

# 문항반응이론에 따른 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도 분석: 치과기공사 국가시험을 중심으로

황경숙

신한대학교 치기공학과

## Analysis of the difficulty and discrimination of paper-based tests and computer-based tests according to item response theory: focusing on the National Dental Technician Examination

Kyung-Sook Hwang

Department of Dental Technology, Shinhan University, Uijeongbu, Korea

### Article Info

Received August 5, 2022

Revised August 23, 2022

Accepted September 19, 2022

### Corresponding Author

Kyung-Sook Hwang

Department of Dental Technology, Shinhan University, 95 Hoam-ro, Uijeongbu 11644, Korea

E-mail: hks3435@hanmail.net

https://orcid.org/0000-0001-8793-9640

**Purpose:** This study analyzes the difficulty and discrimination of the paper-based test (PBT) and the computer-based test (CBT) according to item response theory, focusing on the National Dental Technician Examination.

**Methods:** A mock test was conducted from September 15 to 23, 2020, and the final 179 (1 out of 180 absentees) people were the subjects of this study. Both frequency analysis and factor analysis were performed. The collected data were analyzed using IBM SPSS Statistics ver. 18.0 (IBM) and jMetrik programs. The significance level was set to 0.05.

**Results:** The difficulty of the mock test was more easily responded to in CBT. It was also predicted that the CBT could better measure the ability of test takers than the PBT could.

**Conclusion:** The difficulty, discrimination, and reliability of the questions were not affected by the examination method through the mock test. The feasibility of a future change to the CBT was confirmed by the National Dental Technician Examination.

**Key Words:** Computer based test, Difficulty, Discrimination, Item response theory, Paper based test

## INTRODUCTION

21세기의 급속한 디지털화는 의료산업계에 커다란 지각변동을 일으키고 있다. 특히 바이오와 디지털 헬스케어 산업분야는 센서를 이용한 측정, 인터넷을 이용한 연결화, 빅데이터 인공지능을 활용한 지능화 등 미래 산업 선점을 위한 혁신이 가속화되고 있다 [1]. 이러한 변화와 더불어 교육 분야에서의 사이버화가 신속히 이루어지고 있으며, 어학시험이나 사이버대학의 평가는 이미 온라인 평가가 보편화되고 있고, 일부 국가자격시험, 기업의 신입사원 선발시험에도 디지털 시험이 도입되고 있다 [2]. 또한 국내 대학들에서도 디지털을 이용한 강의를 시행하고 있어 향후 몇 년 후에는 사이버 강의가 보편화 될 것으로 예측된다.

치과기공사 직무환경은 4차 산업혁명과 디지털의 등장으로 빠르게 바뀌어가고 있다 [3]. 삶의 질이 상승하면서 환자들은 치아의 기능적 요소와 더불어 심미적인 회복에 많은 관심을 가지게 되었고, 이를 만족시키고자 신소재 재료 개발과 이에 대응할 수 있는 최첨단 기자재 개발 등이 동시에 진행되어 현재는 그동안의 직무 환경과는 크게 차이를 보이고 있다 [4].

교육과정 및 산업현장의 디지털화가 활발히 진행되는 환경에서 한국보건의료인의 면허를 부여하는 치과기공사 국가시험은 아직까지 지필 시험을 실시하고 있다. 보건의료인 국가시험은 해당 직종에 대한 면허 또는 자격을 부여하기 위해 시행하는 시험이며 각 직종별 국가시험은 실제 직무상황에서 문제해결능력을 가지고 있는지를 평가하여야 한다. 현재 지필 시험에서 사용하고 있는 선택

형 시험문항은 이러한 문제해결능력보다는 직무를 수행하는데 필요한 관련지식을 기억하거나 이해하고 있는지를 주로 평가하고 있어, 해당 직무의 실제성 또는 현실성을 반영하는 시험이 되기 위해서는 아직도 많은 노력이 필요한 실정이다[5].

보건의료직종별 smart device based test 국가시험체제에 대한 타당성 연구에서 Yoo 등[6]은 컴퓨터적용 시험에서 편리성, 답안 마킹의 불안감 해소, 시험시간 안배, 시험 경비 절감 가능성, 실험실습과 관련된 내용 인지여부 확인, 현장에서의 문제해결능력 고취 등, 지필 시험의 한계요인 극복 가능성에 대해 긍정적 연구결과를 보였다.

미국의 National Board of Medical Examiners는 2007년부터 컴퓨터 활용시험에 사례의 실제성을 보강한 멀티미디어 문항을 이용하기 시작하였고, 한국에서는 1급 응급구조사 직종에서 2014년부터 멀티미디어 시험문항을 개발하여 3회의 모의시험을 시행하고 2017년부터 국가시험을 스마트기기 기반 시스템으로 전환하여 시행한 후 2020년부터는 타 보건의료직종의 국가시험에 적용되었다[7,8]. 이와 같은 전반적인 산업의 추세와 현장의 요구에 맞추어 치과기공사 국가시험에서도 보다 효율적으로 평가할 수 있는 보완된 시험제도가 필요하다고 사료된다. 그동안 치과기공사 실기시험 개선방안에 대한 연구는 있었으나[9,10] 임상 직무 상황을 반영하여 문제해결에 대한 능력을 평가할 수 있는 문항개발 및 필기시험 제도 개선에 대한 연구는 미비하였다. 실제 직무 상황을 반영한 멀티미디어 문항이 적용된 컴퓨터적용 시험을 통하여 현장에서 필요로 하는 우수한 자격기준에 적합한 인재를 평가하고, 치기공(학)을 전공하는 수험생들의 문제해결능력을 평가할 수 있도록 하고자 한다. 이에 본 연구에서는 치과기공사 국가시험을 중심으로 문항반응이론에 따른 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도 분석을 통해 컴퓨터적용 시험에 대한 타당성을 제시하고자 한다.

## MATERIALS AND METHODS

### 1. 연구대상

치기공학과가 있는 임의의 6개 대학교를 선정한 후 자발적 참여를 희망한 학생 180명을 모집하였다(한 학교에 30명씩 모집).

모집한 학생들을 두 개의 집단으로 분류하였고 A집단(3개 학교)은 1차 지필 시험 후 2차 컴퓨터적용 시험을 실시하였다. B집단(3개 학교)은 1차 컴퓨터적용 시험 후 2차 지필 시험을 실시하였다. 2020년 9월 15일부터 9월 23일까지 모의시험을 실시하였고 최종 연구대상은 179명(1명 결사)이다.

### 2. 연구도구

치과기공사 국가시험 205문항 중 의료관계법규 20문항을 제외한 185문항을 각각 지필 시험과 컴퓨터적용 시험으로 준비하였다. 모의시험의 문항개발은 과목별로 경험이 풍부한 교수를 추천하여 동의를 받고, 자체 문항개발 워크숍에 참석한 21명의 교수들에 의해 개발이 이루어졌다. 개발된 문항은 크로스 체크를 하였으며 문법상 오류나 사용언어에 대한 적합성 검토의 과정을 거쳤다.

### 3. 통계분석

본 연구의 자료는 IBM SPSS Statistics ver. 18.0 (IBM, Armonk, NY, USA)과 jMetrik 프로그램을 사용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 SPSS 프로그램으로 빈도 분석하였고, 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도 평균을 알아보기 위해 기술통계 분석하였다. 문항분석을 위해 jMetrik 프로그램을 사용하였다. 문항반응이론에 기초하여 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도를 각각 산출하였다. jMetrik은 고전 검사이론 및 문항반응이론 모형을 바탕으로 문항을 분석할 수 있는 프로그램으로 본 연구에서는 능력모수의 사전확률 밀도함수를 이용하여 능력모수에 무관한 우도함수를 유도하는 주변 최대우도 추정법(marginal maximum likelihood estimation)을 적용하였으며, 2모수 문항반응이론 모형을 선택하여 문항의 난이도와 변별도를 추정하였다. 마지막으로 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 동등성 검증을 위하여 분할구획요인설계(split-plot factorial design)로 검증을 실시하였다.

## RESULTS

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 성별은 남성이

**Table 1.** General characteristics

Characteristics	Variables	N (%)
Gender	Man	98 (54.7)
	Woman	81 (45.3)
Grade	Grade 3	119 (66.5)
	Grade 4	60 (33.5)
Total		179 (100.0)

**Table 2.** Average level of difficulty and discrimination of PBT and CBT (N=179)

Exam type	Difficulty	Discrimination	Cronbach's $\alpha$
PBT	2.67±3.94	1.16±0.56	0.873
CBT	-0.02±4.85	0.73±0.36	0.927

Values are presented as mean±standard deviation.

PBT: paper-based test, CBT: computer-based test.

**Table 3.** Difficulty and discrimination of paper-based test

No.	A	B	No.	A	B	No.	A	B	No.	A	B
1	1.82	-0.86	48	1.14	0.88	95	0.83	1.20	142	0.19	16.15
2	1.64	0.91	49	1.66	0.44	96	0.52	5.30	143	2.14	-0.80
3	1.18	0.31	50	1.16	0.85	97	0.43	3.41	144	1.26	0.43
4	1.67	1.37	51	0.98	0.54	98	1.28	0.43	145	1.52	0.87
5	1.44	0.47	52	1.28	1.21	99	1.60	0.86	146	1.83	-0.28
6	1.39	-0.05	53	0.50	5.54	100	0.28	14.75	147	1.35	0.17
7	1.38	0.26	54	0.51	3.37	101	0.45	8.71	148	1.50	0.49
8	0.27	10.03	55	0.52	5.66	102	0.79	3.69	149	1.96	0.13
9	1.85	0.00	56	1.58	0.55	103	1.17	0.75	150	0.29	10.37
10	0.94	1.34	57	1.36	1.20	104	1.00	2.97	151	1.25	0.08
11	0.45	10.25	58	0.90	0.49	105	0.32	7.50	152	1.14	1.29
12	1.22	0.59	59	1.24	0.54	106	1.84	0.09	153	0.44	7.57
13	2.04	-0.72	60	1.82	0.93	107	0.43	8.46	154	1.72	0.42
14	1.41	-0.02	61	0.61	5.31	108	1.50	0.42	155	0.51	5.40
15	0.66	2.29	62	2.08	-0.13	109	0.71	3.94	156	0.32	7.54
16	2.10	-0.53	63	1.69	0.79	110	0.32	8.15	157	1.10	0.12
17	1.30	0.74	64	0.26	11.38	111	1.35	5.94	158	1.42	0.05
18	1.44	0.08	65	1.42	1.10	112	0.25	11.49	159	1.49	0.95
19	2.02	0.72	66	1.53	0.59	113	0.28	11.76	160	0.93	0.34
20	1.63	-0.40	67	0.97	2.61	114	0.40	5.65	161	1.60	0.21
21	1.61	-0.23	68	1.30	0.39	115	1.87	0.17	162	1.43	-0.27
22	1.47	0.23	69	1.35	5.94	116	0.95	5.86	163	2.00	0.40
23	1.80	-0.18	70	0.32	14.19	117	1.69	0.22	164	1.80	0.53
24	0.59	1.56	71	0.39	8.79	118	0.57	5.87	165	1.72	-0.05
25	0.34	8.15	72	1.76	0.30	119	1.57	0.67	166	1.61	0.98
26	0.71	2.32	73	1.34	1.08	120	1.06	0.35	167	1.14	0.55
27	1.99	0.48	74	1.55	0.81	121	0.92	-0.14	168	1.28	-0.11
28	1.55	-0.14	75	0.90	0.49	122	0.85	1.28	169	1.07	0.51
29	2.29	-0.83	76	1.31	0.65	123	1.78	-0.40	170	0.81	5.88
30	1.89	-0.05	77	2.43	-0.52	124	1.56	0.14	171	2.23	-0.26
31	1.84	-0.67	78	1.86	-0.32	125	2.09	-0.63	172	1.36	0.82
32	2.05	-0.31	79	1.54	1.06	126	0.48	2.64	173	1.08	1.23
33	0.81	2.65	80	1.23	0.45	127	0.44	3.08	174	0.59	1.46
34	0.81	0.08	81	1.37	0.52	128	0.85	5.68	175	0.91	0.79
35	2.28	-0.79	82	1.35	0.65	129	0.32	14.11	176	0.94	2.36
36	0.55	6.76	83	1.81	0.63	130	0.44	10.50	177	0.71	2.34
37	0.63	5.91	84	1.15	0.40	131	0.63	5.90	178	1.28	0.82
38	1.63	0.38	85	0.63	1.90	132	0.54	0.93	179	0.54	5.02
39	1.41	0.62	86	1.10	0.63	133	0.40	13.17	180	0.73	2.94
40	1.19	1.01	87	1.60	0.30	134	0.98	0.85	181	2.20	0.15
41	1.19	0.96	88	1.73	-0.75	135	0.37	11.17	182	1.46	0.53
42	1.41	-0.56	89	1.71	-0.56	136	0.35	13.14	183	1.50	0.94
43	0.96	3.16	90	0.54	3.21	137	0.48	8.84	184	0.48	5.12
44	1.76	-0.04	91	1.36	0.43	138	0.74	5.84	185	1.34	0.71
45	1.70	-0.05	92	0.27	13.91	139	0.36	4.62			
46	1.14	1.23	93	0.27	12.67	140	0.23	14.64			
47	1.11	0.81	94	1.56	-0.30	141	0.42	5.55			

A: discrimination, B: difficulty.

Maximum: discrimination 2.43 (question 77), difficulty 16.15 (question 142).

Minimum: discrimination 0.19 (question 142), difficulty -0.86 (question 1).

**Table 4.** Difficulty and discrimination of computer-based test

No.	A	B	No.	A	B	No.	A	B	No.	A	B
1	1.30	-2.21	48	0.87	0.75	95	0.45	2.18	142	0.98	-3.60
2	0.95	0.69	49	0.88	-0.39	96	0.34	5.86	143	1.23	-2.13
3	0.56	-0.59	50	1.11	0.27	97	0.62	-0.42	144	0.53	-0.90
4	1.16	0.92	51	0.66	-0.11	98	1.09	0.07	145	0.99	0.53
5	0.89	-0.01	52	0.58	1.30	99	0.06	34.50	146	0.53	-2.00
6	0.85	-1.27	53	0.82	0.36	100	0.60	-5.30	147	1.07	-0.35
7	0.93	-0.55	54	0.68	0.33	101	0.63	0.39	148	0.78	-0.46
8	0.63	-0.50	55	0.55	0.80	102	0.58	3.53	149	0.75	-1.25
9	1.85	-1.53	56	1.23	-0.01	103	0.07	11.44	150	0.07	31.04
10	0.38	5.91	57	0.83	0.95	104	0.39	5.93	151	1.06	-1.86
11	0.39	2.15	58	0.38	-0.71	105	0.96	-0.24	152	0.52	-0.35
12	0.41	0.71	59	0.27	3.73	106	0.95	-1.93	153	0.65	0.53
13	1.12	-2.41	60	0.79	1.28	107	1.24	-2.12	154	0.56	0.61
14	0.74	-1.03	61	0.37	-1.84	108	1.04	-0.92	155	0.92	1.28
15	0.25	5.13	62	1.65	-0.83	109	0.60	-1.95	156	0.66	-0.59
16	1.14	-1.40	63	0.69	0.43	110	1.47	-0.93	157	0.69	-0.79
17	1.13	0.19	64	0.12	8.80	111	1.09	-0.25	158	0.87	-1.18
18	0.23	-2.66	65	0.77	0.39	112	0.78	-1.10	159	1.14	0.76
19	1.24	0.26	66	1.31	0.05	113	1.12	-1.63	160	0.42	-0.70
20	1.21	-1.22	67	0.45	-0.29	114	0.08	29.82	161	0.40	-1.34
21	0.79	-1.43	68	1.04	0.00	115	1.14	-0.41	162	0.82	-1.83
22	0.53	-1.66	69	0.17	-13.35	116	0.43	-1.29	163	1.58	0.01
23	0.91	-1.64	70	0.34	-2.07	117	0.58	-1.27	164	0.83	-0.01
24	0.56	0.65	71	0.39	-0.56	118	0.79	-2.29	165	0.93	-1.09
25	0.41	-5.63	72	1.50	-0.70	119	1.11	0.17	166	1.06	0.74
26	0.21	4.37	73	0.97	-0.65	120	0.36	-1.40	167	0.19	-1.24
27	0.68	-0.25	74	0.78	0.68	121	0.23	-4.45	168	0.19	-5.56
28	0.83	-1.29	75	0.69	0.25	122	0.64	2.16	169	0.80	-0.13
29	1.13	-2.86	76	0.51	0.34	123	0.71	-2.38	170	0.62	-4.16
30	0.91	-1.69	77	1.63	-1.86	124	0.79	-0.71	171	1.31	-1.43
31	0.37	-5.84	78	0.71	-2.13	125	0.83	-3.97	172	0.60	-0.07
32	0.78	-2.06	79	0.51	2.01	126	1.08	-1.93	173	1.39	0.51
33	0.84	2.21	80	0.79	-0.13	127	0.37	-2.75	174	0.51	1.10
34	0.10	-4.87	81	0.90	-0.21	128	0.26	2.35	175	0.92	-1.76
35	0.74	-4.81	82	0.90	-0.07	129	1.11	-0.88	176	0.79	1.48
36	0.55	-0.73	83	1.22	0.15	130	0.88	-0.07	177	0.84	0.87
37	0.27	-5.88	84	0.21	-2.87	131	1.17	-0.24	178	0.70	0.14
38	0.57	-0.54	85	0.21	4.90	132	0.51	-5.36	179	0.42	1.52
39	0.47	0.47	86	0.39	-0.27	133	0.30	2.66	180	0.18	0.32
40	0.49	1.51	87	1.19	-0.43	134	-0.19	0.89	181	1.03	-1.14
41	0.93	0.43	88	0.54	-3.90	135	0.68	-3.36	182	0.65	-0.63
42	0.49	-3.55	89	0.34	-8.11	136	1.34	-2.17	183	0.59	1.10
43	0.90	0.10	90	0.22	5.73	137	1.03	-2.09	184	0.41	-2.88
44	1.07	-1.29	91	0.80	0.18	138	1.06	-2.50	185	0.54	0.36
45	0.74	-1.08	92	0.46	0.90	139	0.74	-0.68			
46	1.24	0.48	93	0.31	-0.85	140	1.19	-2.49			
47	0.49	0.35	94	0.57	-4.63	141	0.62	-0.82			

A: discrimination, B: difficulty.

Maximum: discrimination 1.85 (question 9), difficulty 34.50 (question 99).

Minimum: discrimination -0.19 (question 134), difficulty -13.35 (question 69).

54.7%, 여성이 45.3%로 조사되었으며, 3학년 66.5%, 4학년 33.5%로 조사되었다.

## 2. 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도

치과기공사의 모의시험에 대한 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도는 다음 Table 2와 같다. 치과기공사 모의시험의 지필 시험 난이도는 2.67로 '매우 어렵다'에 해당하며, 컴퓨터적용 시험의 난이도는 -0.02로 '중간이다'에 해당하였다. 또한 변별도의 경우, 지필 시험 변별도는 1.16으로 '적절하다'에 해당하였고, 컴퓨터적용 시험의 변별도는 0.73으로 '적절하다'에 해당하여 치과기공사 모의시험의 변별도는 지필 시험과 컴퓨터적용의 시험 유형에 따라 다르지 않음을 알 수 있었다.

## 3. 문항반응이론에 의한 지필 시험의 난이도와 변별도

문항반응이론에 의한 지필 시험에 대한 난이도와 변별도는 다음과 같다. jMetrik 방법에 의해 추정된 난이도와 변별도를 분석한 결과, 문항번호 중 142번 문항이 16.15로 가장 어려운 문항이며, 1번 문항의 난이도가 -0.86으로 가장 쉬운 문항으로 분석되었다. 모의시험을 통해 피험자를 가장 잘 변별할 수 있는 문항은 변별도가 2.43인 77번 문항이다(Table 3).

## 4. 문항반응이론에 의한 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도

문항반응이론에 의한 컴퓨터적용 시험에 대한 난이도와 변별도는 다음과 같다. 문항번호 중 99번 문항이 34.50으로 가장 어려운 문항이며, 134번 문항의 난이도가 -13.35로 가장 쉬운 문항으로 분석되었다. 모의시험을 통해 피험자를 가장 잘 변별할 수 있는 문항은 변별도가 1.85인 9번 문항이다(Table 4).

## 5. 지필 시험과 컴퓨터적용 시험 간 검사 동등성 검증

모의시험에 응시한 179명의 지필 시험 평균은 73.19점이고, 컴퓨터적용 시험 평균은 105.20점이다. 지필 시험과 컴퓨터적용 시험 방법 간의 상관분석결과, 시험 방법 간 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다( $r=0.782$ ,  $p<0.001$ ). 또한 지필 시험과 컴퓨터적용 시험 점수 결과에 대한 대응표본 t검증 결과 두 시험 점수에서 유의미한 차이를 발견할 수 있었다. 이는 동일 문항을 반복 측정하였을 때 나타날 수 있는 반복학습의 효과 외에 다른 간섭변인이 작용했을 가능성과 지필 시험보다 컴퓨터적용 시험에서 점수

가 더 높게 나타난 결과를 통해 지필 시험보다 컴퓨터적용 시험에서 수험자의 능력을 더 잘 측정할 수 있다는 것도 예측해볼 수 있다. 시험평가 유형에 따른 성취도의 차이를 알아보기 위하여 반복설계에 의한 분산분석을 실시한 결과 F통계 값은 19.377, 유의확률은  $<0.001$ 으로 유의수준 0.05에서 시험유형에 따라 성취도에 차이가 있는 것으로 분석되었다(Table 5).

## DISCUSSION

본 연구에서는 치과기공사 국가시험의 모의시험 중 지필 시험과 컴퓨터적용 시험에 대한 문항들의 특성을 분석하여 시험문항이 문항반응이론에 의해 시험문항으로서 적절한지 수정되어야 하는 문항은 없는지를 파악하고자 하였다. 문항반응이론(item response theory)은 고전검사이론처럼 검사 총점에 의해 분석되는 이론이 아니라 검사를 구성하고 있는 문항 하나하나를 분석단위로 하며, 문항 각각의 독특한 특성을 지닌 문항 고유의 문항특성 곡선(item characteristic curve)에 의해 문항의 속성을 파악하려는 이론이다[11]. 치과기공사 모의시험은 지필 시험과 컴퓨터적용 시험이 동일한 문항으로 구성되었으나, 난이도는 지필 시험에 더 어렵게 반응하였다. Lim 등[12]의 연구에서는 멀티미디어 문항이 지필 문항에 비하여 어렵게 나타난 원인을 문항의 형태에 대한 생소함과 문항 제작의 미숙을 제시하고 있는데, 본 시험에서는 반대로 나타나 컴퓨터적용의 문항이 사진이나 동영상에 들어감으로써 수험자가 지필 시험 문항보다 더 쉽게 이해한 것으로 생각된다. 이 결과는 국시원에서 2014년부터 2016년까지 전국 응급구조학과 학생을 대상으로 시행한 모의시험 결과를 분석한 선행연구[13]에서 컴퓨터적용 시험(멀티미디어 문항)이 지필문항보다 추론이나 해석, 판단, 문제해결능력을 평가하기에 더 유리하다는 연구결과와 일맥상통한다고 할 수 있다. 멀티미디어 문항의 효과에 대한 Choi 등[14]의 연구는 태권도 지식검사에서 지필 시험보다 컴퓨터를 적용한 멀티미디어형 검사정보매체를 활용했을 때 더 높은 정답률과 평균점수를 얻었다고 보고하였으며 멀티미디어형 시험 문항의 공정성과 안정성을 확인할 수 있는 연구[15]도 있었다.

지필 시험과 컴퓨터적용시험 방법 간의 상관분석결과, 시험 방법 간 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 동일 문항을 반복 측정하였을 때 나타날 수 있는 반복학습의 효과 외에 다른 간섭변인이 작용했을 가능성과 지필 시험보다 컴퓨터적용 시험에

**Table 5.** Verification of test equivalence between PBT and CBT

(N=179)

PBT	CBT	r (p)	t (p)	F (p)
73.19±9.94	105.20±12.25	0.782 (<0.001)	-31.28 (<0.001)	19.377 (<0.001)

Values are presented as mean±standard deviation.

PBT: paper-based test, CBT: computer-based test.

서 점수가 더 높게 나타난 결과를 통해 지필 시험보다 컴퓨터적용 시험에서 수험자의 능력을 더 잘 측정할 수 있다는 것도 예측해볼 수 있다. 이는 Yoou 등[6]의 보건의료직종의 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 동등성 검사와도 같은 연구결과이다.

다만, 컴퓨터적용 시험을 위해서는 스마트 기기의 기능개선과 관련한 선행연구[16,17]에서 지적한 대로 스마트기기의 특징인 모바일 컴퓨팅 기능을 활용하여 다양한 정보를 제공할 수 있도록 기능을 보다 편리하게 향상시켜야 함과 동시에 스마트 기기의 기술적 측면에서 앞으로 시험문항 탑재 등의 기능개선이 필요하다 [6].

## CONCLUSIONS

본 연구에서는 치과기공사 국가시험을 중심으로 문항반응이론에 따른 지필 시험과 컴퓨터적용 시험의 난이도와 변별도를 알아보고자 179명의 모의시험을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치과기공사 모의시험의 난이도는 지필 시험에 더 어렵게 반응하였으며, 컴퓨터적용 시험에서 더 쉽게 반응하였다.

2. 치과기공사 모의시험의 변별도는 시험형태와 상관이 없었다.

3. 지필 시험과 컴퓨터적용 시험 점수 결과에 대한 대응표본 t검증 결과 지필 시험보다 컴퓨터적용 시험에서 수험자의 능력을 더 잘 측정할 수 있다는 것을 예측할 수 있었다.

4. 시험평가 유형에 따른 성취도의 차이를 알아보기 위하여 반복설계에 의한 분산분석을 실시한 결과 유의수준 0.05에서 시험 유형에 따라 성취도에 차이가 있는 것으로 분석되었다.

모의시험을 통해 지필 시험이나 컴퓨터적용 시험 방식에 따라 문항의 변별도 및 신뢰도에 영향을 미치지 않음을 알 수 있어 치과기공사 국가시험의 현재의 지필 시험에서 향후 컴퓨터적용 시험으로의 변화에 대한 타당성을 확인하였다.

## FUNDING

None to declare.

## ACKNOWLEDGEMENTS

None.

## CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## ORCID

Kyung-Sook Hwang, <https://orcid.org/0000-0001-8793-9640>

## REFERENCES

1. Kim KD. AI algorithm regulation study for 4th Industrial Revolution and ethical norms: the direction of intelligent informatization for national administration and local autonomy. *Korean Local Gov Rev.* 2021;23:23-48.
2. Kim SC, Hong SK, Kim YI. A study on innovation of the personnel system for educational public service Employees - focusing on the promotion system of Gyeonggido office of education -. *J Educ Cult.* 2017; 23:5-29.
3. Song ES, Kim B, Lim YJ, Lee JJ. Survey study on the preference of dental medical personnel for dental CAD/CAM milling machines. *J Korean Acad Prosthodont.* 2018;56:188-198.
4. Jung KH, Kwon EY, Choi YK, Kim SY, Jeon HM, Park JK. Conservative and esthetic closure of maxillary midline diastema without creating "black triangle" using direct resin composite. *J Dent Rehabil Appl Sci.* 2017;33:163-168.
5. Yoou SK, Kim JH, Cho JM, Um TH, Kim KY. A study on the implementation of improvement of national examination course for emergency medical technician. Seoul: Korea Health Personnel Licensing Examination Institute, 2009. Report No.: RE02-0905-19.
6. Yoou SK, Won JS, Lee KJ, Han DK, Sung HJ, Lee HS, et al. Study on validity of the national examination based on smart device based test (SBT) by 7 types of health-care occupation. *Korean J Emerg Med Ser.* 2018;22:7-34.
7. Lim MK, Kim BH, Jung BK, Kim JK. A study on the implementation of improvement of national examination course for emergency medical technician. Seoul: Korea Health Personnel Licensing Examination Institute, 2015. Report No.: RE01-1536-00.
8. Korea Health Personnel Licensing Examination Institute. What is CBT? [Internet]. Seoul: Korea Health Personnel Licensing Examination Institute [cited 2022

- Aug 4]. Available from: [https://www.kuksiwon.or.kr/cnt/c\\_2033/view.do?seq=10](https://www.kuksiwon.or.kr/cnt/c_2033/view.do?seq=10).
9. Nam SY, Chung IS, Lee GS, Kim JH, Yu CH, Lee SK. A study on improvement of dental technicians practical examination system. *J Korean Acad Dent Technol.* 2014;36:27-37.
  10. Kim WS, Kim KB, Nam SY, Jung JK, Cho MH, Jeoung SH, et al. A study on the improvement of educational evaluation system in dental technician using Delphi technique. *J Korean Acad Dent Technol.* 2018;40:273-281.
  11. Lee CK, Lee SG, Cho KJ, Lee EI, Lee SJ, Park ES, et al. A comparative study of item analysis by item response theory based for initiating CAT (computer adaptive test) system. *Korean J Clin Lab Sci.* 2000;32:326-336.
  12. Lim MK, Seo MH, Heo S. National trial development research for computer-based healthcare providers. Seoul: Korea Health Personnel Licensing Examination Institute, 2015. Report No.: RE01-1545-00.
  13. Huh S. Can computerized tests be introduced to the Korean Medical Licensing Examination? *J Korean Med Assoc.* 2012;55:124-130.
  14. Choi CH, Park JH, Lee JB, Lee M, Kim H. Differential item functioning of multi-lingual Taekwondo knowledge test using multimedia. *KSME.* 2012;14:83-94.
  15. Park JH, Lee JB. Preliminary study on item characteristics of computerized physical education knowledge test with multimedia. *KSME.* 2009;11:93-102.
  16. Gim Y, Chung M, Kim J. A study on the actual condition and utilization plan of smart devices for educational purpose. *J Korean Soc Internet Inf.* 2013;14:47-55.
  17. Park YR, Kim MS, Lee GH. Basic study on smart device utilization behavior. Jincheon: Korea Information Society Development Institute, 2011 Dec. Report No.: 1105004176.