

교정적 치주치료

An Alternative of Periodontal Therapy; Orthodontic Periodontal Therapy (OPT)

전남대학교 치과대학 교정학교실

부교수 황 현 식

치아 위치가 불량하면 치주조직의 건강이 나빠지는가? 오래 전부터 치주학자들 간에 논란이 되어왔던 주제이다. 치주질환은 하나의 원인에 의해서가 아니라 여러가지가 복합되어 나타나는 다인적 질환이므로 항상 그러한 것은 아니지만 치아 위치 불량은 치주질환의 원인으로 분명히 작용할 수 있다. 가장 흔한 문제인 crowding을 예로 들어 살펴본다면, crowding으로 인해 치태가 더욱 침착되고 이 치태가 bacterial toxin을 통해 치주염을 일으키게 되므로 crowding이라는 치아위치는 치주조직에 분명히 유해하다고 할 수 있다. Bacterial plaque만 문제가 되는가? 최근의 한 논문은 11-14세의 학동을 대상으로 crowding, 치태, 치은염과의 상관관계에 대하여 연구하였다¹⁾. 이 논문 결과에 따르면 crowding과 치은염은 분명히 연관성이 나타나는데 crowding과 치태 간에는 상관성이 낮게 나타났다. 즉 crowding이 치주질환을 야기하기는 하지만 치태를 통해서가 아닌 다른 이유가 있다는 것을 시사해 주었다. 이 논문은 고찰 부분에서 crowding이 있을 경우 치근과 치근 사이의 interdental bone이 얇게 되고 약한 자극에도 쉽게 골흡수가 나타날 수 있음을 언급하였다. Crowding이 치주질환을 야기할 수 있는 두 번째 이유는 얇은 interdental bone이다. 세계로 외상성교합(TFO)을 통해 crowding은 치주질환을 악화시킬 수 있다. TFO가 치주질환을 야기하는가 하는 것 또한 오랫동안 논쟁거리였다. 그러나 유럽의 학자들은 beagle dog 연구에서 jiggling이 골흡수의 원인임을 보고하였으며, 최근 Burgett과 Ramfjord²⁾도 50명 치주질환자를 대상으로 한 RCT 연구에서 교합조정을 하지 않은 대

상군에 비하여(0.02mm) 교합조정을 한, 즉 외상성교합을 제거한 대조군에서(0.42mm) 더 많은 부착증가가 나타남을 보고하였다. 또한 Wang 등³⁾은 furcation이 침범된 치주질환자 24명을 8년간 관찰한 결과 동요도가 있는 치아에 비하여(1.08mm) 동요도가 없는 치아에서(0.48mm) 더 적은 양의 부착 손실이 나타남을 보고하여 jiggling 등 교합외상이 임상적으로 분명히 유해함을 보여주었다.

1989년 뉴저지에서 있었던 World workshop에서도 치주질환의 주원인은 치태이지만 TFO가 분명히 cofactor로 작용됨을, 그리고 교합조정이나 스텔린팅 같이 TFO를 제거하는 술식이 치주건강에 이롭다고 발표된 바 있다⁴⁾. 요약하면, crowding이라는 치아위치는 치태침착 증가, 얇은 interdental bone, 그리고 교합외상을 통해 분명히 치주건강 악화를 야기하고 있다.

반대로 치주조직의 건강이 나쁘면 치아 위치에 이상이 생길 것인가? 치주에 염증이 생기면 prostaglandin이 출현하고 이는 미세혈관의 투과성을 증가시켜 종창이 야기됨은 오래전부터 알려져 있는 사실이다⁵⁾. 종창에 의해 치근막공간에 압력이 주어지면 치아는 당연히 정출하게 된다.

- Pathologic Tooth Extrusion
 - ← localized inflammation
- Pathologic Tooth Migration
 - ← generalized inflammation

특히 4-6mm의 깊은 치주낭 상태에서 염증이 나타

나면 치아의 정출이 쉽게 초래되며 부분적인 치주질환에 의해 한두 치아가 정출하는 pathologic tooth extrusion(PTE)이나 전반적인 치주질환에 의한 pathologic tooth migration(PTM)이 나타나게 된다. 이러한 정출이나 치아이동은 또다른 교합이상을 야기하고 그 교합이상은 다시 치주질환을 악화시키는 악순환이 나타날 수도 있다.

이와 같이 치아 위치 이상과 치주질환은 밀접한 관련을 갖고 있으므로 치주질환의 효과적 치료를 위해서 치아이동을 고려하는 것이 필요하다고 생각한 바, 저자는 치아이동을 통한 효과적 치주치료 유형을 “교정적 치주치료(OPT)”라 명명하고 전형적인 몇가지 유형을 제시하고자 한다.

I. 국소적 수직골결손 (Isolated Vertical Bony Defect)의 치료

수직골결손이 있는 환자에서 일반적인 flap operation만 시행할 경우에는 일정기간 후 염증이 재발하는 것을 종종 볼 수 있다. 효율적인 구강위생관리가 안되기 때문이다. 치태가 보다 용이하게 제거될 수 있도록 하는 방법으로 골절제술(osseous surgery)이

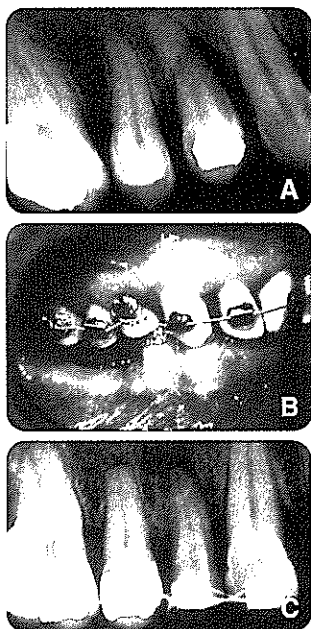


그림 1. 치아정출을 통한 수직골결손의 치료. 상악 우측 제1소구체에 심한 수직골결손이 있었으나(A), 교정치료에 의해(B), 간단히 치료가 되었다(C).

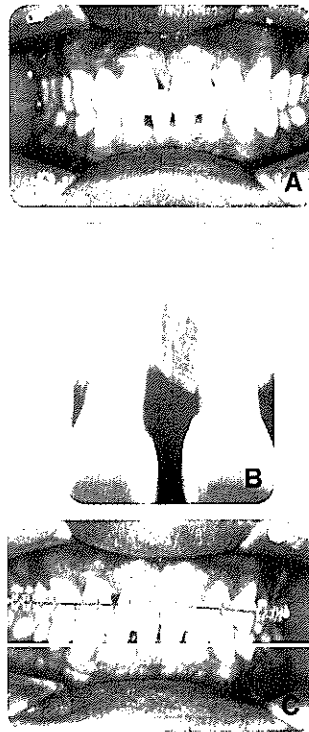


그림 2. 레진치료로 치주질환이 악화된 30세 환자 증례. 본 환자는 처음에는 축철치 부위에만 약간의 spacing이 있었으나 8년 전부터 증절치 간에 spacing이 나타나 내원하게 되었다(A). 치주질환에 의한 spacing을 레진으로 해결한 결과 레진의 자극이 치주질환의 악화를 초래한 것으로 여겨진다. 방사선 사진에는 완전히 제거되지 않은 레진이 일부 불투과상으로 보인다(B). 본 환자의 경우 치아의 크기가 정상이고 더욱이 치주문제가 있는 경우이므로 교정적 접근이 바람직한 치료방법이다(C).

사용되기도 하였다. 그러나 이는 인접치아 치근의 노출 등 심미적 문제를 야기할 수 있다.

반면, 치아 정출시 치아와 인접한 attachment apparatus가 따라서 정출하는 것을 응용한다면 즉 치아정출술(forced eruption)을 적용하면 치주낭의 깊이가 감소되고 수직골결손이 쉽게 치료될 수 있다. 한편, 이러한 술식을 적용하면 어느 정도 치관의 삭제가 불가피하므로 골결손이 있는 치아가 실패치인 경우, 보다 적극적으로 치아정출술을 고려할 수 있다(그림 1).

II. 상악전치부 공간 (Upper Anterior Spacing)의 치료

상악전치부 치간공간은 처음부터 발육과정에서 나타날 수 있지만(inherent spacing), 치주질환에 의해 발생되기도 한다(gradual spacing). 치주조직이 건강하고 발육과정에서 이미 나타난 공간의 경우, 전치치아 형태나 크기를 고려하여 교정술식 외에 보철이나 보존술식을 적용할 수 있다. 그러나 치주질환에 의해 공간이 나타난 경우에는 보철보존술식이 얼마간은 심미적으로 도움이 될 수 있으나 보철물이나 보존재료

가 다시 치주질환을 악화시킬 수 있어 포괄적 의미에서는 피하는 것이 좋다. 실제로 79개의 상악전치에서 컴포지트 레진치료를 시행한 후 5-6년 뒤 재내원시켜 치주검사를 시행한 한 최근 연구는 레진치료를 받지 않은 부위에 비하여 레진치료를 시행한 부위의 치태 지수나 치은염증지수가 높게 나타남을 보고하였다⁷⁾(그림 2).

교정치료를 시행할 경우에는 상악전치부 공간의 원인이 정확히 무엇인가를 파악하고 치료계획을 수립하여야 한다. 결과적으로는 상악전치부 공간이지만 이는 여러 가지 원인에 의해 나타날 수 있다는 것이다.

□ Anterior origin

- Extrusion due to inflammation
- Secondary occlusal trauma

□ Posterior origin

- Anterior force due to ACF(anterior component of force)
- Vertical force due to PBC(posterior bite collapse)

전치부만의 원인인 경우에는 국한적인 교정(minor tooth movement)이 가능하지만 구치부 치주질환으로 인해 전치부 공간이 나타난 경우에는 전악교정(comprehensive ortho treatment)이 고려되어야 한다. 전치부만이 원인이고 구치부를 유지하고자 하는 경우에는 간접부착술식의 일종인 passive bracketing⁸⁾이 효율적으로 사용될 수 있고, 구치부가 원인인 경우에는 anterior bite plane을 치료초기에 병용하는 것이 도움이 된다.

III. 하전치부 Crowding으로 인한 치주질환 치료

서론에서 언급하였듯이 crowding이 있게 되면 치태 침착, 얇은 interdental bone, 교합외상을 통해 치주질환파괴가 초래될 수 있다. 가장 흔하게 나타나는 곳이 하악 전치부이다. 일단 치주질환이 나타나면 아무리 치주치료를 하고 구강위생교육을 해도 효과적으로 관리가 되지 않는 것을 볼 때, 가장 근본적인 해결책은 가장 큰 원인인 치아위치를 바로잡는 것임을 알

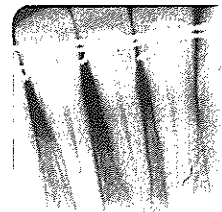
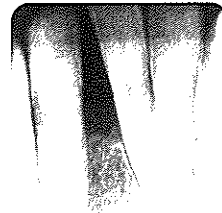
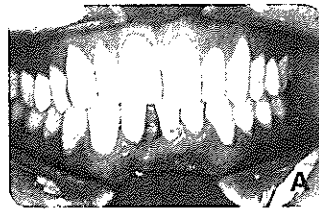


그림 3. 하전치부 치주염으로 인해 하악 전치 하나를 발치하게 된 43세 남자의 증례. 심한 하전치부 crowding으로 인하여 치주염이 발생하여 치주과에서 우측 중절치를 발거하였다(A). 치주조직에 유해한 자극을 줄 수 있는 보철치료를 하지 않기 위하여 교정치료를 시행하였다. 좌우 견치간 공간이 작아 하악은 3절치로 상하교합을 맞추기로 하였다. 교정치료로 인하여 embrasure가 확보되고 치근 사이의 interdental bone이 두터워진 것을 볼 수 있다. 교정치료 후 치주공간에는 문제가 없으나 이미 골출수가 진행되었던 환자이므로 치아 사이에 공간이, 소위 black triangle이 나타나는 심미적 문제는 피할 수 없다. 따라서 치주질환이 의심되는 하악 전치부 crowding은 가능한 일찍 교정을 해주는 것이 보다 바람직하다(B, C).

수 있다(그림 3).

하전치부 crowding을 펴기 위한 교정방법으로는 여러 가지가 있을 수 있다. 크게 expansion과 extraction으로 나눌 수 있는데 치주질환이 있는 환자는 대개 성인이므로 교정치료후 안정성을 고려시 borderline case에서는 expansion보다 extraction이 바람직하다. Expansion과 extraction의 절충방법으로 enamel stripping이 시행될 수 있으나 이는 치근간의 interdental bone을 얇게 하므로 치주질환자에서는 좋지 않은 술식이다. Extraction 술식으로 소구치발치가 일반적으로 시행되지만 사회적 이유에 의해 또는 다른 부위의 치아 및 치주상태로 인해 장기간 교정치료를 받을 수 없는 경우에는 하절치 하나를 발거하여, 상악에는 4절치, 하악에는 3절치로 마무리하는 소위 "하절치 발치" 술식이 도움이 되는 경우가 많다. 상악 절치가 작은 경우, 상악에 이미 spacing이 있는 경우,

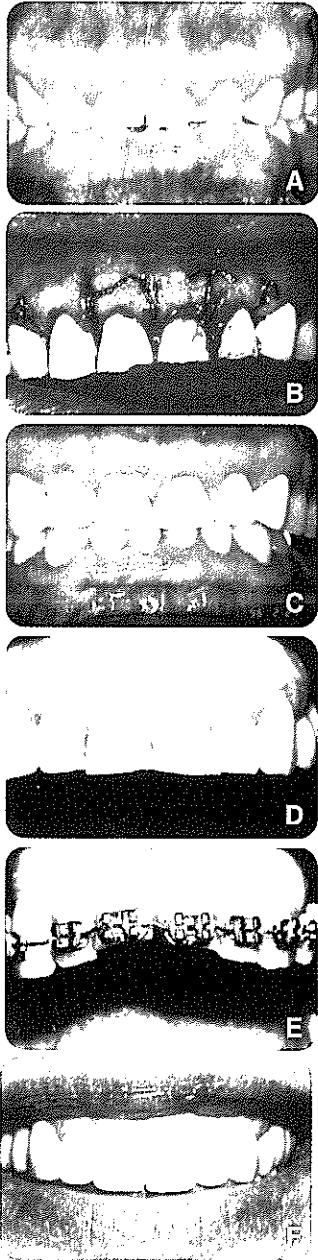


그림 4. 상악전치가 마모되어 비심미적 치은선이 나타난 중례의 치주수술과 교정치료의 결과비교. 치은선이 낮게 위치된 환자가 내원하여 (A), 골성형술을 동반한 치주수술로 crown lengthening을 시도하였다(B). 치주성형술 후 보철치료한 모습인데 썩 만족스럽지는 않다(C). 치은선이 낮게 위치하고 임상치관이 짧은 환자에서는 절단면 마모상태를 검사하여 마모로 인해 치아가 정출되고 이에 따라 치은이 내려온 것은 아닌지 살펴보아야 한다(D). 이러한 경우에는 권레 위치로 치아를 intrusion 시켜야 치은선도 맞게 되고 (E). 보다 심미적인 치관형태도 얻을 수 있다(F).

또는 상악만 소구치를 발거해야 하는 경우에 매우 효과적으로 적용할 수 있다.

IV. 전치부 심미(Anterior Dental Esthetics)를 위한 교정적 치주치료

사회경제적 여건의 향상으로 심미치과 술식에 대한

많은 연구가 있어왔으며 치주영역에서도 치주성형수술의 관심이 고조되고 있는 추세이다. 그러나 경우에 따라서는 치주술식보다 교정이 보다 효과적으로 또는 근본적으로 심미적 개선에 도움이 될 수 있다.

1. 비심미적 치은선 (Unesthetic Gingival Line)의 치료

전치부 각 치아의 치은선은 인접치아의 치은선과 조화를 이루어야 자연스럽게 아름다운 미소를 가질 수 있다. 한두 치아 또는 여러 치아의 치은선이 내려온 경우 치관을 보다 많이 노출시키고 치은 노출을 줄이기 위해 gingivectomy나 apically positioned flap같은 치주성형술이 종종 사용된다. 그러나 치주성형술의 결과가 좋지 않은 경우가 있는데 이는 치아의 위치로 인해 치은선 문제가 나타날 수 있다는 것을 간과한데서 비롯된다.

치은선의 위치가 위아래로 비심미적인 경우에는 치아의 위치를 먼저 살펴보는 것이 필요하다. 치관의 형태가 정상인 경우라면 치아를 배열하는 교정치료를 통해 자연스럽게 치은선도 배열이 된다. 그렇다면, 임상치관이 짧은 경우에는 항상 치주수술이 필요할까? 어떤 경우에는 치아위치불량으로 또는 bruxism이나 산성 음식물 또는 거식증 등에 의해 일부 또는 여러 치아에 마모가 나타날 수 있음을 반드시 알고 있어야 한다. 이러한 경우에도 해당치아를 attrition 전 원래 위치로 교정하는 것이 치은선의 배열에 도움이 되며 치주수술보다 심미적인 결과를 얻을 수 있다(그림 4).

치은선이 맞지 않은 경우 치주수술을 할 것인가 교정을 할 것인가 결정하는데는 다음 3가지를 검사하여야 한다.

- Perio surgery versus orthodontics
 - sulcus depth
 - incisal edge
 - CEJ height

Sulcus depth가 깊고 나머지가 문제가 없는 경우에는 치주수술이 적응증이 되지만 sulcus depth가 정상이고 incisal edge가 마모되어 있다면 치아

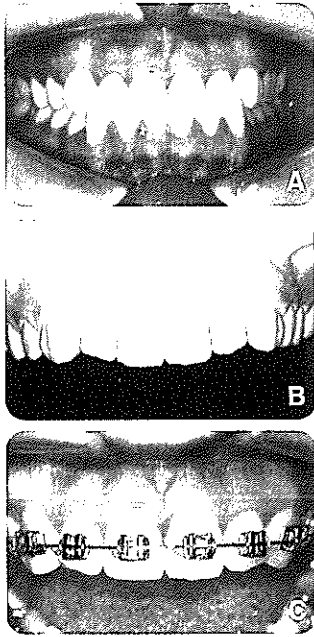


그림 5. 상악전치의 설측경사로 인해 초래된 비심미적 치은선 환자의 교정치료 중례. 초진시 상악 전치부 치은선이 비심미적이었으나(A, B), 교정치료에 의해 개선된 것을 볼 수 있다. 치아의 순설측이동에 의해 상하방의 치은선 개선을 얻을 수 있다.

가 정출된 것을 의심하여야 한다. 인접치에 비하여 한두 치아의 치은선이 내려온 경우에는 probe를 사용하여 CEJ의 위치를 비교해 보는 것도 좋은 방법이 된다. CEJ의 위치가 인접치에 비해 내려온 경우 교정을 해주어야 보다 심미적인 결과를 얻을 수 있다.

이와 같이 치아의 수직적 이동으로 치은선을 맞출 수도 있지만 경우에 따라서는 순설이동으로도 치은선의 개선을 도모할 수 있다. 치아돌출정도가 치주낭깊이, 임상치관고경, 각화치은 및 부착치은 폭경에 미치는 영향을 살펴본 최근 연구⁹⁾는 순설측 치아위치가 임상치관고경에 매우 상관성 높은 영향을 미침을 보고하였다. 즉 한두 치아 또는 여러 치아를 순측 또는 설측으로 이동시킴으로 수직적인 치은선의 개선을 얻을 수 있음을 알 수 있다(그림5).

2. Black Triangle (Missing Papilla)의 치료

상악전치의 치경부 수준에 나타난 black triangle의 치료를 위해 여러 가지 방법의 치주수술이 발표되고 있으나 그 예후는 확실치 않은 것으로 보고되고 있다. Black triangle이 나타난 이유를 자세히 살펴보면 다음 세가지로 집약된다.

□ Causes of black triangle

- tooth shape
- tooth axis
- perio loss

절단연 수준의 근원심폭경이 치경부에 비하여 지나치게 큰 삼각형 모양의 경우에는 절단연 부위의 enamel stripping을 시행하고 이로써 생기는 공간을 이용하여 서로 접근시키면 간단히 black triangle을 해소할 수 있다. 치축이 안 좋아, 즉 치관은 붙고 치근 부위가 떨어져서 나타난 black triangle은 교정적으로 치축을 바로 잡아 좁으로 해결할 수 있다. 치주질환이 심한 경우 골흡수로 인하여 나타난 black triangle이라 할지라도 spacing을 해결하는 교정치료 시 치아의 이동에 의해 치은이 밀림으로써(gingival bunching effect) 상당양의 공간이 폐쇄되는 것을 볼 수 있다(그림 6).

3. 치조골능 결손(Ridge Defect)의 교정적 치료

상악전치부의 치아결손과 함께 치조능이 퇴축된 경우에는 보철을 하더라도 비심미적 결과가 초래되므로 연조직이나 경조직을 이용한 ridge augmentation 방법이 많이 소개되고 있다. 그러나 경우에 따라서는 치아이동을 통하여서도 골침착을 얻을 수 있는데 이를 "orthodontic ridge augmentation"이라 부른다.

교정치료에 의한 치조골능 증대는 forced eruption에 의해 손쉽게 그리고 효과적으로 이를 수 있다. 최근 Salama와 Salama¹⁰⁾는 "hopeless"로 판정된 잔존치근을 바로 발치하지 않고 정출시킴으로써 잔존치근 주위의 치조골을 증대시켜, 심미적이고 기능적인 임프란트 치료를 가능케 한 증례를 발표하여 학계의 관심을 끌은 바 있다.

치아의 수직적 이동이 아니라 근원심이동으로도 치조골 양을 늘릴 수 있다. Fontenelle¹¹⁾는 light force을 부여할 경우, 치조골이 흡수된 부위로 "through bone"이 아닌 "with bone" 양상으로 치아이동이 나타날 수 있음을 증례와 함께 보고한 바 있고, Kokich¹²⁾는 치조골양이 충분하지 않아 임프란트를 매식하기 곤란한 부위로 인접 소구치를 이동시킨 다음 치아이동후 치조골양이 충분히 생긴 부위에 임프란트

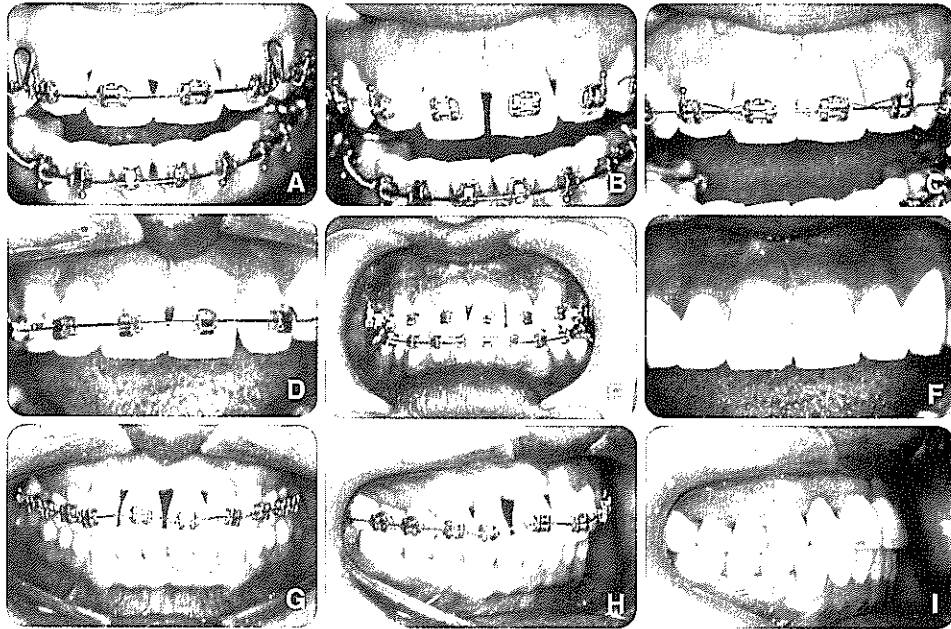


그림 6. 교정치료를 통한 black triangle의 치료. 치아형태로 인해 나타난 black triangle은(A), stripping과 교정치료를 통해 간단히 해결된다(B,C). 치축이 안 좋은 경우 역시(D), 브리켓 각도를 바꾸어주어 치근을 접근시킴으로써 개선이 된다(E, F). 치주질환이 심하여 골흡수에 의해 나타난 공간도(G), 교정적 치아이동시 gingival bunching 효과에 의해 상당량 개선이 되는 것을 볼 수 있다(H, I).

를 매식한 교정증례를 발표하기도 하였다.

V. 치은퇴축(Gingival Recession)의 교정적 접근

문헌고찰과 증례를 통해 치은퇴축의 여러 가지 원인요소를 분석한 최근 연구³³⁾는 치은퇴축의 원인으로 여러 가지가 있지만 가장 중요하고 영향력있는 원인이 "치아 위치"임을 주장한 바 있다. Crowding으로 인하여 한 치아가 순측으로 돌출되어 있는 경우 쉽게 퇴축이 나타나고 치은점막수술을 한다 할지라도 그 예후가 안 좋은 것을 볼 수 있다.

따라서 치은 퇴축을 예방하기 위해서는 치아가 치조골 중앙으로 맹출하도록 유도하는 또는 순측으로 나온 치아를 치조골 가운데에 위치하도록 바로 잡아 주는 교정치료가 필요하다. 일반교정진료에서 회전조절이나 확장치료시 치은퇴축이 나타날 수 있는데, 나이 어린 환자에서 보다 성인에서 빈발하는 것을 고려한다면 가능한 조기에 교정치료를 하는 것이 바람직한 것으로 여겨진다.

이미 치은퇴축이 나타난 경우에는 그리고 그 치아가 순측으로 돌출되어 있는 치아라면 치은점막수술 보다는 교정치료가 보다 근본적이고 효과적인 치료 가 된다. 치아가 설측으로 움직이면서 치은양이 증가

되는 것을 기대할 수 있기 때문이다. 이러한 "creeping attachment" 는 나이가 어릴수록 좋은 반응을 보인다는 것을 역시 잊어서는 안된다(그림 7).

한편 Ingber³⁴⁾는 치아정출을 통해서도 치은퇴축이 개선될 수 있음을 주장하였다. 원숭이를 대상으로 치아정출시 치은조직 변화를 살펴본 최근 연구는 치아

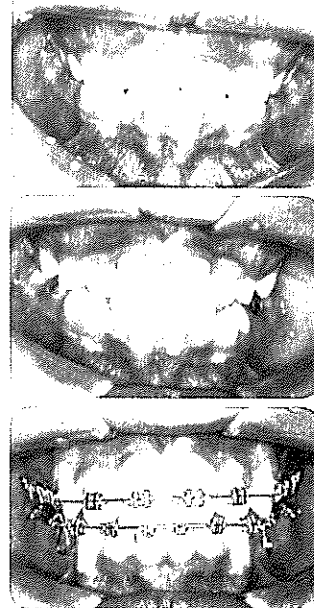


그림 7. 교정치료로 인해 치은퇴축이 개선된 증례. 하악좌측 중절치가 상악전치와 반대교합이 되어 치은양도 적고 교합 외상이나 치솔질에 의한 외상에 의해 더욱 치은퇴축이 악화될 소지가 높은 8세 남자의 초진 모습이다(A). 그러나 반대교합 개선 후(B), 그리고 소구치 발치로 하악전치가 설측으로 이동된 후 치은양이 상당히 증가된 것을 볼 수 있다(C).

의 치관방향이동에 따라 치은변연이 77% 움직임을 발표한 바 있다¹⁰⁾. 한편 mucogingival junction의 위치는 바뀌지 않으므로 각화치은 양이 증가되는 이득도 기대할 수 있다. 치은퇴축 개선을 위해 치아를 정출시킬 경우 교합면이나 절단면의 삭제가 필요할 수 있으므로 실활치이거나 절단면 모양이 삭제해도 괜찮은 경우에 적극적으로 고려될 수 있으리라 여겨진다. 최근 치주치료술식은 눈부시게 발전해 왔다. 그러

나 동시에 교정학 연구의 범위도 넓어졌다¹¹⁾. 많은 치주문제들이 전통적인 또는 최근의 치주치료 개념으로 잘 해결되고 있지만 교정치료를 통해 보다 쉽게, 보다 근본적으로, 또는 보다 심미적으로 개선될 수 있는 경우도 있음을 알 수 있다. 치아위치와 치주조직 건강은 매우 밀접한 관계를 갖고 있으므로 치주질환 진단 및 치료계획 수립시 "교정적 치주치료(OPT)"에 대한 고려는 반드시 필요하다.

참고 문헌

1. Ashley FP, Usiskin LA, Wilson RF, Wagaiyu E. The relationship between irregularity of the incisor teeth, plaque, and gingivitis: a study in a group of schoolchildren aged 11-14 years. *Eur J Orthod* 1998;20:65-72.
2. Burgett FG, Ramfjord SP, Nissle RR, Morrison EC, Charbeneau TD, Caffesse RG. A randomized trial of occlusal adjustment in the treatment of periodontitis patients. *J Clin Periodontol* 1992;19:381-7.
3. Wang HL, Burgett FG, Shyr Y, Ramfjord S. The influence of molar furcation involvement and mobility on future clinical periodontal attachment loss. *J Periodontol* 1994;65:25-9.
4. Hoag PM. Occlusal treatment. In: *Proceedings of the world workshop in clinical periodontics sponsored by the American Academy of Periodontology, section III*. Princeton, New Jersey, 1989.
5. Palcanis KG. Effect of occlusal trauma on interstitial pressure in the periodontal ligament. *J Dent Res* 1973;52:903-10.
6. 황현식. 교정치료시 새로운 레벨링 개념. *대한치과 의사협회지* 1997;35(4):215-8.
7. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G, Quirynen M. The influence of direct composite additions for the correction of tooth form and/or position on periodontal health. A retrospective study. *J Periodontol* 1998;69:422-7.
8. Hwang HS. Passive bracketing for adjunctive orthodontics. *Korea J Orthod* 1996;26(6):717-21.
9. 황현식, 김중철, 김정문. 치아돌출이 부착치은 폭경에 미치는 영향. *대치교정지* 1998;28(1):135-42.
10. Salama H, Salama M. The role of orthodontic extrusive remodeling in the enhancement of soft and hard tissue profiles prior to implant placement: a systematic approach to the management of extraction site defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:312-33.
11. Fontenelle A. Lingual orthodontics in adults. In: Melsen B, editor. *Current controversies in orthodontics*, ch. 9. Chicago: Quintessence Publishing Co., 1991:219-68.
12. Spear FM, Mathews DM, Kokich VG. Interdisciplinary management of single-tooth implants. *Semin Orthod* 1997;3:45-72.
13. 황현식. 치은퇴축의 원인과 교정치료시 작용. *대한치과의사협회지*, 1996;34(8):569-77.
14. Ingber JS. Forced eruption. In: Marks MH, Corn H, editors. *Atlas of adult orthodontics*, ch. 19. Philadelphia: Lea and Febiger, 1989:413-47.
15. Kajiyama K, Murakami T, Yokota S. Gingival reactions after experimentally induced extrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:36-47.
16. 황현식. 치주교정의 최신지견. *치과임상* 1995;15(7):14-19, 15(8):32-39.