

ISSN: 0376-4672
eISSN: 2713-7961

대한치과의사협회지

Journal of **K**orean **D**ental **A**ssociation

Vol. **64** No.6 June 2026

Journal of Korean Dental Association

KDA



KDA 대한치과의사협회
KOREAN DENTAL ASSOCIATION

대한치과의사협회지

Journal of Korean Dental Association

Vol.64 No.6
JUNE 2026



C O N T E N T S

Original Article

- 185-191** Evaluation of self-administered periodontal health questionnaire and actual periodontal treatment need
치주질환의 자각 증상의 설문조사와 치주치료 필요도의 검증을 통한 치주질환 지수의 평가
Ji-Young Han, In-Woo Cho, Hyeon-Seong Ahn, Eun-Mi Lee, Jun-Beom Park, Youngkyung Ko

Case Report

- 192-197** Pamidronate therapy in an adolescent patient chronic diffuse sclerosing osteomyelitis: Report of a case
청소년 만성 미만성 경화성 골수염에서 pamidronate 치료: 증례보고
Chan-Sik Yoon, Woo-Jin Jeon, Chul-Min Park, Kil-Hwa Yoo

Special Issue

- 198-203** Clinical applications of universal adhesives
Universal adhesive의 임상적 활용
Kkot-Byeol Bae
- 204-210** Cementation of indirect restorations: Strategies for reducing clinical failures
심미수복물의 접착: 실패를 줄이기 위한 술식들
Mi-Jeong Jeon
- 211-222** Dreaming of a slow aging in the oral cavity
구강의 저속노화를 꿈꾸다
Yoorina Choi

Editorial board

허민석	Min-Suk Heo
강진규	Jin-Kyu Kang
박준범	Jun-Beom Park
배아란	Ahran Pae
서덕규	Deog-Gyu Seo
성상진	Sang-Jin Sung
이 원	Won Lee
이호설	Hyo-Seol Lee
장현선	Hyun-Seon Jang
조자원	Ja-Won Cho
한상선	Sang-Sun Han

편집인 이부규
발행처 대한치과의사협회

주소 04802 서울특별시 성동구 광나루로 257
전화 02-2024-9150
팩스 02-498-6320
e-mail: scientific@kda.or.kr
학술지 홈페이지 <https://jkda.or.kr/>
편집·인쇄 아람에디트/02-2273-2497
발간일 2026. 6. 30

<대한치과의사협회지>는 한국간행물윤리위원회의 윤리강령 및 실천요강을 준수합니다.
본지에 실린 내용은 대한치과의사협회의 견해와 일치하지 않을 수도 있습니다.

Evaluation of self-administered periodontal health questionnaire and actual periodontal treatment need

치주질환의 자각 증상의 설문조사와 치주치료 필요도의 검증을 통한 치주질환 지수의 평가

Ji-Young Han ^{1,†}, In-Woo Cho ^{2,†}, Hyeon-Seong Ahn ², Eun-Mi Lee ³, Jun-Beom Park ³, Youngkyung Ko ^{3,*}

¹Department of Periodontology, Division of Dentistry, College of Medicine, Hanyang University Seoul, Korea

²Department of Periodontology, College of Dentistry, Dankook University, Cheonan, Korea

³Department of Dentistry, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to validate the newly proposed periodontal disease index "PerioQuotient (PQ)" based on a periodontal disease symptoms questionnaire developed by brainstorming and the Delphi method by the 32nd Executive Committee of the Korean Academy of Periodontology.

Materials and Methods: A total of 135 subjects were recruited. Age, gender, and clinical indices of periodontal disease were measured. Periodontitis stage was determined, and an 18-question questionnaire was administered. The internal consistency and validity of the questionnaire were examined using Cronbach's alpha and principal component analysis. Receiver operating characteristic (ROC) analysis, area under the curve (AUC), sensitivity, and specificity were investigated to assess the diagnostic test performance of the questionnaire.

Results: The mean age of the 135 subjects was 48.8 ± 17.1 years (male 77 (57.0%), female 58 (43.0%)). The average response to the 18 questions was 7.4 ± 3.1 . Reliability testing of the PQ-18 showed that the Cronbach's alpha was 0.68. The original PQ-18 had an AUC of 0.806 (95% CI: 0.709-0.903). Sensitivity was 0.76, and specificity was 0.77. Applying weighting factors according to Firth's logistic regression analysis to the answers increased the AUC to 0.964 (95% CI: 0.934-0.993). Sensitivity was 0.893, and specificity of 1.0 was achieved.

Conclusion: The PQ-17, excluding Question 15 ("No scaling for two years"), was shown a valid and reliable tool for the diagnosis of periodontitis. The PQ index presented in this study achieved high sensitivity, specificity, and AUC, suggesting its potential use as a diagnostic tool for periodontal disease status assessment. (*J Korean Dent Assoc* 2026; 64(6): 185-191)

Key words : Periodontitis; Surveys and Questionnaires; Signs and Symptoms; Area Under Curve; Sensitivity and Specificity

서론

세계보건기구는 전세계적으로 약 35억명, 약 40% 정도의 인

구가 하나 이상의 구강질환을 겪고 있다고 추정하며, 당뇨병, 심혈관질환, 만성호흡기질환 등의 비전염성 만성질환을 합한 것보다 10억건 더 많은 것으로 보고했다¹⁾. 치주질환은 대표적인 구강질환 중 하나로 건강보험심사평가원의 2023년 자료에 의하면 '외래 다빈도 상병별 통계'에서도 1위를 차지하고 있다²⁾.

치주염은 다양한 요인에 의해서 발생하는 질환으로 미생물에 의해 발생하며 숙주의 면역반응으로 매개되는 염증으로¹⁾, 치아의 부착기구의 파괴로 치주낭, 치은출혈, 치조골 흡수 등이 나타나며 좀 더 진행이 되면 치아의 상실로 이어질 수 있는 질환이다³⁻⁵⁾. 최근에는 치주질환과 다양한 비전염성 만성질환

Received Feb 4, 2026; Revised Apr 22, 2026; Accepted Apr 24, 2026

† These authors contributed equally to this work as co-first authors.

This study was supported by 2024 Research Grant of the Korean Dental Association Health Policy Institute.

*Corresponding author: Prof. Youngkyung Ko
Department of Dentistry, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 06591, Korea
Tel: +82-2-2258-6295, E-mail: ko_y@catholic.ac.kr

과의 관련성에 대해서도 보고되고 있다^{6,7)}. 따라서 조기에 치주 질환을 진단하여 치료를 하게 된다면 치아상실로 인한 사회, 경제적 손실을 줄일 수 있다. 그러나 치주질환 중 초기 치은염의 경우에는 치은 부종이나 출혈 등의 증상이 가역적으로 해소되는 경우가 있기 때문에 치은출혈, 구취 및 부종 등의 자각증상이 있어도 치주치료로 연계시키지 못하는 환자들이 많다⁸⁾. 최근 노인 인구의 증가에 따라 치과를 방문하지 못하는 노인 환자들의 치주치료 필요도 평가를 위한 지수 개발에 대한 필요성도 증가하고 있다^{9,10)}. 또한 '구강전신건강 통합프로그램 모형 개발 연구'와 '구강-전신건강 통합관리 보건소 모형 개발 연구'에서도 환자의 구강건강 상태를 평가할 수 있는 지수 개발이 필요함을 강조하고 있다^{11,12)}.

대한치주과학회는 2009년부터 시행해 온 “잇몸의 날” 대국민 홍보사업의 일환으로 환자들의 잇몸 상태를 평가하기 위해서 치주건강과 관련된 질문들을 모아 2013년 치주건강지수(Periodontal Quotient index, PQ지수)를 발표했다. 국내에서 환자들의 주관적인 증상을 이용하여 질환 정도를 객관화하려는 첫 시도로, 치주전문의들이 개발한 12개의 문항을 통해 일반인도 잇몸 건강 상태를 평가할 수 있는 지수라는데 의의가 있다. 치주건강지수는 숙련된 치주전문의들의 임상 경험을 토대로 개발하였으나, 실제 치주질환 정도와의 상관관계를 객관적으로 분석한 데이터는 부족하다는 한계가 있다. 최근 치주질환 환자들을 대상으로 한 임상 연구에 따르면 환자 스스로가 평가한 치주상태와 실제 임상검사 결과에는 차이가 있다는 보고가 있다¹³⁾.

이번 연구를 통하여 환자의 치주질환 자각증상을 기반으로 하는 18개의 문항과 환자의 임상적, 방사선학적 치주상태와의 상관관계를 비교 분석하고, 가장 유의미한 문항을 선정하여 환자의 치주상태를 평가하는 객관화된 지수로 개발하고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 각 참여 기관의 기관윤리위원회의 승인을 득한 후 진행되었다(승인번호: DKUDH IRB 2024-10-005, KC-23QIDI0893, HYUH2024-08-028-001).

대한치주과학회 치주과 전문의 40명은 브레인스토밍과 델파이 기법으로 18개의 문항을 선정하여 치주질환 설문지를 작성하였다(Fig. 1).

2024년 9월에서 2025년 6월 사이 서울성모병원 치과병원,

한양대학교병원 치과, 단국대학교 치과병원을 방문한 성인 중 자발적으로 동의서에 서명한 환자를 대상으로 하였다. 연구는 Declaration of Helsinki에 입각하여 진행되었으며, 피험자는 연구의 목적과 연구 참여 중 일어날 수 있는 정신적, 신체적 위해를 충분히 이해한 후 동의서에 서명하였다. 선정기준은 파노라마방사선사진 촬영 결과(1년 이내) 및 치주낭 탐침 검사 결과의 연구목적 제공 및 설문지 작성에 동의한 대상으로 잔존치가 없는 무치악 환자 및 급성 감염병이 있는 환자 및 응급한 치료가 요구되는 환자가 제외되었다.

동의서를 작성한 연구 참여자의 파노라마방사선사진을 촬영한 후 구강 검사 및 치주낭 탐침 검사를 시행하고 설문지를 제시하여 답변을 받았다(Fig. 1). 파노라마방사선사진 및 치주낭 탐침검사 결과와 설문지의 답변을 종합하여 분석하였다.

연구대상자 수는 신뢰수준 95%, 예상반응율 0.5, 오차범위 $\pm 5\%$ 를 가정하여 최소 385명이 필요하고, 설문지 답변이 부족한 대상자의 탈락률 5%를 고려하여 405명이 필요하나, 예비 연구로서 그 1/3인 135명에서 연구가 시행되었다. 가톨릭대학교 서울성모병원에서 50명, 단국대학교치과병원에서 50명, 한양대학교병원에서 35명 등록하여 시행하였다.

인구사회학적 특징으로 연령, 성별을 조사하였고, 파노라마방사선사진 상에 나타나는 잔존 치아수, 임플란트 수, 치조골 소실 정도(marginal bone loss, MBL), 치아 우식, 이환 치아 수, 치주낭 탐침 검사 시 치주낭 탐침 깊이(probing depth, PD), 치은퇴축(gingival recession, GR), 임상부착수준(clinical attachment level, CAL), 전악 치태 침착 여부(full mouth plaque score, PI), 탐침 시 출혈 여부(bleeding on probing, BOP), 및 그 외 치과질환과 파노라마방사선사진 상의 인접면 골 소실 기준으로 2017 World Workshop Classification³⁾에 따른 치주질환의 진단기(stage)를 기록하였다. 치주질환의 기준을 치주염 2기 이상 또는 치주염 1기 시 치주낭 깊이가 4mm 이상이면서 탐침 시 출혈이 있는 치아가 1개 이상으로 설정하였다.

설문 문항의 내적 일관성 신뢰도는 크론바흐 알파(Cronbach's alpha)로, 타당도 검증은 주성분 분석(principal component analysis)으로 확인하였다.

설문 문항 세트의 예측 정확도를 평가하기 위하여 수신기 조작 특성(receiver operating characteristic, ROC) 곡선 분석을 수행하였다. Firth의 편향-감소 로지스틱 회귀분석(Firth's bias-reduced logistic regression)을 이용하여 각 문항의 가중치를 산출하였다. 모델의 예측 능력은 곡선 아래 면적(area

Questionnaire Form (V1.1)

Research title: Self-administered periodontal health questionnaire and actual periodontal treatment need

Participant number: _____ **Initials:** _____ **Date:** _____

Questions	Answer	
1. My gums are sometimes swollen.	Yes	No
2. My gums bleed sometimes when I brush my teeth.	Yes	No
3. I have a dental implant that bleeds or hurts when I brush.	Yes	No
4. I have had a loose tooth removed.	Yes	No
5. I feel that my teeth are loose.	Yes	No
6. When I am tired, my gums feel itchy or puffy.	Yes	No
7. I cannot eat comfortably because I have lost many teeth.	Yes	No
8. At least one of my parents has poor gum health.	Yes	No
9. I have diabetes mellitus.	Yes	No
10. I smoke cigarettes (e-cigarettes included).	Yes	No
11. I sometimes have bad breath.	Yes	No
12. The gaps between my teeth seem to have widened compared to the past.	Yes	No
13. I have more than two dental implants or use dentures.	Yes	No
14. I think I have tartar (calculus) on my teeth.	Yes	No
15. I have not had scaling in the past two years.	Yes	No
16. I have lost gum tissues on some of my teeth.	Yes	No
17. Food frequently gets stuck between my teeth.	Yes	No
18. Sometimes my teeth are sensitive.	Yes	No

Fig. 1. Self-administered questionnaire.

under curve, AUC)으로 평가하였으며, 민감도(sensitivity), 특이도 (specificity), 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 함께 제시하였다.

본 연구의 통계 분석 및 그래프 생성에는 R(ver. 4.5.1, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria), logistf 패키지(cran.r-project.org), Prism 9(ver. 9.51, Graph-Pad Software, LLC, San Diego, USA), 그리고 SAS 9.4(SAS Institute Inc, Cary, USA)를 사용하였다. 모든 통계적 유의성 검정은 $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

결과

전체 대상자의 평균 연령은 48.8 ± 17.1 세, 여성이 58명으로 43.0%였다(Table 1). 전체 대상자의 치주염 진단 기와 설문

응답 평균점수는 Table 2에 기재하였다.

크론바흐 알파 계수를 이용한 신뢰도 분석에서 전체 18개 문항(PQ-18)의 크론바흐 알파(Table 3)는 0.68이었고 신뢰도를 떨어뜨리는 15번 문항(Q15: 스케일링을 최근 2년간 한 적이 없다.)을 제외한 17문항의 크론바흐 알파는 0.69 (자료는 미제시)로 향상되었다.

주성분분석의 varimax 직교회전(orthogonal rotation)을 이용한 타당도 분석 결과에서는 PQ18에서 3개 성분까지 선택할 경우 총 분산의 36%를 설명할 수 있고, 그 중 Q15는 이들 세 성분에 포함되지 못하였다(Table 4). 출혈이 있는 임플란트 Q3은 염증 증상의 Factor 1과 발거 경험 Factor 2 양측에 포함될 수 있었다. 한편 문항 Q15를 제외할 경우, 17개 문항 모두 3개 factor에 포함되며, 총분산의 37.9%까지 설명할 수 있었다(자료는 미제시). 따라서 17개 문항으로 구성된 PQ-17 설문지보다 18개 문항의 PQ-18 설문지보다 높은 구성타당도(construct

Table 1. Demographic characteristics

Variable	Value (n=135)
Male	77 (57.0%)
Female	58 (43.0%)
Age (mean ± SD)	48.8 ± 17.1 years
Age range (median)	21-85 (52) years

SD: standard deviation

Table 2. Questionnaire scores according to periodontitis stage

Periodontitis stage	Score (mean ± SD)
Stage 1 (n=23)	5.00 ± 1.95
Stage 2 (n=42)	6.81 ± 2.85
Stage 3 (n=50)	7.98 ± 2.80
Stage 4 (n=20)	9.65 ± 3.31
Total (n=135)	7.36 ± 3.08

SD: standard deviation

Table 3. Cronbach's alpha of PerioQuotient-18

	Corrected item-total correlation	Cronbach's alpha if item deleted
Q1	0.4107	0.6476
Q2	0.2269	0.6712
Q3	0.1895	0.6738
Q4	0.4500	0.6455
Q5	0.4421	0.6459
Q6	0.3466	0.6560
Q7	0.2567	0.6693
Q8	0.2360	0.6703
Q9	0.1484	0.6772
Q10	0.1880	0.6742
Q11	0.2637	0.6668
Q12	0.3415	0.6565
Q13	0.1903	0.6751
Q14	0.2388	0.6692
Q15	-0.0207*	0.6938
Q16	0.4423	0.6429
Q17	0.1925	0.6735
Q18	0.2020	0.6741
Cronbach's alpha	Number of items	
0.6789	18	

Table 4. Principal component analysis of PerioQuotient-18

	Factor1	Factor2	Factor3
Q1 swelling	0.77234	-0.11976	0.11653
Q2 bleeding	0.4725	0.03992	-0.0081
Factor1 Q6 puffy gums	0.6165	0.14606	0.08078
Q8 parents	0.40816	0.05743	0.06903
Q11 bad breath	0.54537	-0.12134	0.14015
Q4 mobile teeth extraction	0.15505	0.62081	0.35901
Q7 many teeth extraction	0.08946	0.49731	0.18543
Factor2 Q9 diabetes mellitus	0.06958	0.61999	-0.0829
Q13 implants/dentures	-0.03064	0.77824	0.03589
Q5 mobility	0.32472	0.26842	0.4765
Q10 smoking	-0.13663	0.22911	0.43288
Q12 papilla loss	0.23306	0.0443	0.52212
Factor3 Q14 calculus	0.14918	-0.14924	0.49436
Q16 gingival recession	0.2459	0.28623	0.55601
Q17 food impaction	-0.13245	0.02348	0.57801
Q18 sensitivity	0.30125	-0.30369	0.40549
Q3 bleeding implants	0.39288	0.38128	-0.30303
Q15 2 years no scaling	0.04415	-0.2025	-0.00319
Eigenvalue	2.2274253	2.187922	2.0469459
Cumulative variance (%)	12.37	24.53	35.9

Table 5. PerioQuotient-18 and PerioQuotient-17 scores according to periodontal treatment need

	Subjects (n)	PQ-18 score	PQ-17 score
Patient	122	7.7 ± 3.0	7.5 ± 3.0
Healthy	13	4.5 ± 1.9	4.2 ± 1.8
<i>p</i> -value		0.0001	<0.0001

validity)를 가진다고 할 수 있다.

건강군을 치주염 1기이면서 탐침 시 출혈이 있는 치주낭 탐침 깊이가 4mm이상인 치아가 하나도 없을 때로 정하고, 질병 기준을 치주염 2기 이상 또는 치주염 1기 시 치주낭 깊이가 4mm 이상이면서 탐침 시 출혈이 있는 치아가 1개이상으로 규정하였을 때, 치주치료 필요가 보이지 않는 군은 13명, 필요한 군은 122명이었고, 각각의 설문지 점수는 Table 5와 같다.

18문항합(PQ-18)의 수신자 조작 특성 그래프 분석 결과, 이 설문지의 AUC는 0.806 ± 0.049(95% CI: 0.709-0.903, *p*=0.003)으로 높은 판별 성능을 보였다. 적합한 모형의 민감도

Statistic	Value
Cut-off value of PQ score	5.5
Area under the ROC curve	0.806±0.049
95% confidence interval	0.709 to 0.903
Sensitivity	0.762
Specificity	0.769
Youden Index	0.532

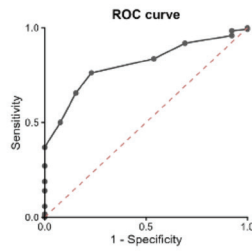


Fig. 2. Diagnostic test statistics summary with receiver operating characteristic (ROC) curve of PerioQuotient-18

Statistic	Value
Cut-off value of PQ score	6.5
Area under the ROC curve	0.821±0.046
95% confidence interval	0.730 to 0.911
Sensitivity	0.639
Specificity	0.846
Youden Index	0.486

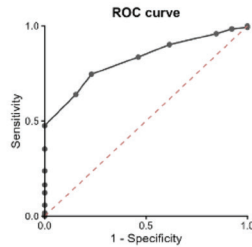


Fig. 3. Diagnostic test statistics summary with receiver operating characteristic (ROC) curve of PerioQuotient-17

Table 6. PerioQuotient-17 Firth bias-reduced logistic regression analysis

Parameter	df	Estimate	SE	Wald χ^2	p-value
Intercept	1	1.0648	0.8814	1.4595	0.2270
Q1	1	-0.0963	0.7548	0.0163	0.8985
Q2	1	-1.4862	0.7284	4.1630	0.0413
Q3	1	0.0741	1.8983	0.0015	0.9688
Q4	1	0.6092	1.3101	0.2163	0.6419
Q5	1	-0.9775	0.9903	0.9743	0.3236
Q6	1	1.5506	0.8411	3.3986	0.0653
Q7	1	-2.5641	1.9181	1.7870	0.1813
Q8	1	-0.7188	0.7111	1.0219	0.3121
Q9	1	-0.3784	1.2742	0.0882	0.7665
Q10	1	-0.8742	0.8802	0.9865	0.3206
Q11	1	1.2415	0.6390	3.7742	0.0520
Q12	1	1.5902	0.7837	4.1173	0.0424
Q13	1	1.9711	1.2312	2.5629	0.1094
Q14	1	1.4141	0.7092	3.9752	0.0462
Q16	1	2.9699	1.1331	6.8700	0.0088
Q17	1	-0.3491	0.7439	0.2203	0.6388
Q18	1	-0.8334	0.6734	1.5319	0.2158

df: degrees of freedom, SE: standard error, χ^2 : chi-square

는 0.762, 특이도는 0.769였다(Fig. 2). 17문항합(PQ-17)의 수신자 조작 특성 그래프 분석 결과 AUC는 0.821이고 민감도는 0.639, 특이도는 0.846이다(Fig. 3).

Statistic	Value
Cut-off value of Predicted Probability	0.736
Area under the ROC curve	0.964
95% confidence interval	0.9340 to 0.9934
Sensitivity	0.893
Specificity	1
Youden Index	0.893

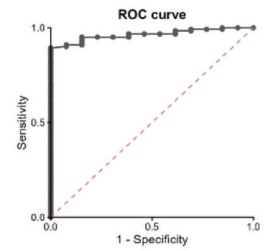


Fig. 4. Diagnostic test statistics summary with receiver operating characteristic (ROC) curve of weighted PQ-17

Q15를 제외한 PQ-17의 설문문항을 독립변수로 하는 Firth의 로지스틱 회귀분석을 수행하여 각 문항의 가중치를 산출하였다(Table 6). 이 가중치를 활용하여 추정된 로지스틱 회귀식은 $\text{Logit}(p^{\wedge}) = 1.0648 - 0.0963Q1 - 1.4862Q2 + 0.0741Q3 + 0.6092Q4 - 0.9775Q5 + 1.5506Q6 - 2.5641Q7 - 0.7188Q8 - 0.3784Q9 - 0.8742Q10 + 1.2415Q11 + 1.5902Q12 + 1.9711Q13 + 1.4141Q14 + 2.9699Q16 - 0.3491Q17 - 0.8334Q18$ 이다. 이때 절편 1.0648을 제외한 나머지 각 문항의 계수(-0.0963, -1.4862, ..., -0.8334)가 17개 설문문항의 총점을 계산할 때 사용되는 가중치가 되었다.

Firth의 로지스틱 회귀분석을 통한 가중치 적용 시 AUC가 0.964로 크게 향상되어(약 18% 개선), 가중치 적용의 장점을 확인할 수 있었다. 이 가중치 모델에서 민감도는 0.893, 특이도는 1이었다(Fig. 4).

고찰

크론바흐 알파 계수는 내적 일관성을 나타내는 지표로 알파 계수=문항수/(문항수-1)*(1-(각문항의 분산의 합)/(문항합의 분산))이다. 문항 수가 클수록 알파 계수가 높아지게 된다. 일반적으로 크론바흐의 알파계수가 0.7 이상이 되기를 목표로 하나, DeVellis와 Thorpe¹⁴⁾는 0.65-0.70 구간을 'minimally acceptable', 0.70-0.80을 'respectable'로 분류했고. Ursachi 등¹⁵⁾, Taber¹⁶⁾, 그리고 van Griethuisen 등¹⁷⁾의 연구에서는 0.6 이상도 수용 가능하다고 보고하였고, 다양한 요소가 영향을 미치는 다원성 질환인 치주질환¹⁸⁾의 설문 조사는 질환력, 가족력, 전신질환을 포함하는 다차원적인 설문으로 구성할 수밖에 없었기에, 18문항의 PQ-18이나 질문을 줄인 PQ-17의 모두의 신뢰도는 수용 가능한 것으로 판단된다.

주성분분석 결과 17개 문항으로 구성된 PQ-17 설문지가

18개 문항의 PQ-18 설문지보다 높은 구성타당도(construct validity)를 가진다고 할 수 있다. Q3은 출혈 있는 임플란트인데, 염증 증상으로 묶이는 Factor 1이나 발거 병력과 상관성이 있는 Factor 2 양측 모두에 속할 수 있겠다. 부모의 치주질환 병력이 염증 증상과 같은 Factor로 치환되고, 당뇨병 유무가 치아 발거 병력과 가장 연관이 있으며, 흡연은 구조손실과 가장 관계가 있었다는 부분이 흥미로운 발견이다.

구성타당도 측면에서 주성분분석을 통해 추출된 3개 요인이 총 분산의 36.0%(Q15 제외 시 37.9%)를 설명한 결과는, 요인 분석에서 분산 설명력의 보편적 기준이 없다는 점을 고려할 때 문항 수 대비 설명력과 응답 부담 간 균형을 고려할 때 수용 가능한 수준으로 판단된다¹⁹⁾.

Q15(스케일링 미시행)이 전체 설문에 부정적 영향을 미친 원인으로, 응답군의 연령을 고려해야 한다. Q15 '예' 응답군은 평균 연령이 39.67 ± 12.78 세로 '아니오' 응답군 50.70 ± 15.49 세보다 유의하게 낮았고($p=0.0007$), AVE.MBL도 $13.12 \pm 7.65\%$ vs $17.86 \pm 8.09\%$ 로 낮았다($p=0.0101$). 이는 젊은 연령층이 스케일링을 받지 않았음에도 치주 상태가 양호한 패러독스를 반영하며, 예방행동과 연령 효과가 상충하는 구성무관 항목으로 해석된다.

PQ-18, PQ-17, 가중치부여 PQ17 모두 치주질환 상태 예측에 효과적이었다. 국내 (Jin 등²⁰⁾, 미국 (Eke와 Dye²¹⁾, Eke 등,²²⁾ 독일 (Renus 등²³⁾, 태국 (Lertpimonchai 등²⁴⁾)에서 발표된 설문 도구를 이용한 치주질환 평가능을 본 연구에서 조사한 PQ 설문 문항들과 비교하면, 가중치를 부여한 17문항의 PQ17이 탁월한 성능을 보였고(Fig. 4) PQ-17 단순합의 경우도 AUC가 더 높았다(Fig. 3). Jin 등의 연구²⁰⁾에서 사용된 문항은 14개로 구강상태에 대한 자가진단, 스케일링 경험 등을 포함한 14개 문항으로 AUC는 0.781, 특이도 0.77, 민감도 0.57이었다. 2009년 Eke 와 Dye의 연구²¹⁾는 AUC 0.7, 특이도 0.85, 민감도 0.48 이었고, 인구학적 특성을 추가한 2013년 Eke 등의 연구²²⁾는 AUC는 0.81, 특이도 0.85, 민감도 0.58이었다. Renatus 등의 연구²³⁾에서는 AUC가 0.81, 특이도 0.76, 민감도는 0.86이었다. Lertpimonchai 등의 연구²⁴⁾에서는 AUC가 0.58, 특이도 0.90, 민감도 0.26이었다. 가중치 부여 PQ-17은 AUC 0.964, 특이도 1.0, 민감도 0.89(Fig. 4)로 탁월한 판별능을 보였다고 할 수 있으나, 현 연구에서는 건강군이 13명뿐이고, 이상적인 표본 수의 405명의 1/3에서 시행한 예비연구라는 점에서 과적합 가능성이 있다. 현 시점에서는 PQ-17 단

순합(AUC 0.82, 민감도 0.64, 특이도 0.85)(Fig. 3)을 사용하여도 치주치료 필요 여부를 높은 수준에서 판별 가능하므로 이를 사용할 수도 있겠다. 그러나 문항별 가중치를 부여하였을 때 이 도구의 성능이 더욱 향상될 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구의 한계는 실제 필요한 연구대상자 수 405명에 못 미치는 135명에서 임상검사와 설문조사를 시행하였다는 점에서 통계적 검정력이 부족할 수 있다는 점이 하나이고, 또한 서울특별시와 천안시에 근거를 두는 의료기관에서 연구대상자를 모집하였기에 타지역과 차이가 나타날 수 있다는 점이다. 아울러 피험자 모집공고를 내기는 하였으나, 이미 치과치료의 필요성을 인지하여 내원한 환자들이 많이 참여하였다는 점도 이 연구의 약점으로 후속연구에서 보완이 필요하다. 일반 인구집단을 대상으로 한 전향적 코호트 연구를 통해 실제 스크리닝 성능을 평가해야 하고, 2주 간격의 검사-재검사를 통한 시간적 안정성 검증이 필요하며, 성별 및 연령별 문항 기능 차이 평가가 앞으로의 과제이다.

본 연구에서 발표한 PQ 지수는 높은 민감도, 특이도, AUC를 달성하여, 치주질환의 진단 도구로 활용 가능하다.

Conflicts of Interest: None

Acknowledgement: Korean Dental Association Health Policy Institute Research Report 25-04 (Development of a new periodontal disease index "PerioQuotient (PQ)" by validation of a self-report questionnaire for assessment of periodontal disease status) was partly organized into a research paper form.

References

1. Łasica A, Golec P, Laskus A, Zalewska M, Gędaj M, Popowska M. Periodontitis: etiology, conventional treatments, and emerging bacteriophage and predatory bacteria therapies. *Front Microbiol* 2024; 15: 1469414.
2. National Health Insurance Service. National health insurance statistical yearbook 2023. Wonju: National Health Insurance Service; 2023. p.610.
3. Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of

- periodontitis: framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol* 2018; 89: S159-S172.
4. Papapanou PN, Sanz M, Buduneli N, Dietrich T, Feres M, Fine DH, et al. Periodontitis: consensus report of workgroup 2 of the 2017 world workshop on the classification of periodontal and peri-implant diseases and conditions. *J Periodontol* 2018; 89: S173-S182.
 5. Herrera D, Sanz M, Kebschull M, Jepsen S, Sculean A, Berglundh T, et al. Treatment of stage IV periodontitis: the EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol* 2022; 49: 4-71.
 6. Herrera D, Sanz M, Shapira L, Brotons C, Chapple I, Frese T, et al. Association between periodontal diseases and cardiovascular diseases, diabetes and respiratory diseases: consensus report of the Joint Workshop by the European Federation of Periodontology (EFP) and the European arm of the World Organization of Family Doctors (WONCA Europe). *J Clin Periodontol* 2023; 50: 819-841.
 7. Villoria GE, Fischer RG, Tinoco EM, Meyle J, Loos BG. Periodontal disease: a systemic condition. *Periodontol* 2000 2024; 96: 7-19.
 8. Broomhead T, Gibson B, Parkinson CR, Vettore MV, Baker SR. Gum health and quality of life-subjective experiences from across the gum health-disease continuum in adults. *BMC Oral Health* 2022; 22: 512.
 9. Eke PI, Wei L, Borgnakke WS, Thornton-Evans G, Zhang X, Lu H, et al. Periodontitis prevalence in adults \geq 65 years of age, in the USA. *Periodontol* 2000 2016; 72: 76-95.
 10. Shin BR, Jo SR, Jang JH. Exploring perceptions and cost factors home-based oral care interventions for older adults: a focus group study. *J Korean Acad Oral Health* 2024; 48: 177-185.
 11. Cho B, Jin BH, Lee JE, Song Y, Lee YH, Lee SH, et al. Development of an integrated oral-systemic health program. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2022. Available from: https://policy.nl.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH1_UMO20231455380 [cited 2025 Apr 24].
 12. TAK NY, Kim SJ, Ryu JI, Cho B, Kim NY, Yang SM, et al. An explanatory study on the periodontal disease programs by public health centers in Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2024; 48: 186-191.
 13. Gufran K, Alasqah M, Almalki S, Alkhaibari Y, Alghamdi Y, Aljulify TZ. Validation of self-reported periodontal disease status among subjects seeking dental treatment in a dental school. *J Pharm Bioallied Sci* 2020; 12: S550-S553.
 14. DeVellis RF, Thorpe CT. Scale development: theory and applications. 5th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications; 2022.
 15. Ursachi G, Horodnic IA, Zait A. How reliable are measurement scales? external factors with indirect influence on reliability estimators. *Procedia Econ Finance* 2015; 20: 679-686.
 16. Taber KS. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Res Sci Educ* 2018; 48: 1273-1296.
 17. van Griethuisen RA, Kunst EM, van Woerkom M, Wesselink R, Poell RF. Does implementation of competence-based education mediate the impact of team learning on student satisfaction? *J Vocational Educ Training* 2020; 72: 516-535.
 18. Kim KH, Ahn GH, Seol YJ, Park SY. Establishing cut-off values for salivary MMP-8 and IL-1 β in the diagnosis of active periodontal disease: a preliminary cohort study toward the development of a diagnostic kit. *J Periodontal Implant Sci* 2025; 55: 473-484.
 19. Streiner DL, Norman GR, Cairney J. Health measurement scales: a practical guide to their development and use. 5th ed. Oxford: Oxford University Press; 2015.
 20. Jin HJ, Kim BI, Park DY, Jeong SH, Bae KH, Kim JB, et al. Diagnostic predictability of self-reported questionnaire for periodontitis. *J Korean Acad Oral Health* 2015; 39: 63.
 21. Eke PI, Dye B. Assessment of self-report measures for predicting population prevalence of periodontitis. *J Periodontol* 2009; 80: 1371-1379.
 22. Eke PI, Dye BA, Wei L, Slade GD, Thornton-Evans GO, Beck JD, et al. Self-reported measures for surveillance of periodontitis. *J Dent Res* 2013; 92: 1041-1047.
 23. Renatus A, Kottmann T, Schwarzenberger F, Jentsch H. Evaluation of a new self-reported tool for periodontitis screening. *J Clin Diagn Res* 2016; 10: ZC107-112.
 24. Lertpimonchai A, Tuntrakul S, Rattanasiri S, Sutthiboonyapan P, Vathesatogkit P, Udomsak A, et al. Validity of simple self-reported periodontal status questions. *Int Dent J* 2023; 73: 121-127.

Pamidronate therapy in an adolescent patient chronic diffuse sclerosing osteomyelitis: Report of a case

청소년 만성 미만성 경화성 골수염에서 pamidronate 치료: 증례보고

Chan-Sik Yoon¹, Woo-Jin Jeon¹, Chul-Min Park¹, Kil-Hwa Yoo^{2,*}

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Sun Dental Hospital, Daejeon, Korea

²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Sun Hospital, Daejeon, Korea

ABSTRACT

Chronic diffuse sclerosing osteomyelitis is a rare, non-suppurative mandibular inflammatory disease with recurrent pain and swelling and no standardized treatment guidelines. This report described a 13-year-old girl with left mandibular chronic diffuse sclerosing osteomyelitis who achieved clinical and radiologic remission after a three-day intravenous pamidronate regimen (0.5 mg/kg on day 1 and 1.0 mg/kg on days 2-3, up to 30 mg/day) and favorable bone remodeling on follow-up imaging. These findings indicate that pamidronate may be an effective and safe therapeutic option for pediatric chronic diffuse sclerosing osteomyelitis, with bone turnover markers serving as useful adjunct indicators of treatment response. (*J Korean Dent Assoc* 2026; 64(6): 192-197)

Key words : Bone Density Conservation Agents; Bone Remodeling; Osteomyelitis; Pamidronate

서론

만성 미만성 경화성 골수염(chronic diffuse sclerosing osteomyelitis, CDSO)은 비화농성 골수염의 특정 형태로서, 주로 하악골에서 나타나는 장기적인 재발성 통증과 부종을 특징으로 한다¹⁾. 질환의 원인은 미상이며, 대부분 청소년기에 나타나고 방사선학적으로는 골경화, 골막하반응, 피질골-해면골 경계 소실, 골용해, 치조백선의 확장 등의 특징을 갖는다. 주로 하악골의 하악체와 하악지 부분에서 호발하는 것으로 보고된다.

CDSO의 진단을 위해 환자의 병력 및 임상적 소견과 함께 facial computed tomography scan으로 안면골의 방사선

학적 양상을 확인 후, 3-phase bone scan으로 혈류 증가와 골 대사 활성 증가를 통한 감염 부위를 확인하는 것이 필요하다. 혈중 염증표지자인 WBC, ESR, CRP의 상승이 함께 관찰될 가능성이 있으며, 보조적 방법으로 C-terminal telopeptide (CTX), N-terminal telopeptide (NTX), PTH intact 등의 골 대사표지자를 통해 경향성을 확인하기도 하지만 결과 값의 해석을 놓고 의견이 분분한 실정이다. 감별진단으로는 섬유성 이형성이나 개화성 골이형증, Paget's disease of bone이 포함된다²⁾.

CDSO는 낮은 유병률과 함께 임상보고가 부족하며, 표준으로 권장되는 치료 지침 또한 보고된 바 없다. 보존적인 치료법으로 항생제, 스테로이드, bisphosphonate, recombinant parathyroid hormone인 teriparatide 등을 사용하는 것이 보고되었으며, 관혈적인 방법으로 외과적 절제 역시 치료방법으로 포함되나 장기적 효과는 제한적인 것으로 알려졌다. 현재 CDSO의 치료 목적으로 사용되는 bisphosphonate 종류

Received Feb 13, 2026; Revised Apr 20, 2026; Accepted Apr 24, 2026

*Corresponding author: Dr. Kil-Hwa Yoo

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Sun Hospital, 29, Mokjung-ro, Jung-gu, Daejeon, Korea

Tel: +82-42-220-8990, E-mail: lams315@naver.com

ISSN: 0376-4672
eISSN: 2713-7961

Copyright© 2026 by Korean Dental Association

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

는 nitrogen-containing bisphosphonates인 risedronate, alendronate, pamidronate, ibandronate, zoledronic acid가 활용되며, 이는 non-nitrogen-containing bisphosphonates에 비해 뼈에 친화력이 더 높고, 생체이용률이 더 높으며, 작용 지속 시간이 더 길다는 장점이 있기 때문이다³⁾. Lee⁴⁾ 등에 따르면 저 골밀도(bone mineral density) 어린이를 대상으로 한 pamidronate 사용은 과도하게 활성화된 파골세포 기능을 억제한 후 병적 골흡수를 줄이고 병소의 안정화 및 골경화를 유도하며, 중대한 부작용 없이 골밀도를 유의미한 수준으로 증가시켰다고 보고하며 그 안정성을 확인하였다.

또한 Compeyrot-Lacassagne⁵⁾ 등은 CDSO를 치료하기 위해 6세 아이에서 총 세 번의 cycle 동안 pamidronate를 투약하였으며, First cycle에서 pamidronate 주입시 첫날은 0.5mg/kg을 주사하고 이후 두번째, 세번째날은 1mg/kg을 주사하였고 일일 최대 용량은 30mg으로 제한하였으며, Second cycle과 Third cycle은 모두 3일의 입원일 동안 1.0mg/kg의 용량을 6개월, 9개월의 여유기간을 두고 주사한 후 방사선학적 검사상 골의 투과상과 bone remodeling이 정상화되었다는 것을 보고하였다. 이러한 보고는 pamidronate가 소아 CDSO 환자에서도 치료적 가능성을 지닌 약물로 고려될 수 있음을 시사한다. 본 증례에서는 하악의 CDSO로 진단된 13세 여자 환자에서, pamidronate 치료 후 6개월간의 추적 관찰 동안 임상적 및 방사선학적 검사를 통해 호전을 보인 사례를 보고하고자 한다.

증례

13세 청소년기 여환이 2025년 1월 발생한 왼쪽 턱의 전반적인 통증 및 부종을 주소로 2025년 3월 본원 구강악안면외과에 내원하였다. 내원 전 두 달 동안 타 병원에서 항생제 치료를 받았으며 증상이 호전되지 않았고, 외과적 처치를 권유 받은 후 본원 외래로 내원하게 되었다. 특히 병력은 없었으며, 내원 당시 촬영한 facial computed tomography와 파노라마 방사선영상에서 하악 좌측 제3대구치 주변 및 하악지의 피질골 파괴와 함께 골막 반응성 변화와 해면골의 trabecular pattern의 파괴가 관찰되었다(Fig. 1). Facial computed tomography enhance 영상에서 좌측 하악각에서 하악지에 이르는 저음영의 농양이 확인되었으며(Fig. 2), 3-phase bone scan에서 이

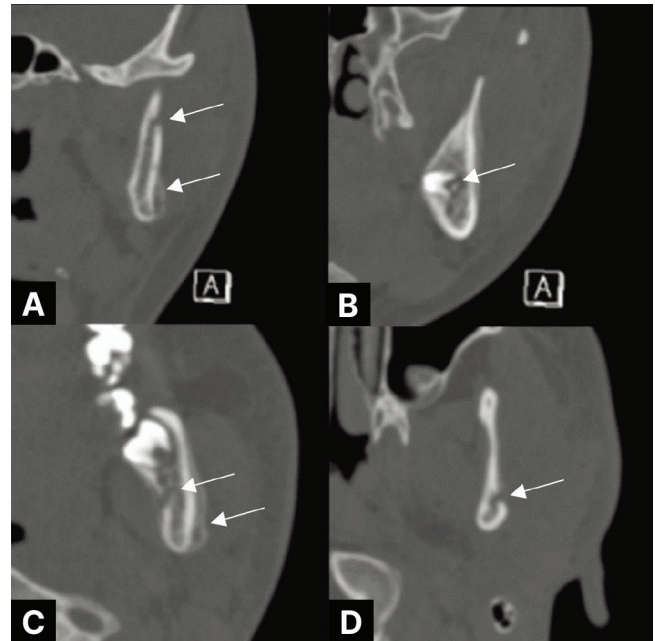


Fig. 1. Facial computed tomographic images at presentation. A. Coronal view shows periosteal reaction in the mandibular angle region and cortical bone destruction in the ramus area. B. Coronal view demonstrates bone destruction associated with inflammation around the root of the suspected causative third molar. C and D. Axial views show cortical bone destruction and periosteal reaction in the mandibular angle and ramus regions, respectively.

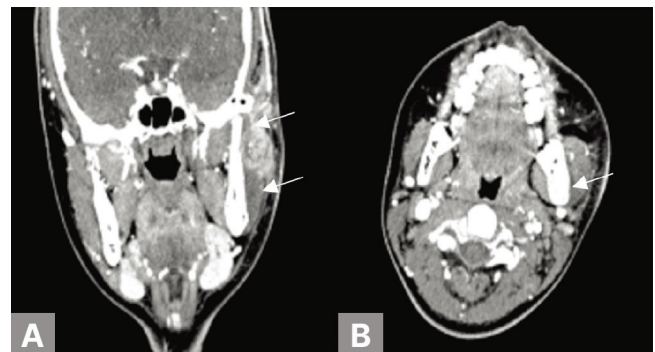


Fig. 2. Contrast-enhanced facial computed tomographic images at presentation. A. Coronal view shows a hypodense area suggestive of an abscess in the mandibular condylar head and ramus region. B. Axial view shows the same hypodense lesion.

환 부위에 focal hot uptake를 확인할 수 있었다(Fig. 3). 2개월에 걸친 장기화된 재발성 통증과 부종 및 방사선학적 형태와 호발 연령 및 부위를 종합적으로 고려하여 CDSO로 잠정 진단하였다. 병소의 원인이 되는 치아는 하악 좌측 제3대구치로 판단하였고 감염의 징후가 사라진 이후 지연 발치하기로 계획을 세웠다. 국소적인 감염 조절을 위해 입원하 절개 및 배농술을 시행하였다.

본원 내분비내과와 협진을 통해 pamidronate의 first cycle 용

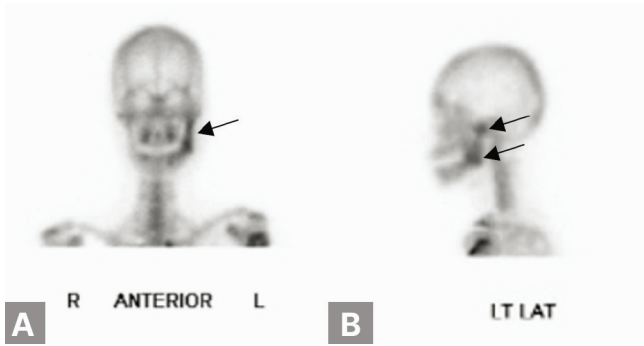


Fig. 3. Three-phase bone scan images at presentation. A and B. Anterior and left lateral views, respectively, demonstrate focal hot uptake involving the mandibular angle, ramus, and condylar head.

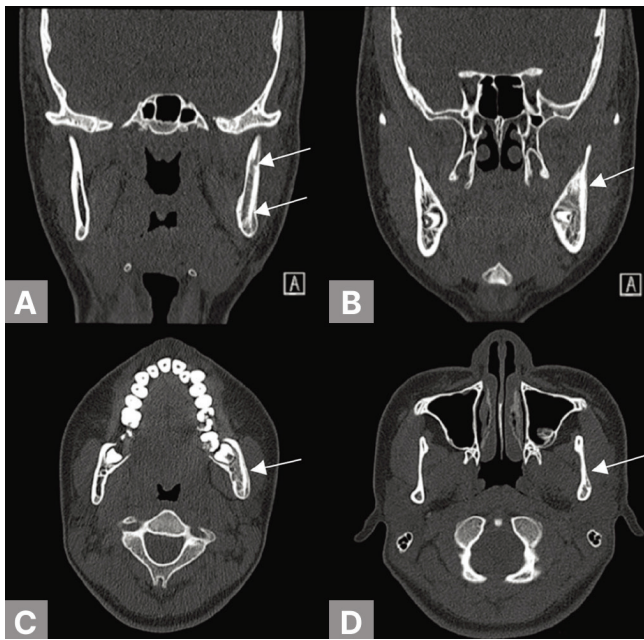


Fig. 4. Facial computed tomographic images at 3 months after pamidronate treatment. A and B. Coronal views show decreased periosteal reaction in the mandibular angle and ramus regions with formation of a cortical bone lining. C and D. Axial views demonstrate the same reparative changes.

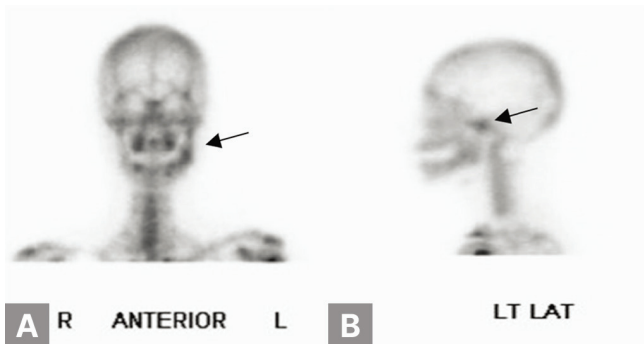


Fig. 5. Three-phase bone scan images at 3 months after pamidronate treatment. A. Anterior view shows decreased focal hot uptake in the anterior border of the ramus and mandibular angle compared with Figure 3. B. Left lateral view demonstrates an interval decrease in focal hot uptake in the mandibular condylar head.

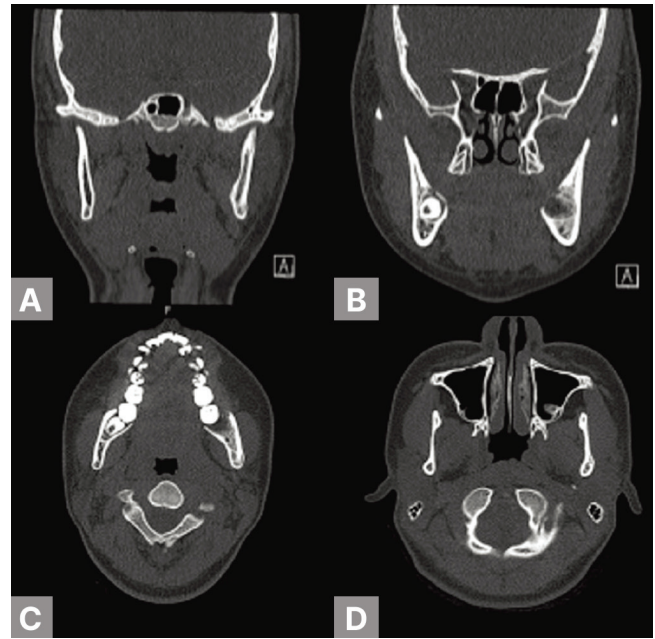


Fig. 6. Facial computed tomographic images at 6 months after pamidronate treatment. A-D. Coronal and axial views show no residual periosteal reaction or cortical bone destruction, with a cortical bone lining and a normal trabecular bone pattern.

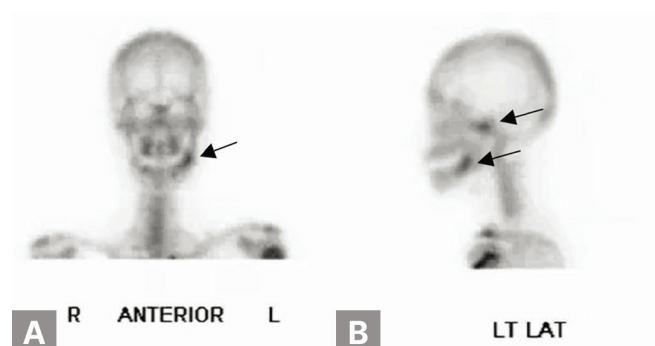


Fig. 7. Three-phase bone scan images at 6 months after pamidronate treatment. A. Anterior view shows focal hot uptake due to active bone remodeling at the site of third molar extraction, with persistent focal hot uptake in the left mandibular condylar head on the lateral view (B).

량은 3일동안 첫날 0.5mg/kg, 두번째, 세번째날은 1mg/kg을 주사하였으며 일일 최대용량은 30mg으로 제한하였다. Pamidronate 주사 후 부작용으로 Inflammatory marker(WBC, ESR, CRP)의 상승과 함께 체온의 상승이 함께 관찰되었다. 체내 골과 칼슘의 신진대사를 평가하기 위한 Bone turnover markers로 CTx와 NTx 그리고 PTH intact 검사를 시행하였다. 골의 파괴와 분해되는 정도가 감소함에 따라 pamidronate 주사 전 후로 CTx의 수치는 0.614 ng/mL에서 0.253ng/mL로 감소하였으며 NTx 수치는 80nM BCE/mM creatinine에서 48nM BCE/mM Creatinine으로 감소하였다. Pamidro-

nate의 골흡수 억제 작용으로 혈중 calcium 농도가 감소함에 따라 PTH intact 수치는 53.40pg/mL에서 256.00pg/mL로 보상적 상승이 이루어졌다.

Pamidronate 투약 3개월 후, facial computed tomography와 3-phase bone scan을 시행하여 CDSO의 치료 반응을 평가하고자 추적 연구를 실시하였다. Facial computed tomograph 상 하악각과 하악지 부위에서 파괴되었던 피질골의 회복된 양상과, 골막반응이 사라진 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 초기 골스캔과 비교하였을 때, 좌측 하악의 국소적 hot uptake가 현저히 줄어든 것을 확인할 수 있었다(Fig. 5). 추적 내원 시 임상 평가에서 좌측 하악에 대해 통증과 부종은 완전 소실되었고, 환자는 주관적인 불편감을 호소하지 않았다. Facial computed tomograph와 3-phase bone scan을 재평가한 결과, 감염의 징후가 소실된 것으로 확인되었으며, 이에 감염의 원인으로 판단된 하악 좌측 제3대구치를 발거하였다.

Pamidronate 투여 6개월 후 시행한 추적 영상 평가에서, 하악 좌측 제3대구치 주변 및 하악지에서 관찰되었던 피질골 파괴 소견은 완전 회복되었고, 골막 반응은 소실되었으며, 해면골의 정상적인 trabecular pattern이 재형성되었다(Fig. 6). 3-phase bone scan 촬영 후 발거된 제3대구치 부위의 focal hot uptake가 관찰되었으며, 이는 골의 재생 및 대사활성증가의 결과로 나타난 것으로 추정된다(Fig. 7). 6개월 후 추적 관찰에서 환자는 이환 부위의 통증이 완전히 소실되었음을 보고하였다.

고찰

CDSO는 이환부의 혈류공급의 저하로 항생제로의 이행이 불량하여 극심한 난치성으로 인식되고 있다⁵⁾. 항생제, 비스테로이드성 소염진통제(NSAIDs), 스테로이드, 그리고 수술적 처치와 같은 전통적 치료 방법은 만성 CDSO 환자에서 일반적으로 제한적인 치료 효과를 보이며, 상당한 임상적 위험이 수반되는 것으로 보고된다⁶⁾. 이러한 한계에 대해 Hallmer 등⁷⁾은 bisphosphonates 및 Denosumab 등의 antiresorptive agents가 임상적 증상 완화와 방사선학적 개선에 효과적임을 보고한 바 있다.

Niimi 등⁶⁾은 antiresorptive agents에 대한 139개의 보고된 임상사례를 분석하여 CDSO를 치료하는데 사용된 bisphos-

phonates 종류를 pamidronate, ibandronate, zoledronate, alendronate, clodronate, olpadronate, risedronate로 분석하였다. Luckman 등⁸⁾의 연구에 따르면 Nitrogen-containing bisphosphonate가 가진 작용원리는 단순히 골 표면에 높은 친화성을 가진 약제가 아니라, 파골세포 내에서 흡수된 후 최종적으로 apoptosis를 유도한다는 점을 증명하였다. Yoon 등⁹⁾은 유아 및 청소년기 아동에게 이환된 CDSO의 치료적 유효성과 안정성을 확보한 bisphosphonate는 pamidronate로 소아 환자에서 골밀도를 증가시키며, 특별한 부작용 없이 안전하게 사용될 수 있음을 보고하였다. 이를 미루어 보아 피질골 박리술 및 부골 적출술이 병변 범위가 넓을수록 청소년기 환자의 관혈적 치료의 부담이 커지며, 저혈관성이라는 골 특성으로 치유가 지연되기 때문에 보존적이면서도 질환의 활성 자체를 조절할 수 있는 pamidronate의 사용 등의 접근방식이 필요하다.

Li 등¹⁰⁾은 43명을 대상으로한 대규모 CDSO 및 이와 유사한 비화농성 하악골 골수염 환자의 보존적 치료방법으로 pamidronate 정주 요법 사례를 보고하면서 12세부터 18세까지 45mg의 pamidronate를 3일 연속 사용하였는데, 본 연구에서는 첫째 날 0.5mg/kg, 둘째 및 셋째 날 1.0mg/kg 증량하였으며 최대용량을 30mg으로 제한하였다. 3일 연속 정주라는 기본구조는 같으나 51kg의 환자 체중을 고려하였을 때 초기 용량을 보다 보수적으로 설정했다는 차이가 있다. 성장기 골에 대한 장기 축적과 급성 약물 반응을 고려할 때, 청소년 영역에서 널리 사용되는 30mg/day 상한선 내에서 용량을 조절하는 것이 본 연구에서 안전성 측면에서 합리적이라고 판단하였다. 그러나 청소년기의 CDSO는 유병률이 낮고 보고된 증례 수가 제한적이어서 pamidronate의 최적 용량과 1일 최대 투여량에 대해서는 아직 근거 기반의 협의가 부족하므로 프로토콜 간의 임상적 유효성과 부작용 발생률을 비교하여 보다 정교한 치료 지침을 확립할 필요성이 있다. Rauch와 Glorieux¹¹⁾가 소아 청소년 골다공증 및 골형성부전에서의 pamidronate 정주 요법에서 제시한 연간 누적 제한 용량인 9mg/kg을 토대로 크레아티닌 청소율 감소, 탈수 상태, 또는 신독성 약물 병용 시에는 신기능 악화 위험을 고려하여 보다 보수적인 용량 조절이 필요하다. 따라서 첫 번째 치료 주기에서는 용량 점증 방식(dose-escalation)을 적용하여, 1일차에 0.5mg/kg, 2일차 및 3일차에 각각 1mg/kg을 투여하되 안전성을 확보하기 위해 일 총 누적 용량은 30mg 이하로 제한하고 이후 환자증상의 호전 양상

에 따라 연간 누적 용량 9mg/kg 기준을 고려해 Compeyrot-Lacassagne 등⁵⁾의 연구와 동일하게 두 번째 및 세 번째 치료 사이클의 시행 시기를 초기 치료 이후 6개월 및 9개월로 설정할 것을 제안한다.

CDSO는 재발과 완화를 반복하는 자연 경과 특성을 가지며, 일부 환자에서는 적극적인 골흡수억제제의 투여 없이 스테로이드 및 NSAIDs 등 대증적 치료와 경과 관찰만으로도 시간이 지나면서 증상의 점진적 호전과 부분적인 방사선학적 안정화가 보고된다²⁾. 본 증례의 호전 소견 또한 pamidronate의 효과와 더불어 이러한 자연 경과가 일정 부분 관여했을 가능성을 고려해야 하며, 향후에는 비투여군과의 비교를 통해 약제 효과를 보다 명확히 구분할 필요가 있다.

본 증례에서 pamidronate 투여 후 CTx와 NTx의 감소와 PTH의 상승 소견은, 파골세포 기능과 골흡수를 억제하는 pamidronate의 약리기전에 부합하는 골대사 반응으로 해석 가능하다. 하지만 골다공증 치료에서 Bone turnover markers의 활용에 관한 국내 position paper¹³⁾에 따르면 채혈 시간, 공복 여부, 신기능, 동반 질환, 검사실 간의 차이 등에 따른 변동성과 표준화의 한계가 있음을 보고하였다. 따라서 절대적인 bone turnover 상태나 질환 활성도를 단독으로 규정하는 지표로 보기 어렵다고 생각되며, antiresorptive agent 투여 전후의 상대적 변화를 평가하는 보조적 marker로 활용하는 것이 적절하다고 여겨진다.

한편, 본 증례에서 사용한 pamidronate와 같은 전신 항흡수제 외에도, 골수 환경을 직접 조절하는 국소 주사제나 세포치료 기반 접근법에 대한 가능성 역시 향후 연구 과제로 고려할 수 있다. 최근 정형외과 및 재생의학 분야에서는 골수유래 중간엽줄기세포(bone marrow-derived mesenchymal stromal cells, BM-MSC)를 골 결손부 또는 관절 내에 직접 주입하여 골 재생과 미세환경 개선을 유도하려는 시도가 보고되고 있으며¹⁴⁾, 이는 골수 미세환경과 염증-골대사 조절을 동시에 겨냥한다는 점에서 만성 골수염과 유사한 병태를 가진 질환에도 이론적으로 응용 가능성이 있다. 다만 CDSO를 포함한 두개악안면부 만성 미만성 골수염에서 이러한 세포치료 또는 국소 주사제 요법의 안전성·유효성에 대한 근거는 아직 부재하므로, 향후 전임상 모델과 소규모 탐색적 임상 연구를 통한 가능성 평가가 선행되어야 할 것이다.

청소년기의 CDSO 환자의 bisphosphonate 사용은 medication-related osteonecrosis of the jaw(MRONJ)의 위험성

이 우려되지만, Duarte¹⁵⁾ 등에 따르면 만 24세 미만의 사람들은 장기간 골흡수억제제의 사용에도 불구하고 MRONJ에 대한 위험성은 높지 않으며, 소아에서는 극히 드물다고 보고하였다. 소아청소년에서의 pamidronate 사용과 관련하여, CDSO 및 기타 염증성 골 질환을 대상으로 한 여러 연구에서 1년 이상 정주 치료에도 불구하고 심각한 약물 관련 이상반응은 드물게 보고되며, 대부분 일시적인 발열, 근육통 등 경한 infusion-related reaction에 그치는 것으로 알려져 있다. 비보행 저골밀도 소아 환자를 대상으로 한 최근 연구에서도 1.0-3.0mg/kg/cycle 용량으로 1년 이상 pamidronate를 투여했을 때 골밀도 증가 및 골절 위험 감소가 확인되었고⁴⁾, 임상적으로 의미 있는 장기 부작용은 관찰되지 않았다. 또한 영유아 및 학령기 환자에서의 저골밀도, 골형성부전증 등과 관련된 다수의 보고에 따르면, 적절한 용량 조절과 모니터링하에서 pamidronate는 성장기 골에 대해서도 비교적 안전한 치료 옵션으로 평가되고 있다⁶⁾.

본 증례는 단일 기관에서 단일 환자를 대상으로 한 보고로, 추적 관찰 기간 역시 6개월에 불과하다는 점에서 장기적인 재발 양상이나 치료의 지속적인 안전성을 평가하기에는 뚜렷한 한계를 지닌다. 그럼에도 불구하고 청소년기 CDSO 환자에서 시행한 단일 pamidronate 정주 요법 이후 통증과 기능 장애의 완화, 부종 감소 등 임상 증상의 호전과 더불어, 방사선학적 검사에서 병변의 경화 및 골수 신호의 개선이 동반된 점은 주목할 만하다. 또한 치료 전후로 평가한 골대사표지자 변화는 pamidronate가 성장기 골에서도 골 흡수 억제를 통해 병태생리에 영향을 미칠 수 있음을 간접적으로 시사한다. 이러한 결과는 pamidronate가 청소년기 CDSO 환자에서 보존적 치료 전략의 한 옵션으로 고려될 수 있는 잠재력을 보여주지만, 단일 증례에 근거한 해석이라는 점에서 신중한 접근이 필요하다. 향후에는 보다 많은 환자를 대상으로 한 전향적 연구를 통해 장기 추적 자료를 축적하고, 연령과 질환 특성을 반영한 투여 용량, 주기 및 치료 기간에 대한 표준화된 프로토콜을 확립함으로써 pamidronate의 유효성과 안전성을 체계적으로 검증할 필요가 있다.

Conflicts of Interest: None

References

1. Keller E, Clocchiatti S, Rupel K, Ottaviani G, Ratti C, Canton G, et al. Chronic diffuse sclerosing osteomyelitis of the mandible: the use of bisphosphonates as a treatment for a rare and challenging condition. *Medicina (Kaunas)*. 2024; 60: 917.
2. The Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. *Textbook of oral and maxillofacial surgery*. 4th ed. Paju: Koonja Publishing; 2023.
3. Abukhder M, Nasri Elmi S, Van Der Lith S, Hawesa N, Abukhder D, Abid H, et al. Bisphosphonate therapy in the management of diffuse sclerosing osteomyelitis of the mandible: a systematic review and narrative synthesis. *Ann Med Surg (Lond)* 2023; 86: 950-957.
4. Lee M, Kwon A, Song K, Lee HI, Choi HS, Suh J, et al. Effectiveness and safety of pamidronate treatment in nonambulatory children with low bone mineral density. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2024; 29: 46-53.
5. Compeyrot-Lacassagne S, Rosenberg AM, Babyn P, Laxer RM. Pamidronate treatment of chronic noninfectious inflammatory lesions of the mandible in children. *J Rheumatol* 2007; 34: 1585-1589.
6. Niimi T, Miwa R, Kitagawa K, Natsume N, Sakamoto Y. Zoledronic acid treatment for diffuse sclerosing osteomyelitis of the mandible: a case report and literature review of antiresorptive therapy. *Cureus* 2025; 17: e88963.
7. Hallmer F, Korduner M, Møystad A, Bjørnland T. Treatment of diffuse sclerosing osteomyelitis of the jaw with denosumab shows remarkable results - a report of two cases. *Clin Case Rep* 2018; 6: 2434-2437.
8. Luckman SP, Hughes DE, Coxon FP, Graham R, Russell G, Rogers MJ. Nitrogen-containing bisphosphonates inhibit the mevalonate pathway and prevent post-translational prenylation of GTP-binding proteins, including Ras. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 581-589.
9. Yoon JH, Choi Y, Lee Y, Yoo HW, Choi JH. Efficacy and safety of intravenous pamidronate infusion for treating osteoporosis in children and adolescents. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2021; 26: 105-111.
10. Li X, Jia K, An J, Zhang Y. Application of pamidronate disodium for the treatment of diffuse sclerosing osteomyelitis of the mandible: a clinical study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2020; 130: 616-624.
11. Rauch F, Glorieux FH. Bisphosphonate treatment in osteogenesis imperfecta: which drug, for whom, for how long? *Ann Med* 2005; 37: 295-302.
12. Choi S, Kim MJ, Kang SH, Park IW. Pediatric mandibular chronic nonbacterial osteomyelitis: a case report with 12 years of radiologic follow-up. *Imaging Sci Dent* 2024; 54: 93-104.
13. Park SY, Ahn SH, Yoo JI, Chung YJ, Jeon YK, Yoon BH, et al. Position statement on the use of bone turnover markers for osteoporosis treatment. *J Bone Metab* 2019; 26: 213-224.
14. Doyle EC, Wragg NM, Wilson SL. Intraarticular injection of bone marrow-derived mesenchymal stem cells enhances regeneration in knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020; 28: 3827-3842.
15. Duarte NT, Rech BO, Martins IG, Franco JB, Ortega KL. Can children be affected by bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw? a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020; 49: 183-191.
16. Glorieux FH, Bishop NJ, Plotkin H, Chabot G, Lanoue G, Travers R. Cyclic administration of pamidronate in children with severe osteogenesis imperfecta. *N Engl J Med* 1998; 339: 947-952.

Clinical applications of universal adhesives

Universal adhesive의 임상적 활용

Kkot-Byeol Bae 

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

Universal adhesives have been widely adopted in restorative dentistry due to their versatility and simplified clinical procedures. Unlike conventional adhesive systems, they can be applied using different etching strategies, including etch-and-rinse, self-etch, and selective enamel etch techniques. While this flexibility offers significant clinical advantages, it also requires clinicians to make appropriate decisions based on specific clinical situations. The purpose of this article is to provide practical guidelines for the effective use of universal adhesives in daily clinical practice. Within the limitations of simplified clinical protocols, universal adhesives should not be regarded merely as convenient materials but as technique-sensitive systems that require proper understanding and application. Careful selection of bonding strategies and meticulous adherence to clinical procedures are essential for achieving predictable and durable outcomes. (*J Korean Dent Assoc* 2026; 64(6): 198-203)

Key words : Adhesives; Dental Etching; Dental Bonding; Acid Etching, Dental; Dentin Sensitivity

서론

접착치의학의 발전은 보존적 수복치료의 패러다임을 크게 변화시켜 왔다. 과거에는 기계적 유지에 의존한 수복이 주를 이루었으나, 접착 기술의 발전과 함께 최소 침습적 치료(minimally invasive dentistry)가 가능해지면서 자연치아 보존의 중요성이 더욱 강조되고 있다¹⁾. 이러한 흐름 속에서 접착 시스템은 수복치료의 성공을 좌우하는 핵심 요소로 자리 잡았다²⁾.

기존의 접착 시스템은 etch-and-rinse와 self-etch 방식으로 구분되어 왔으며, 각각 장단점을 가지고 있어 임상 상황에 따라 선택적으로 사용되어 왔다³⁾. Etch-and-rinse 방식은 법랑질 접착에서 우수한 성능을 보이지만 술식 민감성이 높고 비교적 술 후 민감증의 가능성이 있으며, self-etch 방식은 술식이 단순하고 민감도가 낮은 반면 법랑질 접착력이 상대적으로 제한적이라는 단점이 있다^{4,5)}. 이러한 한계를 보완하기 위해 다

양한 접착 시스템이 개발되어 왔으며, 그 결과로 등장한 것이 universal adhesive이다⁶⁾.

Universal adhesive는 하나의 접착제로 etch-and-rinse, self-etch, selective enamel etch 등 다양한 산부식 전략을 선택적으로 적용할 수 있는 다목적 접착 시스템이다⁷⁾. 또한 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate(10-MDP)와 같은 기능성 단량체를 포함하여 상아질뿐만 아니라 지르코니아 및 금속과의 화학적 결합을 가능하게 함으로써 적용 범위를 확장시켰다⁸⁾. 이러한 특성으로 인해 universal adhesive는 임상에서 사용의 편의성과 활용도를 동시에 높인 재료로 평가받고 있다.

그러나 universal adhesive의 가장 큰 특징인 “다양한 적용 방식의 선택 가능성”은 역설적으로 임상가에게 또 다른 판단을 요구한다. 동일한 재료를 사용하더라도 산부식 전략, 수분 조절, 도포 방법 등에 따라 접착 성능과 임상 결과가 달라질 수 있기 때문이다⁹⁾. 특히 상아질 접착은 여전히 술식 민감성이 높은 영역으로, 부적절한 적용은 술 후 민감증, 접착 실패, 변연 변색 등의 문제로 이어질 수 있다¹⁰⁾.

따라서 universal adhesive를 효과적으로 활용하기 위해서

*Corresponding author: Prof. Kkot-Byeol Bae
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University, Yong-bong ro 77, Buk-gu, Gwangju, 61186, Korea.
Tel: +82-62-530-5843, E-mail: kbbae@jnu.ac.kr

는 단순한 재료의 이해를 넘어, 다양한 임상 상황에 따른 적절한 적용 전략에 대한 이해가 필요하다. 이에 본 글에서는 universal adhesive의 기본 개념을 간략히 정리하고, 임상에서 실제로 적용 가능한 산부식 전략의 선택, 도포 방법, 그리고 다양한 임상 상황에서의 활용법을 중심으로 임상적 가이드라인을 제시하고자 한다.

Universal adhesive의 기본 개념

Universal adhesive는 기존 접착 시스템이 etch-and-rinse 또는 self-etch 방식으로 구분되어 각각의 술식과 적응증에 제한이 있었던 반면, universal adhesive는 single-bottle 시스템으로 이러한 경계를 통합한 것이 특징이다³⁾. Universal adhesive의 특징이자 장점은 임상 상황에 따라 etch-and-rinse, self-etch, selective enamel etch 방식을 모두 적용할 수 있다는 점이다⁷⁾. 이는 동일한 재료를 사용하면서도 법랑질과 상아질의 특성에 맞게 다른 접근을 선택할 수 있도록 하여 임상적 유연성을 높여준다. 특히 법랑질에서는 selective enamel etch 방식을 통해 접착력을 향상시키고, 상아질에서는 self-etch 방식을 적용하여 술식 민감도를 줄이는 방식이 널리 사용되고 있다^{4,5)}.

구성 성분 측면에서 universal adhesive는 기능성 단량체, 용매, 친수성 및 소수성 모노머 등을 포함한다¹¹⁾. 이 중 10-MDP는 대표적인 기능성 단량체로, 상아질의 수산화인회석과 화학적 결합을 형성함으로써 접착의 안정성과 내구성을 향상시키는 역할을 한다⁸⁾. 또한 이러한 화학적 결합 특성은 지르코니아와 같은 비유리 세라믹이나 금속 표면과의 접착에도 기여하여, universal adhesive의 적용 범위를 간접수복까지 확장시키는 중요한 요소로 작용한다⁷⁾.

Universal adhesive는 일반적으로 에탄올 또는 아세톤 기반의 용매를 포함하고 있으며, 이는 접착제가 상아질 내로 충분히 침투할 수 있도록 돕는다⁹⁾. 그러나 용매의 존재는 임상적으로 적절한 공기 건조 과정을 요구하며, 충분한 용매 제거가 이루어지지 않을 경우 접착 강도의 저하나 장기적인 내구성 문제로 이어질 수 있다⁹⁾. 따라서 단순히 한 번 바르는 접착제로 이해하기보다는, 각 구성 성분의 역할과 적용 방법을 함께 고려해야 한다.

결과적으로 universal adhesive는 기존 접착 시스템의 단점

을 보완하면서도 적용 범위를 확장한 재료이지만, 그 성능은 선택한 산부식 전략과 적용 방법에 크게 의존한다¹⁰⁾. 따라서 이러한 기본 개념에 대한 이해는 이후 임상 적용 전략을 수립하는데 중요한 기반이 된다.

Universal adhesive의 임상 적용 전략

1. 산부식 전략의 선택

Universal adhesive의 가장 큰 장점은 하나의 접착제로 다양한 산부식 전략을 선택할 수 있다는 점이다. 그러나 이러한 점은 동시에 임상가에게 적절한 선택을 요구하며, 잘못된 선택은 접착 실패나 술 후 민감증으로 이어질 수 있다¹⁰⁾. 따라서 각 산부식 전략의 특성을 이해하고 임상 상황에 맞게 적용하는 것이 중요하다.

Etch-and-rinse 방식은 인산을 이용하여 법랑질과 상아질을 모두 산부식한 후 접착제를 적용하는 방법으로, 특히 법랑질에서 높은 접착력을 얻을 수 있다³⁾. 그러나 상아질의 경우 과도한 탈회와 수분 조절의 어려움으로 인해 술식 민감성이 비교적 높아 접착력이 저하될 가능성이 있다^{1,9)}.

Self-etch 방식은 산부식과 프라이밍이 동시에 이루어지는 방식으로, 상아질의 과도한 탈회를 방지하고 수분 조절에 대한 부담을 줄여 술식의 안정성을 높일 수 있다^{4,5)}. 특히 깊은 와동이나 상아질 비중이 높은 경우, 또는 술 후 민감증이 우려되는 상황에서는 self-etch 전략이 보다 안전한 선택이 될 수 있다¹⁰⁾. 그러나 법랑질에 대한 산부식 효과가 제한적이기 때문에, 변연부에 법랑질이 충분히 존재하는 경우에는 접착력이 감소할 수 있다는 점을 고려해야 한다⁴⁾.

이러한 두 가지 방식의 장점을 결합한 방법이 selective enamel etch이다. 이는 법랑질 부위에만 선택적으로 인산을 적용한 후, 전체 표면에 universal adhesive를 도포하는 방식으로, 법랑질에서는 높은 접착력을 확보하면서도 상아질에서는 self-etch의 장점을 유지할 수 있다⁷⁾. 현재 임상에서는 대부분의 직접수복에서 이 방법이 가장 예측 가능하고 안정적인 결과를 보이는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾.

임상적으로 정리하면, 법랑질 변연이 중요한 경우에는 selective enamel etch를 기본 전략으로 고려하는 것이 바람직하며, 상아질이 우세하거나 술 후 민감증이 우려되는 경우에는

self-etch 전략을 선택하는 것이 유리하다. 반면, 모든 표면에 대해 일괄적으로 total-etch를 적용하는 방식은 숯식 민감성이 높기 때문에 제한적으로 적용하는 것이 권장된다^{1,9)}. 결과적으로 universal adhesive의 성공적인 사용은 재료 자체보다는 적절한 산부식 전략의 선택에 의존하며, 이는 임상 상황에 따른 판단이 가장 중요한 요소라 할 수 있다¹⁰⁾.

2. 상아질 접착 시 고려사항

Universal adhesive를 사용할 때 상아질 접착은 여전히 숯식 민감성이 높은 단계로, 접착 실패나 술 후 민감증의 주요 원인이 된다^{1,9)}. 특히 상아질은 수분과 유기질이 풍부한 조직으로, 표면 상태와 도포 과정에 따라 접착 결과가 크게 달라질 수 있다²⁾. 이때 중요한 요소 중 하나는 수분 조절이다. Etch-and-rinse 방식에서는 산부식 후 상아질이 과도하게 건조될 경우 콜라겐 네트워크가 붕괴되어 접착제가 침투할 수 있는 구조가 손상된다¹⁾. 이러한 콜라겐 구조 붕괴는 접착 강도의 저하뿐 아니라 장기적인 접착 내구성에도 부정적인 영향을 미친다⁵⁾. 따라서 임상적으로는 상아질을 완전히 건조시키기보다는 약간의 수분을 유지한 상태에서 접착제를 적용하는 것이 중요하다. Self-etch 방식에서는 이러한 과도한 건조의 위험이 상대적으로 감소하지만, 여전히 표면 수분 상태는 접착 성능에 영향을 미친다⁹⁾. 임상적으로는 “물방울이 남지 않으면서도 완전히 건조되지 않은 상태”를 유지하는 것이 바람직하며, 이는 약한 공기 건조로 조절할 수 있다.

접착제 도포 시에는 문지르기 과정이 매우 중요하다. 단순히 표면에 도포하는 것이 아니라 일정 시간 동안 적극적으로 문지르는 과정은 접착제가 도말층을 통과하여 상아질 내부로 충분히 침투하도록 돕는다. 이 과정이 충분하지 않을 경우 접착층 형성이 불완전해지고 접착 강도가 저하될 수 있다³⁾.

이후 시행되는 공기 분사 과정은 접착층의 균일한 형성과 용매 제거를 동시에 담당한다. Universal adhesive에는 에탄올이나 아세톤과 같은 용매가 포함되어 있어, 이를 충분히 제거하지 않으면 접착층 내에 용매가 잔존하게 된다⁹⁾. 이러한 잔존 용매는 중합 효율을 저하시킬 뿐 아니라 장기적으로 수분 침투를 증가시켜 접착층의 열화를 유발할 수 있다⁸⁾. 따라서 임상적으로는 충분한 공기 분사를 통해 접착제가 얇고 균일하게 퍼지도록 하는 것이 중요하다. 또한 접착층의 두께와 균일성도 고려해야 한다. 접착층이 과도하게 두꺼울 경우 중합 수축이나 응

력 분포에 영향을 줄 수 있으며, 반대로 불균일하거나 너무 얇을 경우 충분한 접착층 형성이 이루어지지 않을 수 있다²⁾. 따라서 공기 분사 과정에서 균일한 두께를 확보하는 것이 필요하다.

마지막으로 광중합 단계에서는 충분한 광조사 시간과 광량이 확보되어야 한다. 접착제가 충분히 중합되지 않을 경우 초기 접착 강도뿐 아니라 장기적인 안정성에도 영향을 미칠 수 있다¹⁰⁾. 특히 깊은 와동이나 광 접근이 제한되는 부위에서는 조사 시간을 충분히 확보하는 것이 중요하다.

임상에서 흔히 발생하는 문제는 각 단계를 단순화하거나 생략하는 데서 비롯된다. 그러나 universal adhesive는 사용이 간편한 재료일 뿐, 숯식 민감성이 사라진 것은 아니다. 과도한 건조를 피하고, 충분한 문지르기와 철저한 용매 제거, 그리고 적절한 광중합을 시행하는 것이 안정적인 접착 결과를 얻기 위한 핵심 요소라 할 수 있다^{9,10)}.

3. 임상 상황별 적용

Universal adhesive는 다양한 임상 상황에서 적용할 수 있다는 장점이 있으나, 각 상황에 따라 적절한 산부식 전략과 적용 방법을 선택하는 것이 중요하다¹⁰⁾. 동일한 재료라도 적용 방식에 따라 임상 결과가 달라질 수 있기 때문에, 대표적인 임상 상황별로 접근 방법을 이해할 필요가 있다. universal adhesive의 임상적 활용은 “어떤 재료를 쓰느냐”보다 “어떻게 적용하느냐”에 더 큰 영향을 받는다. 각 임상 상황에 맞는 etching 전략과 도포 방법을 선택하는 것이 장기적인 수복 성공의 핵심이라 할 수 있다¹⁰⁾.

1) 1급 및 2급 와동 수복

1급 및 2급 와동 수복에서는 법랑질과 상아질이 혼재되어 있으며, 변연부의 밀폐가 장기적인 예후에 중요한 영향을 미친다²⁾. 이러한 경우 임상적으로 가장 권장되는 방법은 selective enamel etch 전략이다. 즉, 법랑질 변연에만 인산을 적용한 후, 수세하고 전체 표면에 universal adhesive를 적용하는 방식이다⁷⁾. 이 방법은 법랑질에서는 높은 접착력을 확보하면서도 상아질에서는 self-etch 방식의 장점을 유지할 수 있어, 술 후 민감증을 줄이면서 안정적인 접착을 얻을 수 있다^{4,10)}.

반면 모든 표면에 대해 total-etch를 적용할 경우, 특히 깊은 와동에서는 상아질 과탈회로 인해 술 후 민감증이나 접착 실패의 가능성이 증가할 수 있다^{1,9)}. 따라서 대부분의 구치부 직접

수복에서는 selective enamel etch를 기본 전략으로 사용하는 것이 예측 가능한 결과를 얻는 데 유리할 수 있다¹⁰.

2) 비우식성 치경부 병소 및 치근 우식

비우식성 치경부 병소나 치근 우식에서의 수복은 법랑질이 거의 없거나 매우 얇고, 대부분이 상아질 또는 백악질로 구성되어 있는 경우가 많다⁵. 또한 이러한 부위는 경화 상아질이 존재하거나 수분 조절이 어려워 접착에 유리하지 않은 경우가 많다. 이러한 경우에는 self-etch 전략이 보다 적합하다. 과도한 산부식을 피하면서 상아질 구조를 보존할 수 있고, 수분 조절에 대한 부담이 상대적으로 적기 때문이다⁴. 특히 비우식성 치경부 병소에서는 과도한 산부식이 오히려 접착층의 안정성을 저하시킬 수 있으므로, 일상적으로 total-etch를 적용하는 것은 피하는 것이 좋다⁵. 또한 이 부위에서는 접착제 도포 시 충분한 문지르기와 반복 도포가 도움이 될 수 있다.

3) 경화 상아질

경화 상아질은 노화나 자극에 의해 상아세관이 부분적으로 또는 완전히 폐쇄된 상태로, 일반적인 상아질에 비해 접착력이 낮은 것으로 알려져 있다⁵. 경화 상아질의 표면은 매끄럽고 mineralization이 증가되어 있어 접착제의 침투가 제한되기 때문에 접착 실패의 위험이 높아 접착제의 침투를 유도하는 접근이 중요하다⁵. 임상적으로는 self-etch 또는 mild etch 전략을 기본으로 하되, 필요에 따라 선택적 roughening을 고려할 수 있다. 예를 들어, bur나 air abrasion을 이용하여 표면을 약간 거칠게 만들어 주면 접착제의 침투를 개선할 수 있다. 또한 접착제 도포 시 충분한 문지르기와 반복 도포는 접착 성능을 향상시키는데 도움이 된다³.

4. 간접수복에서의 활용

Universal adhesive는 직접수복 뿐 아니라 다양한 간접수복 재료와의 접착에도 활용될 수 있다. 특히 기능성 단량체인 10-MDP를 포함하고 있어 지르코니아와 같은 비유리 세라믹이나 금속 표면과의 화학적 결합을 가능하게 한다⁸. 이러한 특성은 별도의 프라이머 사용 없이도 간접수복에서 접착 과정을 단순화할 수 있다는 장점을 제공한다.

지르코니아 수복물의 경우, 전통적으로는 별도의 지르코니아 프라이머를 사용하여 접착을 강화하는 방법이 사용되어 왔

다. 그러나 universal adhesive에 포함된 10-MDP는 지르코니아 표면과 안정적인 화학적 결합을 형성할 수 있어, 적절한 표면 처리 후 단독으로 사용이 가능한 것으로 보고되고 있다⁷. 일반적으로는 샌드블라스팅과 같은 기계적 표면 처리를 시행한 후 universal adhesive를 적용하는 것이 권장된다⁷.

금속 수복물에서도 유사한 접근이 가능하다. 금속 표면에 대한 접착 역시 기계적 유지와 화학적 결합이 함께 작용하는데, universal adhesive의 기능성 단량체는 이러한 화학적 결합 형성에 기여할 수 있다⁸. 다만 금속 종류에 따라 표면 처리 방법과 접착 성능이 달라질 수 있으므로, 임상적으로는 기본적인 표면 처리 과정을 병행하는 것이 바람직하다.

간접 레진수복의 경우에는 universal adhesive를 별도의 프라이머 없이 사용할 수 있어 술식이 단순화된다³. 특히 레진인레이의 경우 표면을 roughening한 후 universal adhesive를 적용하면 충분한 접착 성능을 얻을 수 있다³.

다만 모든 상황에서 universal adhesive가 기존의 전용 프라이머를 완전히 대체할 수 있는 것은 아니다. 일부 연구에서는 특정 재료에 대해 별도의 프라이머를 병용했을 때 더 높은 접착 강도를 보인다는 보고도 있으며, 특히 장기적인 내구성 측면에서는 추가적인 표면 처리나 프라이머 사용이 도움이 될 수 있다^{7,8}. 따라서 임상적으로는 “단순화”를 우선할 것인지, “최대 접착력”을 목표로 할 것인지에 따라 전략을 선택할 필요가 있다. 결과적으로 universal adhesive는 간접수복에서도 적용 범위를 확장시킨 유용한 재료이지만, 표면 처리와 재료 특성에 대한 이해를 바탕으로 선택적으로 활용하는 것이 중요하다.

임상 실패를 줄이기 위한 전략

Universal adhesive는 사용이 간편하고 다양한 적용이 가능하다는 장점이 있으나, 임상에서의 실패는 여전히 발생한다¹⁰. 이러한 실패는 대부분 재료 자체보다는 적용 과정에서의 문제와 관련이 있으며, 주요 원인을 이해하고 이를 예방하는 것이 중요하다.

1. 술 후 민감증의 원인과 예방

술 후 민감증은 접착 수복 후 환자가 가장 흔히 호소하는 문제 중 하나로, 주로 상아질 접착 과정과 관련이 있다¹⁰. 가장 큰 원인은 불안정한 sealing으로, 접착제가 상아세관을 충분히 차

단하지 못할 경우 외부 자극이 전달되어 민감증이 발생한다²⁾. 특히 total-etch 방식에서 과도한 산부식이나 부적절한 수분 조절은 콜라겐 구조 붕괴를 유발하고, 접착제의 침투를 방해하여 이러한 문제를 증가시킬 수 있다^{1,9)}. 또한 접착제 도포 시간이 부족하거나 충분한 공기 분사가 이루어지지 않은 경우에도 상아질 밀폐가 불완전해질 수 있다⁹⁾.

임상적으로는 이러한 문제를 예방하기 위해 상아질에서는 self-etch 또는 selective enamel etch 전략을 우선적으로 고려하고, 과도한 건조를 피하며 충분한 문지르기와 용매 제거를 시행하는 것이 중요하다^{4,10)}.

2. 접착 실패의 주요 원인

접착 실패는 수복물 탈락이나 미세누출로 이어질 수 있는 중요한 문제이다. 이러한 실패는 주로 접착층 형성의 불완전성 또는 장기적인 열화(degradation)에 의해 발생한다⁵⁾. 가장 흔한 원인은 불충분한 접착제 침투, 잔존 용매, 불안정한 광중합 등으로 요약할 수 있다^{8,9)}. 특히 용매가 충분히 제거되지 않은 경우 접착층 내 수분 이동이 증가하여 장기적인 접착 내구성이 저하될 수 있다⁸⁾. 또한 산부식 전략의 부적절한 선택 역시 접착 실패의 원인이 될 수 있다. 예를 들어, 법랑질 변연이 중요한 상황에서 self-etch만 적용할 경우 변연 접착력이 부족해질 수 있으며, 반대로 깊은 상아질 부위에 total-etch를 적용할 경우 접착 안정성이 떨어질 수 있다^{4,10)}. 따라서 임상적으로는 적절한 산부식 전략 선택, 충분한 접착제 도포 및 문지르기, 철저한 공기 분사, 충분한 광중합 등 기본 원칙을 지키는 것이 접착 실패를 줄이는 가장 효과적인 방법이다^{9,10)}.

3. 변연 변색의 원인

변연 변색은 수복물의 심미적 문제뿐 아니라 미세누출의 지표로 작용할 수 있다²⁾. 이는 주로 변연부에서의 접착 실패나 접착층의 열화와 관련이 있다⁵⁾. 특히 법랑질 변연에서 충분한 접착력이 확보되지 않을 경우 시간이 지남에 따라 미세누출이 발생하고, 이로 인해 색소 침착이 나타날 수 있으며 이러한 문제는 self-etch 단독 사용 시 상대적으로 더 흔하게 나타날 수 있다⁴⁾. 임상적으로는 변연 변색을 예방하기 위해 법랑질 부위에 대한 selective enamel etch 적용, 변연부 연마 및 광택 처리의 철저한 시행이 중요하다^{2,4)}. 또한 초기 접착이 양호하더라도

장기적인 열화를 고려하여 정확한 술식을 유지하는 것이 필요하다⁵⁾. 결과적으로 universal adhesive와 관련된 대부분의 임상 실패는 복잡한 이론적 문제보다는 기본적인 술식의 부정확성에서 비롯된다. 따라서 재료의 특성을 이해하는 것과 함께, 각 단계의 임상적 원칙을 정확히 지키는 것이 장기적인 성공을 위해 가장 중요하다^{9,10)}.

고찰

Universal adhesive는 다양한 etching 전략을 하나의 시스템으로 통합한 접착제로서, 임상에서의 적용 범위를 크게 확장시킨 재료이다⁶⁾. 특히 직접수복 뿐 아니라 간접수복까지 적용이 가능하며, 술식의 단순화와 임상적 유연성을 동시에 제공하는 점에서 기존 접착 시스템과 차별화된다^{7,8)}. 그러나 universal adhesive의 가장 큰 특징인 “다양한 선택 가능성”은 동시에 임상가에게 적절한 판단을 요구한다. 동일한 재료를 사용하더라도 산부식 전략, 수분 조절, 도포 방법에 따라 접착 성과 임상 결과가 달라질 수 있기 때문이다^{9,10)}. 따라서 단순히 재료의 편의성에 의존하기보다는, 각 임상 상황에 맞는 전략적 접근이 필요하다.

임상적으로는 대부분의 상황에서 selective enamel etch 전략이 예측 가능한 결과를 제공하며, 상아질 접착에서는 과도한 건조를 피하고 충분한 접착제 도포와 용매 제거가 핵심적인 요소로 작용한다^{1,4,9)}. 또한 간접수복에서는 재료의 특성과 표면 처리 방법을 고려하여 universal adhesive를 선택적으로 활용하는 것이 중요하다^{7,8)}.

Universal adhesive와 관련된 임상 실패는 대부분 복잡한 재료적 한계보다는 술식의 부정확성에서 비롯된다. 술 후 민감증, 접착 실패, 변연 변색과 같은 문제는 적절한 산부식 전략의 선택과 기본적인 적용 원칙을 준수함으로써 충분히 예방 가능하다^{5,10)}.

결과적으로 universal adhesive는 단순히 사용이 간편한 접착제가 아니라, 다양한 임상 상황에 대응할 수 있는 전략적 도구로 이해되어야 한다. 임상가가 재료의 특성을 정확히 이해하고, 각 단계의 술식을 체계적으로 적용할 때 비로소 예측 가능하고 장기적으로 안정적인 수복 결과를 얻을 수 있을 것이다.


Conflicts of Interest: None

References

1. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001; 17: 430-444.
2. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235.
3. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* 2007; 51: 333-357.
4. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001; 17: 296-308.
5. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005; 84: 118-132.
6. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011; 27: 17-28.
7. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent* 2013; 41: 404-411.
8. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, et al. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *J Dent Res* 2012; 91: 376-381.
9. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent* 2012; 40: 475-484.
10. Loguercio AD, de Paula EA, Hass V, Luque-Martinez I, Reis A, Perdigão J. A new universal simplified adhesive: 36-Month randomized double-blind clinical trial. *J Dent* 2015; 43: 1083-1092.
11. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials* 2007; 28: 3757-3785.

Cementation of indirect restorations: Strategies for reducing clinical failures

심미수복물의 접착: 실패를 줄이기 위한 술식들

Mi-Jeong Jeon 

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

ABSTRACT

With advances in resin cements and the introduction of various functional monomers, esthetic indirect restorations have gradually shifted toward a bonding-based concept. These changes, along with the concept of minimally invasive dentistry, has made it possible to reduce unnecessary tooth reduction for mechanical retention and to design restorations that rely more on adhesion. Bonding of indirect esthetic restorations creates multiple interfaces among the restoration, cement, and tooth structure and depending on the type of restorative material and cement used, different clinical approaches and surface treatment strategies are required. Therefore, the success of indirect aesthetic restoration depends on an accurate understanding of each interface and the application of appropriate clinical techniques. In this report, clinical procedures for successful bonding of indirect restorations using various esthetic restorative materials will be introduced. (*J Korean Dent Assoc* 2026; 64(6): 204-210)

Key words : Cementation; Dental Bonding; Resin Cements; Dental Restoration, Permanent; Esthetics, Dental

서론

환자들의 치아수복에 대한 심미적인 관심이 지속적으로 높아지고 다양한 심미 재료와 임상 술식의 발전이 이루어지면서, 구치부에서도 심미 재료를 이용한 간접 수복은 점차 일상적인 치료 선택지로 자리잡고 있다¹⁾. 과거 많이 사용되던 금속 기반 수복물은 주로 기계적 유지와 합착(cementation)의 개념에 기반하였다. 즉, 수복물이 탈락하지 않도록 와동 형태와 보철물 형태에서 유지와 저항 형태를 충분히 부여하고, 시멘트는 수복물과 치질 사이의 공간을 채우며 보조적으로 유지에 기여하는 역할을 담당하였다.

그러나 세라믹, 지르코니아, 레진 매트릭스 세라믹과 같은 심미 간접수복 재료와, 레진 시멘트의 발전이 이루어지면서

간접수복의 개념은 점차 접착(bonding)을 기반으로 변화하고 있다²⁾. 이러한 변화는 최소침습치의학(minimally invasive dentistry)의 흐름과도 밀접하게 관련된다. 유지 형태를 얻기 위해 건전 치질을 불필요하게 삭제하기보다는, 치질과 수복물 사이의 안정적인 접착을 이용하여 수복물을 유지하고 기능적 예후를 확보하는 방향으로 수복 설계가 변화하고 있다.

수복물-레진 시멘트-치질 사이에는 여러 경계면이 형성되며, 각 경계면은 서로 다른 물리적·화학적 특성을 가진다. 따라서 수복 재료의 종류, 치질 상태, 시멘트의 종류, 표면 오염 여부, 격리 상태 등에 따라 접착 결과가 크게 달라질 수 있다. 본지에서는 다양한 심미 수복 재료에 따른 간접 수복물의 성공적인 접착을 위한 임상 술식을 소개하고자 한다.

간접심미수복물 접착의 기본 원칙

간접 수복물의 접착은 수복물 내면, 레진 시멘트, 법랑질 및

*Corresponding author: Prof. Mi-Jeong Jeon
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University,
50-1 Seodaemun-gu, Yonsei-ro, Seoul, Korea
Tel: +82-2-2228-3150, E-mail: mjj@yuhs.ac

상아질 표면이 하나의 결합 구조를 형성하는 것이 중요하다. 따라서 심미 간접수복의 성공을 위해서는 각 계면의 특성을 이해하고, 재료에 적합한 표면 처리와 접착 술식을 정확히 적용하는 것이 필수적이다.

1. 표면 에너지와 미세기계적 결합

접착이 효과적으로 이루어지기 위해서는 접착제 또는 레진 시멘트가 접착면을 충분히 적실 수 있어야 한다. 이를 위해서는 접착면의 표면 에너지를 높이는 과정이 필요하다. 표면 에너지가 높은 접착면은 젖음성(wettability)이 높고 접촉각(contact angle)이 낮아 접착제 또는 레진 시멘트가 접착면과 넓게 접촉할 수 있으며, 이는 미세 요철 내로의 침투와 안정적인 접착 계면 형성에 유리하다³⁾.

임상적으로는 피착면의 표면 에너지를 높이고 미세기계적 결합을 확보하기 위해 다양한 표면 처리 방법이 사용된다. 치질 표면에서는 인산 에칭을 통해 법랑질의 미세 요철을 형성하거나, 산성 기능성 모노머를 포함한 접착제를 이용하여 상아질 표면을 처리할 수 있다. 이러한 처리는 레진 성분이 치질 표면의 미세 구조 안으로 침투하여 증합될 수 있는 환경을 제공한다⁴⁾.

수복물 내면에서도 재료의 특성에 따라 적절한 표면 처리가 필요하다. 임상적으로는 산 처리나 샌드블라스팅과 같은 방법을 통해 수복물 내면의 표면 거칠기를 증가시키고, 레진 시멘트가 침투할 수 있는 미세한 표면 구조를 형성할 수 있다⁵⁾. 이러한 과정은 레진 시멘트와 수복물 사이의 미세기계적 결합을 확보하기 위한 중요한 단계이다. 각 수복 재료에 따른 구체적인 표면 처리 방법과 임상적 고려사항은 뒤에서 자세히 살펴보고자 한다.

2. 화학적 결합과 기능성 모노머

간접 심미수복물의 접착 안정성은 미세기계적 결합뿐 아니라 화학적 결합에 의해서도 영향을 받는다. 화학적 결합은 기능성 모노머나 커플링제를 통해 수복물 표면, 치질, 레진 시멘트 사이에 화학적 연결이 형성되는 것을 의미한다.

10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate(10-MDP)는 현재 널리 사용되는 기능성 모노머 중 하나이다. 10-MDP는 한쪽 말단에 인산기(phosphate group)를, 다른 쪽 말단에 메타크릴레이트기(methacrylate group)를 가지는 양기

High Surface Energy



Low Surface Energy



Fig. 1. Differences in wettability according to surface energy.

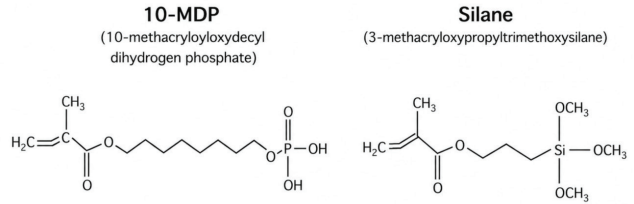


Fig. 2. Molecular structures of 10-MDP and silane.

능성 분자이다. 인산기는 치질의 수산화인회석과 칼슘염 형태의 결합을 형성할 수 있으며, 지르코니아나 알루미늄과 같은 산화물 표면에서는 표면 수산화기 또는 산화물층과 화학적 상호작용을 할 수 있다. 반대쪽의 메타크릴레이트기는 레진 시멘트의 레진 매트릭스와 공중합에 참여한다. 이러한 구조적 특성으로 인해 10-MDP는 치질 또는 일부 수복 재료 표면과 레진 시멘트 사이의 화학적 연결에 관여한다⁶⁾.

실란(silane)은 실리카를 포함하는 유리 세라믹에 사용되는 커플링제이다. 실란은 한쪽 말단에 세라믹 표면의 실리카 성분 또는 표면 수산화기와 반응할 수 있는 알콕시기(alkoxy group)를 가지고 있고, 다른 쪽 말단에는 레진 시멘트의 레진 매트릭스와 반응할 수 있는 메타크릴레이트기를 가진다. 알콕시기는 가수분해 후 실란올기(silanol group)로 전환되고, 유리 세라믹 표면과 반응하여 실록산 결합(siloxane bond, Si-O-Si)을 형성할 수 있다. 이러한 구조로 인해 실란은 유리 세라믹과 레진 시멘트 사이의 커플링제로 사용된다⁷⁾.

수복 재료별 표면처리 방법

1. Glass ceramic

유리 세라믹은 실리카 기반 유리상을 포함하는 세라믹으로, 대표적으로 장석계 세라믹(feldspathic ceramic)과 리튬 디실리케이트 세라믹(lithium disilicate ceramic)이 포함된다. 이 재료군은 불산 처리(hydrofluoric acid etching)를 통해 표면의 유리상을 선택적으로 용해시킬 수 있다. 이 과정에서 미세

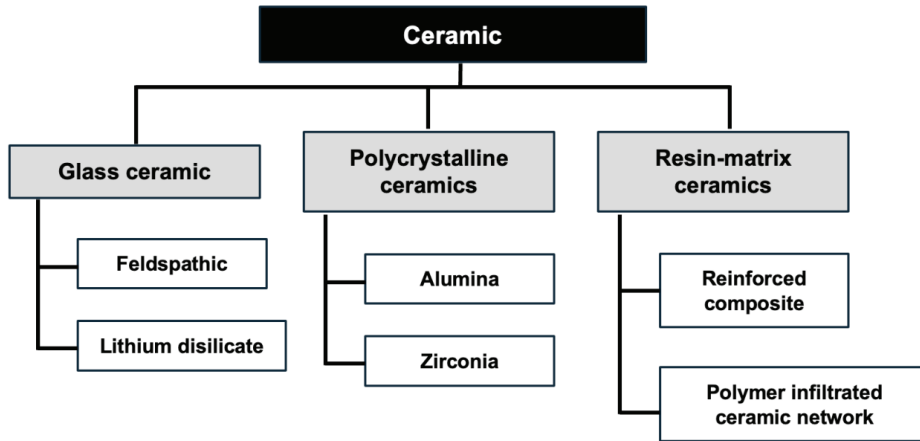


Fig. 3. Classification of materials used in esthetic indirect restorations.

요철과 다공성 구조가 형성되며, 이는 레진 시멘트가 침투할 수 있는 표면 형태를 제공한다. 임상적으로 장식계 세라믹은 리튬 디실리케이트 세라믹보다 더 긴 불산 처리 시간이 요구되는 경우가 많다. 예를 들어 장식계 세라믹은 약 60-120초, 리튬 디실리케이트 세라믹은 약 20초 정도의 불산 처리가 사용되는 경우가 많다. 과도한 불산 처리는 세라믹 표면을 지나치게 약화시키거나 표면 결함을 증가시킬 수 있으므로 피해야 한다⁸⁾.

불산 처리 후에는 세척 및 건조 과정을 거친 뒤 실란을 적용한다. 유리 세라믹은 실리카 성분을 포함하고 있으며, 불산 처리 후 노출된 실리카 성분 또는 표면 수산화기는 실란과 반응할 수 있다. 일반적으로 실란은 세라믹 표면에 도포한 뒤 약 60초 정도 반응 시간을 부여하고, 이후 약한 공기로 건조하여 용매와 수분을 제거한다. 이 과정에서 과도하게 두꺼운 실란층이 남지 않도록 얇고 균일한 층을 형성하는 것이 필요하다⁷⁾.

2. Polycrystalline ceramics: alumina

알루미나 (alumina)는 유리상을 거의 포함하지 않는 다결정 세라믹이다. 따라서 유리 세라믹과 달리 불산 처리로 표면에 충분한 미세기계적 결합 구조를 형성하기 어렵고, 실리카 기반 세라믹에서 사용되는 실란 처리만으로 안정적인 화학적 접착을 기대하기 어렵다.

알루미나의 표면처리는 주로 알루미나 입자를 이용한 air abrasion 또는 샌드블라스팅을 통해 이루어진다. 이 과정은 수복물 내면의 표면 거칠기를 증가시키고 레진 시멘트와의 접촉 면적을 넓히기 위한 목적으로 사용된다. 일반적으로는 50 μm 알루미나 입자를 약 1-2 bar의 압력으로, 약 10 mm 거리에서

10-15초 정도 적용하는 조건이 사용된다. 다만 입자 크기, 압력, 적용 시간, 분사 거리에 따라 표면 거칠기와 표면 손상 정도가 달라질 수 있으므로, 과도한 샌드블라스팅은 피해야 한다⁹⁾.

알루미나 표면은 산화물 세라믹의 특성을 가지므로, 인산계 기능성 모노머(phosphate functional monomer)를 포함하는 프라이머가 사용될 수 있다. 특히 10-MDP의 인산기는 알루미나 표면의 산화물층 또는 표면 수산화기와 상호작용할 수 있으며, 이 과정에서 Al-O-P 형태의 인산염 결합(phosphate linkage)이 형성될 수 있다¹⁰⁾.

3. Polycrystalline ceramics: zirconia

지르코니아(zirconia)는 유리상을 거의 포함하지 않는 다결정 세라믹으로, 불산 처리에 반응하지 않는다. 따라서 유리 세라믹과 달리 불산 처리나 실란 적용만으로는 충분한 접착을 기대하기 어렵다¹⁰⁾.

지르코니아 표면처리에는 일반적으로 알루미나 입자를 이용한 분사 처리, 즉 샌드블라스팅(sandblasting)이 사용된다. 이 과정은 표면 거칠기를 증가시켜 레진 시멘트와의 미세기계적 결합을 형성하기 위한 것이다. 임상적으로는 50 μm 알루미나 입자를 약 1-2 bar의 압력으로, 약 10 mm 거리에서 10-15초 정도 적용하는 조건이 흔히 사용된다. 다만 과도한 분사 처리는 표면 결함이나 미세균열을 유발할 수 있으므로 피해야 한다¹¹⁾.

지르코니아 접착에서는 10-MDP를 포함하는 지르코니아 프라이머(zirconia primer), 범용 접착제(universal adhesive), 또는 MDP 함유 레진 시멘트(MDP-containing resin cement)가 사용된다. 지르코니아는 실리카 기반 유리상을 포

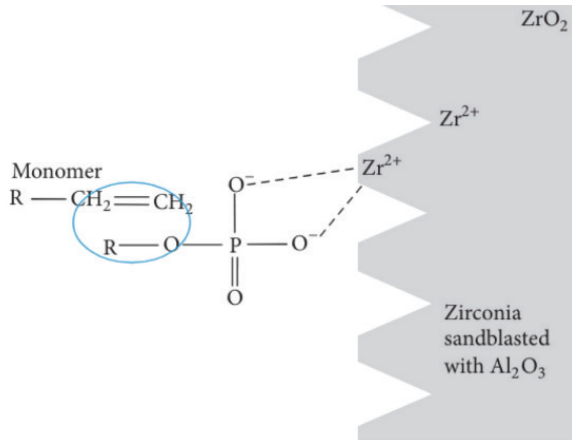


Fig. 4. Surface treatment of zirconia. Application of zirconia primer (10-MDP) on the zirconia surface with increased surface area following alumina sandblasting¹³⁾.

함하지 않지만, 표면에 산화지르코늄 구조와 수산화기를 가질 수 있다. 10-MDP의 인산기는 이러한 지르코니아 표면과 상호작용하여 Zr-O-P 형태의 결합을 형성할 수 있다¹²⁾(Fig. 4).

4. Resin-matrix ceramics

레진 매트릭스 세라믹(resin-matrix ceramics)은 세라믹 필러 또는 세라믹 네트워크와 레진 기질(resin matrix)이 함께 존재하는 CAD/CAM 수복 재료군이다¹⁴⁾. 이 재료군은 전통적인 유리 세라믹이나 지르코니아와 달리 무기 성분과 유기 레진 성분을 모두 포함하므로, 표면 처리 방법도 재료의 구성에 따라 달라진다. 레진 매트릭스 세라믹은 크게 Reinforced composite와 고분자 침투 세라믹 네트워크(polymer-infiltrated ceramic network, PICN)로 나누어 설명할 수 있다.

1) Reinforced composite

Reinforced composite는 레진 기질 안에 세라믹 또는 무기 필러가 고함량으로 포함된 재료이다. 대표적인 제품으로 Lava Ultimate(3M)와 MAZIC Duro(Vericom)가 있다. 이 재료군은 레진 성분의 비율이 상대적으로 높기 때문에, 유리 세라믹처럼 불산 처리와 실란 적용을 기본으로 하는 표면처리와는 차이가 있다. 일반적으로는 샌드블라스팅을 통해 수복물 내면의 표면 거칠기를 형성하고, 이후 레진 기질과 반응할 수 있는 접착제 또는 프라이머를 적용한다. 필러 성분이 노출되는 경우에는 실란 적용이 함께 고려될 수 있다¹⁵⁾.

2) Polymer-infiltrated ceramic network

고분자 침투 세라믹 네트워크(polymer-infiltrated ceramic network, PICN)는 다공성 세라믹 네트워크 안으로 고분자 레진이 침투된 이중 네트워크 구조를 가지는 재료이다. 대표적인 제품으로 Vita Enamic(VITA)과 Amber Mill H(Hass)가 있다. PICN은 세라믹 네트워크와 레진 네트워크가 함께 존재하므로, 표면 처리에서도 두 성분을 모두 고려해야 한다. 세라믹 네트워크에 대해서는 불산 처리를 통해 미세기계적 유지 형태를 형성하고 실란을 적용할 수 있으며, 레진 성분에 대해서는 접착제 적용이 고려될 수 있다. 따라서 PICN의 표면처리는 Reinforced composite보다 유리 세라믹의 표면처리와 더 유사한 면을 가진다¹⁶⁾.

레진 시멘트와 접착 시스템의 선택

레진 시멘트는 레진 기반의 합착 재료로, 일반적으로 dimethacrylate계 레진 매트릭스와 무기 필러를 포함한다. 레진 시멘트는 수복물과 치질 사이에서 미세기계적 결합 및 화학적 결합을 통해 유지에 기여하며, 세라믹, 지르코니아, 레진 매트릭스 세라믹, 섬유 포스트 등 다양한 간접수복물의 접착에 사용된다.

레진 시멘트는 술식에 따라 etch-and-rinse 또는 self-etch adhesive와 함께 사용하는 adhesive resin cement, 그리고 별도의 adhesive 적용 없이 사용하는 self-adhesive resin cement로 나눌 수 있다⁴⁾. Adhesive resin cement는 술식이 다소 복잡하지만, 법랑질과 상아질에 대한 접착력을 높일 수 있다. 특히 상아질 변연이 많고 수복물 유지가 접착에 크게 의존하는 경우에는 adhesive resin cement와 적절한 치면 처리가 중요하다.

Self-adhesive resin cement는 술식이 간단하고 수분 조절이 상대적으로 용이하다는 장점이 있다. 그러나 점도가 높고 상아질 내로의 침투가 제한될 수 있으며, hybrid layer 형성이 충분하지 않아 adhesive resin cement보다 접착 강도가 낮게 나타날 수 있다¹⁷⁾.

Universal adhesive는 self-etch, selective enamel etching, total-etch 등 다양한 방식으로 사용할 수 있고, 10-MDP와 같은 기능성 모노머를 포함하는 경우가 많다. 또한 법랑질, 상아질, 지르코니아, 금속, 세라믹, 기존 복합레진 등 다양한 기

질에 적용할 수 있어 임상적으로 활용도가 높다. 다만 universal adhesive가 모든 재료에서 동일하게 최적의 결과를 보장하는 것은 아니므로, 수복 재료와 시멘트 시스템의 조합을 고려해야 한다.

임상 실패를 줄이기 위한 고려사항

심미 간접수복물의 접착 실패는 한 가지 원인으로 발생하기 보다는 여러 단계의 작은 오류가 누적되어 나타나는 경우가 많다. 따라서 접착 과정은 최종 시멘트 접착 단계에만 국한되지 않으며, 수복물의 시적, 치면 격리, 수복물 내면 세척, 치면 처리, 시멘트 적용, 광중합, 잔여 시멘트 제거, 교합 조정까지 이어지는 일련의 과정으로 이해할 필요가 있다(Fig. 5).

수복물의 시적(try-in) 과정은 접착 전 필수적인 단계이지만, 동시에 수복물 내면 오염이 발생하기 쉬운 과정이다. 시적 단계에서는 내면 적합, 인접면 접촉, 변연 적합, 색조, 형태를 확인하게 되며, 이 과정에서 수복물 내면이 타액, 혈액, 실리콘 지시재, 시적용 페이스트(try-in paste) 등에 노출될 수 있다. 이러한 오염은 레진 시멘트의 젖음성(wettability)을 저하시키거나, 실란 또는 기능성 모노머와 수복물 표면 사이의 반응을 방해할 수 있다. 따라서 시적 후에는 수복 재료의 종류에 맞는 세척 과정이 필요하며, 필요한 경우 표면처리 또는 프라이머 적

용을 다시 시행해야 한다¹⁸⁾.

격리는 접착 술식 전반에서 중요한 임상 조건이다. 레진 기반 접착 시스템은 수분, 타액, 혈액에 민감하며, 특히 치은연하 변연이나 인접면 변연에서는 오염 관리가 어려울 수 있다. 가능하다면 리버댐을 이용하여 술야를 격리하고, 적용이 어려운 경우에도 코튼롤, 흡입기, 치은압배사, 테플론 테이프 등을 이용하여 오염을 줄여야 한다. 격리가 불충분한 경우 치면 처리와 수복물 내면 처리가 적절히 이루어지더라도 접착 계면의 안정성이 저하될 수 있다¹⁹⁾.

치면 측면에서는 법랑질과 상아질의 접착 특성을 구분해야 한다. 법랑질은 인산 처리 후 미세 요철이 형성되고 레진 침투가 비교적 안정적으로 이루어지는 반면, 상아질은 수분과 유기질 성분을 포함하고 있어 술식 민감도가 높다. 상아질에서는 과도한 건조, 불충분한 프라이머 침투, 콜라겐 붕괴(collagen collapse), 잔류 용매 등이 접착에 영향을 줄 수 있다. 따라서 노출된 상아질이 많은 간접수복 증례에서는 즉시 상아질 봉쇄(immediate dentin sealing, IDS)를 고려할 수 있다²⁰⁾. IDS는 치아 삭제 직후 신선한 상아질에 접착제를 적용하고 광중합하여 상아질을 미리 봉쇄하는 술식이다. 이는 최종 접착 전까지 상아질 오염을 줄이고, 술후 민감도 감소와 접착 강도 향상에 기여할 수 있다. 특히 인상 채득, 스캔, 임시수복물 장착이 필요한 간접수복 과정에서는 노출된 상아질을 조기에 처리한다는 점에서 임상적 의미가 있다.

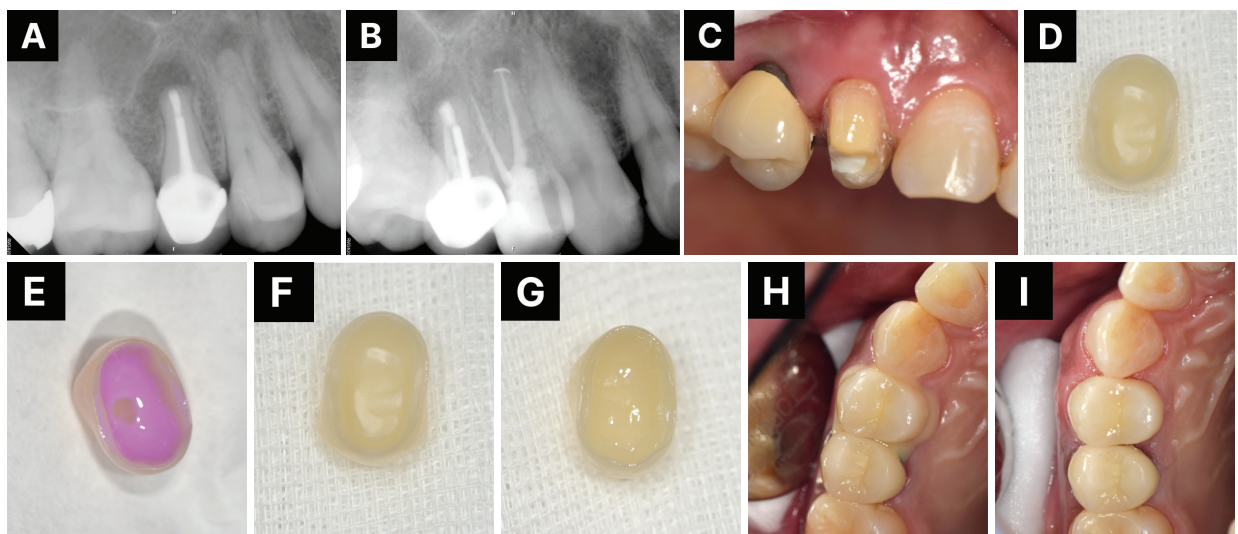


Fig. 5. Clinical cementation procedure for a zirconia crown. A. Preoperative radiograph. B. radiograph after root canal treatment. C. prepared tooth with application of universal adhesive. D. internal surface of the zirconia crown. E. cleaning of the internal surface after try-in. F. internal surface after sandblasting, cleaning, and drying. G. internal surface after application of zirconia primer. H. final cementation with resin cement. I. final result after removal of excess cement.

심미 간접수복물의 재료가 다양해질수록 하나의 접착 프로토콜을 모든 증례에 적용하기는 어렵다. 유리 세라믹, 알루미늄, 지르코니아, 레진 매트릭스 세라믹은 표면 구조와 화학적 특성이 다르므로, 수복 재료에 따라 표면처리와 프라이머 선택이 달라져야 한다. 동일한 레진 시멘트를 사용하더라도 수복물 내면의 전처리, 기능성 모노머 또는 실란의 적용 여부, 오염 제거 방법에 따라 접착 계면의 형성 양상이 달라질 수 있다.

시멘트 적용 이후에는 수복물의 정확한 위치 안착과 잔여 시멘트 제거가 중요하다. 과도한 시멘트는 택 큐어링(tack curing) 또는 겔 상태(gel phase)에서 제거할 수 있으며, 인접면과 치은연하 변연에 잔여 시멘트가 남지 않도록 확인해야 한다. 잔여 시멘트는 치은 염증, 변연부 착색, 인접면 치실 통과 장애의 원인이 될 수 있다.

심미 간접수복물의 접착은 수복물 표면 처리, 치면 처리, 레진 시멘트 적용, 중합, 교합 조정이 연속적으로 연결되는 과정으로 볼 수 있다. 이 과정에서 수복물 표면, 치질, 레진 시멘트 각각의 계면을 구분하여 관리하는 접근이 필요하다.

결론

심미 간접수복물의 접착은 수복 재료, 레진 시멘트, 치질 표면이 만나는 여러 계면에서 이루어진다. 간접수복에 사용되는 심미 재료는 서로 다른 표면 구조와 화학적 특성을 가지므로, 동일한 접착 술식을 모든 재료에 일괄적으로 적용하기는 어렵다.

접착 과정에서는 수복물 내면의 표면처리와 오염 관리뿐 아니라 치면 격리, 법랑질과 상아질의 처리, 레진 시멘트의 선택, 중합 조건, 잔여 시멘트 제거가 함께 고려되어야 한다. 이러한 단계들은 서로 독립된 과정이 아니라 최종 접착 계면의 형성으로 이어지는 연속적인 술식 과정이다.

따라서 심미 간접수복물의 접착에서는 재료별 표면 특성과 임상 술식 조건을 함께 고려하는 접근이 필요하다. 이를 통해 접착 실패를 줄이고 보다 예측 가능한 임상 결과를 얻을 수 있다.

Conflicts of Interest: None

References

1. Murdoch-Kinch CA, McLean ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc* 2003; 134: 87-95.
2. van den Breemer CR, Gresnigt MM, Cune MS. Cementation of glass-ceramic posterior restorations: a systematic review. *Biomed Res Int* 2015; 2015: 148954.
3. Wongsue S, Thanatvarakorn O, Prasansuttiporn T, Nimmanpipug P, Sastraruji T, Hosaka K, et al. Effect of surface topography and wettability on shear bond strength of Y-TZP ceramic. *Sci Rep* 2023; 13: 18249.
4. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. a status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *J Adhes Dent* 2020; 22: 7-34.
5. Tekçe N, Tuncer S, Demirci M. The effect of sandblasting duration on the bond durability of dual-cure adhesive cement to CAD/CAM resin restoratives. *J Adv Prosthodont* 2018; 10: 211-217.
6. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83: 454-458.
7. Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JK. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: a review. *Dent Mater* 2018; 34: 13-28.
8. Araújo-Neto VG, Nobre CF, Freitas MI, Lima RB, Sinhoreti MA, Del Bel Cury AA, et al. Effect of hydrofluoric acid concentration on bond strength to glass-ceramics: a systematic review and meta-analysis of in-vitro studies. *J Adhes Dent* 2023; 25: 231-240.
9. Papia E, Larsson C, du Toit M, Vult von Steyern P. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: a systematic review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2014; 102: 395-413.
10. Kern M. Bonding to oxide ceramics-laboratory testing versus clinical outcome. *Dent Mater* 2015; 31: 8-14.
11. Chintapalli RK, Mestra Rodriguez A, Garcia Marro F, Anglada M. Effect of sandblasting and residual stress on strength

- of zirconia for restorative dentistry applications. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014; 29: 126-137.
12. Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y, Irie M, Yoshida Y, et al. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep* 2017; 7: 45563.
 13. Kim J, Park C, Lee JS, Ahn J, Lee Y. The effect of various types of mechanical and chemical preconditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets on zirconia restorations. *Scanning* 2017; 2017: 6243179.
 14. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzyński M. Review on polymer, ceramic and composite materials for CAD/CAM indirect restorations in dentistry-application, mechanical characteristics and comparison. *Materials (Basel)* 2021; 14: 1592.
 15. Fathy H, Hamama HH, El-Wassefy N, Mahmoud SH. Effect of different surface treatments on resin-matrix CAD/CAM ceramics bonding to dentin: in vitro study. *BMC Oral Health* 2022; 22: 635.
 16. Conejo J, Ozer F, Mante F, Atria PJ, Blatz MB. Effect of surface treatment and cleaning on the bond strength to polymer-infiltrated ceramic network CAD-CAM material. *J Prosthet Dent* 2021; 126: 698-702.
 17. Miotti LL, Follak AC, Montagner AF, Pozzobon RT, da Silveira BL, Susin AH. Is conventional resin cement adhesive performance to dentin better than self-adhesive? a systematic review and meta-analysis of laboratory studies. *Oper Dent* 2020; 45: 484-495.
 18. Pilecco RO, Machry RV, Ribeiro VF, Moraes RR, Pereira GKR. Evaluation paste removal method and bond strength between resin cement and lithium disilicate ceramic: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2025; 133: 1040-1046.
 19. Falacho RI, Melo EA, Marques JA, Ramos JC, Guerra F, Blatz MB. Clinical in-situ evaluation of the effect of rubber dam isolation on bond strength to enamel. *J Esthet Restor Dent* 2023; 35: 48-55.
 20. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17: 144-154.

Dreaming of a slow aging in the oral cavity

구강의 저속노화를 꿈꾸다

Yoorina Choi ^{1,2,*}

¹Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Wonkwang University, Iksan, Korea

²Wonkwang Dental Research Institute, School of Dentistry, Wonkwang University, Iksan, Korea

ABSTRACT

As South Korea entered a super-aged society in 2025, the growing elderly population has brought increasing attention to the significance of oral aging. Oral aging encompasses far more than simple tooth loss; it involves a complex array of physiological changes, including decreased salivary secretion, atrophy of the oral mucosa, deterioration of periodontal tissues, and decline in masticatory function. These oral changes are closely associated with systemic health outcomes such as nutritional imbalance, cardiovascular disease, and cognitive decline. This article reviews the clinical characteristics of oral diseases commonly encountered in the elderly, with particular emphasis on the diagnostic and therapeutic approaches to root caries and cracked teeth. In addition, the principles of periodic recall examination, oral hygiene instruction, and patient counseling are presented from a maintenance therapy perspective. Finally, policy recommendations are proposed to strengthen institutional support for improving oral health in older adults. A thorough understanding of the oral characteristics of elderly patients and the commitment to prevention-centered care by clinicians will serve as the foundation for realizing healthy oral aging of the oral cavity. (*J Korean Dent Assoc* 2026; 64(6): 211-222)

Key words : Healthy Aging; Oral Health; Geriatric Dentistry; Root Caries; Tooth Fractures

서론

우리나라는 2025년 처음으로 65세 이상 고령인구 비중이 전체 인구의 20%를 넘어서며 초고령사회로 진입하였다¹⁾. 고령인구 수는 2025년 1,000만 명을 넘었고, 2072년에는 1,727만 명(47.7%)까지 증가할 전망이다²⁾. 기대수명 또한 꾸준히 증가하여 2022년 남녀 평균 83.7세에서 2072년에는 91.1세(중위 가정 기준)까지 늘어날 것으로 예측된다²⁾. 이제는 단순히 오래 사는 것이 아닌, 건강하게 오래 사는 '건강수명(healthy life expectancy)'의 확보가 개인의 삶에서 중요한 화두일 뿐 아니라 사회 유지를 위한 핵심 과제가 되었다.

한편, 구강건강은 전신건강과 밀접하게 연관되어 있다. 치주

질환은 심혈관 질환, 당뇨병, 폐렴 등과 밀접하게 관련됨이 보고되어 왔으며³⁾, 구강건조증은 연하 곤란과 흡인성 폐렴의 위험을 높이는 동시에 구강 세균총의 변화를 통한 전신 감염으로 이어질 수 있다⁴⁾. 치아 상실과 저작 기능 저하는 영양 불균형, 체중 감소, 근감소증(sarcopenia)으로 이어지며, 인지기능 저하 및 치매와의 연관성도 다수의 코호트 연구에서 제시된다⁵⁾. 고령자의 구강건강 저하와 이로 인한 저영양 상태는 전신 쇠약을 불러오는 위험 인자로 지목되며, 쇠약에서 요양이 필요한 의존적 노쇠 상태로 진행하게 하는 위험 인자 중 하나로 간주되고 있다⁶⁾.

구강노화(oral aging)라는 용어에 대한 단일한 공식 정의는 없다. 구강노화는 시간의 경과에 따라 구강악안면계를 구성하는 치아, 치주조직, 타액선, 구강점막, 악골, 악관절 및 저작근에 발생하는 진행성 생리적 변화로 이해할 수 있으며, 그 속도와 양상은 개인의 생활습관, 환경 및 유전적 요인에 따라 다양하게 나타난다⁷⁾. 최근에는 구강노쇠(oral frailty) 개념이 주목

*Corresponding author: Prof. Yoorina Choi
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Wonkwang University, 460 Iksan-daero, Iksan, Jeonbuk-do 54538, Korea
Tel: +82-63-850-6958, E-mail: dbflsk@wku.ac.kr

받고 있는데, 이는 일정 수준 이상의 변화가 누적되어 구강 기능의 저하와 전신적 노쇠 위험이 증가한 상태를 일컫는다⁶⁾. 노화를 질병으로 볼 수 있는가에 대해서는 학계의 의견이 아직 분분한 만큼, 구강노화 자체를 질병으로 볼 수는 없다. 다만 이러한 생리적 변화에 개인 간 차이가 크다는 점에서, 구강노화의 속도를 늦추고 질병 없이 오랫동안 구강 기능을 유지할 수 있도록 하는 노력이 필요하다. 건강한 구강노화는 건강한 전신 노화에 중요한 토대가 된다⁷⁾.

본고에서는 구강노화의 속도를 늦추어 건강수명을 연장하고자 하는 전략적 접근을 '구강의 저속노화'로 표현하였다. 다만 '저속노화'라는 표현은 최근 대중에게 널리 회자된 용어로, 공식적인 학술 용어는 아니다. 이러한 용어가 대중에게 호응을 받는다는 것은, 건강하게 오래 사는 건강한 노화에 대한 사회적 열망이 그만큼 크다는 방증일 것이다. 학술 문헌에서는 이와 상응하는 개념을 '성공적인 구강노화(successful oral aging)' 혹은 '건강한 구강노화(healthy oral aging)'로 표현하고 있으므로⁷⁾, 본고에서도 이를 핵심 개념 용어로 삼고자 한다.

본고에서는 노인기 구강 질환의 임상적 특성, 특히 치과보존학 분야와 관련된 치근우식증 및 균열치의 진단과 치료를 중점적으로 소개한다. 아울러 유지치료를 위한 정기 검진 시 포함되어야 할 내용을 살펴보고, 노인 구강건강 증진을 위한 제도적 지원 방안을 제안하고자 한다. 환자의 건강한 구강노화는 이제 공중보건적 과제가 되었으며, 이를 위해 임상가 개개인의 관심과 공감대 형성이 필요하다.

노인기 주요 구강 질환의 진단과 치료

건강한 구강노화를 위해서는 질병이 없는 상태가 전제되어야 한다. 다수 치아가 이미 상실되었거나 상실이 불가피한 경우에는 적절한 보철적 재건을 통해 저작 기능이 가능한 치아 수를 확보하는 것이 필요하며, 잔존 치아에 문제가 있는 경우에는 조기에 진단·치료하여 추가적인 치아 상실을 예방하는 것이 중요하다⁷⁾. 노인기 구강 질환은 적절한 섭식을 방해하고 이는 전신 노쇠를 가속화할 수 있으며⁸⁾, 역으로 단당류나 유동식 위주의 섭식, 구강 자정 작용 감소, 구강위생 유지 능력의 저하 등으로 인해 구강 질환을 더욱 악화시키는 악순환의 고리로 연결될 수 있다⁹⁾. 그러므로 적절한 시기에 구강 질환을 진단·치료하여 건강한 치열을 확립하는 것이 중요하다⁷⁾.

노인기에 주로 나타나는 구강 질환으로는 구강건조증, 치주 질환, 치근우식증, 치아 균열 및 파절, 구치 상실·교모에 따른 전치부 과개교합 및 교합성 외상 등이 있다. 이하에서는 이들 질환의 임상적 특성을 간략히 살펴보고, 그 중 치과보존학 영역과 밀접하게 관련된 치근우식증과 균열치의 진단 및 치료에 대해 중점적으로 다루고자 한다.

1. 구강건조증(xerostomia)

구강건조증은 65세 이상 노인의 약 30%에서 나타나며, 주관적 건조감과 객관적 타액 분비량 감소(hyposalivation)로 구분된다¹⁰⁾. 주요 원인으로는 다약제 복용(항히스타민제, 이노제, 항콜린제, 삼환계 항우울제 등), 두정부 방사선 치료, 쇼그렌 증후군, 탈수 및 불량한 당뇨 조절 등이 있다¹⁰⁾. 타액은 구강 내 완충, 항균, 음식물 분해, 연하 윤활 및 재광화 기능을 담당하므로, 타액 분비 감소는 치근우식증, 치주질환, 구강 칸디다증, 연하 장애, 미각 이상, 의치 장착 불편감 등 다양한 합병증을 유발한다¹⁰⁾. 또한 타액 분비 감소는 구강 내 산도 조절 능력을 저하시켜 치아 부식을 가속화하고, 수복물 변연부의 이차 우식 발생률을 높여 기존 수복물의 수명을 단축시킬 수 있다¹¹⁾.

구강건조증의 치료는 원인 파악이 우선이며, 원인 약물을 확인하고 가능한 경우 담당 의사와 협의하여 대체 약물로 조정한다¹⁰⁾. 우선적으로 무가당 껌·사탕을 이용한 타액 분비 자극, 충분한 수분 섭취, 카페인·알코올 제한 등의 보존적 방법을 시도하며, 증상 완화가 불충분한 경우에는 인공 타액 제제(스프레이, 젤, 구강 보습제 등)를 사용하여 구강 내 건조감을 완화할 수 있다. 이러한 방법으로도 증상 조절이 어렵거나 전신 질환과의 연관성이 의심되는 경우에는 구강내과 전문의에게 의뢰하여 필로카르핀(pilocarpine) 등의 타액 분비 촉진제 처방 또는 원인 질환에 대한 전문적 평가를 받도록 한다¹⁰⁾. 구강건조증 환자에서는 치근우식증 예방을 위해 고농도 불소 치약(5,000ppm) 또는 전문가 불소 도포를 병행하는 것이 권고된다¹⁰⁾.

2. 치주질환(periodontal disease)

노인기 치주질환은 만성적 경과를 밟아 치조골 소실이 상당히 진행된 상태로 내원하는 경우가 많다. 전신 면역 기능 저하, 당뇨병 등 전신 질환, 흡연력, 치아 배열 이상, 의치 부적합 등 복합적인 위험인자가 중첩되어 있으며, 노인 환자에서는 치은

퇴축이 동반되는 경우가 많아 치주낭 깊이만으로는 실제 치주 파괴 정도를 과소평가할 수 있으므로, 치조골 소실 정도와 임상적 부착 소실(clinical attachment loss, CAL)을 포함한 종합적인 평가가 필요하다¹²⁾.

치주질환은 치근우식증과 상호 악화적 관계에 있어, 치은 퇴축이 클수록 치근면 노출 면적이 넓어지고 우식 위험이 증가한다. 역으로 치근우식증에 의한 치질 파괴는 치근면의 불규칙한 표면을 형성하여 치태 침착과 음식물 압입을 촉진하고, 구강위생 관리를 어렵게 하여 치주 지지 조직의 추가 소실을 가속화할 수 있다. 치주질환은 그 자체로 치아 동요와 상실을 초래하는 만성 구강 질환으로, 성인기 이후 꾸준한 예방과 관리가 필요하다.

나이가 치주질환은 전신건강의 위험 인자로도 주목받고 있다. 치주질환은 암, 심혈관 질환, 소화기 질환, 내분비 및 대사 질환, 신경계 질환을 포함한 다양한 전신 질환과 연관되어 있으며, 이러한 질환의 발생과 유의한 상관관계를 보일 뿐 아니라 예후에도 영향을 미칠 수 있다³⁾. 따라서 성인기부터 치주질환의 중요성과 예방법에 대한 구강보건교육이 필수적이며, 이미 발생한 치주질환에 대해서는 추가적인 치조골 소실 및 치아 상실을 방지하기 위한 전문적인 치주치료가 필요하다.

3. 치근우식증(root caries)

치근우식증은 다른 연령군에 비해 노인기에 현저히 많이 발생한다. 미국 국가건강영양조사(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)의 1999~2004 데이터에 따르면, 50~64세의 21.6%, 65~74세의 31.7%, 75세 이상의 42.3%에서 우식 또는 수복된 치근우식증이 관찰되었다¹³⁾.

치근우식증은 치주질환 또는 치은 퇴축으로 인해 노출된 백악질과 상아질에서 발생하며, 노인기의 다약제 복용으로 인한 타액 분비 감소, 면역 기능 저하, 구강위생 유지 능력의 저하, 수복물 증가에 따른 치근면 노출 확대 등이 복합적으로 작용하여 악화된다¹⁰⁾.

치근면은 법랑질에 비해 우식에 더 취약한 해부학적 특성을 가진다. 법랑질의 임계 pH가 5.5인 데 반해 상아질의 임계 pH는 6.2-6.7로 높아, 백악질이 상실되어 상아질이 노출된 치근면은 구강 내 산도가 조금만 저하되어도 쉽게 탈회가 일어나 우식에 취약하다¹⁴⁾.

치근우식증은 초기에 뚜렷한 임상 증상 없이 서서히 진행되어 발견이 늦어지기 쉽고, 병소가 인접면의 치은 조직과 인접한 부위에 위치하는 경우 접근 및 방습이 어려워 수복 자체가 까다로울 뿐 아니라 수복 후 재탈락이 일어나기 쉽다는 임상적 한계가 있다. 더욱이 치근부는 치주강까지의 거리가 교합면에 비해 짧아, 우식이 일정 수준 이상 진행되면 근관치료로 이어질 가능성이 상대적으로 높다. 이러한 임상적 특성을 고려할 때, 치근우식증은 예방 중심의 접근이 더욱 중요하다.

치근우식증의 진단은 임상검사와 방사선사진 검사를 복합적으로 활용하여 판단한다^{15,16)}. 임상적으로는 치경부의 황갈색 변색과 탐침(probing) 시 연화감으로 나타나며, 방사선학적으로는 치근면의 방사선 투과성 증가로 확인된다.

치경부에 음식물이나 치태가 저류하는 경우, 이를 위험인자로 보고 수평각을 달리한 교익방사선사진 촬영을 포함한 세심한 임상검사가 필요하다. 기존 우식 경험이 많거나 보철 수복물이 다수인 경우에도 주기적인 방사선사진 촬영이 권고되는데, 특히 교익방사선사진은 인접면 우식 병소를 관찰하는 데 유용하다¹⁶⁾ (Figs. 1A and B). 시진(visual inspection)을 위해서는

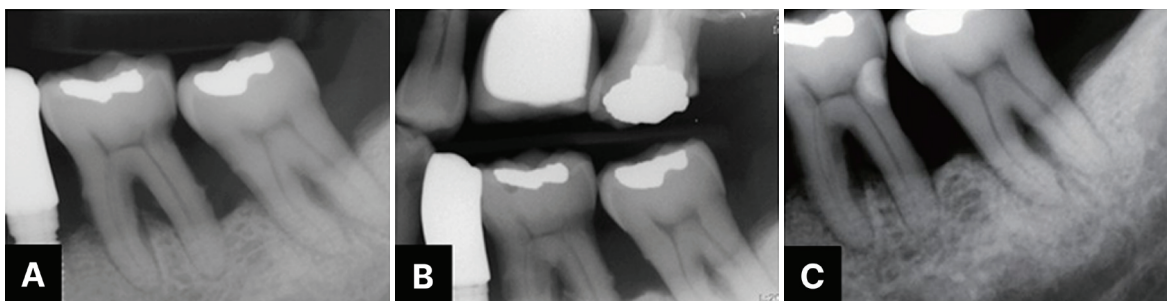


Fig. 1. Radiographic features of root caries¹⁵⁾. A. Small root caries lesions are difficult to distinguish from cervical burnout on periapical radiographs. The distal surface of tooth #36 represents a true lesion, whereas the mesial surface of tooth #37 shows cervical burnout. B. Interproximal carious lesions are more accurately detected on bitewing radiographs. C. Post-restoration image using glass ionomer. When buccal or lingual access is available, a slot-type cavity can be prepared, residual caries carefully removed using a low-speed handpiece with a round bur, and the lesion restored with a matrix system and glass ionomer.

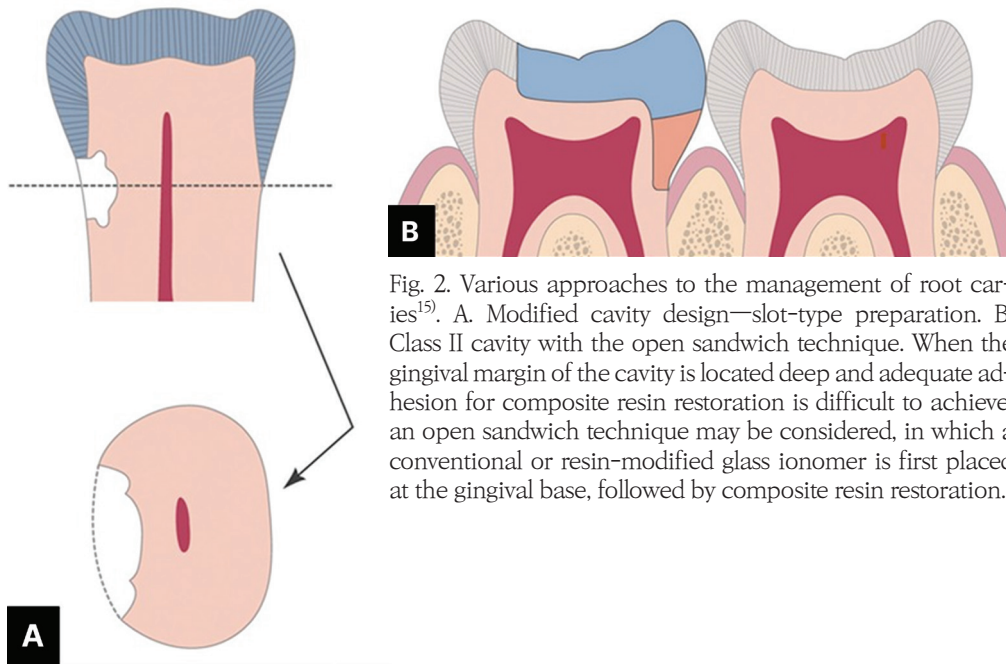


Fig. 2. Various approaches to the management of root caries¹⁵⁾. A. Modified cavity design—slot-type preparation. B. Class II cavity with the open sandwich technique. When the gingival margin of the cavity is located deep and adequate adhesion for composite resin restoration is difficult to achieve, an open sandwich technique may be considered, in which a conventional or resin-modified glass ionomer is first placed at the gingival base, followed by composite resin restoration.

치면세마(prophylaxis)로 치태를 제거한 후 압축공기로 건조한 상태에서 관찰하여야 하며, 탐침 시에는 치아 인접면의 치근면과 기존 수복물의 치은 측 경계 부위를 면밀하게 확인하여야 한다. 노인 환자에서는 구강 내 다수 크라운 수복물 하방으로 노출된 순측 및 설측 치경부에도 치근우식증이 호발한다. 한편, 방사선사진에서 치경부 소환(cervical burnout)과 같은 영상 오류가 치근우식증 병소와 혼동될 수 있으며, 순설면의 우식 병소는 방사선사진만으로 확인하기 어려운 경우가 많다^{15,16)}. 따라서 치근우식증의 정확한 진단을 위해서는 방사선 검사와 함께 구강 청결도 확인, 시진 및 탐침 결과를 종합적으로 판단하는 것이 필수적이다^{15,16)}.

얇고 경화된 치근우식증은 주기 검진, 칫솔질 교육, 불소 도포 등의 예방적 접근으로 진행을 억제할 수 있다¹⁷⁾. 그러나 비침습적 방법으로 억제되지 않는 활성 와동 병소는 수복치료가 필요하다. 수복 재료로는 복합레진, 레진강화형 글라스아이오노머(resin-modified glass ionomer), 전통형 글라스아이오노머(conventional glass ionomer) 모두 사용 가능하다¹⁷⁾. 인접면 접촉점 하방이면서 협측이나 설측에서 접근 가능한 병소에 대해서는 슬롯형 와동(slot design cavity)을 형성한 후 매트릭스(matrix)를 이용하여 전통형 또는 레진강화형 글라스아이오노머로 수복하는 방법을 고려할 수 있다¹⁵⁾ (Figs. 1C and 2A). 다만 이 방법은 시야 및 접근의 한계가 있으므로, 병소 진행 억제를 위한 현실적 선택임을 사전에 환자에게 충분히

설명하여야 한다. 와동이 크거나 인접면 접촉을 포함하는 경우, 또는 협측 설측 접근이 불가능한 경우에는 교합면에서 편외형태(convenience form)의 와동을 형성하여 2급형으로 수복하는 방법을 고려할 수 있다¹⁵⁾. 이 경우 방식이 어려운 와동 기저부에는 전통형 글라스아이오노머를 적용하고 상방부를 복합레진으로 마무리하는 오픈 샌드위치 기법(open sandwich technique)도 유용한 대안이 될 수 있다¹⁵⁾ (Fig. 2B). 치수강과 거리가 매우 가깝거나 치수염 증상이 명확한 경우에는 근관치료 및 크라운 수복이 필요할 수 있으며, 근관치료를 동반하지 않고 수복만 시행한 이후에도 치수염이 발생할 가능성이 있음을 사전에 충분히 설명하여 환자의 이해를 높이는 것이 중요하다.

4. 균열치 및 치아 파절(cracked tooth and tooth fracture)

노인기에는 치아 구조의 취약성이 증가한다. 수십 년간의 교합력 누적, 온도 변화에 의한 반복적 팽창-수축, 실할치 비율 증가, 수복물의 노후화 등이 복합적으로 작용하여 치아 구조의 취약성을 높인다. 여러 연구에 따르면 균열치는 주로 40~60대에 호발하며^{18,19)}, 고령으로 갈수록 저작근의 근력 저하와 잔존 자연치아 수의 감소로 인해 균열 발생 위험이 상대적으로 줄어드는 것으로 이해된다²⁰⁾. 그러나 이미 발생한 균열이나 파절, 교모 등은 치아 상실과 구치부 수직 고경 상실로 이어질 수 있

으며, 이는 다시 전치부 과개교합 및 교합성 외상 등 연쇄적인 교합 문제를 야기할 수 있다. 균열치는 중년기 이후 치아 상실의 흔한 원인 중 하나로, 중년기부터 노인기에 이르기까지 치아 통증을 호소하는 환자를 진료할 때에는 균열치를 항상 감별 진단의 하나로 고려하여야 하며, 적절한 시기에 진단되고 치료되어야 한다.

균열치가 호발하는 치아에 대해 Roh 등은 한국인 154개 치아를 대상으로 한 연구에서 상악 제1대구치(33.8%), 상악 제2대구치(23.4%), 하악 제1대구치(20.1%), 하악 제2대구치(16.2%) 순으로 보고한 반면²¹⁾, Kang 등은 한국인 175개 치아를 대상으로 한 연구에서 하악 제2대구치(25.1%), 하악 제1대구치(20.0%), 상악 제1대구치(19.4%), 상악 제2대구치(14.3%) 순으로 보고하였다¹⁹⁾. 연구 대상과 방법에 따라 결과에 차이가 있으나, 공통적으로 대구치에서 85~90%가 발생하였다. 또한 소구치 중에서는 상악 소구치(18.8%)가 하악 소구치(2.3%)에 비해 균열 빈도가 높았다^{19,21)}.

치아 균열은 교합 관계, 교두 경사도 및 교두-와 관계(cusp-fossa relationship), 교합면 크기, 기존 수복물의 존재 여부 등 다양한 요인이 복합적으로 관여하며²²⁾, 이러한 다인자적 특성으로 인해 균열 발생을 사전에 예측하기는 어렵다. 그러나 교합력의 부담이 가장 큰 대구치부에서 균열이 흔하게 나타나는 데, 제1, 2대구치, 상악과 하악 대구치의 발생 빈도가 크게 다르지 않고 치아가 서로 인접하여 있으므로 어떤 치아가 원인치인지 감별하기 힘든 경우가 많다. 한편 소구치 중에서는 상악 소구치에서 균열이 비교적 흔한 반면, 하악 소구치에서는 드물게 나타난다. 따라서 하악 소구치부에 균열치와 유사한 증상이 나타나는 경우에는 대합치-인접치의 이상, 기존 수복물의 노후화, 깊은 치정부 수복물 등 다른 원인을 우선적으로 면밀히 감별하여야 한다.

과도한 교합력은 치아뿐 아니라 치주인대(교합성 외상), 치조골(골 흡수) 등 구강악안면계 전반에 걸쳐 병적 영향을 미칠 수 있다²³⁾. 따라서 이갈이-이악물기와 같은 구강악습관이나 과도하게 단단한 음식의 습관적 저작에 대한 위험성을 지속적으로 교육하는 것이 필요하다. 스스로 조절이 어렵거나 적응증이 되는 경우에는 보툴리눔 독소(botulinum toxin) 주사를 고려할 수 있다²⁴⁾.

균열선은 방사선사진에서 확인되지 않는 경우가 대부분이므로, 면밀한 병력 청취와 교합검사를 통한 증상 재현이 진단의 핵심이다. 우선 특정 부위에서 순간적으로 발생하는 예리

한 통증이 있는지를 확인하며, 증상의 시작 시기, 빈도 및 변화 양상에 대한 정보를 함께 수집한다. 균열치는 증상이 오래 전부터 간헐적으로 시작되어 점차 빈도가 증가하는 경과를 보이는 경우가 많다.

국소적인 부위에서 순간적이고 예리한 통증이 있는 경우 균열치를 염두에 두고, 저작검사를 통해 해당 부위를 파악한다. 이 때 Tooth Slooth(Professional Results Inc., Laguna Niguel, CA, USA)와 같이 한 치아 내에서도 교두나 구를 각각 따로 적용할 수 있는 형태의 저작검사 도구(bite testing stick)가 유용하다(Fig. 3). Bite stick 등을 이용하여 교합면 전체를 저작하는 검사 방법으로는, 균열선이 순간적으로 강한 저작압을 받을 때 국소적인 썩기 작용에 의해 발생하는 상아질 수준의 통증을 재현하기 어렵다. 반면 Tooth Slooth와 같은 저작 검사 기구를 이용하면 개개 교두, 구, 변연용선 부위 중 통증 유발 부위를 보다 세밀하게 확인할 수 있다. 술자는 균열선이 의심되는 부위에서 더욱 집중적으로 환자의 반응을 살펴야 한다. 치과진료실에서의 저작검사 시에는 식사 중 발생하는 순간적 통증에 비해 반응이 다소 둔하게 표현되는 경향이 있으나, 한 치아 내에서도 의심되는 균열선 주변의 국소적인 부위에서만 반응이 나타날 때 균열치로 진단할 수 있다²⁵⁾.

한편 오래된 금 인레이의 시멘트 용해나 탈락 직전의 수복물에서도 유사한 통증이 발생할 수 있으므로, 저작압에 반응이 있는 부위에 기존 수복물이 존재한다면 수복물 교체를 우선적인 치료 방법으로 고려하여야 한다.

균열치 진단에 있어 또 다른 중요한 검사 도구는 치주 탐침(periodontal probe)이다. 저작검사서 증상이 재현되는 부위의 균열선 방향을 시진으로 확인하고, 해당 부위 주변의 치주낭 깊이를 측정하는 것이 필요하다. 치주낭 깊이가 국소적으로 깊어진 경우 그 깊이에 비례하여 예후가 불량해진다. Kang 등은 치주낭 깊이 6mm 미만인 균열치에서 근관치료 후 2년 생존율이 96.8%인 반면, 6mm 이상인 경우에는 74.1%로 현저히 낮아짐을 보고하며, 6mm를 예후 판단의 중요한 기준으로 제시하였다¹⁹⁾. 따라서 균열치의 예후 판단과 치료 계획 수립을 위해 치주낭 깊이 측정은 필수적이다. 보조적으로 투과광(transillumination)을 활용하면 시진으로 확인하기 어려운 균열선의 위치와 주행 방향을 파악하는 데 도움이 되며, 균열선이 깊은 경우 광투과의 국소적 차단 현상이 일어나 이는 균열의 깊이를 가늠하는 데 참고가 된다(Fig. 4).

치수염이 동반되지 않은 경우에는 전장관을 통해 교합력을

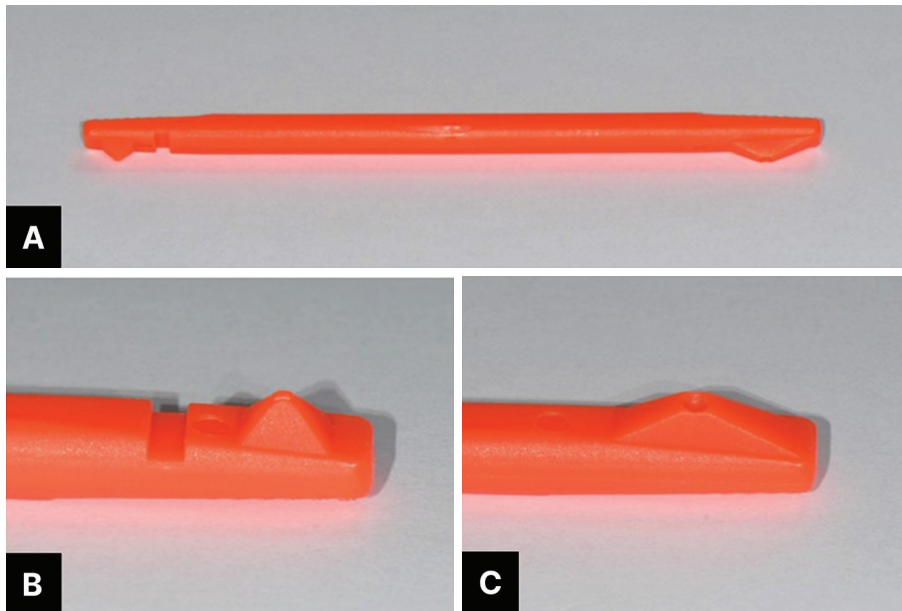


Fig. 3. An instrument useful for bite testing in cracked tooth diagnosis. A. By having the patient bite separately on each cusp, groove, and marginal ridge, the pain-inducing site can be identified more precisely. B. A form suitable for application to grooves or marginal ridges. C. A form on the opposing side suitable for application to cusps.

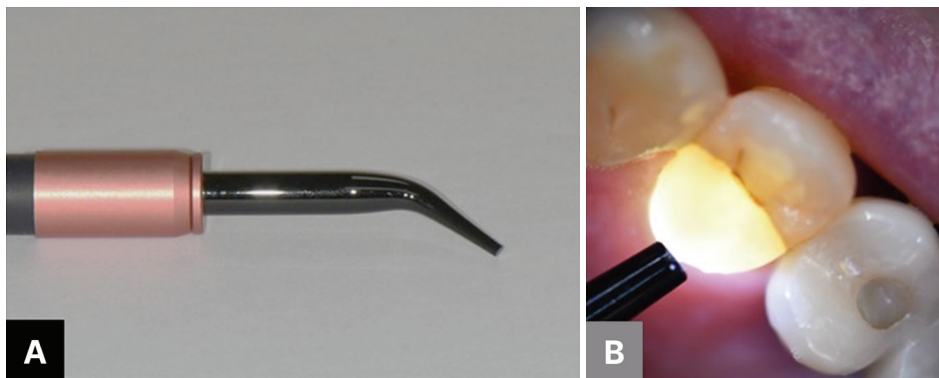


Fig. 4. A transillumination device for optical illumination. A. Local light transmitted through the tooth helps identify the location and course of crack lines that are difficult to detect by visual examination. B. When the crack line is deep, localized interruption of light transmission may occur, offering an approximate indication of the crack depth. (Photo courtesy of Dr. Minju Kim, Department of Conservative Dentistry, Wonkwang University.)

분산하고 치아를 보호하는 보철 치료가 우선적으로 고려된다. 치수염이 동반되었거나 임시 수복 상태에서 증상 개선이 충분하지 않은 경우에는 근관치료 후 전장관 수복을 진행한다. 균열선이 치근 깊이 전체에 걸쳐 진행되어 full-depth의 깊은 치주낭을 형성하는 경우에는 발치가 불가피하다.

교합면에서 치근단 방향으로 진행되는 불완전 파절인 균열치 외에도 다양한 형태의 치아 파절이 발생할 수 있다. Kang 등은 미국근관치료학회(American Association of Endodontists, AAE)의 파절 분류에 따라 교두 파절(fractured cusp)

14.3%, 균열치(cracked tooth) 63.4%, 분리치(split tooth) 10.3%, 수직치근파절(vertical root fracture) 12.0%를 보고하였다¹⁹⁾. 교두 파절은 상악의 소구치 및 대구치에서 흔하게 발생하는데 이는 구개측 기능 교두를 갖고 있는 치관의 해부학적 형태와 관련이 깊은 것으로 보인다. 균열치의 균열선은 대부분 근원심(mesiodistal, MD) 방향으로 진행되나, 상악 소구치나 대구치에서 근구개(mesiopalatal, MP) 방향의 균열선이 명확히 관찰된다면 교두 파절에 의한 증상을 감별 진단으로 고려하여야 한다. 이 경우 치료 중에도 추가적인 교두 파절이 발생할

수 있으며 파절의 깊이에 따라 발치의 가능성이 있음을 사전에 환자에게 충분히 설명하여야 한다. 또한 균열선이 치근까지 도달하여 치아가 분리된 split tooth나 치근단에서 기시하여 협설 방향으로 진행되는 수직치근파절(vertical root fracture)의 경우에는 발치가 불가피하다¹⁹⁾.

5. 구치 상실 및 교모에 의한 전치부 과개교합과 교합성 외상

구치부 치아의 다수 상실이나 장기간의 교모는 수직 교합 고경(vertical dimension of occlusion)을 감소시키며, 이는 전치부 과개교합(deep overbite)과 교합성 외상을 초래한다. 교합성 외상을 받는 치아에서는 치수 과민 증상, 치아 파절 등이 나타날 수 있다²³⁾. 장기간 지속되는 교합 과부하는 치수 실활(pulpal necrosis)로 이어질 수 있으며, 특히 하악 전치부에서는 원인 불명의 치수 실활이나 이로 인한 치근단부 방사선 투과성 병소 또는 수직치근파절이 나타날 수 있다. 상악 전치부에서는 일상적인 저작 중 치관치근파절(crown-root fracture)이 발생하는 경우가 적지 않다. 실제로 근관치료가 되어 있지 않은 치아의 수직치근파절의 평균 발생 연령이 고령에 집중되어 있다는 사실을 통해²⁰⁾, 노인기 전치부 과개교합 관리의 임상적 중요성이 강조된다.

구치부의 광범위한 상실 및 심한 교모가 관찰되거나, 다수 치아의 교합성 외상으로 인한 동요가 관찰될 때는 수직 고경 회복을 위한 보철적 수복을 통해 전치부를 보호하는 것이 이상적이다. 하악 전치부에 수직치근파절이 발생한 경우에는 발치가 필요하다. 상악 전치부 치관치근파절의 경우 파절선이 치은 하방으로 깊지 않다면 근관치료 후 포스트(post) 식립 및 전장관 수복으로 치아를 보존할 수 있으나, 파절선이 깊은 경우에는 발치가 필요하다. 파절편의 단순 재접착은 장기적으로 유지되지 못하고 재파절되는 경우가 많으므로 권장되지 않는다.

정기 검진 시에는 과도한 교합력에 의한 교모 및 그로 인해 발생할 수 있는 문제에 대해 환자에게 지속적으로 교육하는 것이 중요하다. 상·하악 전치부의 과개교합으로 인한 법랑질 파절이나 교모가 관찰되는 경우에는 날카롭게 파절된 선각 부위를 다듬거나 수복하고, 필요에 따라 가벼운 교합 조정을 통해 전치부에 가해지는 교합 부담을 경감시킬 수 있다.

유지치료: 정기 검진, 구강위생지도 및 환자 상담

1. 정기검진

적절한 치료를 통한 동통 해소와 보철적 기능 회복이 이루어진 이후에도 주기적인 유지치료가 필수적이다. 노인 환자에서 정기 검진의 주기는 위험도에 따라 개별화되어야 한다. 고위험군(다약제 복용, 구강건조증, 잦은 당 섭취, 고령 등)은 3~6개월마다, 중등도 위험군은 6개월마다 검진이 권고된다²⁷⁾. 특히 노인 환자의 구강 검진 시에는 다음과 같은 항목들을 세심하게 확인하여야 한다.

1) 포괄적 전신 병력 청취

복용 약물 목록 전체를 확인하고, 구강에 영향을 미치는 약물(구강건조 유발, 치은 과성장 등)을 파악한다. 특히 침습적 처치 전 항응고제 복용 여부를 반드시 확인하여야 한다.

2) 구강 점막 검사

구강암의 대부분은 백반증(leukoplakia), 홍반증(erythroplakia) 등 전암병소에서 발생하므로, 모든 내원 시 구강 점막 전체를 체계적으로 시진·촉진하여야 한다. 의심 병소가 있을 경우 구강악안면외과 또는 구강내과 전문의에게 의뢰하여 조직생검을 통한 확진을 도모하여야 한다²⁸⁾.

3) 치태 조절 평가

전반적인 구강 위생 상태를 평가한다. 자가 칫솔질이 잘 이루어지지 않거나 치태 조절이 불량한 부위가 많은 경우에는 검진 주기를 단축하고, 주기적인 교익방사선사진을 통해 우식 발생 여부를 확인한다.

4) 방사선학적 평가

전악 구내방사선사진 또는 파노라마방사선사진을 통해 전체적인 치조골 소실 정도와 잔존 치근 상태를 평가한다. 우식 활성도가 높은 환자에서는 수평각을 달리한 교익방사선사진을 촬영하여 인접면 치근우식증 여부를 확인한다.

5) 치근면 시진 및 탐침

치은 퇴축 부위의 치근면을 탐침하여 연화된 부위와 우식 병

소를 조기에 발견한다. 치태 조절이 불량한 부위나 음식물 압입이 있는 경우, 치태와 음식물을 제거하고 건조한 상태에서 해당 부위를 면밀히 탐침한다. 방사선사진에서 인접면 투과성 증거가 관찰되는 경우 치경부 소환과 감별하여야 한다. 구강 위생 상태가 양호하고 탐침 시 경조직이 느껴진다면 치경부 소환이거나 초기 병소로서 예방적 접근으로 유지 가능하나, 치태가 침착되어 있고 탐침 시 연화감이 있다면 수복 치료가 필요할 수 있다.

6) 수복물 변연 검사

기존 수복물의 변연을 따라 탐침한다. 수복물 변연 하방 치경부에 치태 조절이 불량한 경우, 치태를 제거하고 건조한 상태에서 면밀히 확인한다. 특히 협·설측 변연부 하방의 언더컷 부위나, 치주 이환으로 치근 이개부가 노출된 경우 우식에 취약하므로 세심하게 살핀다.

7) 치주낭 검사

상 치주골 소실이 관찰되는 부위 외에도, 변연 치은의 부종·색변화·탐침 시 출혈 여부를 확인하고, 치주낭 깊이가 증가한 부위가 있는지 점검한다.

8) 교합 분석 및 균열 진단

상·하악 과개교합이나 절단교합이 있는 경우, 전치부 절단연 선각부 파절이 관찰되거나 전치부에 원인모를 치아 통증이 발생할 수 있다. 이러한 경우, 과개교합이 있는지와 부위를 확인하고 필요 시 교합 조정을 시행한다. 균열치 증상(국소적인 날카로운 통증)을 호소하는 경우에는 Tooth Slooth 및 투과광(transillumination)을 활용하여 통증 또는 불편감이 재현되는 부위를 확인한다.

2. 구강위생지도 및 환자상담

정기 검진 시 환자 교육은 지속적으로 이루어져야 한다. 환자 교육에 포함되어야 하는 내용은 다음과 같다.

1) 효과적 잇솔질 교육

손 운동 능력이 저하된 노인에게는 전동 칫솔, 굵은 손잡이 칫솔 등을 권유할 수 있다. 치실, 치간칫솔, 첨단 칫솔(end-tuft brush) 등 구강위생 보조용품을 소개하고 적용법을 설명한다.

치태 조절이 불량한 부위를 구체적으로 설명하고 해당 부위의 잇솔질을 강조한다. 횡마법에 의한 치경부 결손이 있는 경우에는 다른 잇솔질 방법으로 전환하도록 지도한다. 올바른 잇솔질 방법을 교육하는 것은 여전히 중요하나, 최근의 체계적 고찰에 따르면 잇솔질 방법의 차이보다 잇솔질 시간의 증가가 치태 제거량에 더 일관되게 기여하는 것으로 보고되고 있다²⁹⁾. 1분보다 2분간 잇솔질하였을 때 치태 제거율이 유의미하게 높았으며, 이는 수동 칫솔과 전동 칫솔 모두에서 확인되었다²⁹⁾. 따라서 특정 잇솔질 방법을 지나치게 강조하기보다, 환자의 수준에 맞추어 충분한 시간 동안 잇솔질을 시행하도록 지도하는 것이 실질적으로 더 도움이 될 수 있다. 수면 중에는 타액 분비가 현저히 감소하여 타액의 완충 및 항균 작용이 소실되므로, 취침 전 잇솔질이 가장 중요한 시점임을 강조한다³⁰⁾.

2) 불소 함유 치약 및 구강 보조제

불소 치약은 가용한 최고 농도의 제품을 사용하도록 권고한다. 5,000 ppm 고농도 불소 치약은 노인 치근우식 예방 및 병소 정지에 효과적임이 보고되어 있으나³¹⁾, 현재 국내에서는 식약처 기준상 최대 1,500 ppm까지만 시판이 허가되어 있다. 구입 가능한 고농도 불소 치약을 사용하도록 하고, 고위험군에서는 정기 검진 시 전문가 불소 도포를 병행하는 것이 현실적인 대안이다. 클로르헥시딘 구강세정제 및 자일리톨 제품의 병용도 권고할 수 있다.

3) 식이 상담

당 함량이 높은 정제 식품의 섭취 빈도를 줄이고, 신선식품 및 유제품을 포함한 균형 잡힌 식단을 섭취하도록 권고한다. 구강건조증이 있는 환자에게는 당이 함유되지 않은 물을 자주 마시도록 하여 구강 내 수분을 유지하고, 타액의 완충 기능을 보조하도록 교육한다.

4) 의치 관리 교육

가철성 의치의 야간 제거, 세척 방법, 정기적 의치 조정의 중요성을 교육한다.

5) 구강 악습관 및 과도한 교합력에 대한 인지 및 관리

이같이, 이악물기 등 구강 악습관의 유무를 확인한다. 이악물기 습관을 인지하고 있는 경우라면, 주간 이악물기를 의식적으로 억제하도록 하고, 자연스러운 호흡과 함께 구강 주변 근

육이 이완된 상태를 유지하도록 강조한다. 또한 과도하게 단단한 음식 섭취를 제한하고, 구강 악습관이나 단단한 음식 섭취에 의한 과부하가 치아 및 주변 조직에 미치는 영향을 설명한다.

6) 전신 건강과 구강의 연관성 인식

구강 건강이 전신 건강과 밀접하게 관련될 수 있음을 설명하고, 환자 스스로 구강건강의 중요성을 인식할 수 있도록 동기 부여 상담을 실시한다.

노인 구강건강을 위한 제도적 지원 방안

초고령화 사회로의 진입과 노인 인구의 급증은 노인기 구강 보건을 개인의 건강 문제를 넘어 사회경제적 과제로 다루어야 함을 시사한다. 우리보다 먼저 초고령화 사회를 맞이한 일본에서는 1989년 '8020 운동'(80세에 20개 이상 치아 보유)을 국가 구강건강 증진 전략으로 공식 채택하였다. 캠페인 시작 당시 80세에 20개 이상 치아를 보유한 인구는 7%에 불과하였으나 꾸준히 캠페인을 지속한 결과, 2016년에는 51.6%로 큰 폭으로 증가하였다³²⁾. 이에 후속 목표가 상향되었고, '평생 28개 치아(28 teeth for a lifetime)'라는 새로운 슬로건도 제안되었다³³⁾. 일본의 이러한 성공적인 경험은 구체적인 목표 제시와 정부 차원의 캠페인을 통해 노인기 구강 보건 지표가 획기적으로 개선될 수 있음을 시사한다. 우리나라에서도 구강보건사업 기본계획을 중심으로 정부 차원의 구강보건 정책이 추진되고 있으나, 일본의 8020 운동과 같이 국민이 공감할 수 있도록 명확한 목표 수치와 함께 장기적으로 지속되고 있는 노인 특화 구강건강 캠페인은 아직 부재한 실정이다³⁴⁾. 초고령화 사회에 진입한 현 시점에서 노인 구강건강에 대한 범정부적 장기 캠페인과 제도적 뒷받침이 요구된다.

한편, 장기요양 데이터 23,423건을 분석한 일본의 한 연구에 따르면, 노인이 스스로 구강 위생을 유지하기 위해서는 보행·기립 등의 신체 기능과 일상 의사결정 능력 등의 인지 기능이 모두 갖추어져야 하며, 이 중 어느 하나라도 저하되면 전문적 구강 위생 보조가 필요한 것으로 나타났다⁹⁾. 이는 신체적·인지적 기능이 저하된 장기요양시설 노인에게 치과위생사 등 전문 구강관리 인력(이하 '전문 구강관리 인력')의 개입이 필수적임을 뒷받침한다.

1. 치면세마 및 불소도포 급여화

우리나라 건강보험에서 성인 스케일링(치면세마)의 연 1회 급여가 적용되면서 예방적 구강관리에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 하지만, 이에 더불어 구강 취약성이 높은 노인 고위험군에 대해서는 연 2~4회의 예방적 치면세마 및 고농도 불소도포(전문가 불소바니쉬 적용)로 급여 범위가 확대될 필요가 있다. 현재 일부 지자체 보건소를 통해 노인 대상 스케일링 및 불소도포 서비스가 공공사업 형태로 제공되고 있으나, 건강보험 급여로서의 제도화는 아직 이루어지지 않은 실정이다. 노인기에는 근감소증, 전신적 쇠약 등으로 인해 섬세한 잇솔질이 어려울 수 있으며, 이에 전문가 구강위생 처치 및 치면세마와 같은 전문적 예방 관리가 더 자주 필요할 수 있다. 불소바니쉬는 치근우식증 예방에 효과적임이 다수의 무작위 대조시험을 통해 입증되었으며, 정기적 전문가 불소도포는 치근우식증 발생을 유의미하게 감소시키는 것으로 보고된다³⁵⁾. 장기적으로는 노인 예방치과 시범사업을 통해 비용-효과성을 평가하고, 포괄적 노인 구강건강 검진 프로그램과 연계한 급여 체계를 마련해야 한다.

2. 요양보호사의 구강 교육 강화

장기요양시설 입소 노인에서 구강 위생 상태는 지역사회 노인에 비해 현저히 불량한 것으로 보고된다³⁶⁾. 이로 인한 구강 기능 약화는 앞서 기술한 바와 같이 전신 쇠약을 불러오는 악순환을 초래한다. 또한, 구강 위생 상태가 불량할수록 구강 내 병원성 세균의 집락화가 증가하여 흡인성 폐렴 발생 위험이 높아지는 것으로 알려져 있다³⁷⁾. 이를 고려할 때, 요양보호사에 의한 체계적 구강 위생 관리는 전신 건강 유지에 직결된다. 현행 요양보호사 교육과정에 구강위생 관리 실기 교육을 강화하고, 외상 노인을 위한 자세별 잇솔질법, 혀 청소, 틀니 세척 등의 내용을 표준화하여 포함시켜야 한다.

3. 요양병원·시설 전문 구강관리 인력 배치 및 방문 서비스 제도화

일본은 정부 차원의 장기요양보험 제도 내에서 구강 기능 관리를 급여 항목으로 포함하고, 치과 의사 및 치과위생사의 요양시설 방문 구강 관리를 제도화하였다³⁸⁾. 우리나라에서는 2024

년 기준 전체 장기요양기관 종사인력 중 치과위생사가 단 7명에 불과할 정도로 전문 구강관리 인력 배치가 극히 미미한 실정으로³⁹⁾, 체계적 구강관리 서비스의 제도화가 시급하다. 요양병원 및 장기요양시설에 전문 구강관리 인력을 배치하거나, 방문 구강관리 서비스를 요양 급여로 인정하는 제도 도입이 필요하고, 이를 위해 시범사업 형태로 파견 효과를 평가하고, 구강위생 지표 및 흡인성 폐렴 발생률 등의 성과 지표와 연계한 근거 기반 정책 도입이 필요하다.

결론

구강노화는 단순히 나이 들에 따른 피할 수 없는 과정이 아니라, 적절한 임상적·사회적 중재를 통해 그 속도와 영향을 최소화할 수 있는 관리 가능한 영역이다. 치근우식증, 치주질환 등 노인기 주요 구강 질환은 전신건강과 밀접하게 연계되어 있으며, 전반적인 구강 건강 수준은 영양, 인지기능, 심혈관 건강, 호흡기 건강 등에 복합적으로 영향을 미친다.

임상가는 노인 환자의 구강 특성을 깊이 이해하고, 단순 증상 처치를 넘어 예방 중심의 포괄적 관리 계획을 수립해야 한다. 정기 검진 주기의 개별화, 치근면 집중 관리, 교합 기능 보존, 다학제적 협력이 필요하다.

사회적으로는 예방 치과 서비스의 급여 확대로 노인기 구강건강의 토대를 마련하고, 영양보호사 구강교육 강화, 요양시설 전문 구강관리 인력 배치 등 제도적 기반을 마련함으로써 전신건강이 취약한 노인층의 구강건강 유지를 위해 노력해야 한다.

건강한 구강 노화를 실현하는 것은 우리 사회를 유지하기 위한 공중보건적 과제가 되었다. 이러한 과제의 실현을 위해서는 임상가 개인의 인식 전환과 실천적 노력이 그 출발점이 되어야 할 것이다.

Conflicts of Interest: None

References

1. Ministry of Data and Statistics. 2025 고령자 통계. Daejeon: Ministry of Data and Statistics 2025 [cited 2026 Jun 18]. Available from: [https://mods.go.kr/board.es?mid=a1030101](https://mods.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=438832)

2. Ministry of Data and Statistics. 장래인구추계: 2022~2072년. Daejeon: Ministry of Data and Statistics 2023 [cited 2026 Jun 18]. Available from: https://mods.go.kr/board.es?mid=a10301020600&bid=207&act=view&list_no=428476.
3. Huang D, Wang YY, Li BH, Wu L, Xie WZ, Zhou X, et al. Association between periodontal disease and systemic diseases: a cross-sectional analysis of current evidence. *Mil Med Res* 2024; 11: 74.
4. Shay K. Infectious complications of dental and periodontal diseases in the elderly population. *Clin Infect Dis* 2002; 34: 1215-1223.
5. Okamoto N, Morikawa M, Okamoto K, Habu N, Iwamoto J, Tomioka K, et al. Relationship of tooth loss to mild memory impairment and cognitive impairment: findings from the Fujiwara-kyo study. *Behav Brain Funct* 2010; 6: 77.
6. So JS, Jung HI, Kim NH, Go SM, Linton JL, Kim J, et al. Clinical Practice Guidelines for Oral Frailty. *J Korean Dent Assoc* 2022; 61: 26-58.
7. Lamster IB, Asadourian L, Del Carmen T, Friedman PK. The aging mouth: differentiating normal aging from disease. *Periodontol* 2000 2016; 72: 96-107.
8. de Sire A, Ferrillo M, Lippi L, Agostini F, de Sire R, Ferrara PE, et al. Sarcopenic dysphagia, malnutrition, and oral frailty in elderly: a comprehensive review. *Nutrients* 2022; 14: 982.
9. Tamaki Y, Hiratsuka Y, Kumakawa T, Miura H. Relationship between the necessary support level for oral hygiene and performance of physical, daily activity, and cognitive functions. *Int J Dent* 2018; 2018: 1542713.
10. Plemons JM, Al-Hashimi I, Marek CL. American Dental Association Council on Scientific Affairs. Managing xerostomia and salivary gland hypofunction: executive summary of a report from the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2014; 145: 867-873.
11. Poudel S, Kafle P, Pandey P, Thapa P, Baral A, Ghimire S, et al. Impact of xerostomia on dental treatment outcomes: a systematic review. *BMC Oral Health* 2026; 26: 429.
12. Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new clas-

- sification and case definition. *J Periodontol* 2018; 89(Suppl 1): S159-S172.
13. Dye BA, Tan S, Smith V, Lewis BG, Barker LK, Thornton-Evans G, et al. Trends in oral health status: United States, 1988-1994 and 1999-2004. *Vital Health Stat* 11 2007; (248): 1-92.
 14. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. 3rd ed. Oxford: Wiley Blackwell; 2015.
 15. The Korean Academy of Conservative Dentistry. *Operative Dentistry*. 5th ed. Seoul: Dental Wisdom; 2023.
 16. Fee PA, Macey R, Walsh T, Clarkson JE, Ricketts D. Tests to detect and inform the diagnosis of root caries. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; 12: CD013806.
 17. Paris S, Banerjee A, Bottenberg P, Breschi L, Campus G, Doméjean S, et al. How to intervene in the caries process in older adults: a joint ORCA and EFCD expert delphi consensus statement. *Caries Res* 2020; 54: 1-7.
 18. Yang SE, Jo AR, Lee HJ, Kim SY. Analysis of the characteristics of cracked teeth and evaluation of pulp status according to periodontal probing depth. *BMC Oral Health* 2017; 17: 135.
 19. Kang SH, Kim BS, Kim Y. Cracked teeth: distribution, characteristics, and survival after root canal treatment. *J Endod* 2016; 42: 557-562.
 20. Kim S, Doh RM, Yoo L, Jeong SA, Jung BY. Assessment of age-related changes on masticatory function in a population with normal dentition. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 6899.
 21. Roh BD, Lee YE. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dent Traumatol* 2006; 22: 118-123.
 22. Nuamwisudhi P, Jearanaiphaisarn T. Oral functional behaviors and tooth factors associated with cracked teeth in asymptomatic patients. *J Endod* 2021; 47: 1383-1390.
 23. Fan J, Caton JG. Occlusal trauma and excessive occlusal forces: narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *J Clin Periodontol* 2018; 45(Suppl 20): S199-S206.
 24. Şahin SS, Çiftçi Şişman A, Atar E, Kilaç H, Güzelce Sultanoğlu E. Comparison of the effectiveness of botulinum toxin, dry needling, pharmacological treatment, and manual therapy for bruxism-induced myalgia: a prospective randomized study. *J Oral Facial Pain Headache* 2024; 38: 101-110.
 25. Türp JC, Gobetti JP. The cracked tooth syndrome: an elusive diagnosis. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1502-1507.
 26. Liao WC, Chen CH, Pan YH, Chang MC, Jeng JH. Vertical root fracture in non-endodontically and endodontically treated teeth: current understanding and future challenge. *J Pers Med* 2021; 11: 1375.
 27. Featherstone JD, Crystal YO, Alston P, Chaffee BW, Doméjean S, Rechmann P, et al. Evidence-based caries management for all ages-practical guidelines. *Front Oral Health* 2021; 2: 657518.
 28. Farah CS, Woo SB, Zain RB, Sklavounou A, McCullough MJ, Lingen M. Oral cancer and oral potentially malignant disorders. *Int J Dent* 2014; 2014: 853479.
 29. Seuntjens MT, Thomassen TMJA, Van der Weijden FGA, Slot DE. Plaque scores after 1 or 2 minutes of toothbrushing a systematic review and meta-analysis. *Int J Dent Hyg* 2025; 23: 614-624.
 30. Dawes C. Salivary flow patterns and the health of hard and soft oral tissues. *J Am Dent Assoc* 2008; 139(Suppl): 18S-24S.
 31. Rodrigues JA, Lussi A, Seemann R, Neuhaus KW. Prevention of crown and root caries in adults. *Periodontol* 2000 2011; 55: 231-249.
 32. Ishizuka Y, Jung HI, Lee ES, Kim BI. Implications of Japan's 8020 campaign and the current status of oral health in the elderly of Korea and Japan. *J Korean Dent Assoc* 2024; 62: 517-527.
 33. Takehara S, Karawekpanyawong R, Okubo H, Tun TZ, Ramadhani A, Chairunisa F. Oral health promotion under the 8020 campaign in Japan-a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20: 1883.
 34. Ministry of Health and Welfare. 제2차 구강보건사업 기본계획('22-'26). Sejong: Ministry of Health and Welfare 2022 [cited 2026 Jun 18]. Available from: https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10401000000&bid=0008&act=view&list_no=371794&tag=&nPage=1.
 35. Zhang J, Sardana D, Li KY, Leung KCM, Lo ECM. Topical fluoride to prevent root caries: systematic review with net-

- work meta-analysis. *J Dent Res* 2020; 99: 506-513.
36. Wong FM, Ng YT, Leung WK. Oral health and its associated factors among older institutionalized residents-a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 4132.
37. Scannapieco FA, Shay K. Oral health disparities in older adults: oral bacteria, inflammation, and aspiration pneumonia. *Dent Clin North Am* 2014; 58: 771-782.
38. Okamoto E. Japan's Dental Care Facing Population Aging: How Universal Coverage Responds to the Changing Needs of the Elderly. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 9359.
39. National Health Insurance Service. 2024 노인장기요양보험 통계연보. Wonju: National Health Insurance Service 2025 [cited 2026 Jun 18]. Available from: <https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaec07200m01.do?mode=view&articleNo=11003958&article.offset=0&articleLimit=10>.