


1

디지털 치의학과 치과용 디지털 장비에 대한 치과 분야 종사자들의 인식 조사


¹부산대학교 치의학전문대학원 치의학교육학교실, 치의학연구소, ²부산대학교 치의학전문대학원
치과보철학교실, 치의학연구소, ³마중물 리서치(주)
⁴부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실, 치의학연구소
김재훈¹, 이현종², 고승만³, 김현철⁴

간추린 제목 : 디지털 치의학에 대한 치과 종사자들의 인식 조사

ORCID ID

Jae-Hoon Kim,  <https://orcid.org/0000-0001-9114-1375>

Hyeon-Jong Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-1669-2975>

Seung-Man Go,  <https://orcid.org/0000-0002-8686-7021>

Hyeon-Cheol Kim,  <https://orcid.org/0000-0001-8032-1194>

ABSTRACT

A Survey on dental personnel's perceptions of digital dentistry and dental digital equipment

¹Department of Dental Education, School of Dentistry, Pusan National University, Dental Research Institute

²Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Pusan National University, Dental Research Institute

³Majungmul Research Co.

⁴Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, Dental Research Institute

Jae-Hoon Kim¹, Hyeon-Jong Lee², Seung-Man Go³, Hyeon-Cheol Kim⁴

Running Title : Dental personnel's perceptions of digital dentistry

The purpose of this survey was to assess the perceptions of dental personnel concerning digital dentistry and dental digital equipment.

The survey was conducted from July to August 2019 in Busan and Gyeongnam area. Three sets of questionnaires were designed to target dental professionals and staff, dental industry personnel, and dental students. The questionnaires were composed of best-choice questions, multiple-choice questions, and questions with the five-point Likert scale. Frequency analysis, descriptive statistics, and one-way ANOVA were used for data analysis.

A total of 141 dental personnel participated in the survey: 92 dental professionals and staff, 29 dental industry personnel, and 20 dental students. The time saving was the most frequent response to the benefits of digital dentistry in all job categories. The main barrier to dental digital equipment introduction was the high cost. Although the evaluation of the economic efficiency of dental digital equipment was not positive, sixty-seven percent of dental professionals and staff having no digital equipment responded that they were considering purchasing dental digital equipment. They were most interested in intra-oral scanners.

In conclusion, dental personnel were positively aware of the utility of dental digital equipment and interested in introducing new equipment. However, high initial costs and uncertain economic efficiency were found to be the main barriers to using dental digital equipment.

Key words : Digital Dentistry, Digital workflow, CAD/CAM, Intra-oral scanner

Corresponding Author

Hyeon-Cheol Kim. DDS, MS, PhD, Professor

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, Dental Research Institute, 20,
Geumo-ro, Yangsan, 50612, Republic of Korea

E-mail: golddent@pusan.ac.kr

I. 서론

최근 십 수 년간 임상치의학 분야와 치과의료기기산업에서 큰 변화 중 하나가 디지털화이다. 전통적으로 손상된 치아를 심미적이고 기능적으로 회복하기 위한 치료 과정은 지대치 형성, 인상채득, 모델제작, 기공물 제작의 단계로 이루어져 왔다. 특히 기공물 제작 방식의 변화는 재료산업과 정밀가공기술의 발전과 함께해 왔다. 컴퓨터 기술의 발전으로 정밀가공분야에서 Computer aided design / Computer aided manufacture (CAD/CAM) 기술이 도입되었고, 1990년대 후반에는 진료실에서 사용가능한 치과용 CAD/CAM 시스템 (CEREC system, Sirona Dental, Germany)이 최초로 소개되었다¹⁾. 이후 광학 스캐너, 디자인 소프트웨어, 절삭가공기기의 지속적인 발전으로 CAD/CAM 기술로 제작된 수복물의 품질은 크게 향상되었으며, 성공적인 임상결과가 보고되고 있다²⁻⁵⁾. Lost-wax technique과 같은 전통적인 수복물 제작방식에 비해 제작 효율이 높은 CAD/CAM 시스템은 임상적 신뢰도의 향상과 더불어 적용범위가 확대되고 있으며 기존의 수복물 제작방식을 대체해갈 것으로 보인다.

치과용 CAD/CAM 시스템은 미리 가공된 세라믹 등과 같은 블록(block) 형태의 소재를 절삭용 바(bur)로 깎아서 수복물을 제작하는 Subtractive manufacturing의 일종이다. 이러한 절삭가공방식은 도재의 축성 및 소성과정에서 발생 가능한 기포와 잔류응력을 줄일 수 있어 도재 수복물의 구조적 안정성과 기계적 물성 향상에 도움이 된다⁶⁾. 또한, 전통적인 도재수복물 제작방법으로는 가공이 어려운 지르코니아 같은 높은 기계적 성질을 가지는 소재의 가공에 적합하다.

치과치료 결과에 대한 심미적 욕구의 증가는 지르코니아와 같은 심미적 소재의 수요를 증가시키고 있으며, 이는 수복물 제작 방식에도 영향을 주고 있다. 지르코니아는 기존의 치과용 도재보다 우수한 기계적 성질로 인해 전치

부뿐만 아니라 구치부 Crown, Fixed partial denture, 임플란트 보철물까지 적용범위가 확대되고 있으며, 그 사용량이 급속히 증가하고 있다. 최근 미국 National dental practice-based research network에서 보고한 자료에 따르면 치과의사의 약 90%가 구치부 Crown 제작에 심미적 소재를 선택하였으며, 그중 약 43%는 지르코니아를 우선 선택하였다⁷⁾. CAD/CAM 제작 방식에 적합한 지르코니아와 같은 소재에 대한 수요의 증가도 치과 분야의 디지털화를 촉진시키는 주요 요인이다.

치과 분야에서 가장 먼저 보급된 디지털 장비는 영상진단 장비라고 할 수 있다. 특히 디지털 방사선 영상장치는 영상의 촬영, 처리, 저장의 편리함으로 인해 진료실에 가장 먼저 보급된 치과용 디지털 장비라고 할 수 있다⁸⁾. 반면, CAD/CAM 시스템의 경우 높은 도입 비용, 장비 운용을 위한 전문기술과 인력의 필요로 인해 기공소를 중심으로 보급되어 왔다. 이처럼 치의학의 각 분야에서 이루어져 왔던 디지털화가 최근에는 진단부터 최종 치료단계까지 Digital Workflow로 이어지는 Total digital solution으로 발전하고 있다. 디지털 장비들이 소형화되고 사용 편의성이 높아짐에 따라 구강 스캐너, CAD/CAM 시스템, 3D 프린터 등 다양한 치과용 디지털 장비가 진료실에 도입되고 있다. 과거에는 일부 치과의사나 기공사와 같은 특정 종사자들만 디지털 치의학에 참여했다면, 앞으로는 치과의사, 진료보조인력, 치과기공사, 치과의료기기산업 종사자 등 모든 치과 분야 종사자들이 디지털 치의학 기술을 활용하고 디지털 치의학의 발전에 참여할 것이다.

그러나 아직까지 디지털 치의학에 대한 인식과 치과용 디지털 장비에 대한 사용자들의 평가에 대한 연구는 미미한 실정이다. 본 연구를 통해 여러 직종의 치과 분야 종사자들의 디지털 치의학에 대한 인식 및 치과용 디지털 장비에 대한 평가를 분석하여 디지털 치의학의 현주소를 파악하고, 이를 통해 디지털 치의학의 발전과 기술개발 방향 설정을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

본 연구는 부산과 경남 지역에서 활동하는 여러 직종의 치과 분야 종사자들을 대상으로 2019년 7월부터 8월까지 시행되었다. 조사대상으로는 치과의사, 치위생사 등 치과의료종사자, 치기공사와 치과의료기기산업 종사자 등 치과산업종사자, 그리고 치의학과 학생을 포함하였다. 조사는 직종별로 제작된 설문지를 이용해 자기기입식 설문지법으로 시행되었다.

설문 도구는 조사 대상에 따라 치과의료종사자용, 치과산업종사자용, 치의학과 학생용으로 직종별 특성에 맞게 구성하였다(부록). 설문 내용은 크게 디지털 치의학에 대한 인식과 치과용 디지털 장비에 대한 인식 및 현황으로 구성되었고, 조사 대상에 따른 설문 영역 별 구성과 문항 수는 Table 1에 제시되어 있다. 디지털 치의학에 대한 인식에 관해서는 총 6개 문항으로 모든 조사 대상에서 동일하게 적용되었으며 디지털 치의학에 대한 일반적 인식(3개 문항), 디지털 치의학에 대한 전망(2개 문항), 디지털 치의학에 대한 관심(1개 문항)을 묻는 문항들로 구성하였다. 치과용 디지털 장비에 대한 인식 및 현황에 관해서는 직종별 특성에 맞게 달리 구성하였으며 디지털 장비에 대한 일반적 인식, 디지털 장비에 대한 평가, 디지털 장비의

도입, 디지털 장비의 발전 방향에 대한 문항을 포함하였다. 문항 형태는 설문 내용에 따라 단일선택형, 복수선택형, Likert 5점 척도(1점: 전혀 그렇지 않다; 2점: 대체로 그렇지 않다; 3점: 보통이다; 4점: 대체로 그렇다; 5점: 매우 그렇다)를 사용하였다.

조사결과 분석을 위해서 SPSS Ver. 25.0(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 단일선택형과 복수선택형 문항에 대해서는 빈도분석을 시행하였다. Likert 5점 척도 문항에 대해서는 기술통계분석을 시행하였으며, 직종 간 결과의 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-검정 또는 일원 배치 분산분석을 시행하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였고, 사후분석이 필요한 경우에는 Scheffe의 사후검정을 실시하였다.

III. 결과

1. 응답자의 일반적 특성

설문 조사에는 총 141명이 참여하였으며, 응답자의 일반적 특성은 Table 2와 같다. 응답자 중 치과의료종사자는 92명(65.2%), 치과산업종사자는 29명(20.6%), 치의학

Table 1. Composition of the questionnaire and the number of items

Category	Subcategory	Number of items according to survey target		
		Dental professionals	Dental industry personnel	Dental students
Perceptions of digital dentistry	General perception of digital dentistry	3	3	3
	Prospects for digital dentistry	2	2	2
	Awareness of digital dentistry	1	1	1
Perceptions of dental digital equipment	General perception of dental digital equipment	12	6	12
	Evaluations of dental digital equipment	7	n/a	n/a
	Possession of dental digital equipment	2	n/a	1
	Prospects for dental digital equipment	2	2	2

Table 2. Characteristics of respondents (n=141)

Occupation	Variable	Number	Percent(%)	
Dental professionals (n=92)	Sex	Male	26	28.3
		Female	66	71.7
	Age	20s	36	39.1
		30s	42	45.7
		40s	9	9.8
		50s	4	4.3
		60s	1	1.1
	Duty	Dentist	35	38.0
		Dental hygienist	46	50.0
		Practical nurse	11	12.0
	Type of practice	Private practice	71	77.2
		Dental hospital	14	15.2
University hospital		6	6.5	
other		1	1.1	
Dental industry personnel (n=29)	Sex	Male	16	55.2
		Female	13	44.8
	Age	20s	5	17.2
		30s	13	44.8
		40s	10	34.5
		50s	1	3.4
Dental students (n=20)	Sex	Male	8	40.0
		Female	12	60.0
	Age	20s	13	65.0
		30s	7	35.0

과 학생은 20명(14.2%)이었다. 치과의료종사자 중 남성은 28.3%(26명), 여성은 71.7%(66명)이었고, 연령대로는 30대가 45.7%(42명)로 가장 많았다. 치과의료종사자 중 치과 의사는 35명(38.0%), 치과위생사는 46명(50.0%), 간호조무사는 11명(12.0%)이었다. 치과의료종사자가 근무하는 의료기관 형태로는 치과의원이 77.2%(71명)으로 가장 많았다. 치과산업종사자 중 남성은 55.2%(16명), 여성은 44.8%(13명)이었고, 연령대로는 30대가 44.8%(13명)으

로 가장 많았다. 치의학과 학생 중 남성은 40.0%(8명), 여성은 60.0%(12명)이었고, 연령대로는 20대가 65.5%(13명)로 가장 많았다.

2. 디지털 치의학에 대한 인식

디지털 치의학에 대한 인식에 관한 문항은 총 6개이며 문항 1부터 문항 5까지의 응답 결과는 Fig. 1에 나와있다.

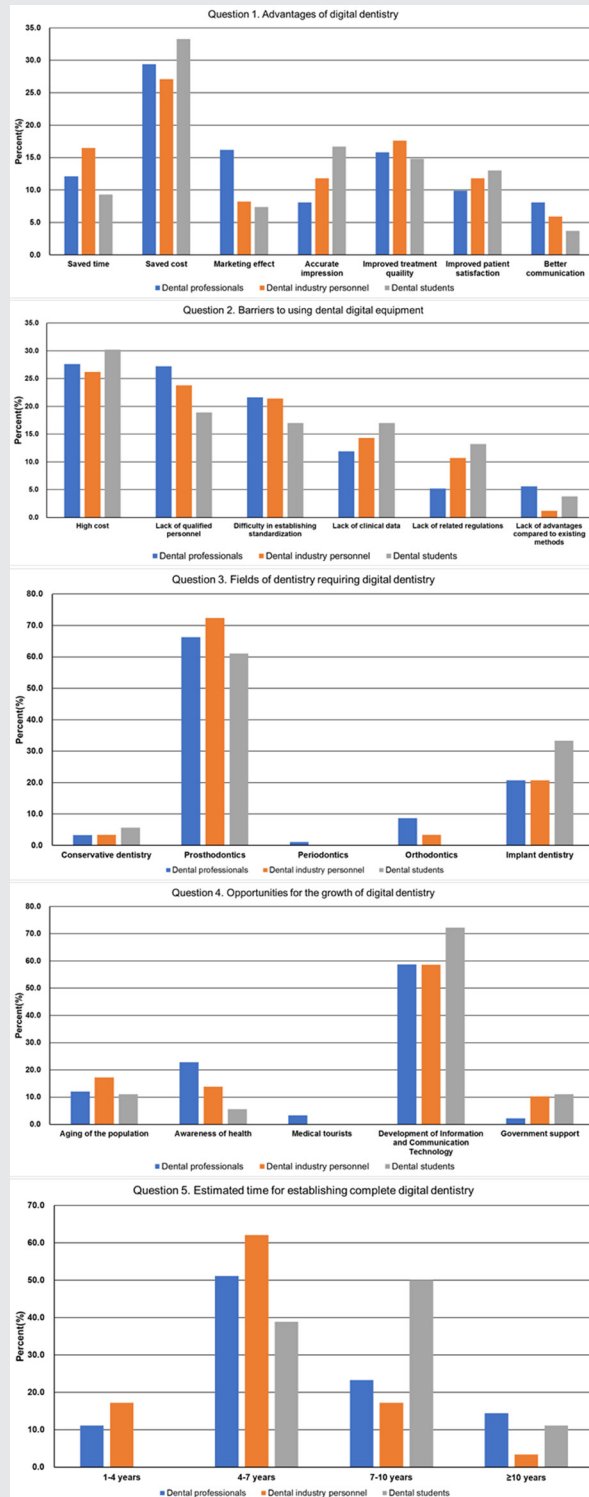


Figure 1. Results of the questions from No. 1 to 5 on the perceptions of digital dentistry

디지털 치의학의 장점에 대해서는 시간 절약이 모든 직종에서(치과의료종사자: 29.4%; 치과산업종사자: 27.1%; 치의학과 학생: 33.3%) 가장 높게 나타났다. 시간 절약 다음으로 치과의료종사자는 마케팅 효과(16.2%)와 치료의 질적 향상(15.8%)을, 치과산업종사자는 치료의 질적 향상(17.6%)과 비용 절감(16.5%)을, 치의학과 학생은 정확한 인상 채득(16.7%)과 치료의 질적 향상(14.8%)을 디지털 치의학의 장점으로 꼽았다.

디지털 치 의학을 구축하는데 있어 장애요소로는 비용 부담이 모든 직종에서(치과의료종사자: 27.6%; 치과산업종사자: 26.2%; 치의학과 학생: 30.2%) 가장 높게 나타났다. 비용 부담 다음으로는 모든 직종에서 장비 운용을 위한 전문인력의 부족과 표준화 구축의 어려움이 디지털 치의학 구축의 장애요소로 나타났다.

디지털 치의학이 가장 필요한 진료분야에 대해서는 보철치료가 모든 직종에서(치과의료종사자: 66.3%; 치과산업종사자: 72.4%; 치의학과 학생: 61.1%) 가장 높게 나타났으며, 다음으로 임플란트 분야(치과의료종사자: 20.7%; 치과산업종사자: 20.7%; 치의학과 학생 33.3%)가 높게 나타났다.

디지털 치의학 성장의 기회요인에 대해서는 정보통신 기술(Information and communication technologies, ICT)의 발전이 모든 직종에서(치과의료종사자: 58.7%; 치과산업종사자: 58.6%; 치의학과 학생: 72.2%) 가장 높게 나타났다.

완전한 디지털 치 의학을 구축하는데 필요한 예상 기간에 대해 치과의료종사자와 치과산업종사자에서는 4년 이상 7년 미만(치과의료종사자: 51.1%; 치과산업종사자: 62.1%)이라는 응답이 가장 많았다. 반면, 치의학과 학생에서는 7년 이상 10년 미만 (50.0%)이라는 응답이 가장 많았다.

디지털 치의학 연구나 포럼에 참여 정도에 대한 5점 척도의 결과는 치과의료종사자는 2.29 ± 1.09 , 치과산업종사

자는 2.97 ± 1.12 , 치의학과 학생은 3.67 ± 1.12 로 치의학과 학생에서 가장 높게 나타났다($p < 0.001$).

3. 치과용 디지털 장비에 대한 인식 및 현황

치과용 디지털 장비에 대한 일반적 인식에 대한 응답은 Table 3과 같다. 치과용 디지털 장비의 사용으로 진료 시간의 단축이 가능하더라는 문항에 대해서는 긍정적인 응답이 우세하였고, 치과산업종사자에서 4.17 ± 0.60 로 치과의료종사자의 3.72 ± 0.84 보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 치과용 디지털 장비의 사용으로 비용 절감이 가능하더라는 문항에 대해서 치과의료종사자는 2.89 ± 0.98 로 부정적인 응답이 우세하였으나 치과산업종사자는 3.76 ± 0.79 로 긍정적인 응답이 우세하였다($p < 0.001$). 치과용 디지털 장비의 사용이 환자의 만족도를 높인다는 문항에 대해서는 긍정적인 응답이 우세하였으며 직종별 인식에는 차이가 없었다. 치과용 디지털 장비의 사용을 위한 임상 데이터가 충분하더라는 문항에는 부정적인 응답이 우세하였으며 치의학과 학생에서 2.45 ± 0.69 로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 치과용 디지털 장비의 기술개발이 더 필요하더라는 문항에는 그렇다는 응답이 많았으며, 치과산업종사자에서 4.48 ± 0.57 로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 치과용 디지털 장비의 국산화가 필요하더라는 문항에 대해서는 그렇다는 응답이 많았으나, 치의학과 학생은 3.45 ± 1.05 로 다른 직종에 비해 낮게 나타났다($p < 0.01$).

치과의료종사자와 치의학과 학생의 치과용 디지털 장비의 효용에 대한 인식은 Table 4와 같다. 치과용 디지털 장비의 사용으로 환자와의 의사소통이 원활해진다는 문항에서는 치과의료종사자는 3.34 ± 0.91 , 치의학과 학생은 3.40 ± 0.94 로 나타났으며, 두 직종 간에 차이는 없었다. 치과용 디지털 장비가 마케팅 효과가 있다는 문항에는 그렇다는 응답이 우세하였으며, 치의학과 학

Table 3. General perception of dental digital equipment

Item	Occupation	Mean*	SD	<i>p</i> value
Time can be saved.	Dental professionals	3.72 ^a	0.84	0.016
	Dental industry personnel	4.17 ^b	0.60	
	Dental students	4.05 ^{ab}	0.83	
Cost can be saved.	Dental professionals	2.89 ^a	0.94	0.000
	Dental industry personnel	3.76 ^b	0.79	
	Dental students	3.15 ^a	1.04	
It improves patient satisfaction.	Dental professionals	3.47	0.87	0.185
	Dental industry personnel	3.79	0.68	
	Dental students	3.55	0.83	
There is enough clinical data.	Dental professionals	2.82 ^{ab}	0.84	0.019
	Dental industry personnel	3.14 ^b	0.92	
	Dental students	2.45 ^a	0.69	
Further development of technology and equipment is needed.	Dental professionals	4.08 ^{ab}	0.77	0.018
	Dental industry personnel	4.48 ^b	0.57	
	Dental students	4.00 ^a	0.56	
Equipment needs to be localized.	Dental professionals	4.00 ^b	0.81	0.002
	Dental industry personnel	4.34 ^b	0.86	
	Dental students	3.45 ^a	1.05	

* Post-hoc analysis was performed for each questionnaire. Different superscript letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$).

Table 4. Perceptions of dental professionals and dental students about the usefulness of digital dental equipment

Item	Occupation	Mean	SD	<i>p</i> value
It improves communication with patients.	Dental professionals	3.34	0.91	0.780
	Dental students	3.40	0.94	
It has a marketing effect.	Dental professionals	3.83	0.87	0.040
	Dental students	4.25	0.55	
I feel the burden of handling equipment.	Dental professionals	3.43	1.60	0.367
	Dental students	3.10	0.85	
It makes the treatment procedure easier.	Dental professionals	3.26	0.75	0.001
	Dental students	3.90	0.64	
It improves the quality of treatment.	Dental professionals	3.41	0.74	0.799
	Dental students	3.35	1.04	
It enables an accurate impression.	Dental professionals	3.23	0.93	0.239
	Dental students	3.50	0.95	

생에서 4.25 ± 0.55 로 더 높게 나타났다($p < 0.05$). 치과용 디지털 장비를 다루는데 부담을 느낀다는 문항에 대해서는 치과의료종사는 3.34 ± 1.60 , 치의학과 학생은 3.10 ± 0.85 로 나타났으며, 두 직종 간에 차이는 없었다. 치과용 디지털 장비를 사용하면 치료과정이 수월해진다는 문항에는 치의학과 학생이 3.90 ± 0.64 로 치과의료종사자의 3.26 ± 0.75 에 비해 긍정적인 응답이 더 우세하게 나타났다($p < 0.01$). 치과용 디지털 장비의 사용으로 치료의 질이 향상된다는 문항에 대해서 치과의료종사자는 3.41 ± 0.74 , 치의학과 학생은 3.35 ± 1.04 로 나타났으며, 두 직종 간에 차이는 없었다. 치과용 디지털 장비의 사용으로 정확한 인상 채득이 가능하다는 문항에 대해서 치과의료종사자는 3.23 ± 0.93 , 치의학과 학생은 3.50 ± 0.95 로 나타났으며, 두 직종 간에 차이는 없었다.

치과용 디지털 장비의 운용에 대한 치과의료종사자의 평가는 Table 5와 같다. 구매비용, 유지비용, 투자비용 대비 수익에 대한 응답은 각각 2.11 ± 0.55 , 2.47 ± 0.78 , 2.80 ± 0.60 으로 대체로 부정적으로 나타났다. 장비의 활용도가 높다는 문항에 대해서는 3.23 ± 0.86 으로 나타났다. 장비에 대한 A/S와 장비의 교육 서비스에 대한 만족도는 각각 2.97 ± 0.60 , 2.99 ± 0.59 로 나타났다.

치과의료종사자의 치과용 디지털 장비의 보유 비율은

51.6%였다. 보유한 치과용 디지털 장비로는 구강 스캐너가 40.6%로 가장 많았고, 다음으로 CAD/CAM 시스템(33.3%), 3D 프린터(31.9%) 순이었다. 치과의료종사자가 치과용 디지털 장비를 보유하지 않은 이유로는 디지털 장비 없이도 운영 가능(31.4%)이라는 응답이 가장 많았으며, 다음으로 비용부담(28.1%), 투자대비 불확실한 운영 수익(16.5%)이 뒤를 이었다.

치과용 디지털 장비를 보유하고 있지 않는 치과의료종사자 중 66.7%와 치의학과 학생의 95.5%는 치과용 디지털 장비를 신규로 구입할 의향이 있다고 응답하였다. 구입을 원하는 치과용 디지털 장비로는 치과의료종사자에서는 구강 스캐너(38.3%)가 가장 많았고, 치의학과 학생에서는 CAD/CAM 시스템(41.9%)이 가장 많았다(Fig. 2).

치과용 디지털 장비에서 가장 개선되어야 할 사항에 대해서는 치과의료종사자의 53.3%와 치의학과 학생의 50.0%는 합리적 가격을 우선 꼽았고, 치과산업종사자의 37.9%는 장비 성능의 고도화를 우선 꼽았다(Fig. 3). 디지털 치의학과 관련하여 연구개발이 필요한 분야에 대해서는 치과의료종사자에서는 고해상도 스캐너, 치과산업종사자와 치의학과 학생에서는 3D 치과용 CAD/CAM 소프트웨어의 우선 순위가 높게 나타났다(Fig. 4).

Table 5. Perceptions of dental industry personnel about the operation of dental digital equipment

Item	Mean	SD
The purchase price is appropriate.	2.11	0.55
The maintenance cost is appropriate.	2.47	0.78
It has a good economic efficiency.	2.80	0.60
It has a high utilization value.	3.23	0.86
It has a high reliability.	2.99	0.71
I'm satisfied with the customer service for the equipment.	2.97	0.60
I'm satisfied with the education service for the equipment.	2.99	0.59

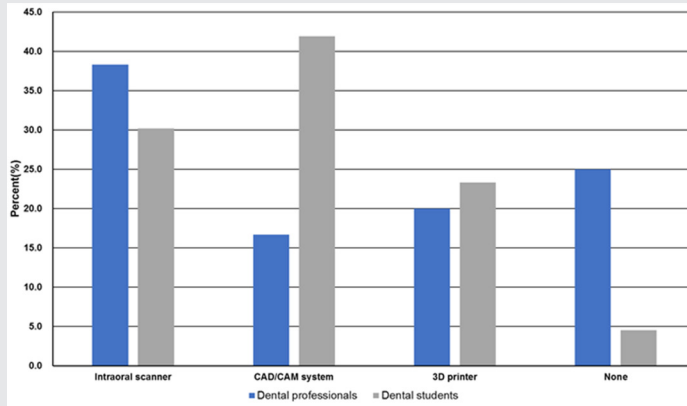


Figure 2. Types of dental digital equipment that dental professionals and dental students want to purchase

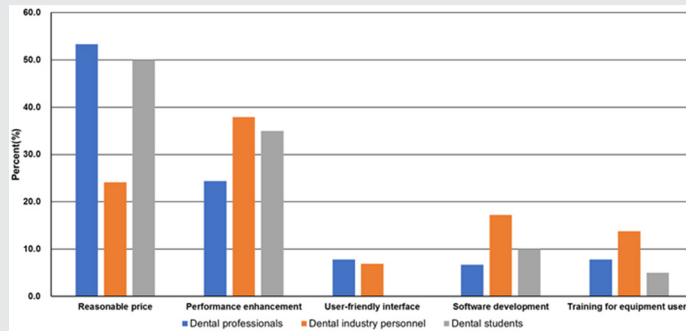


Figure 3. Required improvement on dental digital equipment

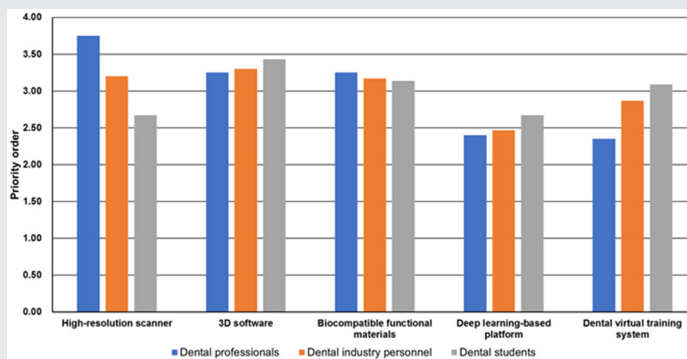


Figure 4. Priority areas of digital dentistry requiring research and development

IV. 고찰

본 연구에서는 디지털 치의학의 현황을 파악하고 발전 방향을 모색하기 위해 치과의료종사자, 치과산업종사자, 치의학과 학생을 대상으로 디지털 치의학에 대한 인식과 치과용 디지털 장비의 평가 및 사용 현황에 대해 분석하였다. 치과의료종사자의 경우 치과의사뿐만 아니라 진료 현장에서 치료 과정과 환자와의 의사소통에 참여하고 있는 진료보조인력도 포함하였다. 또한 교육과정에서 이미 디지털 치의학을 접하고 있고 미래 디지털 치의학 시대에 치과의사로 활동할 치의학과 학생도 조사대상에 포함하였다.

디지털 치의학의 장점에 대해서는 모든 직종에서 시간 절약이 가장 높게 나타났다. 치과의사를 대상으로 한 기존의 연구에서도 치과용 디지털 장비의 장점으로 진료시간의 단축이 가장 높은 빈도로 보고되었다^{9,10}. 현재 디지털 치의학이 가장 활발하게 적용되고 있는 분야는 간접수복치료나 보철치료와 같은 기공 과정을 필요로 하는 분야라고 할 수 있다. 전통적으로 기공물 제작을 위해서는 인상채득, 석고 모형 제작, 기공물의 디자인과 제작 단계를 필요로 하고, 일반적으로 진료실과 기공실 사이에서 인상채, 석고 모형, 기공물 등의 전달을 위한 시간도 추가로 필요하다. 반면 CEREC과 같은 완전한 진료실용 CAD/CAM 시스템의 경우, 동일한 공간에서 유기적으로 연결된 시스템 통해 인상채득부터 기공물 완성까지의 시간을 단축시킬 수 있다¹¹. 아직까지는 절삭 가공이 필요한 강화형 세라믹이나 지르코니아 등 일부 기공물에만 디지털 방식이 적용되고 있지만, 향후 완전한 디지털 제작 방식의 발전과 확대로 지대치 형성 당일에 치료가 완료되는 시스템의 대중화에 대한 기대도 응답 결과에 영향을 준 것으로 생각된다.

디지털 치의학의 장점 중 마케팅 효과는 치과의료종사자에서 다른 직종에 비해 높게 나타났다. 환자들에게 디

지털 치의학은 새로운 기술로 인식되기 때문에 치과의료종사자들이 의료기관의 차별성을 나타내기 위해 치과용 디지털 장비를 홍보에 이용하는 것을 볼 수 있다. 이는 치과의료종사자의 경우 다른 직종에 비해 새로운 기술이나 장비를 평가하는데 있어 의료기관의 경영에 미치는 영향도 중요한 요소로 작용하기 때문이라고 생각된다. 아직까지는 구매비용, 유지비용 등 치과용 디지털 장비에 대한 치과의료종사자의 평가(Table 5)가 긍정적이지 않음에도 불구하고 치과용 디지털 장비의 도입을 고려하는 것은 치과용 디지털 장비의 마케팅 효과에 대한 기대도 작용하고 있는 것으로 보인다.

디지털 치의학을 구축하는데 있어서 장애요소로는 비용 부담이 가장 높게 나타났다. 우리나라 치과의사의 구강 스캐너 사용현황을 조사한 기존의 연구에서도 높은 비용이 구강 스캐너 도입의 가장 큰 장애요인으로 나타났다⁹. Tran 등(2016)의 보고에 따르면 영국 치과의사들도 CAD/CAM 시스템 도입의 가장 큰 장애요소로 높은 초기 비용을 꼽고 있다¹². 최근에는 여러 기업에서 치과용 디지털 장비를 출시하고 있고 가격이 상대적으로 낮은 국산 디지털 장비도 소개되고 있지만, 아직까지는 고가의 해외 기업 장비에 대한 의존도가 높은 편이다. 치과의료기관의 경영에 영향을 받는 치과의료종사자 뿐만 아니라 치과산업종사자와 치의학과 학생도 디지털 장비의 도입 비용이 높다고 인식하고 있다. Song 등(2018)의 연구에 따르면 치과용 CAD/CAM 시스템 도입 시 고려 사항으로는 정밀도와 기능과 같은 장비의 성능 뿐만 아니라 가격도 중요한 요인인 것으로 나타났다¹³. 따라서 디지털 치의학의 저변 확대와 발전을 위해서는 장비와 기술의 국산화를 통해 도입비용에 대한 장벽을 낮추고, 장비의 경제성을 높이기 위한 노력이 필요하다.

또한 디지털 장비의 효율적인 운용을 위한 전문인력의 필요성에 대해서 많은 치과분야 종사자들이 공감하고 있었다. 현실적인 진료환경에서 치과의사가 디지털 Work-

flow의 모든 단계를 담당하는 것은 어려울 수 있다. 진료 보조인력이나 기공과정 담당 인력 또한 디지털 Workflow에 참여하여 진료의 효율을 높일 필요가 있으며, 이를 위해서는 치과의사뿐만 아니라 여러 치과 분야 종사자들에게도 디지털 치의학 교육이 필요할 것으로 보인다.

디지털 치의학 성장의 기회요인에 대해서는 정보통신 기술의 발전이 모든 직종에서 가장 높게 나왔다. 인구의 고령화, 건강에 대한 관심, 외국인 의료관광객과 같은 인구사회학적 영향 보다는 관련 기술의 발전이 디지털 치의학의 성장을 이끌 것이라고 판단하고 있다. 과거에는 의료 분야의 성장이 단순히 인구의 증가나 고령화와 같은 수요의 증가에 기반했으나, 최근에는 인공지능, 빅데이터 등 첨단 정보통신기술을 기반으로 진단, 예방, 새로운 치료제의 개발 등 새로운 분야의 개척을 중심으로 성장하고 있다¹⁴. 치의학 분야도 디지털 치의학이 새로운 성장동력이 될 것으로 보이며, 우리나라의 뛰어난 정보통신기술이 디지털 치의학의 성장을 견인할 것으로 기대하고 있는 것으로 보인다.

디지털 치의학이 완전히 구축되는데 필요한 예상 기간에 대해서는 치과의료종사자와 치과산업종사에서는 4년 이상 7년 미만이라는 응답이 가장 많았고, 치의학과 학생에서는 7년 이상 10년 미만이라는 응답이 가장 많았다. 디지털 기술이 치과 진료에 도입되고 많은 발전을 해왔지만, 아직까지는 기존의 전통적인 치료방식을 완전히 대체하기는 이르다고 판단하고 있다는 것을 알 수 있다.

디지털 치의학의 연구나 포럼에 대한 참여의사는 치의학과 학생에서 가장 높게 나타났다. 이는 미래의 치과의사로 활동할 치의학과 학생들이 새로운 기술에 대한 관심이 높고 디지털화를 치의학의 주요 흐름으로 인식하고 있기 때문인 것으로 보인다. 반면 치과의료종사자의 경우 부정적인 응답(전혀 그렇지 않다, 대체로 그렇지 않다)이 51.1%로 디지털 치의학 관련 활동에 대한 관심이 낮았다. 우리나라가 미래 디지털 치 의학을 선도하기 위해서

는 치과의료종사자의 적극적인 참여도 필요하기 때문에 기술 개발뿐만 아니라 치과의료종사자의 참여를 끌어올릴 수 있는 교육 및 학술 프로그램의 개발에도 투자가 필요할 것으로 보인다.

치과용 디지털 장비에 대한 일반적 인식과 관련하여 시간 단축과 환자의 만족도 향상 측면에서는 긍정적으로 평가하고 있었다(Table 3). 구강 스캐너와 같은 디지털 장비의 사용이 치료 시간을 단축시키고, 치료 중 환자의 편안함을 증진시키는데 도움이 된다고 보고되고 있다¹⁵. 그러나 비용 절감과 장비 사용을 위한 임상적 데이터 측면에서는 부정적인 응답이 많았다. 특히 비용 절감 측면에서는 치과의료종사자에서 부정적인 응답이 많았는데 아직까지는 디지털 장비 구축을 위한 높은 투자 비용에 비해 운용 효율은 높지 않은 것으로 판단하기 때문인 것으로 보인다. 또한 장비 사용을 위한 임상적 데이터는 장비의 신뢰도와 연관되며, 치과 의료를 제공하는 치과의료종사자와 치의학과 학생의 입장에서는 디지털 장비를 신뢰할 만한 임상적 데이터가 아직 충분하지 않다고 판단하고 있는 것으로 보인다. 이러한 인식은 치과용 디지털 장비에 대한 치과의료종사자의 신뢰도(Table 5)가 높지 않은 것에서도 나타나고 있다.

진료현장에서 치과용 디지털 장비의 주된 사용자인 치과의료종사자와 치의학과 학생은 치과용 디지털 장비의 효용에 대해서는 대체로 긍정적으로 평가하고 있었다(Table 4). 그러나 치과용 디지털 장비의 실질적인 운용에 대한 치과의료종사자의 평가는 아직까지는 긍정적이지 못한 것으로 나타났다(Table 5). 이는 경제적인 관점에서 치과용 디지털 장비의 구매비용과 유지비용이 높은 것에 비해 수익 증대 효과가 크지 않고 장비에 대한 사후관리나 교육 서비스가 만족스럽지 않기 때문인 것으로 분석된다. 이러한 인식은 치과용 디지털 장비를 보유하고 있지 않는 이유로 디지털 장비 없어도 운영가능(31.4%), 비용부담(28.1%), 투자대비 불확실한 운영 수익(16.5%)이라고 응

답한 것에서도 나타나고 있다. 그러나 치과용 디지털 장비를 보유하고 있지 않은 치과의료종사자의 66.7%와 치의학과 학생의 95.5%가 향후 치과용 디지털 장비를 도입할 의향이 있다고 밝힌 것은 디지털 치의학을 미래 치의학의 주요 흐름으로 인식하고 있기 때문인 것으로 보인다. 이러한 인식은 현재 치과용 CAD/CAM 시스템을 사용하고 있는 치과의사들이 CAD/CAM 사용을 통해 생산성의 증가보다는 첨단 치의학 기술을 활용하고 있다는 측면을 높게 평가하고 있다는 기존의 연구에서도 나타나고 있다¹²⁾.

향후 구입을 원하는 치과용 디지털 장비로 치과의료종사자에서는 구강 스캐너(38.3%)가 가장 많았고, 치의학과 학생에서는 CAD/CAM 시스템(41.9%)가 가장 많았다(Fig. 3). 스캐너를 이용한 디지털 인상채득은 디지털 Workflow의 출발점이라고 할 수 있으며, 진료현장에서 디지털화가 우선적으로 이루어지고 있는 분야이다. 전통적으로 인상채득은 진료실에서 이루어지지만 기공물의 디자인과 제작은 별도의 기공 전담 인력 또는 외부 기공소 의해 이루어져 왔다. 아직까지는 이러한 시스템이 보편적이라고 할 수 있다. 응답 중 구강 스캐너의 비율이 높은 것은 진료현장에 있는 치과의료종사자들에게는 기존의 기공물 제작 시스템 하에서 디지털화로 쉽게 진입할

수 있는 구강 스캐너가 진료실용 CAD/CAM 시스템보다 접근이 쉽고 효용이 높기 때문인 것으로 보인다. 디지털 치의학과 관련하여 우선적으로 연구개발이 필요한 분야에 대해서도 치과의료종사자들은 고해상도 스캐너의 개발을 우선 꼽았다. 따라서 진료현장에서는 구강 스캐너가 우선 대중화될 가능성이 높으며, 이를 시작으로 디지털 치의학에 대한 관심과 참여도 증대할 것으로 기대된다.

본 연구를 통해 치과 분야 종사자들은 치과용 디지털 장비의 효용에 대해서는 긍정적으로 인식하고 있지만, 높은 도입비용과 불확실한 경제성, 디지털 장비 사용을 위한 임상적 데이터의 부족은 디지털 장비를 도입하는데 주된 장애요인으로 작용하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 치과용 디지털 장비의 주된 사용자인 치과의료종사자들의 디지털 치의학 교육이나 연구에 대한 참여의 지도 낮은 실정이다. 따라서 디지털 치의학의 발전과 저변 확대를 위해서는 기술과 장비의 국산화를 통해 장비의 경제성을 높이고, 구강 스캐너와 같은 관심이 높은 분야를 중심으로 교육기회 등을 확대하여 치과 분야 종사자들의 적극적인 참여를 유도하려는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Rekow ED. Dental CAD/CAM systems: A 20-year success story. *Journal of the American Dental Association* 2006;137:5S-6S.
2. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *Journal of the American Dental Association* 2006;137:22S-31S.
3. Zimmer S, Göhlich O, Rüttermann S, Lang H, Raab WH, Barthel CR. Long-term survival of CEREC restorations: a 10-year study. *Operative Dentistry* 2008;33(5):484-487.
4. Nejatidanesh F, Savabi G, Amjadi M, Abbasi M, Savabi O. Five year clinical outcomes and survival of chairside CAD/CAM ceramic laminate veneers—a retrospective study. *Journal of Prosthodontic Research* 2018;62(4):462-467.
5. Al-Haj Husain N, Özcan M, Molinero-Mourelle P, Joda T. Clinical performance of partial and full-coverage fixed dental restorations fabricated from hybrid polymer and ceramic CAD/CAM materials: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine* 2020;9(7):2107.
6. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Augthun M, Spiekermann H. Fracture resistance of lithium disilicate-, alumina-, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: A laboratory study. *International Journal of Prosthodontics* 2001;14(3):231-238.
7. Makhija SK, Lawson NC, Gilbert GH, Litaker MS, McClelland JA, Louis DR, Gordan VV, Pihlstrom DJ, Meyerowitz C, Mungia R, McCracken MS, National Dental PBRN Collaborative Group. Dentist material selection for single-unit crowns: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *Journal of Dentistry* 2016;55:40-47.
8. Wenzel A. Two decades of computerized information technologies in dental radiography. *Journal of Dental Research* 2002;81(9):590-593.
9. Lim SS. Identifying current use of dental digital equipments and limiting factors influencing the adaptation of the technologies. Graduate School Seoul National University 2018.
10. Nassani MZ, Ibraheem S, Shamsy E, Darwish M, Faden A, Kujan O, editors. A survey of dentists' perception of chair-side CAD/CAM technology. *Healthcare* 2021;9(1):68.
11. Patzelt SB, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intra-oral scanners: An in vitro comparative study. *Journal of the American Dental Association* 2014;145(6):542-551.
12. Tran D, Nesbit M, Petridis H. Survey of UK dentists regarding the use of CAD/CAM technology. *British Dental Journal* 2016;221(10):639-644.
13. Song ES, Kim B, Lim YJ, Lee JJ. Survey study on the preference of dental medical personnel for dental CAD/CAM milling machines. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics* 2018;56(3):188-198.
14. 권순원, 김방룡, 현병환. SDA를 활용한 보건의료산업의 성장요인 분석. *보건경제와 정책연구* 2013;19(4):167-197.
15. Burhardt L, Livas C, Kerdijk W, van der Meer WJ, Ren Y. Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics* 2016;150(2):261-267.