

즉시 식립 임플란트 - 합병증을 줄이기 위한 고려 사항

인제대학교 상계백병원 치과/구강악안면외과
박관수

ABSTRACT

Considerations for minimizing complications in immediate placement of dental implant

Department of Dentistry/Oral and Maxillofacial Surgery,
Inje University Sanggye-Paik Hospital

Kwan-Soo Park, DDS, MSD, Ph.D

Implant treatment has long been established as the main stream for the recovery of lost teeth. Implant therapy, which began to be practiced under the concept of osseointegration, was performed on the completely healed bone, but implant placement immediately after extraction, which began to be introduced in the 1970s, began to become a widely used treatment modality since the 2000s. However, as with all other procedures, immediate implant placement is not omnipotent. If you are obsessed with the obsession that you need to provide quicker implant treatment to the patients, and if you do it as if you are being chased by time, it is the immediate implant placement that can lead to various embarrassing situations. In this article, to reduce complications, the author will look at some issues that need to be considered when placing implants immediately after extraction.

Keywords : immediate implant, extraction socket, bone regeneration

Corresponding Author
박관수 Kwan-Soo Park
서울시 노원구 동일로1342 인제대학교 상계백병원 치과/구강악안면외과
E-mail : OMS_kspark@paik.ac.kr

I. 배경

발치후 임플란트 식립 시기에 대하여는 다양한 용어들이 사용되어 왔다. 임상가들이 편하게 사용하는 개념은 초기부터 사용되어 온 즉시(immediate), 조기(early), 지연(delayed) 식립이라고 할 수 있지만 학문적으로 널리 받아들여지고 있는 개념은 2008년에 Chen과 Buser가 발표한 type I, II, III, IV 분류라고 할 수 있다. 여기서 type I 이 골과 연조직이 전혀 치유되지 않은 상태를 말하며 즉시 식립에 해당된다¹⁾.

발치후 즉시 임플란트 식립은 이미 오래전부터 시행되었던 술식으로, 1970년대 말 Schulte 에 의해 독일의 학술지에 소개된 것이 처음이라 할 것이다²⁾. 1990년대 말부터 2000년대 초에 이르러서는 많은 증례와 연구가 발표되기 시작하였고 그 결과도 희망적으로 나타나 리뷰가 이루어지기 시작할 정도로 자료가 축적되었다^{3,4)}. 이에 따라 우리나라에서도 많은 임상가들이 이를 응용하기 시작하여 현재는 임플란트 치료를 시행하는 많은 치과 의사가 발치후 즉시 임플란트 식립을 치료 옵션중 하나로 두고 있다해도 과언이 아닐 것이다.

발치후 즉시 임플란트 식립에서 가장 큰 이점이라고 알려져 있는 것은 발치와의 치유, 재생 능력이 풍부하다는 점이다. 임플란트와 골유착이라는 관점에서 보면 골의 치유와 임플란트는 떼려야 뗄 수 없는 관계를 가졌다고 할 수 있다. 즉시 식립된 임플란트는 지연 식립된 임플란트에 비해 BIC(bone implant contact)에 있어 차이가 없다는 인간을 대상으로 한 연구 결과 역시 임상에서 즉시 식립을 시행하는 명확한 근거로 사용되고 있다⁵⁾.

발치와의 치유, 재생 능력 외에도 즉시 식립 임플란트의 장점으로 널리 알려지고 있는 점은 다음과 같다.

1. 치료 기간을 단축시킬 수 있다.
2. 수술의 횟수를 줄일 수 있다.
3. 발치전 치아의 위치가 명확하므로 임플란트의 식립 위

치 선정이 용이하다.

4. 발치후 동반되는 치조골의 흡수를 방지하는데에 유리하다.
5. 전치부의 경우 발치후 즉시 수복을 실시함으로써 심미적으로 유리한 상황을 만들 수 있다.

위에 언급한 여러가지 장점들이 모두 사실이라고 가정한다면 대부분의 임플란트 수술은 즉시 식립을 통해 이루어 져야 한다는 결론에 이르게 된다. 하지만 현실은 그렇지 않다. 많은 임상가들이 발치후 즉시 식립을 치료의 옵션으로 두고는 있지만 항상 즉시 식립과 지연 식립 중 어느 것을 선택할 지에 대해 고민하고 있다. 그 이유는 즉시 식립은 장점과 함께 발치라는 골 결손부를 만드는 수술이 동반되고 발치를 하도록 만든 치아 주위의 병변을 가지고 있는 상태이므로 합병증의 발생 가능성이 증가하는 데다가 치유후 생성되는 부착 치은을 활용하지 못할 수 있다는 위험성을 내포하고 있기 때문이다.

본 글에서는 발치후 즉시 식립의 합병증 발생을 줄이기 위하여 고려할 사항에 대해 몇 가지 측면을 제시하고자 한다.

II. 감염된 부위의 발치후 즉시 식립

즉시 식립의 여러가지 장점에도 불구하고 오래전부터 감염된 부위의 즉시 임플란트에 관하여는 논란이 있어 왔는데, 감염된 부위에서는 즉시 식립의 실패 가능성이 높아질 수 있다는 의견과 감염된 부위라도 만족할 만한 결과가 나온다는 의견이 대립하고 있다^{6,7)}. 임플란트 치료를 필요로 하는 치아 발치의 원인중 대표적인 것으로는 치주 질환, 근관 치료의 실패와 치근단 질환, 치료가 불가능한 우식증이나 파절 등이 있는데, 외상에 의한 파절 직후 발치를 하게 되는 경우가 아니라면 발치를 하는 대부분의 증례들은 이미 치아 주변에 감염을 가지고 있

다고 할 수 있다. 치주 질환에 의한 치관부로부터의 골 흡수를 동반한 감염, 치근단 질환과 관련된 근단부로부터의 골 흡수를 동반한 감염 등이 즉시 식립시 흔히 만날 수 있는 감염에 속한다. 즉시 식립의 성패에 있어 중요한 것은 이러한 감염을 인체가 스스로 치유하도록 할 기회를 주는 자연 식립과 달리 시술 부위에 대한 술자의 감염 조절 과정이 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있고 감염 조절을 위한 방법으로 여러 술자들은 공통적으로 술 전 급성 감염의 조절, 항생제의 투여, 발치후 육아조직의 철저한 제거, 발치와의 충분한 세척, 식립시 초기 고정 확보, 술후 항생제의 투여 등의 과정을 제시하고 있다^{8,9}. 발치 부위의 충분한 처치에도 불구하고 감염된 치아 주변에 존재하였던 세균은 바이오필름으로 싸여 있는 특성으로 인해 잔존하면서 감염을 일으킬 수 있다. 드릴을 통한 치조골 삭제도 감염 부위 세균 제거에 도움을 주지만 발치전 치아의 위치와 임플란트의 식립 위치가 완전히 일치하지는 않으므로 완전한 제거는 어려울 수 있다는 점을 기억하여야 한다.

III. 골 흡수에 대한 고려 사항

발치후 필연적인 치조골의 흡수는 수직적 수평적 방향으로 모두 일어난다. 한 개의 치아를 발치한 경우 수직적 골흡수는 제한적이고 수평적 골흡수가 상당량 일어나며 흡수량은 원래의 치조골 두께에 비해 약 50% 정도가 되고 흡수가 가장 활발한 시기는 발치후 수개월 이내로 순협측의 흡수가 더 많이 일어난다¹⁰. 발치후 1년까지는 비교적 활발하게 흡수가 일어나는데 이 기간동안 치조골의 형태는 계속 변화하게 된다(Fig. 1). 이러한 치조골 흡수는 사람마다 차이가 있을 가능성이 있고 발치를 하게 된 원인이나 발치 중 외상이 가해진 정도 등에 의해서도 차이가 나기 때문에 일률적으로 말하기는 어렵다. 상악 전치부의 경우는 순측골의 두께가 매우 얇

은 경우가 많아 1mm 이하인 경우가 대부분이고 50%는 0.5mm 이내이므로 발치후 골흡수에 더욱 취약하다¹¹. 즉시 식립이 이시기의 치조골 흡수를 막을 수 있는지에 대하여 한때 논란이 있었지만 현재는 즉시 식립만으로 발치후 치조골의 흡수를 막을 수는 없다고 알려져 있다¹².

따라서 발치후 치조골 흡수를 방지하여 발치와를 보존하는 결과를 얻기 위해서는 임플란트를 즉시 식립할 경우에도 골이식과 같은 부가적 술식을 동반하게 된다. 이때 사용하는 골 이식재나 차단막의 종류와 사용의 필요성에 대한 논란은 계속되어 왔는데 아직도 명확한 결론이 나지는 않았다¹³. 골이식재의 사용과 함께 공간유지와 이식재의 안정성을 위해 꼭 필요한 경우나 골 결손부의 상태에 따라 차단막을 적절히 사용하는 것을 고려할 수 있다(Fig. 2). 다만, 적절한 치유 지대주의 사용과 판막의 조작을 통해 차단막의 필요성을 감소시키는 것이 최근의 경향이다¹⁴. 이러한 술식은 발치전에 존재하는 연조직과 경조직의 결손 정도를 고려하여야 한다¹⁵.

IV. 식립 위치에 대한 고려 사항

여러 개의 치아가 연속적으로 상실된 곳에서는 예로부터 수술용 스텐트를 이용하여 정확한 식립 위치를 결정하였다. 최근에는 디지털 기술의 발달로 가이드 수술을 널리 이용하기 시작하여 적절한 위치를 결정하기 위해 수술중 고민할 필요성이 적어졌다. 발치후 즉시 식립은 여러 개의 치아가 있었던 위치가 발치와를 통해 그대로 나타나기 때문에 위치 선정을 위한 고민이 적어질 수 있다. 이러한 장점과는 모순되는 말로 보일 수 있지만 발치 부위에 임플란트를 식립할 때 흔히 하게 되는 오류는 발치한 부위에 그대로 임플란트를 식립하는 것이라고 할 수도 있다. 발치후 치조골의 흡수는 필연적인데 그 중 순(협)측골의 흡수가 많이 일어나게 됨은 앞서 서술한



Fig.1. 발치후 치조골의 흡수.
 A. 하악 제1대구치 상실 부위로 인접한 소구치 부위의 치조골 폭경보다도 훨씬 작을 정도로 흡수된 모습을 보인다.
 B. 하악 소구치 상실 부위로 절치 부위의 치조골 폭경보다도 작아진 흡수상을 보인다.

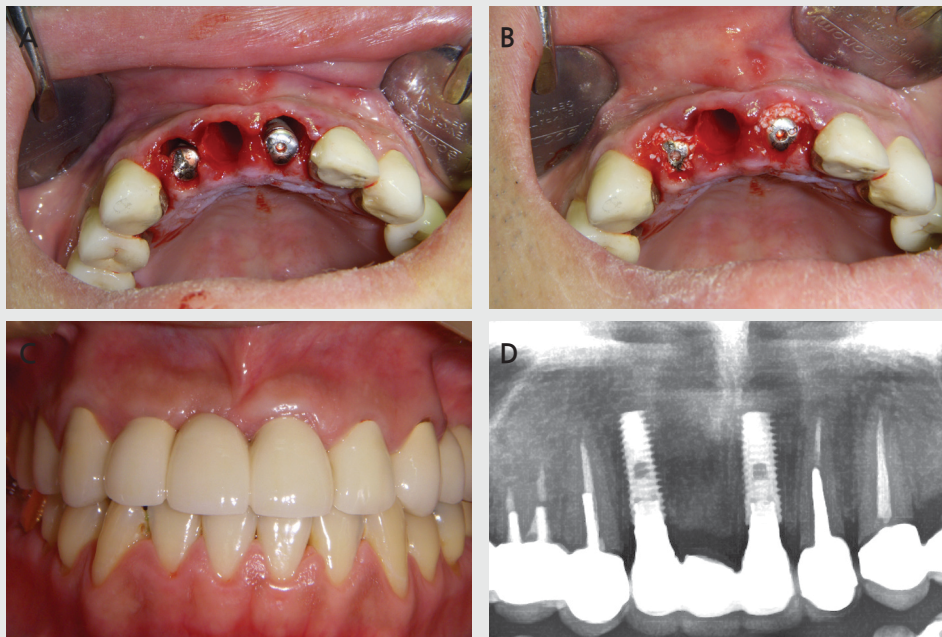


Fig. 2. 즉시 식립시 골이식과 차단막의 사용.
 A. 상악 전치부에 발치후 즉시 식립이 시행되었고 순촉의 치조골과 임플란트 몸체와의 간극이 뚜렷이 관찰된다.
 B. 간극 부위에 탈단백 우골로 이루어진 골 이식재가 충전된 모습을 보인다. 사진에 나타나지는 않지만 이식재의 안정을 위해 흡수성 콜라겐 차단막이 사용되었다.
 C. 수복 완료후 약 3년이 경과한 모습으로 안정된 조직 반응을 볼 수 있다.
 D. C와 동일한 시기의 방사선 소견으로 안정적인 치조골 상태를 볼 수 있다.

임상가를 위한 특집 1

바 있다. 임플란트 주변의 치조골 흡수는 지지 상실로 인한 연조직의 퇴축을 동반하므로 이는 상악 전치부와 같이 심미성을 중시하는 부위에서는 치명적인 결과로 나타나게 된다⁶⁾. 순(협)측에 많은 공간(gap)이 발생하더라도 설(구개)측으로 식립할 수 있도록 노력을 기울이는 것이 좋다(Fig. 3). 순설방향에서의 위치에서 주의할 것과는 달리 근원심 방향으로는 중앙 부위에 식립하면 큰 문제는 없다. 지면 관계상 임상에서 만나는 개개인의 다양한 치조골 상태를 모두 고려하여 설명하기는 어려우나 부위별로 중요하게 고려하여야 할 식립 위치와 고려사항을 한두가지로 요약하면 다음과 같다.

1. 상악 전치부-구개측 식립, 순측 치조골 흡수에 대비.
2. 상악 소구치부-구개측 식립, 협측 치조골 흡수에 대비.
3. 상악 대구치부-골폭이 충분한 경우 치근간 충격에서 약간 구개측 위치가 좋으나 그렇지 않은 경우 구개측 치근 부위에 인접하여 식립, 협측 치조골 흡수에 대비 및 충분한 골접촉량 확보.
4. 하악 전치부-가능하다면 설측 식립, 좁은 골폭으로 인한 제약에 주의.
5. 하악 소구치부-설측 식립, 협측 치조골 흡수에 대비.
6. 하악 대구치부-골폭이 충분한 경우 치근간 충격에서 설측 위치 식립, 충분한 초기 고정과 골접촉량 확보.

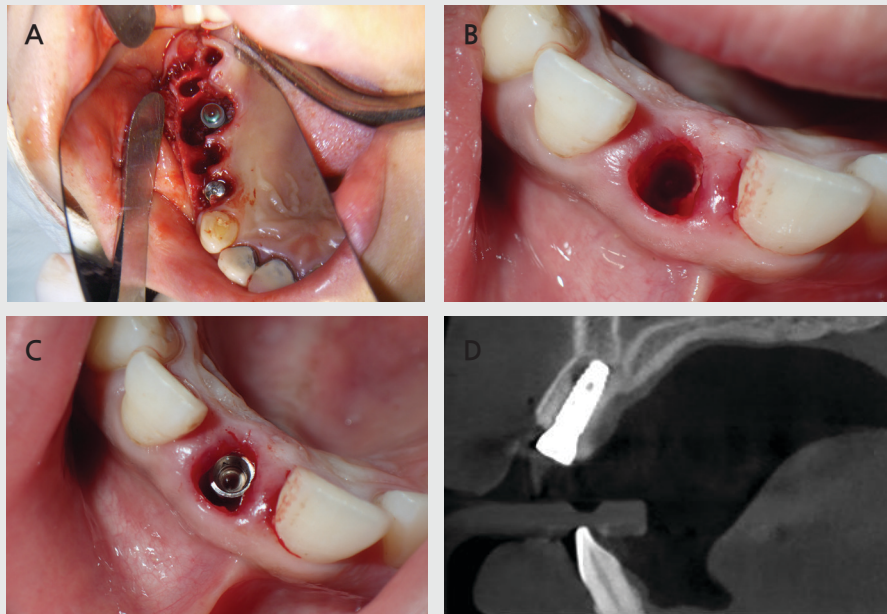


Fig. 3. 순(협)측 치조골 흡수를 고려한 즉시 임플란트 식립.
 A. 상악 소구치 및 대구치 발치후 즉시 식립이 시행된 모습으로 대구치 부위를 보면 구개측으로 임플란트가 식립되어 협측의 골 간극이 넓게 형성된 것을 볼 수 있다.
 B. 상악 중절치의 즉시 식립을 시행하기 위해 초기 골 삭제를 시행한 상태로 구개측으로 임플란트를 식립하기 위한 골 삭제 위치를 확인할 수 있다.
 C. 구개측으로 삭제된 발치외에 임플란트가 식립된 모습이다.
 D. B, C 그림에서 구개측으로 식립된 임플란트의 모습을 conebeam CT의 시상 단면을 통해 확인할 수 있다.

V. 식립 방향과 깊이에 대한 고려 사항

식립 위치보다는 덜 언급되고 있으나 식립의 방향도 즉시 식립중 중요한 고려사항 중 하나이다. 즉시 식립을 처음 시행할 때 술자들이 흔히 하는 오류는 발치한 치아의 방향만을 기준으로 하여 드릴을 사용하기 시작하는 것이다. 주로 상악 전치부에서 문제가 될 가능성이 있는데 순측 치조골의 두께가 얇은 경우가 많고 치근단 부위의 치조골에 함몰부가 존재하는 경우가 많으며 이는 시상면에서 본 치아의 장축과 치조골 중앙부의 장축에 차이가 있기 때문이다^{7, 18)}. 자연 식립보다는 즉시 식립에서 종종 사용하는 방법인 판막을 거상하지 않는 수술법에서 순측 치조골의 열개나 치근단 부위에서의 천공 발생을 확인하지 못하는 경우가 더 많을 것이다. 판막을 거상하는 경우에도 충분한 수직 거상량을 확보하지 않을 경우 치근단 부위의 천공을 확인하지 못할 수 있다. 즉시 식립의 경우 초기 고정을 얻기 위해 원래의 치근단 부위를 넘어서는 깊이까지 임플란트를 식립하는데 우리나라 사람에 대한 연구에 의하면 상악 중절치 치근단부 약 3.6mm, 상악 측절치 치근단부 약 3.9mm 에서 치조

골의 함몰부 깊이가 가장 깊었다는 통계가 있으므로 식립의 깊이와 각도를 모두 고려하여야 한다⁹⁾ (Fig. 4). 치아의 장축 방향을 고려하지 않고 치조골의 방향과 형태만을 고려하여 식립 방향을 결정 한다면 열개나 천공의 문제를 일정 부분 해결할 수 있지만 치조정 부위에서 순측 돌출부를 고려해야할 문제가 있을 수 있고 판막 거상 없이 보이지 않는 상태의 수술이라는 한계를 극복하기까지는 경험이 필요하다. 이러한 고려사항은 단지 전치부에서만 국한되는 것이 아니고 하악 구치부와 같이 악설골용선 부위에 존재하는 설측 함몰 부위를 고려해야 하는 점도 있다. 근래에는 디지털 기술을 이용한 가이드 수술이 널리 보급되면서 부족한 경험을 극복할 수 있는 길이 열리고 있는데 즉시 식립과 관련된 문제점도 존재한다.

식립의 깊이와 관련된 문제 역시 즉시 식립시 술자들의 고민 거리 중 하나인데 임플란트가 식립되는 위치의 치조골 높이가 치유후에는 인접 치아의 근심 또는 원심 치조골 높이와 비교하여 어느 정도가 될 것인지의 문제와 협(순)측과 설(구개)측의 치조골 높이 차이, 근심측과 원심측의 치조골 높이 차이가 존재할 때 깊이를 어떻게

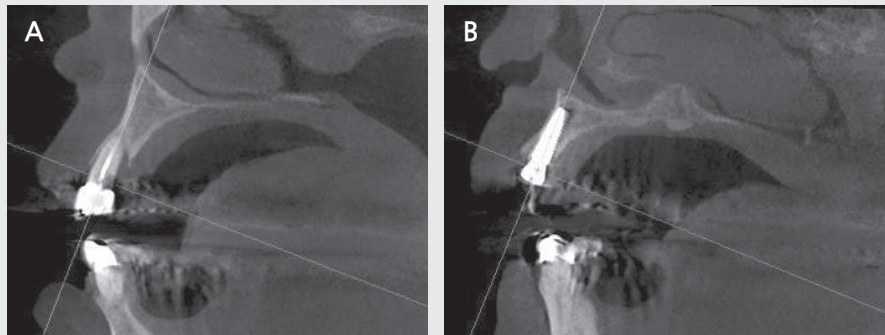


Fig. 4. 상악 전치부 치조골에서 흔히 나타나는 순측의 얇은 치조골과 치근단 함몰부.
A. 발치전 시상 단면으로 순측의 얇은 치조골과 치근단 부위의 함몰이 관찰된다.
B. 치축의 방향을 따라 임플란트 식립후 치근단 부위에 천공의 가능성이 관찰된다.

조절할 것인지의 문제라 할 수 있다. 이 문제는 아직까지 정확한 답을 얻기 쉽지 않은데 치조골 높이의 차이가 발생하는 원인이 발치할 치아의 병소에 의한 문제라면 이부분을 회복하는 술식을 동반하여야 할 것이고 본래 가지고 있는 치조골의 높이 차이라면 낮은 쪽 치조골의 높이를 기준으로하여 식립하는 것이 유리하다. 한가지 더 고려할 사항은 치조골의 높이 역시 발치후에 흡수로 인한 감소가 있으므로 식립 깊이에 있어 이점을 고려하여야 한다.

VI. 그 외 고려사항

하치조 신경과 상악동과 같은 해부학적 주요 구조물은 모든 임플란트 수술에서 늘 고려하는 사항이다. 즉시 식립을 위한 고려사항과 연결 지어 생각해야 하므로 술자는 좀더 복잡한 상황에서 수술을 시행하게 된다.

즉시 식립시에 하치조 신경의 손상을 방지하기 위한 방법은 치료계획 단계에서 부터 결정된다. 초기 고정을 얻기 위한 치근단 부위의 치조골량 확보 여부는 파노라마 방사선 사진에서도 충분히 확인이 가능하나 CT 장비를 갖추고 있다면 좀더 정확한 확인을 위해 술전 CT 활용이 유용하다. 치근의 위치와 소구치부 이공의 관계, 하악 설측 함몰부 부근의 하치조 신경관의 주행을 면밀히 살핀다²⁰⁾. 이 단계에서 신경의 침범을 피하여 초기고정을 얻기 위한 충분한 골량 확보에 확신이 서지 않는다면 즉시 식립을 위한 치료 계획을 변경하는 지혜가 필요하다. 치근단부 골량 부족을 만회하기 위해 술자가 의도하지 않은 방향으로 식립 방향이 변형되는 경우가 발생할 수 있고 이는 수복 단계에서 어려움을 유발하게 된다(Fig. 5).

즉시 식립시 치조정을 통한 상악동저의 거상은 주로 소구치 부위에서의 성공적인 보고가 축적되어 있는데 이는 해부학적 구조의 단순함 때문일 것이다. 근래에는

대구치 부위의 자료들이 점점 늘어나고 있다²¹⁾. 측방 접근법을 통한 상악동저 거상술은 초기 고정을 얻기 위한 치조골이 존재한다면 즉시 식립과 함께 시행하는 데에 큰 문제는 없다. 치근이 상악동저를 통과하여 존재할 경우에 측방 접근법을 통한 상악동저 거상술은 점막 천공 발생을 예방하기 위한 주의가 더 많이 요구된다.

시작 단계에서 정확한 위치 선정이 시행된 경우에도 술자가 원하는 결과를 얻기 어려울 때가 있다. 치유된 치조골에 시행하는 수술보다 술자의 기구 조작이 결과에 영향을 미칠 가능성이 더 높아, 린데만 드릴과 같이 주변 치조골을 삭제하는 힘이 좋은 기구를 적절히 활용하는 것이 좋다. 치근단 부위의 치조골에서 초기 고정을 얻는 경우가 많아 이부분의 위치 선정과 삭제가 중요하지만 치조정 부위의 치조골 상태에 따라 임플란트 몸체의 식립 단계에서 방향의 변화가 발생할 수 있어 주의를 요하며, 식립 단계가 마무리될 때까지 인접한 자연치와의 관계를 면밀하게 살펴야 한다.

이미 오랜 기간 감염되었던 치아를 발치하는 경우 주변 치조골이 반응성 경화 소견을 보일 때가 많은데 시간에 쫓겨 수술 부위 치조골의 충분한 냉각과 같은 기본적인 외과적 원칙에 소홀하게 되면 치명적인 결과를 낼 수 있다. 발치할 치아 주변에 골 경화 소견을 보이는 환자가 비스포스포네이트와 같은 골흡수 억제제를 투여 받고 있다면 즉시 식립을 시행하기 전에 환자에 대한 평가를 다시 한번 시행하여 보기를 권한다.

VII. 결론

즉시 식립은 경험이 축적될 때까지는 임플란트 수술의 다양한 상황을 모두 고려하여야 하는 다소 복잡하게 느껴질 수 있는 술식이다. 현재까지 발표된 자료를 종합하여 보면 생존율과 성공율에 있어 전통적인 방식의 지연 식립과 비교하여 견줄만한 결과를 보여주고 있다. 임

상가는 제시된 주의점을 충분히 고려하여 시행할 경우 즉시 식립에서도 좋은 결과를 얻을 수 있다. 술전 주의 깊은 계획 수립은 필수적이다.

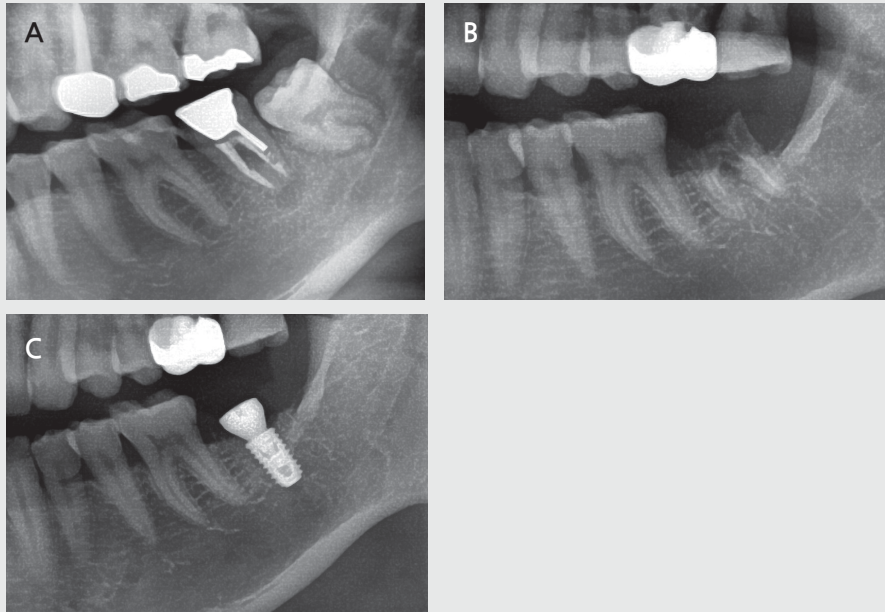


Fig. 5. 하치조 신경과 관계된 즉시 임플란트 식립.

- A. 하악 제2대구치 및 매복 3대구치를 발치하고 제2대구치 부위에 즉시 식립을 희망하였던 환자로 제2대구치 부위 근단부 병소와 함께 하치조 신경과의 거리가 너무 짧아 즉시 식립을 시행하는 것을 보류한 경우이다.
- B. 발치가 계획된 하악 제2대구치 하방 하치조 신경 상단에 약 3mm 정도만의 치조골이 존재하여 즉시 식립을 위한 임플란트 식립에 위험성이 존재한다. 하치조 신경의 윤곽이 뚜렷하지 않은 것도 주의하여 관찰해야 할 사항이다.
- C. 즉시 식립을 시행한 결과 신경과 적절히 간격을 유지하고 있는 임플란트의 모습으로 수술중 신경의 위치를 고려한 세심한 골 삭제 과정이 필수이다. 의심스러운 부분이 있다면 언제든지 중지하고 방사선 검사 등을 통해 확인하는 과정이 필요하다.

참고 문헌

1. Chen S, Buser D. Implants in post-extraction sites: A literature update. ITI treatment guide. vol 3.: Implants in extraction Sockets. Berlin:Quintessence, 2008.
2. Schulte W et al. The Tübingen immediate implant in clinical studies[in German]. Dtsch Zahnärztl Z 1978;33:348-359.
3. Schwartz-Arad D, Chaushu G. Placement of implants into fresh extraction sites: 4 to 7 years retrospective evaluation of 95 immediate implants. J Periodontol. 1997;68:1110-1116.
4. Chen ST et al. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: Review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004;19(suppl):12-15.
5. Paolantonio M et al. Immediate implantation in fresh extraction sockets. A controlled clinical and histological study in man. J Periodontol. 2001;72:1560-1571.
6. Zhao et al. Immediate dental implant placement into infected vs. non-infected sockets: a meta-analysis. Clin Oral Implants Res 2016;27:1290-1296.
7. Zuffetti F et al. Post-extraction implant placement into infected versus non-infected sites: a multicenter retrospective clinical study. Clin Implant Dent Relat Res 2017;19:833-840.
8. Jorge J et al. Protocol for immediate implant replacement of infected teeth. Implant Dent 2012;21:287-294.
9. Manor Y et al. Levels of bacterial contamination in fresh extraction sites after a saline rinse. Int J Oral Maxillofac Implants 2015;30:1362-1368.
10. Stephen et al. Immediate and early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. Int J Oral Maxillofacial Implant 2004;19 suppl: 12-25.
11. Araujo MG et al. Alveolar socket healing: what can we learn? Periodontol 2000 2015;68:122-134.
12. Chrcanovic BR et al. Dental implants inserted in fresh extraction sockets versus healed sites: a systematic review and meta-analysis. J Dent 2015;43:16-41.
13. AlKudmani H et al. Is Bone Graft or Guided Bone Regeneration Needed When Placing Immediate Dental Implants? A Systematic Review. Implant Dent 2017;26:936-944.
14. Chen Hu et al. Immediate implant placement into posterior sockets with or without buccal bone dehiscence defects: A retrospective cohort study. J Dent 2017;65:95-100.
15. N. Elian, S.C. Cho, S. Froum, et al., A simplified socket classification and repair technique. Pract Proced Aesthetic Dent. Ppad 2007;19:99-104 (quiz 106).
16. Caneva M et al. Influence of implant positioning in extraction sockets on osseointegration: histomorphometric analyses in dogs. Clin Oral Implants Res. 2010;21:43-49.
17. Lin CY et al. Facial Fenestration and Dehiscence Defects Associated With Immediate Implant Placement Without Flap Elevation in Anterior Maxillary Ridge: A Preliminary Cone Beam Computed Tomography Study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2018;33:1112-1118.
18. Zhang W et al. Anterior maxilla alveolar ridge dimension and morphology measurement by cone beam computerized tomography (CBCT) for immediate implant treatment planning. BMC Oral Health 2015;15:65.
19. Lee SL et al. Anthropometric analysis of maxillary anterior buccal bone of Korean adults using cone-beam CT. J Adv Prosthodont. 2010;2:92-96.
20. Lin MH et al. Risk assessment of inferior alveolar nerve injury for immediate implant placement in the posterior mandible: a virtual implant placement study. J Dent 2014;42:263-270.
21. Liu H et al. Immediate implant placement combined with maxillary sinus floor elevation utilizing the transalveolar approach and non-submerged healing for failing teeth in the maxillary molar area: A randomized controlled trial clinical study with one-year follow-up. Clin Implant Dent Relat Res. 2019;21:462-472.