ISSN: 0376-4672
eISSN: 2713-7961

대한치과의사협회지

Journal of Korean Dental Association

Vol.64 No.10 October 2026

Journal of Korean Dental Association

KDA

KDA 대한치과의사협회
KOREAN DENTAL ASSOCIATION

대한치과의사협회지

Journal of Korean Dental Association

Vol.64 No.10

OCTOBER 2026



C O N T E N T S

Review Article

346-358 Geriatric dentistry curriculum development for community-based integrated care in Korea: An ADDIE-based proposal for domiciliary dental treatment and home-based oral care
지역사회 통합돌봄 시대의 노인치의학 교육과정 개발: 방문치과진료와 방문구강관리를 위한 ADDIE 기반 설계 제안
So Yeon Kim, Junhewk Kim, Jeong-Hyun Kang

Original Article

359-366 Accuracy of implant according to support type of dental implant surgical guides: A retrospective study
치과용 임플란트 수술용 가이드의 지지방식에 따른 임플란트 식립의 정확도 평가: 후향적 연구
Kyung-Min Im, Gi-Won Sung, Ho-Young Cha, Chul-Hoon Kim, Bok-Joo Kim, Jung-Han Kim, Sun-Woo Kang

Case Report

367-374 Application of 3D-printed surgical guides in pediatric oral surgery
소아치과 구강수술에서 3D 프린팅 수술 가이드의 적용
So-Min Lim, Nan-Young Lee, Su-Hyun Park, Ji-Na Song, Myeong-Kwan Jih

375-385 Odontogenic deep neck infection progressing to descending necrotizing mediastinitis and sepsis: A case report
Jong-Won Kim, Yo-Seob Seo, Jin-Soo Kim

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
이효설 Hyo-Seol Lee
장현선 Hyun-Seon Jang
조자원 Ja-Won Cho
한상선 Sang-Sun Han

편 집 인 이부규
발 행 처 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
발 간 일 2026. 10. 31

2026년 제64권 제10호 통권 제689호

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

REVIEW ARTICLE

대한치과의사협회지 2026; 64(10): 346-358
https://doi.org/10.22974/jkda.2026.64.10.001

Geriatric dentistry curriculum development for community-based integrated care in Korea: An ADDIE-based proposal for domiciliary dental treatment and home-based oral care

지역사회 통합돌봄 시대의 노인치의학 교육과정 개발: 방문치과진료와 방문구강관리를 위한 ADDIE 기반 설계 제안

So Yeon Kim, Junhewk Kim, Jeong-Hyun Kang*

Department of Dental Education, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The implementation of the Integrated Community Care Act in Korea provides a legal and institutional basis for domiciliary dental care and home-based oral care. However, current undergraduate and continuing dental education remain focused on disease-oriented diagnosis and treatment in clinic-based settings. This narrative review proposes directions for dental curriculum development, focusing on frail, care-dependent older adults who require oral care in home and facility settings. This article is a narrative review, which suggests policy-informed curriculum design proposal, and proposes a dental curriculum for integrated community care using the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE) model as an organizing framework. Based on the legal and policy context and literature on oral frailty, oral hypofunction, domiciliary dental care, interprofessional collaboration, and caregiver education, six educational competency areas were organized: institutional literacy and community resource linkage; function-oriented oral assessment and care planning; clinical decision-making and risk management in domiciliary settings; interprofessional communication and care coordination; education of family and caregivers; and recontextualization of conventional dental knowledge for frail, care-dependent older adults. Two delivery formats are proposed: a 15-hour, one-credit elective for undergraduate dental students and an eight-hour blended workshop for graduate students and residents. The evaluation protocol separates changes in perception and self-efficacy from knowledge and observed performance and includes an optional follow-up assessment of workplace application. The proposed curriculum provides a structured starting point for dental education reform, but its feasibility, assessment instruments, and educational effects require expert validation and pilot implementation. *(J Korean Dent Assoc 2026; 64(10): 346-358)*

Key words : Community Health Services; Domiciliary Care; Geriatric Dentistry; Education, Dental; Curriculum

서론

우리나라는 세계적으로 유례를 찾기 어려울 정도로 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있다. 2000년 11월 65세 이상 인구 비율이 7%를 넘어서며 고령화 사회에 진입한 이후, 17년 만인 2017년 8월에는 고령 인구 비율이 14.02%에 도달하며 고령사회에 진입하였고, 이후 7년 4개월 후 2024년 12월, 초고령사회를 맞이하였다[1]. 이러한 추세는 향후에도 지속되어 2035년에는 노인인구 비율이 전체 인구의 30%를 넘어서고, 2050년에는 40%에 이를 것으로 전망된다. 반면 이를 지탱해야 할 생산가능인구는 2023년 3,657만 명에서 2044년 2,717만 명으로 1,000만 명 가까이 감소할 것으로 예측되어, 부양 부담

Received Jul 15, 2026; Revised Oct 16, 2026; Accepted Oct 19, 2026

This study was supported by the Yonsei University College of Dentistry Fund (6-2026-0044).

*Corresponding author: Prof. Jeong-Hyun Kang
Department of Dental Education, College of Dentistry, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: +82-2-2228-2973, E-mail: irene85@yuhs.ac

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/).

과 의료·돌봄 인력 공급 사이의 구조적 불균형이 심화될 것으로 예상된다[2].

특히 주목해야 할 지점은, 2040년경 1955~1963년생 1차 베이비부머 세대 약 910만여 명이 75세 이상 후기 고령자로 진입하면서 스스로 독립적인 생활의 영위가 어려워져 장기요양 수급 인구가 급격히 증가할 것으로 전망된다는 점이다[2]. 이러한 변화에 대응하기 위해 정부는 "의료·요양 등 지역 돌봄의 통합지원에 관한 법률" (통합돌봄법)을 제정하였으며, 2026년 3월 27일부터 본격 시행되었다. 통합돌봄법은 'Aging in Place (AIP)'의 개념을 기반으로 하며 기존의 시설 중심·공급자 중심 돌봄 패러다임에서 지역 중심·이용자 중심의 통합적 돌봄체계로의 전환을 지향한다[3,4].

거동이 불편하거나 시설·재가 환경에서 돌봄을 받아야 하는 의존적 노인 인구의 비중이 증가한다는 것은, 노인의 구강건강관리와 치과 치료가 더 이상 의료기관 내원이 가능한 독립적 환자만을 전제로 논의될 수 없으며, 거주 현장을 중심으로 한 방문치과진료 및 방문구강관리에 대한 사회적 요구가 빠르게 커지고 있음을 의미한다. 통합돌봄법의 시행으로 방문치과진료와 방문구강관리에 대한 법적·제도적 기반은 마련되었으나, 이를 실제로 수행할 치과의사의 역량은 별개의 문제로 남아 있다. 최근 의과 영역에서도 재택의료 확대 정책이 추진되고 있음에도 일선 의사의 참여가 저조한 현상이 지속되고 있으며, 그 원인의 하나로 학생 교육과정에서 재택의료 관련 내용이 충분히 다루어지지 못하고 있다는 점이 거론되고 있다. 이는 제도가 마련되어도 이를 현장에서 수행할 인력이 그에 상응하는 교육을 받지 못한다면 정책의 실효성이 제한될 수 있음을 시사하며, 치과계 역시 동일한 구조적 문제에 직면할 가능성이 높다.

그러나 현재 국내 치과대학·치의학전문대학원의 노인치의학 교과목은 주로 노인성 구강 질환의 진단과 치료라는 전통적 임상 지식에 초점이 맞추어져 있으며, 방문진료 환경에서 요구되는 노쇠와 구강노쇠, 의존적 노인에 대한 이해, 건강보험·장기요양 체계, 실제 방문진료의 운영 방식, 다직역 협업, 그리고 이를 체득하기 위한 현장실습 경험 등은 충분히 다루어지지 않고 있다. 졸업 후 임상 현장에 진입한 치과의사들 또한 이러한 역량을 보수교육 등을 통해 보완할 기회가 제한적인 상황이다.

따라서 통합돌봄법 시행이라는 제도적 전환기를 맞아, 치과의사에게 새롭게 요구되는 역량을 구체적으로 정리하고, 이를 학부와 전문대학원 노인치의학 교육과정을 개편하고 전공의, 대학원생을 포함하는 졸업 치과의사 대상 교육에 반영하기 위한 체계적인 논의가 필요한 시점이다. 본 종설은 이러한 필요성에 기반하여, 분석, 설계, 개발, 실행, 평가 (analysis, design, development, implementation, and evaluation, ADDIE) 교육과정 개발 모형을 중심으로 통합돌봄법 시대에 부합하는 교육과정 개발 방향을 제시하고 파일럿 프로그램 안을 제시하고자 한다. 본 종설은 실증 연구 결과를 보고하기 위함이 아니라, 통합돌봄법 시행에 따라 요구되는 치과의사 역량 영역을 문헌과 정책자료에 근거해 정리하고, 이를 교육개발 모형에 입각하여 교육과정 설계안으로 제안하는 정책 기반 서술적 종설이다. 지역사회 통합돌봄 정책은 법적으로 노인에 한정되지 않지만, 정책 형성 과정에서는 AIP라는 노인돌봄 패러다임과 밀접하게 연결되어 발전해 왔으며, 2018년 "지역사회 통합돌봄 기본계획 1단계"는 노인 커뮤니티케어를 중심으로 제시되었다. 이에 본 종설은 통합돌봄법 대상자 전체를 포괄하는 교육과정 표준안을 제시하기보다, 초고령 사회 진입과 노인치의학 교육과정 개편의 시급성을 고려하여 노쇠·의존 노인의 방문치과진료와 방문구강관리에 필요한 치과의사 역량과 교육과정 설계 방향에 초점을 두었다.

본론

자료 및 고찰 범위

본 종설은 통합돌봄법 시행에 따라 치과의사에게 요구될 것으로 예상되는 역량 영역을 문헌 및 정책자료에 근거하여 정리하고, 이를 치과 교육과정 설계안으로 제안하는 서술적 종설이자 정책 기반 교육과정 설계 제안이다. 이를 위해 초고령사회 진입과 통합돌봄법 시행에 관한 인구·정책 자료, 국내 방문진료 및 재택의료 관련 시범사업 자료, 구강노쇠와 구강기능저하, 방문치과진료, 다직종 협업, 돌봄인력 교육 및 치의학교육 관련 선행문헌을 검토하였다. 검토 범위는 노쇠·의존 노인의 방문치과진료와 방문구강관리에 한정하였다. 검토한 자료를 바탕으로 통합돌봄 환경에서 치과의사에게 요구되는 수행과업과 기존 교육과정의 격차를 정리하고, ADDIE 모형의 분석, 설계, 개발, 실행 및 평가 단계에 따라 교육목표, 교육내용, 교육모듈, 운영방식 및 평가전략을 구조화하여 제시하였다.

통합돌봄법 시행에 따라 요구되는 치과의사 역량

통합돌봄법 시행에 따라 치과의사들에게 요구되는 첫 번째 역량은 구강기능 및 관리 중심 체계로의 인식 전환이다. 현행 치과대학·치의학전문대학원의 임상 교육은 보존, 보철, 구강악안면외과, 치주, 구강내과 등 진료 과목별로 구성되어 있으며, 그 핵심은 해부학적·병태생리학적 개념에 기반하여 구강 내 질환을 정확히 진단하고 이를 치료하는 데 있다. 이러한 질환·치료 중심적 접근은 의존적이지 않고 스스로 병원에 내원할 수 있는, 복합 이환이 나타나지 않는 환자를 대상으로 할 때에는 효과적으로 기능한다. 그러나 통합돌봄법 시행으로 진료의 장이 의료기관에서 환자의 생활 현장(자택, 요양시설, 데이케어센터 등)으로 확장되면서, 치과의사가 마주하는 환자군의 특성 자체가 근본적으로 달라지고 있다. 스스로 독립적 생활을 영위하기 어려운 의존적 노쇠 환자에서는 구강 질환의 치료보다 현재의 구강기능을 유지하고 더 이상의 저하를 막는 것이 임상적으로 더 의미 있는 목표가 된다. 이러한 맥락에서 최근 국내외 노인치의학계가 주목하는 개념이 구강기능저하 (oral hypofunction)와 구강노쇠 (oral frailty)이다. 구강노쇠는 노화에 따른 구강악안면 기능의 저하에 따른 생리적 예비능의 감소로 정의되며, 전신 노쇠 발생과 악화의 중요한 위험 요인으로 간주된다[5]. 이는 단편적 지표에 국한된 개념이 아니라, 저작장애, 연하곤란, 설구순 운동능력 저하, 구강위생상태 불량, 구강건조 등을 포함하는 다차원적 기능 저하 상태를 의미하며, 구강노쇠는 결국 신체 노쇠, 기능저하, 사망 위험 증가로 이어질 수 있다는 점에서 의미를 갖는다[6-8]. 국내에서도 이러한 흐름에 대응하기 위하여 '한국형 구강노쇠 진단기준'을 발표하는 등 학술적 논의가 본격화되고 있다. 한국보건의료연구원 (National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency)은 대한치의학회와 함께 국내형 구강노쇠 진단기준 및 진료지침 마련을 위한 원탁회의를 개최하였으며, 대한치과의사협회 치과의료정책연구원은 구강노쇠 임상진료지침과 진단 기준을 발표하고 이를 검증하기 위한 작업을 지속하고 있다[9,10].

두 번째 역량은 다직역에 대한 이해와 직역 간 커뮤니케이션과 관련한 역량이다. 방문치과진료 및 방문구강관리의 효율적 정착과 발전을 위해서는 치과대학·치의학전문대학원 단계부터 재택의료, 방문치과진료에 대한 적절한 교육을 제공할 필요가 있다. 방문진료는 의료기관 내 단독 진료와는 본질적으로 다른 협업 구조를 전제로 한다. 방문치과진료 및 방문구강관리의 대상이 되는 환자는 거동이 불편하고 일상생활 영위가 어려운 환자로 장기요양보험 등급판정을 받고 케어플랜에 따라 관리되고 있는 경우가 많으며, 의사, 간호사, 작업치료사, 물리치료사, 요양보호사, 그리고 사회복지사와 정보를 공유하고 역할을 조정해야 하는 상황이 일상적으로 발생한다. 따라서 이러한 다양한 직역의 전문성에 대한 이해와 협업 가능성에 대한 교육이 반드시 시행되어야 하나 현재 교육과정에서는 이를 충분히 반영하지 못하고 있다. 방문치과진료 및 방문구강관리의 대상이 되는 의존적 환자는 치과치료 전 전신질환, 다약제 복용, 최근 건강 변화 등에 대한 파악이 필수적이다. 따라서 이를 파악하고 있는 의사와 간호사와의 정보 공유가 필수적이다. 환자의 상태에 대한 정보의 공유에만 그치지 않고 이를 진료 계획에 반영하고 구강 건강 및 기능과 관련한 내용을 케어플랜에 반영할 수 있도록 전달할 수 있는 협업 역량도 갖출 필요가 있다[11]. 물리치료사는 시설·재가 환경에서 노인의 이동 능력, 신체기능, 근력, 균형 등을 평가하고 훈련하는 전문직역으로, 구강기능과 신체기능은 노쇠라는 공통적인 기전을 통해 밀접하게 연결되어 있기 때문에 물리치료사의 전문 영역에 대한 이해가 필수적이다. 작업치료사의 협업은 특히 연하장애나 인지저하를 동반한 환자에게서 중요하다. 구강근육 운동이 연하장애 완화, 타액분비 증가, 발음 증진에 효과가 있다는 점에서 작업치료사가 평가하는 연하 및 인지 기능 수준이 치과적 처치의 방식과 안전성을 결정하는 데 중요하기 때문에 치과의사는 이러한 평가 정보를 이해하고 진료계획에 반영하는 역량을 갖출 필요가 있다[11]. 다양한 장기요양서비스와 지역사회 연계를 위해서는 사회복지사의 역할도 필수적이며 이러한 이유로 "장기요양 재택의료센터 시범사업"에서는 사회복지사가 필수 참여 인력으로 명시되어 있다. 요양보호사와의 협업은 일상적 구강관리 실천이라는 측면에서 가장 직접적이다. 요양시설 입소 노인의 구강건강관리는 실질적으로 요양보호사의 역할에 크게 의존하지만, 국내 연구에 따르면 요양보호사들은 노인의 정서적·신체적 기능 변화에 대한 지식과 이해가 부족하고 구강관리 과정에서 발생하는 문제에 대처하는 데 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다[12]. 실제로 요양보호사가 입소 노인의 구강관리 수행에 어려움을 겪는 주된 이유는 구강관리 방법에 대한 어려움과 지식 부족으로 보고되었으며, 칫솔질법이나 의치관리 등 구체적인 교육 콘텐츠에 대한 요구가 높게 나타났다. 현장에서 환자의 일상생활을 가장 가까이에서 보조하는 요양보호사는 실질적인 구강위생관리의 수행 주체이므로, 이들에게 적절한 구

강관리 방법을 교육하고 소통하는 역량 역시 치과의사에게 요구된다. 이는 치과의사가 단순히 진료를 제공하는 데 그치지 않고, 현장에서 매일 환자를 돌보는 요양보호사에게 실천 가능한 구강관리 방법을 교육하고 지속적으로 소통하는 역량을 갖추어야 함을 보여준다[12].

통합돌봄 환경에서 방문치과진료와 방문구강관리가 실제 서비스로 작동하기 위해서는 치과의사가 건강보험제도, 노인장기요양보험제도, 지역사회 기반 통합돌봄 전달체계의 차이와 연계 구조를 이해하고 현재 진행되고 있는 방문진료 관련 시범사업을 이해할 필요가 있다. 현재 국내에서 방문진료와 재택의료의 제도적 기반은 주로 "일차의료 방문진료 수가 시범사업"과 "장기요양 재택의료센터 시범사업"을 통해 형성되고 있다. "일차의료 방문진료 수가 시범사업"은 거동 불편 등으로 의료기관 내원이 어려운 환자에게 의사가 환자의 거주지를 방문하여 진료를 제공하고, 이에 대한 건강보험 수가를 적용하는 사업이다. 건강보험심사평가원은 2026년 3월 개정 지침에서 방문진료 수가와 관련된 내용을 안내하였고, 공공의료원, 보건소, 보건지소의 방문진료료 산정 기준도 신설하였다. 이는 방문진료가 의원급 의료기관뿐 아니라 지역보건의료기관으로 확대될 수 있는 제도적 기반을 제공한다는 점에서 의미가 있다[13]. "장기요양 재택의료센터 시범사업"은 장기요양보험 수급자를 대상으로 의사, 간호사, 사회복지사 등으로 구성된 다학제 팀이 가정을 방문하여 의료서비스를 제공하고, 필요한 경우 지역의 사회·요양·돌봄 자원을 연계하는 사업이다. "일차의료 방문진료 수가 시범사업"이 환자의 요청이 있을 때만 이루어지는 일회성 왕진 개념이라고 한다면 "장기요양 재택의료센터 시범사업"은 포괄 케어플랜 하에서 정기적, 연속적 방문을 전제하는 주치의 개념 기반이다. 이 사업은 단순 방문진료보다 대상자의 건강상태, 치료 요구, 주거환경, 돌봄 필요를 함께 평가하고 지역자원과 연결한다는 점에서 통합돌봄 전달체계와 밀접하다[14].

"일차의료 방문진료 수가 시범사업"과 "장기요양 재택의료센터 시범사업"은 직접적인 치과 관련 시범사업은 아니지만, 방문형 의료서비스가 제도 안에서 어떻게 수가화되고, 대상자를 선정하며, 다직종 팀과 지역자원 연계 구조를 만드는지를 보여주는 선행 제도이다. 따라서 방문치과진료·방문구강관리를 교육과정에 반영하려면 이들 사업을 "치과의 직접 모델"이 아니라 "방문형 의료·돌봄 전달체계의 참조 모델"로 이해해야 한다. 따라서 교육과정에서는 두 사업의 기반이 되는 건강보험제도, 노인장기요양보험제도에 대해 다루어야 한다. 한편 "장애인 건강 주치의 시범사업" 및 "장애인 치과주치의 시범사업" 등과 관련 제도는 각각 방문 건강관리와 장애인 구강관리라는 인접한 정책 영역에 해당하지만, 본 종설이 다루는 노쇠·의존 노인의 재가·시설 기반 방문치과진료 및 방문구강관리와는 대상자 특성 및 서비스 제공 방식이 다르므로 본 절에서는 직접적인 교육과정 설계의 범위에 포함하지 않았다.

그러므로 각각 방문치과진료와 방문구강관리가 향후 통합돌봄 체계 안에 안정적으로 포함되기 위해서는 치과의사가 이들 두 제도의 대상자, 재원, 서비스 제공 방식, 의뢰·연계 경로를 이해하고, 지역사회 내 다른 직역과 협력할 수 있는 역량을 갖추어야 한다.

ADDIE 모형에 기반한 통합돌봄 치과 교육 과정안 개발

통합돌봄 환경에서 치과의사에게 요구되는 역량은 이전의 질병 진단 및 치료에 한정되지 않는다. 재가 또는 시설 거주 노쇠·의존 노인의 구강건강과 구강기능을 평가하고, 제한된 방문환경에서 안전한 진료 범위를 결정하며, 보건의료·요양·돌봄 인력과 정보를 공유하고 환자를 적절한 서비스에 연계하는 역량이 함께 요구된다. 이에 본 절에서는 앞에서 검토한 건강보험 및 장기요양보험 체계, 구강노쇠 및 구강기능저하, 방문진료, 다직종 협업 및 돌봄인력 교육에 관한 근거를 교육과정 설계에서 일반 모형으로 자리 잡은 ADDIE의 분석 (analysis), 설계 (design), 개발 (development), 실행 (implementation), 평가 (evaluation) 단계에 따라 교육과정 개발로 구체화한다[15].

단, 본 절에서 제안하는 교육과정은 아직 실제 운영 및 효과 검증을 시행하지 못했으며 따라서 분석, 설계, 개발 단계는 문헌과 정책 자료에 근거하여 도출한 교육과정 설계안이며, 실행과 평가 단계는 향후 파일럿 프로그램 운영을 위한 프로토콜을 제안하는 수준이다. ADDIE는 각 단계의 결과를 이전 단계에 환류하는 반복적 개발 모형으로서[15], 사전 설계에 이어 개별 항목을 점검하고 현장 상황이나 교육 요구에 맞게 조절 가능한 교육과정을 제안하는 데 그 적용 목적을 둔다.

분석 (analysis) 단계는 치과의사에게 요구되는 부분과 실제 역량의 격차를 파악하는 단계이다. 그 첫 번째 단계로 우선 교육 환경과 수행 과업의 변화 상황을 파악해야 한다. 통합돌봄법은 노쇠, 장애, 질병 등으로 일상생활 유지에 어려움이 있는 사람이 살던 곳에서 생활할 수 있도록 보건의료, 건강관리, 장

기요양 및 일상생활 돌봄을 통합·연계하는 제도적 틀을 마련하였다[4]. 특히, 제15조는 의사, 치과의사 및 한의사가 의료기관뿐 아니라 대상자의 가정과 사회복지시설에서 제공하는 진료서비스를 보건의료 통합지원의 범위에 포함하였다. 그러나 법률상 서비스 범위에 치과 방문진료가 포함된 것과 구체적인 치과 수가, 인력, 장비, 감염관리 및 기록체계가 완비된 것은 구별되어야 한다. 따라서, 학습자는 제도의 취지뿐 아니라 가능한 서비스, 미비 영역, 의뢰·연계 경로를 모두 이해할 필요가 있다.

대상자의 변화 또한 새로운 교육 요구를 발생시킨다. 통합돌봄의 주요 대상자는 독립적으로 치과에 내원할 수 있는 건강한 환자만이 아니라 노쇠, 복합질환, 다약제 복용, 인지저하, 이동제한 또는 장기요양 필요를 가진 재가·시설 거주자이다. 이들에게는 단일 구강질환의 완치보다 통증 및 감염 조절, 저작·연하 등 구강기능 유지, 흡인 및 영양 위험 감소, 일상적 구강관리의 지속가능성이 중요한 치료 목표가 된다. 구강기능저하와 구강노쇠가 전신 노쇠, 영양 문제, 기능 저하 및 사망 위험과 연관된다는 기존 연구와 국내 구강노쇠 선별·진단 기준은 이러한 기능 중심 접근을 뒷받침한다[5-10].

진료 장소가 생활공간으로 확장되면 수행과업도 달라진다. 치과의사는 방문 전 환자의 전신질환, 약물, 인지·의사소통, 이동과 체위, 연하·흡인 위험 및 보호자 상태를 파악하고, 현장의 조명, 전원, 공간, 장비, 감염관리와 응급 대응 조건을 확인할 필요가 있다. 또한, 현장에서 수행할 처치와 의료기관으로 의뢰할 처치를 구분하고 사후관리 계획을 수립할 수 있어야 한다. 방문치과진료 교육을 학부 과정 (1학점)으로 운영한 선행 사례는 방문진료의 개념, 와상환자의 구강상태, 방문진료 계획·수행 및 구강관리 술기 실습을 교육내용으로 구성한 바 있다[16].

통합돌봄은 치과의사 단독 진료가 아닌 다직종 협업을 전제로 한다. 의사와 간호사는 전신질환과 약물 및 건강 상태에 관한 정보를 제공하며 작업치료사와 물리치료사는 연하·인지·일상생활 수행능력과 이동·체위에 관한 정보를 제공하며, 사회복지사는 장기요양서비스와 지역자원 연계를 담당한다. 요양보호사는 일상적 구강관리의 실제 수행자이므로, 치과의사는 환자 상태에 맞는 관리방법을 요양보호사가 이해하기 쉬운 방식으로 교육하고 실행 여부를 점검할 수 있어야 한다. 이미 재택노인 구강관리에서 각 직역의 역할 조정의 필요성과 요양보호

Table 1. Required tasks and educational competencies in the community-based integrated care environment

Changes in the care environment and supporting evidence	Required tasks in practice	Gaps in existing dental education	Educational competencies
Provision of dental care services in homes and long-term care facilities under the Integrated Community Care Act [4]	Understanding eligible populations and service scope and establish links with local care delivery systems	Insufficient education on medical law, National Health Insurance, Long-Term Care Insurance, and local care delivery systems	Institutional literacy and community resource linkage
Association of oral hypofunction and oral frailty with physical frailty [5, 8]	Screening risks associated with mastication, swallowing, tongue and lip motor function, oral hygiene, dry mouth, and dentures	Disease-centered diagnosis and treatment; insufficient integration of oral function rehabilitation goals	Function-oriented comprehensive assessment and care planning
Constraints of home and residential care settings[16]	Assess risks before a visit, determine the scope of feasible care, manage infection and safety risks, and make referrals	Procedural training assumes clinic-based equipment and conditions	Decision-making and risk management in domiciliary dental care
Interprofessional care planning and information sharing[11, 17]	Integrate information across professions and incorporate oral care goals into the care plan	Limited understanding of other professionals' roles and insufficient experience in team communication	Interprofessional collaboration and care coordination
Knowledge gaps and practical difficulties among care workers[12]	Educate family caregivers and care workers in feasible oral care practices and monitor their implementation	Limited training in educating caregivers beyond explaining treatment to patients	Caregiver education and feedback
Increasing numbers of patients with frailty, cognitive impairment, and multimorbidity	Apply existing knowledge of periodontology, prosthodontics, and oral and maxillofacial surgery in light of functional status, risk, and individual life goals	Treatment planning generally assumes medically stable patients who can attend dental clinics	Recontextualization of clinical knowledge for geriatric care

사의 구강관리 지식·교육 요구가 보고된 바 있다(Table 1)[11,12].

두 번째 단계는 학습자가 누구인지 설정하고 현재 교육 환경을 분석하는 단계이다. 본 종설에서는 학습자는 임상 교육을 시작한 치과대학·치의학전문대학원 학생과 졸업 후 치과의사로 구분하여 설정하고 각 학습자별 필요 역량을 기존 법 체계와 교육과정을 바탕으로 별도로 도출하였다. 학부생에게는 실제 방문진료의 독립적 수행을 요구하기보다 통합돌봄의 개념 이해, 구강기능 위험 선별, 방문진료 필요성 판단, 적절한 의뢰 및 협업 인식을 성취수준으로 설정하는 것이 바람직하다. 임상 경험이 있는 졸업 후 치과의사는 환자·환경 위험평가, 방문진료 범위 설정, 기록 및 의뢰·회송, 팀 기반 케어플랜 및 돌봄 인력 교육 등 실제 수행에 가까운 성취수준을 적용할 수 있다.

학부 과정은 제한된 정규 교육시간과 현장실습 장소 확보의 어려움을 고려하여 임상 수행 학년 대상 1학점 선택과목으로 설계할 수 있다. 대학원생, 전공의를 포함하는 치과의사 대상 과정은 근무시간과 임상 경험을 고려하여 온라인 사전학습과 대면 실습을 결합한 8시간 워크숍으로 설계하는 것을 고려해 볼 수 있다. 두 과정 모두 노인치의학 교수자만으로 운영하기보다 치과위생사, 지역 통합돌봄 실무자, 치과 외 보건의료 및 사회복지 직역이 참여하는 교수진을 구성할 필요가 있다.

설계 (design) 단계에서는 교육목표와 교육내용을 구체화한다. 교육과정의 총괄목표는 학습자가 통합돌봄 환경에서 재가·시설 거주 노인의 구강건강과 구강기능 상태와 중재 요구를 파악하고, 전신상태와 생활환경을 고려하여 안전하고 지속 가능한 관리계획을 수립하며, 다직종 팀과 협력하여 필요한 진료와 돌봄서비스에 연계할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위한 구체적인 학습성과에는 통합돌봄의 대상과 전달체계 및 치과의사의 역할에 대한 이해, 노쇠·의존 노인의 구강기능과 일상적 구강관리 위험에 대한 선별 능력, 환자와 방문환경의 위험요인을 고려한 방문치과진료의 가능 범위 및 의뢰 필요성에 대한 판단 능력이 포함된다. 아울러 환자의 기능과 전신상태, 가치관 및 돌봄 여건을 반영한 구강기능관리계획 수립, 다직종 구성원과의 정보 공유 및 구강건강 목표의 케어플랜 반영, 보호자와 돌봄인력을 대상으로 한 환자별 구강관리 교육 및 실행 점검 역량을 주요 학습성과로 설정할 수 있다. 이러한 학습성과는 학습자의 임상 경험과 교육단계에 따라 차별화할 필요가 있다. 학부생에게는 통합돌봄 전달체계와 치과의사의 역할에 대한 이해 및 구강노쇠 위험 선별을 기초 성취수준으로 설정하고, 방문진료 적합성 판단, 구강관리계획 수립, 다직종 협업 및 돌봄인력 교육은 사례 기반 판단이나 지도하 수행 수준을 목표로 할 수 있다. 반면 졸업 후 치과의사에게는 이러한 학습성과를 시뮬레이션 또는 실제 임상 사례에서 통합적으로 직접 수행할 수 있는 수준을 목표로 설정하는 것이 적절하다(Tables 2 and 3).

통합돌봄 환경에서 요구되는 치과의사 역량을 교육과정에 반영하기 위해서는 학습성과에 대응하는 교육모듈과 교수학습자료를 체계적으로 구성할 필요가 있다. ADDIE 모형의 개발 (development) 단계에서는 통합돌봄 제도와 치과의사의 역할, 노쇠와 구강기능 평가, 방문 전 환자 및 환경 위험평가,

Table 2. Undergraduate elective course and workshop for dentists

Component	Undergraduate elective course	Workshop for dentists
Course title	Integrated Community Care and Domiciliary Dental Care	Practical Domiciliary Dental Care in Integrated Community Care
Target learners	Dental students who have begun clinical training	Graduate students and dental residents
Format and duration	1 credit; 15 hours in total	8 hours in total (2 hours of online preparatory learning and 6 hours of in-person practical training)
Recommended class size	20–30 learners	12–24 learners; 4–6 per practical training group
Expected competency level	Understanding, screening, case-based judgment, and awareness of referrals and collaboration	Care planning, risk management, documentation, team coordination, and caregiver education
Principal teaching methods	Case-based learning, oral function assessment practice, interprofessional education (IPE), field observation, and simulation	Preparatory learning, objective structured clinical examination stations, standardized patients, team-based care planning, and role-play
Proposed assessment	Pre- and post-course perception surveys, case-based knowledge assessment, team care plan, and performance checklist	Pre- and post-workshop perception and knowledge assessments, care plan, performance checklist, and follow-up survey at 8–12 weeks

Table 3. Learning outcomes, teaching and learning methods, and assessment methods

Learning outcome	Core content	Teaching and learning methods	Proposed assessment methods
Explain relevant systems and professional roles	Target populations and procedures under the Act; National Health Insurance and Long-Term Care Insurance; community resources; current scope of dental services	Preparatory review of policy materials, mapping of care delivery pathways, and case discussions	Case-based knowledge questions and a community resource referral map
Screen for oral functional risks	Oral hypofunction and oral frailty; mastication, swallowing, tongue and lip motor function, xerostomia, oral hygiene, denture status, and nutritional and aspiration risks	Demonstration of assessment tools, peer practice, and case-based learning	Oral function screening and assessment checklist
Determine suitability for domiciliary care	Systemic diseases, medication use, cognition, mobility and positioning, infection control, equipment, emergency preparedness, and referral criteria	Standardized patients and home-visit environment simulation	Pre-visit checklist and visit plan
Propose an individualized care plan	Adjustment of treatment goals; pain and infection control; preservation of function; prevention and follow-up care	Integrated cases and small-group treatment planning	Case report assessed using an analytic rubric
Develop an interprofessional care plan	Professional roles, information sharing, referral and feedback, and shared decision-making	Interprofessional team discussions and simulated care conferences	Team care plan and team communication rubric
Educate caregivers and care workers	Toothbrushing, denture care, xerostomia management, response to care refusal, and observation and reporting criteria	Care-worker education role-play and development of educational materials	Observed communication performance and educational materials checklist

방문구강관리와 기능 중재, 다직종 협업과 돌봄 조정, 통합 사례 기반 의사결정 및 기록 등을 주요 교육모듈로 구성할 수 있다(Table 4). 각 모듈에는 강의자료와 사례뿐 아니라 구강기능 평가 기록지, 방문진료 준비자료, 보호자 교육자료, 의뢰·회송 양식 및 통합 케어플랜 등 실제 방문진료 환경에서 활용할 수 있는 교육자료를 포함하는 것이 바람직하다. 이러한 교육자료는 임상적 정확성, 학습성과와의 관련성, 표현의 명확성 및 교육환경에서의 활용 가능성을 고려하여 구성되어야 한다. 특히 방문치과진료 경험이 있는 치과의사, 치의학교육 전문가, 치과위생사 및 지역사회 통합돌봄 관련 직역의 의견을 반영한다면 교육내용의 적절성과 현장 적용 가능성을 높일 수 있다. 제안된 교육자료는 향후 전문가 검토와 학습자 대상 예비 적용을 통해 보완할 필요가 있으며, 교육평가에 활용되는 도구에 대해서는 별도의 타당도 검토가 요구된다[18].

방문치과진료 교육에서는 진료실과 다른 환경적 제약을 고려하여 환자안전과 진료 적합성을 체계적으로 판단하는 역량을 강조할 필요가 있다. 이를 위해 환자 확인과 동의, 전신질환 및 약물력, 인지·의사소통 상태, 이동과 체위, 연하·흡인 위험, 구강건강과 기능, 현장 환경과 감염관리, 응급 대응, 의뢰 및 추적관리 등을 포함하는 교육용 체크리스트를 활용할 수 있다(Table 5). 체크리스트는 단순히 방문 전 준비사항을 확인하는 용도에 그치지 않고, 학습자가 확인된 위험요인을 근거로 방문진료의 가능 범위를 결정하고 필요한 의뢰 및 사후관리 계획을 수립하도록 돕는 교육도구로도 활용될 수 있다. 수행평가에 활용하는 경우에는 항목별 수행의 적절성을 구분하여 평가하되, 환자 확인과 동의, 급성 전신위험, 연하·흡인, 감염관리 및 진료범위 결정과 같이 환자안전에 직접적인 영향을 미치는 항목을 중요하게 다룰 필요가 있다. 다만 제시한 체크리스트와 평가기준은 교육과정 설계를 위한 예시로서, 실제 평가도구로 활용하기 위해서는 임상적 타당성과 평가기준의 적절성에 대한 후속 검토가 필요하다.

ADDIE 모형의 실행 (implementation) 단계에서는 학습자의 임상 경험과 수행역량에 따라 교육과정을 차별화하여 적용하는 방안을 고려할 수 있다. 학부 교육에서는 통합돌봄법과 방문치과진료 및 방문구강관리의 이해, 구강노쇠 위험 선별 및 다직종 협업에 대한 기초 역량을 강조하고, 졸업 후 치과의사 교육에서는 실제 방문진료 환경에서의 위험평가, 의사결정, 기록 및 돌봄 연계와 같은 실무 역량을 중심으로 교육내용을 구성하

Table 4. Educational modules and developed materials

Module	Core content	Proposed educational materials
1. Integrated community care and the role of dentistry	Purpose and target population of the Act; application, assessment, and referral procedures; National Health Insurance and Long-Term Care Insurance; community resources	Core lecture materials, comparative overview of care systems, and community resource mapping assignment
2. Frailty and oral function	Frailty, oral hypofunction, oral frailty, and assessment of mastication, swallowing, saliva, oral hygiene, and denture status	Oral function assessment video, assessment record form, and case materials
3. Pre-visit assessment and risk management	Medical and medication history, cognition and communication, mobility and positioning, care environment, equipment, infection control, and emergency management	Pre-visit information form, portable instrument and equipment list, and photographs illustrating home-care environments
4. Home-based oral care and functional interventions	Oral hygiene, denture and xerostomia care, oral function exercises, adjustment of treatment goals, and follow-up management	Practical training station guide, caregiver education materials, and follow-up record sheet
5. Interprofessional collaboration and care coordination	Roles of dental hygienists, physicians, nurses, social workers, occupational and physical therapists, and care workers	Professional role and information-sharing guide, simulated care conference scenario, and referral and feedback form
6. Integrated case management and documentation	Risk-benefit assessment, decision to provide care or refer, care planning, documentation, and team communication	Standardized patient scenario, integrated care plan, and assessment rubric

Table 5. Decision-making checklist for domiciliary dental care

No.	Checklist item	Performance criterion
1	Patient identification and consent	Confirm the purpose of the visit, patient identity, decision-making capacity, and consent from the patient or an authorized representative.
2	Presenting problem and urgency	Assess pain, swelling, bleeding, trauma, difficulty eating, and symptom progression to determine urgency.
3	Systemic conditions and recent changes	Review major diagnoses, risks related to vital signs, recent hospitalization, infection, and acute changes in health status.
4	Medication use and allergies	Review use of anticoagulants, antiplatelet agents, antiresorptive agents, immunosuppressants, and medications relevant to sedation, and assess allergies.
5	Cognition and communication	Assess cognitive impairment, possible delirium, hearing or language difficulties, behavioral management needs, and required communication support.
6	Mobility, positioning, and falls	Assess mobility, wheelchair or bed use, feasible treatment positions, repositioning needs, and fall risk.
7	Swallowing and aspiration risk	Assess dysphagia, coughing, dietary texture, history of aspiration, and need for suction.
8	Oral health and function	Screen for pain, infection, oral hygiene status, dental and periodontal conditions, dentures, xerostomia, and mastication- and swallowing-related function.
9	Care environment and infection control	Assess space, lighting, power supply, ventilation, hand hygiene, contaminated materials, waste disposal, and support personnel.
10	Equipment and emergency preparedness	Confirm the availability of required portable equipment, oxygen and emergency supplies, communication arrangements, and transfer pathways.
11	Scope of care and referral decision	Distinguish procedures feasible on site from those requiring postponement or referral to a dental clinic or hospital.
12	Communication with the team and caregivers	Communicate risks, goals, roles, and observations to caregivers, dental hygienists, and other care team members.
13	Education for daily oral care	Provide individualized instruction on toothbrushing, denture and dry mouth care, responses to care refusal, and reporting criteria.
14	Documentation and follow-up	Document assessment findings, consent, treatment, education, referrals, adverse events, and the next review date.

는 것이 적절하다.

학부 교육과정은 제한된 정규 교육시간을 고려하여 1학점, 총 15시간의 선택과목 형태로 운영하는 방안을 고려할 수 있다(Table 6). 교육내용은 통합돌봄 제도와 지역사회 전달체계, 노쇠와 구강기능 평가, 방문진료 환경 및 안전관리, 다직종 협업, 통합 사례 기반 학습 등으로 구성할 수 있다. 실제 방문 현장에 대한 관찰이 어려운 경우에는 영상, 공간 도면 및 환자·보호자·직역별 사례자료를 활용한 가상 방문환경을 교육에 적용할 수 있다. 이때 단순한 강의 중심 교육보다는 학습자가 현장의 위험요인을 파악하고 진료 및 의뢰 여부를 판단하며, 다직종 협업을 경험할 수 있는 사례기반학습과 시뮬레이션을 병행하는 것이 바람직하다. 졸업 후 치과의사를 대상으로 하는 교육은 임상 경험과 시간적 제약을 고려하여 온라인 사전학습과 대면 실습을 결합한 8시간 워크숍 형태로 구성할 수 있다(Table 7). 온라인 교육에서는 관련 제도와 방문진료의 기본 원칙을 다루고, 대면 교육에서는 고위험 환자의 방문 적합성 판단, 구강기능 평가, 진료환경 및 감염관리, 다직종 케어플랜 수립, 보호자와 돌봄인력 교육 등 실제 수행 중심의 내용을 강조할 수 있다. 교육의 현장 적용 가능성을 높이기 위해서는 노인치의학 또는 방문진료 경험이 있는 치과의사와 치과위생사뿐 아니라 의사, 간호사, 사회복지사 및 지역사회 통합돌봄 실무자 등 다양한 직역이 교육에 참여하는 것이 바람직하다. 실제 환자나 돌봄 현장을 교육에 활용하는 경우에는 환자 동의, 개인정보보호, 학습자의 수행 범위, 지도·감독 및 감염관리 등 윤리적·안전관리 요소를 충분히 고려해야 한다.

교육과정의 효과적인 적용을 위해서는 사전에 계획한 학습성과와 교육내용이 실제 교육과정에서 충실하게 구현되는지를 점검할 필요가 있다. 이를 위해 교육시간과 교수자 구성의 적절성, 학습자의 직접적인 실습 및 의사결정 참여, 다직종 간 상호작용, 평가기준의 일관성, 환자안전과 개인정보보호, 운영과정에서 발생한 변경사항 등을 함께 고려해야 한다. 또한 학습자와 교수자의 피드백을 바탕으로 교육내용과 운영방식을 지속적으로 보완하는 환류체계를 마련하는 것이 바람직하다.

ADDIE 모형의 평가 (evaluation) 단계에서는 학습자의 만

Table 6. Operational plan for the undergraduate elective course

Session	Hours	Content and learning activities	Expected learner outputs
1	3	Baseline survey; Integrated Community Care Act and delivery system; the role of dentistry; community resource case examples	Comparative overview of care systems and community resource referral map
2	3	Frailty, oral hypofunction, and oral frailty; oral function screening and assessment practice	Oral function screening and assessment form
3	3	Pre-visit patient and environmental assessment; infection control; equipment preparation and referral decision simulation	Domiciliary care preparation and visit plan
4	3	Field observation in homes or facilities, or a virtual field experience; interprofessional care conference; caregiver education role-play	Team care plan and caregiver education materials
5	3	Integrated standardized patient case; performance assessment; feedback; post-course survey	Individual reflective essay and improvement plan

Table 7. Plan for the workshop for dentists

Phase	Hours	Content and learning activities	Expected learner outputs
Preparatory learning	2	Relevant laws and systems; participant eligibility; oral function assessment; safety principles for domiciliary care; baseline survey and knowledge assessment	Pre-visit risk assessment assignment
In-person session 1	3	Briefing on a high-risk case; determination of feasible care; practical stations for oral function, patient positioning, suction, infection control, and equipment preparation	Initial visit plan and performance checklist
In-person session 2	2	Integration of interprofessional information; care planning; referral and feedback; role-play on educating family caregivers and care workers	Team care plan and caregiver education plan
In-person session 3	1	Comprehensive standardized patient assessment; debriefing; post-workshop survey	Individual implementation plan

Table 8. Evaluation levels, indicators, and assessment

Evaluation level	Indicators	Proposed instruments	Assessment time point
Reaction	Perceived relevance, difficulty, instructional methods, realism of cases, and satisfaction	Post-course evaluation, including open-ended questions	T1
Perceptions and attitudes	Perceived need for education, professional roles, views on collaboration, and intention to participate	Draft questionnaire on perceptions and self-efficacy in integrated community care dental education	T0, T1, and optionally T2
Knowledge	Care systems, oral function, risks of domiciliary care, and referral and coordination decisions	Case-based knowledge assessment	T0 and T1
Performance	Oral function screening, visit planning, team communication, and caregiver education	Checklist in Table 5 and analytic assessment rubric	T1
Behavior	Participation in actual domiciliary care or case conferences; use of checklists and referral forms; provision of caregiver education	Follow-up survey and, where feasible, record audit	8–12 weeks after the workshop (T2)
Patient and organizational outcomes	Access to care, referral completion, continuity of care, and experiences of patients and care teams	Separate follow-up studies	Long-term follow-up

족도나 교육 필요성에 대한 인식 변화뿐 아니라 지식, 임상적 판단, 수행 역량 및 향후 현장 적용 가능성을 구분하여 고려할 필요가 있다. 교육 전후의 인식 및 자기효능감 변화는 교육에 대한 학습자의 태도와 자신감 변화를 파악하는 데 유용하지만, 이를 실제 방문치과진료 수행 역량의 향상으로 직접 해석하는 데에는 한계가 있다. 따라서 교육과정 평가에서는 인식·태도와 지식, 사례 기반 의사결정 및 수행평가를 상호 보완적으로 활용하는 접근이 적절하다. 교육 직후에는 학습자의 반응과 지식, 구강기능 선별 및 방문치과진료 및 방문구강관리 계획 수립 능력 등을 평가하고, 일정 기간 이후에는 교육내용의 임상 현장 활용 여부와 다직종 협업 경험 등을 확인하는 방안을 고려할 수 있다(Table 8). 다만 실제 진료행동의 변화나 환자의 구강건강 및 기능 개선, 의료 접근성 향상과 같은 성과는 교육 직후의 평가만으로 확인하기 어려우므로 향후 별도의 연구를 통해 검토할 필요가 있다.

교육과정의 인식 및 태도 평가에는 교육 필요성과 전문직 역할에 대한 인식, 통합돌봄 관련 치과업무 자기효능감, 향후 학습 및 실천 의도 등을 포함할 수 있다. 이러한 평가영역은 방문치과진료 및 방문구강관리 교육과정 운영 연구, 한국어판 전문직 간 태도 척도의 타당화 연구, 장기요양시설 관찰교육 및 방문치과 임상교육의 평가 연구 등을 참고하여 구성할 수 있다[19-21]. 본 종설에서는 이러한 선행문헌과 제안된 교육과정의 학습성과를 바탕으로 세 영역, 총 19개 문항으로 구성된 설문 예시를 제시하였다(Table 9). 다만 각 영역은 서로 다른 구성 개념을 반영하므로 하나의 총점으로 통합하기보다는 영역별로 구분하여 평가하는 것이 적절하다. 제시된 문항은 타당화된 측정도구가 아니라 향후 교육과정 적용 시 활용을 검토할 수 있는 예시이므로, 실제 활용에 앞서 측정내용의 적절성과 신뢰도 및 타당도에 대한 검토가 필요하다.

제안된 교육과정의 실제 적용에 앞서 교육목표와 평가영역의 연계성을 검토하고, 학습자 및 관련 전문가의 의견을 반영하여 평가도구를 보완할 필요가 있다. 설문 문항의 경우 기존 도구와의 관련성, 문항의 명확성 및 응답자의 이해 가능성을 검토하는 과정이 요구되며, 수행평가 도구는 임상적 적절성과 평가자 간 일관성을 고려해야 한다[18]. 이후 시범교육을 통해 교육 전후의 지식, 인식 및 수행역량 변화와 학습자의 수용성을 검토한다면 교육과정의 개선 방향을 구체화할 수 있을 것이다. 다만 이러한 평가는 본 종설에서 실제 수행된 것이 아니라 향후 교육과정의 타당성과 효과를 검증하기 위한 후속 연구 방향에 해당한다. 특히 학습자의 자기효능감 향상이 실제 임상 수행이나 환자 수준의 성과로 이어지는지는 별도의 검증이 필요하다.

고찰

본 종설은 통합돌봄법 시행과 초고령사회 진입이라는 정책

Table 9. Perception and self-efficacy questionnaire for community-based integrated care dental education

Item	Statement
A. Perceived Educational Needs and Professional Roles (6 items)	
Response scale: 1 = Strongly disagree; 2 = Disagree; 3 = Neither agree nor disagree; 4 = Agree; 5 = Strongly agree.	
1	Providing oral health care for older adults living at home or in residential care facilities is an important professional responsibility of dentists.
2	Dental treatment planning for frail older adults should incorporate preservation of oral function and goals for daily living as well as disease treatment.
3	Domiciliary dental care and home-based oral care should be addressed in undergraduate and postgraduate dental education.
4	Addressing oral health problems in integrated community care requires collaboration between dental professionals and other health, long-term care, and social welfare professionals.
5	Dentists should understand National Health Insurance, Long-Term Care Insurance, and local integrated community care delivery systems.
6	Educating family caregivers and care workers to provide continuing oral care is part of the dentist's professional role.
B. Self-Efficacy in Integrated Community Care Dental Practice (10 items)	
Response scale: 1 = Not at all confident; 2 = Slightly confident; 3 = Moderately confident; 4 = Confident; 5 = Very confident.	
7	I can explain the distinction between oral hypofunction and oral frailty.
8	I can identify risks related to mastication, swallowing, oral hygiene, saliva, and dentures in a patient case.
9	I can organize information on systemic diseases, medications, cognition, mobility, and the care environment that should be reviewed before a home visit.
10	I can distinguish treatments that can be provided during a home visit from those requiring referral to a healthcare facility.
11	I can establish realistic oral care goals that reflect the patient's functional status, systemic health, and care circumstances.
12	I can request relevant information from dental hygienists, physicians, nurses, social workers, occupational and physical therapists, and care workers.
13	I can communicate oral health problems and a care plan so they can be incorporated into an interprofessional care plan.
14	I can identify appropriate health insurance, long-term care, and community services and connect patients to them through suitable referral pathways.
15	I can teach family caregivers and care workers how to provide oral hygiene, denture, and xerostomia care tailored to the patient's condition.
16	I can document assessments, treatment, education, referrals, and follow-up plans after a home visit in the required format.
C. Intentions for Future Learning and Practice (3 items)	
Response scale: 1 = Definitely will not; 2 = Probably will not; 3 = Unsure; 4 = Probably will; 5 = Definitely will.	
17	I intend to participate in further education on domiciliary dental care or integrated community care.
18	When treating frail, care-dependent patients, I intend to incorporate oral function and care circumstances into treatment planning.
19	When needed, I intend to share information with other professionals and refer patients to community services.

적·인구학적 전환을 배경으로, 치과의사에게 요구될 것으로 예상되는 역량 영역을 문헌 및 정책자료에 근거하여 정리하고, 이를 반영한 교육과정 설계 방향을 제안하였다. 통합돌봄법의 시행으로 진료의 장이 의료기관에서 환자의 생활 현장으로 확장됨에 따라, 치과의사는 기존의 질환·치료 중심 접근에서 벗어나 구강기능 유지와 저하 방지를 목표로 하는 구강기능 중심 접근으로 전환할 필요가 있으며, 의사, 간호사, 치과위생사, 사회복지사, 작업치료사, 물리치료사, 요양보호사 등 다양한 직역과 협업할 수 있는 의사소통 역량, 그리고 건강보험제도와 노인장기요양보험제도 및 관련 시범사업에 대한 제도적 이해가 함께 요구됨을 법령과 선행 문헌들에 근거하여 구조화하였다.

이에 본 종설은 ADDIE 모형을 분석틀로 활용하여 교육 요구, 학습성과, 교육모듈, 운영방식 및 평가전략을 하나의 설계안으로 제시하였다. 특히 학부생과 졸업 후 치과의사라는 서로

다른 학습자군의 특성을 구분하여, 학부 교육과정에는 통합돌봄과 방문치과진료의 기본 개념 및 구강기능 평가 역량을, 졸업 후 교육에는 실제 방문진료 수행과 제도 활용, 다직종 연계 등 실무 중심 역량을 각각 배치하는 이원화 전략을 제안하였다. 이러한 접근은 이미 임상 경험을 갖춘 치과의사와 아직 임상 경험이 없는 재학생 간의 학습 요구 차이를 고려한 것으로, 한정된 교육 자원 내에서 각 학습자군에게 실질적으로 도움이 되는 교육을 설계하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

다만 통합돌봄법 시행 초기 문헌 및 정책 자료에 대한 분석을 토대로 교육과정 개발 방향을 이론적으로 제시한 설계 연구로서, 실제 교육과정을 운영하고 그 효과성을 검증하는 연구는 아니다. 또한 제시된 교육모듈과 평가 방안은 국내외 선행 연구와 관련 시범사업 현황에 근거하여 구성되었으나, 개별 치과대학·치의학전문대학원의 교육 여건, 교수 인력, 실습 인프라에 따라 실행 가능성에는 차이가 있을 수 있다. 또한 본 설계안은 통합돌봄법 대상자 중 노쇠·의존 노인을 중심으로 구성되었으므로, 노인 외 돌봄 필요군에 요구되는 치과 역량과 교육내용을 충분히 포괄하지는 못한다. 향후 연구에서는 대상자군별 임상적 요구와 전달체계의 차이를 반영한 별도의 교육과정 설계가 필요하다.

향후 제시한 교육과정 개발 방향을 바탕으로 교육 프로그램에 시범 적용하고, 학습자의 지식·술기·태도 변화와 현장 적용 가능성을 평가하는 후속 연구가 필요하다. 아울러 방문치과진료 및 방문구강관리 역량에 대한 표준화된 평가도구 개발, 그리고 다직종 협업 교육의 효과를 검증하는 연구를 통해 통합돌봄법 시대에 부합하는 치과 교육과정이 지속적으로 보완되어야 할 것이다.

Conflicts of Interest: None

참고문헌

1. Ministry of the Interior and Safety. Resident registration population statistics [Internet]. Sejong: Ministry of the Interior and Safety; 2026 [cited 2026 Oct 16]. Available from: https://jumin.mois.go.kr/.
2. Ministry of Data and Statistics. Population projections for Korea: 2022-2072 [Internet]. Daejeon: Ministry of Data and Statistics; 2023 [cited 2026 Oct 16]. Available from: https://mods.go.kr/board.es?mid=a20108080000&bid=11748&act=view&list_no=439555.
3. Lim SM, Kim KH. The implications and challenges of the law on integrated support for regional care, including medical service and care. J Soc Secur Law 2024; 54: 583-609.
4. Korea Law Information Center. 의료·요양 등 지역 돌봄의 통합지원에 관한 법률. 법률 제20445호. Sejong: Ministry of Government Legislation; 2024.
5. Dibello V, Zupo R, Sardone R, Lozupone M, Castellana F, Dibello A, et al. Oral frailty and its determinants in older age: a systematic review. Lancet Healthy Longev 2021; 2: e507-e520.
6. Minakuchi S, Tsuga K, Ikebe K, Ueda T, Tamura F, Nagao K, et al. Oral hypofunction in the older population: position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016. Gerodontology 2018; 35: 317-324.
7. Tanaka T, Hirano H, Ikebe K, Ueda T, Iwasaki M, Minakuchi S, et al. Consensus statement on "oral frailty" from the Japan Geriatrics Society, the Japanese Society of Gerodontology, and the Japanese Association on Sarcopenia and Frailty. Geriatr Gerontol Int 2024; 24: 1111-1119.
8. Tanaka T, Takahashi K, Hirano H, Kikutani T, Watanabe Y, Ohara Y, et al. Oral frailty as a risk factor for physical frailty and mortality in community-dwelling elderly. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2018; 73: 1661-1667.
9. Kang JH, Park SC, Jung HI, Jung SJ, Park HJ, Kim SM, et al. Validation of the Korean Academy of Geriatric Dentistry screening questionnaire and oral frailty diagnostic criteria in community-dwelling older adults. Epidemiol Health 2024; 46: e2024008.
10. So JS, Jung HI, Kim NH, Ko SM, Linton JL, Kim J, et al. Clinical practice guidelines for oral frailty. J Korean Dent Assoc 2022; 61: 26-58.
11. 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.
12. Moon SE, Yang JJ, Choi YJ. Care workers' practices in oral healthcare for the elderly: mediating role of elderly oral healthcare education and behavioral needs. J Korean Soc

Dent Hyg 2024; 24: 57-67.
13. 김소희, 박민서, 차선정, 현유림. Second Effectiveness Evaluation of the Primary Care Home-Visit Reimbursement Pilot Program [Internet]. Wonju: Health Insurance Review & Assessment Service; 2025 [cited 2026 Oct 16]. Available from: https://repository.hira.or.kr/handle/2019.oak/3765.
14. 이정석, 권진희, 이희승, 김정희, 김현기, 송희연. 장기요양 재택의료센터 시범사업 효과 분석: 의료이용과 시설 입소예방 [Internet]. Wonju: National Health Insurance Service, Health Insurance Research Institute; 2024 [cited 2026 Oct 16]. Available from: https://kahm.net/data/1326.
15. Branch RM. Instructional design: the ADDIE approach. New York: Springer; 2009.
16. Yu CH, Chou MY. Implementation of domiciliary dentistry curriculum in dental education: 5-year experience. J Dent Sci 2022; 17: 1083-1084.
17. Gilbert JH, Yan J, Hoffman SJ. A WHO report: framework for action on interprofessional education and collaborative practice. J Allied Health 2010; 39: 196-197.
18. Artino AR Jr, La Rochelle JS, Dezee KJ, Gehlbach H. Developing questionnaires for educational research: AMEE Guide No. 87. Med Teach 2014; 36: 463-474.
19. Park KH, Park KH, Kwon OY, Kang Y. A validity study of the Korean version of the Interprofessional Attitudes Scale. Korean Med Educ Rev 2020; 22: 122-130.
20. Hillebrecht AL, Dörr L, Schlueter N, Linde P, Reissmann DR, Spies BC, et al. Effects of a one-day shadowing experience on dental students' attitudes toward ageing and geriatric dentistry: a prospective controlled cohort study. BMC Med Educ 2026; 26: 694.
21. Stillhart A, Solomons M, Leles CR, Spatzier H, Srinivasan M. Effect of clinical rotations in domiciliary dental care on dental students' attitudes, empathy, and perceptions towards institutionalized older adults in Zurich in Switzerland. Spec Care Dentist 2026; 46: e70192.

ORIGINAL ARTICLE

대한치과의사협회지 2026; 64(10): 359-366
https://doi.org/10.22974/jkda.2026.64.10.002

Accuracy of implant according to support type of dental implant surgical guides: A retrospective study

치과용 임플란트 수술용 가이드의 지지방식에 따른 임플란트 식립의 정확도 평가: 후향적 연구

Kyung-Min Im[1], Gi-Won Sung[1], Ho-Young Cha[1], Chul-Hoon Kim[1], Bok-Joo Kim[1], Jung-Han Kim[1], Sun-Woo Kang[2,*]

[1]Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea
[2]Department of Prosthodontics, College of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study evaluated the influence of surgical guide support type on implant placement accuracy by comparing planned and actual implant positions.
Materials and Methods: Thirty-two patients who underwent guided implant surgery between January 2024 and April 2026 were included. 136 implants were analyzed: 60 in 9 edentulous patients and 76 in 23 partially edentulous patients. CAD/CAM surgical guides were fabricated using preoperative CBCT and intraoral scan data. Postoperative CBCT images were superimposed on planning data to measure coronal, apical, depth, and angular deviations. Guides were classified as tooth-supported or tissue-supported, with tooth-supported guides further categorized as unilateral or bilateral. Implant sites were classified as anterior, premolar, or molar.
Results: Tooth-supported guides showed lower coronal and apical deviations than tissue-supported guides (1.48 ± 0.09 vs. 1.95 ± 0.14 mm, p = 0.006; 1.85 ± 0.12 vs. 2.28 ± 0.15 mm, p = 0.030). Depth and angular deviations did not differ significantly. No significant differences were found between unilateral and bilateral tooth-supported designs. Implant location did not affect coronal, apical, or depth deviations but affected angular deviation. In tooth-supported guides, molar implants showed greater angular deviation than premolar implants (p = 0.031), whereas in tissue-supported guides, anterior implants showed greater angular deviation than premolar and molar implants.
Conclusion: Tooth-supported surgical guides provided greater implant placement accuracy than tissue-supported guides, particularly for coronal and apical deviations. Guide stability and implant site characteristics should be considered to improve the accuracy and predictability of guided implant surgery. ***(J Korean Dent Assoc 2026; 64(10): 359-366)***

Key words : Dental Implants; Computer-Aided Surgery; Treatment Outcome

서론

치과용 임플란트 치료에서 고정체의 식립 위치는 장기적인 성공과 예후를 결정하는 중요한 요소이다. 이상적인 위치에 식립된 임플란트는 기능적 안정성과 심미성을 동시에 만족시킬 수 있으나 부정확한 식립은 상악동 또는 하치조신경과 같은 주요 해부학적 구조물의 손상을 초래할 수 있으며[1], 나아가 보철적 문제 및 생물학적 합병증으로 이어질 수 있다[2].

정확한 임플란트 식립을 위해 다양한 보조 기술들이 개발되어 왔으며, 전통적인 수술용 스텐트(surgical stent), 수술용 가이드(surgical guide), 동적 유도 내비게이션(dynamic guided

Received May 31, 2026; Revised Oct 8, 2026; Accepted Oct 15, 2026

*Corresponding author: Prof. Sun-Woo Kang
Department of Prosthodontics, College of Medicine, Dong-A University, 26, Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea.
Tel: +82-51-240-5470, E-mail: kalisto002@dau.ac.kr

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/).

navigation)에 이르기까지 다양한 방법이 이용되고 있다[3]. 전통적인 수술용 스텐트는 진단 모형과 보철적 정보를 바탕으로 임플란트의 식립 위치와 방향을 수술 부위에 전달하는데 활용되어 왔으나 해부학적 구조에 대한 3차원적 정보를 충분히 반영하기 어렵고 계획된 위치를 정확하게 재현하는데 한계가 있을 수 있다. Ramasamy 등(2013)은 cone beam computed tomography (CBCT) 영상, 3차원 임플란트 계획 소프트웨어 및 컴퓨터 기반 가이드 제작 기술의 도입이 기존 수술용 가이드의 이러한 한계를 보완할 수 있다고 보고하였다[4]. 또한 Somogyi-Ganss 등(2015)은 정적 및 동적 컴퓨터 유도 방식이 기존의 수동으로 만든 stent와 비교하여 전반적으로 높은 정확도를 나타낸다고 보고하였다[5].

최근에는 CAD/CAM 기술과 방사선 영상의 발전으로 디지털 기반의 수술용 가이드가 높은 신뢰도와 활용도를 보이며 임상에서 널리 사용되고 있다[6]. 수술용 가이드는 술자가 계획한 위치에 임플란트를 정확히 식립할 수 있도록 도우며 최소침습적 수술을 수행함으로써 통증과 부종을 감소시키고 회복을 촉진하는 장점이 있다. 또한 수술 시간 및 치료 기간 단축이 가능하다는 점에서 임상적 효용성이 높다[7]. Malo 등(2007)은 computer-guided flapless implant surgery를 이용한 임플란트 식립의 임상적 적용 가능성을 보고하였으며 이후 다양한 guide surgery의 정확성과 임상적 유용성이 연구되어 왔다[8].

그러나 디지털 방식으로 제작된 수술용 가이드에서도 계획된 위치와 실제 임플란트 식립 위치 사이의 오차가 발생할 수 있다. 특히 가이드의 제작 과정에서 발생하는 오차나 변형은 임상적 정확도에 영향을 미칠 수 있으며, Stumpel(2012)은 stereolithography 방식으로 제작된 수술용 가이드의 변형이 가상으로 계획된 위치와 실제 임플란트 위치 사이의 불일치를 유발할 수 있음을 보고하였다[9]. 수술용 가이드의 정확성에 영향을 미치는 여러 요인 중 하나는 구강 내에서의 가이드 안정성이다[10]. 가이드가 구강 내에서 움직일 경우 계획된 위치와 실제 식립 위치 간의 오차가 발생할 수 있다. 수술용 가이드의 안정성은 지지 방식에 영향을 받으며, 임플란트 식립 위치 및 무치악부의 형태 등에도 영향을 받을 수 있다[11,12].

현재까지 수술용 가이드의 정확도에 관한 다양한 연구가 이루어져 왔으나, 지지 방식에 따른 비교가 주를 이루며, 지지 형태와 임플란트 식립 위치를 함께 고려하여 수술용 가이드의 안정성과 정확도를 평가한 임상 연구는 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 CBCT와 구강스캔 데이터를 기반으로 계획하고 3D printer를 이용하여 제작한 수술용 가이드를 이용하여 식립한 임플란트를 대상으로, 가이드의 지지 방식 및 지지 형태와 임플란트 식립 위치에 따른 정확도를 후향적으로 분석하고, 이를 통해 가이드의 안정성과 관련된 임상적 요인을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2024년 1월부터 2026년 4월까지 동아대학교병원 구강악안면외과에 내원하여 수술용 가이드를 이용한 임플란트 식립술을 시행받은 총 32명의 환자에서 식립된 136개의 임플란트를 대상으로 하였다. 연구 대상은 만 18세 이상이면서 임플란트 식립 전·후 CBCT를 촬영한 환자로 선정하였다. 조절되지 않는 전신질환이 있거나 두경부 방사선 치료의 병력이 있는 환자는 연구 대상에서 제외하였다. 본 연구는 동아대학교병원 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 수행되었으며(승인번호: DAUHIRB-26-085), 모든 연구 절차는 헬싱키 선언(Declaration of Helsinki)에 준하여 시행되었다.

수술용 가이드 제작을 위해 수술 전 CBCT (Green 16, Vatech, Hwaseong, Korea)를 이용하여 영상을 획득하였다. 촬영 조건은 field of view(FOV)는 16 x 9 cm, voxel size 0.3 mm, tube voltage 94 kVp, tube current 8.0 mA로 설정하였다. 이후 구강스캐너(Primescan, Dentsply Sirona, Charlotte, USA)를 이용하여 구강 내 정보를 채득하였다. CBCT 영상과 구강 스캔 데이터를 각각 DICOM 및 STL 형식으로 추출하여 각각의 데이터를 정합하였다. 이후 수술용 가이드 제작 소프트웨어 (Dentiqguide, Dentis, Daegu, Korea)를 이용하여 보철물의 이상적인 위치를 반영하여 임플란트 식립 위치를 계획하고 수술용 가이드를 디자인한 후 mesh 파일을 획득하여 3D 프린터(Zenith D, Dentis, Daegu, Korea)를 이용하여 수술용 가이드를 제작한 후 세척 및 중합의 과정을 제조사의 권장에 따라 시행하였다. 모든 가이드는 적합성의 확인을 위한 구멍을 형성하였으며, sleeve를 사용하였다.

모든 수술은 국소마취하에서 무균 상태로 3명의 숙련된 구강악안면외과 전문의에 의해 시행되었다. 각 증례에서 사전에 수립된 수술 계획에 따라 수술용 가이드를 구강 내에 장착한 후 순차적으로 드릴링 및 임플란트 식립을 시행하였다(Fig. 1). 골

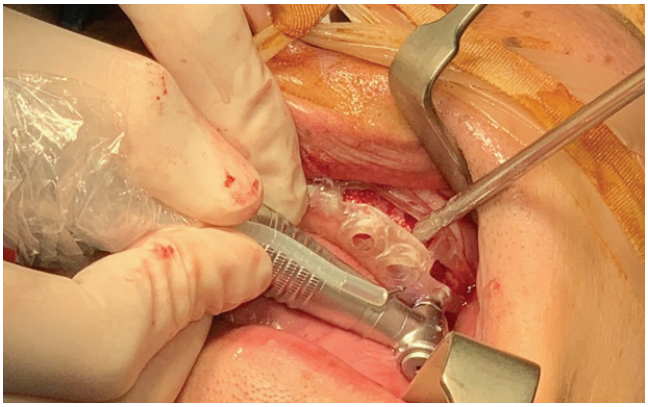


Fig. 1. Guided implant surgery procedure
The surgical guide was positioned. Guided drilling and implant placement were then performed according to the planned implant position.

Table 1. Distribution of implants according to surgical guide characteristics and implant related factors

Category	Subgroup	Implants
Surgical guide support type	Tissue support	60
	Tooth support	76
Implant site in tissue support guide	Anterior	23
	Premolar	17
	Molar	20
Implant site in tooth support guide	Anterior	26
	Premolar	19
	Molar	31
Support type of tooth support guide	Unilateral(distal extension)	57
	Bilateral(between teeth)	19
Timing of implant placement	Immediate placement	8
	Delayed placement	128

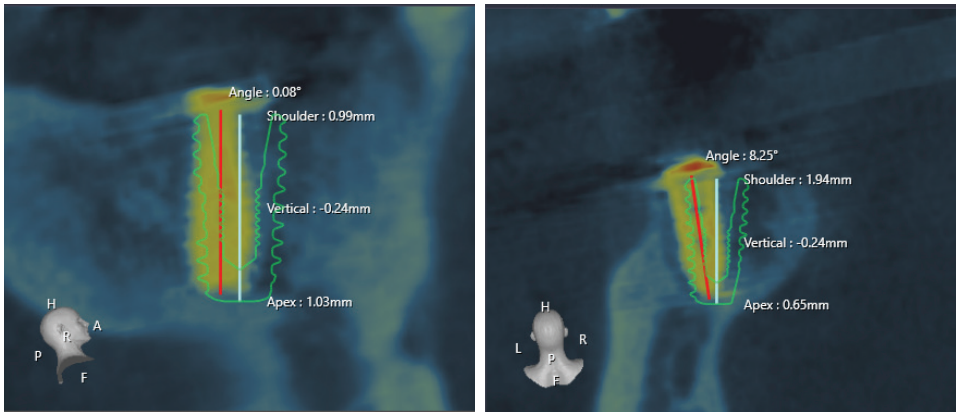


Fig. 2. Accuracy assessment by image superimposition Postoperative 3D images were superimposed onto the preoperative implant planning data using Dentiqguide software to assess the accuracy of implant placement.

이식이 필요한 증례에서는 임플란트 식립과 함께 골이식재를 이용한 골이식을 시행하였다. 총 136개의 임플란트 중 치아 지지 가이드를 이용하여 식립된 8개의 임플란트는 발치 후 즉시 식립되었으며, 나머지 임플란트는 치유된 무치악 부위에 식립되었다. 조직 지지 가이드를 사용한 증례에서는 가이드의 안정성을 확보하기 위해 증례별 구강 내 조건에 따라 추가적인 고정 방법을 적용하였다. 일부 증례에서는 전치부 및 양측 소구치부의 협측에 고정용 나사를 이용하여 가이드를 고정하였으며, 고정용 나사를 사용하지 않은 경우에는 악궁을 가로지르는 지지대를 포함하도록 가이드를 설계하여 점막 압박을 통한 안정성을 확보하였다. 또한 다수의 임플란트를 순차적으로 식립한 증례에서는 먼저 식립된 임플란트에 마운트 드라이버(mount driver)를 장착하고 이를 가이드의 슬리브에 위치시켜 추가적인 지지점으로 활용함으로써 수술 중 가이드의 움직임을 최소화하였다.

임플란트 식립 후 CBCT를 촬영하였으며, 가이드 제작 소프트웨어 (Dentiqguide)를 이용하여 수술 전 계획 데이터와 수술 후 CBCT 영상을 중첩하였다(Fig. 2). 정확한 영상 중첩을 위해 상악에서는 전비극 (anterior nasal spine)과 하안와공 (infraorbital foramen)을 기준점으로 사용하였으며, 하악에서는 이공 (mental foramen), 턱끝가시 (mental spine), 하악각 (angle of mandible)을 기준점으로 사용하였다. 중첩된 영상을 기반으로 계획된 임플란트와 실제 식립된 임플란트 사이의 플랫폼 및 근단부에서의 위치 차이인 선형 오차, 수직적 깊

이 차이인 깊이 오차, 그리고 임플란트 장축 사이의 각도 차이인 각도 오차를 Dentiqguide 소프트웨어에서 제공하는 3차원적인 거리 및 각도의 측정값을 이용하여 기록하였다(Fig. 3).

수술용 가이드는 지지 방식에 따라 완전 무치악에서 조직 지지 (tissue-supported) 가이드와 치아 지지 (tooth-supported) 가이드로 분류하였다. 조직 지지 가이드는 잔존 치아에 의한 지지 없이 무치악 치조제의 점막을 주된 지지 구조로 이용하는 경우로 정의하였으며, 치아 지지 가이드는 하나 이상의 잔존 치아에 가이드가 직접 접촉하여 지지를 얻는 경우로 정의하였다. 치아 지지 가이드는 지지 치아의 분포에 따라 양측성 지지 (between teeth)와 편측성 지지 (distal extension)로 세분화하였다. 또한 임플란트 식립 위치에 따른 정확성을 비교하기 위해 식립 부위를 전치부, 소구치부 및 대구치부로 분류하였다(Table 1).

통계 분석은 R software (version 4.5.1; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)를 이용하여 수행하였다. 측정값은 평균 ± 표준편차 (mean ± standard deviation, SD)로 제시하였다. 수술용 가이드의 지지 방식에 따른 정확성 비교와 치아 지지 가이드 내 지지 형태에 따른 비교에는 Welch's t-test를 적용하였다. 임플란트 식립 위치에 따른 정확성의 차이는 one-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하여 분석하였으며, 유의한 차이가 확인된 경우 Tukey's post-hoc test를 이용하여 사후검정을 시행하였다. 통계적 유의수준은 $p < 0.05$로 설정하였다.

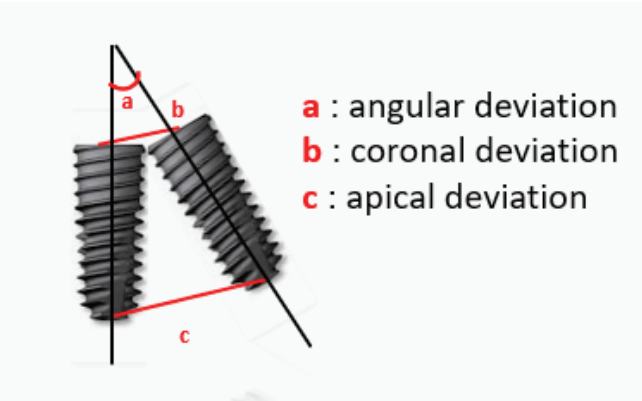


Fig. 3. Measurement of implant placement deviations Implant placement accuracy was evaluated by measuring a) angular deviations and linear deviations at the b) platform and c) apex between the planned and placed implants on the superimposed images.

결과

총 32명의 환자(남성 20명, 여성 12명, 평균 연령 62.6 ± 11.5세)에서 식립된 136개의 임플란트를 대상으로 분석을 시행하였다. 본 연구 대상의 특성은 Table 1과 같다.

조직 지지와 치아 지지 가이드 간 정확성을 비교한 결과, 플랫폼 상단 차이는 조직 지지군에서 1.95 ± 0.14 mm, 치아 지지군에서 1.48 ± 0.09 mm였으며, 조직 지지군에서 유의하게 큰 오차를 보였다 ($p = 0.006$). 플랫폼 하방 차이는 조직 지지군이 2.28 ± 0.15 mm, 치아 지지군이 1.85 ± 0.12 mm로 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p = 0.030$). 각도 차이는 각각 5.11 ± 0.45°와 5.49 ± 0.37°로 유의한 차이가 없었다 ($p = 0.513$). 수직 깊이 차이에서는 조직 지지군 (1.03 ± 0.11 mm)과 치아 지지군 (0.88 ± 0.12 mm) 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.367$) (Table 2).

치아 지지 가이드군 내에서 편측성 (distal extension)과 양측성 (between teeth) 지지 방식에 따른 비교에서는 플랫폼 상단 차이가 각각 1.49 ± 0.10 mm, 1.46 ± 0.20 mm ($p = 0.913$), 플랫폼 하방 차이가 각각 1.86 ± 0.14 mm, 1.87 ± 0.27 mm($p = 0.986$)로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 각도 및 수직적 깊이 차이 역시 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$) (Table 3).

치아 지지 가이드군에서 식립 위치에 따른 분석 결과, 플랫

Table 2. Comparison of implant placement accuracy tissue-support vs tooth support guide

Variable	Tissue-supported (Mean ± SD)	Tooth-supported (Mean ± SD)	p-value
Coronal deviation (mm)	1.95 ± 0.14	1.48 ± 0.09	0.006
Apical deviation (mm)	2.28 ± 0.15	1.85 ± 0.12	0.030
Angular deviation (°)	5.11 ± 0.45	5.49 ± 0.37	0.513
Depth deviation (mm)	1.03 ± 0.11	0.88 ± 0.12	0.367

Table 3. Comparison of implant placement accuracy unilateral(distal extension)-support vs bilateral(between teeth) support guide

Variable	Distal extension (Mean ± SD)	Between teeth (Mean ± SD)	p-value
Coronal deviation (mm)	1.49 ± 0.10	1.46 ± 0.20	0.913
Apical deviation (mm)	1.86 ± 0.14	1.87 ± 0.27	0.986
Angular deviation (°)	5.67 ± 0.41	4.96 ± 0.82	0.445
Depth deviation (mm)	0.89 ± 0.14	0.88 ± 0.20	0.974

Table 4. Comparison of implant placement accuracy according to implant site(teeth support guide)

Variable	Anterior (Mean ± SD)	Premolar (Mean ± SD)	Molar (Mean ± SD)	p-value
Coronal deviation (mm)	1.39 ± 0.15	1.55 ± 0.24	1.52 ± 0.11	0.810
Apical deviation (mm)	1.76 ± 0.20	1.97 ± 0.27	1.78 ± 0.23	0.837
Angular deviation (°)	4.79 ± 0.66	4.51 ± 0.60	6.58 ± 0.61	0.025
Depth deviation (mm)	0.85 ± 0.15	1.34 ± 0.41	0.65 ± 0.11	0.129

Table 5. Comparison of implant placement accuracy according to implant site(tissue support guide)

Variable	Anterior (Mean ± SD)	Premolar (Mean ± SD)	Molar (Mean ± SD)	p-value
Coronal deviation (mm)	2.14 ± 0.24	1.62 ± 0.19	1.98 ± 0.24	0.251
Apical deviation (mm)	2.56 ± 0.29	1.84 ± 0.19	2.28 ± 0.23	0.149
Angular deviation (°)	6.47 ± 0.94	4.40 ± 0.45	4.10 ± 0.57	0.013
Depth deviation (mm)	0.49 ± 0.32	0.11 ± 0.25	0.05 ± 0.27	0.564

폼 상단, 하방 및 수직 깊이 차이에서는 전치부, 소구치부, 대구치부 간 유의한 차이가 관찰되지 않았다 ($p > 0.05$). 그러나 각도 차이에서는 유의한 차이가 나타났으며 ($p = 0.025$), 사후 분석 결과 대구치부 (6.58 ± 0.61°)가 소구치부 (4.51 ± 0.60°)에 비해 유의하게 큰 각도 차이를 보였다 ($p = 0.031$) (Table 4). 조직 지지 가이드군에서도 마찬가지로 플랫폼 상단, 하방 및 수직 깊이 차이에서는 전치부, 소구치부, 대구치부 간 유의한 차이가 관찰되지 않았다 ($p > 0.05$). 그러나 각도 차이에서는 전치부 (6.47 ± 0.94°)가 소구치 (4.40 ± 0.45°), 대구치부 (4.10 ± 0.57°)에 비해 유의하게 큰 값을 나타냈다(Table 5).

고찰

본 연구에서는 조직 지지에 비해 치아 지지 가이드에서 플랫폼 상단 및 하방의 차이에서 유의하게 작은 값을 보였다. 이는 치아 지지 가이드가 조직 지지 가이드에 비해 전반적으로 더 높은 정확성을 보인다고 보고한 Raico Gallardo 등(2017)의 연구결과와 일치한다[11]. 이는 치아가 연조직에 비해 변형이 적고 안정적인 지지 구조를 제공함으로써 수술용 가이드의 적합도와 안정성을 향상시키기 때문으로 생각된다. 반면 각도 차이에서는 치아 지지 가이드군과 조직 지지 가이드 간 유의한 차이는 관찰되지 않았으며, 이는 치아 지지 가이드가 더 작은 각도 오차를 보였던 다른 선행 연구 결과와는 다른 양상이었다.

본 연구의 치아 지지 가이드군에는 발치 후 즉시 식립 증례가 8개(10.5%) 포함되어 있었던 반면, 조직 지지 가이드군은 모두 지연 식립되었다. 즉시 식립의 경우 발치와의 형태, 초기 고정 확보 과정 및 잔존 치조골의 해부학적 제한(cortical interference) 등에 의해 계획된 식립 방향과 실제 식립 방향 사이에 추가적인 편차가 발생할 수 있다[13]. Mittal 등(2025)은 가이드를 이용한 단일 구치부 임플란트 식립에서 즉시 식립군이 지연 식립군에 비해 각도 및 플랫폼 상단의 평균값은 다소 크게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 식립 깊이에서만 유의한 차이를 보고하였다[14]. 따라서 본 연구의 각도 차이의 수치는 지지 방식 자체의 영향이라기보다는 즉시 식립 증례가 포함된 데 따른 결과일 가능성이 있다.

본 연구는 치아 지지 가이드에서 양측성 지지가 편측성 지지에 비해 더 적은 오차값을 보였다. 이는 편측성 지지 상황

에서 식립된 구치부 임플란트의 정확도가 감소함을 보고한 El Kholy 등(2019)의 연구 결과와 일치한다[15]. 또한 자유단의 길이가 증가할수록 3차원적 변위가 증가하는 경향을 보였다. 이는 치아 지지 가이드라 하더라도 양측에서의 견고한 지지가 확보되지 않고 자유단이 존재하는 경우, 가이드의 구조적 안정성이 저하되어 임플란트 식립 정확도에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

본 연구에서 식립 위치에 따른 정확도를 분석한 결과, 플랫폼 상단 및 하방의 차이에서는 전치부, 소구치부, 대구치부 간 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 그러나 각도 차이에서는 유의한 차이가 나타났으며, 치아지지 가이드에서 대구치부가 소구치부에 비해 유의하게 큰 값을 보였다. 이러한 결과는 식립 위치가 수술용 가이드의 정확도에 영향을 줄 수 있다는 선행연구[16]와 일치한다. Derksen 등(2019)은 치아 지지 수술용 가이드를 이용한 전향적 임상 연구에서 식립 위치, 무치악 공간의 길이, 임플란트 길이 및 피질골 간섭이 정확도에 영향을 미치는 요인이라고 보고하였다[13].

후방부 임플란트에서 각도 차이가 증가하는 경향은 제한된 시야와 기구 접근성의 어려움으로 설명될 수 있다. 구치부에서는 개구량, 잔존 치아, 대합치 및 핸드피스의 접근 방향에 의해 드릴링 축을 계획된 방향과 일치시키기 어려울 수 있다. Bae와 Lee의 문헌고찰(2021)에서도 최후방 임플란트, 특히 제2대구치 부위에서 더 큰 각도 오차가 발생할 수 있다고 보고하였다[17]. 따라서 본 연구에서 대구치부의 각도차이가 증가한 것은 치아 지지 가이드 자체의 부정확성보다는 후방부 식립 시 발생하는 기구의 접근 제한이 복합적으로 작용한 결과로 해석할 수 있다. 반면, 본 연구에서는 조직지지군의 각도차이에서 전치부가 소구치, 대구치부에 비해 유의하게 큰 값을 나타냈는데 이는 치아지지에 비해 상대적으로 구치부로의 기구 접근 및 시야확보가 용이하며 전치부의 경우 조직지지는 치아지지에 비해 가이드의 고정이 부족하기 때문에 수술용 가이드의 회전 운동에 의한 각도차이가 후방 치아에 비해 클 수 있음으로 해석할 수 있다.

Tahmaseb 등(2018)은 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 통해 static computer-aided implant surgery (s-CAIS)의 정확도를 평가하였으며, 임플란트 식립 시 상단부와 근단부에서의 평균 오차가 각각 1.2 mm와 1.4 mm, 평균 각도 오차가 3.5°라고 보고하였으며, 부분 무치악 증례가 완전 무치악 증례보다 유의하게 높은 정확성을 나타낸다고 하였다[18]. 이와 같은 선행연구를 포함하여 당시까지 축적된 임상적 근거와 전문가 의견을 종합한 2018 International Team for Implantology (ITI) Consensus에서는 s-CAIS 시행 시 중요 해부학적 구조물로부터 2 mm의 안전영역(safety margin)을 확보할 것을 권고하였다[19]. 본 연구에서는 조직 지지군과 치아 지지군에서 플랫폼 상단부의 평균 오차가 각각 1.95 mm와 1.48 mm, 근단부의 평균 오차가 각각 2.28 mm와 1.85 mm, 평균 각도 오차가 각각 5.1°와 5.5°로 나타나 기존 연구에서 보고된 평균값보다 다소 큰 경향을 보였다. Zhou 등(2018)은 정확도에 영향을 미치는 주요 임상적 요인으로 가이드 고정 방식, 지지 양식 및 판막 거상 유무를 제시하였으며, 고정용 나사를 이용한 완전 유도 무절개 수술에서 가장 높은 정확도를 보고하였다[20]. 본 연구에서는 대부분의 조직 지지 증례에서 고정용 나사를 사용하지 않았고 판막 거상을 포함하는 수술방식을 시행하였다는 점에서 기존 연구에 비해 다소 큰 오차가 발생하였다고 생각된다.

본 연구 결과를 통해 수술용 가이드의 지지 방식과 안정성이 임플란트 식립 정확도에 중요한 영향을 미친다는 점을 다시 한번 확인할 수 있었다. 특히 치아 지지 가이드는 조직 지지 가이드에 비해 더 작은 플랫폼 상단, 하방 차이를 나타내어 높은 정확성을 보였으며, 양측성 치아 지지를 확보할 수 있는 경우 더욱 안정적인 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 또한 식립 위치에 따라 각도 차이가 발생할 수 있으므로, 특히 구치부 식립 시에는 제한된 시야와 접근성을 고려하여 보다 세심한 술식이 요구된다.

한편 조직 지지 가이드의 경우에도 적절한 디지털 계획과 정확한 영상 중첩 과정을 거친다면 치아 지지 가이드와 유사한 수준의 정확성을 얻을 수 있음을 확인하였다. 특히 본 연구에서는 기존 의치 또는 임시 의치를 활용하여 가이드의 적합도를 향상시킴으로써 조직 지지 가이드의 정확성을 개선할 수 있었다. 따라서 완전 무치악 환자에서 수술용 가이드를 이용한 임플란트 수술을 계획할 경우, 잘 적합된 의치의 활용과 정밀한 디지털 워크플로우 구축이 중요할 것으로 생각된다. 또한 조직 지지 가이드 또는 긴 무치악 구간을 포함하는 증례에서는 고정용 나사를 이용한 추가적인 고정, 적절한 지지 구조의 설계 및 수술용 가이드의 안정성 확보가 정확도 향상에 도움이 될 것으로 판단된다. 이러한 결과는 임상가가 수술용 가이드의 설계 및 사용 방법을 결정하는 데 있어 실질적인 근거를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 한계를 가진다. 첫째, 단일 기관에서 시행

된 후향적 연구로서 결과를 일반화하는 데 제한이 있다. 둘째, 본 연구에서는 지지 방식과 식립 위치를 중심으로 분석하였으나, 무치악 공간의 길이, 잔존 치아 수, 임플란트 길이 및 직경, 발치 즉시 식립 여부, 고정용 나사 사용 여부 등 다양한 변수들을 독립적으로 분석하지 못하였다. 이러한 변수들은 선행연구에서 정확도에 영향을 미치는 요인으로 보고된 바 있어 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 셋째, 본 연구의 수술은 3명의 술자에 의해 시행되었으며, 술자의 경험과 술식의 차이가 결과에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다. 또한 수술 중 발생할 수 있는 미세한 보정 과정이나 임상적 판단 역시 실제 식립 위치에 영향을 주었을 가능성이 있다. 향후 보다 많은 증례를 대상으로 한 전향적 연구를 통해 수술용 가이드의 안정성에 영향을 미치는 다양한 요인을 규명한다면, 임플란트 식립의 정확성과 예측성을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 치아 지지 가이드는 조직 지지 가이드보다 유의하게 플랫폼 상단 및 하방에서 작은 차이를 나타냈고 각도 차이는 치아 지지 가이드에서 더 큰 값을 보였고, 식립 깊이 차이는 조직 지지 가이드에서 더 큰 값을 보였다. 둘째, 치아 지지 가이드 내에서 편측성 지지와 양측성 지지 간에는 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 양측성 지지군에서 더 작은 오차를 보이는 경향이 나타났다. 셋째, 식립 위치에 따른 비교에서는 플랫폼 상단, 하방 및 식립 깊이에서는 차이가 없었으나 각도 차이에서는 유의한 차이가 나타났으며, 치아지지 가이드에서 대구치부가 소구치부에 비해 유의하게 큰 값을 보였으며, 조직지지 가이드에서는 전치부에서 소구치 및 대구치부위에 비해 더 큰 각도 차이를 보였다.

Conflicts of Interest: None

참고문헌

1. Ribas BR, Nascimento EH, Freitas DQ, Pontual AD, Pontual ML, Perez DE, et al. Positioning errors of dental implants and their associations with adjacent structures and anatomical variations: a CBCT-based study. Imaging Sci Dent 2020; 50: 281-290.
2. Younis H, Lv C, Xu B, Zhou H, Du L, Liao L, et al. Accuracy of dynamic navigation compared to static surgical guides and the freehand approach in implant placement: a prospective clinical study. Head Face Med 2024; 20: 30.
3. Kuo PJ, Lin CY, Hung TF, Chiu HC, Kuo HY. A novel application of dynamic guided navigation system in immediate implant placement. J Dent Sci 2022; 17: 354-360.
4. Ramasamy M, Giri, Raja R, Subramonian, Karthik, Narendrakumar R. Implant surgical guides: from the past to the present. J Pharm Bioallied Sci 2013; 5: S98-S102.
5. Somogyi-Ganss E, Holmes HI, Jokstad A. Accuracy of a novel prototype dynamic computer-assisted surgery system. Clin Oral Implants Res 2015; 26: 882-890.
6. Afshari A, Shahmohammadi R, Mosaddad SA, Pesteei O, Hajmohammadi E, Rahbar M, et al. Free-hand versus surgical guide implant placement. Adv Mater Sci Eng 2022; 2022: 6491134.
7. Unsal GS, Turkyilmaz I, Lakhia S. Advantages and limitations of implant surgery with CAD/CAM surgical guides: a literature review. J Clin Exp Dent 2020; 12: e409-e417.
8. Malo P, de Araujo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. J Prosthet Dent 2007; 97: S26-S34.
9. Stumpel LJ. Deformation of stereolithographically produced surgical guides: an observational case series report. Clin Implant Dent Relat Res 2012; 14: 442-453.
10. Marquez Bautista N, Meniz-García C, López-Carriches C, Sánchez-Labrador L, Cortés-Bretón Brinkmann J, Madrigal Martínez-Pereda C. Accuracy of different systems of guided implant surgery and methods for quantification: a systematic review. Appl Sci 2024; 14: 11479.
11. Raico Gallardo YN, da Silva-Olivio IR, Mukai E, Morimoto S, Sesma N, Cordaro L. Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res 2017; 28: 602-612.
12. Shi Y, Wang J, Ma C, Shen J, Dong X, Lin D. A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation. Int J Implant Dent 2023; 9: 38.

13. Derksen W, Wismeijer D, Flügge T, Hassan B, Tahmaseb A. The accuracy of computer-guided implant surgery with tooth-supported, digitally designed drill guides based on CBCT and intraoral scanning. A prospective cohort study. Clin Oral Implants Res 2019; 30: 1005-1015.
14. Mittal S, Kaurani P, Goyal R. Comparison of accuracy between single posterior immediate and delayed implants placed using computer guided implant surgery and a digital laser printed surgical guide: a clinical investigation. J Prosthet Dent 2025; 134: 1133-1139.
15. El Kholy K, Lazarin R, Janner SF, Faerber K, Buser R, Buser D. Influence of surgical guide support and implant site location on accuracy of static computer-assisted implant surgery. Clin Oral Implants Res 2019; 30: 1067-1075.
16. Park JY, Song YW, Park SH, Kim JH, Park JM, Lee JS. Clinical factors influencing implant positioning by guided surgery using a nonmetal sleeve template in the partially edentulous ridge: multiple regression analysis of a prospective cohort. Clin Oral Implants Res 2020; 31: 1187-1198.
17. Bae JH, Lee SY. Clinical precautions for implant placement using computer-guided implant surgical guide: a systematic review. J Implantol Appl Sci 2021; 25: 147-157.
18. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res 2018; 29: 416-435.
19. Wismeijer D, Joda T, Flügge T, Fokas G, Tahmaseb A, Bechelli D, et al. Group 5 ITI Consensus Report: digital technologies. Clin Oral Implants Res 2018; 29: 436-442.
20. Zhou W, Liu Z, Song L, Kuo CL, Shafer DM. Clinical factors affecting the accuracy of guided implant surgery-a systematic review and meta-analysis. J Evid Based Dent Pract 2018; 18: 28-40.

CASE REPORT

대한치과의사협회지 2026; 64(10): 367-374
https://doi.org/10.22974/jkda.2026.64.10.003

Application of 3D-printed surgical guides in pediatric oral surgery

소아치과 구강수술에서 3D 프린팅 수술 가이드의 적용

So-Min Lim, Nan-Young Lee, Su-Hyun Park, Ji-Na Song, Myeong-Kwan Jih*

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

Impacted and supernumerary teeth in pediatric patients may disturb normal eruption and require surgical or orthodontic intervention. This report presents two cases in which three-dimensional-printed surgical guides were used for pediatric oral surgical procedures. In the first case, a 10-year-old boy had an impacted supernumerary tooth associated with eruption disturbance of the mandibular right first premolar. A surgical guide was used to assist the lingual approach and initial bone removal, and spontaneous eruption of the premolar was observed after extraction. In the second case, a 13-year-old boy had a palatally impacted maxillary left canine close to the lateral incisor root. A surgical guide was used for open surgical exposure and button bonding, followed by orthodontic traction. These cases suggest that three-dimensional-printed surgical guides may be useful as an adjunctive tool for confirming the planned surgical approach in pediatric oral surgical procedures involving impacted teeth. *(J Korean Dent Assoc 2026; 64(10): 367-374)*

Key words : Tooth, Impacted; Tooth, Supernumerary; Pediatric Dentistry; Surgery, Computer-Assisted; Printing, Three-Dimensional

서론

소아·청소년기에는 다양한 국소적 요인으로 인해 치아의 정상적인 맹출이 방해될 수 있으며, 경우에 따라 외과적 또는 교정적 처치가 필요할 수 있다[1]. 특히 병소가 해부학적으로 복잡한 위치에 존재할 경우, 외과적 처치 과정에서 불필요한 골 삭제나 인접치 치근 손상의 위험이 증가할 수 있으므로 정확한 위치 파악과 신중한 수술 계획이 필요하다. 또한 외과적 노출과 교정적 견인이 요구되는 경우, 수술 접근의 정확성과 술식의 예측 가능성은 치료 결과에 중요한 요소가 될 수 있다[2].

Received Jul 2, 2026; Revised Oct 16, 2026; Accepted Oct 16, 2026

This study was supported by a research fund from Chosun University Dental Hospital (2026).

*Corresponding author: Prof. Myeong-Kwan Jih
Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University, 309 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61452, Korea
Tel: +82-62-616-3860, E-mail: mdenti@chosun.ac.kr

최근 콘빔 전산화단층촬영 (cone-beam computed tomography, CBCT)은 매복치와 과잉치의 3차원적 위치 및 인접 구조물과의 관계를 정확하게 평가할 수 있어 진단과 치료계획 수립에 유용하게 활용되고 있다[3]. 또한 구강 스캔 데이터와 CBCT 데이터를 중첩하는 디지털 워크플로우는 치아와 연조직의 표면 정보, 골 내 구조를 함께 반영할 수 있어 보다 정밀한 수술 계획을 가능하게 한다. 이러한 디지털 정보의 통합은 술자가 계획한 접근 경로를 실제 수술 중 참고할 수 있는 3D 프린팅 수술 가이드의 제작으로 이어질 수 있다[4,5].

3D 프린팅 수술 가이드는 임플란트 수술 분야에서 술 전 계획을 수술 과정에 반영하기 위한 도구로 사용되어 왔으며, 최근에는 매복치 발치나 외과적 노출과 같은 구강외과적 술식에도 그 적용 범위가 확대되고 있다[4,6,7]. 특히 소아치과 영역에서는 해부학적 공간이 제한적이고 인접 영구치의 보존이 중요하다는 점에서, 수술 가이드는 계획된 접근 위치와 방향을 확인하는 보조 수단으로 활용될 수 있다[8]. 다만 소아 환자의 매복치

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/).

발치 및 외과적 노출에 3D 프린팅 수술 가이드를 적용한 임상 보고는 아직 많지 않다.

이에 본 증례보고에서는 소아치과 환자에서 하악 소구치 맹출장애를 유발한 매복 과잉치의 발치와 상악 구개측 매복 견치의 외과적 노출 및 교정적 견인 과정에 3D 프린팅 수술 가이드를 적용한 두 가지 증례를 보고하고, 그 임상적 활용성을 고찰하고자 한다.

증례

증례 1

10세 남아가 하악 우측 제1소구치 상방의 과잉치와 해당 치아의 맹출장애를 주소로 개인치과의원에서 조선대학교 치과병원 소아치과에 의뢰되었다. 환아의 의과적 병력에서 특이 사항은 없었으며, 하악 우측 제1유구치는 잔존해 있었다. CBCT 결과 하악 우측 제1소구치의 치관과 제2소구치의 치근 사이 설측에 매복 과잉치가 위치한 것으로 확인되었다(Fig. 1). 이에 하악 우측 제1유구치와 과잉치를 발치한 후 하악 제1소구치의 자발적 맹출을 기대하기로 하였다.

3D 프린팅 수술 가이드 제작을 위해 구강 스캐너 (TRIOS 5, 3Shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 구강 내 스캔을 시행하였다. 이후 3Shape Implant Studio (3Shape, Copenhagen, Denmark)에서 CBCT와 구강 스캔 데이터를 중첩하여 수술 가이드를 설계하였다. 가이드 홀은 매복 과잉치의 위치를 기준으로 설측 초기 접근과 골 삭제 위치를 안내할 수 있도록 설계하였으며, 홀의 직경은 버 접근이 가능한 범위 내에서 약 5 mm로 설정하였다(Fig. 2). 설계된 수술 가이드는 NextDent Surgical Guide resin (3D Systems, Rock Hill, USA)을 이용하여 NextDent™ 5100 3D printer (3D Systems, , Rock Hill, USA)로 출력하였으며, 출력 후 수술 전 에틸렌옥사이드 (ethylene oxide, EO) 가스 멸균을 시행하였다.

수술 당일 국소마취 하 하악 우측 견치부터 제1대구치까지 설측 판막을 거상한 후 수술 가이드를 적용하여 골 삭제를 시행하였다. 과잉치가 노출되고 일정 수준의 골 삭제가 이루어진 이후에는 수술 가이드를 제거한 뒤 추가적인 골 삭제를 시행하여 과잉치를 발치하였다. 이후 하악 우측 제1소구치의 맹출을

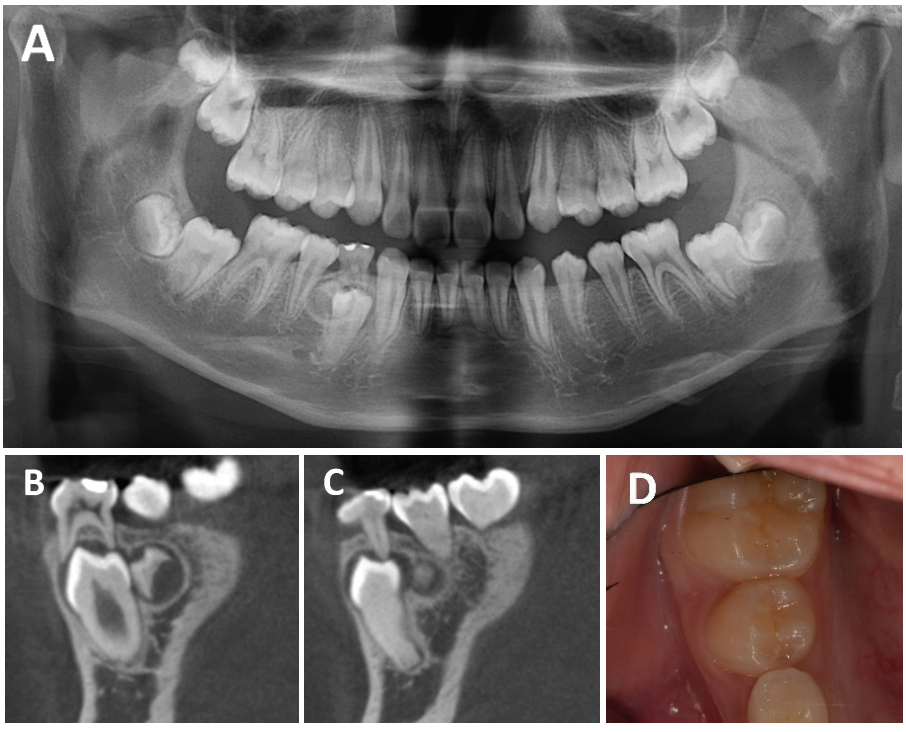


Fig. 1. Preoperative radiographs and clinical photograph. Supernumerary tooth associated with eruption disturbance of the mandibular right first premolar is observed. A. Panoramic view at the initial visit. B and C. Sagittal CBCT images at the initial visit. D. Clinical photograph at the initial visit. The mandibular right primary first molar is retained.

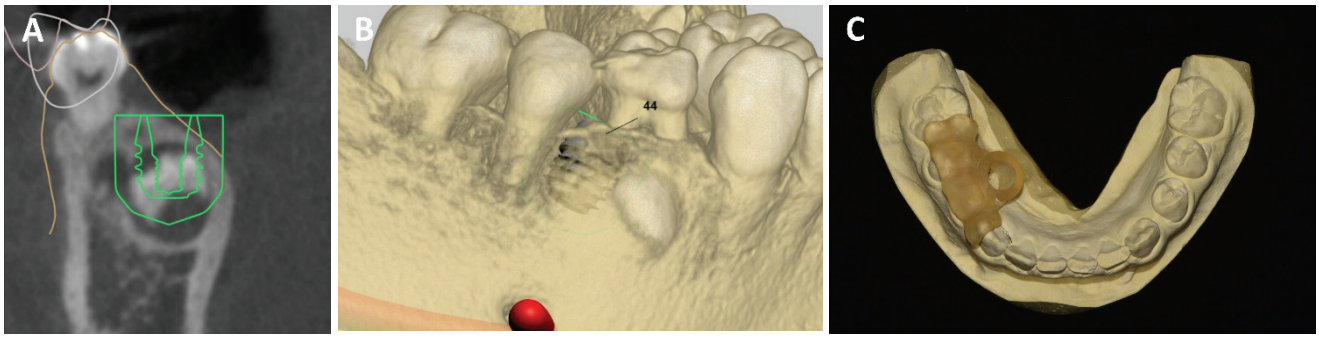


Fig. 2. Virtual planning and fabrication of the 3D-printed surgical guide using 3Shape Implant Studio. A. Coronal view. B. Three-dimensional reconstructed view. C. Fabricated 3D-printed surgical guide.

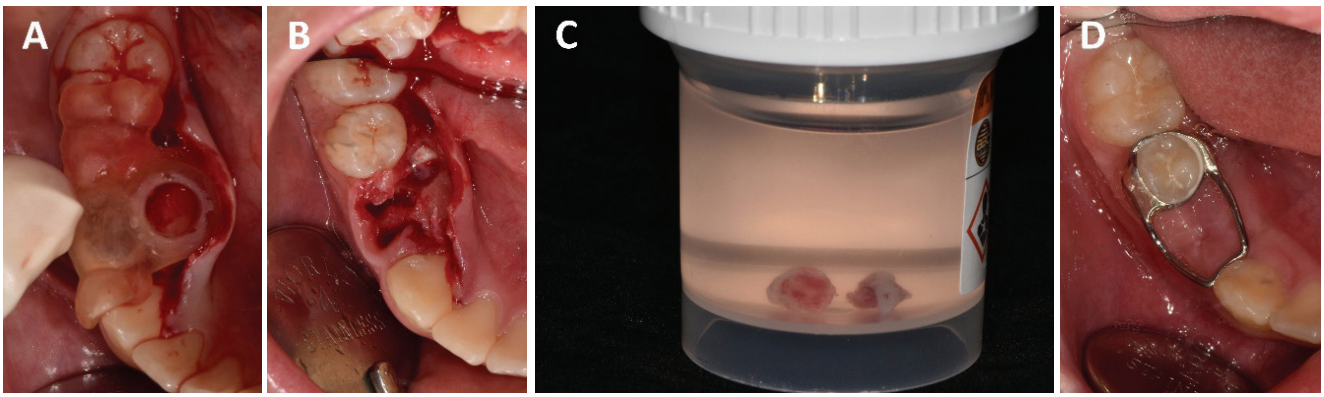


Fig. 3. Intraoperative photographs and band and loop placement. A. Seating of the surgical guide after extraction of #84 and lingual flap elevation. B. Sectioning of the supernumerary tooth. C. Extracted supernumerary tooth. D. Band and loop placement after extraction.

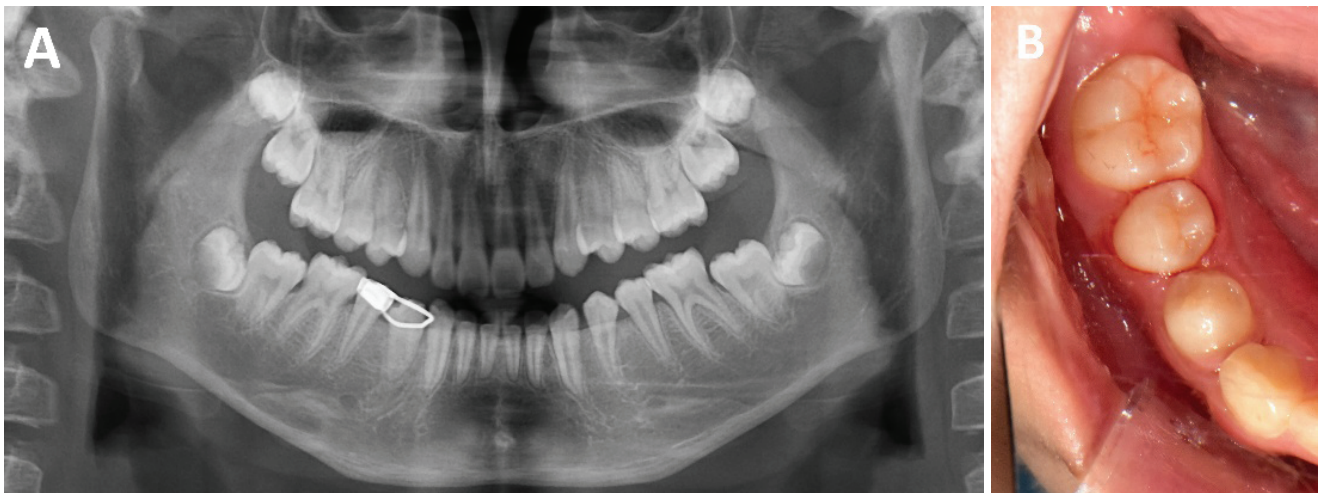


Fig. 4. Panoramic radiograph and clinical photograph at 9 months after removal of the supernumerary tooth. A. Panoramic radiograph. B. Clinical photograph.

기다리는 동안 인접치의 경사를 막기 위해 band and loop를 장착하였다(Fig. 3).

9개월 후 촬영한 파노라마 방사선사진에서 하악 우측 제1소구치의 맹출이 확인되었으며 임상적으로 해당 치아의 치관 노출이 확인되어 band and loop를 제거하였다(Fig. 4).

증례 2

13세 남아가 상악 좌측 견치의 맹출장애를 주소로 조선대학교 치과병원 소아치과에 의뢰되었다. 환아의 의과적 병력에서 특이 사항은 없었다. 임상 검사에서 상악 좌측 유견치가 잔존



Fig. 5. Intraoral photographs at the initial visit.

Table 1. Cephalometric measurements before treatment in Case 2

Measurement	Mean ± SD	Pre-treatment
SNA (°)	81 ± 3	82.51
SNB (°)	78 ± 3	81.39
ANB (°)	4 ± 2	1.12
FMA (°)	27 ± 4	25.90
Gonial angle (°)	122 ± 5	133.58
Saddle angle (°)	124 ± 4	123.12
U1 to SN (°)	105 ± 6	99.43
IMPA (°)	95 ± 6	86.48
ODI (°)	70 ± 6	69.19
APDI (°)	80 ± 4	89.29
UL to E-plane (mm)	0 ± 2	4.17
LL to E-plane (mm)	0 ± 2	3.14

ANB: A point-Nasion-B point angle; APDI: Anteroposterior dysplasia indicator; FMA: Frankfort-mandibular plane angle; Gonial angle: Angle between the posterior border of the mandibular ramus and the mandibular plane; IMPA: Incisor mandibular plane angle; LL to E-plane: Distance from the lower lip to the esthetic plane; ODI: Overbite depth indicator; Saddle angle: Angle formed by Nasion-Sella-Articulare; SNA: Sella-Nasion-A point angle; SNB: Sella-Nasion-B point angle; U1 to SN: Angle between the upper incisor long axis and the Sella-Nasion plane; UL to E-plane: Distance from the upper lip to the esthetic plane.

해 있었으며, 해당 치아는 심한 교모와 잔존치근 상태를 보였고, 하악 전치부는 3전치 양상이었다(Fig. 5). 파노라마 방사선사진 및 CBCT 촬영 결과, 잔존 상악 좌측 유견치의 치근 흡수와 치근단 방사선투과상이 관찰되었다. 상악 좌측 견치의 치관은 측절치 치근의 구개측에 매복되어 있었으며, 치근 성장은 거의 완료된 상태였다. 인접한 상악 좌측 중절치와 측절치에서 치근 외흡수 소견은 관찰되지 않았다. 측면두부계측방사선사진 분석 결과 경도의 골격성 III급 부정교합 양상을 보였다(Table 1). 또한 양측 제1대구치는 Angle Class I 관계였다(Fig. 6). 환아는 만 7세경 전치부 반대교합으로 개인치과의원에서 1년간 가철식 장치로 교정치료한 병력이 있었다.

치료 목표는 매복된 상악 좌측 견치를 교정적으로 견인하여 치열 내에 배열하는 것이었다. 초진 시 상하악 제1대구치가 Class I 관계를 보였고 환아와 보호자가 상악 치열의 배열만을 원했으므로 상악만 교정하기로 하였다. 구개측에 위치한 매복견치는 치은절제술을 통해 개방형 외과적 노출 (open surgical

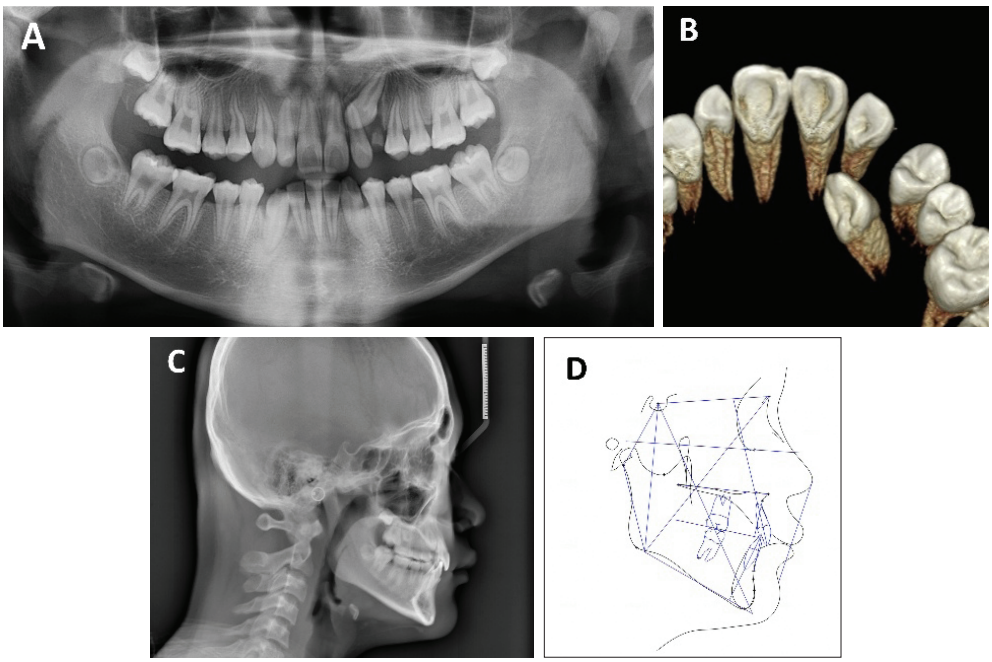


Fig. 6. Pre-treatment radiographs and lateral cephalometric tracing. A. Panoramic radiograph. B. Three-dimensional reconstructed occlusal view. C. Lateral cephalometric radiograph. D. Lateral cephalometric tracing.

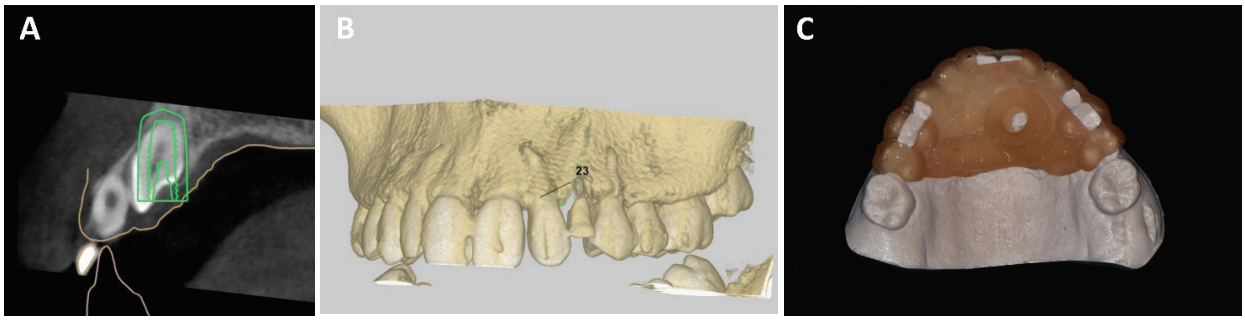


Fig. 7. Virtual planning and fabrication of the 3D-printed surgical guide using 3Shape Implant Studio. A. Sagittal view. B. Three-dimensional reconstructed view. C. Fabricated 3D-printed surgical guide.

exposure)로 치관을 노출시킨 후 버튼을 부착하여 원심측으로 견인하고, 이후 견치가 치조정에 근접하면 협측 방향으로 견인하여 치열궁 내 배열을 유도하기로 계획하였다. 수술 과정에서 인접치 치근의 손상을 최소화하기 위해 수술 가이드를 제작하기로 하였다. 3Shape Implant Studio상에서 구강 스캔 데이터와 CBCT를 중첩하여 3D 프린팅 수술 가이드를 설계하였으며, 출력 및 멸균은 첫 번째 증례와 동일한 방식으로 시행하였다. 가이드 홀은 상악 좌측 견치 치관의 구개측 중앙을 향하도록 설계하여, 치관 노출과 견인을 위한 버튼 부착 위치를 안내할 수 있도록 하였다. 홀의 직경은 5 mm로 설정하였고, 구강 내에서 가이드의 적합도를 확인할 수 있도록 전치부와 소구치부에 3개의 창을 형성하였다(Fig. 7).

수술 당일 국소마취 하에 구강 내에 가이드를 적합시킨 후 가이드 홀을 통해 전기소작기를 이용하여 치은절제술을 시행하였다. 견치 치관이 노출된 이후에는 구강 내에서 수술 가이드를 제거한 뒤, 버튼 부착이 가능할 정도까지 견치 주위의 일부 골 삭제와 치은절제술을 시행하여 치관의 구개측에 결찰강선을 연결한 버튼을 부착하였다. 이후 좌측 견치를 제외한 상악 치아에 direct bonding system으로 브라켓을 부착하고, 0.8 mm stainless steel wire를 납착한 변형된 transpalatal arch (modified TPA)를 제작한 후 견치 치관의 결찰강선과 power chain으로 연결하여 원심 견인을 시작하였다(Fig. 8). 향후 견치가 치조정 위치에 근접하면 버튼의 위치를 견치의 협측으로 옮겨 협측 방향으로 견인을 시행할 계획이다.

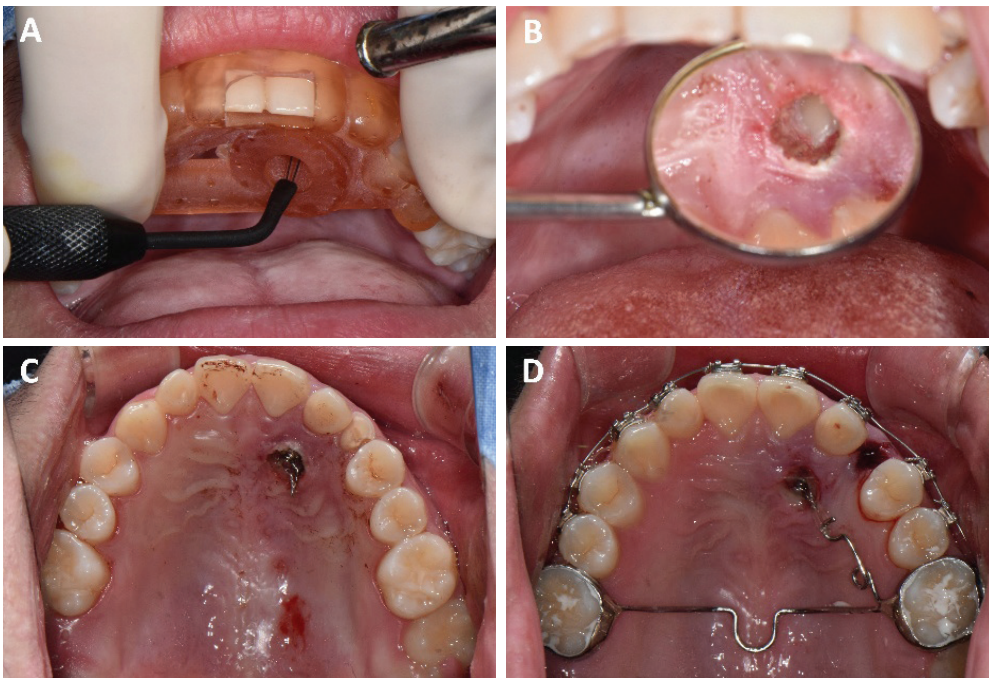


Fig. 8. Intraoperative photographs during open exposure and initial traction of the impacted maxillary left canine (#23). A. Gingivectomy was performed using electrocautery after seating of the surgical guide. B. The crown of #23 was exposed. C. A button with an attached ligature wire was bonded to the exposed crown of #23. D. Distal traction was performed using a modified transpalatal arch.

고찰

본 증례보고에서는 소아·청소년 환자에서 매복 과잉치 발치와 매복 견치의 외과적 노출 및 교정적 견인 과정에 3D 프린팅 수술 가이드를 적용하였다. 소아치과 영역에서 매복치와 과잉치는 영구치의 맹출 지연, 이소맹출, 치근 흡수 및 치열궁 공간 문제를 유발할 수 있으며, 특히 혼합치열기에는 계승 영구치의 발육과 맹출이 진행 중이므로 원인 요소의 제거뿐 아니라 인접 영구치와 치조골의 보존, 이후 자발적 맹출 가능성까지 함께 고려해야 한다[1,9,10]. 이러한 점에서 3D 프린팅 수술 가이드는 술식의 방향성을 제공하고, 계획된 접근 위치와 방향을 수술 중 확인하는 데 도움을 줄 수 있는 보조 수단으로 활용될 수 있다[4,8].

이러한 3D 프린팅 수술 가이드는 CBCT에서 얻은 골 내 해부학적 정보와 구강 스캔을 통해 얻은 치아 및 연조직의 표면 정보를 통합하여 제작된다[11]. CBCT는 매복치의 3차원적 위치, 인접치 치근과의 관계, 골 삭제가 필요한 방향과 깊이를 평가하는 데 유용하지만, 영상 정보만으로 실제 구강 내 수술 위치를 정확히 재현하는 데에는 한계가 있다[12]. 구강 스캔 데이터는 치관 형태와 치열궁 표면 정보를 제공하므로, 이를 CBCT와 중첩하면 골 내 매복치와 인접 해부학적 구조의 위치를 구강 내 표면 구조와 연결하여 파악할 수 있다[13]. 또한 술 전 계획이 가이드의 형태로 시각화되므로, 경험이 많지 않은 술자에게도 수술 대상 치아와 인접 구조물의 관계를 이해하고 접근 방향을 확인하는 데 도움이 될 수 있다. 실제 본 증례보고의 증례 역시 해당 술식에 대한 경험이 많지 않은 술자가 시행하였고 수술 가이드를 통해 계획한 접근 위치와 방향을 수술 중 확인할 수 있는 보조 수단으로 활용되었다.

본 증례보고에서 3D 프린팅 수술 가이드는 각각 매복 과잉치 발치를 위한 설측 접근과 매복 견치의 외과적 노출을 위한 구개측 접근을 안내하는 데 사용되었다. 첫 번째 증례에서는 매복 과잉치가 하악 우측 제1소구치와 제2소구치 사이 설측 치조골 내에 위치하고 있어, 과잉치에 접근하기 위해서는 인접 소구치의 치근 및 치관을 피한 제한적인 골 삭제가 필요하였다. 수술 가이드는 초기 접근 방향과 골 삭제 위치를 설정하는 데 도움을 주었고, 과잉치 제거 후 하악 우측 제1소구치의 자발적 맹출이 관찰되었다. 두 번째 증례에서는 상악 좌측 견치가 측절치 치근에 근접한 구개측에 매복되어 있어, 치관을 선택적으로 노출하고 버튼을 부착하기 위해 계획된 위치로 접근하는 것이 중요하였다. 수술 가이드를 이용하여 견치 치관의 구개측 중앙

으로 접근하도록 계획함으로써, 계획된 위치에서의 치은절제와 일부 골 삭제를 시행한 후 교정적 견인을 시작할 수 있었다.

수술 가이드를 임상적으로 적절히 활용하기 위해서는 설계 단계에서 가이드의 안정성, 접근 방향, 구강 내 적합도 확인 방법 등을 함께 고려해야 한다. 안정적인 적합을 위해서는 충분한 치아 지지 부위를 포함하는 것이 중요하며, 혼합치열기 환자에서는 치아의 맹출 상태와 동요도에 따라 가이드의 안정성이 달라질 수 있으므로, 가이드 설계 시 안정적인 지지를 제공할 수 있는 치아를 선택하는 것이 중요하다[14,15]. 또한 가이드 홀의 위치, 각도, 직경은 수술 목적에 맞게 설정되어야 하며, 구강 내에서 가이드가 정확하게 적합되었는지 확인할 수 있는 구조도 필요하다. 이를 위해 window를 형성하거나 치아의 일부가 노출되도록 설계하면 수술 중 가이드의 적합도를 확인하는 데 도움이 된다[15-17].

한편, 3D 프린팅 수술 가이드의 정확도는 디지털 워크플로우의 각 단계에 영향을 받는다. CBCT 촬영 시의 환자 움직임, 구강 스캔의 정확도, CBCT와 구강 스캔 데이터의 중첩 오차, 디자인 과정에서의 계획 오차, 프린팅 및 후처리 과정에서의 변형, 그리고 수술 중 가이드의 적합도 등이 최종 정확도에 영향을 줄 수 있다[18]. 특히 소아 환자에서는 협조도, 제한된 개구량, 혼합치열 상태, 유치의 동요도 등이 추가적인 변수로 작용할 수 있다. 따라서 수술 가이드를 적용할 때에는 디지털 계획의 정확성뿐 아니라 실제 구강 내 적합도와 안정성을 확인해야 하며, 가이드가 잘 맞지 않거나 수술 중 움직임이 확인되는 경우에는 무리하게 사용하지 않아야 한다[19].

본 증례들은 소아치과 영역에서 3D 프린팅 수술 가이드가 매복 과잉치 발치와 매복 견치의 외과적 노출 과정에서 계획된 접근 위치와 방향을 확인하는 보조 수단으로 활용될 수 있음을 보여준다. 특히 인접 영구치와의 관계가 복잡하거나 접근 공간이 제한적인 경우, 디지털 수술 가이드는 술 전 계획을 실제 수술 과정에서 참고하고 목표 부위로의 접근을 보조하는 데 도움이 될 수 있다. 따라서 적절한 증례 선택과 신중한 디지털 워크플로우가 전제된다면, 3D 프린팅 수술 가이드는 소아치과 구강수술에서 술 전 계획과 실제 수술 과정을 연결하는 보조적 도구로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

Conflicts of Interest: None

참고문헌

1. American Academy of Pediatric Dentistry. Management of the developing dentition and occlusion in pediatric dentistry. In: The reference manual of pediatric dentistry. Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2022. p. 424-441.
2. Güllü YÖ, Çakmak Özlü F. Prediction of the success of orthodontic treatment of impacted maxillary canines using panoramic radiography parameters: a retrospective cross-sectional study. BMC Oral Health 2024; 24: 1547.
3. Alqerban A, Jacobs R, Van Keirsbilck PJ, Aly M, Swinnen S, Fieuws S, et al. The effect of using CBCT in the diagnosis of canine impaction and its impact on the orthodontic treatment outcome. J Orthod Sci 2014; 3: 34-40.
4. Kivovics M, Szanyi SM, Takács A, Répási M, Németh O, Mijiritsky E. Computer-assisted open exposure of palatally impacted canines for orthodontic eruption: a randomized clinical trial. J Dent 2024; 147: 105110.
5. D'Addazio G, Xhajanka E, Traini T, Santilli M, Rexhepi I, Murmura G, et al. Accuracy of DICOM-DICOM vs. DICOM-STL protocols in computer-guided surgery: a human clinical study. J Clin Med 2022; 11: 2336.
6. Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hämmerle CH, et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants 2009; 24: 92-109.
7. Yu Y, Liao Y, Guo J, Zhang Y, Khan M, Lin X. Computer-designed surgical templates improve the extraction of impacted supernumerary teeth in the hard palate. J Clin Pediatr Dent 2022; 46: 38-43.
8. Lee H, Chae YK, Choi S, Jih MK, Lee JW, Choi SC, et al. Feasibility of a 3D surgical guide technique for impacted supernumerary tooth extraction: a pilot study with 3D printed simulation models. Appl Sci 2019; 9: 3905.
9. American Academy of Pediatric Dentistry. Management considerations for pediatric oral surgery and oral pathology. In: The reference manual of pediatric dentistry. Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2022. p. 485-494.
10. Leyland L, Batra P, Wong F, Llewelyn R. A retrospective

evaluation of the eruption of impacted permanent incisors after extraction of supernumerary teeth. J Clin Pediatr Dent 2006; 30: 225-232.
11. Baan F, Bruggink R, Nijsink J, Maal TJ, Ongkosuwito EM. Fusion of intra-oral scans in cone-beam computed tomography scans. Clin Oral Investig 2021; 25: 77-85.
12. Becker A, Chaushu S, Casap-Caspi N. Cone-beam computed tomography and the orthosurgical management of impacted teeth. J Am Dent Assoc 2010; 141: 14S-18S.
13. Worthington P, Rubenstein J, Hatcher DC. The role of cone-beam computed tomography in the planning and placement of implants. J Am Dent Assoc 2010; 141: 19S-24S.
14. Lin CC, Ishikawa M, Maida T, Cheng HC, Ou KL, Nezu T, et al. Stereolithographic surgical guide with a combination of tooth and bone support: accuracy of guided implant surgery in distal extension situation. J Clin Med 2020; 9: 709.
15. Nguyen M, Nguyen HK, Nguyen TN, Huynh NC. Influence of supporting teeth quantity of surgical guide on the accuracy of the immediate implant in the maxillary central incisor: an in vitro study. BDJ Open 2024; 10: 100.
16. Markovic J, Peña-Cardelles JF, Pedrinaci I, Hamilton A, Gallucci GO, Lanis A. Considerations for predictable outcomes in static computer-aided implant surgery in the esthetic zone. J Esthet Restor Dent 2024; 36: 207-219.
17. El Kholy K, Janner SF, Schimmel M, Buser D. The influence of guided sleeve height, drilling distance, and drilling key length on the accuracy of static computer-assisted implant surgery. Clin Implant Dent Relat Res 2019; 21: 101-107.
18. Marlière DA, Demètrio MS, Picinini LS, De Oliveira RG, Netto HD. Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: a systematic review. Eur J Dent 2018; 12: 153-160.
19. Dipalma G, Inchingolo AM, Trilli I, Di Noia A, De Vecchio G, Palermo A, et al. Accuracy of the surgical template used in the placement of implants and orthodontic miniscrews. BMC Oral Health 2025; 25: 999.

CASE REPORT

대한치과의사협회지 2026; 64(10): 375-385
https://doi.org/10.22974/jkda.2026.64.10.004

Odontogenic deep neck infection progressing to descending necrotizing mediastinitis and sepsis: A case report

Jong-Won Kim, Yo-Seob Seo, Jin-Soo Kim*

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chosun University, Jeonnam-Gwangju, Korea

ABSTRACT

Descending necrotizing mediastinitis (DNM) is a rare but potentially fatal complication of odontogenic infection. A 62-year-old woman with diabetes mellitus presented with left facial swelling and sepsis manifested by severe hypotension and hypoxemia; the source was a periapical abscess of the left mandibular second premolar. Contrast-enhanced CT showed a deep neck abscess with gas-containing collections extending along the left carotid space into the mediastinum, accompanied by marked airway narrowing. Emergency cervical incision and drainage confirmed necrotizing fasciitis. On post-admission day 8, follow-up CT demonstrated progression of the mediastinal gas locules to a frank abscess requiring thoracic surgical drainage. This case illustrates how a localized odontogenic infection can progress to DNM and highlights serial contrast-enhanced CT as an adjunct for assessing disease progression and the need for additional surgical source control. Successful management requires airway control, broad-spectrum antimicrobial therapy, adequate cervical and mediastinal drainage, intensive sepsis care, and multidisciplinary collaboration. ***(J Korean Dent Assoc 2026; 64(10): 375-385)***

Key words : Periapical Abscess; Mediastinitis; Sepsis; Tomography, X-Ray Computed; Contrast Media

Introduction

Odontogenic infections usually arise from periapical lesions, periodontal disease, or pericoronitis, and although most remain localized, a subset can progress along fascial planes into the deep cervical spaces and mediastinum, making early recognition critically important[1,2]. Odontogenic deep neck infections may lead to life-threatening complications when diagnosis or drainage is delayed, particularly when infection extends into the retropharyngeal space or mediastinum[3-5]. For clarity, a deep neck abscess refers to a localized purulent collection within the deep cervical fascial spaces, whereas cervical necrotizing fasciitis refers to a rapidly progressive infection characterized by necrosis of the cervical fascia and adjacent soft tissues. Descending necrotizing mediastinitis (DNM) refers to the descending extension of a severe cervical or oropharyngeal infection into the mediastinum along the deep fascial planes. Estrera et al. established diagnostic criteria based on clinical, radiographic, and operative findings[6]. Descending mediastinal spread may be associated with airway compromise, pleural or pericardial involvement, and poor clinical outcomes[4,7]. In odontogenic DNM, sepsis should be recognized as a systemic, life-threatening manifestation of severe infection that may arise concurrently with, rather

Received Jun 17, 2026; Revised Oct 12, 2026; Accepted Oct 15, 2026

This study was supported by a research fund from Chosun University Dental Hospital (2024).

*Corresponding author: Prof. Jin-Soo Kim
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chosun University, Chosundaegil 7, Dong-gu, Jeonnam-Gwangju 61452, Korea
Tel: +82-62-616-3886, E-mail: hidds@chosun.ac.kr

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/).

than solely as a late complication of, mediastinal extension. Defined as life-threatening organ dysfunction caused by a dysregulated host response to infection, sepsis requires urgent recognition, hemodynamic resuscitation, early antimicrobial therapy, and prompt surgical source control[8-11]. Despite advances in imaging, antibiotic therapy, and surgical drainage, odontogenic DNM remains a rare but potentially fatal condition requiring prompt multidisciplinary management[5,11,12]. Contrast-enhanced CT plays a central role in early diagnosis and surgical planning, as clinical findings may be nonspecific before advanced disease becomes apparent[3-5]. This report describes a case of odontogenic DNM complicated by an extensive deep neck abscess, a mediastinal abscess, airway compromise, and sepsis requiring intensive care. This case emphasizes the role of contrast-enhanced CT as an adjunct to serial clinical assessment and the need for coordinated airway management, antimicrobial therapy, surgical source control, and sepsis care within a multidisciplinary treatment strategy.

Case Report

This case report was reviewed by the Institutional Review Board of Chosun University Dental Hospital (CUDHIRB-2505-004). It was determined to be exempt from full review, as it involved a retrospective analysis of anonymized patient data.

A 62-year-old female patient visited the Department of Oral and Maxillofacial Surgery at Chosun University Dental Hospital with the chief complaint of left facial swelling. The patient reported that the onset of left facial swelling occurred 9 days before presentation. Two days before presentation, she underwent incision and drainage and received intravenous antibiotics at a local clinic; however, her symptoms persisted without improvement. At presentation, she complained of severe pain in the left facial and cervical regions, dysphagia, odynophagia, and dyspnea. The chronological clinical course is summarized in Table 2.

The patient had underlying type 2 diabetes mellitus and hyperlipidemia. She had been unable to take her usual oral antihyperglycemic medications for approximately 1 week before admission because of progressive dysphagia and odynophagia. On presentation, her body temperature was 36.5°C, heart rate was 85 beats/min, respiratory rate was 21 breaths/min, and blood pressure was 80/40 mmHg. Despite the absence of fever, the patient showed marked hypotension and an elevated respiratory rate consistent with the reported dyspnea, suggesting systemic compromise associated with severe infection. Initial laboratory findings revealed marked leukocytosis with neutrophil predominance and elevated inflammatory markers. The white blood cell count was 23.41 × 10^3/μL, with 89.6% neutrophils. High-sensitivity C-reactive protein and procalcitonin levels were markedly elevated to 39.6 mg/dL and 2.87 ng/mL, respectively. Arterial blood gas analysis showed severe hypoxemia, with a pO_2 of 33.4 mmHg and an oxygen saturation of 60.9%. Although the platelet count was preserved, coagulation studies demonstrated prolonged prothrombin time, elevated PT-INR, and increased D-dimer and FDP levels, suggesting activation of the coagulation and fibrinolytic systems. A glycated hemoglobin level of 7.7% suggested suboptimal chronic glycemic control, although the admission glucose level was 114 mg/dL. No chronic diabetic complications were documented in the available medical records, and renal function was preserved, with a serum creatinine level of 0.84 mg/dL and an estimated glomerular filtration rate of 79 mL/min/1.73 m^2 on admission. These findings supported the clinical diagnosis of sepsis under the Sepsis-3 framework, given the presence of severe odontogenic infection with systemic organ dysfunction, including vasopressor-requiring hypotension and severe hypoxemia (Table 1). On physical examination, diffuse swelling with local heat, tenderness, and induration was noted over the left submandibular and upper cervical re-

Table 1. Laboratory results on admission.

Variable	On admission	Reference range
White blood cell (10^3/μL)	23.41	4-10.8
Neutrophil percentage (%)	89.6	40-80
High-sensitivity C-reactive protein (mg/dL)	39.6	0-0.3
Procalcitonin (ng/mL)	2.87	0-0.5
NT-proBNP (pg/mL)	730	0-125
Ferritin (ng/mL)	606	4.63-204
Lactic acid (mg/dL)	12.8	4.5-19.8
Arterial blood gases		
pH	7.399	7.35-7.45
pCO_2 (mmHg)	43.8	35-45
pO_2 (mmHg)	33.4	83-108
HCO_3^- (mmol/L)	27.1	21-28
O_2 saturation (%)	60.9	95-98
Platelet count (10^3/μL)	277	150-400
Prothrombin time (sec)	15.2	9.4-12.5
Prothrombin time activity (%)	60	70-130
Prothrombin time-INR	1.40	0.9-1.27
Activated partial thromboplastin time (sec)	35	28-44
D-dimer (ng/mL)	3819	0-560
FDP (μg/mL)	9.64	0-5
Fibrinogen (mg/dL)	606	200-400
Glucose (mg/dL)	114	74-100
HbA1c (%)	7.7	3.9-6.1
BUN (mg/dL)	25.3	7-20.1
Creatinine (mg/dL)	0.84	0.57-1.11
eGFRcr (mL/min/1.73m^2)	79	60-130
Total bilirubin (mg/dL)	0.68	0.2-1.2
Albumin (g/dL)	2.65	3.5-5.2
AST (U/L)	25	5-40
ALT (U/L)	14	5-40
Sodium (mEq/L)	138	136-146
Potassium (mEq/L)	4.08	3.5-5.1
Chloride (mEq/L)	100	98-110

Table 2. Chronological summary of the clinical course from symptom onset to definitive management of the odontogenic source.

Time relative to admission	Key clinical and imaging findings	Management
9 days before admission	Onset of left facial swelling	-
2 days before admission	Persistent symptoms without improvement	Incision and drainage and intravenous antibiotics at a local clinic; details of the procedure and antimicrobial regimen were unavailable
Day of admission	Severe facial and cervical pain, dysphagia, odynophagia, dyspnea, and hypotension. Panoramic radiography and CT identified a periapical lesion at tooth #35; contrast-enhanced CT showed an extensive gas-containing deep neck abscess, marked airway narrowing, and mediastinal extension	ICU admission, norepinephrine administration, endotracheal intubation under general anesthesia, empirical piperacillin/tazobactam, emergency cervical incision and drainage, and postoperative mechanical ventilation
Post-admission day 4	Acute respiratory deterioration with decreased consciousness, desaturation, carbon dioxide retention, respiratory acidosis, and new-onset atrial fibrillation with rapid ventricular response	Emergency bronchoscopy identified and removed secretions obstructing the endotracheal tube, restoring tidal volume and improving ventilation and consciousness
Post-admission day 8	Follow-up thoracic CT showed progression of mediastinal gas locules to a discrete mediastinal abscess	Thoracic surgical drainage; intraoperative purulent material confirmed descending necrotizing mediastinitis; mechanical ventilation continued
Post-admission day 10	Respiratory status improved sufficiently for extubation	Successful extubation and transition to high-flow nasal cannula oxygen therapy
Post-admission day 11	Breakthrough fever and a new left thoracic opacity. Same-day thoracic CT showed regression of the anterior mediastinal lesion, increased bilateral pleural effusions, and no definite pulmonary consolidation	Empirical antimicrobial therapy was broadened to meropenem
Post-admission day 19	Clinical stabilization	Transfer from the ICU to a general ward
Post-admission day 32	Improvement in general condition and inflammatory markers	Discharge without significant complications; oral amoxicillin/clavulanate prescribed for 10 days
20 days after discharge	Sufficient improvement in mouth opening after persistent trismus	Extraction of the left mandibular second premolar (#35)

Piperacillin/tazobactam was administered for 10 days and meropenem for 21 days. ICU: intensive care unit.

gions. Mouth opening was severely limited (trismus), with a maximal interincisal opening (MIO) of 10 mm, which precluded adequate intraoral examination.

Because intraoral examination was limited, the odontogenic source was identified radiographically. A panoramic radiograph revealed periapical radiolucency associated with the left mandibular second premolar (#35), accompanied by severe coronal caries. This finding was confirmed by CT images obtained with bone window settings, which demonstrated a periapical lesion of the same tooth (Fig. 1). Contrast-enhanced CT demonstrated extensive abscess formation with multiple gas locules involving the left facial and deep neck spaces, accompanied by diffuse soft tissue swelling and marked upper airway narrowing (Fig. 2). Gas-containing collections extended inferiorly along the left carotid space, suggesting that the carotid space served as the principal route of descending spread. The adjacent left internal jugular vein showed slit-like narrowing due to severe extrinsic compression, reflecting the mass effect of the surrounding inflammatory process. Gas locules were also traceable from the infected deep neck spaces into the visceral compartment of the mediastinum at presentation (Fig. 2I), supporting early mediastinal extension despite prior incision and drainage at a local clinic two days earlier. Coronal reformations demonstrated inferior extension

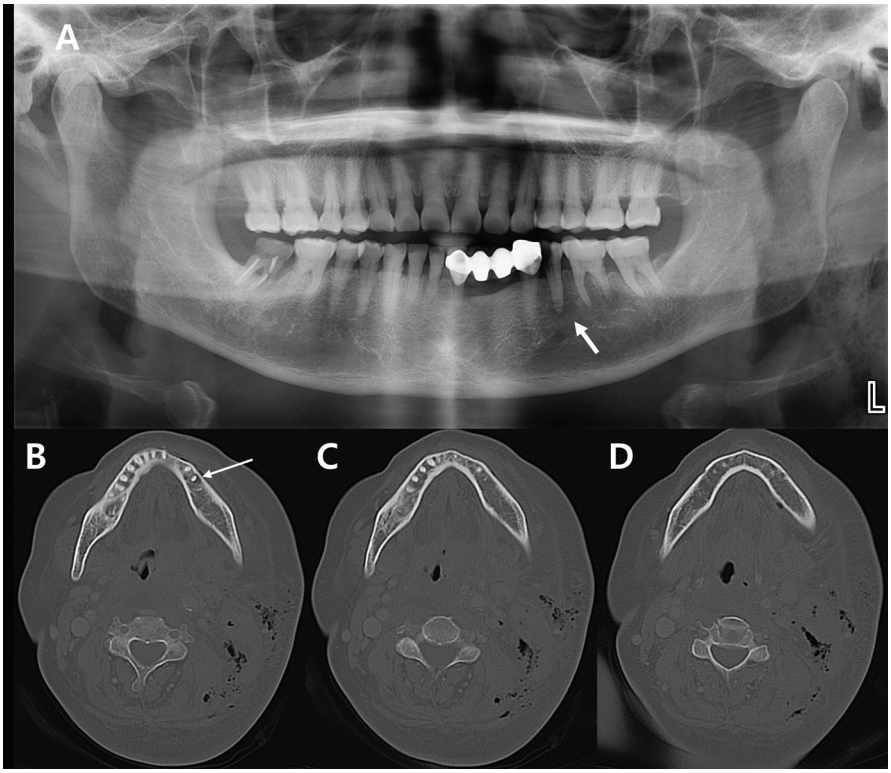


Fig. 1. A. A panoramic radiograph shows a diffuse, non-corticated periapical radiolucency associated with the left mandibular second premolar (#35), accompanied by severe dental caries, suggestive of a periapical abscess. Multiple air bubbles are also observed in the soft tissues of the left neck. B-D. CT images with bone window settings demonstrate a periapical lesion involving the left mandibular second premolar (#35), with air bubbles also visible in the adjacent soft tissue of the left neck and mandibular region.

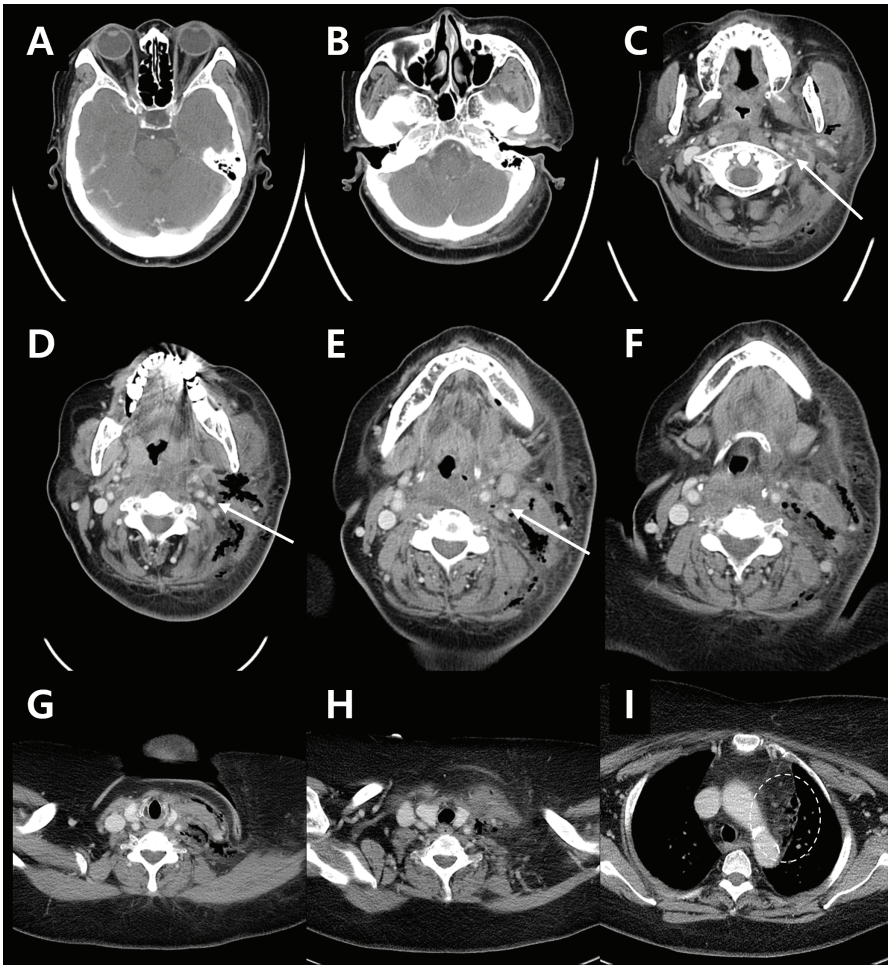


Fig. 2. Initial contrast-enhanced CT images obtained at admission demonstrate extensive abscess formation with multiple air bubbles along the left deep neck spaces, accompanied by diffuse soft tissue edema and swelling. The marked soft tissue swelling results in significant narrowing of the airway. A and B. Abscess formation is observed in the left masticator space. C-H. Gas-forming abscess collections extend along the left carotid space, consistent with the carotid space as the anatomical route of inferior spread. The adjacent left internal jugular vein demonstrates a slit-like appearance due to severe extrinsic compression, secondary to the inflammatory mass effect of cervical necrotizing fasciitis (arrows). I. Gas locules extend inferiorly from the infected left deep neck spaces into the visceral compartment of the mediastinum, consistent with descending mediastinal spread of infection (dashed circle).

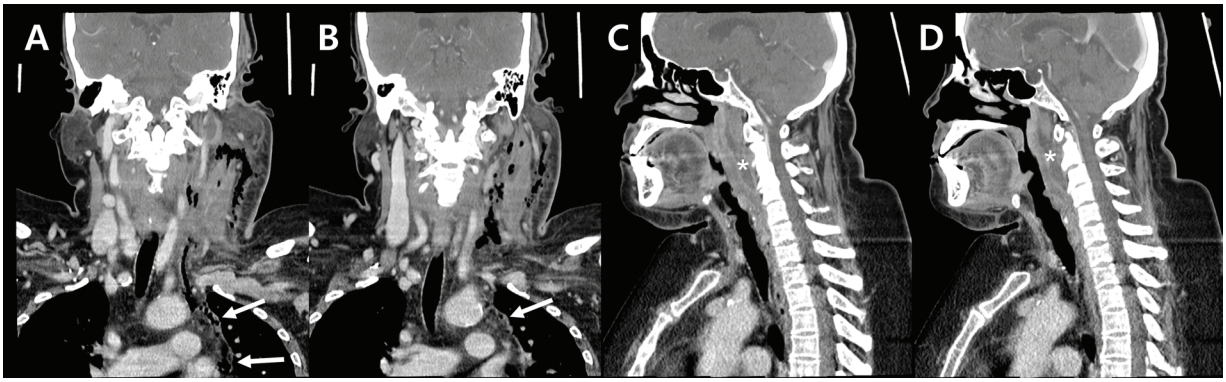


Fig. 3. Coronal and sagittal contrast-enhanced CT images obtained at admission. A and B. Coronal images demonstrate extension of the left deep neck infection into the mediastinum (arrows) and associated airway deviation. C and D. Sagittal images demonstrate abscess formation within the retropharyngeal space (asterisks).

of the infection toward the mediastinum with associated airway deviation (Fig. 3A and B). Sagittal reformations revealed abscess formation within the retropharyngeal space (Fig. 3C and D), raising particular concern because of its close anatomical relationship to the airway and its potential contribution to airway compromise. Based on these imaging findings, the patient was diagnosed with severe odontogenic deep neck infection with imaging findings suspicious for DNM. Thus, at the time of presentation, the patient had concurrent sepsis and suspected descending necrotizing mediastinitis, two life-threatening conditions that required immediate multidisciplinary intervention.

The patient was hospitalized and transferred to the intensive care unit (ICU) for close monitoring and management. Because of persistent hypotension, norepinephrine was administered, after which her blood pressure was maintained within the normal range. During the critical phase of illness, the patient's oral antihyperglycemic medications were withheld, and glycemic control was managed with basal insulin glargine and rapid-acting insulin aspart, with dose adjustment according to enteral feeding. Glucose levels intermittently exceeded 200 mg/dL during hospitalization, with a peak value of 245 mg/dL. On the day of admission, the airway was secured with endotracheal intubation for general anesthesia, and emergency incision and drainage of the left deep neck abscess was collaboratively performed by the Departments of Otorhinolaryngology and Oral and Maxillofacial Surgery. Purulent discharge was obtained during the procedure, and intraoperative findings of necrotic tissue confirmed the diagnosis of necrotizing fasciitis. Postoperative mechanical ventilation was continued in the ICU. During the initial cervical drainage, closed- and open-pus specimens obtained from the left neck were submitted for Gram staining, bacterial culture, and antimicrobial susceptibility testing. Gram stains demonstrated gram-positive cocci together with gram-negative and gram-positive rods, and *Streptococcus anginosus* was isolated from both specimens. The open-pus isolate was susceptible to benzylpenicillin, ampicillin, cefotaxime, ceftriaxone, erythromycin, clindamycin, tetracycline, vancomycin, levofloxacin, linezolid, and tigecycline, with intermediate susceptibility to chloramphenicol. The closed-pus isolate was susceptible to penicillin, ampicillin, chloramphenicol, ciprofloxacin, erythromycin, clindamycin, tetracycline, and vancomycin, but resistant to gentamicin. Blood cultures obtained at admission and repeated two days later showed no growth. Empirical piperacillin/tazobactam was initiated on admission. Antimicrobial management was conducted in consultation with the Department of Infectious Diseases. Following two initial doses on the first day, treatment was continued at 4.5 g intravenously every 6 hours for 10 days.

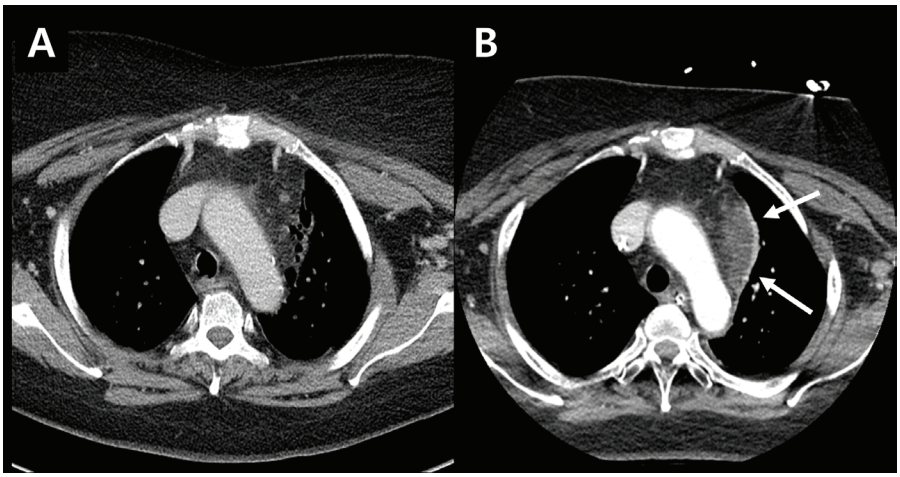


Fig. 4. Comparative contrast-enhanced CT images demonstrating interval change in the left aspect of the visceral compartment of the mediastinum between admission (A) and post-admission day 8 (B). The gas bubbles previously identified at admission have progressed to frank abscess formation.

On post-admission day 4, the patient developed acute respiratory deterioration with a decreased level of consciousness, desaturation, carbon dioxide retention, and new-onset atrial fibrillation with rapid ventricular response. Emergency bronchoscopy revealed obstruction of the endotracheal tube by secretions, and bronchoscopic removal restored tidal volume, with subsequent improvement in carbon dioxide retention and respiratory acidosis and recovery of alertness.

On post-admission day 8, comparison of the follow-up thoracic CT with the admission study demonstrated interval progression of the mediastinal gas locules to a frank abscess within the left aspect of the visceral compartment of the mediastinum (Fig. 4). Because this discrete mediastinal collection represented an anatomically distinct focus requiring additional thoracic source control, thoracic surgical drainage was performed. Purulent material was identified within the mediastinum during surgery, providing operative confirmation of DNM. A thoracic drainage specimen obtained during the procedure showed no organisms on Gram staining and no growth on routine bacterial culture; acid-fast bacillus testing was also negative. Mechanical ventilation was continued after thoracic drainage. On post-admission day 10, the patient was successfully extubated and transitioned to high-flow nasal cannula oxygen therapy. On post-admission day 11, she developed breakthrough fever, and serial chest radiographs demonstrated a newly developed left thoracic opacity, initially raising concern for hospital-acquired or aspiration pneumonia. Antimicrobial therapy was therefore empirically broadened to meropenem at 2 g intravenously every 8 hours. This change was based on the clinical and chest radiographic findings rather than antimicrobial resistance of the *S. anginosus* isolates or deterioration in renal function. Thoracic CT performed on the same day demonstrated interval regression of the anterior mediastinal lesion and increased bilateral pleural effusions, without definite pulmonary parenchymal consolidation. Meropenem was administered at 2 g intravenously every 8 hours for 21 days, followed by oral amoxicillin/clavulanate 625 mg three times daily for 10 days after discharge. Following clinical stabilization, the patient was transferred from the intensive care unit to a general ward on post-admission day 19. After infection control, the patient was switched from insulin back to her usual oral antihyperglycemic medications before discharge. Her general condition and inflammatory markers gradually improved, and she was discharged 32 days af-

ter admission without significant complications. Because persistent trismus precluded immediate extraction, definitive treatment of the left mandibular second premolar (#35), considered the presumed odontogenic source, was deferred. After sufficient improvement in mouth opening, the tooth was extracted 20 days after discharge.

Discussion

This case illustrates the potential for an odontogenic infection to progress from a localized periapical lesion to severe multispace deep neck infection, descending necrotizing mediastinitis, airway compromise, and sepsis requiring intensive care. The present case showed several features associated with a severe clinical course, including diabetes mellitus, marked leukocytosis, extensive multispace involvement, and gas formation, several of which have been linked to life-threatening complications, ICU admission, and repeated surgery in odontogenic deep neck infections[2,13,14].

The route of spread was anatomically consistent with descending extension through the deep cervical fascial spaces. DNM has traditionally been diagnosed according to the criteria proposed by Estrera et al., including severe cervical infection, characteristic radiographic findings, operative or postmortem evidence of necrotizing mediastinal infection, and continuity between the cervical and mediastinal processes[6]. CT demonstrated gas-containing collections extending inferiorly along the left carotid space toward the superior mediastinum. Follow-up CT demonstrated progression of the initial mediastinal gas locules to a discrete abscess, prompting additional thoracic surgical drainage. Although the retropharyngeal-retrovisceral pathway is more commonly emphasized, the carotid space is a recognized anatomical route for cervicomediastinal spread[4,5].

Contrast-enhanced CT played an important adjunctive role in diagnosis and therapeutic decision-making by delineating the periapical source, gas-containing abscesses, airway narrowing, and mediastinal extension[4,15]. A previous report also emphasized the value of contrast-enhanced CT in assessing deep neck infection with necrotizing fasciitis, airway compromise, and the need for repeated drainage[16]. The interval progression from mediastinal gas locules at admission to a discrete abscess on post-admission day 8 demonstrates that serial CT, when interpreted together with the clinical course, can identify newly drainable collections and support decisions regarding additional surgical source control[1,3,5].

Emergency cervical incision and drainage were performed on the day of admission, and intraoperative findings of necrotic tissue confirmed cervical necrotizing fasciitis. However, the initial cervical drainage did not eliminate the need for further surveillance, as the mediastinal component evolved into a drainable abscess on follow-up CT, necessitating additional thoracic surgical drainage. This staged approach is consistent with reports emphasizing adequate drainage of all infected compartments alongside broad-spectrum antimicrobial therapy and intensive care support[5,15]. Definitive management of the odontogenic source is an essential component of treatment. Early removal of the causative tooth, when clinically feasible, has been associated with a shorter hospital stay in patients with odontogenic deep neck infections[2]. In the present case, extraction of the left mandibular second premolar (#35) was deferred because persistent trismus precluded immediate dental treatment. After the acute deep neck and mediastinal infections had been controlled and mouth opening had sufficiently improved, the tooth was extracted 20 days after discharge as definitive treatment of the presumed odontogenic source. This sequence underscores the importance of completing treatment of the causative tooth as soon as the patient's systemic and local conditions permit.

Severe odontogenic deep neck infections and DNM are typically polymicrobial, involving facultative or microaerophilic oral streptococci together with obligate

anaerobic organisms[1,3,17,18]. The anaerobic component commonly includes gram-positive anaerobic cocci and gram-negative rods such as *Prevotella, Porphyromonas*, and *Fusobacterium* species[18]. Facultative streptococci may predominate during the early cellulitic phase and facilitate the spread of infection, whereas anaerobic organisms are particularly important during subsequent suppuration and abscess formation; anaerobic gram-negative rods have also been associated with necrotic abscesses[18]. In mixed infections, oxygen consumption by facultative organisms may create a reduced environment favorable for anaerobic growth, and synergistic interactions among bacterial species may increase the pathogenicity of the infecting flora[18]. In DNM, gram-positive cocci and gram-negative rods such as Fusobacterium have been associated with gas production and tissue injury[3,4]. These microbiological characteristics may partly explain the rapid progression of severe odontogenic infection through the cervical fascial spaces. Although the gas locules helped delineate the extent of infection and the route of descending spread, they were not specific for a particular gas-producing pathogen, particularly because some of the cervical gas could have represented procedural air introduced during the pre-referral incision and drainage.

In the present case, *Streptococcus anginosus* was isolated from both cervical pus specimens and was broadly susceptible to the tested β-lactam agents and clindamycin. However, multiple bacterial morphotypes were observed on Gram staining, and the patient had received antimicrobial treatment before referral. Therefore, recovery of *S. anginosus* alone may not have represented the complete microbial composition, and involvement of anaerobic copathogens that were not recovered by culture could not be excluded. Piperacillin/tazobactam was initially administered to provide broad empirical coverage of both oral streptococci and anaerobic organisms. This approach was consistent with the polymicrobial nature of severe odontogenic infections, as the tazobactam component extends the activity of piperacillin against many β-lactamase-producing anaerobic gram-negative rods[18]. The susceptibility results confirmed activity against the recovered *S. anginosus* isolates, whereas the possibility of undetected anaerobic copathogens supported continued broad-spectrum coverage during the acute phase. The subsequent escalation to meropenem was not prompted by antimicrobial resistance or worsening renal function, but was an empirical response to breakthrough fever and a newly developed left thoracic opacity that initially raised concern for hospital-acquired or aspiration pneumonia. Although microbiological testing was performed, complete characterization of the infecting microbiota remained limited by prior antimicrobial exposure and the failure to recover anaerobic organisms from culture.

The progression in this patient was likely multifactorial rather than attributable to the host systemic condition alone. The 9-day interval from symptom onset to tertiary evaluation may have permitted further spread through the deep cervical spaces before definitive imaging and multidisciplinary treatment[5,7,11]. Although incision and drainage had been performed and intravenous antibiotics had been administered before referral, details of the procedure and antimicrobial regimen were unavailable; therefore, the adequacy of the initial drainage and antimicrobial coverage could not be determined. At the time of referral, persistent infection and an untreated odontogenic source indicated that complete source control had not yet been achieved. The microbiological findings discussed above suggest that bacterial virulence, mixed microbial composition, and possible aerobic–anaerobic synergy may also have contributed to abscess formation and fascial spread[3,18]. In contrast, the inpatient empirical regimen, as described above, provided appropriate coverage for the recovered organism and suspected anaerobic copathogens, making inadequate antimicrobial coverage at the tertiary center an unlikely principal cause of progression. Thoracic drainage was performed when

serial CT demonstrated a discrete mediastinal abscess on post-admission day 8. Although the admission CT had already shown mediastinal gas, a discrete mediastinal abscess became evident only on follow-up imaging. This case therefore underscores the importance of early thoracic surgical involvement, close serial reassessment, and prompt drainage when a mediastinal collection becomes apparent[5,15,17].

Sepsis represented an equally important systemic and life-threatening aspect of this case. Under the Sepsis-3 framework, sepsis is defined as life-threatening organ dysfunction caused by a dysregulated host response to infection, and clinical criteria such as SOFA and qSOFA were developed to identify patients at risk of poor outcomes[8,19]. Neither a SOFA score nor a qSOFA score was prospectively recorded, and retrospective scoring was limited because the level of consciousness at presentation was not documented in a form suitable for scoring. Sepsis severity was therefore characterized by the documented organ dysfunction—vasopressor-requiring hypotension and severe hypoxemia—rather than by a reconstructed score, supporting the clinical diagnosis of sepsis. Notably, the absence of fever did not reduce the severity of the systemic presentation, as sepsis may manifest primarily through organ dysfunction rather than pyrexia. The updated septic shock criteria further emphasize that vasopressor-dependent hypotension combined with elevated lactate identifies a particularly high-risk subset of sepsis, underscoring the importance of carefully distinguishing sepsis from septic shock in patients with circulatory compromise[20]. Early airway control and continued airway surveillance, ICU transfer, norepinephrine administration, broad-spectrum antimicrobial therapy, and staged cervical and mediastinal drainage were coordinated components of multidisciplinary management rather than independent interventions[5,9,10,15].

In conclusion, odontogenic infection can progress rapidly to descending necrotizing mediastinitis, airway compromise, and sepsis, even when the initial source appears localized. Serial contrast-enhanced CT should be regarded as an important adjunct for assessing disease progression and identifying the need for additional surgical source control, rather than as a stand-alone determinant of treatment success. Effective management requires early diagnosis, airway control and continuous airway surveillance, prompt broad-spectrum antimicrobial therapy, adequate drainage of cervical and mediastinal infection, intensive sepsis care, and coordinated multidisciplinary collaboration.

Conflicts of Interest: None

References

1. Kinzer S, Pfeiffer J, Becker S, Ridder GJ. Severe deep neck space infections and mediastinitis of odontogenic origin: clinical relevance and implications for diagnosis and treatment. Acta Otolaryngol 2009; 129: 62-70.
2. Velhonoja J, Lääveri M, Soukka T, Irjala H, Kinnunen I. Deep neck space infections: an upward trend and changing characteristics. Eur Arch Otorhinolaryngol 2020; 277: 863-872.
3. Sakamoto H, Aoki T, Kise Y, Watanabe D, Sasaki J. Descending necrotizing mediastinitis due to odontogenic infections. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000; 89: 412-419.
4. Pinto A, Scaglione M, Scuderi MG, Tortora G, Daniele S, Romano L. Infections of the neck leading to descending necrotizing mediastinitis: role of multi-detector row computed tomography. Eur J Radiol 2008; 65: 389-394.
5. Prado-Calleros HM, Jimenez-Fuentes E, Jimenez-Escobar I. Descending necrotizing mediastinitis: systematic review on its treatment in the last 6 years, 75 years after its description. Head Neck 2016; 38: E2275-E2283.
6. Estrera AS, Landay MJ, Grisham JM, Sinn DP, Platt MR. Descending necrotizing mediastinitis. Surg Gynecol Obstet 1983; 157: 545-552.
7. Marty-Ane CH, Alauzen M, Alric P, Serres-Cousine O, Mary

H. Descending necrotizing mediastinitis: advantage of mediastinal drainage with thoracotomy. J Thorac Cardiovasc Surg 1994; 107: 55-61.
8. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA 2016; 315: 801-810.
9. Kumar A, Roberts D, Wood KE, Light B, Parrillo JE, Sharma S, et al. Duration of hypotension before initiation of effective antimicrobial therapy is the critical determinant of survival in human septic shock. Crit Care Med 2006; 34: 1589-1596.
10. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. Intensive Care Med 2021; 47: 1181-1247.
11. Qu L, Liang X, Jiang B, Qian W, Zhang W, Cai X. Risk factors affecting the prognosis of descending necrotizing mediastinitis from odontogenic infection. J Oral Maxillofac Surg 2018; 76: 1207-1215.
12. Qu L, Xu H, Liang X, Cai X, Zhang W, Qian W. A retrospective cohort study of risk factors for descending necrotizing mediastinitis caused by multispace infection in the maxillofacial region. J Oral Maxillofac Surg 2020; 78: 386-393.
13. Mathew GC, Ranganathan LK, Gandhi S, Jacob ME, Singh I, Solanki M, et al. Odontogenic maxillofacial space infections at a tertiary care center in North India: a five-year retrospective study. Int J Infect Dis 2012; 16: e296-e302.
14. Celakovsky P, Kalfert D, Tucek L, Mejzlik J, Kotulek M, Vrbacky A, et al. Deep neck infections: risk factors for mediastinal extension. Eur Arch Otorhinolaryngol 2014; 271: 1679-1683.
15. Pastene B, Cassir N, Tankel J, Einav S, Fournier PE, Thomas P, et al. Mediastinitis in the intensive care unit patient: a narrative review. Clin Microbiol Infect 2020; 26: 26-34.
16. Kim YJ, Kim JD, Ryu HI, Cho YH, Kong JH, Ohe JY, et al. Application of radiographic images in diagnosis and treatment of deep neck infections with necrotizing fasciitis: a case report. Imaging Sci Dent 2011; 41: 189-193.
17. Ridder GJ, Maier W, Kinzer S, Teszler CB, Boedeker CC, Pfeiffer J. Descending necrotizing mediastinitis: contemporary trends in etiology, diagnosis, management, and outcome. Ann Surg 2010; 251: 528-534.
18. Stefanopoulos PK, Kolokotronis AE. The clinical significance of anaerobic bacteria in acute orofacial odontogenic infections. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004; 98: 398-408.
19. Seymour CW, Liu VX, Iwashyna TJ, Brunkhorst FM, Rea TD, Scherag A, et al. Assessment of clinical criteria for sepsis: for the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA 2016; 315: 762-774.
20. Shankar-Hari M, Phillips GS, Levy ML, Seymour CW, Liu VX, Deutschman CS, et al. Developing a new definition and assessing new clinical criteria for septic shock: for the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA 2016; 315: 775-787.