필수적이

지 않음을 확인하였다.

성견과 사람의 해부학적 차이 또는 개개인의 해부학적 변이가 다양하기 때문에 본 실험 결과를 임상에 그대로 적용하는 데에는 한계가 있지만, 본 실험이 주는 의의는 각 증례마다 방사선 사진과 탐침 등을 이용하여 술전에 구개골 및 연조직의 양과 질을 파악한다면 주어진 조건하에서 최대의 고정원 가치를 발휘하도록 장치를 적용할 수 있는 응용력을 갖추는데 일조할 것이라 사료된다.

V. 결 론

이 연구는 음성 비굴 성견 4마리를 대상으로 구개부 골내고정원 장치 C-Palatal Plate™를 정중구개부에 식립하고 치유기간 없이 식립 즉시 교정력을 가했을 때의 조직 반응을 관찰하고자 시행되었다. 실험군은 교정력 적용기간에 따라 8주군, 18주군, 22주군(장치 제거 후 4주의 치유기간 포함)으로 나누었고, 식립 후 교정력을 받지 않은 상태에서 8주 경과된 군을 대조군으로 하여 각각 육안적 관찰, 동요도 검사를 시행하였으며, 교합면 방사선 사진을 촬영하였다. 희생 후 장치를 포함한 조직괴를 적출하여 조직표본을 제작하고 HE 염색하여 광학 현미경 하에서 상부 연조직, 골-스크류 경계면, 스크류 경부의 변연골, 비강으로 관통된 스크류 표면으로 부위를 나누어 검경하였으며, 장치 제거 후 치유 상태를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 희생 후의 조직괴를 촬영한 측면 방사선 사진상에서, 식립 후 교정력을 받지 않은 대조군에 비하여 즉시 교정력을 받은 군에서는 플레이트의 수직적 변위가 발생하였으나 경미하였고, 동요도 검사시 모든 군에서 초기 안정성이 확인되었으며 실험기간 중 동요도의 증가는 발생하지 않았다.
2. 상부 연조직의 치유상태 관찰에서, 식립 직후부터 교정력을 가한 실험군과 식립 후 교정력을 가하지 않은 대조군 모두 염증세포 침윤, 상피 함입 등의 병리적 변화는 관찰되지 않았다.
3. 골-스크류 경계면의 골유착 관찰에서, 식립 직후부터 교정력을 가하여도 8주 경과시 골유착이 관찰되었고 18주 경과시 골유착 분포가 더욱 증가되었다. 압박측과 긴장측간에 골유착 분포의 차이는 관찰되지 않았으며, 대조군이 실험군에 비하여 골유착에 불리한 것으로 나타났다.

4. 스크류 경부의 변연골 관찰에서, 대조군에서는 뚜렷한 변화가 없었던 반면에, 8주군과 18주군은 부분적으로 변연골 침착 및 흡수가 일어났으나 경미하였고, 압박측과 긴장측 간의 차이는 관찰되지 않았다.
5. 비강으로 관통된 스크류의 표면 관찰에서, 8주군과 18주군에서는 스크류 표면을 따라 비강측으로 신생골 침착이 관찰되었으나, 대조군에서는 관찰되지 않았다.
6. 장치 제거 4주 후 치유 상태 관찰에서, 상피층은 긴밀하게 재생되었으나 결합조직은 성글고 불규칙한 배열을 보였으며, 장치를 둘러쌌던 결합조직피막이 잔존하였다. 스크류가 식립되었던 골부위에서는 왕성한 골개조가 진행되고 있었다.

C-Palatal Plate™는 식립 직후부터 지속적인 교정력을 가하여도 안정성에 문제가 없었고, 연조직의 치유 및 장치 주위 골조직의 재생에도 유해한 영향을 미치지 않았으며, 부분적인 골유착까지 형성됨으로써 그 고정원 가치가 인정되었다. 이는 사람에서도 보다 안정적이고 실용적인 골내고정원 장치로서 이용 가치가 높을 것임을 시사한다.

참 고 문 헌

1. 정규림. 금속교정, 서울: 지성출판사, 2001.
2. Turley PK, Kean C, Schur J, Stefanac J, Gray J, Hennes J, Poon LC. Orthodontic force application to titanium endosseous implants. *Angle Orthod* 1988; 58: 151-61.
3. Higuchi KW, Slack JM. The use of titanium fixtures for intraoral anchorage to facilitate orthodontic tooth movement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6: 338-44.
4. Ödman J, Lekholm U, Jemt T, Thilander B. Osseointegrated implants as orthodontic anchorage in the treatment of partially edentulous adult patients. *Eur J Orthod* 1994; 16: 187-201.
5. De Pauw GA, Dermaut L, De Bruyn H, Johansson C. Stability of implants as anchorage for orthopedic traction. *Angle Orthod* 1999; 69: 5: 401-7.
6. Majzoub Z, Finotti M, Miotti F, Giardino R, Aldini NN, Cordioli G. Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvaria: early continuous distalizing forces. *European J Orthod* 1999; 21: 223-230.
7. Akin-Nergiz N, Nergiz I, Schulz A, Arpak N, Niedermeier W. Reactions of peri-implant tissues to continuous loading of osseointegrated implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114: 292-8.
8. Saito S, Sugimoto N, Morohashi T, Ozeki M, Kurabayashi H, Shibasaki Y, Shimizu H, Yanasaki K, Shiba A, Yamada S. En osseous titanium implants as anchors for mesiodistal tooth movement in the beagle Dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118: 601-7.
9. Wehrbein H, Glatzmaier J, Yildirim M. Orthodontic anchorage capacity of short titanium screw implants in the maxilla. *Clin Oral Impl Res*

- 1997 : 8 : 131-41.
10. Wehrbein H, Merz BR, Diedrich P. Palatal bone support for orthodontic implant anchorage—a clinical and radiological study. *European J Orthod* 1999 : 21 : 65-70.
  11. Wehrbein H, Feifel H, Diedrich P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth : a prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999 : 116 : 678-86.
  12. 박효상 : A new protocol of the sliding mechanics with micro-implant anchorage(MIA). *Korea J Orthod* 2000 : 30 : 6 : 677-85.
  13. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R, Yamasaki KL, Okano T, Yamada S, Shibasaki Y. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle Dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001 : 119 : 5 : 489-97.
  14. 경승현, 임중기, 박영철. miniscrew를 고정원으로 이용한 교정치료. *대치교정지* 2001 : 31 : 4 : 415-24.
  15. Costa A, Raffaini M, Melsen B : Miniscrews as orthodontic anchorage : A preliminary report. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1998 : 13 : 201-9.
  16. 천훈, 이영준, 박영국, 정규림. 구강내 고정원으로서 titanium miniscrew의 이용증례(II). *대한치과의사협회지* 2000 : 38 : 1241-50.
  17. 윤병수, 이원유, 김경남 : 성견에서 교정적 고정원으로서의 티타늄 미니스크류에 대한 연구. *대치교정지* 2001 : 31 : 5 : 517-23.
  18. Kanomi R : Mini-Implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997 : 31 : 11 : 763-7.
  19. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995 : 107 : 251-8.
  20. Melsen B, Petersen JK and Casta A. Zygoma ligatures : an alternative form of maxillary anchorage. *J Clin Orthod* 1998 : 32 : 154-8.
  21. Umemori M, sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for openbite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999 : 115 : 166-74.
  22. Sugawara J. Dr. Junji sugawara on the skeletal anchorage system. *J Clin Orthod* 1999 : 33 : 689-96.
  23. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1984 : 86 : 95-111.
  24. Melsen B, Costa A : Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clin Orthod Res* 2000 : 3 : 23-8.
  25. Zubery Y, Bichacho N, Moses O and Tal H : Immediate loading of modular transitional implants : A histologic and histomorphometric study in Dogs. *Int J Perio Res Dent* 1999 : 19 : 343-53.
  26. Ramp LC, Jeffcoat RL. Dynamic behavior of implants as a measure of osseointegration. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 : 16 : 637-45.
  27. Roberts WE : Bone tissue interface. *J Dental Education* 1988 : 52 : 804-9.
  28. Parr JA, Roberts WE, Garetto LP, Chen J : Remodeling dynamics of bone supporting rigidly fixed titanium implants : a histomorphometric comparison in four species including humans. *Implant Dent* 1995 : 235-43.
  29. Gray JB, Steen ME, King GJ, Clark AE. Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. *Am J Orthod* 1983 : 83 : 4 : 311-7.
  30. Favero L, Brollo P, Bressan E. Orthodontic anchorage with specific fixtures : Related study analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002 : 122 : 84-94.
  31. Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, Gongloff RK. : Rigid endosseous implant for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod* 1989 : 59 : 4 : 247-56.
  32. Branemark PI : Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983 : 50 : 399-410.
  33. Turley PK : Orthodontic force application to vitallium subperiosteal implants. *J Dent Res* 1983 : 62A : 282.
  34. Sherman AJ : Bone reaction to orthodontic forces on vitreous carbon dental implants. *Am J Orthod* 1978 : 74 : 79-87.
  35. Smith JR : Bone dynamics associated with the controlled loading of bioglass-coated aluminum oxide endosteal implants. *Am J Orthod* 1979 : 76 : 618-36.
  36. Douglass JB, Killiany DM. : Dental implants used as orthodontic anchorage. *J Oral Implantol* 1987 : 13 : 28-38.
  37. Langford RJ, Frame JW. Tissue changes adjacent to titanium plates in patients. *J CranioMaxillo-facial surgery* 2002 : 30 : 103-7.
  38. Asikainen P, Klemetti E, Vuillemin T, Sutter F, Rainio v and Kotilainen R. Titanium implants and lateral forces An experimental study with sheep. *Clin Oral Impl Res* 1997 : 8 : 465-8.
  39. Roberts WE, Nelson CL, Goodacre CJ. : Rigid implant anchorage to close a mandibular first molar extraction site. *J Clin Orthod* 1994 : 28 : 693-704.

- ABSTRACT -

## An effect of immediate orthodontic force on palatal endosseous appliance(C-Palatal Plate™) in beagle Dog

Su-Jung Kim, Young-Jun Lee, Kyu-Rhim Chug

*Department. of Orthodontics, School of Dentistry, Kyung-Hee University*

This study was performed to investigate the effect of immediate orthodontic force on soft and hard tissues surrounding C-Palatal Plate™ in beagle Dog. Immediately after this appliance was implanted on the midpalate of 4 adult beagle Dogs, 400gm continuous orthodontic force was applied. Experimental animals were euthanized at 8weeks, 18weeks, and 22weeks (including post-removal healing time of 4weeks), and a control animal was euthanized at 8weeks after implantation without orthodontic force application. The appliance and the surrounding tissue were studied radiographically, macroscopically, and histologically.

The results were as follows :

1. The lateral radiographs taken after euthanasia showed very slight displacement of the vertical plate in the experimental animals, compared with the control animal. Mobility test of all animals confirmed primary stability without any increase of mobility during experimental period.
2. No pathologic changes were found in the healing condition of covering soft tissue and bone-screw interface in experimental animals as well as a control animal.
3. Osseointegration was achieved in the bone-screw interface in 8weeks after implantation and the amount of osseointegration increased in 18weeks. There was little difference of osseointegration between the compression side and the tension side.
4. In the marginal bone area, slight bone apposition and resorption were found regardless of compression and tension side, while there was no change in the control animal.
5. Both 8week-animal and 18week-animal showed the new bone apposition along the surface of screws which were perforated into the nasal cavity, while the control animal showed no change.
6. After 4weeks of plate removal, the covering epithelium was repaired intactly, while the connective tissue showed loose and irregular rearrangement and the connective tissue capsule remained.

The C-Palatal Plate™ manifested sufficient anchorage capacity in the context of histological study as well as clinical outcomes, when immediate orthodontic force was applied after implantation.

KOREA. J. ORTHOD. 2003 : 33(2) : 91-102

**Key words** : C-Palatal Plate, Immediate orthodontic force, Anchorage capacity