

치과용 CAD/CAM 밀링기에 대한 치과의료종사자들의 선호도 조사

송은성¹ · 김봉주² · 임영준¹ · 이준재^{1*}

¹서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ²서울대학교 치과병원 치의생명과학연구원

Survey study on the Preference of Dental Medical Personnel for Dental CAD/CAM Milling Machines

Eun Sung Song¹, Bongju Kim², Young-Joon Lim¹, Jun Jae Lee^{1*}

¹Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

²Dental Life Science Research Institute & Clinical Translational Research Center for Dental Science, Seoul National University Dental Hospital, Seoul, Republic of Korea

Purpose: Recently, according to the development of digital technology, computer aided design/computer aided manufacture (CAD/CAM) system is widely used for fabrication of various dental prostheses in the field of dentistry. This study aims to survey the present state and awareness of CAD/CAM system on domestic dental field, and to supply the advice for the application of the new system. **Materials and methods:** In this questionnaire survey was conducted for a total of 298 dentists, dental hygienist and dental technicians of the whole country including the dental hospital of Seoul National University for two months from November to December, 2016 through mail. **Results:** The most important purpose to consider when purchasing a dental CAD/CAM milling machine were the performance of the milling machine (64.43%) and the use of milling machine was the highest with 49.33% of manufacturing for dental prosthesis and customized implant abutment. In addition, more than 60% of respondents answered positively about the purchase of new milling machine if the CAD/CAM milling machine was improved to satisfactory performance. **Conclusion:** This survey results show that the improved CAD/CAM milling machine would be play an important role in the dental industry in preparation for digitization and the 4th industrial revolution. (*J Korean Acad Prosthodont 2018;56:188-98*)

Keywords: Computer aided design/computer aided manufacturing; Milling machine; Digital dentistry; User preference; Survey study

서론

현재 전 세계 치과와 치기공계의 최대 화두는 치과용 Computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)이라고 해도 과언이 아닐 것이다. 대부분의 작업이 수작업으로 진행되는 왁스소환-주조법(lost-wax casting technique) 등의 전통적인 보철물 제작 방법의 경우, 작업자의 개인차에 의해 보철물

의 질적 차이가 생기게 되며, 동일인이 제작하더라도 작업의 일관성을 보장하기 어렵고, 수작업의 복잡한 과정에서 발생하는 인력과 시간의 낭비 등의 단점들이 지적되고 있다.^{1,2} 이러한 단점들을 극복하기 위한 대안으로 수복물의 질과 재현성을 높일 수 있고, 구강스캐너를 이용하여 3D 구강데이터를 저장하여 동질의 수복물 제작을 위한 표준화, 정밀성 및 계획성을 실행하여 효율성을 극대화 시킬 수 있는 디지털 CAD/CAM 기술이 부각되

*Corresponding Author: Jun Jae Lee

School of Dentistry, Biomaterials Research Building, Seoul National University,

101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Republic of Korea

+82 (0)2 2072 2940: e-mail, jazzyguts@gmail.com

Article history: Received January 12, 2018 / Last Revision April 30, 2018 / Accepted May 17, 2018

©2018 The Korean Academy of Prosthodontics

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

※This material is based upon work supported by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea) under Industrial Technology Innovation Program. No.10062402, 'Total solution for one day prosthodontic treatment and design of digital clinics'.

고 있는 추세이다.^{3,4} 디지털 카메라와 방사선 장비가 필름을 사라지게 한 것처럼, 머지않아 인상재와 주조보철이 치과에서 사라질 것이라고 많은 사람들이 예상하고 있다. 여기에 발맞춰 크고 작은 여러 업체들이 앞 다퉈 장비와 소프트웨어를 내놓고 있으며, 저마다 자사 제품의 우수성을 주장하고 있다.⁵⁻⁷ 하지만 수많은 고가의 시스템 중에 과연 어떤 것을 선택해야 할 지 대부분의 치과 의사와 치기공사들은 난감함을 가지고 있을 것이다. 일반적으로 새로운 CAD/CAM 밀링기를 구매할 때 고려해야 할 사항으로 다음의 6 가지를 들 수 있다.⁸⁻¹⁰ 첫째, 기존의 주조 보철을 대체할 만큼 정밀하고 튼튼한 보철물을 얻을 수 있는가? 둘째, 모든 형태의 보철물과 모든 수복재료에 적용 가능한가?(조정밀 금속 가공이 가능한가?) 셋째, 스캐너와 밀링기 등 각 구성요소에 호환이 가능한가?(open system인가?) 넷째, 작업이 쉽고 유지보수하기에 간편한가? 다섯째, 지속적인 업그레이드와 사후 서비스가 신속하고 저렴하게 이뤄지는가? 여섯째, 술자와 환자 모두에게 경제적인가? 등과 같은 질문사항을 고려해야 할 것이다. 이를 기준으로 치과나 기공소에서 새로운 CAD/CAM 장비를 구매할 때, 밀링기 시스템에 대한 선택 기준을 어디에 두고 판단을 내려야 하는 지에 대한 참고 자료로 사용하기 위해 본 문서에서는 “치과용 CAD/CAM 밀링기 사용자 선호도에 관한 설문조사”를 서울대학교 치과병원 및 전국의 치과병원, 치기공소를 대상으로 설문조사를 실시하여 현재 CAD/CAM 시스템의 현황 및 인식을 파악하고 새로운 시스템을 구축하는데 도움을 제공할 수 있는 자료로 활용하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

서울대학교 치과병원 및 전국의 치과병원, 치기공소를 대상으로 2016년 11월부터 12월까지 두 달간 설문조사를 실시하였다. 서울대학교 치과병원의 경우 직접 설문지를 수거하였으며 그 외 서울지역의 다른 병원 및 다른 지역의 설문은 우편을 통하여 설문을 실시하였으며 치과용 CAD/CAM 밀링기 사용자의 선호도를 살펴보기 위하여 임의 표집된 응답대상자 중 밀링기를 사용한 경험이 있다고 대답한 응답자 집단을 따로 분류하여 설문조사 분석을 실시하였다.

2. 도구

본 연구도구는 치과용 CAD/CAM 밀링기 실태를 살펴보기 위하여 제품의 사용여부, 구입 시 고려요인, 밀링기의 사용용도, 밀링기 구입 시 고려하는 용도, 밀링기의 개선사항 등에 대한 설문내용으로 구성된다. 밀링기의 만족도를 묻는 B의 5)번 문항의 경우 Likert 5단계 척도(매우 불만족=0점, 불만족=1점, 보통=2점, 만족=4점, 매우 만족=4점)를 이용하여 점수화하였으며, 그 외 빈도수를 묻는 항목에 대해서는 중복 응답을 허용하지 않았

다. 설문지의 구성은 밀링기 보유 유무와 관계없이 모든 응답자를 대상으로 일반적인 밀링기에 대한 인식을 묻는 6문항과 밀링기를 보유하고 있는 응답자를 대상으로 소유하고 있는 밀링기의 일반 특성을 묻는 4문항 및 밀링기의 만족도를 묻는 3문항으로 구성되어 있다. 연구도구의 적절성을 확인하기 위하여 문헌분석을 통하여 설문지를 작성한 뒤, 전문가 3인의 검토를 바탕으로 제작되었다.

3. 절차

치과용 CAD/CAM 밀링기에 대한 인식 및 요구도를 살펴보고자 선행연구 자료를 수집분석 하였으며, 연구의 이론적 근거를 마련하였다. 연구도구인 설문지의 타당성, 문제점, 소요시간을 파악하기 위하여 2016년 5월 20일부터 2016년 6월 15일까지 예비조사를 실시하였다. 설문조사 대상자 8명을 대상으로 실시하여 애매한 문장, 잘 이해되지 않는 문장, 내용 의미를 구축하기 어려운 문장을 수정보완 하였다. 수정을 거친 뒤, 문항에 대한 내용타당도 검증을 실시하였다. 본 검사는 완성된 설문지를 바탕으로 연구목적에 대하여 안내한 뒤, 참여의사가 있는 대상자를 대상으로 연구자가 직접 방문하거나 반송봉투를 이용하여 회수하는 방법을 통하여 본 조사가 실시되었다.

4. 통계분석

연구결과를 분석하기 위하여 Window용 PASW 18.0 프로그램을 사용하였으며 문항 별 결과분석을 위하여 빈도와 백분율을 산출하였으며 만족도를 살펴보는 문항에 대해서는 기술통계를 통하여 최대 유의수준 0.05에서 평균과 표준편차를 구하였다.

결과

1. 설문응답자 전체(298명)를 대상으로 한 통계분석

1) 설문 대상자의 일반적 특징

수집된 설문조사에 대한 응답결과를 바탕으로 자료 분석을 실시한 결과 총 298명이 참여하였으며 일반적 배경을 살펴보면 다음과 같다. 연령대는 40대 미만이 213명(71.05%)으로 빈도가 가장 높았으며 여자(N = 174, 58.3%)가 남자(N = 124, 41.06%)보다 더 많았다. 직업을 보면 치과위생사(N = 118, 39.6%), 치과 의사(N = 81, 27.2%), 치과기공사(N = 78, 26.2%)의 순으로 나타났다. 현재 밀링기를 보유하고 있다고 응답한 인원은 174명(58.39%)으로 나타났으며 보유하지 않다고 응답한 경우가 124명(41.61%)으로 나타났다. 밀링기를 보유한 대상자 중 밀링기의 사용 용도를 살펴본 결과, 관리만 하는 경우(N = 84, 28.2%), 설계와 제작을 동시에 함(N = 58, 19.5%), 설계만 함(N = 17, 5.7%), 제작만 함(N = 15, 5.0%)의 순으로 높게 나타났다. 밀링기를 보유한 응답자를 대상으로 한 통계분석은 B 부분에서 따

Table 1. General background of respondents (N = 298)

Category	Contents	Number of respondents	Percent (%)
Age	< 40 years	213	71.5
	40 - 49 years	58	19.5
	≥ 50 years	27	9.0
Sex	Male	124	41.7
	Female	174	58.3
Occupation	Dentist	81	27.2
	Dental technician	78	26.2
	Dental hygienist	118	39.6
	Miscellaneous	21	7.0
Types of milling machine use	Manage only	84	28.2
	Designed only	17	5.7
	Fabrication only	15	5.0
	Both design and fabrication	58	19.5
	No use	124	41.6

로 다루고 있다 (Table 1).

2) 일반 보철 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 요인

일반적인 보철 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 요인을 살펴보기 위하여 상위 1-3위를 대상으로 고려하는 정도를 알아본 결과는 Table 2와 같다.

치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 요인을 살펴본 결과에 의하면 1순위는 정밀도와 기능과 같은 성능(N = 192, 64.43%)을 고려한다고 응답한 빈도가 가장 높게 나타났다. 2순위로는 가격(N = 81, 27.18%), 보철물 제작시간(N = 67, 22.48%), 브랜드 인지도(N = 43, 14.43%), 성능(N = 29, 9.73%)의 순으로 고려하는 것으로 나타났다. 3순위로 고려하는 요인으로는 가격(N = 72, 24.16%), 보철물 제작시간(N = 65, 21.81%),

브랜드 인지도(N = 46, 15.44%), 주위의 추천(N = 37, 12.42%) 순으로 나타났다.

3) 일반 보철 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 밀링기의 용도

일반적인 보철 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 밀링기의 용도가 무엇인지를 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다.

치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 밀링기의 용도를 살펴보면 치과보철물 제작과 임플란트용 맞춤형 지대주 제작을 동시에 고려한다고 응답한 빈도가 147명(49.33%)으로 가장 높은 것으로 나타났으며 치과보철물 제작을 고려한다는 정도가 114명(38.26%)으로 나타났다.

4) 당일 보철치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시, 고려하는 밀링기의 용도

당일 보철치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기를 구매할 때 고려하는 밀링기의 용도가 무엇인지를 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다.

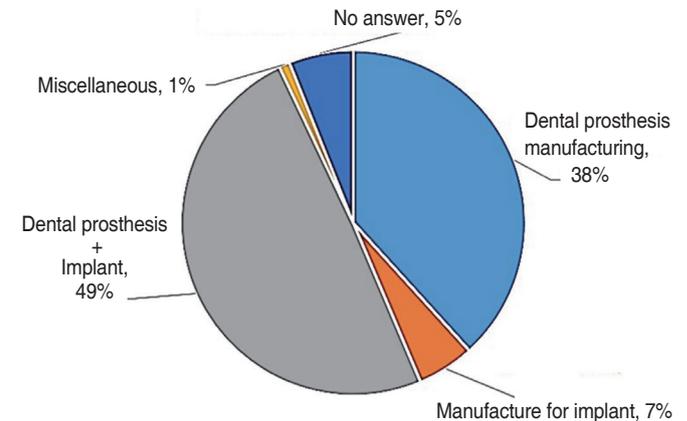


Fig. 1. Milling machine purpose to consider when purchasing dental CAD/CAM machines for general prosthodontic treatment (N = 298).

Table 2. Factors to consider when purchasing dental CAD/CAM milling machines for general prosthodontic treatment (N = 298)

Category	Rank 1		Rank 2		Rank 3	
	Number	Percent (%)	Number	Percent (%)	Number	Percent (%)
Design	3	1.01	15	5.03	10	3.36
Price	18	6.04	81	27.18	72	24.16
Performance	192	64.43	29	9.73	20	6.71
Brand awareness	18	6.04	43	14.43	46	15.44
Recommendation of acquaintance	14	4.70	15	5.03	37	12.42
Prosthetic production time	5	1.68	67	22.48	65	21.81
No answer	48	16.11	48	16.11	48	16.11

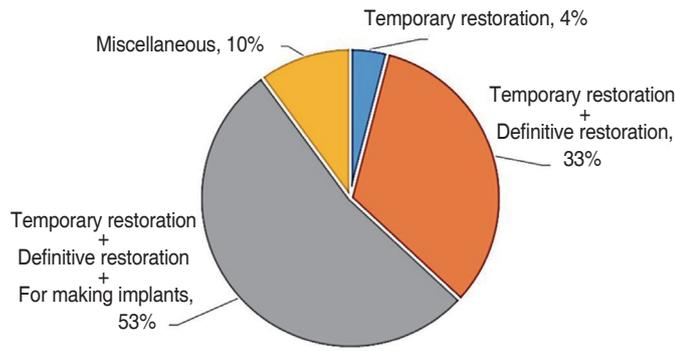


Fig. 2. Milling machine purposes to consider when purchasing dental CAD/CAM machines for one-day prosthodontic treatment (N = 298).

당일 보철물 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기를 구매하는 경우에 고려하는 밀링기의 용도를 살펴보면 임시보철물 제작, 최종보철물, 임플란트용 맞춤형 지대주 제작의 요소를 모두 고려한다는 응답이 158명으로 53.02%를 차지하며 가장 높았으며 임시보철물 제작과 최종보철물 제작을 고려한다는 응답은 98명(32.89%)으로 나타났다. 하지만 임시보철물 제작을 고려한다고 응답한 빈도는 12명(4.03%)으로 나타나 비율이 가장 낮았다.

5) 당일 보철치료를 위한 CAD/CAM 밀링기의 개선점

당일 보철치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 개선점에 대한 인식을 상위 1 - 3위를 중심으로 살펴보면 Table 3과 같다.

당일 보철물 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 개선점을 살펴본 결과, 당일 보철치료 솔루션을 실행하기 위한 밀링기의 개선점을 살펴본 결과, 1순위로는 제작된 보철물의 정밀도의 개선(N = 129, 43.29%), 보철물 제작시간의 감소(N = 32, 10.74%)가 필요하다는 인식이 높았다. 하지만 설계 소프트웨어의 간편성(N = 12, 4.03%), 기기의 소음감소(N = 13, 4.36%)에

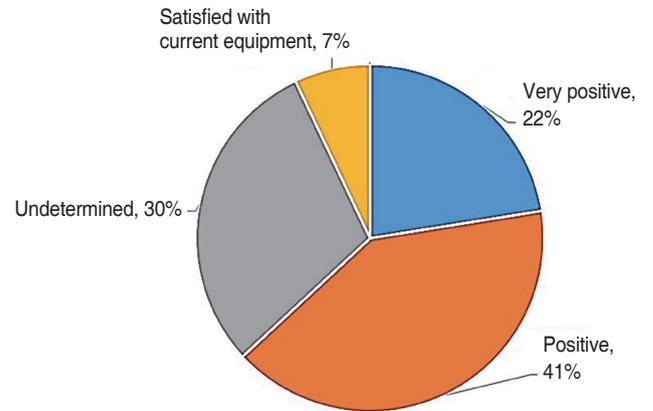


Fig. 3. The purchasing intentions about improved dental CAD/CAM milling machines for one-day prosthodontic treatment (N = 298).

대한 인식에 대한 빈도가 가장 낮았다. 2순위로는 보철물 제작시간의 감소(N = 71, 23.83%), 제작된 보철물의 정밀도 개선(N = 47, 15.77%), 기기의 범용성(N = 39, 13.09%)의 순으로 높게 나타났다. 3순위를 살펴보면 기기의 범용성(N = 64, 21.48%), 보철물 제작시간의 감소(N = 46, 15.44%)가 가장 높게 나타났다.

6) 당일 보철치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기 개선 시, 도입여부

당일 보철치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기를 개선할 경우 도입하고자 하는 의향이 있는지를 살펴본 결과는 Fig. 3과 같다.

당일 보철물 치료를 위한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 개선 시, 도입여부를 살펴본 문항에 따르면, 긍정적으로 고려하겠다는 의견이 121명으로 40.60%를 차지하였으며, 매우 긍정적으로 고려하겠다는 의견이 67명으로 22.48%의 비율을 차지하였다. 긍정적인 의견이 63.08%로 높게 나왔지만 잘 모르겠다는 의견도 89명(29.87%)으로 나타났으며 현재 장비에 대해 만족한다는 의견도 21명(7.15%)으로 나타났다.

Table 3. Required future improvements on the dental CAD/CAM milling machine for one-day prosthodontic treatment (N = 298)

Category	Rank 1		Rank 2		Rank 3	
	Number	Percent (%)	Number	Percent (%)	Number	Percent (%)
Noise reduction	13	4.36	9	3.02	8	2.68
Price	19	6.38	28	9.40	30	10.07
Improved precision of manufactured prosthesis	129	43.29	47	15.77	32	10.74
Reduction of prosthesis production time	32	10.74	71	23.83	46	15.44
Versatility	25	8.39	39	13.09	64	21.48
Compatibility with various oral scanners	25	8.39	32	10.74	39	13.09
Simplicity of software design	12	4.03	29	9.73	36	12.08
Miscellaneous	43	14.43	43	14.43	43	14.43

2. 현재 밀링기를 보유하고 있다고 응답한 대상자(174 명)에 대한 통계분석

1) 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 선택이유

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기 선택이유를 살펴보면 Fig. 4와 같다.

현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 선택이유를 살펴본 결과에 따르면, 성능과 기능이 맞아서가 65명(37.36%)으로 가장 높은 빈도를 차지하였다. 다음으로 기기의 가격이 예산과 맞아서가 28명으로 16.09%를 차지하였으며 업체에 대한 신뢰도가 16명으로 9.20%를 차지하며 가장 낮은 빈도를 보였다.

2) 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 용도

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 용도를 살펴보면 Fig. 5와 같다.

현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 용도를 살펴보면, 치과보철물제작을 위하여 구입하였다는 비율이 154명으로

88.5%를 나타냈으며 임플란트용 맞춤형 지대주 제작을 위해서 구입하였다는 경우가 8명으로 8% 그리고 연구용도의 구입이 1명으로 0.6%를 차지하여 주로 치과보철물 제작을 위한 용도로 밀링기를 구매하는 것으로 나타났다.

3) 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 작동 방식

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 작동 방식에 대해 살펴본 결과는 Fig. 6과 같다.

현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 작동 방식에 대해 살펴본 결과, 습식이라고 응답한 경우가 75명으로 43.10%를 차지하였으며 건식과 습식이 혼용이라고 응답한 경우가 39명(22.41%)이었으며 건식이 44명으로 25.29%를 차지하는 것으로 나타났다.

4) 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 국산/외국산 여부

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기가 국산인지 외국산인지에 대해 살펴본 결과는 Fig. 7과 같다.

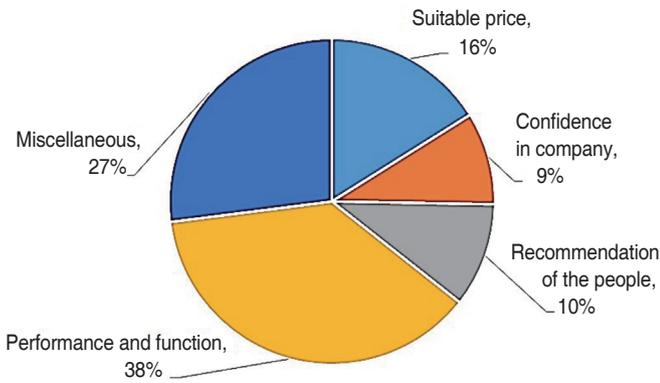


Fig. 4. The reason for selection of currently owned dental CAD/CAM milling machines (N = 174).

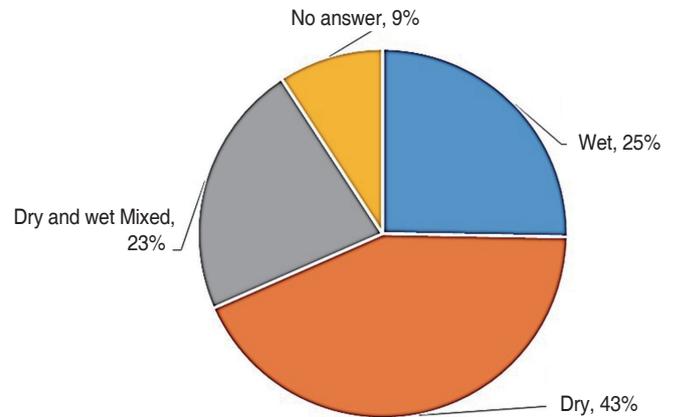


Fig. 6. Types of currently owned dental CAD/CAM milling machine (N = 174).

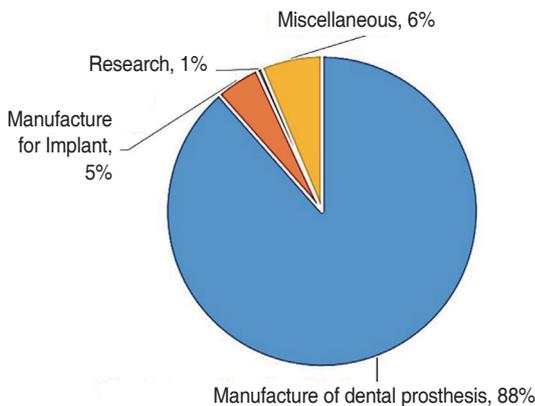


Fig. 5. The role of the currently owned dental CAD/CAM milling machine (N = 174).

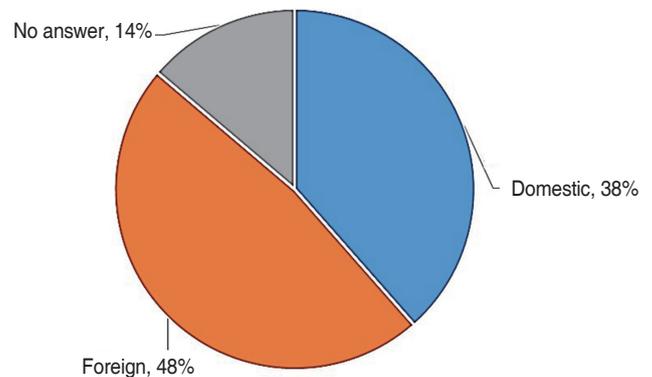


Fig. 7. Producing country of currently owned dental CAD/CAM milling machines (N = 174).

현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기가 국산제품인지 수입 제품인지를 살펴보면 외국산이라는 응답이 83명으로 47.7%를 차지하였으며 국산이라는 응답이 67명으로 38.51%를 나타냈다.

5) 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 만족도

Table 4는 현재 사용 중인 밀링기에 대한 만족도를 분석하기 위해 자체적으로 분류한 체크리스트를 나타내고 있다. 크게 3가지로 구분하여 밀링기의 외형 및 기능(check list 1), 사용가능 재료 및 출력물 완성도(check list 2) 그리고 내구성 및 유지보수(check list 3) 영역으로 구분하였고, 만족도점수는 매우 불만족(0점)부터 매우 만족(4점)까지 응답을 받아 설문을 진행하였다.

① 외형 및 기능 만족도

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 외형/기능의 만족도에 대해 살펴본 결과는 Table 5와 같다.

치과용 CAD/CAM 밀링기의 기기에 대한 외형/기능 만족도를 살펴본 결과에 따르면 외형의 경우에는 모델의 외향적 만족도가 2.25(SD = 0.67)로 나타났으며, 회전축 구조의 만족도(M = 2.22, SD = 0.68), 스핀들 형태의 만족도(M = 2.21, SD = 0.67)의 순으로 높게 나타났다. 하판 구조의 만족도(M = 2.13, SD = 0.55)와 GUI 조작의 만족도(M = 2.13, SD = 0.64)는 상대적으로 낮은 만족도를 나타냈다. 성능을 살펴보면 스핀들 회전속도의 만족도가 2.17(SD = 0.63)로 나타났으며, 가공시간에 대해서는 만족도가 2.17(SD = 0.67)로 나타났다. 동작에 대한 만족도를 살펴본 결과에 따르면 발열의 정도(M = 2.13, SD = 0.61) 및 사용시간 대비 만족도(M = 2.13, SD = 0.64)가 상대적으로 높게 나타났으나 2.0대로 낮은 만족도를 보였으며 진동(M = 2.06, SD = 0.70)과 소음(M = 2.08, SD = 0.76)정도에서 낮은 만족도가 보고되었다.

② 재료 및 출력물

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 재료 및 출력물에 대한 만족도를 살펴본 결과는 Table 6과 같다.

치과용 CAD/CAM 밀링기의 기기에 대한 재료 및 출력물에 대한 만족도를 살펴보면 사용 가능 재료의 종류에 대한 만족도가 2.24(SD = 0.70)으로 나타나 가공 가능 재료의 종류(M = 2.14, SD = 0.71)보다 만족도가 높았으나 2.0대로 낮은 수준의 만족도를 보였다. 출력물에 대한 만족도를 살펴본 결과에 따르면 반복 출력물 오차(M = 2.21, SD = 0.71), 출력물 표면 만족도(M = 2.20, SD = 0.67)의 순으로 만족도가 높았으며 모서리 삭제 만족도(M = 2.04, SD = 0.70)가 가장 낮게 나타났다.

Table 5. The satisfaction about currently owned dental CAD/CAM milling machine: appearance/function - Check list 1 (N = 174)

	Category	Average	Standard deviation
Design	Size	2.17	0.67
	Weight	2.20	0.71
	Appearance of model	2.25	0.67
	Spindle shape	2.21	0.67
	Rotation axis structure	2.22	0.68
	Bottom plate structure	2.13	0.55
	GUI operation	2.13	0.64
Performance	Spindle speed	2.17	0.63
	Processing time	2.17	0.67
Operation	Noise	2.08	0.76
	Vibration	2.06	0.70
	Exothermic	2.13	0.61
	Repeatability	2.10	0.70
	Usage time	2.13	0.64

Table 4. Lists of satisfaction analysis of currently owned dental CAD/CAM milling machine

Category		Scale				
		Very unsatisfied	Unsatisfied	Usually	Satisfied	Very satisfied
Check list 1	Design	0	1	2	3	4
	Performance	0	1	2	3	4
	Operation	0	1	2	3	4
Check list 2	Materials	0	1	2	3	4
	Output	0	1	2	3	4
Check list 3	Spindle	0	1	2	3	4
	Dust Collector	0	1	2	3	4
	Maintenance	0	1	2	3	4
	Etc.	0	1	2	3	4

Table 6. The satisfaction about currently owned dental CAD/CAM milling machine: materials/outputs - Check list 2 (N = 174)

Category		Average	Standard deviation
Materials	Types of usable materials	2.24	0.70
	Types of processible material	2.14	0.71
Outputs	Output size error	2.15	0.72
	Output repeat error	2.21	0.71
	Output surface	2.20	0.67
	Undercut result	2.15	0.68
	Edge cutting	2.04	0.70
	Output fitness for the subject	2.21	0.70
	Overall satisfaction	2.17	0.67

Table 7. The satisfaction about currently owned dental CAD/CAM milling machine: maintenance - Check list 3 (N = 174)

Category		Average	Standard deviation
Spindle	Frequency of failure	2.11	0.72
	Bur replacement cycle	2.15	0.65
	Cleaning of polishing byproducts	2.04	0.67
Dust collector	Frequency of failure	2.13	0.63
	Dust collector motor replacement cycle	2.16	0.63
	Dust collector corrosion	2.13	0.62
Maintenance	Ease of maintenance	2.06	0.67
	Maintenance cost	2.03	0.63
	Frequency of maintenance	2.07	0.61
Miscellaneous	Price competitiveness compared to performance and brand	2.20	0.72
	Convenience of repair service	2.14	0.70
	Failure rate	2.16	0.65
	Life span	2.22	0.65

③ 유지 및 보수

작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기가 구비되어 있다고 응답한 174명을 대상으로, 현재 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 유지 및 보수에 대한 만족도를 살펴본 결과는 Table 7과 같다.

치과용 CAD/CAM 밀링기의 기기에 대한 유지 및 보수에 대한 만족도를 살펴보면 스핀들의 경우에는 Bur 교체주기에 대한 만족도가 2.15로 나타났으며 연마 부산물세척에 대한 만족도(M = 2.04, SD = 0.67)가 상대적으로 낮았다. 집진기에 대한 만족도를 살펴보면, 집진기 모터 교체주기(M = 2.16, SD = 0.63), 고장빈도(M = 2.13, SD = 0.63), 집진기의 부식(M = 2.13, SD = 0.62) 정도의 순으로 나타났다. 유지보수에 있어서는 유지보수의 빈도(M = 2.07, SD = 0.61), 용이성(M = 2.06, SD = 0.67), 유리관리비용(M = 2.03, SD = 0.63)의 순으로 만족도가 나타났다. 그리고 기타항목에서는 사후유지보수의 편리성(M = 2.14, SD = 0.70), 고장율(M = 2.16, SD = 0.65), 제품성능/브랜드 대비 가격 경쟁력(M = 2.20, SD = 0.72), 수명(M = 2.22, SD = 0.65) 순으로 만족도가 높게 나타났다.

고찰

서울대학교 치과병원 및 전국의 치과병원, 치기공소를 대상으로 총 298명의 치과 의사, 치기공사 및 치과위생사를 대상으로 밀링기의 선호도에 대한 설문을 분석한 결과, 성별에 있어서는 여성이 57%로 많이 차지하고 있었고 연령대는 40대 이하가 전체의 91%로 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이는 주로 젊은 층에서 CAD/CAM 밀링기를 사용하고 있으며, 도입 시기 또한 최근임을 알 수 있다. 자신이 속한 작업장에 밀링기가 있다고 대답한 174명에 대해 분석한 결과, 대부분(90%) 치과보철물 및 임플란트용 맞춤형 지대주 제작용으로 밀링기를 사용하고 있었고 밀링기를 선택하는 가장 중요한 기준으로 성능과 기능을

선택하였다. 또한, 현재 보유중인 밀링기의 국산인지 외국산인지를 조사한 결과, 점유율 차이는 약 10% 정도로 외국산의 점유율이 높은 것으로 나타났다. 하지만 2015년 기준 다른 의료장비의 전체 수입 점유율인 63.3%와 비교하면 비교적 근소한 차이라 볼 수 있다.¹¹ 그리고 일반 보철치료 시 CAD/CAM 밀링기의 성능(정밀도, 기능)이 우수하다면 구매를 고려하겠다고 응답자가 64.43%(192명) 이었고, 당일 보철치료가 가능한 치과용 CAD/CAM 밀링기를 개선하여 공급한다면 구매의사가 있는냐는 질문에 긍정적 이상으로 대답한 응답자 또한 약 63%에 달하는 것을 볼 때, 이는 현재 치과관련 의료종사용자들이 일반 보철 치료 및 당일 보철 치료 시스템과 관련하여 CAD/CAM 밀링기 사용에 대해 높은 관심을 가지고 있다는 것으로 판단할 수 있으며 잠재적인 시장가치가 매우 높다는 것을 유추해 볼 수 있다. 여기에 잘 모르겠다고 대답한 30%의 응답자를 긍정적으로 끌어 들인다면 CAD/CAM 밀링기에 대한 수요는 더욱 높아질 수 있으리라 판단된다. 이를 통해 볼 때, 국내기술개발을 통한 국산제품의 성능향상이 이루어진다면 외국산이 차지하는 약 60%의 시장 점유율을 국산 의료기기로 대체해 나갈 수 있으리라 판단된다.

하지만 현재 사용 중인 밀링기에 대한 만족도를 조사한 check list 1, 2, 3의 설문분석 결과를 보면, 전반적으로 현재 소유 중인 밀링기에 대한 만족도가 낮지 않다는 것을 알 수 있다. 밀링기의 성능과 기능을 우선으로 제품을 선택하여 사용하고 있지만, 단지 밀링기의 외형과 사용 가능한 재료의 다양성 측면에서만 보통이상의 만족도를 나타내었고, 그 외 완성출력물에 대한 만족도, 소음 및 가공 시간 등에 대해서는 보통 이하의 낮은 만족도를 나타내고 있다는 것을 알 수가 있다. 이를 통해볼 때, 외형

과 같은 외적인 우수성 보다는 밀링기 자체의 성능과 기능에 대한 기술 개발이 절실히 필요하다는 것을 유추해볼 수 있다. 그러므로 국내 자체 기술개발을 통한 제품의 성능향상이 이루어진다면 CAD/CAM 밀링기 도입의향을 묻는 질문에서 잘 모르겠다고 대답한 30%의 응답자를 긍정적인 쪽으로 끌어들이는 역할을 하여 전체적인 치과기기 시장의 확대를 일으킬 수 있을 것으로 사료된다.

결론

이번 설문조사 분석 결과를 통해, 치과용 CAD/CAM 시장의 발전가능성을 확인할 수 있었으며, 현재 만족도가 낮은 밀링기의 성능과 기능을 발전시킨 당일보철치료 솔루션 시스템이 가능한 밀링기를 개발한다면 보다 다양한 치의학 분야로의 적용이 가능해질 뿐만 아니라 경제·산업적인 측면에서 외국산을 대체할 수 있으리라 판단되며, 점점 디지털화 되어가고 있는 치과용 CAD/CAM 시장의 한 축으로서 4차 산업혁명을 대비하는 중요한 역할을 할 수 있으리라 여겨진다.

ORCID

Eun Sung Song <https://orcid.org/0000-0002-7889-1769>

Bongju Kim <https://orcid.org/0000-0001-7309-5977>

Young-Jun Lim <https://orcid.org/0000-0003-2504-9671>

Jun Jae Lee <https://orcid.org/0000-0002-5496-0168>

References

1. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc* 1988;117:715-20.
2. Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent* 1991;1:150-4.
3. Busch M, Kordass B. Concept and development of a computerized positioning of prosthetic teeth for complete dentures. *Int J Comput Dent* 2006;9:113-20.
4. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.
5. Aeran H, Kumar V, Seth J, Sharma A. Computer aided designing-computer aided milling in prosthodontics: A promising technology for future. *IJSS Case Rep Rev* 2014;1:23-7.
6. Turkyilmaz I, Asar NV. A technique for fabricating a milled titanium complete-arch framework using a new CAD/CAM software and scanner with laser probe. *Tex Dent J* 2013;130:586-92.
7. Lee JH, Sohn DS, Kim TH. A novel method of complete denture fabrication with CAD/CAM. *J Korean Dent Ass* 2013;51:337-45.
8. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.
9. Albuha Al-Mussawi RM, Farid F. Computer-based technologies in dentistry: Types and applications. *J Dent (Tehran)* 2016;13:215-22.
10. Kapos T, Ashy LM, Gallucci GO, Weber HP, Wismeijer D. Computer-aided design and computer-assisted manufacturing in prosthetic implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:110-7.
11. Kwon KB. Recent trends and prospects of medical device industry. *Weekly KDB Report*. Available at: https://rd.kdb.co.kr/er/wcms.do?actionId=ADDERERERWCE93&contentPage=/er/er/ERER27I00010_01RS_DWIFRAME.jsp&menuId=&cid=21902

치과용 CAD/CAM 밀링기 선호도 설문지

※ 다음은 기본 인적사항 관련 설문입니다.

- 귀하의 연령은? ① 30대 이하 ② 40대 ③ 50대 ④ 60대 이상
- 귀하의 성별은? ① 남 ② 여
- 귀하의 직업은? ① 치과 의사 ② 치과기공사 ③ 치과위생사
④ 기타()
- 치과용 CAD/CAM 밀링기를 다루거나 관리한 기간은?
(약 개월)
- 현재까지 사용해 본 밀링기의 회사 또는 모델명이 무엇입니까?
(간단히 적어 주세요) 회사 or 모델명 1. 2. 3.
- 현재 치과용 CAD/CAM 밀링기를 사용하여 보철물을 디자인하
고 제작하십니까?
① 아니요, 관리만 한다. ② 디자인만 한다. ③ 제작만 한다.
④ 디자인 + 제작

※ 치과용 CAD/CAM 밀링기 실태 관련 설문입니다.

1. 현재 작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기 제품이 구매되어 있
습니까?
① 예(끝까지 설문을 완성해 주십시오)
② 아니오(2번 - 6번만 응답해 주십시오)
2. 귀하께서 치과용 CAD/CAM 밀링기를 구입할 때 고려하는 요인
은 무엇입니까?
(중요한 순서대로 나열해 주세요: 예 ⑤ - ① - ③ - ② - ④ - ⑥)
(- - - - -)
① 디자인 ② 가격 ③ 성능(정밀도, 기능)
④ 브랜드 인지도(업체에 대한 신뢰도)
⑤ 주위의 추천 ⑥ 보철물 제작시간
기타 필요한 사항이 있으면 적어주세요()
3. 귀하께서 치과용 CAD/CAM 밀링기를 구입할 때 가장 고려하는
밀링기의 용도는 무엇입니까?
① 치과보철물 제작 ② 임플란트용 customized abutment 제작
③ ① + ②
④ 기타 ()
4. 치과의원에서 당일 보철치료 솔루션을 시행하기 위해 치과용
CAD/CAM 밀링기를 구입할 때 귀하께서 고려하는 밀링기의 용
도는 무엇입니까?
① 임시보철물 제작
② 임시보철물 + 최종보철물 제작
③ 임시보철물 + 최종보철물 + 임플란트용 customized abutment
제작
④ 기타 ()

5. 당일 보철치료 솔루션을 시행 하기 위하여 현재 밀링기에서 개선
되어야 할 점이 무엇이라고 생각하십니까? (중요한 순서대로 나
열해 주세요: ① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦)
(- - - - -)
① 기기의 소음 감소 ② 가격 ③ 제작된 보철물의 정밀도 개선
④ 보철물 제작시간의 감소
⑤ 기기의 범용성(다양한 보철물의 제작: 임시치아, 글래스세라믹,
질코니아)
⑥ 각종 구강스캐너와의 호환성 ⑦ 디자인 소프트웨어의 간편성
기타 필요한 사항이 있으면 적어주세요()
6. 당일 보철치료 솔루션을 하기 위하여 치과용 CAD/CAM 밀링기
를 개선한다면 도입하실 의향이 있으십니까?
① 매우 긍정적으로 고려하겠다.
② 긍정적으로 고려하겠다.
③ 잘 모르겠다.
④ 현재 있는 장비로 만족한다.

※ 현재 작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기 제품이 구매되어 있는
분만 설문에 응해 주십시오.

7. 귀하께서 구입하신 치과용 CAD/CAM 밀링기를 선택하신 이유
는 무엇입니까?
① 기기의 가격이 예산과 맞아서 ② 업체에 대한 신뢰도
③ 주위의 추천 ④ 성능과 기능이 맞아서
⑤ 기타()
8. 귀하께서 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기의 용도는 무엇입니
까?(중복 선택 가능)
① 치과보철물 제작 ② 임플란트용 customized abutment 제작
③ 연구용 ④ 기타 ()
9. 귀하께서 구입한 치과용 CAD/CAM 밀링기는 건식입니까, 습식
입니까?
① 건식 ② 습식 ③ 건·습식 혼용
10. 현재 작업장에 치과용 CAD/CAM 밀링기 제품이 있다면 국산
제품인가요? 외국산 제품인가요?
① 국산 제품 ② 외국산 제품
제품의 제조회사, 모델을 적어주세요.
① 제조회사() ② 모델()

Check list 1

항목	Parameter	기기				
		매우불만족	불만족	보통	만족	매우만족
디자인	크기의 정도(0: 아주 큼, 2: 보통, 4: 아주 작음)	0	1	2	3	4
	무게의 정도(0: 아주 큼, 2: 보통, 4: 아주 작음)	0	1	2	3	4
	모델의 외형적 만족도	0	1	2	3	4
	스핀들 형태의 만족도	0	1	2	3	4
	회전축 구조의 만족도	0	1	2	3	4
	하판 구조의 만족도	0	1	2	3	4
	Graphic User Interface (GUI) 조작의 만족도	0	1	2	3	4
성능	스핀들 회전속도의 만족도	0	1	2	3	4
	가공 시간(0: 느림, 2: 보통, 4: 빠름)	0	1	2	3	4
동작	소음의 크기(0: 아주 많음, 2: 보통, 4: 전혀 없음)	0	1	2	3	4
	진동의 정도(0: 아주 많음, 2: 보통, 4: 전혀 없음)	0	1	2	3	4
	발열의 정도(0: 아주 많음, 2: 보통, 4: 전혀 없음)	0	1	2	3	4
	반복 오차 정도(0: 아주 많음, 2: 보통, 4: 전혀 없음)	0	1	2	3	4
	사용시간 대비 만족도	0	1	2	3	4

Check list 2

항목	Parameter	재료 및 출력물				
		매우불만족	불만족	보통	만족	매우만족
재료	사용 가능 재료의 종류(0: 적음, 2: 보통, 4: 많음)	0	1	2	3	4
	가공 가능 재료의 종류에 따른 만족도	0	1	2	3	4
출력물	디자인과 출력물 크기의 오차 (0: 아주 많음, 2: 보통, 4: 전혀 없음)	0	1	2	3	4
	반복 출력물 오차 (0: 아주 많음, 2: 보통, 4: 전혀 없음)	0	1	2	3	4
	출력물 표면 만족도	0	1	2	3	4
	언더컷 결과 만족도	0	1	2	3	4
	모서리 삭제 만족도	0	1	2	3	4
	대상에 대한 출력물의 적합도 (0: 부적합, 2: 보통, 4: 적합)	0	1	2	3	4
	전체적 만족도	0	1	2	3	4

Check list 3

항목	Parameter	유지 및 보수				
		매우불만족	불만족	보통	만족	매우만족
스핀들	고장 빈도(0: 매우 많음, 2: 보통, 4: 없음)	0	1	2	3	4
	Bur 교체주기(0: 짧음, 2: 보통, 4: 오래감)	0	1	2	3	4
	연마 부산물 세척(0: 어려움, 2: 보통, 4: 쉬움)	0	1	2	3	4
집진기	고장 빈도(0: 매우 많음, 2: 보통, 4: 없음)	0	1	2	3	4
	집진기 모터 교체주기(0: 짧음, 2: 보통, 4: 오래감)	0	1	2	3	4
	집진기 부식 정도(0: 큼, 2: 보통, 4: 적음)	0	1	2	3	4
유지보수	유지보수의 용이성(용이한 운환, 분해, 재조립, 교환)	0	1	2	3	4
	유지관리 비용(0: 매우 많음, 2: 보통, 4: 없음)	0	1	2	3	4
	유지보수의 빈도(0: 매우 많음, 2: 보통, 4: 없음)	0	1	2	3	4
기타	제품 성능 및 브랜드 대비 가격경쟁력	0	1	2	3	4
	A/S의 편리성	0	1	2	3	4
	고장률(0: 매우 많음, 2: 보통, 4: 없음)	0	1	2	3	4
	수명(0: 매우 짧음, 2: 보통, 4: 매우 김)	0	1	2	3	4

기타 건의 사항이 있으시면 적어주십시오.

설문에 참여해 주셔서 대단히 감사합니다.

치과용 CAD/CAM 밀링기에 대한 치과의료종사자들의 선호도 조사

송은성¹ · 김봉주² · 임영준¹ · 이준재^{1*}

¹서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ²서울대학교 치과병원 치의생명과학연구원

목적: 최근 디지털 기술의 발달과 더불어 치과영역에서도 다양한 보철물 제작을 위해 Computer aided design/computer aided manufacture (CAD/CAM) 시스템의 사용이 확대되고 있다. CAD/CAM 시스템은 전통적인 방식의 보철물 제작의 단점을 극복하여, 치과의사와 치기공사가 보철물을 제작할 때, 환자에게 한 두 번의 병원 방문으로도 정확하고 정밀도 높은 보철물의 제공이 가능하게 할 수 있다. 본 논문은 현재 국내의 CAD/CAM 시스템 현황 및 인식을 파악함으로써 새로 장비를 도입할 때 고려해야 할 항목에 대한 조언을 제공하고자 한다.

대상 및 방법: 본 설문 조사는 서울대학교 치과 병원을 포함한 전국 298 명의 치과의사, 치과위생사 및 치과기공사를 대상으로 2016년 11월부터 12월 까지 2 개월간 우편을 통해 실시하였다.

결과: 치과용 CAD/CAM 밀링기 구매 시 가장 고려하는 요인은 밀링기의 성능(64.43%)이었으며 용도는 치과보철물 제작과 임플란트용 맞춤형 지대주 제작이 49.33%로 가장 높았다. 또한, 응답자의 약 60% 이상이 CAD/CAM 밀링기가 만족할 만한 성능으로 개선된다면 새로운 장비의 구매에 대해 긍정적인 답변을 보였다.

결론: 설문조사 분석결과, 성능이 개선된 CAD/CAM 밀링기 디지털화 및 4차 산업혁명을 대비하는 치과산업에서 중요한 역할을 할 것으로 여겨진다. (대한치과보철학회지 2018;56:188-98)

주요단어: 캐드캠; 밀링기; 디지털 치의학; 사용자 선호도; 설문조사

*교신저자: 이준재
03080 서울시 종로구 대학로 101 서울대학교 치의학대학원 생체재료 연구동 102-1호
02 2072 2940: e-mail, jazzyguts@gmail.com
원고접수일: 2018년 1월 12일 / 원고최종수정일: 2018년 4월 30일 / 원고채택일: 2018년 5월 17일

© 2018 대한치과보철학회
이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.

※이 연구는 2016년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (10062402).