

터널화가 시행된 대구치의 장기적인 임상적 방사선학적 평가

백영란¹, 박진우¹, 서조영¹, 진명욱², 이재목^{1*}

1. 경북대학교 치의학전문대학원 치주과학교실
2. 경북대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

Long Term Clinical and Radiographical Evaluation of Tunnelled Molars

Young-Ran Baek¹, Jin-Woo Park¹, Jo-Young Suh¹, Myoung-Uk Jin², Jae-Mok Lee^{1*}

1. Department of Periodontology, School of Dentistry, Kyungpook National University

2. Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University

ABSTRACT

Purpose: Tunneling is a periodontal surgical procedure that creates access for patient cleansing and maintenance within the furcal area of a molar tooth with severe furcation involvement. Up to date, there are few studies about a long term clinical and radiographic stability of tunneling. The purpose of this retrospective study is to evaluate the long term prognosis after tunnel preparation of molars with through and through furcation.

Material and Methods: 25 teeth of 23 patients aged 36 to 70 (mean age 51.7) were treated surgically with tunnel preparation. These cases were followed for 2 to 13 years (mean 6.5years) after surgery. Patients were recalled for an evaluation which was based on a questionnaire, a clinical examination, and radiographic analysis. Clinical assessment included plaque index, caries registration, probing pocket depth, bleeding on probing, tooth mobility. Baseline and over 2-year follow-up radiographs were collected and evaluated for this study.

Result: 3 teeth(12%) had been extracted and 1 tooth(4%) hemisected. Root caries was detected in 3 teeth(12%). Thus 72% of the teeth were still caries free and in function. Clinical parameters including PI, PD, BOP, mobility showed somewhat favourable results. Radiographic furcal bone loss showed no statistically significant difference compared to interproximal crestal bone loss ($3.59 \pm 1.69\%$ vs $3.42 \pm 2.95\%$) when root length was used as reference. There was no correlation between root trunk length and furcal bone loss.

Conclusion: Over 2 years after tunneling procedure, teeth showed a clinically and radiographically stable condition, despite of slight root caries and alveolar bone loss within clinically acceptable range. The tunnel procedure may be considered as a viable periodontal treatment option for molar teeth with severe furcation involvement in individuals following a regular maintenance program. (*J Korean Acad Periodontol* 2008;38:521-528)

KEY WORDS: tunneling procedure; through and through; periodontitis.

서론

치근 이개부 병변을 가진 치아의 치료는 과거부터 지금까지 지속적으로 임상 치주학에서 상당한 도전으로 남아있다¹⁾. 치근 이개부 병변을 가진 치아의 예후에 대해서는 많은 연

구들이 시행되어 왔는데, Hirschfeld와 Wasserman²⁾은 15~23년의 유지관리를 받고 있는 치주염 환자를 대상으로 한 연구에서 다른 치아에(7%) 비해서 치근이개부 병변을 가진 치아(31%)가 더 높은 mortality rate를 가진다고 보고하였으며, 다른 연구³⁻⁴⁾에서도 비슷한 결과가 보고되었다.

특히 3급 이개부 병변의 예후를 살펴보면, 1999 AAP에서는 Grade III와 IV에서 예측가능한 재건 술식이 없기 때문에 장기간의 예후가 불량하다고 하였으며, Dannewitz⁵⁾ 등은 적극적인 치주치료 후에 5년 이상 경과한 분석에서 degree III가 예후에 있어서 유의성 있는 예후 불량을 보인

Correspondence : Dr. Jae-Mok Lee

Department of Periodontology, School of Dentistry, Kyungpook National University, 188-1, Samduk-dong 2ga, Jung-gu Daegu, 700-412, Korea,

E-mail: leejm@knu.ac.kr, Tel: 82-53-420-5951, Fax: 82-53-427-3263

Received: Aug 6, 2008; Accepted: Sep 11, 2008

다고 보고하였다.

이러한 이개부 병변을 치료하기 위한 다양한 치료방법들이 제시되어 왔으며, 여기에는 치석제거술 및 치근활택술을 포함하는 비외과적인 방법과 발치, 치근절제술, 조직유도재생술 및 터널화를 포함하는 외과적인 방법이 있다. 기본적으로 이개부의 이환 정도와 치아의 유형에 따라 치료 방법이 결정된다⁶⁾. 비외과적 방법은 이개부에 대한 적절한 접근이 어려워 부분적인 성공이나 실패로 이어지는 경우가 많다⁷⁾. 외과적인 접근법으로 먼저 발치와 치근절제술이 이용될 수 있지만, 부가적인 근관 및 보철 치료를 필요로 하며, 조직유도재생술의 경우에는 3급 이개부에서 제한된 성공이 보고되어 왔다⁸⁾.

터널화는 대구치의 치근 이개부 영역에서 환자에 의한 청소성과 유지를 위한 접근성을 향상시키기 위한 목적으로 시행되며, 터널화 술식은 odontoplasty, osteoplaty, osteotomy, soft tissue surgery의 조합으로 이루어진다⁹⁾. 일반적으로 root trunk가 짧고, 치근 사이의 이개도가 큰 경우 더 좋은 예후를 가지는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾.

터널화는 근관치료나, 새로운 보철물 제작에 대한 필요가 없으며, 외과적 개입이 한번으로 제한되고, 악공간 악궁내 안정성을 위해 자연치를 보존할 수 있다는 장점을 가지고 있다⁹⁾. 반면, 치근 우식과 과민성, 측방근관 노출에 대한 잠재적인 위험성을 지니며, 높은 구강위생을 유지하기 위한 환자의 협조도가 요구되는 것이 단점이다.

터널화의 예후에 관해 살펴보면, 1975년 Hamp¹¹⁾ 등은 7개 치아를 터널화 시행 후 5년 경과한 연구에서 57%에서 치근 우식이 발생하였으며, 3개의 치아에서 3mm 이상의 치주낭을 보고하여 예후가 불량하다고 하였으며, 반면 1989년 Hellden¹²⁾ 등은 149개 치아를 대상으로 평균 3.1년 경과한 연구에서 75%의 치아가 치근 우식없이 기능을 유지함을 보고하였다.

조직유도재생술이나 치주판막술, 치근절제술 등에 비하여, 치근이개부병변을 가진 치아를 치료하기 위한 다양한 술식들 중 터널화는 장기간 예후에 대한 고찰이 상대적으로 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 본원에서 터널화를 시행한 후 2년 이상 경과된 환자에 있어서 임상적, 방사학적 검사를 통하여 결과를 평가하고 예후를 고찰해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 환자

경북대학교병원 치주과에 내원하여 터널화를 시행한 후 2년 이상(2~16.2yr) 경과한 환자 중에 현재까지 정기검진을 받고 있는 23명의 환자(남성 19명, 여성 4명, 연령: 36~70세 평균 51.7세)의 25개의 치아를 대상으로 하였다. 모든 치아는 임상적, 방사선학적으로 치근관이나 치근단에 이상이 없는 치아를 대상으로 하였으며, 3급 치근 이개부를 가지고 있었다. 터널화 시행 후 평균 경과 기간은 6.5년이며 환자의 평균 정기검진 횟수는 일년에 2.8회였다. 치아의 분포는 다음과 같다.

Table 1. Number of teeth according to dental arch(total 25)

	1st molars	2nd molars	Total
Maxilla	1		1
Mandible	20	4	24

2. 임상적 평가

1) Questionnaire

임상검사 전에 환자는 터널화가 시행된 치아에 대한 경험과 터널부위에 대한 치태조절 수행능력에 대한 5가지 질문이 담긴 설문지를 작성한다. 1989년 Hellden¹²⁾의 평가 항목을 인용하였다.

2) Plaque index

치태지수는 Silness & Loe¹³⁾에 따라 기록하며, 발치된 경우에는 잔존치의 평균으로 계산한다.

3) Caries Registration

대상 치아를 공기로 건조시키고 mirror와 explorer를 이용하여 검사한다. 명확한 연속성의 소실이 없이 연화되거나 거친 표면을 가진 경우에는 초기우식으로 정의되며, 공동(cavitation)에 이를 정도의 치질 소실을 보이는 경우에는 확립된 우식으로 분류된다¹²⁾. 또한 우식의 위치에 따라서 inside tunnel, other root surface, combination으로 분류된다¹²⁾.

4) Probing Pocket depth

검사 치아의 6 부위에서 탐침이 이루어진다.

5) Bleeding on Probing(탐침시 출혈)

Son과 Muhlemann¹⁴⁾에 따라 측정한다.

6) Tooth Mobility(치아 동요도)

0~3도¹⁵⁾로 기록된다.

3. 방사선학적 평가

모든 방사선학적 검사는 동일한 검사자에 의하여 2번씩 측정되고 재현성을 평가하였다. 구개 치근이 중첩되는 상악 대구치는 검사에서 제외되었다. 14명의 환자의 15개 하악 제 1대구치가 평가되었으며, 평균 경과기간은 62개월이었다. 방사선사진은 고해상도(1600×3200 dpi)의 스캐너(EPSON EXPRESSION 1600™, EPSON Corporate, Japan)에 의해 스캔되어 컴퓨터에 저장되었다. 방사선 사진상은 이미지 분석 프로그램인 I-Solution®(IMTechnology Inc., Daegeon, Korea)으로 분석, 측정되었다.

다음의 해부학적 구조들이 스캔된 방사선 사진상에서 Little의 기준¹⁶⁾에 기초하여 식별되었다.

1. 터널화가 시행된 치아의 백악-법랑 경계부(cemento-enamel junction: CEJ)
2. 터널화가 시행된 치아의 furcation roof(FR)
3. 근심 치아의 원심 치조정(distal crest of mesial tooth: DCM)

4. 치근 이개부 골정(furcal bone crest: FBC)

5. 치근첨(root apex: RA)

수복물이 존재하는 경우, 백악-법랑 경계부 대신 수복물의 근단 변연을 참고점으로 사용하였다.

이미지 분석 시스템을 사용하여 다음의 선형 측정이 이루어졌다.

1. 백악법랑 경계부에서 치근첨까지의 거리(CEJ-RA: Root length)
2. 백악법랑 경계부에서 furcation roof까지의 거리(CEJ-FR: Root trunk length)
3. 백악법랑 경계부에서 치근 이개부 골정까지의 거리(CEJ-FBC: Furcal bone crest loss)
4. 백악법랑 경계부에서 근심치아의 원심 치조정까지의 거리(CEJ-DCM: Interproximal crest loss)

4. 방사선학적 골변화

술 전, 술 후 2년 이상 경과한 방사선 사진을 사용하여 술 전 치근 길이에 대한 치근 이개부 골흡수(FBC change) 비율과 인접치 치조정 흡수(DCM Change) 비율을 측정하였다. 또한 Root trunk 길이에 대한 치근 이개부 골소실을 비교하기 위해 술 전 Root trunk 길이가 Root length에 대한 비율로 측정되었다. 술 전, 술 후 방사선 사진은 동일하지 않기 때문에, 초진 사진과 2년 이상 경과한 사진 사이의 수직적 왜곡정도를 Tonetti¹⁷⁾ 등의 방법을 사용하여 측정하였다. 왜

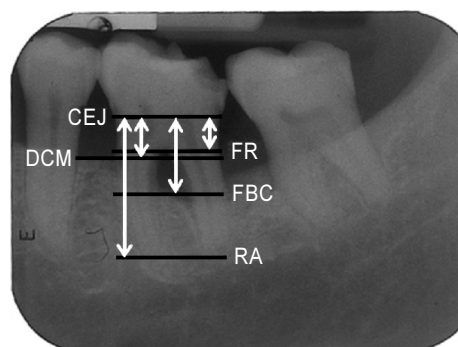


Figure 1. Radiographs of mandibular molar tooth following tunneling procedure. Anatomical landmarks and linear measurement taken from radiographs. CEJ, cemento-enamel junction ; FR, furcation roof ; DCM, distal crest of mesial tooth; FBC, furcal bone crest ; RA, root apex.

곡정도를 측정하기 위해, 해부학적으로 변하지 않는 치근부의 길이(백악법랑 경계에서 치근첨까지의 거리)를 두 방사선 사진에서 측정하여 다음과 같이 보정인자를 계산하였다.

$$\text{보정인자} = \frac{\text{백악법랑 경계부에서 치근첨까지의 거리(초진)}}{\text{백악법랑 경계부에서 치근첨까지의 거리(2년 이상)}}$$

다음과 같은 방법으로 방사선 사진상에서 2년 후의 비율이 계산되었다.

1. 치근 이개부 골정의 변화=[백악법랑 경계부-치근 이개부골정(초진)]-[백악법랑 경계부-치근 이개부골정(2년 이상)]×보정인자
2. 인접치 치조정 흡수=[백악법랑 경계부-인접치의 치조정(초진)]-[백악법랑 경계부-인접치의 치조정(2년 이상)]×보정인자

5. 통계

방사선학적 측정은 동일한 검사자에 의해 각각 2번씩 측정되었으며, 이 값의 재현성을 평가하기 위해 intraclass correlation을 시행하였다. Root trunk 길이에 따른 치근 이개부 골 소실량의 관계를 알아보기 위해 Pearson's correlation이 시행되었으며, 치근 이개부 골 소실량과 인접치 치조정 소실량의 차이는 Paired-t Test로 분석되었다.

결과

23명의 환자의 치아를 터널화를 시행 후 2년 이상 경과한 치아를 대상으로 관찰한 결과 hemisection된 치아는 1개, 발치된 치아는 3개였다. 이 중에서 우식에 의한 것이 1개, 치주적 원인이 2개였으며, 1개는 원인 미상이었다(Table 2). 초기 우식은 1개에서, 확립된 우식이 2개에서 발견되었으며, 위치에 따라서도 분류되었다(Table 3). 치태 지수에 따른 치아의 분포는 score 0이 40%, score 1이 48%로 나타났다(Table 4). 치근 우식이 발생한 치아를 치태지수에 따라 분류해보면 score 1에서 1개, score 2에서 2개의 우식이 관찰되었다(Table 5). 탐침 치주낭 깊이는 대부분 3 mm 이하였으며, 14.3~23.8%가 4~6 mm였으며, 6 mm 이상을 보이는 곳은 9.5% 이하였다(Table 6). 탐침시 출혈은 설면에서 23.6%로 가장 높게 나타났으며(Table 7) 4.8%의 치아에 서만 2도 이상의 저명한 동요도를 나타내었다(Table 8). 다섯가지 항목에 대한 설문조사에서, 80% 이상에서 터널 부위에 대한 불편감, 출혈 및 냉·온에 대한 과민증을 호소하지 않았으며, 대부분의 환자가 치간 칫솔을 어려움없이 잘 사용하고 있는 것으로 나타났다(Table 9).

방사선학적 분석에 있어서 동일한 검사자가 측정한 2년의 측정값 사이는 Intraclass correlation을 통해서 재현성이 확인되었다(Table 10). Root trunk 길이에 따른 치근 이개부 골정의 소실량은 낮은 상관성($r=0.155$)을 나타내었다(Table 11). 평균 62개월에서 이개부 골정 소실량은 $3.59 \pm$

Table 2. Treatment of Teeth Requiring Hemisection or Extraction

Diagnosis	Hemisection	Extraction	Total
Root caries		1	1
Periodontal problem		2	2
Unknown	1		1
Total	1	3	4

Table 3. Distribution of Teeth With Caries by Location

Caries Type	Caries Location			Total
	inside tunnel	outside tunnel	combined location	
Incipient caries	1			1(4%)
Established caries		1	1	2(8%)

1.69%였으며, 인접치 치조정 소실량은 $3.42 \pm 2.95\%$ 로 나타났으며, 두 값 사이의 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Table 12).

Table 4. Distribution of Teeth by Plaque Index

	Plaque Score			
	0	1	2	3
Number of Teeth	10(40%)	12(48%)	3(12%)	0(0%)

Table 5. Distribution of 3 Teeth According to Plaque Index

	Plaque Score			
	0	1	2	3
Incipient Caries	0	1	1	0
Established Caries	0	0	1	
Caries-free teeth	10	11	0	0

Table 6. Pocket Probing Depth

Probing Depth	Pocket Probing Depth					
	Site					
	Mes-B	Mes-L	Mid-B	Mid-L	Dist-B	Dist-L
1~3 mm	81.0%	76.3%	71.5%	66.7%	76.3%	81.0%
4~6 mm	19.0%	19.0%	19.0%	23.8%	19.0%	14.3%
>6 mm	0%	4.7%	9.5%	9.5%	4.7%	4.7%

Table 7. Bleeding on Probing

Bleeding on Probing			
Surface			
Mesial	Buccal	Distal	Lingual
23.8%	14.3%	19.0%	28.6%

Table 8. Tooth Mobility

Tooth Mobility			
Degree of Mobility			
0	1	2	3
66.7%	28.5%	4.8%	0%

Table 9. Questionnaire and Patient answer

Question	Patient Answers		
	Yes	No	Sometimes
Discomfort from tunnel area	9.5%	85.7%	4.8%
Bleeding from tunnel area	4.8%	85.7%	9.5%
Sensitivity to cold or warm	14.3%	81.0%	4.7%
Easily can clean tunnel area	90.5%	9.5%	0%
Oral hygiene aids	Common tooth brush	100%	
	Interdental brush	90.5%	

Table 10. Intraclass correlations(ICC)

	Root Trunk (%)	Furcal bone crest loss (%)	Interproximal crest loss(%)
Intra-examiner variability	0.46±0.28	0.57±0.49	0.34±0.19
Shrout-Fleiss Reliability	0.982	0.921	0.991

Table 11. Furcal Bone Crest Loss according to Root Trunk Length

Root Trunk Length (%)	Furcal Bone Crest Loss (%)	Pearson's correlation coefficient
28.31±2.85	3.59±1.69	r=0.155

Table 12. Furcal Bone Crest Loss compared to Interproximal crest loss(%)

	Furcal bone crest loss(%)	Interproximal crest loss(%)
Outcome	3.59±1.69	3.42±2.95
Paired t-Test	P=0.835	

고찰

현재까지 터널화의 장기적 예후에 대한 문헌은 다른 술식에 비해 부족한 실정이지만, 이전의 몇몇 연구 결과를 살펴보면, 발치나 치근 절제를 실패의 기준으로 정했을 때, 약 6.7~42.9%의 다양한 실패율을 보고하고 있다¹⁸⁾. Hamp¹¹⁾ 등의 연구에서는 57%의 높은 치근 우식률까지 감안하면 약 60%에 이르는 높은 실패율을 보고하여 초기 연구에서는 터널화의 예후가 불량한 것으로 나타났다. 이 후 Hellden¹²⁾은

23.5%의 보다 낮은 치근 우식률과 함께 양호한 임상 지수들을 보고하여 터널화가 유용한 치료법이 될 수 있음을 시사하였다. 보다 최근 연구들¹⁹⁻²⁰⁾은 약 10% 전후의 실패율을 보고하고 있으며, 이번 연구에서는 평균 6.5년에 16% 실패율(발치와 치근 절제 기준)을 나타내어 평균 5.8년에 11.1%의 실패를 보고한 1995년 Little¹⁶⁾ 등의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 실패율의 다양한 차이는 대상 치아의 수, 다양한 술후 경과기간, 유지관리 프로그램의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

이번 연구에서 25개 대상 치아 중 발치나 치근 절제는 4개 (16%)에서, 우식은 3개(12%)에서 발생하였으며, Hellden¹²⁾의 성공기준에 따라 우식이 없으면서 기능하고 있는 치아는 평균 6.5년에 72%로 나타났다. 좀 더 세부적으로 발치와 치근 절제의 원인을 살펴보면 치근 우식이 1개, 치주적 원인이 2개, 미상이 1개로 나타났다. 터널화의 초기 연구에서 가장 큰 관심이 되고 있는 치근 우식이 이 연구에서는 실패에 가장 큰 원인으로 기여하는 것 같지는 않다. 이것은 포함된 환자들의 평균 유지관리 횟수가 1년에 2.8회이며, 95% 이상에서 이개부 터널 부위에 대해 치간 칫솔을 어려움없이 사용하고 있다는 설문지의 결과로 부분적으로 설명될 수 있을 것이다.

12%의 치근 우식률은 비록 초기의 연구들에 비해서는 낮지만, Ravald와 Hamp²¹⁾가 외과적 처치 후 노출된 치근면에 대한 2, 4년의 연구에서 5% 미만의 우식 발생률을 보고한 것을 고려한다면, 여전히 전통적 치주수술에 비해 터널화 시행 후 노출된 치근면에서 치근 우식 발생률이 높다는 것을 간과해서는 안 된다. 최근의 연구¹⁹⁻²⁰⁾에서는 5% 정도의 낮은 우식률이 보고되고 있는데, 이 연구들 모두 3~6개월 간격으로 불소도포를 시행했다는 점을 생각해 볼 때, 터널화 시행 환자의 유지관리 프로그램에서 불소도포를 포함시키는 것이 중요한 것으로 생각된다.

치태지수에 따른 치아의 분포는 score 1과 2가 88%로 비교적 양호한 결과를 나타내었으며, 2006년 feres²⁰⁾ 등의 보고에서도 inter-radicular area에서 적절한 방법으로 치태 조절을 지도하는 것이 가능하다고 제시하였다. 치근 우식이 발생한 치아를 치태지수에 따라 분류해 보면 score 0에서는 우식이 발생하지 않았고, score 1에서 1개, score 2에서 2개의 우식이 관찰되었다. 이것은 치태지수와 치근 우식사이에 유의한 상관성을 보고한 Ravald²²⁾의 연구와도 일치하는 결과이다.

탐침치주낭 깊이는 대부분이 3 mm 이하였으며, 6 mm 이상을 보이는 곳은 9.5% 이하였지만, Hellden¹²⁾의 연구결과 보다는 다소 높은 치주낭 탐침값을 보였으며, 탐침시 출혈은 설문에서 가장 높게 나타났다. 그러나 이러한 치주적 파괴가 2,3도의 저명한 동요도로 이어진 경우는 4.8%에 불과했다.

터널화에 대한 방사선학적 분석은 임상적 연구에 비해서도 부족한 실정이다. 치근 이개부의 골 소실을 평가한 것은 Little¹⁶⁾ 등의 연구가 대표적으로 터널화가 시행된 18개의

하악 대구치를 5.8년 평가했을 때 부착수준이나 골수준에 있어서 인접치에 비해 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 이번 연구에서도 구개치근이 중첩되는 상악 치아를 제외하여 하악 대구치를 대상으로 분석이 시행된 결과 인접치 치조정과 비교했을 때 치근 이개부 골소실은 유의한 차이가 발견되지 않았다. 치근 길이에 대한 백분율로 나타난 치근 이개부골 소실은 $3.59 \pm 1.69\%$ 였으며, 이것은 하악 제 1대구치의 평균 치근 길이를 14 mm²³⁾로 가정할 때 약 0.5 mm로 안정된 골수준이 유지된 것으로 볼 수 있다. Root trunk의 길이에 따른 치근 이개부 골소실은 통계적으로 유의한 상관성을 나타내지 못했는데, 이것은 다른 변수들 즉 치근의 길이, 치근 이개도, follow-up 기간, 유지 관리 간격 등의 조건을 통제하지 못한 결과라는 한계점을 지니므로 앞으로 좀 더 엄격한 실험모델이 요구될 것으로 사료된다.

3급 치근 이개부 병소에 있어서 터널화와 함께 대안으로 제시되는 치근절제술과 비교해 볼 때, Buhler²⁴⁾는 review 논문에서 치근절제술 후 평균 7년 경과한 연구들에서 평균 11%의 실패율을 보고하였다. 터널화의 실패율은 이러한 treatment alternative의 범위 내에 속하며, 후에 치근절제술의 가능성을 배제하지 않는다는 것도 장점이 될 수 있을 것이다.

이번 연구에서 3급 이개부를 가지는 대구치를 대상으로 터널화를 시행한 후 2년 이상의 결과에서 약간의 치근우식과 골 소실을 보이지만, 이것은 임상적으로 수용가능한 수준이며 임상적 방사선학적으로 장기적인 안정성을 나타내었다. 환자가 정기검진을 잘 따르고, 구강 위생을 잘 유지한다면, 터널 술식은 심한 이개부 병변을 가지는 대구치에서 임플란트 치료 이전에 이용가능한 치주치료 대안으로 고려될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 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;65:25-29.
2. Hirschfeld L, Wasserman B. A long-term survey of tooth loss in 600 treated periodontal patients. J Periodontol 1978;49:225-237.
3. Becker W, Berg L, Becker BE. The long term evaluation of periodontal treatment and maintenance in 95 patients. Int

- J Periodontics Restorative Dent 1984;4:54-71.
4. McFall WT Jr. Tooth loss in 100 treated patients with periodontal disease. A long-term study. J Periodontol 1982;53: 539-549.
 5. Dannewitz B, Krieger JK, Hüsing J, Eickholz P. Loss of molars in periodontally treated patients: a retrospective analysis five years or more after active periodontal treatment. J Clin Periodontol 2006;33:53-61.
 6. Müller HP, Eger T, Lange DE. Management of furcation-involved teeth. A retrospective analysis. J Clin Periodontol 1995;22:911-917.
 7. Waerhaug J. The furcation problem. Etiology, pathogenesis, diagnosis, therapy and prognosis. J Clin Periodontol 1980;7: 73-95.
 8. Garrett S, Gantes B, Zimmerman G, Egelberg J. Treatment of mandibular class III periodontal furcation defects. Coronally positioned flaps with and without expanded polytetrafluoroethylene membranes. J Periodontol 1994;65:592-597.
 9. Vandersall DC, Detamore RJ. The mandibular molar class III furcation invasion: a review of treatment options and a case report of tunneling. J Am Dent Assoc 2002;133:55-60.
 10. Newell DH. The diagnosis and treatment of molar furcation invasions. Dent Clin North Am 1998;42:301-337.
 11. Hamp SE, Nyman S, Lindhe J. Periodontal treatment of multirrooted teeth. Results after 5 years. J Clin Periodontol 1975;2:126-135.
 12. Hellden LB, Elliot A, Steffensen B, Steffensen JE. The prognosis of tunnel preparations in treatment of class III furcations. A follow-up study. J Periodontol 1989;60:182-187.
 13. Silness J, Loe H. Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. Acta Odontol Scand 1964;22:121-135.
 14. Mühlemann HR, Son S. Gingival sulcus bleeding-a leading symptom in initial gingivitis. Helv Odontol Acta 1971;15: 107-113.
 15. Miller S.C.: Textbook of periodontia. Philadelphia: Blakiston, 1936.
 16. Little LA, Beck FM, Bagci B, Horton JE. Lack of furcal bone loss following the tunneling procedure. J Clin Periodontol 1995;22:637-641.
 17. Tonetti MS, Prato GP, Williams RC, Cortellini P. Periodontal regeneration of human infrabony defects. III. Diagnostic strategies to detect bone gain. J Periodontol 1993;64:269-277.
 18. Rüdiger SG. Mandibular and maxillary furcation tunnel preparations-literature review and a case report. J Clin Periodontol 2001;28:1-8.
 19. Eickholz P, Topoll HH, Hucke HP, Lange DE. Postsurgical findings after tunnel preparation in mandibular molars with Class III furcation involvement. Dtsch Zahnarztl Z 1999;46: 356-357.
 20. Feres M, Araujo MW, Figueiredo LC, Oppermann RV. Clinical evaluation of tunneled molars: a retrospective study. J Int Acad Periodontol 2006;8:96-103.
 21. Ravald N, Hamp SE. Prediction of root surface caries in patients treated for advanced periodontal disease. J Clin Periodontol 1981;8:400-414.
 22. Ravald N, Hamp SE, Birkhed D. Long-term evaluation of root surface caries in periodontally treated patients. J Clin Periodontol 1986;13:758-767.
 23. Ash G.M. Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion 7th edition 1993.
 24. Bühler 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.