

ISSN 0376-4672(Print)  
ISSN 2713-7961(Online)

# 대한치과의사협회지

THE JOURNAL OF THE KOREAN DENTAL ASSOCIATION

Vol.58 No.11 **2020. 11**



**KDA** 대한치과의사협회  
KOREAN DENTAL ASSOCIATION

★★★★★  
**UNTACT**  
**DV on WORLD**  
**HOT ITEM**

DV mall (덴탈이마트)  
 온라인 전시회에서  
 구매시 DV POINT 3,000P 적립  
[www.dentalemart.co.kr](http://www.dentalemart.co.kr)

~7/12



# KIDS' CROWN

전세계에서 사용하는  
 검증된 글로벌 유치관

*Original*



# KIDS' RING CROWN

링이 달려있어 더 안전하게  
 사용할 수 있는 유치관

*Safety*



# KIDS' GOLDEN CROWN

티타늄 코팅으로  
 더 자연스러워진 골드색 유치관

*Be Natural*



# KIDS' CROWN FAMILY

전세계에서 사용하는 검증된 글로벌 유치관  
 이제는 다양한 LINE-UP으로 만나보세요!







## 근관치료 건보 급여 연간 600억원 파이증가 예상 11월부터 적용 '근관장측정 3회·근관성형 2회·재근관치료 시 와동형성 인정' 치협, 보존 근관학회 연대노력 성과... 개원가 경영 도움 기대

오는 11월부터 근관치료 급여기준이 개선돼 근관장 측정검사, 근관성형 급여적용 횟수가 확대되고 재근관치료 시 근관와동형성에도 급여가 적용된다.

이에 따라 총 600여억 원의 치과 건보급여 파이 확대가 기대되며, 이는 건보수가 인상률을 추가로 1.5% 더 올린 효과와 같다는 분석이다. 바뀌는 급여기준의 주요내용과 의의를 정리했다.

지난 9월 25일 열린 2020년 제17차 건강보험정책심의위원회에서 의결된 '치과 근관치료 관련 급여기준 개선'은 자연치아의 중요성에 대한 국민인식을 고취시키고 새로운 국민 구강건강 증진을 위한 첫걸음, 나아가 국민의 삶의 질 향상에 크게 기여하는 계기가 될 것으로 평가받는다.

바뀌는 급여기준의 주요내용은 ▲정확한 근관장의 길이 측정을 위한 '근관장측정검사'가 치료기간 중 기존 근관당 1회에서 3회로 확대 인정된다.

측정수치를 치트에 기록해야 인정되며, 방사선 사진을 이용한 근관장 측정 시 근관장 측정검사 기록과 방사선촬영 판독, 필름이 있어야 한다. 치료확인을 목적으로 당일 동일부위를 각도를 달리해 2회 촬영 시 동시 2매로 청구하면 된다. Root ZX 등 전자식 근관장 측정기구는 심평원에 장비 신고를 하고 청구해야 한다.

또 ▲근관 내 충전물의 공간 확보를 위한 근관확대 시 '근관성형'이 기존 근관당 1회에서 2회로 확대 인정된다. 단독으로는 청구할 수 없으며, 일반적으로 유치의 경우는 인정되지 않는다.

▲발수 또는 근관 내 기존 충전물을 제거한 당일 근관와동형성을 인정한다. 즉 난이도가 높은 재근관치료에서 근관와동형성도 급여로 인정받게 됐다.

바뀐 급여기준은 11월 진료분 부터 적용될 예정이며, 시행 이후 모니터링을 통해 필요 시 급여기준을 조정·보완할 예정이다.

이번 근관치료 급여기준 확대는 순증으로, 정부에서는 건강보험공단 부담금을 약 400억원으로 추계했으며, 이를 환산지수 조정, 종별가산 등을 반영하면 약 600억 원의 치과 건보급여 파이 확대가 기대된다.

진료패턴 및 빈도 등에 따라 차이가 있을 수 있으나 수가인상률 1.5% 수준의 예산 확대로, '21년도 수가인상률 1.5%에 가산하면 총 3%의 수가인상 효과가 있다고 할 수 있다.



## 코로나 영향 치과 병의원 환자 35%↓ 수입 34%↓ 대구 큰 타격, 환자 51.1%·수입 49.8% 감소 치협 정책연, 회원 3189명 1~4월 경영 피해 조사

코로나19로 인해 전국 치과병·의원 환자 수와 수입이 최대 35%, 34% 감소한 것으로 나타났다.

치협 치과의료정책연구원(원장 김영만·이하 정책연)은 협회 회원 3189명을 대상으로 지난 1~4월 경영 피해를 조사한 결과를 분석한 '코로나19가 치과의료기관의 경제적 손실에 미친 영향 요인' 논문을 치협 협회지 10월호를 통해 발표했다.

피해는 특히 3월과 4월에 집중된 것으로 나타났다. 전국의 환자 감소율은 ▲1월 16.5% ▲2월 25.6% ▲3월 34.9% ▲4월 33.6%였고, 수입 감소율은 ▲1월 17.7% ▲2월 24.7% ▲3월 33.8% ▲4월 34.0%였다.

지역별로는 지난 2월 '신천지 교회 집단 감염'으로 직격탄을 맞은 대구 지역의 타격이 컸는데, 환자 감소율은 ▲2월 33.9% ▲3월 51.1% ▲4월 40.4%였고, 수입 감소율은 ▲2월 32.3% ▲3월 49.8% ▲4월 40.8%였다.

아울러 소규모 개원일수록 피해가 심각했는데 치과의원은 환자 감소율이

▲3월 35.0% ▲4월 33.7%, 수입 감소율은 ▲3월 33.8% ▲4월 34.1%였고, 단독 개원은 환자 감소율이 ▲3월 35.1% ▲4월 33.9%, 수입 감소율은 ▲3월 34.0% ▲4월 34.3%였다.

결론적으로 누적 확진자 수가 많은 지역일수록, 치과의사의 연차가 높고, 직원 수가 적은 치과일수록 코로나19로 인한 경영 피해가 더 큰 것으로 분석됐다.

정책연은 이처럼 코로나19로 인한 치과 경영난이 매우 큰 것으로 나타나고 있지만, 정부 차원의 대책은 미흡한 점을 꼬집었다.

정책연은 "치과계를 포함한 의료기관은 건강보험료 하위 40% 이하, 연 매출 8000만 원 이하 등 보상에 있어서 소득·매출액 제한이 있어 받을 수 있는 혜택이 거의 없다"며 "정부는 향후 보건 의료체계를 유지할 수 있도록 치과계에 맞는 지원을 제공해야 할 것"이라고 강조했다.



## 치의학연구원 설립 국회서 계속 주목 법안발의 잇따라 이용빈 의원 ‘한국치과의과학연구원’ 설립 법안 10월 8일 대표 발의 21대 국회 네 번째, 이상훈 협회장 앞선 면담서 당위성 강조

치과계 숙원 과제 중 하나인 국립치의학연구원 신설을 추진하는 또 하나의 법안이 국회에서 발의됐다.

특히 21대 국회 개원 직후부터 치험이 적극적으로 강조, 축조해 온 내용들이 고스란히 반영된 네 번째 법안인 만큼 치의학연구원 설립이라는 목표가 한 걸음 더 탄력을 받을 것으로 기대를 모으고 있다.

국회 과학기술정보방송통신위원회 소속 이용빈 더불어민주당 의원(광주 광산구갑)이 ‘과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립 운영 및 육성에 관한 법률 일부개정법률안(이하 일부개정안)’을 지난 10월 8일 대표 발의했다고 밝혔다. 해당 법안에는 이 의원을 비롯해 천준호 의원 등 총 11인의 국회의원이 공동 발의자로 참여했다.

이번 일부개정안의 경우 정부출연 연구기관으로 ‘한국치과의과학연구원’을 신설하는 것이 핵심 내용이다.

대표 발의자인 이용빈 의원은 “인구의 노령화 등에 따라 양질의 치과의료에 대한 국민들의 수요가 더욱 높아진 현실에도 불구하고 치의학의 체계적이고 종합적으로 연구할 수 있는 연구기관이 현행 법에 따른 연구기관으로 포함돼 있지 않은 점은 문제”라며 “정부 차원에서의 치의학에 대한 투자가 보건의료 16개 영역 중 1.61%에 그치고 있는 점을 고려할 때 치의학에 대한 연구를 더 적극적으로 추진할 기관을 설립 운영해야 할 필요가 있다”고 제안 이유를 밝혔다.

특히 이 의원은 “정부 차원의 연구개발 투자를 확대하고 산업과 학문을 연계해 체계적이고 종합적인 치의학 연구가 이뤄질 수 있도록 한국치과의과학연구원을 설립하고, 이 법에 따라 설립된 연구기관 또는 연구회가 아님에도 불구하고 그 명칭을 사용한 자에 대해 2000만원 이하의 과태료를 부과하도록 하려는 것”이라고 해당 법안의 주요 취지를 설명했다.

이와 관련 이상훈 협회장은 지난 9월 23일 오후 이용빈 의원실을 방문한 자리에서 국립치의학연구원 설립의 기대효과 등을 설명하며, 적극적인 관심과 협조를 당부했다.

이 자리에서 이 협회장은 “전체 의료기기 시장에서 임플란트가 생산액 기준 독보적인 1위를 차지하고 있고, 해외 수출로도 2위로 매년 20%씩 성장하고 있다. 전 세계에서 가장 많이 팔리는 임플란트가 바로 우리나라 업체의 제품”이라며 치의학 및 치과 산업에 대한 체계적인 지원과 육성의 필요성을 강조했다.

이상훈 협회장은 21대 개원 직후부터 박광온 위원장을 비롯해 조명희·김상희·양정숙·조승래·이용빈 의원 등 과학기술정보방송통신위원회 소속 의원들은 물론 평소 보건복지위원회 소속 의원들을 만난 자리에서도 치의학연구원 설립의 당위성을 역설해 왔다.

이에 지난 9월 10일 양정숙 의원을 시작으로 23일 전봉민 의원, 25일 김상희 부의장이 잇따라 치의학연구원 설립 관련 법안을 발의했다.



## 역올한 급여부당청구 과징금 사후 입증 땀 “무효” 국민권익위 급여부당청구 과징금 무효 결정 처벌 후 정당 청구 입증 시 부당처분 인정

급여 부당청구 과징금부과처분을 받아도 처벌 후 정당 청구 사실을 입증한다면 무효 처분한다는 행정심판이 나왔다.

국민권익위원회(위원장 전현희·이하 권익위) 소속 중앙행정심판위원회(이하 행정심판위)는 최근 의료급여기관이 현지조사 당시 의료급여를 정당하게 청구했다는 입증자료가 없어 과징금부과처분을 받았다고 해도, 처분 이후 정당청구를 입증했다면 기존 과징금부과처분은 무효에 해당한다는 행정심판을 내렸다.

이번 행정심판은 의료급여기관을 운영하는 A 씨의 사건에서 비롯됐다. A 씨는 절차에 따라 정당하게 의료급여 비용을 청구했으나 보건복지부의 현지조사 당시 이를 입증할 수 있는 자료를 제출하지 못해 과징금을 부과 받았다.

하지만 이후 A 씨는 행정심위에 과징금부과처분의 무효 확인을 구하는 행정심판을 청구하고 이를 입증할 수 있는 자료 또한 제출했다.

이에 행정심위는 A 씨가 제출한 자료를 검토한 결과, 일부는 정당한 청구

로 인정되며 이 부분에 대한 과징금부과처분은 잘못된 사실관계에 근거한 것으로 중대한 하자가 있다고 판단했다. 따라서 행정심위는 A 씨가 해당 과징금부과처분을 감당하는 것은 국민의 권익구제 측면에서 부당하며, 이 처분을 무효 처리하더라도 같은 처분을 둘러싼 법적 안정성이 저해된다고 볼 수 없다는 판단 하에 무효 행정심판을 내렸다.

김명섭 권익위 행정심판국장은 “중대한 하자가 있는 처분은 국민의 권익구제 측면에서 현저하게 부당하다는 점을 고려한 행정심판 결정”이라며 “앞으로도 잘못된 처분으로 인한 국민들의 불이익 해소를 위해 노력하겠다”고 밝혔다.

한편 행정심판은 행정청의 위법 또는 부당한 처분 등으로 권리 및 이익 침해 받은 국민이 신속하고 간편하게 법적 구제를 받을 수 있도록 한 제도다. 비용은 무료며, 권익위 온라인행정심판(www.simpan.go.kr)에서 신청할 수 있다.

신뢰와 정확을 생명으로  
치과계를 리드하는 **치의신보**

# 손에 **딱!** 눈에 **확!**

# KDA

## 21세기 사업파트너 치의신보



광고  
문의

TEL 2024-9020  
FAX 468-4653  
E-mail [kdapr@chol.com](mailto:kdapr@chol.com)

▶ 광고료 수납 : 우리은행  
▶ 계좌번호 1005-887-001101  
▶ 예금주 대한치과의사협회

# 논문

- 1** Byunggee Kim, Eunbyul Yang, Namki Choi,  
Seonmi Kim, Jeeheon Ryu  
: Effects of auditory feedback and task difficulty on the cognitive load and virtual presence in a virtual reality dental simulation
- 2** 성건화, 민정범, 박태영  
: 생체막 제거 방법에 따른 비우식성 치경부 병소의 미세인장강도 비교

1

# Effects of auditory feedback and task difficulty on the cognitive load and virtual presence in a virtual reality dental simulation

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University

<sup>2</sup>Department of Education, College of Education, Chonnam National University

Byunggee Kim<sup>1</sup>, Eunbyul Yang<sup>2</sup>, Namki Choi<sup>1</sup>, Seonmi Kim<sup>1</sup>, Jeeheon Ryu<sup>2</sup>

## ORCID ID

Byunggee Kim,  <https://orcid.org/0000-0003-3436-3750>

Seonmi Kim, ID  <https://orcid.org/0000-0001-5103-767X>

Eunbyul Yang,  <https://orcid.org/0000-0003-0024-4964>

Jeeheon Ryu, ID  <https://orcid.org/0000-0003-2891-283X>

Namki Choi, ID  <https://orcid.org/0000-0003-4830-8568>

## ABSTRACT

### Effects of auditory feedback and task difficulty on the cognitive load and virtual presence in a virtual reality dental simulation

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University

<sup>2</sup>Department of Education, College of Education, Chonnam National University

Byunggee Kim<sup>1</sup>, Eunbyul Yang<sup>2</sup>, Namki Choi<sup>1</sup>, Seonmi Kim<sup>1</sup>, Jeeheon Ryu<sup>2</sup>

This research examined the difference in cognitive load and the virtual presence depending on auditory feedback and task difficulty in haptic-based dental simulation. In the field of dental education, practice-centered training using handpiece has been crucial because a practitioner's psychomotor experience has a significant impact on the mastery of treatment skills. For the novice, it is necessary to reduce errors in dental treatment to enhancing skill acquisition in the haptic practice. In the training process, the force-feedback is crucial to elaborate subtle movement to guide what to do and how it should be hard or soft. However, It is not easy to add force-feedback to generate kinetic experience training. As an alternative method, we examined that auditory feedback can help learners' skill training. In this study, we analyzed how the presence/absence of auditory feedback at the different levels of task difficulty impacts learners' psychological demand and virtual presence in the virtual reality simulation. For this study, 29 dental college students participated in a dental simulation. The participants were grouped into two conditions that are with and without auditory feedback. Additionally, two consecutive tooth preparation tasks with different levels of difficulty were used in the simulation. The auditory feedback condition gives alarms to a learner when he treats a non-targeted tooth with a virtual handpiece. The user's cognitive load and virtual presence were measured to examine the effects of auditory feedback. The results revealed that the main effect was found in cognitive loads. Also, a significant interaction effect was shown in the virtual presence. We discussed the effective design methods for the virtual reality-based dental simulation through the result of this study.

Key words : Cognitive load, Virtual presence, Virtual reality simulation, Dental education

## Corresponding Author

Jeeheon Ryu

Department of Education, College of Education, Chonnam National University, 33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Korea

TEL : +82-62-530-2353 / FAX : +82-62-530-2340 / E-mail : jeeheon@jnu.ac.kr

**ACKNOWLEDGEMENT** This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2018S1A5B8070203)



## Introduction

Virtual reality (VR) provides hands-on-experience to learners by providing a haptic operation in a virtually enhanced learning environment. The VR simulation can provide the virtual world working just like in the real world so that the learners can improve the manipulative experience<sup>1)</sup>. The VR training simulation gives opportunities for the learner with kinetic practice, which increases immersion and learning engagement in learning activities<sup>2)</sup>. In the field of dental education, VR applications have been developed to take advantage of the immersive learning experience for the learners to give authentic experience. For instance, some applications (Simodont, VOXEL-MAN Dental, and Periosim) allow dental clinical treatments to practice in the VR learning environment<sup>3)</sup>. The purpose of these applications is to help dental students acquire core dental treatment skills by practicing realistically. In a learning environment implemented with VR, learners acquire information in real-time through various sensory interactions. For the development of a dental VR simulation, the importance of providing haptic factor has been emphasized to increase realistic practice. Haptics is a factor increasing the virtual presence, which is a subjective psychological phenomenon perceived as if a given environment is real<sup>4,5)</sup>. Two factors are necessary to create a haptic experience: the tactile sense giving textual through skin contact and the kinesthetic sense by muscle movement<sup>6)</sup>.

Utilizing the haptic interface in VR empowers

the user to experience sensory elements other than audio-visual information when the user touches a virtual object in a virtual space<sup>7)</sup>. The additional sensory elements allow the user to immerse more in-depth into the VR and perceive it as an authentic experience<sup>8)</sup>. For the more realistic dental training, it is crucial to give force feedback, the physical sensation of resistive forces, to a VR device in controls of the virtual handpiece in a dental simulation. However, because it is not easy to implement force feedback to a VR simulation, we need to delineate an alternative method to stimulate the tactile sense during training. For this additive way, auditory feedback can amplify the haptic experience when a learner is using virtual tools if he is not correctly using a virtual tool on an undesirable target tooth. With the auditory information, a learner can have a realistic experience.

While we increase the immersive effect on learners with visual, auditory, and tactile stimuli, it is necessary to keep the learning information not too much provided to the learner. To increase the immersive perception, if too much information was given, the amount of information may be too much sufficient for learners to execute cognitive process<sup>9)</sup>. Therefore, when designing a virtual learning environment, it is essential to set the cognitive load at an appropriate level, even if multiple types of information from tactile to auditory are given to the learning in the virtual learning environment. The cognitive load theory is a theoretical framework for designing the instructional media to effectively allocate the limited cognitive capacity of learners to perform tasks<sup>10)</sup>.

It focuses on reducing the unnecessary cognitive load and facilitating the essential mental effort for learning<sup>11)</sup>. Mainly, when performing dental preparation in the VR simulation, auditory feedback can cause extraneous cognitive load by adding audio information in the VR simulation.

Further, the haptic experience can increase the cognitive load because it includes both audio and tactile stimuli. Therefore, the purpose of this study is to examine the differences in the virtual presence and cognitive load perceived by dental students while performing a simulated preparation with and without auditory feedback.

## Materials and Methods

The study protocol was approved by the Institutional Review Board at Chonnam National University (IRB# 1040198-190819-HR-086-02).

### 1. Participants

The participants in this study were 29 students (17 men and 12 women) attending a school of dentistry at a flagship public university. All participants were recruited from the 3rd (15 participants, 51.7%) and 4th (14 participants, 48.3%) grades. The 3rd graders had completed practice classes using high-fidelity simulation. The 4th graders had additional clinical experiences with patients under supervision. The participants were randomly assigned to two conditions. The experimental group consisted of 15 stu-

dents (3rd grade = 7 students, 4th grade = 8 students), and the control group consisted of 14 students (3rd grade = 8 students, 4th grade = 6 students). We used 2(task difficulty: high vs. low) × 2(auditory feedback: presence vs. absence) mixed design, with repeated measures on the first factor. Each participant experienced all two tasks.

### 2. Development of VR simulation

It was essential to build a dentiform to design a VR-based simulation to embedded in a virtual patient. To obtain a 3D graphic model, a standard dentiform with separate gums and teeth were scanned. The separated tooth could be used as the target tooth with a cavity. For the dentiform modeling, 3D MAX (Autodesk INC, California, US) with Optimize modifier the technique was used to smooth the surface(Fig. 1). The dentiform was embedded in a virtual child for virtual simulation. Unity 3D(Unity Technologies, San Francisco, US) was used to develop the simulation. Oculus Rift CV1 (Facebook Technologies, LLC. California, US) with controllers was used to operate a dental handpiece in the simulation(Fig. 2).

### 3. Experiment Procedure

Participants had a training session using the VR simulation with head mounted display (HMD) was provided for 10 min before the experiment. Auditory feedback was a buzzer to alarm a participant missing a target tooth. The feedback continued until

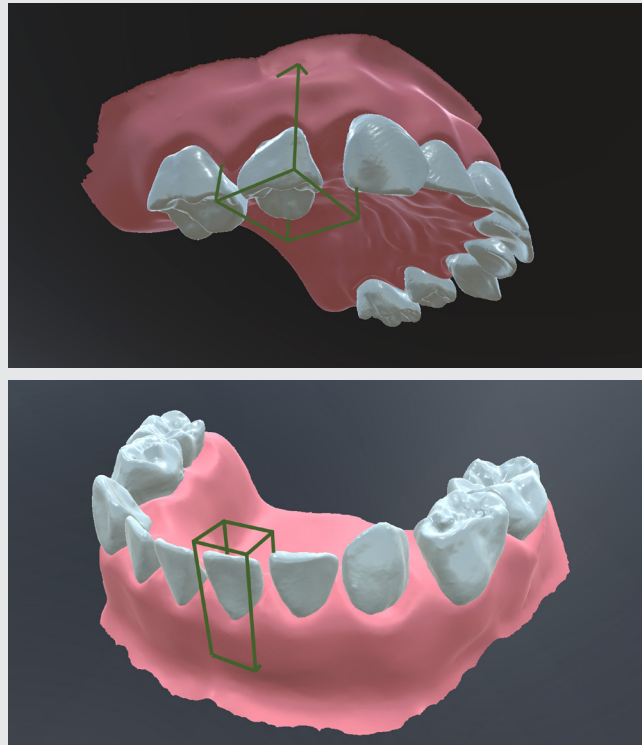


Fig. 1. Developed dentiform three-dimensional model.  
Fig. 1a. Maxillary posterior teeth model.  
Fig. 1b. Mandibular anterior teeth model.

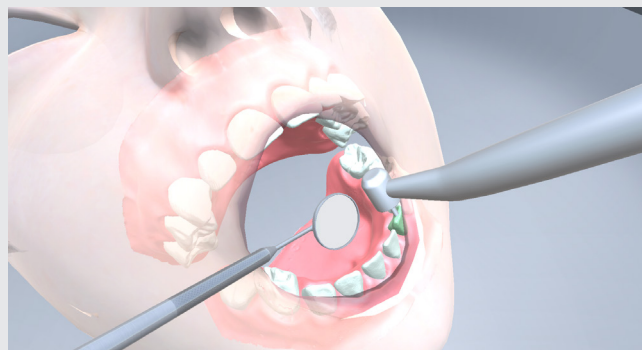


Fig. 2. VR tooth cavity preparation simulator: Participants' view.

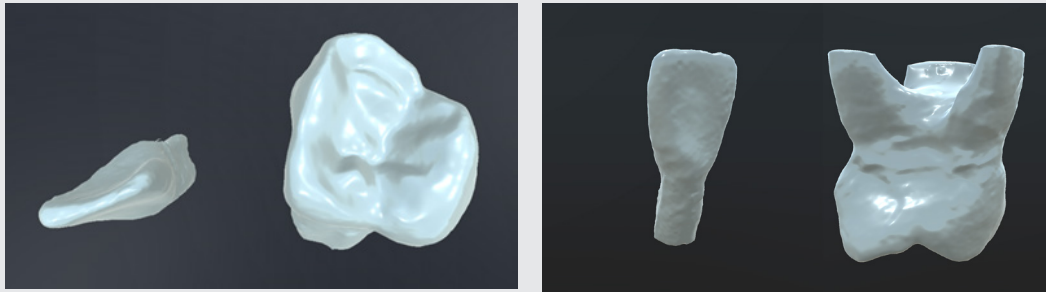


Fig. 3. Task difficulty: according to the surface size.

Fig. 3a. Buccal view of the teeth surface.

Fig. 3b. Occlusal view of the teeth surface.

he put a hand-piece on a target. The experimental group had this auditory feedback but not in the control group. For both groups, participants felt the haptic experience of vibration of the hand-piece.

In each group, two tasks of preparation were to be performed on the target tooth. The level of the task difficulty was categorized as high and low based on the size of the tooth surface. The high-

difficulty task involved the preparation of the lower anterior tooth(#31). The low-difficulty task was a preparation of the upper posterior molar(#54)(Fig. 3). The size of the target tooth in the high-difficulty task was approximately four times greater than that in the low-difficulty task. The high-difficulty task was performed first. The experimental scene is shown in Fig. 4.



Fig. 4. Experimental Scene.

#### 4. Evaluation of the developed VR tooth preparation simulator

Immediately after completing each task, participants were asked to fill out a questionnaire (Table 1).

The questionnaire consisted of items to measure the cognitive load and virtual presence. We evaluated a self-rating scale considering the learners' subjective experience of the cognitive load and virtual presence.

Table 1. Survey items and mean scores for the VR simulation

section	Questionnaire
Cognitive load factors	
<i>Task demand</i>	I felt spent after the task. I felt the physical demands while I was using the simulator. I felt physically tired during the task. I felt exhausted when I was using the VR simulator.
<i>Mental effort</i>	I focused on the task to be performed. I performed hard to complete the given tasks. I concentrated on my mental effort when using the simulator. I did my best to understand the contents.
<i>Perceived task difficulty</i>	It was not easy to understand using the VR simulator The difficulty of the task was high. It was difficult for me to understand the concepts. It was hard to recognize the differences between concepts.
<i>Self-evaluation</i>	I think that I successfully understood the learning material. I am confident to properly apply what I performed. I am satisfied after solving the tasks. I think that I effectively performed the given tasks.
Virtual presence	
<i>Spatial presence</i>	I felt like I was actually looking at the subject. In the virtual environment, I had a sense of being there. I could easily recognize the atmosphere of the virtual practice environment. I felt like I could touch the object in the virtual environment. I felt the objects embodied in the virtual environment like a real thing.
<i>Involvement</i>	The presented screen seemed to capture all of my senses. The visual factors of the presented scene involved me. I seemed to be in the situation in the virtual environment. I was completely captivated by the virtual world.

section	Questionnaire
	I felt immersed in the virtual practice.
<i>Realness</i>	I felt the virtual object was real.
	The physical properties of space were perceived as real.
	I felt the virtual practical scenes were realistic.
	I felt the virtual object was realistic.
	I felt that the object of practice was natural.

In a cognitive load category, we assessed the cognitive load when using a VR simulator<sup>12)</sup>. It contained 20 questions. There was a four-factor structure for the cognitive load ratings: task demand(TAD), mental effort(MEN), perceived task difficulty(DIF), and self-evaluation(SEV). TAD questions are a psychophysical factor that evaluates learners' physical effort to perform the tasks. MEN covers a cognitive effort factor for cognitive processing. If a learner more effort towards learning outcomes, the mental efforts increases. DIF questions cover the perceived difficulty of using the VR tooth preparation simulator. The answer to these questions shows that participants had difficulty playing the simulator and reaching their goals. SEV questions cover their satisfaction with performance using a VR simulator. The Cronbach's alpha coefficient for the cognitive load was  $\alpha=.97$  for the TAD,  $\alpha=.94$  for the MEN,  $\alpha=.95$  for the DIF,  $\alpha=.86$  for the SEV.

In the section of virtual presence, the questionnaire containing 15 items related to the experience in the VR environment<sup>13)</sup>. The virtual presence is sensory feelings that the individual's perception in VR environments. This questionnaire was based on the conception of presence and had three major sub-scales: spatial presence, involvement, and re-

alness. Spatial presence items evaluate the sense of being physically surrounded while performing the tasks in the VR simulation. Involvement refers to users' immersion and attention in the performing tasks of the VR environment. Realness describes the subjective experiences of perceived realness in the VR simulation. The items were good to reliability coefficients for the virtual presence of a virtual simulator. Specifically, the Cronbach's alpha coefficient of the virtual presence was  $\alpha=.95$  for the spatial presence,  $\alpha=.96$  for the involvement,  $\alpha=.96$  for the realness. Each item was to be rated on a 7-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 7 (strongly agree). The procedure of the experiment composed of three sections: background investigation, treatment, and evaluation.

## Results

We conducted a two-way repeated-measures multivariate analysis of variance (RM-MANOVA). A between-subjects factor is auditory feedback condition(presence vs. absence) that distinguishes between those groups, and a within-subjects factor is task difficulty with two levels(high vs. low). Table 2. provides descriptive statistics of all outcome

Table 2. Means and standard deviation of cognitive load and virtual presence

	High difficult task		Low difficult task	
	Auditory feedback	No auditory feedback	Auditory feedback	No auditory feedback
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Cognitive load				
<i>Task demand</i>	3.88 (1.49)	3.89 (1.75)	3.97 (1.59)	3.80 (1.56)
<i>Mental effort</i>	5.47 (1.09)	5.61 (1.09)	5.53 (0.95)	5.73 (1.19)
<i>Perceived task difficulty</i>	4.92 (1.46)	4.59 (1.38)	4.72 (1.45)	4.13 (1.40)
<i>Self-evaluation</i>	3.43 (1.16)	3.88 (0.99)	4.10 (1.48)	4.04 (1.22)
Virtual presence				
<i>Spatial presence</i>	3.39 (1.37)	3.70 (1.03)	3.73 (1.49)	3.80 (0.91)
<i>Involvement</i>	3.96 (1.51)	4.51 (1.24)	4.39 (1.24)	4.50 (1.39)
<i>Realness</i>	3.40 (1.39)	3.56 (1.01)	3.76 (1.43)	3.41 (0.85)

variables on each condition.

### 1. Cognitive load

The results of these MANOVA analyses on cognitive load are shown in Table 3. For the within-subject effects, there was a significant main effect

of tasks on perceived task difficulty(DIF) with the Greenhouse-Geisser correction. DIF was evaluated at following conditions:  $F_{(1,27)}=5.11$ ,  $p=.032$ , partial  $\eta^2=0.16$ . The mean DIF score was significantly higher with a high-difficulty task than a low-difficulty task. When performing a high-difficulty task ( $M=4.76$ ,  $SD=1.41$ ), participants perceived a signifi-

Table 3. Summary of MANOVA results on cognitive load

	TAD			MEN			DIF			SEV		
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>auditory feedback</i>	1,27	0.02	.896	1,27	0.20	.661	1,27	0.82	.375	1,27	0.23	.639
<i>task difficulty</i>	1,27	0.00	.982	1,27	0.61	.442	1,27	5.11	.032*	1,27	3.38	.077
<i>Auditory feedback x task difficulty</i>	1,27	0.44	.511	1,27	0.06	.814	1,27	0.81	.376	1,27	1.26	.271

\*  $p<.05$

cantly higher task difficulty than when performing a low-difficulty task ( $M=4.43$ ,  $SD=1.43$ )(Fig. 5). However, there were no interaction effects of the auditory feedback and task difficulty on DIF ( $F_{(1,27)}=0.81$ ,  $p=.376$  with the Greenhouse-Geisser correction). As

for the main effect of the auditory feedback, there was no difference in DIF between the two group conditions ( $F_{(1,27)}=0.82$ ,  $p=.375$  with the Greenhouse-Geisser correction).

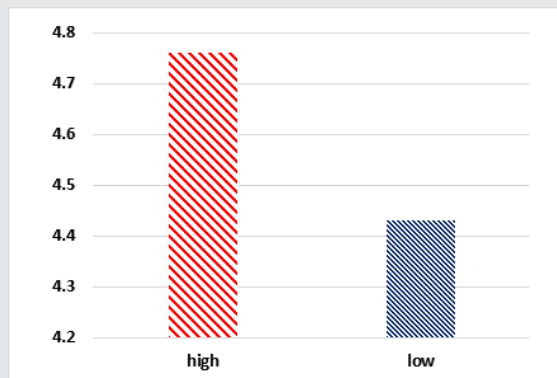


Fig. 5. Task difficult on Perceived task difficulty.

## 2. Virtual presence

For the within-subject effects, there was a sig-

nificant interaction effect on the realness with the Greenhouse-Geisser correction ( $F_{(1,27)}=5.00$ ,  $p=.034$ , partial  $\eta^2=0.16$ )(Fig. 6). However, results showed that

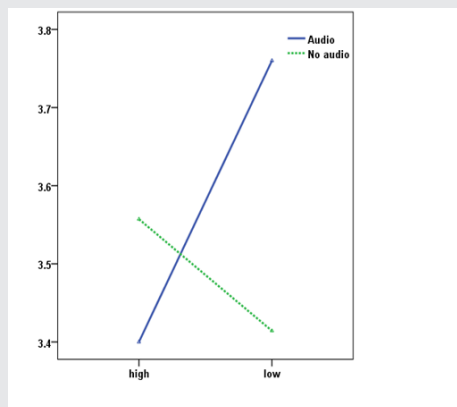


Fig. 6. Significant interactions on realness.



the main effect of neither the auditory feedback ( $F_{(1,27)}=0.05$ ,  $p=.829$  with Greenhouse-Gesieer correction) nor the task difficult main effect ( $F_{(1,27)}=0.93$ ,  $p=.343$  with Greenhouse-Gesieer correction). A summary of all main and interaction effects on virtual presence can be found in Table 4.

Table 4. Summary of MANOVA results on virtual presence

	Spatial presence			Involvement			Realness		
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>auditory feedback</i>	1,27	0.19	.669	1,27	0.47	.498	1,27	0.05	.829
<i>task difficulty</i>	1,27	3.12	.089	1,27	2.59	.119	1,27	0.93	.343
<i>Auditory feedback x task difficulty</i>	1,27	0.95	.338	1,27	2.96	.097	1,27	5.00	.034*

\*  $p < .05$

nology has become necessary with the current rapid expansion of training methods<sup>14</sup>. In the past few years, using artificial acrylic typodont teeth has been one of the most common hands-on-training methods to practice operative procedures in the simulation laboratory<sup>15</sup>. Training simulations have become an essential part of dental education to develop expertise<sup>3</sup>. It is not surprising that Ziv et al. (2003), in their educational study on simulation, claimed using the simulation to refine their clinical skills for almost two decades. The use of simulation is desirable to practice complicated skills within the safety of the patient during the training<sup>16</sup>. Furthermore, a dental student can repeatedly practice until achieving a target level of completion with the benefits of a safe method for patients.

Recently, dental educators start to using the virtual

## Discussion

Dental education has continuously advanced innovative educational methods for a better transition from pre-clinical education to clinical-practice<sup>3</sup>. With these developments, the effective use of tech-

reality-based simulation to improve the transition from the pre-clinical student laboratory to the clinic<sup>17</sup>. For instance, because of the possible advantage of faster skill acquisition and the development of superior quality of preparation, the use of VR simulation significantly improved the satisfaction level<sup>18</sup>. However, in VR-based simulations, whether the simulation was effective in improving technical skills was evaluated while the influence of auditory feedback to enhance sophisticated operation without force-feedback in the VR simulation<sup>15</sup>.

In this study, we examined how auditory feedback affected the cognitive load and virtual presence. The teeth's size and location determined the task difficulty: the posterior maxillary tooth was a low-difficulty task, while the mandibular anterior tooth was a high-difficulty task. The difficulty setting of the

preparation was set in contrast than normal tooth preparation in oral cavity. This is because the study was not part of the actual sophisticated crown preparation, but analyzed the participants' responses to the auditory effects that occurs when the virtual handpiece bur contacts with adjacent teeth outside the surface of the target tooth. As a result, the mandibular anterior teeth with a small tooth surface size were set to be more difficult than the maxillary posterior teeth with large tooth surface area.

As a result, only the perceptual task difficulty(DIF) showed significant differences between the conditions in the cognitive load measurement. The task difficulty affected cognitive load. The perception level of dental students varied depending on how much they were in the immersive experiences of VR. In other words, the student's perceptual level depends on the presence or absence of auditory feedback and the task's difficulty. In the virtual presence area, realness had significant differences among the sub-scales. In the use of VR simulation, the haptic-based auditory feedback can be a crucial factor for increasing realism.

This study suggests the following: First, when the task is difficult in VR based on haptics, providing auditory feedback enhances user perception. However, when the task is easy, providing auditory feedback is not essential. Therefore, when designing a virtual dental simulation, whether or not audio should be provided at a level of difficulty to be aware of students' virtual presence in VR based on haptics should be considered. Second, the treatment condition and task-difficulty in this study showed a sig-

nificant interaction effect on the realness of virtual presence. When the task was simple with auditory feedback, the participants perceived the simulation much realistic. It means that the high complexity of the task hindered to give enough realistic perception in VR condition regardless of auditory feedback. In other words, for dental students, the audible feedback did not add a robust virtual presence when it was challenging to manage.

Further studies using more levels of challenging tasks to measure the cognitive process of participants are required to have a better understanding of the effect of auditory feedback. The auditory feedback will have a significant effect on the cognitive load in the different levels of task difficulty. For example, a dental student can precede the preparation of tooth surfaces with a procedural knowledge-based task of diagnosing and treating cavities. The depth of cavity preparation and securing eyesight of the preparation using a dental mirror could provide more cognitive loads.

This study has some limitations. Although we examined the virtual presence and cognitive loads in the auditory feedback, it is not clear that force-feedback could affect in a VR environment. Also the device used in this study was Oculus Rift CV1. Oculus and auditory effects in pain reduction have been demonstrated<sup>19)</sup>. However, there are no dental educational studies on this devices related to the auditory feedback. The use of a universal HMD controller could have been difficult to accurately reflect auditory feedback when compared to a real dental handpiece, which is generally a more precise instru-

ment. It seems that further research is needed using a simulator that enables physical contact feedback and more precise controller. Similar results, observed in the experimental and control groups suggest that it is necessary to include a control group with dentists to confirm the study results.

### Conclusion

In conclusion, this study shows that the level of perception depends on how haptic experiences are working in VR. In a complex simulation-based on

haptics, providing auditory feedback was more useful in an easier task for students' perception. However, the tasks in this study did not significantly affect cognitive loads. Therefore, further study about the cognitive loads is needed. The present study suggests that continued research on the educational potential of virtual devices will help apply dental VR simulation effectively.

## 참고 문헌

1. Crespo R, García R, Quiroz S. Virtual reality application for simulation and off-line programming of the mitsubishi movemaster RV-M1 robot integrated with the oculus rift to improve students training. *Procedia Comput Sci* 2015;75: 107-112.
2. Schrader C, Bastiaens T. Relations between the tendency to invest in virtual presence, actual virtual presence, and learning outcomes in educational computer games. *Int J Hum-Comput Int* 2012;28(12):775-783.
3. Roy E, Bakr MM, George R. The need for virtual reality simulators in dental education: A review. *Saudi J Dent Res* 2017;29(2):41-47.
4. Sallnäs EL, Rasmus-Gröhn K, Sjöström C. Supporting presence in collaborative environments by haptic force feedback. *Acm T Comput-Hum Int.* 2000;7(4):461-476.
5. Witmer BG, Singer MJ. Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence.* 1998;7(3):225-240.
6. Rovers, AF, van ESSEN HA. HIM: a framework for haptic instant messaging. *CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* 2004; 1313-1316.
7. Stone RJ. Haptic feedback: A brief history from telepresence to virtual reality. *International Workshop on Haptic Human-Computer Interaction* 2000;1-16.
8. Park S. A developed of virtual reality contents of cultural heritage utilize the Haptic interface system - Focused on Keum-san-sa content-. *Journal of Korea Design Forum* 2010;26(0): 245-254.
9. Lindén A, Davies RC, Boschian K, Minör U, Olsson R, Sonesson B, Johansson G. Special considerations for navigation and interaction in virtual environments for people with brain injury. In *The International Conference on Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech* 2000:287-296
10. Paas F, Renkl A, Sweller J. Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educ Psychol* 2003;38(1):1-4.
11. Van Merriënboer JGG, Schuurman JG, De Croock, MBM, Paas FGWC. Redirecting learners' attention during training: Effects on cognitive load, transfer test performance and training efficiency. *Learn Instr* 2002;12(1):11-37.
12. Ryu J. Sensitivity of Cognitive Load Factors and Prediction for Learning Achievement upon the Levels of Task in Multimedia Learning. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media* 2011;17(3):309-332.
13. Schubert T, Friedmann F, Regenbrecht H. The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence* 2001;10(3):266-281.
14. Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D. A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ* 2003;7(4):164-169.
15. Murbay S, Neelakantan P, Chang JWW, Yeung S. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. *Eur J Dent Educ* 2020;24(1):5-16.
16. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Simul Healthc* 2006;1(4):252-256.
17. Jasinevicius TR, Landers M, Nelson S, Urbankova A. An evaluation of two dental simulation systems: virtual reality versus contemporary non-computer-assisted. *J Dent Educ* 2004;68(11):1151-1162.
18. Buchanan JA. Use of simulation technology in dental education. *J Dent Educ* 2001;65(11):1225-1231.
19. Johnson, S, Coxon, M. Sound can enhance the analgesic effect of virtual reality. *R Soc Open Sci* 2016;3(3):150567.

# 생체막 제거 방법에 따른 비우식성 치경부 병소의 미세인장강도 비교

조선대학교 치과대학 치과보존학 교실

성건화, 민정범, 박태영\*

간추린 제목 : 생체막 제거 방법에 따른 미세인장강도 비교

ORCID ID

Kun-Hwa sung,  <https://orcid.org/0000-0001-5445-9923>

Jeong-Bum Min,  <https://orcid.org/0000-0003-1502-5465>

Tae-Young Park,  <https://orcid.org/0000-0002-0752-681X>

## ABSTRACT

### Comparison of microtensile bond strength on non-carious cervical lesions according to biofilm removal method

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, Gwang-ju, Korea

Kun-Hwa Sung, Jeong-Bum Min, Tae-Young Park\*

Running Title: Microtensile bond strength according biofilm removal method

Dentin surface of non-carious lesion is usually attached with oral biofilm. The biofilm should be removed before application of restorative material, because it may reduce the bond strength of adhesive system. The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength, when the biofilm was removed with brush or bur. Twenty extracted human third molars were sectioned horizontally to obtain dentin surface. Specimen were divided randomly into four group. Biofilm formation was performed in three group, except for Group 1 (negative control). Biofilm was removed as follows: Group 3, using ICB brush; Group 4, using low-speed round bur #2. Group 2 (positive control) was not removed Biofilm. And in all four groups, the adhesive system (Optibond FL, Kerr) was applied to etched dentin surface, and resin composite was built up in three 1mm increments. After 24 hour storage in distilled water, the teeth were perpendicularly sectioned to obtain beams (1 x 1 mm<sup>2</sup>). Microtensile bond strength was measured and the data were statistically analyzed using one-way ANOVA and Tukey's post hoc test (p<0.05). Group 4 showed the highest microtensile bond strength (p<0.05), Group 3 showed no significant improvements when compared to Group 1. Group 2 showed lowest microtensile bond strength (p<0.05). When restoring a non-carious cervical lesion, it is essential to remove the biofilm present on the dentin surface. In addition, in the method of removing the biofilm, both the brush removal method and the bur removal method were effective.

Key words : Microtensile bond strength, Non-carious cervical lesion, biofilm removal method

Corresponding Author

Tae-young Park

Dept. of Conservative Dentistry, Chosun University School of Dentistry, 303 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwang-ju, Korea 501-759

TEL : +82-62-220-3840, FAX : +82-62-223-9064, E-mail : conschosun@chosun.ac.kr

ACKNOWLEDGEMENT This study was supported by research funds from Education and Cultural Foundation of College of Dentistry, Chosun university, 2020.

## I. 서론

치경부 병소는 세균에 의한 우식성 병소와 다양한 원인을 갖는 비우식성 병소로 구분된다. 이 중 비우식성 치경부 병소(noncarious cervical lesions: NCCLs)는 치아 우식증과 상관 없이 치경부의 백악질과 법랑질의 경계에서 치아 구조가 상실되는 증상을 말한다<sup>1)</sup>. 비우식성 치경부 병소의 원인으로는 마모, 침식, 굴곡파절 등이 있으며, 이들이 복합적으로 작용하여 다양한 형태의 치경부 병소가 발생한다고 하였다<sup>2)</sup>. 비우식성 치경부 병소에 의해 치아의 경조직이 상실되면 병소의 확대를 방지하여 치아를 보호하기 위해 병소를 수복하는 방법을 이용한다<sup>3)</sup>. 이러한 비우식성 병소의 수복은 응력을 분산시켜 형태상 응력이 집중되는 부분의 응력을 줄여주는 역할을 한다<sup>4)</sup>.

비우식성 치경부 병소를 수복할 시에 병소 원인의 파악, 적절한 수복재의 선택, 적절한 접착제, 적절한 수복방법 등을 추가적으로 고려해야 한다. 이외에도 치경부 결손부위의 심부에 구강내 생성되는 생체막이 침착되어 있

을 수 있고 이를 고려하지 않고 수복하는 경우 접착 실패로 인한 수복물의 탈락이 생길 수 있다. 비우식성 치경부 병소의 수복시 탈락 원인에 대한 많은 연구가 있었으나 생체막의 영향에 관한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 비우식성 치경부 병소에 있어서 생체막 제거 방법에 따른 결합강도를 평가하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험치아

우식에 이환되지 않은 건전한 20개의 하악 대구치를 사용하였다. 저속 diamond disc를 주수하에 이용하여 치아 장축에 수직으로 절단하였고, 법랑질을 제거하고 편평한 상아질면을 노출시켰다. 각 치아는 임의적으로 네 개 군으로 구분하였다(Table 1).

Table 1. Biofilm removal method of each group.

Group	Biofilm removal method
Negative Control (NC)	No biofilm
Positive Control (PC)	No biofilm removal
Brush	Biofilm removal with ICB brush
Bur	Biofilm removal with low-speed round bur #2

### 2. 생체막 형성

#### 1) 실험세균

본 실험에 사용된 *Streptococcus mutans* (KCOM 1054) 균주는 한국인의 치면세균막에서 분리된 것으로 한국구강미생물자원은행(Korean Collection for Oral Microbiology, Gwangju, Korea)에서 분양받아 사용하

였다.

#### 2) 세균배양

*S. mutans* 는 brain heart infusion (BHI, Becton, Dickinson and Company, Sparks, MD, USA) 액체배지 및 한천배지를 사용하여 세균배양기에서 37°C에서 24시간동안 배양하여 사용하였다.

### 3) *In vitro* biofilm 형성

각각의 세균들은 BHI 액체 배지에 37°C, 20시간 정치배양한 후 약  $1 \times 10^8$  CFU/ml 농도로 희석하였다. 인공 타액은 Adherence Buffer 용액에 1% Mucin (Mucin from porcine stomach, Type III, SIGMA M1778)을 첨가하여 제작하였으며 Adherence Buffer 용액은  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 mM, KCl 50 mM,  $\text{CaCl}_2$  1 mM,  $\text{MgCl}_2$  0.1 mM을 혼합하여 pH 7.0으로 만들었다. 생체막 형성을 위한 배지는 3% sucrose를 첨가한 BHI (BHIS) 액체 배지를 사용하였다. 치아 교합면에 인공타액 코팅을 위해 교합면 주변을 소독된 utility wax로 감싸고 인공 타액 200  $\mu\text{l}$ 씩 분주한 후, 실온에서 4시간 동안 천천히 교반하며 반응시켰다. 반응 후, 인공타액을 pipette를 이용해 제거하고 15분간 자연건조 하였다. Group 1(negative control)을 제외한 나머지 그룹에  $1 \times 10^8$  CFU/ml 농도를 가진 각각의 세균들을 40  $\mu\text{l}$ 씩 2배 농도의 BHIS 460  $\mu\text{l}$ 와 혼합하고 각 2배 농도의 시료 500  $\mu\text{l}$ 와 혼합한 후 인공타액 코팅된 치아 교합면에 100  $\mu\text{l}$ 씩 분주하였다. 이후, 항온기에서 37°C에서 24시간 동안 배양하여 생체막을 형성하였다.

### 3. 시편 제작

생체막을 형성한 세 개의 군 중에서 Group 2(Positive control)는 생체막을 제거하지 않았고, Group 3는 ICB brush를 이용하여 생체막을 제거하였고, Group 4는 low-speed round bur #2를 이용하여 생체막을 제거하였다. 모든 치아 군은 상아질면을 37% 인산으로 산부식 후 Optibond FL (Kerr, Orange, CA, USA)를 접착제로 사용하였다. 광중합 후에는 Z250 (3M ESPE, St. Paul, USA)을 5mm 두께로 적층 충전하여 중합하였다. 각 시편은 20초간 B&Lite<sup>®</sup>(B&L Biotech, Korea) with Normal mode(800mW/cm<sup>2</sup>)를 사용하여 광중합하였다.

충전 후 각 치아는 증류수에 24시간 동안 보관한 후,

주수 하에 저속 diamond saw로 치아 장축 방향으로 절단하여 가로 1mm 세로 1mm 막대 모양의 절편을 만들었다.

### 4. 미세인장결합강도 측정

시편은 각 군당 20개를 이용하여 미세인장결합강도를 측정하였다. Universal testing machine(EZ-test; Shimadzu, Japan)의 tensile zig에 각 시편을 cyanoacrylate 접착제인 Zapit (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA)을 이용하여 부착하였다. Cross head speed 1mm/min의 속도로 인장력을 가하여 시편이 파단될 때까지의 최대응력을 단위면적으로 환산하여 미세인장결합강도를 산출하였다.

### 5. 파절 양상 관찰

미세인장결합강도 측정 후 파절된 시편을 입체 현미경으로 관찰하여 파절 양상을 다음과 같이 분류하였다.

Adhesive failure: 상아질과 접착제 사이의 계면에서 파절이 발생한 경우

Cohesive failure: 접착제 내에서 응집성 파절이 발생한 경우

Mixed failure: 상아질과 접착제가 혼재된 채 파절이 발생한 경우

### 6. 접착 계면 및 파절면 관찰

미세인장결합강도를 측정후 파절된 시편 중 무작위로 선택하여 주사전자현미경(scanning electron microscopy, SEM)으로 관찰하였다. 10% 인산을 5초간 처리한 후 5% NaOCl에 3분간 처리하여 오염된 부분을 제거하였다. 각 시편은 70%, 80%, 90%, 100% ethyl alcohol에

24시간씩 담구어 탈수시켰다. 탈수시킨 시편을 gold-palladium으로 표면처리 후 주사전자현미경(HITACHI S-4200, Tokyo, Japan)을 이용하여 관찰하였다.

### 7. 통계 분석

조사된 자료를 SPSS(version 18.0.0, SPSS, Chicago IL)를 이용하여 분석 및 통계처리 하였으며 유의 수준은 0.05로 설정하였다. 각 군간 미세인장결합강도 비교는 one-way ANOVA test를 이용하였으며 Tukey HSD post hoc test로 사후 검정을 시행하였다.

### III. 결과

측정된 미세인장결합강도는 다음과 같았다(Table 2, Fig 1). Group 4(Bur)가 가장 높은 미세인장결합강도를 보였고( $p < 0.05$ ), Group 2(Positive control)가 가장 낮은 미세인장결합강도를 보였다( $p < 0.05$ ). Group 3(Brush)과 Group 1(Negative control)은 미세인장결합강도에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 각 군에서 가장 많은 파절 양상은 adhesive failure 이었으며, 가장 적은 파절 양상은 cohesive failure이었다(Table 3).

파절면 관찰 양상은 다음과 같았다(Fig 2). Group 1과 Group 4는 대부분의 상아세관이 막혀 있고, 파절된 resin tag가 관찰되었다. Group 2는 대부분의 열려 있는 상아세관이 관찰되었고, Group 3는 열려 있는 상아세관과 resin tag에 의해 막혀 있는 상아세관이 혼재되어 존재하였다.

Table 2. The mean and standard deviations of the microtensile bond strength(Mpa).

Group	Mean $\pm$ SD
Negative Control (NC)	13.74 $\pm$ 3.90 <sup>a</sup>
Positive Control (PC)	6.75 $\pm$ 4.81 <sup>b</sup>
Brush	14.64 $\pm$ 4.83 <sup>a</sup>
Bur	18.53 $\pm$ 4.99 <sup>c</sup>

Superscript notation with dissimilar across rows indicates statistically significant difference ( $P < 0.05$ ).

Table 3. Failure mode distribution(n).

Group	Adhesive	Cohesive	Mixed
Negative Control (NC)	11	0	9
Positive Control (PC)	17	0	3
Brush	12	1	7
Bur	10	2	8



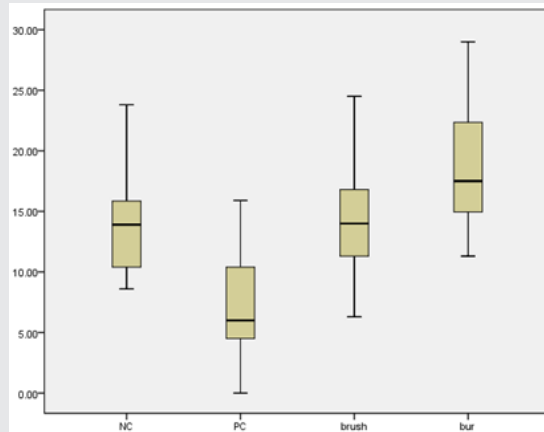


Fig. 1. Mean and standard deviation of the microtensile bond strength(MPa).

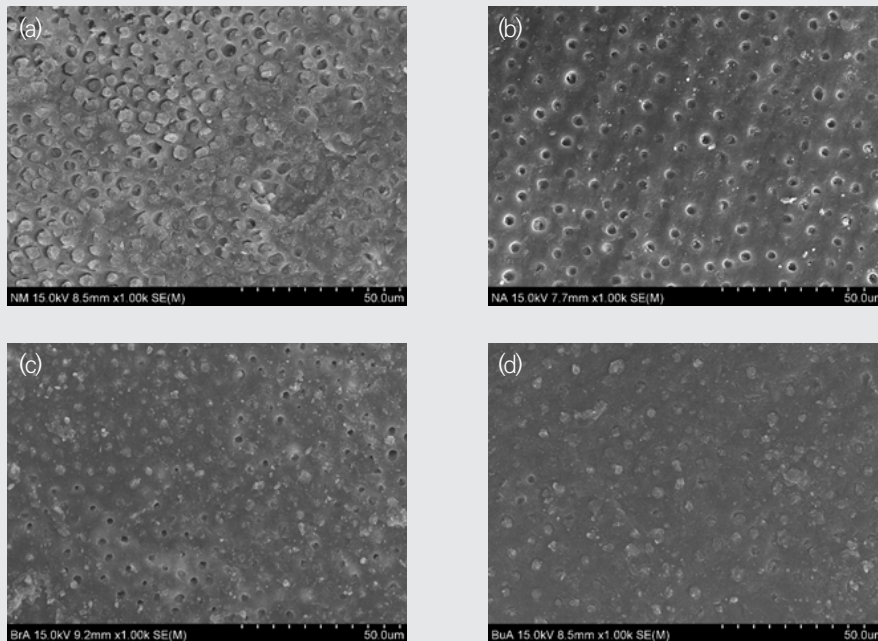


Fig. 2. Representative scanning electron microscopy images of debonded specimen after microtensile bond strength tests. (a) Negative Control, Most dentinal tubule are blocked and fractures of the resin tags are observed; (b) Positive Control, Most open dentinal tubules are observed; (c) Brush, It shows a mixture of open dentinal tubule and closed dentinal tubule; (d) Bur, Most dentinal tubules are blocked with resin tags

#### IV. 연구 고찰

치의학이 발달하고 심미수복이 발달함에 따라 접착 시스템과 접착재료의 많은 진보가 있었으며 이를 평가하기 위한 접착강도실험의 중요성이 증가하였다. 그러나, 상아질 내의 불균일 응력으로 인해 접착계면이 아닌 기질 내의 cohesive failure가 발생하여 접착시스템만을 평가하기 힘든 경우가 많았다<sup>5)</sup>. 미세인장결합강도 시험이 Sano등에 의해 도입되면서 작은 접착면적을 가지는 시편의 결합력을 측정할 수 있게 되었다<sup>6)</sup>. 이에 본 연구에서는 비우식성 치경부 병소에 있어서 생체막 제거 방법에 따른 결합강도를 미세인장결합강도를 측정하여 평가하였다. 이번 연구에서 Group 1(NC)은  $13.74 \pm 3.90$  Mpa, Group 2(PC)는  $6.75 \pm 4.81$  Mpa, Group 3(Brush)은  $14.64 \pm 4.83$  Mpa, Group 4(Bur)는  $18.53 \pm 4.99$  Mpa의 결합강도를 나타내었다. 이 중 Bur를 이용한 Group 4의 경우 3 step etch and rinse 시스템 접착제를 사용한 다른 연구와도 비슷한 수치를 보이고 있다<sup>7)</sup>. 2004년 Kim 등의 연구 결과와 비교해 볼 때 레진의 결합강도는 비슷하지만 파절 양상은 다른 형태를 나타낸다. 본 연구에서는 adhesive failure가 우세적으로 mixed failure와 함께 나타났으나, Kim 등의 연구에서는 mixed failure가 주로 나타났다. 이러한 차이는 사용한 복합 레진의 성상 차이로 생각된다. 두 연구에서 사용한 접착제는 filled adhesive인 3 step etch and rinse system으로 동일 하였으나 본 연구에서는 Z250이라는 packable resin을 사용한 반면에 Kim은 유동성 복합 레진을 사용하여 파절 양상의 차이가 발생하였을 것으로 추정된다. 이는 유동성 복합레진을 이장했을 때 결합강도는 개선되지 않으나 파절 양상에는 영향을 준다는 Reis 등의 연구와도 일치한다 볼 수 있다<sup>8)</sup>.

SEM 연구를 통한 파괴 양상 분석 결과 대부분에서 혼성층 중간 부위에서의 adhesive failure 및 일부 혼성

층에서의 접착성 파괴를 보이는 mixed failure가 나타났다. resin tag에 의해 상아 세관이 폐쇄 있고 접착제가 관간 상아질에 침투되어 있는 것을 알 수 있다. 다른 연구 결과에서도 파괴 양상 분석 결과, 혼성층에서의 adhesive failure를 보이며, CHX를 적용하면 혼성층 기저부에서 상부로 파괴 부위가 옮겨가는 양상을 나타낸다고 하였다<sup>9)</sup>. 이로 미루어 볼 때 생체막 제거 후 접착 과정을 시행하면 정상적인 결합이 이루어진다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 Group 1(NC)과 Group 3(Brush)의 미세인장결합강도는 비슷한 수치를 나타내고 유의한 차이가 존재하지 않았으나, Group 4(Bur)를 이용하는 경우 미세인장결합강도가 증가한 값을 나타내었다. Group 2(PC)에서는 유의하게 결합강도가 감소하였으므로, 생체막 제거가 접착과정에 있어서 중요한 부분임을 알 수 있으며, 인산 산부식으로는 생체막 제거가 되지 않음을 알 수 있다. 이는 타액 오염은 재산부식으로 결합강도가 돌아오는 연구 결과와 상이하다고 볼 수 있다<sup>10)</sup>. Group 1과 Group 3이 비슷한 결과가 나왔으므로, Brush를 이용하여 생체막을 제거하는 경우에 생체막의 온전한 제거가 이루어짐을 알 수 있다. 다만, Bur를 이용한 경우 미세인장결합강도가 증가한 이유는 생체막 제거시 상아질 표면이 삭제되고 거친면이 형성되어서 접착력이 증가한 것으로 생각된다.

본 연구에서 비우식성 치경부 병소에서 생체막을 제거하는 과정이 수복전에 필요함을 알 수 있다. 그러나 이번 연구는 시편 수가 제한되어 있어 더 많은 시편을 통한 평가가 필요할 것으로 생각되며, sandpaper를 활용하여 비우식성 치경부 병소에 더 가까운 환경을 조성하여 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

비우식성 치경부 병소를 수복하는 경우 상아질 표면에 존재하는 생체막을 제거하는 것은 필수적이다. 또한, 생체

막을 제거하는 방법에 있어서는 brush로 제거하는 방법과 bur로 제거하는 방법 모두 효과적이었다. Bur가 닿을 수 없는 좁고 깊은 썩기형 병소에서는 brush로 생체막을 제거하는 것이 추천된다.

## 참 고 문 헌

1. Pecie R, Krejci I, Garcia-Godoy F, Bortolotto T. Noncarious cervical lesions—A clinical concept based on the literature review. Part 1: Prevention. *American journal of dentistry* 2011;24:49.
2. Grippo JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. *The Journal of the American Dental Association* 2004;135:1109-1118.
3. Grippo JO. Noncarious cervical lesions: the decision to ignore or restore. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 1992;4:55-64.
4. 김광훈, 우성관, 손권, 박정길. 5급 병소가 있는 치아 유한요소 모델의 수복 방법 최적화. *대한기계학회 논문집 A 권* 2008;32:678-684.
5. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dental Materials* 1995;11:117-125.
6. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental Materials* 1994;10:236-240.
7. Kim H-J, Hur B, Kim H-C. The effect of adhesive property on micro-tensile bond strength to human dentin. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 2004;29:281-287.
8. Reis AF, Giannini M, Ambrosano GMB, Chan DC. The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *Journal of dentistry* 2003;31:59-66.
9. 오은화, 최경규, 김종률, 박상진. Chlorhexidine 처리가 상아질 접착제의 미세인장결합강도에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 2008;33:148-161.
10. Park J, Lee K. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesive systems. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*. 2004;29:437-442.

# 임상가를 위한 특집

## 대한스포츠치의학회

- 1 권경환, 신경수**  
: 구강악안면영역에서 스포츠와 연관된 외상에 대한 진단 및 치료 개념
- 2 류재준, 이수영**  
: 3D 프린터로 제작하는 마우스가드

# 구강악안면영역에서 스포츠와 연관된 외상에 대한 진단 및 치료 개념

원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

권경환, 신경수

## ABSTRACT

### Diagnosis and treatment concept of sports traumatology in oral & maxillofacial area

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Wonkwang University

Kyung-Hwan Kwon, Kyung Su Shin

There is always a risk of injury in sports. With the recent development of the economy, there have been more opportunities to be exposed to risks, and safety issues to prevent accidents have emerged as a central task. However, intensive research on trauma is lacking in the oral & maxillofacial area associated with sports. It has only been partially introduced, with a comprehensive survey of whole-body trauma or mixed with various trauma in the oral & maxillofacial area.

In this paper, the overall content of trauma in the oral & maxillofacial area caused by sports activities will be reviewed for clinicians.

Keywords : sports traumatology, sports dentistry, oral & maxillofacial trauma

---

#### Corresponding Author

Kyung-Hwan Kwon,  <https://orcid.org/0000-0002-5257-8440>

Department of Oral and maxillofacial surgery, Iksan Dental Hospital, College of Dentistry, Wonkwang University, 460 Iksan-Daero, Iksan, 570-749, Korea.

Tel : +82-63-850-6486, Fax : +82-63-859-4002, E-mail : kkhoms@hanmail.net

---

## 1. 서론

최근 경제가 발전하면서 위험에 노출될 기회가 많아져 사고 방지를 위한 안전의 문제가 중심과제로 대두되고 있다. 세계보건기구(World Health Organization, 2001)는 보건학적 측면에서 사고(accident)라는 용어보다는 외상(injury)이라는 용어를 권장하고 있는데, 이는 외상 감소를 위한 노력의 차원으로 이해된다. 스포츠 참여에는 항상 부상 위험이 따른다. 스포츠와 연관된 외상은 준비 운동(격렬한 운동을 하기 전에 느린 속도로 근육 운동을 하고 스트레칭을 하는 것—준비운동)을 제대로 하지 않을 때 발생할 가능성이 높다. 또한 운동을 함께 하는 동료나 다른 연관된 스포츠 동작에서도 발생하는 경우도 있다.

우리나라 국민건강영양조사 제4기 3차년도(2009) 자료<sup>1)</sup>에 의하면 2007~2009년 주된 외상원인은 1~18세는 부딪힘, 추락·미끄러짐, 운수사고 등의 순으로 나타났고, 19세 이상은 교통사고, 추락·미끄러짐, 부딪힘 등의 순으로 나타났다. 또한 외상으로 인하여 병의원이나 응급실 등에서 치료를 받아야 했던 사고비율은 1~18세에서 8.0%, 19~64세에서 6.8%, 65세 이상에서 6.6%나 차지하고 있었으며, 그 중 얼굴, 머리, 치아에 외상을 입은 경우는 1~18세는 얼굴에 17.8%, 머리에 9.1%, 치아에 3.4%로 나타났고, 19세 이상은 얼굴에 7.6%, 머리에 6.6%, 치아에 1.3%로 나타났다.

Heinrich<sup>2)</sup>는 외상의 위험요인을 크게 인적(host), 물적(agent), 환경적(environment) 요인으로 분류하였고, Glendor<sup>3)</sup>는 구강악안면부 외상발생 위험요인을 인간행동적 요소(risk-taking), 구강적 요소(overjet), 환경적 요소(material deprivation)로 분류하였다. 구강악안면부 외상은 폭력, 자살과 같은 의도적 외상과 함께 넘어지고, 떨어지고, 부딪히고, 물건 사이에 끼이는 등의 비의도적 외상에 의해 대부분 발생하게 되는데, Guyer 등<sup>4)</sup>은 결과적으로 외상발생 원인은 물적 요인과 환경적 요인이 불

과 10% 내외인 반면, 나머지 90%는 모두 인적요인에 기인한다고 하였다. 구강악안면부 외상에 대한 국내에서 출간된 논문을 살펴보면 구강악안면부 외상발생은 기록이 있는 황순정(2012) 등<sup>5)</sup>이 보고한 논문에 따르면 외상원인 952건 중 다빈도 순위는 넘어짐(25.9%), 부딪힘(11.8%), 저작(11.6%), 교통사고(6.0%), 폭력(5.3%), 스포츠(2.4%), 추락(0.7%) 순으로 스포츠 분야가 구강악안면부 외상의 원인으로 낮은 편에 속하고 있다. 저자가 속한 원광대학교 치과대학 부속병원과 원광대학교 의과대학 병원 외상응급센터를 내원한 환자를 2017년에서 2019년도까지 분석해 보았을 때 구강악안면부의 외상 환자 359명 중 스포츠로 인한 부상은 19명(5.2%)인 것으로 파악되었다. 최근 스포츠와 연관된 외상이 증가하고 있으며, 전체적인 구강악안면부 외상에서는 3~6%정도를 차지하는 것으로 알려지고 있다.

스포츠와 연관된 구강악안면영역에 외상에 대한 집중적인 연구조사가 부족한 상태이며 기존의 전신 외상에 대한 개략적인 조사나 구강악안면영역의 다양한 외상과 혼재되어서 일부 소개 되어 온 것이 사실이다. 그렇지만 일반적인 개념은 비슷하게 전달되고 있다. 스포츠와 연관된 외상은 일반적인 외상에서와 마찬가지로 근육과 인대에 원래의 힘보다 더 큰 힘이 가해지면 손상이 이루어진다. 예를 들면, 시도하는 운동에 비해 근육과 인대가 너무 약하거나 경직되어 있으면 손상을 입을 수 있다. 관절을 지탱하는 근육과 인대가 약하면 관절이 부상에 더욱 취약하며, 이후 염좌를 일으키게 된다. 구강악안면외과 영역에서는 측두하악관절에서 염좌, 턱관절 이상을 일으키게 된다. 신체 구조의 개인적 차이로 인해 신체 부위에 고르지 않게 힘을 가함으로써 스포츠 손상에 취약하게 될 수 있다. 가령, 다리의 길이가 다르고, 고관절과 무릎에 가하는 힘이 다르다면 신체 한쪽에 더 큰 힘이 실리게 된다. 측두하악관절에서도 교합의 높이가 차이가 발생하거나 외상으로 인한 악관절의 높이 차이가 발생하는 경우나 후원판조직과 원판조직간의 차이가 나타

날 수 있다.

## 2. 스포츠 외상의 분류 및 평가

### (1) 스포츠 외상의 4가지 범주

치아·치조골에 대한 손상은 자주 발생하며 다양한 사건에 의해 야기된다. 이러한 외상의 대부분은 교통사고(자동차·오토바이·자전거), 폭력, 산업재해사고, 운동과 관련된 외상 등에 의해 발생된다. 이러한 손상은 치아 및 치조골에 국한될 수도 있으나 교통사고나 산업재해 등에서는 안면골과 여러 장기에 외상을 동반하게 된다. 또한 혼수상태 환자의 기도유지 위한 bite block 장착 시나 전신마취 시의 기도삽관 시에도 치아 및 치조골의 손상이 일어날 수 있다.

일반적으로, 스포츠 손상은 다음과 같은 4가지 범주로 구분할 수 있다.

- 1) 과도한 사용(혹사) - overuse
- 2) 둔상(예, 낙상 및 복싱이나 구기종목) - Blunt trauma (for example, falls and tackles)
- 3) 골절 및 탈구 - Fractures and dislocations
- 4) 염좌(인대 손상) 및 긴장(근육 손상) - Sprains (ligament injuries) and strains (muscle injuries)

치아 외상도 같은 범주로 구분할 수 있으며 과도한 사용으로 인한 치아교합면 마모와 치경부 마모(afraction, attrition) 있으며 둔상으로 치아 진탕, 골절 및 탈구로 치아 아탈구, 치아 탈구 등이 있으며 골절 및 탈구에는 치관파절, 치근파절, 치조골 골절 등이 있으며 안면근육과 인대에서 염좌 및 긴장이 있으며 특히 치근인대 주변의 염좌 및 긴장이 발생할 수 있다. 전반적인 분류방법과 이에 따른 진단과 검사법의 선택, 치료방법에 대한 내용이 구분될 수 있다.

#### 1) 과도한 사용(혹사) - overuse

스포츠 손상의 가장 흔한 원인 중 하나는 혹사(과도한 마모 및 마멸)이다. 혹사 손상은 종종 잘못된 스포츠 기술 사용이나 습관에 기인한다. 부적절한 스포츠 기술에 따른 예로는 경사진 길의 한쪽 면만 따라 달리는 경우나 무거운 물건을 드는 역기운동이나 구기운동시에 이를 악무는 습관이나 과도한 입벌림 습관이 있는 경우에 질환이 발생할 수 있다. 같은 발이 반복적으로 약간 더 높이 솟은 표면과 부딪히면 좌우 고관절과 무릎에 힘이 다르게 가해지게 된다. 이러한 힘의 차이가 약간 더 높이 솟은 표면과 부딪히는 쪽의 손상 위험을 증가시키고, 다른 쪽 다리에 작용하는 힘을 변화시켜 그쪽에도 마찬가지로 손상 위험이 발생하게 된다. 치아나 측두하악관절에 무리한 사용은 측두하악관절장애와 치아의 마모도가 높아져서 치관 잔금이나 치관파절, 치근 파절 등의 증상과 연관되어 나타나면서 음식물을 섭취시 시린증상이나 동통이 나타나는 경우가 있다.

일부 운동선수들은 운동 속도나 강도를 너무 빨리 늘려 근육에 스트레스를 가하게 되는 경우도 있다. 예를 들면, 훈련 중 속도나 거리를 너무 빨리 늘리는 육상선수들은 다리, 고관절, 또는 발에 힘이 가해진다. 이와 같이 별도의 힘이 가해지면 자주 근육 연좌와 뼈의 피로 골절로 이어지기도 한다. 구강악안면영역에서는 치관 파절이나 측두하악관절장애 등으로 발전이 가능하며 잇몸질환의 유발로 이어지기도 한다.

또한, 반대 근육군을 똑같이 강화하지 않고 한 세트의 근육 운동을 과도하게 하는 것도 부상의 원인이 될 수 있는 불균형을 초래한다. 혹사 손상을 야기하는 다른 요인은 운동 후 부적절한 회복운동이나 회복재활이 있을 수 있다. 또한, 통증이 발생하는데도 운동을 중단하지 않는 사람들도 있다. 휴식을 취하면 회복되는데도 통증이 있을 때 계속 운동하면 더욱 많은 근육이나 결합 조직을 손상시켜 손상이 확대되고 회복이 지연되게 된다.

## 2) 둔상 Blunt trauma

운동으로 인한 둔상은 타박상, 진탕 및 골절을 야기할 수 있다. 이러한 손상 유형은 보통 다른 운동선수 또는 물체와의 충격이 강한 충돌(예, 축구에서 태클을 당하거나 하키에서 사이드보드와 충돌하는 것), 낙상, 및 직접 타격(예, 권투 및 무술)에 따른 것이다. 악안면영역에서도 같은 형태로 나타날 수 있다. 특히 치아와 잇몸, 측두하악관절, 하악골, 상악골 등 안면골 등에서 나타날 수 있다.

## 3) 골절 및 탈구 - Fractures and dislocations

골절된 뼈와 관절 탈구는 즉각적 치료가 필요한 심각한 손상이다. 이러한 손상을 입은 사람들은 종종 사지가 변형되거나, 극심한 통증, 사지 또는 관절 기능 부전을 겪게 되며 반드시 X-레이와 같은 진단 검사로 자세히 평가해야 한다. 구강악안면부 영역에서도 같은 증상들이 나타나며 안면골절과 측두하악관절의 탈구, 치아의 탈구 등이 나타날 수 있다. 골절 또는 관절 탈구가 의심되는 사람들은 사지를 움직이지 말고 “있는 그대로” 부목을 댄 다음 응급실로 가야 하듯이 구강악안면부 영역에서는 치아의 탈구시에는 우유통이나 구강내에 담아서 응급실로 오거나 거즈에 물을 적셔서 싸서 30분 이내에 응급실로 내원하면 치아의 생존율은 높아지게 된다.

피로 골절은 반복적 스트레스 손상으로 인하여 뼈에 생긴 미세한 균열이다. 발이나 다리의 장골에 가장 일반적으로 발생한다. 구강악안면부 영역에서는 치관 잔금이나 치관 파절, 치근파절로 이어지게 되는데 치관, 치근의 피로 골절은 눈에 보이는 손상의 징후를 유발하지 않을 수 있으며 항상 X-레이로 볼 수 있는 것은 아니다. 치아의 경우에는 나무막대기를 이용한 깨무는 테스트를 통해서 잔금이나 치관파절의 유무를 파악 할 수 있으며 나무막대기를 깨물었을 때 손상 입은 치아에 하중을 가하려 할 때 통증을 느끼게 된다.

안면부 경조직 손상에는 치아 손상 및 치조골 손상, 하

악골절, 하악과두골절, 중안면골 골절 등이 있으며 이러한 손상은 지속적인 운동 스트레스로 인해라도 발생하게 된다.

## 4) 염좌 및 긴장 - Sprains and strains

염좌 및 긴장은 갑자기 전력을 다한 상태에서 가장 흔하게는 달리기 중에, 특히 갑자기 방향을 바꿀 때 발생한다(예, 축구에서 상대 선수를 따돌리고 피할 때). 이와 같은 손상은 체력 훈련 중에 긴장을 일정하게 조절하여 하중을 천천히 부드럽게 옮기기보다 빠르게 내리거나 들어 올릴 때도 흔하다. 구강악안면부 영역에서는 측두하악관절의 염좌 및 긴장이 발생하는 것으로 흔히 관찰할 수 있다.

## (2) 스포츠 외상에 따른 증상

손상은 항상 경증에서 중증까지 광범위한 통증을 유발한다. 손상된 조직은 다음과 같은 특성이 혼재되어 나타날 수 있다.

- 1) 부기
- 2) 열감
- 3) 만질 때 압통
- 4) 타박상
- 5) 정상 운동 범위 상실

구강악안면영역에서 발생하는 스포츠 외상에 따른 증상은 직접적으로 환자의 안면부를 촉진해보고 확인해 보아야 한다. 발생초기에 외상의 증상에 따라 출혈이 있거나 열감이 있을 경우에는 현장에서 확인이 가능하지만 열감이나 압통만으로 판단하기 어려운 골절이 존재하는 경우가 대부분이다. 이러한 경우, 환자에게 하악의 개구운동과 함께 전방으로 내미는 운동(protrusive movement)을 통해서 하악골의 골절과 인대손상 등을 확인할 수 있으면 개구운동시 30mm이하이면서 전방운



동시 왜곡이 없는 경우에는 측두하악관절의 관절원판과 인대의 문제로 파악할수 있겠다. 상악골이나 눈 주변의 골절이 발생할 경우에는 눈동자의 움직임을 확인하여서 골절의 위치나 골절 부위를 확인할수 있다.

### (3) 진단

#### 1) 의사의 평가

스포츠 손상을 진단하기 위하여 의사들은 언제 어떻게 부상이 발생했는지, 환자가 최근에 또는 정기적으로 참여한 여가 활동과 직업 활동은 무엇인지, 그리고 활동 강도에 변화가 있었는지 여부를 질문한다. 의사들은 건 손상 위험을 높이는 특정한 항생제(예, 시프로플록사신 또는 레보플록사신)를 복용했는지 질문할 수도 있다. 의사들은 또한 손상 부위를 진찰할 때 임상검사를 거치면서 촉진과 시진을 통해서 어느 정도 위치 파악을 하고 난 다음 하악골절과 상악골절, 비골골절, 관골골절, 안외골절의 여부를 파악할 때 일정한 하악운동, 개구운동, 안구운동을 통해서 임상판단이 이루어질수 있다.

보다 자세한 검사를 위해 진단 검사에는 파노라마 X-ray와 cone beam CT(최근에는 cone beam CT만을 가지고 파노라마 x-ray, skull PA, Waters' view 등 plain x-ray의 생성이 가능한 프로그램이 제공되기도 한다)를 구강악안면영역의 골절 여부를 파악할 수 있다. 그 밖에도, 컴퓨터 단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI), 초음파 검사, 골스캔, 이중 에너지 X-레이 흡수장치(DEXA 스캔—근골격 질환 검사: 이중 에너지 X-레이 흡수계측법(DXA) 및 전기근전도 검사(EMG—뇌, 척수 및 신경장애 검사: 근전도검사 및 신경 전도 검사) 등이 있다.

#### 2) 예방

적절한 준비 운동, 마무리 운동, 수분 섭취를 비롯하여 운동 중 안전을 증진하는 일반적 조치들은 각 스포츠 종류별로 미리 이루어져야 할 것이다. 운동을 하면 조직이

격렬한 활동에 더욱 내성을 갖게 되므로 그 자체로는 손상 방지에 도움이 된다.

적절한 장비 사용도 손상 방지에 도움이 될 수 있다. 예를 들어, 헬멧과 마우스 피스를 착용하면 미식축구 경기 중 손상을 방지하는데 도움이 된다. 달리기 선수의 경우, 좋은 러닝화가 필수적이다. 러닝화에는 발 뒤쪽 움직임을 조절하는 단단한 뒤꿈치 카운터(발꿈치를 감싸는 신발의 뒷부분), 과도한 내전을 방지하는 발등 지지대(안장) 및 발목을 지탱하는 보호대가 부착된 입구(칼라)가 있어야 한다. 신발에 넣는 것(깔창)이 때때로 과도한 내전과 같은 문제 시정에 도움이 될 수 있다. 탄력이 있거나, 적당히 단단하거나, 단단하고 길이가 다양한 깔창은 적절한 러닝화에 꼭 맞아야 한다. 러닝화는 러닝화 구매 시 그 안에 들어 있는 깔창을 대신할 깔창이 들어갈 충분한 공간이 있어야 한다.

대부분의 후사 손상에 앞서 나타나는 통증 징후가 처음 나타날 때 운동을 중단하면 근육 및 건 손상 정도를 제한할 수 있다. 스포츠 손상을 겪은 후, 운동선수들은 얼마나 빨리 활동을 재개할 수 있는지 알고 싶어한다. 회복 시간은 손상의 경중도에 따라 다르다. 우선, 이전에 손상된 부위의 운동은 약해진 근육, 건, 및 인대를 강화하고 재부상을 방지하기 위해 저항도로 해야 한다. 운동 선수들은 재부상을 방지하기 위한 자신들의 기법을 조정해야 할 때가 자주 있다. 예를 들면, 테니스 엘보가 있는 라켓 스포츠 선수들은 라켓 사용 기법을 바꾸어야 할 수 있을수 있다. 안면보호대나 헬멧을 장착을 할 경우에는 치열의 보호를 위해서 마우스피스를 장착을 함께 고려해 보는 것이 외상을 줄일수 있는 방법이다. 아이스하키나 권투와 같은 격렬한 운동으로 인하여 치아 손상 및 악관절 손상을 일으킬 가능성이 높은 경우에는 안면보호대와 마우스 피스를 동시에 착용하여 스포츠 손상을 줄일수 있겠다.

### 3. 스포츠 외상의 치료

#### (1) 보호대 착용

보호대 착용은 손상 부위를 즉각 쉬게 하고 부목을 대어 내출혈과 부종을 최소화하고 추가 부상을 방지하는 것을 포함하게 된다(관절 고정에 흔히 사용되는 기법). 측두하악관절 손상이 발생할 경우에는 전치부 치아를 이개 시켜주는 cotton roll을 앞니에 물고 있도록 해주며 하악의 전방운동을 통해서 저작근과 인대들의 이완을 시켜주는 활동을 하도록 운동처방을 해준다.

#### (2) 냉찜질

손상 부위는 혈관에서 체액이 방출되므로 부어 오른다. 냉찜질은 혈관을 수축시켜 혈액 방출을 감소시켜 부종을 억제하게 된다. 냉찜질은 또한 통증과 근육 경련을 줄이고 조직 손상을 제한하기도 한다. 냉찜질을 피부에 직접 하면 피부를 자극하거나 손상시킬 수 있으므로 직접해서는 안된다. 얼음이나 냉찜질 팩을 밀폐 용기(예, 플라스틱)에 넣고 수건이나 마스크팩 위에 얹어야 한다. 손상 부위를 들어 올리고 있는 동안 냉찜질 주머니를 고무 밴드로 감싸서 제자리에 고정시켜야 한다. 약 20분 후 냉찜질을 내려 놓고, 20분 이상 그대로 두었다가 다시 20분 간 냉찜질을 한다. 첫 24시간 동안 이 과정을 여러 번 반복해도 된다. 악안면영역에서 특히 주의 해야 할 부위는 측두하악관절 부위인데 오랜기간 냉찜질을 할 경우에는 일시적인 안면마비가 나타날 수도 있다.

#### (3) 붓대를 통한 고정

냉찜질을 하든 안 하든, 손상 부위를 고무 밴드로 묶으면 붓대가 손상된 조직을 압박하여 내출혈과 부종을 제한한다. 그러므로 붓대는 손상이 나올 때까지 그대로 둔

다. 손상 부위는 중력이 축적되어 부종과 통증을 일으키는 체액을 배출하는 데 도움이 되도록 심장보다 높게 들어 올려야 하는 것이 일반적인 치료법이다. 환자가 쓰러져 있는 경우에도 가능하면 손상 부위에서 심장으로 완전히 아래를 향한 경로로 체액이 배출되어야 합니다. 예를 들면, 손 손상의 경우, 손은 물론 팔꿈치도 들어 올려야 한다. 구강악안면영역은 자연적으로 심장보다 위에 존재하기 때문에 이에 대한 고정은 측두하악관절부위의 손상시에 하악의 운동을 제한하고 부종을 예방하기 위하여 붓대를 사용 할 수 있다.

#### (4) 진통제와 항생제의 처방

진통제를 사용하여 통증을 줄일 수 있다. 보통 아세트아미노펜이 통증에 효과가 있으나 염증을 줄이지는 않는다. 통증과 염증에 이부프로펜이나 나프록센과 같은 비스테로이드계 소염제(NSAID)를 사용할 수 있으나 아세트아미노펜에 비해 부작용 위험이 약간 높다(대부분 보통). 통증이 심각하거나 3일 이상 지속될 경우, 의학적 평가를 다시 받을 것을 권장한다.

통증을 완화하고 부종을 줄이기 위해 추가로 손상된 관절이나 주변 조직에 코르티코스테로이드제를 주사할 때도 있다. 그러나 코르티코스테로이드 주사는 치유를 지연시키고, 건과 연골 손상 위험을 늘리며, 환자가 손상된 관절이 완전히 낫기도 전에 사용할 수 있게 하여 손상을 악화시킬 수 있으므로, 반드시 의사만 주사를 놓아야 한다. 보통 측두하악관절 부위와 저작근의 이상이 발생한 경우에는 dexametason 5mg에 Lidocaine(with 1:100,000 epinephrine)을 1cc정도를 섞어서 1cc 주사기를 이용해서 여러 부위에 근육내 주사를 해주게 되면 진통효과와 함께 부종을 방지할 수 있다. 응급키트로 준비하는 것을 추천한다. 응급키트에는 씹는 검사를 위해 나무 스틱과 고정을 위한 붓대, cotton roll등의 간단

한 응급기구재료를 준비하는 것이 초기 응급처치에 아주 유용하다.

### (5) 재활

최초 부상이 나온 후, 손상된 부위의 재활을 한 다음에 부상을 초래한 활동을 재개해야 한다. 재활은 물리치료사 또는 운동 트레이너의 감독 하에 실시하는 정식 요법이나 감독 없이 실시하는 비공식적인 강화 및 조절이 있을 수 있다. 때로는 물리치료사가 운동선수가 스스로 할 수 있도록 운동 지침을 제공하기도 한다. 물리치료사는 치료 운동 외에 추가로 온난, 한랭, 전기, 음파, 마찰 또는 수중 운동을 치료 계획에 포함시킬 수도 있다. 물리치료가 필요한 기간은 부상의 경중도와 복잡성에 따라 다르다. 부상을 유발한 활동 또는 운동은 부상이 나올 때까지 삼가거나 변경해야 한다. 활동을 완전히 멈추면 근육이 중량, 강도, 및 지구력을 잃게 된다. 그러므로 손상된 부위에 힘을 가하지 않는 활동으로 대체하는 것이 신체 활동을 완전히 금하는 것보다 바람직하다. 대체 활동으로는 사이클링, 수영, 및 다리나 발 손상 시에는 노젓기 등이 있다. 수영과 사이클링은 허리 아래를 다쳤을 때 좋은 대체 운동이다.

측두하악관절장애나 저작근의 부상이 있는 경우에는 저작습관을 줄이고 초기 과도한 운동을 삼가는 것을 추천한다. 치아의 파절이나 안면부 열상, 안면부 골절이 발생한 경우에는 이에 대한 추가적인 치료가 이루어져 한다.

## 4. 임상 증례 : 악안면영역의 스포츠 외상 (하악골 골절)

17세 남자환자가 합기도 시합 도중 발생한 하악골 통증을 주소로 원광대학교 치과대학병원 치과응급실을 내원하였다. 임상검사상 상악 전치부 #11, 21 치아의 협측 치은에 길이 2cm의 열상이 존재하였으며, 좌측 하악면부의 부종 및 통증, 개구제한 및 교합이상을 호소하였다.

영상 검사상 하악 정중부 및 좌측 하악지의 수직 골절 양상을 확인 할 수 있었다(Fig. 1). 이에 하악골 골절에 대하여 전신마취 하 관혈적 정복술 및 내고정술이 계획되었으며, 내원 당일 국소마취 하 상악 치은의 열상에 대하여 일차봉합 및 하악 전치부에 wire를 사용하여 임시 치간고정술을 시행하였다.

입원 3일 째, 전신마취 하 하악 정중부 및 좌측 하악지의 수직 골절에 대하여 관혈적 정복술 및 내고정술 시행하였으며, 특이소견 없이 수술 후 11일 째 퇴원 조치하였다.

술 후 파노라마 및 Cone beam CT 상 하악 정중부 및 좌측 하악지에 소강판을 사용한 내고정술 시행된 양상 확인할 수 있으며(Fig. 2), 환자는 특이소견 없이 수술 후 6개월 뒤 전신마취 하 소강판 제거술을 시행하였다.

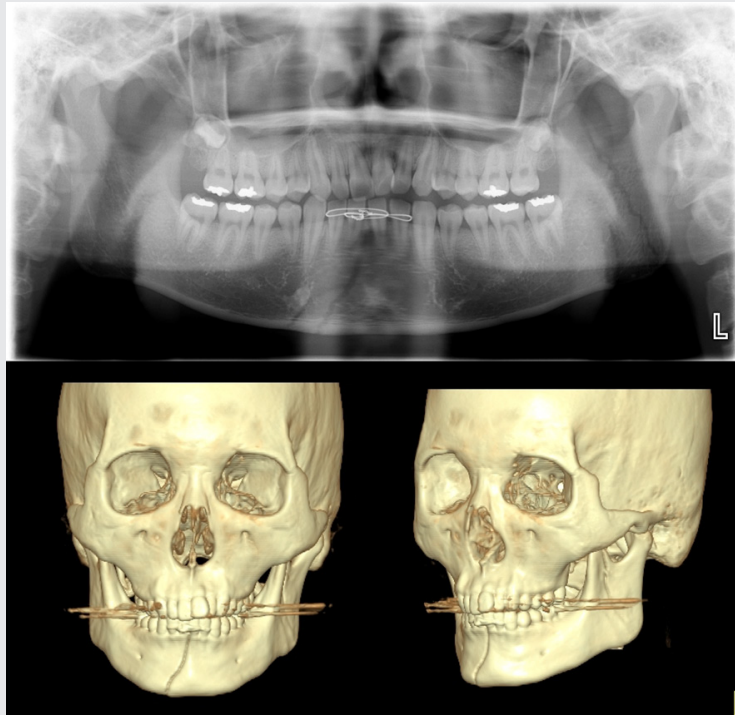


Fig. 1. 17세 남자환자가 합기도 시험 도중 좌측 하악부를 가격당하여 발생한 하악골 골절로 본원 응급실을 내원하였다. 파노라마 사진 상(위) 하악 전치부에서 우측 견치 하방을 향해 사선으로 주행하는 하악 정중부 골절 및 좌측 하악골의 S형 절흔에서 하악각으로 수직으로 주행하는 하악지 골절을 확인할 수 있다. CT(아래)를 통해 악골 및 치아에 발생한 외상을 3D view로 변환하여 시각적으로 정확하게 파악할 수 있다.

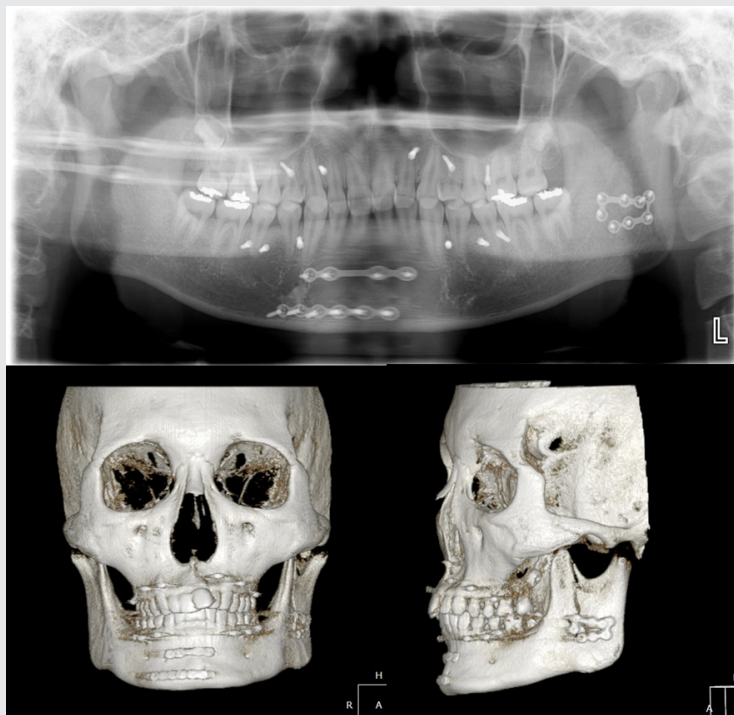


Fig. 2. 전신마취 하 하악 정중부 및 좌측 하악지 수직 골절에 대하여 구강내 절개를 통한 관혈적 정복술 및 소강판(mini-plate)를 사용한 내고정술을 시행하였다. 술 후 약간고정 및 개구 운동 등의 재발을 돕는 고무줄 착용을 위해 상하악 치간부에 SAS(skeletal anchorage system) screw를 식립하였다. (위) 술 후 파노라마. (아래) Cone beam CT. 술 후 양호한 정복 양상 및 수술에 사용한 Screw와 miniplate의 위치를 확인할 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. 보건복지부, 질병관리본부: 국민건강영양조사 제4기 3차년도 2009. 국민 건강 통계. 서울: 보건복지부·질병관리본부, 352-357, 2010.
2. Heinrich HW: Industrial accident prevention, 5th ed. McGraw-Hill, New York. p.27, 1980.
3. Glendor U et al.: Incidence of traumatic tooth injuries in children and adolescents in the county of Vastmanland, Sweden. Swed Dent J 20(1-2): 15-28, 1996.
4. Guyer B, Gallagher SS, Azzara CV: Prevention of childhood injuries: evaluation of the statewide childhood injury prevention program (SCIPP). Am J Public Health 79(11): 1521-1527, 1989.
5. 황순정, 배성숙. 구강악안면부 외상발생의 역학적 평가. 치위생과학회지 12.4 310-319. 2012.
6. Larry J. Peterson. Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery - third edition. PMPH. USA, 2012
7. 대한구강악안면외과학회 저. 구강악안면외과학 교과서 제 3판. 의학회사. 2013.

# 3D 프린터로 제작하는 마우스가드

고려대학교 의과대학 치과학교실

류재준, 이수영

ORCID ID

류재준,  <https://orcid.org/0000-0001-6903-5955>

이수영,  <https://orcid.org/0000-0003-4644-0776>

## ABSTRACT

### 3D Printed customized sports mouthguard

Department of Dentistry, Korea University College of Medicine

Jae Jun Ryu, Soo Young Lee

The conventional mouthguard fabrication process consists of elastomeric impression taking and followed gypsum model making is now into intraoral scanning and direct mouthguard 3D printing with an additive manufacturing process. Also, dental professionals can get various diagnostic data collection such as facial scans, cone-beam CT, jaw motion tracking, and intraoral scan data to superimpose them for making virtual patient datasets. To print mouthguards, dental CAD software allows dental professionals to design mouthguards with ease. This article shows how to make 3D printed mouthguard step by step.

Keywords : Mouthguard, Sports Dentistry, 3D Printing

---

Corresponding Author

Jae Jun Ryu

Department of Dentistry, Korea University College of Medicine

73, Incheon-ro, SEongbuk-gu, Seoul, Republic of Korea, Postal code : 08241

TEL : +82-2-920-5425 E-mail : koprosth@unitel.co.kr

---

## 서론

마우스가드는 스포츠선수들을 치아와 악안면 영역을 외상으로부터 보호하기 위한 장치로서<sup>1)</sup>, 마우스가드 착용시 스포츠선수들의 경기력 향상이 보고되고 있다<sup>2)</sup>.

선수 맞춤형 마우스가드(customized mouthguard)는 선수 개인의 치아 형태에 맞추어 제작함으로써 구강내 장착감이 좋고, 운동시 기성 마우스가드와 비교하였을 때 쉽게 벗겨지지 않으며, 균등한 교합접촉을 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다.

선수 맞춤형 마우스가드를 제작하는 일반적인 방법은 환자 구강내에서 인상채득을 시행한 이후, 석고모형을 제작한 다음, 가압형 시트성형기를 사용하여 라미네이

트 타입으로 마우스가드를 제작하게 된다. 이러한 라미네이트 타입의 마우스가드 제작방식은 마우스가드의 두께조절이 용이하고 다양한 색상을 부여할 수 있으며, 연성재료와 경성재료를 혼합하여 제작할 수 있는 장점을 가지고 있으나, 가공과정이 복잡한 단점을 가지고 있다.

선수 맞춤형 마우스가드는 디지털치의학 기술을 이용하여 제작이 가능하다. 환자 구강내에서 elastomeric material을 이용한 인상채득과정은 구강스캐너를 이용한 광학인상채득으로 대체될 수 있으며, 가공과정은 Computer-aided design(CAD) 와 Computer-aided manufacturing(CAM) 과정을 통해 마우스가드를 제작하게 된다<sup>3)</sup>.

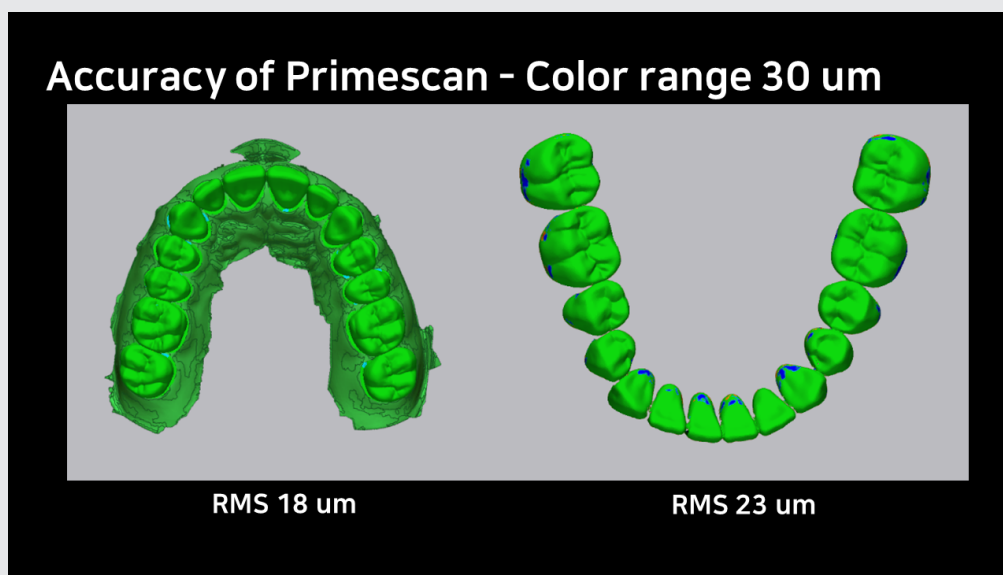


Fig. 1. 구강스캐너를 이용한 광학스캔방식의 인상채득의 정밀도

본 논문에서는 디지털치의학 기술을 활용하여 선수 맞춤형 마우스가드를 3D 프린터로 제작하는 과정을 살

펴보고 앞으로의 발전방향에 대해 살펴보고자 한다.

**본론**

**구강스캐너를 이용한 3D 마우스가드 제작방법**

**구강스캔**

마우스가드 제작을 위한 구강내 정보 수집을 위해 3Shape Trios3와 CEREC Primescan을 이용하여 구강스캔을 진행하였다.

**마우스가드 CAD 디자인**

마우스가드를 디자인하기 위해 사용되고 있는 다양한 치과용 CAD software 중 3Shape(Denmark, Copen-

hagen)사의 Appliance Designer 와 Splint Studio가 널리 사용되고 있으며, 본 논문에서는 Appliance Designer를 이용하여 마우스가드를 디자인하였다.

마우스가드 제작시 약간교합관계를 채득하는 방법으로, 환자의 maximum intercuspation 상태를 구강내에서 스캔하여 정보를 획득한 다음 가상교합기상에서 교합을 저장하는 방법과, 구강내에서 wax를 이용하여 교합이 저장되어있는 상태를 채득한 다음, 이러한 상태를 구강스캔하여 CAD로 정보를 옮기는 두가지 방법이 있다. 본 논문에서는 가상교합기상에서 incisal pin을 올려 교합을 저장하였다.



Fig. 2. 구강스캐너데이터를 가상교합기에 마운팅

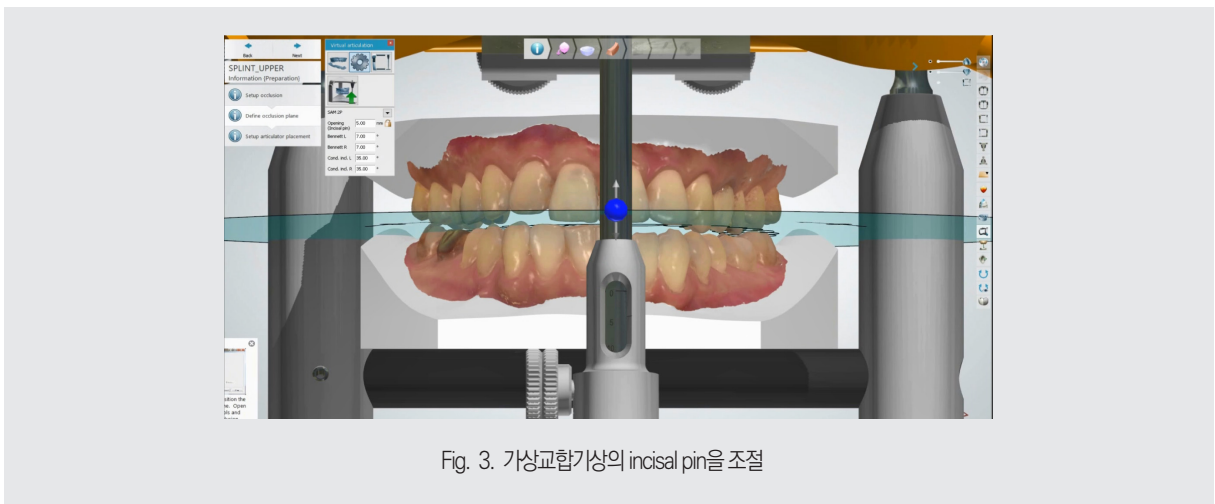


Fig. 3. 가상교합기상의 incisal pin을 조절



과거에는 마우스가드 디자인을 위해 산업용 CAD 프로그램을 이용하여 디자인을 하였으나<sup>4)</sup>, 지금은 치과용 CAD 프로그램을 이용한 디자인이 가능하다. CAD 실제과정을 살펴보면, 마우스가드의 외형선을 CAD 상에서 지정한 이후, 선수종목에 따른 부상위험성을 고려

하여 마우스가드의 두께를 결정한 다음 CAD 프로그램에 두께정보를 입력하여 Shell을 형성한다. 이러한 shell을 형성하는 과정에서 마우스가드와 치아 사이의 간격(space) 값을 CAD상에 입력하여야 장착감이 좋은 3D 프린팅 마우스가드를 제작할 수 있다.



Fig. 4. 마우스가드의 외형선 설정



Fig. 5. Create shell 기능을 이용하여 마우스가드에 일정한 두께 부여



Fig. 6. 대합치와 접촉할 공간을 Bar 기능을 이용하여 두께 부여

Create shell 과 Bar 기능을 이용하여 상하악이 균일하게 접촉할 수 있는 외형을 형성한 다음 Combine 기능을 이용하여 결합한다.

이후 가상교합기상에서 시뮬레이션한 교합운동로에

맞추어 마우스가드의 교합조정을 자동으로 진행하면 마우스가드 CAD 디자인이 완성된다.

마우스가드 표면에는 선수 이름 소속 등 다양한 정보를 음형과 양향으로 새겨 넣을 수 있다.

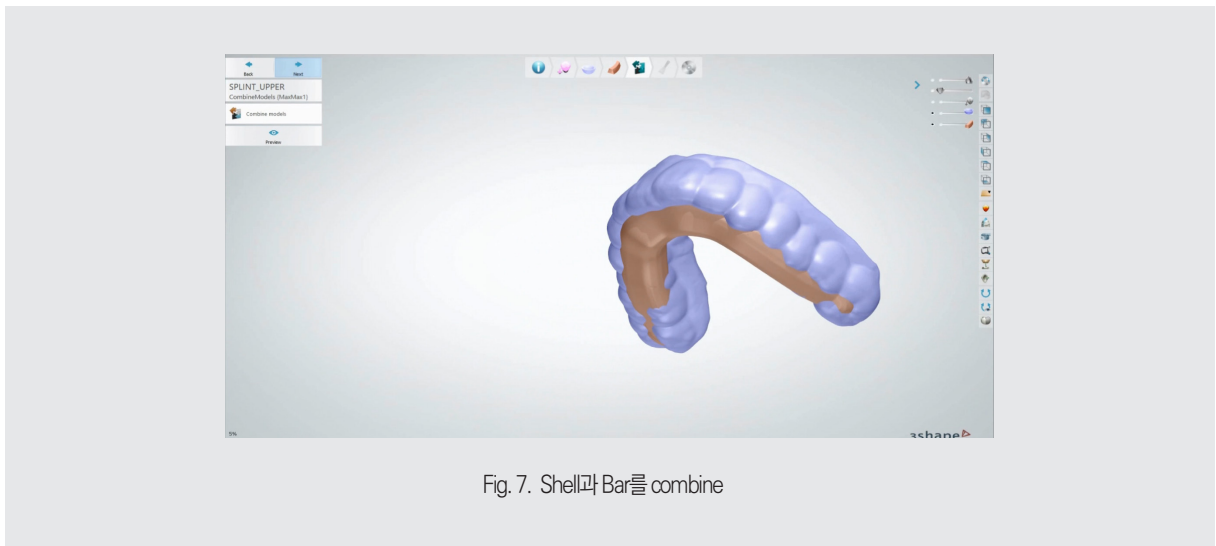


Fig. 7. Shell과 Bar를 combine

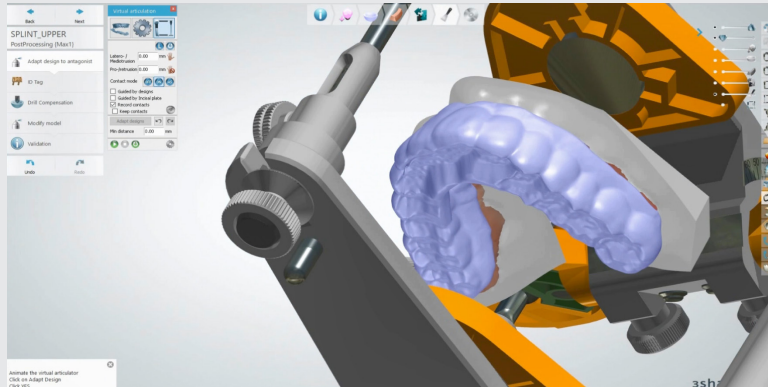


Fig. 8. 가상교합기 상에서 마우스가드 교합조정



Fig. 9. 가상교합기 상에서의 우측방운동 시뮬레이션 및 마우스가드 교합조정

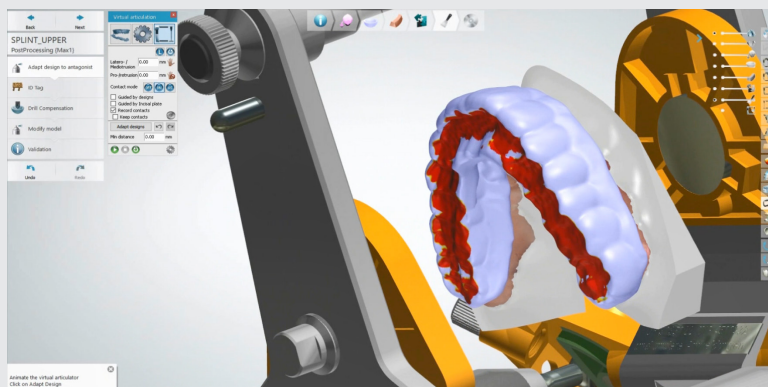


Fig. 10. 가상교합기 상에서 시뮬레이션한 마우스가드의 교합면

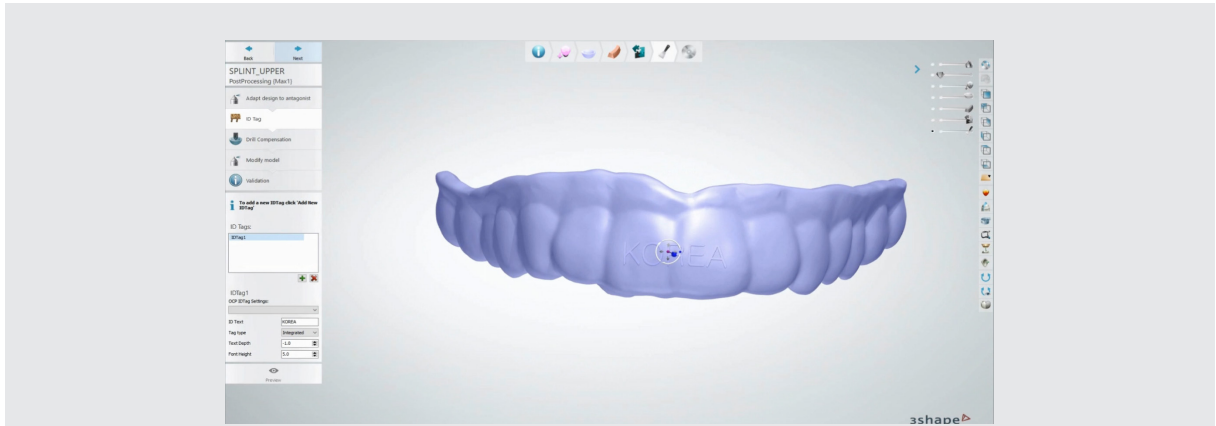


Fig. 11. 마우스가드에 이름을 새기는 과정 ID Tag

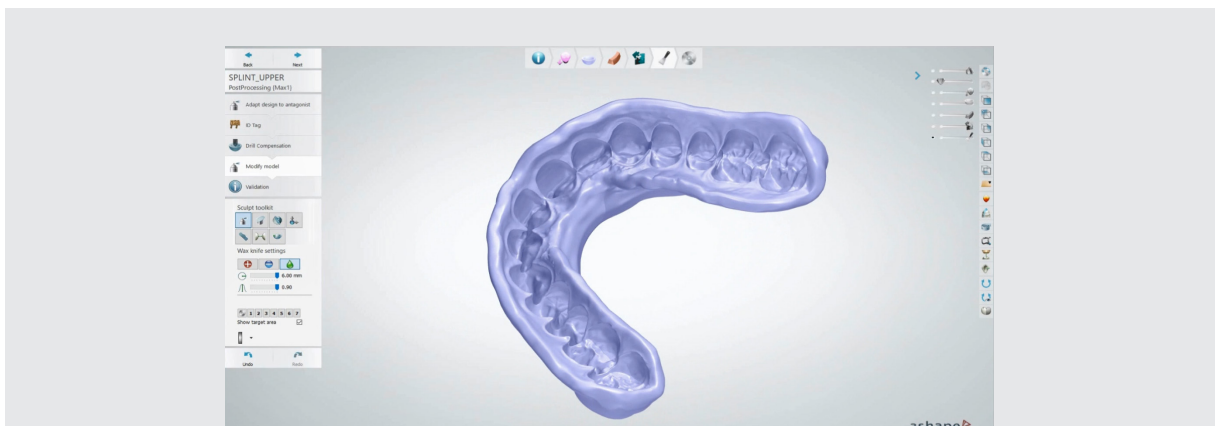


Fig. 12. 치아와 마우스가드 사이에 간격을 부여한 내면의 모습

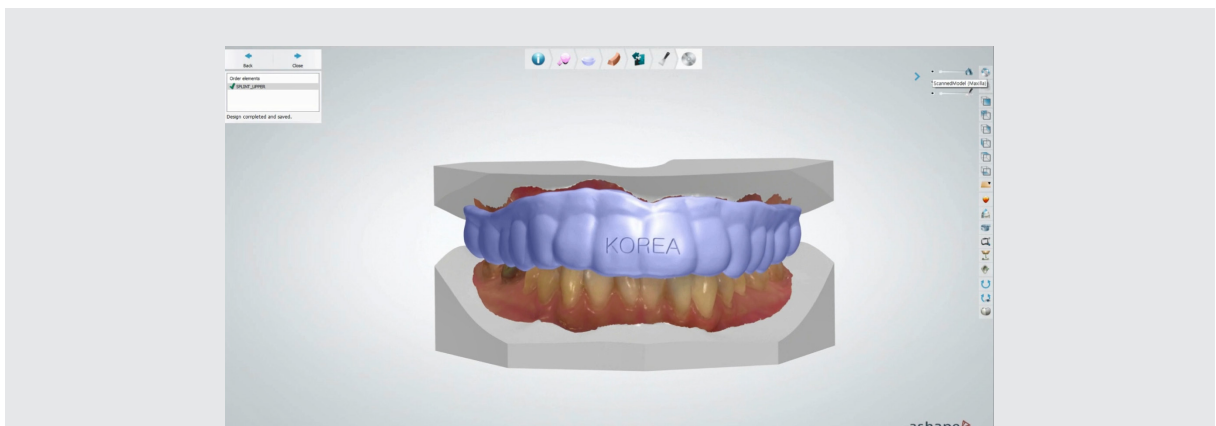


Fig. 13. 마우스가드 디자인 후의 모습

이렇게 디자인된 마우스가드가 실제 선수가 착용하였을 때 어떠한 모습인지 Virtual Patient Dataset 상에서 시뮬레이션 할 수 있다. 과거 디지털치의학은 CAD/CAM 장비를 이용하여 치과보철물과 마우스가드를 제작하는 과정으로 협소하게 생각하는 경향이 있었다면, 지금의 디지털치의학의 흐름은 한 환자로부터 다양한 3차원 영상진단정보를 수집하고, 이러한 3D 진단정보 데이터를 superimposition 과정을 통해 하나의 데이터로 모아 정리하여 진단 및 치료계획을 수립하는 과정의 중요성이 부각되고 있다<sup>9)</sup>. 이러한 환자의 3D 데이터를 가상환자(Virtual Patient) 라고 부르기도 하고, 한 환자로부터 얻어진 다양한 데이터의 모음이라는 것을 강조하기 위해 Virtual Patient Datasets으로 부르기도 한다.

Scan 과정은 환자의 진단정보수집과정(Diagnostic Data Collection)에 해당한다. 환자로부터 수집되는 3차원 데이터는 source에 따른 incoming data quality inspection이 필요하다. 이러한 데이터의 정밀도는

trueness와 precision으로 측정하게 되는데, 구강스캐너의 경우 전악 기준 RMS(Root Mean Square) 50um에 도달하여 정밀한 전악 광학인상채득이 가능해졌다. CAD(Computer-aided design) 과정이 가상환자데이터셋을 기반으로 진단 및 치료계획을 수립하는 과정이라는 점을 고려해 보았을 때, 치과용 CAD 프로그램을 통해 선수의 안모스캔(facial scan), CBCT 스캔 그리고 구강스캔데이터를 superimposition한 Virtual patient dataset을 이용하여 마우스가드를 디자인할 수 있으며, 가상공간상에서 디자인 제작한 마우스가드는 실제 선수에게 실물 마우스가드로 전달할 수 있다. CAM(Computer-aided manufacturing) 과정은 가상환자데이터셋 상에서 시뮬레이션한 치료과정과 예상되는 치료결과를 실제 환자에게 그대로 전달하는 과정(Treatment plan transferring tool)이며, 이렇게 가상공간상에서 수립한 계획을 현실의 환자와 선수에게 전달하는 과정에서 가공과정의 Quality control이 중요하다.



Fig. 14. 구강스캔데이터와 안면스캔데이터를 superimposition한 Virtual Patient Dataset

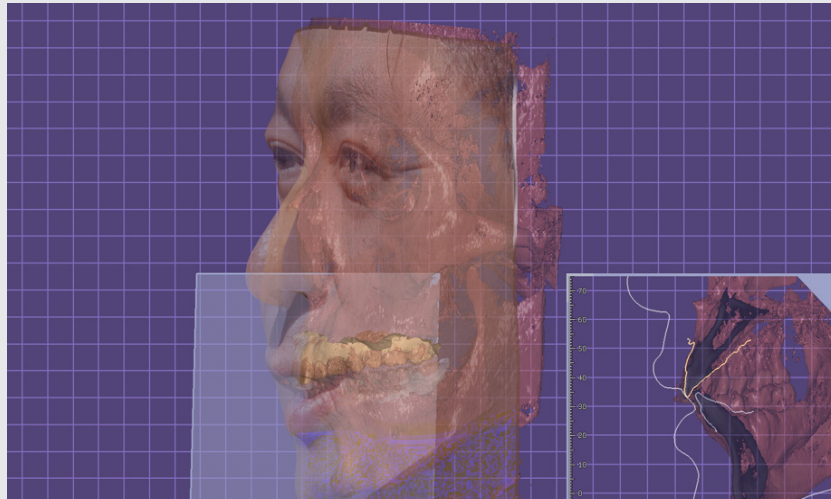


Fig. 15. 안면스캔데이터, CBCT, 구강스캔데이터를 superimposition한 Virtual Patient Dataset

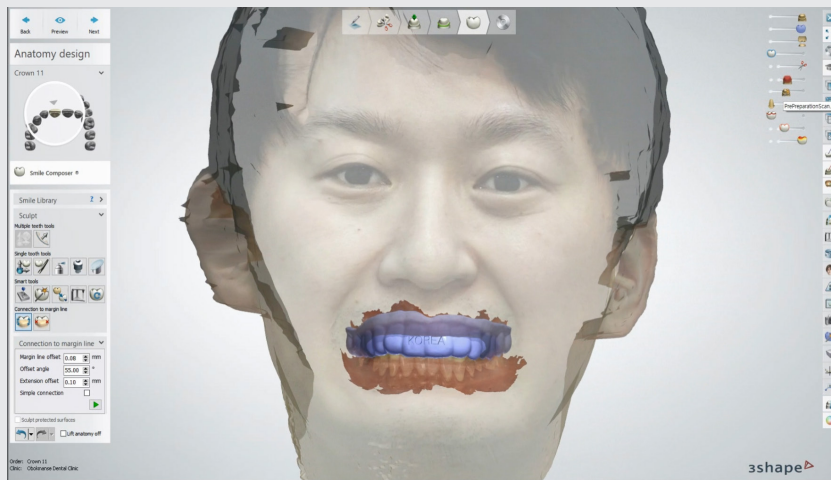


Fig. 16. Virtual Patient Dataset에서 바라본 마우스가드 장착 후의 모습



Fig. 17. 가상환자데이터세트상에서 시뮬레이션한 마우스가드 장착 후의 모습

### 마우스가드 3D 프린팅

프린팅 소재는 마우스가드 프린팅을 목적으로 개발된 DSM(Amsterdam, Netherland)사의 Arnitel® ID 2045 Thermoplastic copolymer를 선택하여 사용하였고, Fused Deposition Modelling(FDM) 방식의 Cubicon Style 210D(Cubicon, Sungnam-si, Republic of Korea) 3D 프린터를 이용하여 마우스가드를 출력하였다.

출력 후 얇은 실처럼 남은 부위는 열풍기를 이용하여 후처리(post processing)를 시행하였다.

FDM 방식의 3D 프린팅의 정밀도는 지속적으로 개선이 되어, 현재는 치과보철물을 제작을 위한 모델제작이 가능하며, FDM 프린터를 사용하여 높은 정밀도를 가지는 프린팅 결과물 제작이 가능하다<sup>6,7)</sup>.

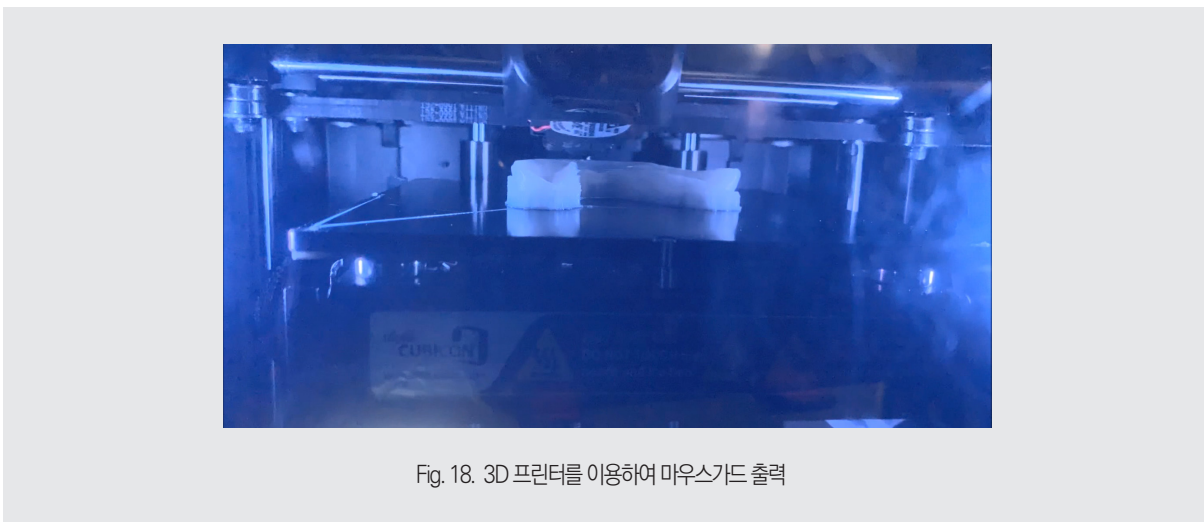


Fig. 18. 3D 프린터를 이용하여 마우스가드 출력



Fig. 19. Highly flexible TPC (thermoplastic copolyester)

Mechanical properties (TPE)

Tear strength	75 kN/m	ISO 34-1; Method B
Shore D Hardness (3s)	34 -	ISO 868

Diagrams

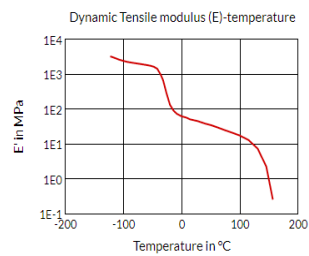
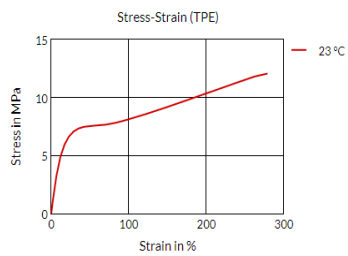


Fig. 20. Mechanical Property of 3D printing material





Fig. 21. 실처럼 생긴 부위는 열풍기를 이용한 후처리(post processing) 과정이 필요하다.

## 결론 및 고찰

3D 프린터로 마우스가드를 제작하기 위한 모든 기술적인 준비는 완성되어 있으나, 마우스가드 제작을 위한 3D 프린팅 소재에 대한 규제 허가사항이 각 나라별로 다르며, 2020년 현재 마우스가드 제작을 위해 대한민국 식품의약품안전처의 허가를 받은 3D 프린팅 소재가 존재하지 않아 지금 당장 한국 치과계 및 스포츠계에 3D printed mouthguard를 적용할 수 없는 한계가 존재한다.

구강스캐너와 3D 프린터를 적용한 디지털 기술을 활용하여 마우스가드를 제작하는 방법과 기존의 마우스가

드 기공과정을 비교해 보았을 때, 기존의 마우스가드 제작방식은 숙련된 치과기공사의 손을 이용하여 다양한 소재와 방법을 적용하여 마우스가드를 제작할 수 있으나 많은 노동력과 시간 투입이 필요하며, 이와 달리 디지털 기술을 활용한 마우스가드 제작은 제작시간을 단축시킬 수 있으며 노동력과 시간 투입이 적고, 재료소모가 작은 장점을 가지고 있다.

마우스가드의 기성 제작방식과 디지털 제작방식은 각각의 장단점을 가지고 있기에, 두가지 제작방법은 공존할 것으로 예상되며, 선수맞춤형 보급형 마우스가드 제작은 3D 프린터의 활용이 늘어날 것으로 예측된다.

## 참고 문헌

1. 노관태. 치과 의사 맞춤형 마우스가드의 제작방법, 대한치과의사협회지. 2018;56(6):333-338
2. 이수영, 조영민, 박준서, 류재준. 마우스가드 착용 이 생활체육 운동 선수의 최대근력에 미치는 영향. 대한스포츠치의학회지. 2015;6(1):34-40.
3. 류재준, 이수영. 마우스가드와 스포츠치의학의 발전과 미래. 대한치과의사협회지. 2018;56(6):339-346
4. Lee SY et al. Modified digital workflow for artificial tooth exchange in a complete denture: A dental technique. J Prosthet Dent. 2020;123(2):236-238.
5. Lee SY et al. Superimposition of a cone beam computed tomography (CBCT) scan and a photograph: A dental technique. J Prosthet Dent. 2020 doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.008. Online ahead of print.
6. Kim HC et al. Denture flask fabrication using fused deposition modeling three-dimensional printing. J Prosthodont Res. 2020;64(2):231-234
7. Lee DY et al. A Hybrid Dental Model Concept Utilizing Fused Deposition Modeling and Digital Light Processing 3D Printing. Int J Prosthodont. 2020;33(2):229-231

9. 2

치과조무사제도 관련 대한간호조무사협회와 업무협약

참석 : 이민정  
내용 : 치과조무사 관련 업무협약

9. 7

대한치과교정학회 윤리위원회 워크숍

참석 : 이석곤  
내용 : 과잉진료의 원인과 대책, 의료광고 관련, 기타 사항 논의

9. 8

닥터페덱스와 업무협약

참석 : 차순황  
내용 : 개인정보 자율보호 거버넌스 구축 방안 등

9. 9

2020년도 문화복지위원회 회의

참석 : 황혜경  
내용 : 업무협약

사회공헌사업 관련 업무협약

참석 : 최치원, 이창주  
내용 : 사회공헌사업 관련 코로나19 대책 논의

9. 11

산업재해보상보험 요양급여 개선을 위한 진료비심사자문위원회 참석

참석 : 권태훈, 김성훈  
내용 : 산재보험 요양급여 신설 검토 항목에 대한 세부인정기준 등 적용방안 논의

2020년도 치과종합보험 손해보험사 및 보험대리점 선정심사회의

참석 : 장재완, 마경화, 최치원, 김재성, 함동선  
내용 : 2019년도 치과종합보험 운영 및 신규가입 유치 결과 보고 등

9. 15

사우디 치과 의사 레지던트 연수프로그램 제도 개선 및 관리방안 마련 회의(4차)

참석 : 전양현  
내용 : 사우디 치과 의사 레지던트 연수프로그램 제도 개선 및 관리방안 마련 회의

자동차보험분쟁심의회 업무협약

참석 : 마경화  
내용 : 업무협약

9. 16

롯데제과와 간담회 개최

참석 : 홍수연, 이창주  
내용 : 닥터 자일리톨 버스가 간다 캠페인 관련 논의

서울시 온라인 구강위생관리 서비스 업무협약

참석 : 김용식, 김재성, 박종진  
내용 : 서울시 온라인 구강위생관리 서비스 중단 요청 등 관련사항 협의

9. 17

치과근관치료 수가 개선 2차 전문가 자문회의 참석

참석 : 마경화, 권태훈  
내용 : 치과근관치료 수가 개선 2차 전문가 자문회의

9. 18

2020년도 제7회 의료평가조정위원회 참석

참석 : 김성훈  
내용 : 2021년(2차) 마취 적정성 평가 세부시행계획(안) 등 토의

9. 21

한국일보 전화 인터뷰

참석 : 박종진  
내용 : 치과용 접촉제 부작용 및 사용시 주의사항

고문세무사 간담회

참석 : 함동선  
내용 : 세무조사 후 간담회 및 외부감사 업무협약

9. 22

2020년 제6회 건강보험심사평가원 (임사)이사회 참석

참석 : 마경화  
내용 : 안전사고에 관한 임원 문책규정 제정안 등 토의

한국형 Dental Assistant 연구 관련 업무협약

참석 : 이상훈, 정재호  
내용 : 한국형 Dental Assistant 연구 방향성 논의

제291차 의료광고심의위원회 회의

참석 : 이석곤

내용 : 의료광고 심의 및 기타사항 토의

9. 23

치과전문지 기자 간담회

참석 : 이상훈, 박종진

내용 : 기자간담회

국민건강보험공단 급여관리실 업무협의

참석 : 마경화

내용 : 차상위계층 자격 불일치 반송의 건 논의

9. 24

개인정보보호 자율규제단체 화상 간담회

참석 : 차순환

내용 : 자율보호 강화를 위한 현장의견 수렴 등

서울중앙지법 2015고합1011 사건 진행사항

참석 : 김재성

내용 : 서울중앙지법 2015고합1011 사건 방청

2018년(1차) 치과 근관치료 적정성 평가 분과위원회 1차 회의 참석

참석 : 김성훈

내용 : 1차 치과 근관치료 적정성 평가 결과 및 2차 평가 지표(안) 등 토의

9. 25

2020년도 제17차 건강보험정책심의위원회 참석

참석 : 마경화

내용 : 약제 급여 목록 및 급여 상한금액표 개정(안) 등 토의

9. 26

2020년도 제2차 양성평등특별위원회 회의

참석 : 황혜경

내용 : 양성평등 규정 제정 및 교육확산 TF팀 논의 결과 보고 등

9. 28

2020년도 제1회 수련치과병원실태조사위원회

참석 : 전양현

내용 : 2021년도 수련치과병원(수련기관) 실태조사 결과 심의

9. 29

사우디 치과의사 레지던트 연수프로그램 제도 개선 및 관리방안 마련 회의(5차)

참석 : 전양현

내용 : 사우디 치과의사 레지던트 연수프로그램 제도 개선 및 관리방안 마련 회의

10. 6

자재·표준위원회 회의 개최

참석 : 홍수연, 황재홍

내용 : 마스크 공급 업무 주요내용 및 공적마스크 제도 종료 보고 등

건강보험정책심의위원회 공급자 위원 간담회 참석

참석 : 마경화

내용 : 건강보험정책심의위원회 공급자 위원 간담회

10. 8

감사단회의

참석 : 이상훈, 김홍석, 함동선

내용 : 재무운영 및 감사 관련 업무협의

건강보험심사관리부 업무협의

참석 : 마경화

내용 : 치석제거 사후관리 방안 논의

대한치과보철학회 업무협의 참석

참석 : 마경화, 권태훈, 김성훈

내용 : 업무협의

10. 9

대한치주과학회 창립 60주년 기념식 축하

참석 : 이상훈

내용 : 축하

10. 12

보건복지부 건강보험정책국장 간담회 참석

참석 : 마경화

내용 : 간담회

2020회계연도 제2회 운영위원회

참석 : 김용식, 정재호, 이창주

내용 : 임플란트 픽스처 데이터베이스 구축 연구 발주 당위성 검토 등

# 대한치과의사협회지 학술원고 투고 규정

## 1. 원고의 성격 및 종류

치위학과 직/간접적으로 관련이 있는 원저, 임상 증례보고, 종설 등으로 하며 위에 속하지 않는 사항은 편집위원회에서 심의하여 게재 여부를 결정한다. 대한치과의사협회 회원과 협회지 편집위원회에서 인정하는 자에 한하여 투고한다.

## 2. 원고의 게재

원고의 게재 여부와 게재 순서는 편집위원회에서 결정한다. 본 규정에 맞지 않는 원고는 개정을 권유하거나 게재를 보류할 수 있다. 국내외 외국학술지에 이미 게재 된 동일한 내용의 원고는 투고할 수 없으며, 원고의 내용에 대한 책임은 원저자에게 있다.

## 3. 원고의 제출

본지의 투고규정에 맞추어 원고를 온라인 논문 투고 사이트에 접수한다. 제출된 원고의 내용은 저자가 임의로 변경할 수 없다.

온라인 논문 투고 사이트 주소 :  
<http://kda.jams.or.kr>

## 4. 협회지 발간 및 원고 접수

본지는 연 12회 매월 발간하며, 원고는 편집위원회에서 수시로 접수한다.

## 5. 원고의 심의

투고된 모든 원고는 저자의 소속과 이름을 비공개로, 게재의 적합성에 대하여 편집위원회에서 선임한 해당분야 전문가 3인에게 심의를 요청하고 그 결과에 근거하여 원고 채택여부를 결정하며 저자에게 수정 또는 보완을 권고할 수 있다. 저자가 편집위원회의 권고사항을 수용할 경우 원고를 수정 또는 보완한 다음 수정 또는 보완된 내용을 기술한 답변서, 이전본과 수정본 모두를 편집위원회로 보낸다. 편집위원회에서 2차 심의를 거친 다음 게재 여부를 결정한다. 심의결과 재심사 요망의 판정이 2회 반복되면 게재 불가로 처리한다.

## 6. 편집위원회의 역할

편집위원회에서는 원고 송부와 편집에 관한 제반 업무를 수행 하며, 필요한 때에는 편집위원회의 결의로 원문에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 원고 중 자구와 체제 등을 수정할 수 있다. 모든 원고는 제출 후에 일체 반환 하지 않는다.

## 7. 저작권

저작권과 관련해 논문의 내용, 도표 및 그림에 관한 모든 출판 소유권은 대한치과의사협회가 가진다. 모든 저자는 이에 대한 동의서(대한치과의사협회지 원고게재 신청서)를 서면으로 제출 해야 하며 원고의 저작권이 협회로 이양될 때 저자가 논문의 게재를 승인한 것으로 인정한다.

## 8. 윤리규정

1) 학회지에 투고하는 논문은 다음의 윤리규정을 지켜야 한다.

- ① 게재 연구의 대상이 사람인 경우, 인체 실험의 윤리성을 검토하는 기관 또는 지역“임상시험윤리위원회”와 헬싱키 선언의 윤리기준에 부합하여야 하며, 연구대상자 또는 보호자에게 연구의 목적과 연구 참여 중 일어날 수 있는 정신적, 신체적 위해에 대하여 충분히 설명하여야 하고, 이에 대한 동의를 받았음을 명시하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 연구의 대상이 동물인 경우에는 실험동물의 사육과 사용에 관련된 기관 또는 국가연구위원회의 법률을 지켜야 하며, 실험동물의 고통과 불편을 줄이기 위하여 행한 처치를 기술하여야 한다. 실험과정이 연구기관의 윤리위원회 규정이나 동물보호법에 저촉되지 않았음을 명시하는 것을 원칙으로 한다. 편집위원회는 필요시 서면동의서 및 윤리 위원회 승인서의 제출을 요구할 수 있다.
- ③ 연구대상자의 얼굴 사진을 게재하고자 할 때에는 눈을 가리며 방사선 촬영 사진 등에서 연구대상자의 정보는 삭제하여야 한다. 부득이하게 눈을 가릴 수 없는 경우는 연구대상자의 동의를 구하여 게재할 수 있다.

2) 위조, 변조, 표절 등 부정행위와 부당한 논문저자표시, 자료의 부적절한 중복사용 등이 있는 논문은 게재하지 않는다.

3) 투고 및 게재 논문은 원저에 한한다.

- ① 타 학회지에 게재되었거나 투고 중인 원고는 본 학회지에 투고할 수 없으며, 본 학회지에 게재되었거나 투고 중인 논문은 타 학술지에 게재할 수 없다.
- ② 본 규정 및 연구의 일반적인 윤리원칙을 위반한 회원은 본 학회지에 2년간 논문을 투고할 수 없다. 기타 관련 사항은 협회지 연구윤리규정을 준수한다.

# 대한치과의사협회지 학술원고 투고 규정

## 9. 원고 작성 요령

1) 원고는 A4 용지에 상, 하, 좌, 우 모두 3cm 여분을 두고 10point 크기의 글자를 이용하여 두 줄 간격으로 작성한다.

### 2) 사용언어

- ① 원고는 한글 혹은 영문으로 작성하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 한글 원고는 한글 맞춤법에 맞게 작성하며 모든 학술용어는 2005년 대한치의학회와 대한치과의사협회가 공동발간한 (영한·한영) 치의학용어집, 2001년 대한의사협회에서 발간된 넷째판 의학용어집과 2005년 발간된 필수의학용어 집에 수록된 용어를 사용한다. 적절한 번역어가 없는 의학용어, 고유명사, 약품명 등은 원어를 그대로 사용할 수 있다. 번역어의 의미 전달이 불분명한 경우에는 용어를 처음 사용할 때 소괄호 속에 원어를 같이 쓰고 다음에는 번역어를 쓴다.
- ③ 외국어를 사용할 때는 대문자 구별을 정확하게 해야 한다. 고유명사, 지명, 인명은 첫 글자를 대문자로 하고 그 외에는 소문자로 기술함을 원칙으로 한다.
- ④ 원고에 일정 용어가 반복 사용되는 경우 약자를 쓸 수 있으며 약자를 사용하는 경우, 용어를 처음 사용할 때 소괄호 안에 약자를 같이 쓰고 다음에는 약자를 쓴다.
- ⑤ 계측치의 단위는 SI단위(international system of units)를 사용한다.
- ⑥ 원고는 간추림부터 시작하여 쪽수를 아래쪽 비드에 표시한다.

### 3) 원 고

원고의 순서는 표지, 간추림, 서론, 재료 및 방법, 결과, 표 (Table), 고찰, 참고문헌, 그림설명, 그림, 영문록의 순서로 독립하여 구성한다. 영어논문인 경우에는 Title, Authors and name of institution, Abstract, Introduction, Materials and methods, Results, Table, Discussion, References, Legends for figures, Figures, Korean abstract 의 순서로 구성한다. 본문에서 아래 번호가 필요한 경우에는 예)의 순서로 사용한다.

#### 예) 재료 및 방법

- 1, 2, 3, 4
- 1), 2), 3), 4)
- (1), (2), (3), (4)
- a, b, c, d

### 4) 표 지

표지에는 다음 사항을 기록한다.

- ① 논문의 제목은 한글 50자 이내로 하며 영문의 대문자를 꼭 써야 할 경우가 아니면 소문자를 사용한다. 논문의 제목은 간결하면서도 논문의 내용을 잘 나타낼 수 있도록 하고 약자의 사용은 피한다.
- ② 저자가 2인 이상인 경우에는 연구와 논문작성에 참여한 기여도에 따라 순서대로 나열하고 저자명 사이를 쉼표로 구분한다. 소속이 다른 저자들이 포함된 경우에는 각각의 소속을 제 1저자, 공저자의 순으로 표기하여 뒤쪽 어깨번호로 구분한다. 저자의 소속은 대학교, 대학, 학과, 연구소의 순서로 쓰고, 소속이 다른 저자들이 포함된 경우 연구가 주로

이루어진 기관을 먼저 기록하고 그 이외의 기관은 저자의 어깨번호 순서에 따라 앞쪽어깨 번호를 하고 소속기관을 표기한다. 간추린 제목 (running title)은 한글 20자, 영문 10단어 이내로 한다.

③ 논문제목, 저자와 소속은 가운데 배열로 표기한다.

④ 아래쪽에는 연구진을 대표하고 원고에 대해 최종책임을 지는 교신저자의 성명을 쓰고 소괄호속에 교신저자의 소속과 전자우편주소를 기술한다. 필요한 경우 연구비수혜, 학회발 표, 감사문구 등 공지사항을 기술할 수 있다.

### 5) 초 록

한글 원고인 경우에는 영문초록을, 영문 원고인 경우에는 한글 초록을 작성해야 하며 한글 500자 이내, 영문 250단어 이내로 간결하게 작성한다. 연구의 목적, 재료 및 방법, 결과와 결론을 간단·명료하게 4개 문단으로 나누어 기술하고 구체적 자료를 제시 하여야 한다. 약자의 사용이나 문헌은 인용할 수 없다. 간추림의 아래에는 7단어 이내의 찾아보기 낱말을 기재한다.

### 6) 본 문

#### ① 서 론

서론에서는 연구의 목적을 간결하고, 명료하게 제시하며 배경에 관한 기술은 목적과 연관이 있는 내용만을 분명히 기술하여야 한다. 논문과 직접 관련이 없는 일반적 사항은 피하여야 한다.

#### ② 재료 및 방법

연구의 계획, 재료 (대상)와 방법을 순서대로 기술한다. 실험방법은 재현 가능하도록 구체적으로 자료의 수집과정, 분석방법과 치우침 (bias)의 조절방법을 기술하여야 한다. 재료 및 방법에서 숫자는 아라비아 숫자, 도량형은 미터법을 사용하고, 장비, 시약 및 약품은 소괄호 안에 제품명, 제조회사, 도시 및 국적을 명기한다.

#### ③ 결 과

연구결과는 명료하고 논리적으로 나열하며, 실험인 경우 실측치에 변동이 많은 생물학적 계측에서는 통계처리를 원칙으로 한다. 표(Table)를 사용할 경우에는 논문에 표의 내용을 중복 기술하지 않으며, 중요한 경향 및 요점을 기술한다.

#### ④ 고 찰

고찰에서는 역사적, 교과서적인 내용, 연구목적과 결과에 관계없는 내용은 가능한 한 줄이고, 새롭고 중요한 관찰 소견을 강조하며, 결과의 내용을 중복 기술하지 않는다. 관찰된 소견의 의미 및 제한점을 기술하고, 결론 유도 과정에서 필요한 다른 논문의 내용을 저자의 결과와 비교하여 기술한다.

#### ⑤ 참고문헌

a. 참고문헌은 50개 이내로 할 것을 권고한다. 기록된 참고 문헌은 반드시 본문에 인용되어야 한다. 참고문헌은 인용된 순서대로 아라비아 숫자로 순서를 정하여 차례로 작성한다. 영어논문이 아닌 경우 기술된 문헌의 마지막에 소괄호를 이용하여 사용된 언어를 표기한다.

b. 원고에 참고문헌을 인용할 때에는, 본문 중 저자명이 나올

# 대한치과의사협회지 학술원고 투고 규정

경우 저자의 성을 영문으로 쓰고 소괄호속에 발행년도를 표시하며, 문장 중간이나 끝에 별도로 표시할 때에는 쉼표나 마침표 뒤에 어깨번호를 붙인다. 참고문헌이 두 개 이상일 때에는 소괄호속에 “, ”으로 구분하고 발행년도 순으로 기재한다. 저자와 발행년도가 같은 2개 이상의 논문을 인용할 때에는 발행년도 표시뒤에 월별 발행 순으로 영문 알파벳 소문자 (a, b, c, ...)를 첨부한다.

c. 참고문헌의 저자명은 한국인은 성과 이름, 외국인은 성과 이름, 외국인은 성 뒤에 이름의 첫 자를 대문자로 쓴다. 정기학술지의 경우 저자명, 제목, 정기간행물명 (단행본명), 발행연도, 권, 호, 페이지 순으로 기록한다. 단행본의 경우 저자명, 저서명, 판수, 출판사명, 인용부분의 시작과 끝 쪽 수 그리고 발행년도의 순으로 기술한다. 학위논문은 저자명, 학위논문명, 발행기관명 그리고 발행년도 순으로 한다. 참고문헌의 저자는 모두 기재하며 저자의 성명은 성의 첫자를 대문자로 하여 모두 쓰고, 이름은 첫문자만 대문자로 연속하여 표시한다. 이름사이에는 쉼표를 쓴다. 논문제목은 첫 자만 대문자로 쓰고 학명외에는 이탤릭체를 쓰지 않는다. 학술지명의 표기는 Index Medicus 등재 학술지의 경우 해당 약자를 사용하고, 비등재학술지는 그 학술지에서 정한 고유약자를 쓰며 없는 경우에는 학술지명 전체를 기재한다. 기술양식은 아래의 예와 같다.

d. 정기학술지 논문 : Howell TH. Chemotherapeutic agents as adjuncts in the treatment of periodontal disease. Curr Opin Dent 1991;1(1):81-86 정유지, 이용무, 한수부. 비외과적 치주 치료 : 기계적 치주치료. 대한치주과학회지 2003;33(2):321-329

e. 단행본 : Lindhe J, Lang NP, Karring T. Clinical periodontology and implant dentistry. 4th edition. Blackwell Munksgarrd. 2008. 대한치주과학회수업의회. 치주과학. 제4판. 군자출판사. 2004.

f. 학위논문 : SeoYK - Effects of ischemic preconditioning on the phosphorylation of Akt and the expression of SOD-1 in the ischemic-reperfused skeletal muscles of rats Graduate school Hanyang University 2004.

## ⑥ 표 (table)

- 표는 영문과 아라비아숫자로 기록하며 표의 제목을 명료 하게 절 혹은 구의 형태로 기술한다. 문장의 첫 자를 대문자로 한다.
- 분량은 4줄 이상의 자료를 포함하며 전체내용이 1쪽을 넘지 않는다.
- 본문에서 인용되는 순서대로 번호를 붙인다.
- 약자를 사용할 때는 해당표의 하단에 알파벳 순으로 풀어서 설명한다.
- 기호를 사용할 때는 \*, †, ‡, §, ..., ¶, \*\*, ††, ‡‡의 순으로 하며 이를 하단 각 주에 설명한다.
- 표의 내용은 이해하기 쉬워야 하며, 독자적 기능을 할 수 있어야 한다.
- 표를 본문에서 인용할 때는 Table 1, Table 2, Table 3 이라고 기재한다.
- 이미 출간된 논문의 표와 동일한 것은 사용할 수 없다.

## ⑦ 그림 및 사진 설명

- 본문에 인용된 순으로 아라비아 숫자로 번호를 붙인다.

예) Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, .....

- 별지에 영문으로 기술하며 구나 절이 아닌 문장형태로 기술한다.
- 미경 사진의 경우 염색법과 배율을 기록한다.

## ⑧ 그림 및 사진 (Figure)

- 사진의 크기는 최대 175×230mm를 넘지 않아야 한다.
- 동일번호에서 2개 이상의 그림이 필요한 경우에는 아라비 아숫자 이후에 알파벳 글자를 기입하여 표시한다 (예: Fig. 1a, Fig. 1b)
- 화살표나 문자를 사진에 표시할 필요가 있는 경우 이의 제 거가 가능하도록 인화된 사진에 직접 붙인다.
- 그림을 본문에서 인용할 때에는 Fig. 1, Fig. 2, Fig.3, ... 라고 기재한다.
- 칼라 사진은 저자의 요청에 의하여 칼라로 인쇄될 수 있으며 비용은 저자가 부담한다.

## ⑨ 영문초록 (Abstract)

- 영문초록의 영문 제목은 30 단어 이내로 하고 영문 저자명은 이름과 성의 순서로 첫 자를 대문자로 쓰고 이름 사이에는 하이픈“-”을 사용한다. 저자가 여러명일 경우 저자명은 쉼표로 구분한다. 저자의 소속은 학과, 대학, 대학교의 순서로 기재하며 주소는 쓰지 않는다. 제목, 저자와 소속의 기재 방법은 한글의 경우와 같다.
- 영문초록의 내용은 600 단어 이내로 작성하며 논문의 목적, 재료 및 방법, 결과와 결론의 내용이 포함되도록 4개의 문단으로 나누어 간결하게 작성한다. 각 문단에서는 줄을 바꾸지 말고 한 단락의 서술형으로 기술한다. 영문초록 아래쪽에는 7단어 이내의 주제어 (keyword)를 영문으로 기재하며 각 단어의 첫글자는 대문자로 쓴다. 이때 주제어는 Index Medicus 에 나열된 의학주제용어를 사용하여야 한다. 영문초록의 아래에는 교신저자 명을 소괄호속의 소속과 함께 쓰고 E-mail 주소를 쓴다.

## ⑩ 기타

- 기타 본 규정에 명시되지 않은 사항은 협회 편집위원회의 결정에 따른다.
- 개정된 투고규정은 2019년 7월 1일부터 시행한다.

## 10. 연구비의 지원을 받은 경우

첫 장의 하단에 그 내용을 기록한다.

## 11. 원저의 게재 및 별책 제작

원저의 저자는 원고게재에 소요되는 제작실비와 별책이 필요한 경우 그 비용을 부담하여야 한다.

SIS

다  
지  
고  
또  
다  
지  
겠  
습  
니  
다  
。



Luna S Sola S Stella