# 발치된 치아에 부착된 수복물의 변연 적합 및 형태

조선대학교 치과대학 보철학교실

이정훈·최민호·김민호·강동완

## Marginal dicrepancy and topography of the artificial crown on the extracted abutment

Jeong-Hoon Lee, D.D.S., M.S.D., Min-Ho, Choi, D.D.S. Min-Ho, Kim, D.D.S., M.S.D., Dong-Wan Kang, D.D.S., M.S.D. Ph.D.

Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry Chosun University

The purpose of the present study was to evaluate the marginal discrepancy and topography of artificial crown on teeth extracted due to severe periodontal disease. Twenty specimens were invested into metamethylacrylate resin and cutted into vertical slices along with the long axis of tooth. The selected marginal discrepancy between the outer edge of the crown and the finishing line of abutment was examined by stereo- microscope(Olympus, PM-VSP-3, Japan) at magnification of up to 10, and the topography of finishing margin on crown was observed by stereo-microscopeat magnification of up to 70×. The results were as follows. (1) The mean marginal discrepancy between extracted tooth and artificial crown were 50.82㎛. (2) There was a considerable difference in the microstructure of finishing margins among specimens. Microscopic Structure on finishing margin showed indefinite line, poor fit (open, underextended and overextended), distorted margin, and surface roughness. This study suggested that there could be necessary to consider the response of periodontium to the emergence profile of natural tooth and precision of marginal geometry while establishing treatment planning for the reconsruction of the artificial crown.

# 발치된 치아에 부착된 수복물의 변연 적합 및 형태

조선대학교 치과대학 보철학교실

이정훈·최민호·김민호·강동완

## Ⅰ. 서 론

건강한 치아의 보존에 의해 저작, 발음, 연하 등의 구강기능이 수행되지만, 치아가 상실되는 경우 치조골, 저작근, 측두하악관절 뇌조직을 포함한 조직에서 기능 상실에 따른 조직의 재형성과 구강의 기능이 감소하기 때문에 예방학적 측면에서 치아를 보존하고 치아상실후 보철물에 의한 조기수복이의 중요성이 강조되고 있다[1,7,21,34,35].

치아가 상실되는 경우 보철물로 수복하게 되지만 Libby 등[16]과 Lindguist등[18]은 고정성보철물의 실패원인로서 치아우식증이 제1의 원인이라 하였고 Linde 등[17]은 광범위한 수복물의 진행성 치주염 증례에서 재발성부착상실 때문에 지대치가 상실되었다고 하였고 Schwartz 등[31]은 수복된 치열을 보유한 환자의 실패에 있어서 11.2 %에 해당되는 증례가 치주질환이나 동요도 때문이라고 하였다.

수복물의 장기적 성공을 위해서는 치주질환과 치아우식을 유발하지 않는 수복물의 설계로 변연적합성, 열구내 변연위치, 표면성상, emergence profile로부터 과풍융 등의 요소를 고려하는 것이 바람직하다[14,29,35].

따라서 치주조직에 대한 부적합한 인공치관 변연의 영향으로 변연 자체가 치주의 biologic width를 파괴하여 치조골이 파괴되고 동시에 교합불안정에 의해 가역적으로 동요도가 커지는 경우 치아를 발거하게 되므로[8] 인공치관과 지대치 사이에서의 적합성을 평가하기 위한 방법으로써 변연적합성을 간격으로 측정하거나 변연형태 그리고 변연 위치등을 연구해왔다[10,11,23,24,27,28].

변연 정밀성은 수복물의 성공을 위한 필수 요건으로 정밀성이 불량한 경우 세균성 치태의 축적에 따라 치주질환이 증대되므로 인공치관과 지대치 간 변연의 정밀성을 증진시키기 위해 emergence profile를 고려한 현미경적 관찰이 필요하지만3,19,36) 치주병에 의해 발거된 치아의 수복물 변연적합도에 대한 미세구조 연구가 다소 부족하였다8,9). 본 연구의 목적은 수복물이 부착된 발거된 치아에서 인공치관의 변연적합성과 형태를 관찰하여 지대치의 emergence profile를 고려한 인공치아의 변연적합이 치주조직을 보존하기 위한 임상적인 요소로 중요하다는 것을 밝히는 데 있다.

## Ⅱ. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구재료

조선대학교 치과병원 및 개인 치과의원에서 수복물이 장착되어 있다가 치주질환의 원인으로 치아의 동요가 심하여 발치로 진단되어 발치된 수복물이 장착된 치아 17개(전치 7개, 소구치 4개, 대구치 6개)를 연구재료로 하였다.

### 2. 연구방법

(1) 시편의 준비

조직표본 제작과 조직변화를 최소화하기 위해 표본 보관된 지대치를 70% 알콜에 6일간 고정하였다.

지대치를 흐르는 물에 1일간 수세한 후, 70%, 90%, 95%, 100% Ⅰ, 100% Ⅱ, 100% Ⅲ, 100% Ⅳ 알콜에 각 12시간씩 탈수시킨 다음 methylmethacrylate resin에 포매한 후 진공상태의 실온에서 2일동안 방치한 다음 70 의 항온기에서 1일간 유지하였다가 실온에서 경화시켰다.

경화된 절편을 저속회전의 다이아몬드 디스크를 이용하여 장축에 평행하게 순설, 또는 협설 절단한 후 미세연마지에서 연마하였다.

(2) 변연적합도 분석

1) 변연적합부 계측 및 통계 처리

입체광학현미경(Olympus, PM-VSP-3, Japan)을 사용하여 10배, 70배로 확대하여 절편의 사진을 촬영하였다.

표본 사진에서 인공치관과 지대치관의 거리를 변연적합도로 하여 순면, 협측면, 설면에서 지대치의 emergence profile 접선과 수직인 변연과의 최단 거리를 ㎛ 단위로 측정하였다(Fig.1.). 측정된 거리에 대해 SPSS 통계팩키지(한글 Version 7.5)를 사용하여 평균 및 표준편차를 계산하였다.

2) 변연적합부의 형태 분석

절단 표본에서 치아의 emergence profile와 인공치관 적합형태를 고려하여 변연의 미세구조를 해석하였다. 적합형태의 해석을 위한 조건으로 치아의 시멘트층에서 변연부까지 형태를 고려하여 finishing line 형태와 형성 정도, 적합의 양태, emergence profile로부터 양수의 수직외형, 수평외형, 음수의 수직외형, 수평외형을 평가하였다.



Fig. 1. Measurement of marginal dicrepancy from emergency profile

Table 1. Mean and SD of marginal discrepancy on each block sectioned crown (unit : ㎛)

| | Anterior teeth | | Premolar teeth | | Molar teeth | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | labial | lingual | buccal | lingual | buccal | lingual |
| | 36.88 | 10.42 | 19.32 | 41.75 | 9.58 | 32.30 |
| | 70.14 | 55.44 | 22.85 | 38.14 | 5.21 | 31.16 |
| | 8.48 | 31.58 | 57.80 | 104.00 | 88.54 | 54.52 |
| | 52.25 | 137.68 | 11.09 | 12.20 | 97.69 | 75.10 |
| | 106.09 | 129.20 | | | 8.74 | 45.28 |
| | 6.64 | 36.12 | | | 116.76 | 132.55 |
| | 60.72 | 36.62 | | | | |
| Mean±SD | 40.92±37.96 | 62.43±50.30 | 27.76±20.62 | 49.02±38.94 | 54.42±51.84 | 61.81±38.25 |
| *Mean±SD | 50.82±40.82 | | | | | |

*Mean±SD form total specimens (Anterior teeth+Premolar teeth+Molar teeth)

## Ⅲ. 연구성적

### 1. 변연적합도

emergence profile를 고려하지 않고 단순히 변연적합도를 고려할 때는 치관의 내면과 지대치간의 거리가 표본에 따라 다양한 간격을 나타냈으나 전체에 대한 평균은 50.82㎛ 이었다. 전치부, 소구치, 대구치의 변연적합도에 대한 평균과 표준편차는 Table-1과 같다. 전치의 경우 순면 40.92㎛, 설면 62.43㎛ 반면 소구치는 순면 27.76㎛, 설면 49.02㎛, 대구치 협면 54.42㎛, 설면 61.81㎛를 나타냈으나 전치부의 순면과 설면, 소구치나 대구치간의 협면과 설면간 통계학적 유의성이 없었다.

### 2. 변연적합부 형태분석

시편의 모든 변연적합형태는 기본적으로 치경선 하부의 emergency profile로 부터 연장된 접선에 따

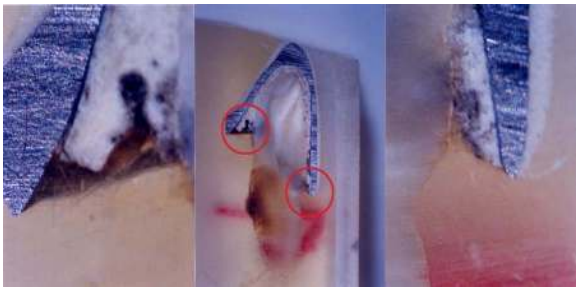

Fig. 2. Magnification(*70) of labial & lingual margins on block sectioned specimen of anterior tooth (*10)



Fig. 3. Magnification(*70) of labial & lingual margins on block sectioned specimen of anterior tooth(*10)



Fig. 4. Magnification(*70) of buccal & lingual margins on block sectioned specimen of premolar tooth(*10)



Fig. 5. Magnification(*70) of buccal & lingual margins on block sectioned specimen (*10) of premolar tooth



Fig. 6. Magnification(*70) of buccal & lingual margins on block sectioned specimen (*10) of molar tooth

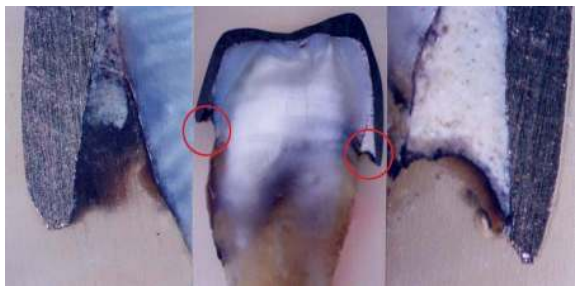

Fig. 7. Magnification(*70) of buccal & lingual margins on block sectioned specimen (*10) of molar tooth

르는 경사도를 지니지 않고 있었다.

변연적합의 형태를 볼 때 지대치에서 명확한 finishing line을 구분할 수 없었지만 지대치의 emergence profile의 접선을 따라 평가된 경우 인공치관의 변연이 emergence profile로부터 개방되어 있거나, 대부분 수평과 수직으로의 과풍융상태를 나타냈으며 형태는 매끄럽지 않고 거칠게 파열된 표면 양상을 보여주었다(Fig.2~7).

## Ⅳ. 총괄 및 고안

지대치에 대한 인공치관의 변연적합도는 수복물의 성공을 의한 필수 요건으로 적합도가 불량한 경우 세균성 치태의 축적에 따른 치아우식과 치주질환를 증대시키므로 인공치관의 변연적합도를 증진시키기위한 연구 방법으로서 변연적합성, 변연형태 그리고 변연 위치 등에 따른 영향등을 연구해왔다[10,11,23,24,27,28].

그러나 연구된 변연적합의 정밀성은 in vitro에서 작업모형상 제작된 치관의 변연형태 그리고 변연형태에 사용된 재료에 따른 영향을 평가하여 재료특성과 변연형태에 따른 차이를 연구해온 것으로[27,28] 임상적으로 지대치에 장착된 인공치관의 변연상태를 측정하거나 평가된 자료가 미비하여[9,11,15] 본 연구에서는 치주질환으로 발거된 인공치관이 부착된 지대치를 평가하고자 하였다.

본 연구에서 측정된 변연적합과 지대치간의 간격은 평균 50.82㎛으로 나타났다. 변연적합에 영향을 미치는 요소로서 임상적인 과정과 기공의 과정으로 나눌 수 있다. 지대치의 변연형태에 따른 차이에서 Rinke등[28]은 sholder In-Ceram관은 120。chamfer에 비해 변연적합도가 우수하다고 한 반면 Pera 등[23]은 In-ceram 도재관의 소성 후 chamfer, 50。shoulder, 90。shoulder에서 모두 임상적으로 받아들여질 만한 50㎛ 이하의 변연적합도와 도재 소성과 최종 glazing 과정 동안에 체적 안정성을 보였지만 90。shoulder에 비해 chamfer나 50。shoulder가 더 좋은 변연적합을 지니고 있다고 보고하였다. 또한 Sorensen 등[32]은 전부도재관의 변연형태에 따른 변연적합도 비교에서 chamfer (32±29㎛), shoulder(24±25㎛), shoulder- bevel(48±52㎛)순으로 좋은 변연적합성을 보였고, feather edge 형태(67±76㎛)는 불규칙하고 과형성된 변연을 갖는다고 하였다.

Rinke등[28], Pera등[23], Sorensen 등[32] 에 의한 연구는 작업모형에 변연이 정밀하게 재현된 상태에서 연구한 결과로서 변연형태나 제작된 재료나 방법에 따른 영향을 받았던 결과인 반면 본 연구의 경우 인공치관이 장착된 지대치의 자료와는 많은 차이를 보이는 것으로 사료되었다.

따라서 정밀한 보철물을 제작하기 위해서는 임상적인 측면에서 지대치의 삭제시 변연의 형태를 명확하고 매끄럽게 형성하는 것이 바람직하며 변연형태를 바르게 형성했다 할지라도 정밀한 임상채득과정을 통하여 모형상에 재현하는 것이 바람직하다[29,30].

수복물 변연 형태와 간격이 있다 하더라도 그것이 임상적으로 치주에 어떠한 영향을 미치는가가 중요하다. 실지로 임상에서 완전히 간격이 없는 상태로 변연을 제작하기는 불가능하며 그렇게 제작되었다고 할지라도 시멘트 피막후경만큼 변연부 적합은 남을 수밖에 없다. 따라서 임상에서 허용될 수 있는 기준이 어느정도 인가에 대해 논란이 있어 왔다. Christensen[4]은 인접면에서는 검사할 수 있는 간격의 크기는 119㎛까지 적당하다고 하였으나 이러한 적합도는 임상적으로 변연부 이상이 없다고 판단하는 기준 수치일 뿐이지 이 정도의 변연이개가 임상적으로 허용 가능한가의 판단기준이라고는 할 수 없다. McLean등[20]은 5년간 1000개의 치관에서 행한 인상연구에서 인접면에서는 80㎛ 이하의 경우에는 감지하기 어려우며 100㎛ 정도의 변연 불일치는 임상적으로 거의 문제를 일으키지 않으므로, 임상적으로 허용가능한 최대 변연적합도는 120㎛이라고 결론지였다.

Kydd 등[15]은 변연적합도가 244㎛인 경우에도 20년이상 사용된 것으로 볼 때, 이러한 기준은 다분히 임의적이라 한 반면 Palomo등[22]은 잘 제작된 경우라도 치관이나 금인레이 변연 사이에는 74㎛ 정도의 간격이 있으며 이러한 부분이 미생물의 증식부위가 되어 치주질환을 일으킨다고 하였으며 일반적으로 이개된 변연의 경우보다 과풍융된 변연이 20배 가량 더 많은 문제점을 유발한다고 하였다. 그리고 Christensen[4]은 평균 39㎛은 현실적으로 임상에서는 불가능하며 인접면의 경우 평균 75㎛이 현실적인 기준이라 하였다. Hung 등[13]은 이상적인 시멘

트 피막후경인 25㎛은 임상에서는 얻어지기가 힘들다고 하면서 임상적으로 허용가능한 변연적합도는 50 ~ 75㎛ 사이에 있을 것이라 하였다. Holmes 등[12]은 가장 능숙한 술자에서 변연 접합도가 50㎛ 내외라고 하였다. 이와같이 실험연구에 따라 다양한 결과를 나타낸 바 수치로서 임상적으로 허용가능한 최대 변연이개 정도를 평가하는 것은 어렵다.

본 연구에서 보여진 70배 확대 사진에서 여러 가지의 변연 형태가 보여지고 있었다. 이러한 형태와 거치면 자체가 치주질환을 유발하고 치아 동요를 증가시키는 원인으로써 말할 수는 없지만, 치주질환을 유발할 수 있는 세균의 집락지로서 작용될 수 있음을 알게 되었다.

이러한 점에 대해 Grasso 등[11]은 수복물의 존재와 질이 치은염과 치주의 유발에 관여하지만 그 자체보다는 치은연하에 놓인 변연형태가 어느정도의 치태의 부착을 유발하는 가가 중요하다고 보고하였다. Albander[2] 또한 치관의 제작이 치조골 상실에 영향을 미치는 요소로서 치아의 형태, 치조골의 높이, 나이, 성별, 치석, 수복물의 변연과 인접면의 형태들이 원인요소중 20%를 차지한다고 하여 염증진행에 직접적인 원인이 파악하고자 하는 연구 설계들이 다양하기 때문에 분별하기 어렵다고 하였다.

따라서 본 연구에서 얻어진 변연 형태가 임상적으로 적용되어서는 안된다는 점에서 몇까지 기준점이 필요할 것으로 사료되었다.

Martignoni 등[19]은 치관의 이상적인 보철적 수복을 위해서 각 치아의 해부학적 외형과 구조를 고려하면서 보철 외형과 변연봉쇄의 정밀성을 얻어야 한다고 하여 변연부는 치아의 삭제되지 않는 부위의 접선에 0도가 되도록 하여 과풍융과 저풍융을 방지해야 한다고 하였다. Crespi 등[6]도 치은열구로부터 올라오는 인공치관은 기존의 상실된 인공치관과 같은 emergence profile를 가져야 하며 이러한 emergence profile은 치근의 형태와 치근상에서의 변연삭제의 위치에 따라 각도를 달리한다고 하였다.

이러한 점에 대해서도 Knoernschild 등[14]은 치관이나 고정성 교의치의 경우 불량한 변연적합 또는 거친 표면이나 과풍융을 지닌 경우 수복물 주위에 진행성 치은염증이 일어날 확률이 높다고 보고하여 형태학적 중요성을 보고하였다. 이러한 점은 본 연구결과에서와 같이 시편의 모든 인공치관의 변연상태가 emergence profile를 따르지 않고 수평과 수직방향으로의 과풍융 양상을 나타내는 것으로 보아 치주질환에 대한 영향은 인공치관과 지대치사이의 간격에 따른 적합성에 비해 emergence profile 로 부터 형성되는 인공치관의 형태가 보다 중요한 것으로 사료되었다. 그러나 치주질환의 영향을 미치는 요소는 다양하기 때문에 인공치관 장착후 치조골 소실과 치아상실의 원인을 연구하기 위해서는 치료전 환자의 치주질환, 병력상태, 치관 장착 후 토착미생물의 구성물과 미생물이 생산한 독소에 대한 환자의 반응, 보철치료 경력, 삭제, 조직반응 등의 영향을 평가하여야 할 것으로 사료되었다.

또한 치주건강에 대한 수복물의 재료에 대한 영향도 고려되어야 한다. 치관용 재료의 경우 높은 표면 자유에너지를 지니면 더 많은 치면 세균막을 부착시키고 성장시키기 때문에 치관에 사용되는 재료에 따른 영향도 연구되야 할 것으로 사료되었다[5,25,26,33].

본 연구는 치아의 장축을 따라 절단하여 표본을 만들었기 때문에 치관 변연에서 치아우식 상태를 평가할 수 없었다. 따라서 차후에 표본의 치아우식을 평가할 수 있는 상태로 절단한다면 여러가지 변연 부적합성에 따른 치경부에서의 우식 상태를 평가할 수 있으리라 사료된 바, 추후에 이러한 연구가 진행되어야 할 것이다.

## Ⅴ. 결 론

인공치관의 변연적합도와 emergence profile을 따르는 형태는 치아우식과 치주질환의 발생에 영향을 미치므로 인공치관의 제작시 그러한 요소들을 증진시키기 위한 임상적 기공학적 노력이 중요하다.

본 연구는 변연적합도의 임상적 중요성을 인지하기 위한 방법의 하나로써 치주질환을 원인으로 하여 발거된 인공치관이 있는 치아를 methylmethacrylate resin으로 포매후 절단하여 입체현미경를 사용하여 변연의 간격과 emergence profile로 부터의 형태를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 삭제된 지대치와 인공치관사이의 변연적합도는 평균 50.82㎛을 나타냈다.

2. 지대치에 대한 인공치관 변연형태는 지대치의 emergence profile를 따르지 않는 양수의 수직외형과 수평외형, 개방형, 거친표면양상을 나타냈다.

이러한 점에서 지대치에 대한 수복물의 제작시 치주조직 반응을 고려하여 emergence profile를 따르는 인공치관의 외형과 정밀한 변연형태를 갖는 치료계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

## 참 고 문 헌


1. 윤창근, 강동완, 정승미: 최신고정성 보철학, 1999 도서출판 종이.
2. Albandar JM, Rise J, Abbas DK.. "Radiographic quantification of alveolar bone level changes. Predictors of longitudinal bone loss." Acta. Odontol. Scand. 45:55-9, 1987
3. Chan C, Haraszthy G, Geis-Gestorfer J, Weber H, Huettemann H.. "Scanning electron microscopic studies of marginal fit of three esthetic crwons." Quintessence Int, 20 : 189-193, 1989.
4. Christensen GJ.. "Marginal fit of gold inlay casting." J. Prosthet. Dent. 16;298-303, 1966.
5. Clayton JA, Green E.. "Roughness of pontic materials and dental plaque." J. Prosthet. Dent. 23:407-411, 1970.
6. Crespi R, Grossi SG.. "The Emergence Margin in Prosthetic Reconstruction of Periodontally Involved Teeth." Int. J. Periodont. Rest. Dent, 13;349-359, 1993.
7. Dawson P E.. Evaluation, Diagnosis, and Treatment of occlusal Problems, 2nd ed., 1989, The C.V. Mosby Company.
8. De Waal H, Castellucci G.. "The Importance of Restorative Margin Placement to the Biologic Width and Periodontal Health. Part I." Int. J. Periodont. Rest. Dent. 13;461-471,1993.
9. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP.. "Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health." J. Prosthet. Dent. 65 ; 357-364, 1991.
10. Grajower R, Zuberi Y, Lewinstein I.. "Improving the fit of crowns with die spacers." J. Prosthet. Dent, 61 : 555-563, 1989.
11. Grasso J E.. Nalbandian J, Sanford C, Bailit,H.. "Effect of restoration quality on periodontal health." J. Prosthet. Dent. 53:14. 1985.
12. Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC.. "Marginal fit of castable crowns." J. Prosthet. Dent. 67 : 594-599, 1992.
13. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP.. "Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crwon." J. Prosthet. Dent. 63 : 27-31. 1990.
14. Knoernschild Kent L, Campbell Stephen D.. "Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures." J. Prosthet. Dent. 84:49-8, 2000;
15. Kydd WL, Nicholls JI, Harrington G, Freeman M.. "Marginal leakage of cast crowns luted with zinc phosphate cement : An in vivo study," J. Prosthet. Dent, 75 : 9-13, 1996.
16. Libby Greg, Arcuri M R, Lavelle W E, Hebl Lisa.. "Longevity of fixed partial dentures," J. Prosthet. Dent. 78: 127-131, 1997.
17. Lindhe J, Westfelt E, Nyman S, Sokransky S S, Haffajee A.D.. "Longterm effect of surgical nonsurgical treatment of periodontal disease," J. Cli. Perio. 11: 448-458, 1984.
18. Lindquist Eva, Karlsson Stig.. "Success Rate and Failures for Fixed Partial Dentures After 20 Years of Service," J. Prosthet. Dent. ;11:133-138, 1998.
19. Martignoni M, Schoenenberger, A.. Precision Fixed Prosthodontics.. clinical and laboratory aspects, Quintessence Publishing Co, Inc. 1990.
20. McLean J W, Von Fraunhofer V A.. "The estimation cement film thikness by an in vivo technigues" Brit. Dent. J. 131 : 107-111, 1971.
21. Onozuka M, Watanabe K, Nagasaki S, Jiang Y Ozono S, Nishiyama K, Kawase T, Karasawa N., Nagatsu, I. "Impairment of spacial memory and changes in astroglial responsiveness following loss of molar teeth in aged SAMP8 mice," Behaviour Brain Research, 108:145-155, 2000.
22. Palomo F, Peden J.. "Periodontal consideration of restorative procedure." J. Prosthet. Dent. 36 : 387-394, 1976.
23. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S.. In Vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crown, J. Prosthet. Dent. 72; 585, 1994.
24. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M.. "Incomplete seating of cemented crowns: A literature review." J. Prosthet. Dent. 59: 429-433. 1988.
25. Quirynen M, Maechal M, Busscher H J, Weerkamp A H, Arends J, Darius PL.. "The influence of surface free

energy on plainmetric plaque growth in man," J. Dent. Res. 68:796-799, 1989.
26. Quirynen M. Maechal M, Busscher H J, Weerkamp A H, Darius PL, Van Steenberghe D.. "The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation, An in vivo study in man," J. Clin. Perio. 17:138-144, 1990.
27. Rinke S, Margraf G, Jahn L, Huls A.. "Qualitatsbeurteilung von Kopiergefrasten Voll-Keramischen Kronengesusten (Celay/ IN-Ceram)," Schweiz Monatsschr Zahnmed, 104 : 1495-1499, 1994.
28. Rinke S, Huls A, Jahn L.. "Marginal accuracy and Fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns," Int. J. Prosth. 8 : 303-310, 1995.
29. Rosenstial S, Land M F, Fusimoto J.. Contemporary fixed prosthodontics, 3rd ed., 2001, Mosby, Inc.
30. Schillingburg H T, Hobo S H, Whitsett L D, Jacobi R, Brackett Susan E.. Fundamentals of fixed prosthodontics, 3rd ed., 1997, Quitessence Book.
31. Schwartz N, Whitsett L, Berry R, Stewart J.. "Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life span and causes of loss of serviceability." J. Am. Dent. Assoc. 81;1395-1401, 1970
32. Sorensen JA.. "A standardized method for determination of crown margin fidelity." J. Prosthet. Dent, 64 : 19-24, 1990.
33. Tsiboukklis J, Stone M, Thorpe A A, Graham P, Peters V, Heerlien R.. "Preventing bacterial adhesion onto surface: the low surface energy approach," Biomaterials, 20:1229-1235, 1999.
34. Watanabe M. : Visual imaging of oral function and occlusion, 1996, Ishiyaku Publishers, Inc.,
35. Wise MD.. Failure in the Restored Dentition : Management and Treatment, 1995, Quintessence Book.
36. Zoellner Axel, Braegger Urs, Fellmann, vitali, Gaengler Peter.. "Correlation Between Clinical Scoring of Secondary Caries at Crown Margins and Histologically Assessed Extent of the Lesions," Int. J. Prosth. 13:453-459, 2000.