

구개근 절제술을 이용한 상악 제일 대구치의 치료

정성념*

원광대학교 치과대학 대전치과병원 치주과학교실

Palatal root resection of compromised maxillary first molars

Seong-Nyum Jeong*

Department of periodontology, Daejeon Dental Hospital, School of Dentistry, Wonkwang University

ABSTRACT

Purpose: Root resection can be a valuable procedure when the tooth in question has a high strategic value. The prognosis of root resection has been well documented in previous studies, but the results focused on the palatal root resection have not been discussed in depth. I represent here the short term effectiveness of palatal root resection of maxillary first molars.

Methods: Palatal root resection was performed on maxillary first molars of three patients. All the palatal roots were floating state on the radiographic finding and showed full probing depth and purulent exudation at initial examination. Reduction of palatal cusp and occlusal table was performed concomitantly. Endodontic therapy was completed after root resection.

Results: Compromised maxillary first molars were treated successfully by palatal root resection in 3 cases. The mobility of resected tooth was decreased a little bit. The probing pocket depth of remaining buccal roots was not increased compared to initial depth. All the patients satisfied with comfort and cost effective results and the fact they could save their natural teeth.

Conclusions: Within the above results, palatal root resection is an effective procedure treating compromised maxillary first molar showing advanced palatal bone loss to root apex with or without pulp involvement when proper case selection is performed. (*J Korean Acad Periodontol 2009;39:375-381*)

KEY WORDS: maxilla; molar; palate; tooth root.

서론

치근절제술은 한 개 이상의 치근을 이개부 수준에서, 잘라내고, 치관부위와 남은 치근은 기능하게 하는 술식으로¹⁾, 이개부 병소를 치료하기 위하여 1884년 Farrar²⁾에 의해 처음 소개되었다. 치근절제술을 통해 이개부 병소가 있던 대구치는 이개부가 없는 단근치와 유사한 환경이 되므로 구강위생이 쉽고 결과적으로 환자나 술자 모두에게 유지관리가 쉬

워지는 장점이 있다. 세부 술식으로는 hemisection, root amputation, root separation 등의 방법들이 있다. Basarba 등³⁾은 치근절제술의 적응증으로 진단된 이개부 병변 치료와 한 개의 치근에 국한된 심한 골소실, 치근의 파절, 근관치료와 보철적 문제가 있는 경우 등을 들고 있다.

현재까지 치근절제술의 예후에 관한 많은 보고가 있었다. 일부 학자는 90% 이상의 성공률을 보고한 반면 일부 학자는 30%가 넘는 실패율을 보고하고 있다. Carnevale 등^{4,5)}은 194명의 환자에서 488개의 구치에 치근절제술을 시행한 후 평균 6.5년간 6%의 실패율을 보고하였고 10년간의 연구에서는 93%의 성공률을 보고하였다. Basten 등⁶⁾은 49개의 구치에 치근절제술을 시행하고 평균 11.5년간 8%의 실패율을 보고하였다.

하지만 Buhler⁷⁾는 34개의 구치에 치근절제술을 시행하여

Correspondence: Dr. Seong-Nyum Jeong
Department of Periodontology, Daejeon Dental Hospital, School of Dentistry, Wonkwang University, 1268 Doosan-dong, Seo-gu, Daejeon, 302-120, Korea
E-mail: seongnyum@wonkwang.ac.kr, Tel: 042-366-1128,
Fax: 042-366-1115
Received: Jul 28, 2009; Accepted: Sep 17, 2009
본 연구는 2008년도 원광대학교 교비지원에 의한 연구임.

10년간 관찰한 결과 32%의 실패율을 보고하였다. 이때 주요 실패 원인은 치수문제에 의한 합병증이었다고 보고하고 있다. 최근 박 등⁸⁾은 342개의 치근절제술을 시행하여 10년간 29.8%가 실패하였고 치주원인에 의해 절제술을 받은 치아가 비치주적 원인으로 시행한 경우보다 성공률이 높음을 보고하였다.

치근절제술의 예후는 구치부 단일 임플란트와 비교되는 데 Kinsel 등⁹⁾은 치근절제술은 15.9%, 단일 임플란트는 3.6%의 실패율을 보고하였다. 이들은 치근절제술은 고도의 전문적인 술식이 요구되며 그렇지 못하면 장기적인 예후가 좋지 않다고 보고하였다. 반면 Fugazzatto¹⁰⁾는 15년간의 누적 성공률이 치근절제술을 받은 치아는 96.8% 구치부 임플란트는 97%로 치근절제술의 성공률이 구치부에서의 임플란트 술식에 견줄 만하다고 보고하였다.

상악 대구치는 치근이 3개이고, 이개부도 3개라서 하악에 비해 훨씬 해부학적으로 복잡하다^{11,12)}. 적절한 재생적 치료가 어렵고 분지부 병소를 없애기 위해 두 협측 치근 중에 하나를 제거하거나 또는 두 개의 협측 치근을 모두 제거하는 경우도 있다¹³⁻¹⁵⁾. 현재까지의 치근절제술에 관한 보고는 대개 하악 치아의 hemisection이나 상악 치아의 협측 치근 절제술에 집중되고 있고 상악 구개근 절제술에 관한 보고는 많지 않은 실정이다.

임상에서 구개측 치근만을 깊게 침범하는 골 결손부를 흔히 만나게 되고, 교합력에 의한 외흡수나 치근파절(crack), 치근단 질환의 복합병소도 구개근에 종종 발생한다. 이러한 경우 쉽게 발치를 결정하기 보다는, 구개측 치근을 제거하여 더 이상의 골파괴를 막고 협측 치근만으로 치아의 기능을 유지하도록 하는 중간 단계의 치료계획이 필요하다고 생각한다. 특히 상악 제1 대구치처럼 전략적으로 중요하고 주변 골질이 나빠 임플란트의 성공률이 떨어질 가능성이 있거나 상악동 이식술과 같은 복잡한 골이식술이 필요한 부위에

서는 더욱 필요한 술식이라고 하겠다¹⁶⁾.

이에 본 증례보고에서는 상악 제1 대구치 구개근 절제술을 이용하여 치아를 보존한 3개의 치험례를 보고하는 바이다.

임상증례

〈증례 1〉

76세의 남자 환자로 상악 우측 제1 대구치의 통증을 주소로 원광대학교 대전치과병원 보존과로 초진 내원하였다. 방사선 사진상 구개근침을 넘어 심한 골소실이 관찰되었다(Fig. 1). 탐침시 구개측은 14 mm의 치주낭 깊이와 화농성 삼출을 보였고 협측은 평균 3 mm의 치주낭을 보였으며 치아동요도는 없었다. 전기치수검사에 음성으로 판정되어 치근단 질환과 치주질환의 복합병소로 진단되었고 보존과에서는 발치를 권유하여 치주과로 의뢰되었다. 환자는 76세의 고령으로 발치를 원치 않았고 통증 조절만을 요구하였는데 치근단 질환과 연관된 상악동염의 증상도 보이고 있어 일단은 구개측 치근을 제거하여 병소부위에 국소적 발치효과를 얻기로 하였다.

국소마취를 시행 후 열구내 절개를 통해 판막을 거상하고 완전히 유리된 구개측 치근을 제거하고 치근단 소파술로 근단 병소를 제거하였다(Fig. 2, 3). 구개측 교두를 삭제하여 교합면의 크기를 원래 넓이의 70% 수준으로 줄여주고 봉합을 하였다(Fig. 4, 5). 술 후 근관치료를 마치고 환자의 요구에 의해 보철물은 장착하지 않고 미러클 믹스 코어로 마무리 하였다(Fig. 6, 7). 술 후 6개월에 치근단 방사선 사진을 촬영하였다(Fig. 8). 환자의 만족도는 매우 컸으며, 협측 부위는 정상적인 탐침 깊이를 보이고 있고 동요도는 없으며 현재 7개월까지 잘 유지되고 있다(Table 1).

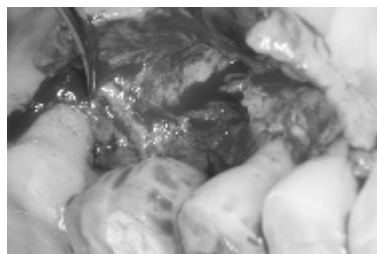
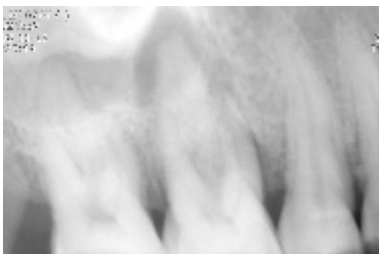


Figure 1, Preoperative periapical view.

Figure 2, Palatal root was removed.

Figure 3, Apical curettage was done.

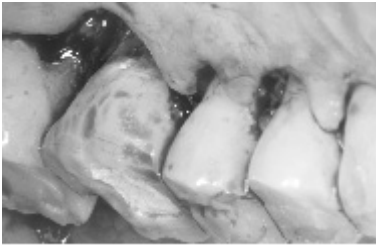


Figure 4. Cusp reduction.

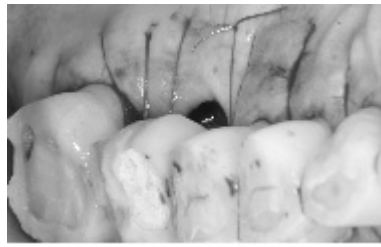


Figure 5. Suture.

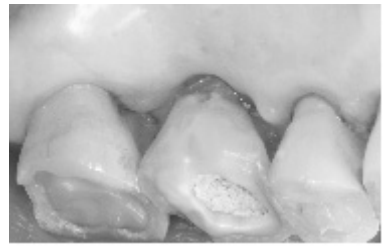


Figure 6. Post-op 1month.

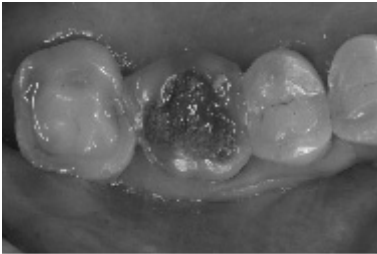
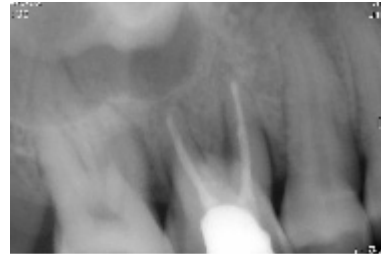


Figure 7, 8. Post-op 6month.



〈증례 II〉

69세 여자 환자로 상악 좌측 제1 대구치 부위의 종창과 격통을 주소로 내원하였다. 방사선 사진상 구개근침을 넘어선 넓고 깊은 병소가 관찰되었다(Fig. 9). 구개측은 12 mm의 깊은 치주낭 및 화농성 삼출을 보이고 있었다. 협측은 약간의 골소실을 나타내었고 1도의 치아동요도를 보이고 있었다. 주조금관을 제거하고 근관치료를 시작한 후 치주과로

의뢰되었다. 환자가 발치를 원하지 않아 초기 치료 이후 치주 판막 수술을 시행하였는데 근침을 넘어 협측으로 진행된 병소가 관찰되었다(Fig. 10). 병소 부위의 육아조직을 완벽히 제거하고 더 이상의 골파괴를 막기 위해서는 발치를 하거나 구개근을 제거할 수밖에 없는 상황이었고 협측의 골소실이 많지 않아 구개근 절제술을 시행하여 치아를 보존하기로 결정하였다.

구개근 절제술과 치아성형술을 시행하고 구개근을 제거



Figure 9. Preoperative periapical view.

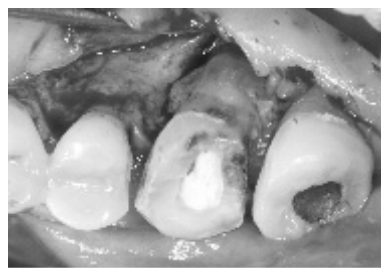


Figure 10. After flap elevation.



Figure 11. Cutting of palatal root.



Figure 12. Resected palatal root.

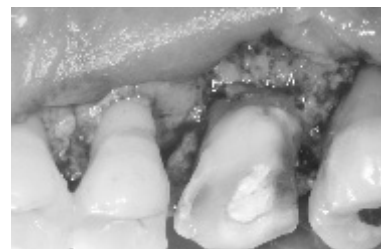


Figure 13. Odontoplasty was done.

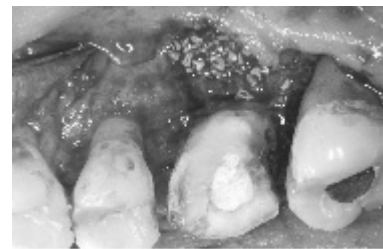


Figure 14. Bone graft on extraction socket.

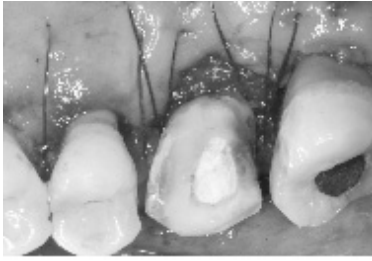


Figure 15. Suture.

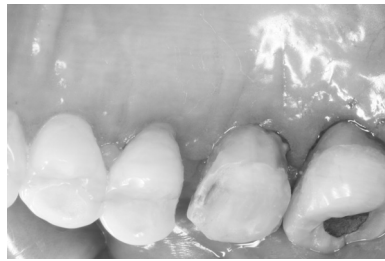


Figure 16. Core build-up.



Figure 17. Post-op 3month.

한 부위에는 이중골 이식을 하고 흡수성 막을 덮은 다음 봉합하였다(Fig. 11~15). 1주 후 봉합사를 제거할 당시 치유양상이 깨끗하였고 근관치료만 시행하였을 때의 불편감이 사라져 환자의 만족도가 높았다. 치근절제술 이후에 근관치료를 완료하고 레진 코어를 축성하였다(Fig. 16).

술 후 3개월에 치근단 방사선 사진을 촬영하였다(Fig. 17). 현재 치아의 동요도는 거의 사라졌고 환자의 주관적 불편감은 없는 상태이며 금속주조금관을 계획하고 있다(Table 1).

<증례 III>

50세 남자로 저작시 양쪽 상악 제1 대구치 부위의 통증을 주소로 치주과에 초진 내원하였다. 상악 우측 제1 대구치는 치근 파절 및 2도의 치아동요를 보이고 있어 발치를 결정하였고, 상악 좌측 제1 대구치는 구개측 치주낭 깊이가 15 mm

였고 구개측 누공을 형성하고 있었으며, 치아는 구개측으로의 치아 동요도가 1도였고 방사선 사진상 구개근침을 넘어선 병소가 보이고 있었다(Fig. 18, 19). 전기 치수검사에 양성이었기 때문에 근관치료에 앞서 먼저 치주치료를 하기로 결정하였다. 비외과적 치료 후에도 누공이 없어지지 않아 치주관막 수술을 통해 정확한 진단 및 치료를 하기로 계획하였고 치주관막을 거상하고 육아조직을 제거하였을 때 구개근에 미약한 파절선이 보였고 이미 구개측의 치조골은 치근단 부위까지 넓고 깊게 파괴되어 있었다(Fig. 20).

생활치 치근절제술을 결정하여 구개근을 이개부 수준에서 잘라 제거하고 치아성형술로 남은 협측 치근부와 치관부가 부드럽게 이어지도록 하고 설측 교두를 삭제하여 정상 교합면의 약 70% 수준으로 줄여주었다(Fig. 21, 22). 구개근 발치 부위에는 이중골 이식술을 시행하였고 치수가 노출된 부위는 IRM을 역충전 하고 봉합하였다(Fig. 23, 24). 술



Figure 18. Preoperative periapical view.



Figure 19. Palatal fistula opening.



Figure 20. Root crack was detected after flap elevation.

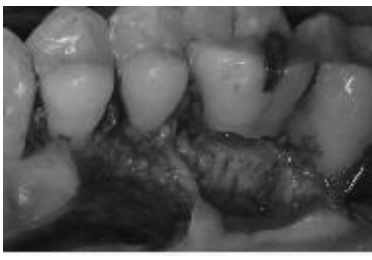


Figure 21. Root cutting.

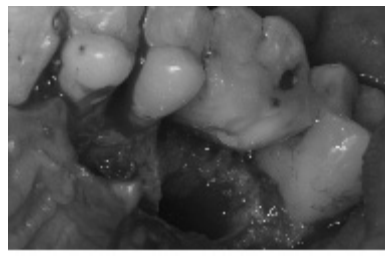


Figure 22. Reverse filling.

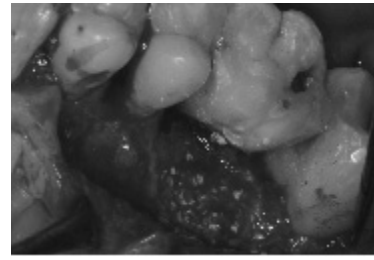


Figure 23. Bone graft.



Figure 24. Suture.



Figure 25. Post-op 3week.

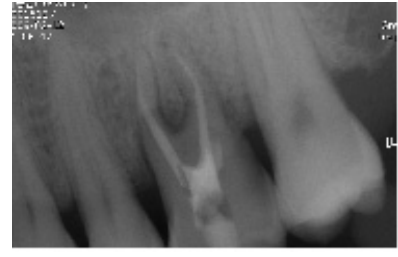


Figure 26. Post-op 4month.

Table 1. Probing Pocket Depth Change(mm)

		Case I			Case II			Case III		
		M	D	M	D	M	D	M	D	
Pre-op	B	4	2	3	4	3	4	3	2	3
	P	11	14	13	10	12	9	12	15	9
Post-op	B	4	2	3	3	3	4	3	2	3
	P	2	2	2	2	2	3	3	2	2

M: Mesial, D: Distal, B: Buccal, P: Palatal

*There was discrepancies in probing sites between pre-op, and post-op, due to tooth structure change after root resection procedure.

후 3주째에 근관치료를 마쳤다(Fig. 25). 이후 코어를 축조하고 술 후 4개월에 치근단 방사선 사진을 촬영하였다(Fig. 26). 환자는 개인 치과에서 최종 보철물을 제작하였고 술 후 8개월 현재 잘 유지되고 있다(Table 1).

고찰

치근절제술은 구치부에서 치주적, 근관치료적, 수복 및 보철적 문제를 해결하는 유용한 치료법 중의 하나이지만 그 성공률을 높이기 위해서는 적절한 증례선택과, 고도의 기술을 요하는 술식이다^{9,14,17}. 치근절제술의 실패율은 0~38%로 다양하게 보고되고 있는데, Carnevale 등⁵은 10년간 6.9%의 실패율을 보고하였고 Basten⁵은 11.5년간 8%의 비교적 낮은 실패율을 보고하였다. 하지만 10년간의 실패율을 Langer 등¹⁷은 38%, Buhler⁷는 32.1%, Blomlof는 32%, Park 등⁸은 29.8%로 비교적 높게 보고하고 있다.

치근절제술과 구치부 단일 임플란트의 성공률을 비교한 연구들은 서로 상반된 결과들을 보고하고 있다. Kinsel 등⁹은 구치부 임플란트 성공률이 훨씬 높다고 보고하였고 Fugazzatto¹⁰는 15년간의 누적 성공률이 치근절제술과 구치부 임플란트가 유사하다고 보고하였다. Buhler¹⁹의 meta-

analysis 결과에서는 치근절제술로 7년간 89%의 치아가 생존하였으며 이 성공률은 구치부에서의 임플란트 술식과 견줄 만 하다고 보고하였다. 하지만 많은 연구결과들은 임플란트의 높은 성공률을 보고하고 있다^{20,21}.

임플란트 술식의 발전에 따라 치근절제술을 통한 치아의 보존술식은 점차로 감소하고 있는 추세이지만 치아를 보존할 수 있고 수술의 침습성이 임플란트에 비해 작고 비용적 측면에서도 장점이 있기 때문에 치근절제술은 환자의 만족도가 큰 술식이라고 하겠다. Minsk와 Polson²²은 치근절제술은 전략적 가치가 매우 높은 불확실한 예후의 치아나, 다른 치료방법으로는 해결될 수 없는 특별한 문제를 가진 치아에 시행할 수 있는 중요한 치료술식이라고 제안하였다. 상악동이나 하악관과 같은 해부학적 구조물과 근접한 치아는 치근절제술을 통해 안전하게 치료될 수 있으며, 치근절제된 구치는 교정력을 이용한 치조골 증대술에 사용될 수도 있다고 하였다. 특히 상악동의 근접문제로 치조골의 양적 제한이 있고 골질도 하악에 비해 떨어지는 상악 구치부 치아의 치근절제술은 매우 의미있는 치료술식이라고 하겠다.

상악 치아의 치근절제술은 상악 제1 대구치와 제2 대구치의 치근 근접 문제로 인한 골파괴를 해결하는 방법으로 제1 대구치의 원심협측 치근을 제거하는 빈도가 가장 높고 그 다음은 치근이개부 병소를 치료하기 위하여 근심 협측근을

제거하는 경우가 많다^{15,23}. 반면에 구개근 절제술에 대한 보고는 상대적으로 적은 편이다. 구개근을 제거할 경우 치아를 지지하는 주요 치근이 사라져 치아동요도가 증가할 것을 우려하거나, 구개근 제거 후 구개측에 함몰이 남아있어 치태조절의 어려움이 있고 기능교두를 지지하는 치근이 없어진다고 하는 보철적 수복 문제 때문에 치근절제술보다는 보존적 수술방법을 선택하거나 전략적 발치를 선택하게 된다. 하지만 구개측 치근을 유지하면서 근침부를 넘어서 협측으로 파괴된 부위의 병적 조직을 완전히 제거하기는 거의 불가능하고 대부분의 경우 치주관막 수술 이후에도 골파괴가 진행되어 치아동요도가 증가하고 화농성 삼출액이나 종창을 반복적으로 경험하게 되며 결국 치수염이나 치근단병소의 증상을 동반하게 되거나 상악동과 연계되는 누공을 형성하게 되는 경우도 있다. 일반적으로 상악 대구치의 근심쪽과 원심쪽 치근이개부가 모두 개통되는 병소가 있을 때는 구개근의 경사각이 불리하고 소구치와의 보철적 관계가 불리하기 때문에 구개근을 제거하도록 추천된다²⁴. 박 등⁸의 보고에 의하면 구개근을 제거한 경우와 다른 협측 치근을 제거하였을 때의 실패율을 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이는 없었다고 보고하였다.

이번 증례에서처럼 치아의 동요도가 1도 이상으로 진행되어 있지 않고 협측 치조골이 충분한 경우라면 구개근 절제술을 통해 부분적 발치효과를 얻어 더 이상의 골파괴는 막으면서 전략적으로 가치가 높은 치아의 예후를 지켜볼 수 있는 기회를 갖는 것은 매우 의미가 있다고 생각된다. 특히 임플란트를 위한 상악동 이식술과 같은 다소 공격적인 골이식술이 부담스러운 노인에게서는 저비용의 안전한 수술로 만족도가 매우 높은 치료임을 경험하였다. 주변골이 완전히 파괴된 구개근을 제거하였을 때 치아동요도는 증가하지 않고 오히려 구개측으로 약간의 동요도를 보이던 치아가 치근절제 후에 동요도가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

치근절제술 이후 장기적인 평가에서 실패의 원인은 치주 질환에 의한 것보다는 치근파절, 치아우식증, 근관치료 실패, 시멘트 유출과 같은 비치주적 원인이 더 많은 것으로 알려져 있다⁶⁻⁸. Langer 등¹⁷은 치근절제술을 시행한 100개의 구치를 10년간 관찰한 결과 38%의 실패율을 보고하였으며 실패의 원인으로는 18%는 치근파절, 7%는 치수문제, 3%는 시멘트 유출, 10%가 치주질환에 의한 것이었다. Basten⁶ 등은 평균 11.5년간 8%의 실패율을 보고하였는데 이 중 2%는 치주질환에 의한 것이었고 4%는 시멘트 유출 및 치아우

식증에 의한 것이었다. 치근절제술이 장기적으로 성공하기 위해서는 남은 치근과 치관부에 적절한 근관치료와 보철적 수복이 필수적으로 전제되어야만 한다. 남은 치근의 만곡도가 심하거나 석회화가 심해서 근관치료를 불가능하게 하는 요소는 없는지 치근절제술에 앞서 미리 파악해 놓아야 하고 만약 근관치료를 치근절제술 이후에 시행해야 한다면 술 후 2주 이내에 할 것을 추천하고 있다²⁶. 성공적인 치근절제술을 위해 보존, 치주, 보철과의 유기적인 협진을 통해 진단 및 치료를 진행하는 것이 매우 중요하다고 하겠다.

결론적으로 구개근 절제술은 적절한 증례를 선택했을 경우 상악 대구치를 보존하는 성공적인 치료법이 될 수 있고 적어도 전략적 가치가 높은 불확실한 예후의 치아를 한시적이라도 다른 합병증이 없이 유지할 수 있는 치료법이라고 하겠다. 이번 증례에서는 방사선 사진상 구개근의 근침을 넘어서 골소실이 있는 치주병소 또는 치근단-치주 복합병소를 가지는 상악 제1 대구치의 구개근을 제거하여 치아를 유지할 수 있었으며, 치아 유지 및 통증제거, 동요도 감소, 비용적 측면에서 환자를 크게 만족시킬 수 있었다. 하지만 이번 증례는 치근절제술 이후 3개월에서 8개월까지의 단기적 관찰 결과로서 보철 수복 이후의 장기적 결과를 반드시 평가할 필요가 있고, 추후 환자 만족도 측면에서의 임플란트와의 비교 연구, 보철적 디자인에 관한 연구 등이 필요하겠다.

참고문헌

1. American Academy of Periodontology. Glossary of Periodontal Terms. Chicago: American Academy of Periodontology; 2001:45.
2. Farrar JN. Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth. Dental Cosmos 1884; 26:79.
3. Basaraba N. Root amputation and tooth hemisection. Dent Clin North Am 1969;12:121-132.
4. Carnevale G, Gianfranco D, Tonelli MP, Marin C, Fuzzi M. A retrospective analysis of the periodontal-prosthetic treatment of molar with interradicular lesion. Int J Periodontics Restorative Den 1991;11:189-205.
5. Carnevale G, Pontoriero R, Di Febo G. Long-term effect of root resective therapy in furcation-involved molars. A 10-year longitudinal study. J Clin Periodontol 1998;25:

- 209-214.
6. Basten CH-J, Ammons WF, Persson R. Long term evaluation of root resected molars: A retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:207-219.
 7. Buhler H. Evaluation of root-resected teeth. Results after 10 years. *J Periodontol* 1988;59:805-810.
 8. Park SY, Shin SY, Yang SM, Kye SB. Factors influencing the outcome of root-resection therapy in molars: A 10-year retrospective study. *J Periodontol* 2009;80:32-40.
 9. Kinsel RP, Lamb RE, Ho D. The treatment dilemma of the furcated molar: Root resection versus single tooth implant restoration. A Literature review. *Int J Oral Maxillofac implants* 1998;13:322-332.
 10. Fugazzotto PA. A comparison of the success of root resected molars and molar position implants in function in a private practice: Results of up to 15-plus years. *J Periodontol* 2001;72:1113-1123.
 11. Hamp SE, Nyman S, Lindhe J. Periodontal treatment of multirrooted teeth. Results after 5 years. *J Clin Periodontol* 1975;2:126-135.
 12. Klavans B. Root resection. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1982;2:17-27.
 13. Green EN. Hemisection and root amputation. *J Am Dent Assoc* 1986;112:511-518.
 14. DeSanctis M, Murphy KG. The role of resective periodontal surgery in the treatment of furcation defects. *Periodontol* 2000;22:154-168.
 15. Majzoub Z, Kons S. Tooth morphology following root resection procedure in maxillary first molars, *J Periodontol* 1992;63:290-296.
 16. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixture in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62:2-4.
 17. Langer B, Stein SD, Wagenberg B. An evaluation of root resection. A ten-year study. *J Periodontol* 1981;52:719-722.
 18. Blomlof L, Jansson L, Appelgren R, Ehnevid H, Lindskog S. Prognosis and mortality of root resected molars. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:190-201.
 19. Buhler H. Survival rates of hemisected teeth: An attempt to compare them with survival rates of alloplastic implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:536-543.
 20. Becker W, Becker B. Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous restorations: A retrospective study. *J Prothet Dent* 1995;74:51-55.
 21. Levine RA, Clem DS, Wilson TG, Higginbottom F, Saunders SL. A multicenter retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements: Preliminary results at 6 or more months of loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:237-242.
 22. Minsk L, Polson AM. The role of root resection in the age of dental implants. *Compend Contin Educ Dent* 2006;27:384-388.
 23. Ross IF, Thomson RH. Furcation involvement in maxillary and mandibular molars. *J Periodontol* 1980;51:450-454.
 24. Cohen E. *Atlas of Cosmetic and Reconstructive Periodontal Surgery*, 3th ed. Hamilton: BC Decker Inc; 2007:203.
 25. Smukler H, Tagger M. Vital root amputation. A clinical and histological study. *J Periodontol* 1976;47:324-330.