



Survey of the Knowledge of Korean Radiology Residents on Medical Artificial Intelligence

의료 인공지능에 대한 대한민국 영상의학과 전공의의 인식 조사 연구

Hyeonbin Lee, MD¹ , Seong Ho Park, MD^{2*} , Cherry Kim, MD¹ ,
Seungkwan Kim, MD¹ , Jaehyung Cha, PhD³ 

¹Department of Radiology, Korea University Ansan Hospital, Ansan, Korea

²Department of Radiology and Research Institute of Radiology, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

³Medical Science Research Center, Korea University College of Medicine, Ansan, Korea

Purpose To survey the perception, knowledge, wishes, and expectations of Korean radiology residents regarding artificial intelligence (AI) in radiology.

Materials and Methods From June 4th to 7th, 2019, questionnaires comprising 19 questions related to AI were distributed to 113 radiology residents. Results were analyzed based on factors such as the year of residency and location and number of beds of the hospital.

Results A total of 101 (89.4%) residents filled out the questionnaire. Fifty (49.5%) respondents had studied AI harder than the average while 68 (67.3%) had a similar or higher understanding of AI than the average. In addition, the self-evaluation and knowledge level of AI were significantly higher for radiology residents at hospitals located in Seoul and Gyeonggi-do compared to radiology residents at hospitals located in other regions. Furthermore, the self-evaluation and knowledge level of AI were significantly lower in junior residents than in residents in the 4th year of training. Of the 101 respondents, only 16 (15.8%) had experiences in AI-related study while 91 (90%) were willing to participate in AI-related study in the future.

Conclusion Organizational efforts through a radiology society would be needed to meet the need of radiology trainees for AI education and to promote the role of radiologists more adequately in the era of medical AI.

Index terms Surveys and Questionnaires; Artificial Intelligence; Machine Learning

서론

인공지능 기술이 처음 등장한 것은 오래전 일이지만(1) 인공지능에 대한 관심이 증가하고 의료 분야에 본격적인 화두가 된 것은 비교적 최근에 일어난 일이다. 특히 근래에 많은 화제

Received November 1, 2019

Revised January 5, 2020

Accepted February 23, 2020

*Corresponding author

Seong Ho Park, MD
Department of Radiology and
Research Institute of Radiology,
University of Ulsan
College of Medicine,
Asan Medical Center,
88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu,
Seoul 05505, Korea.

Tel 82-2-3010-5984

Fax 82-2-476-4719

E-mail

parksh.radiology@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID iDs

Hyeonbin Lee 

<https://orcid.org/0000-0002-6451-8293>

Seong Ho Park 

<https://orcid.org/0000-0002-1257-8315>

Cherry Kim 

<https://orcid.org/0000-0002-3361-5496>

Seungkwan Kim 

<https://orcid.org/0000-0002-9287-0956>

Jaehyung Cha 

<https://orcid.org/0000-0003-3072-4846>

가 되면서 익숙해진 딥러닝(deep learning) 기술 중 콘볼루션 신경망(convolutional neural network) 기술은 생물의학(biomedical) 연구 분야에 적용된 사례가 기하급수적으로 증가하고 있고, 의학 영상 분석에 직접 적용될 수 있게 되었다(2-4). 이 때문에 수년 전만 하더라도 이러한 기술이 가까운 미래에 영상 분석 및 판독을 전문으로 하는 영상의학과 의료 인력을 대체할 수 있을 것이라는 선부른 의견들이 나오기도 하였다(5). 하지만, 인공지능 기술을 임상 진료에 도입하기 위해 필요한 여러 요건들과 해결해야 하는 난관들에 대한 이해가 증가하면서 이러한 피상적 시각은 이제 거의 사라지고 있다(6).

인공지능 알고리즘이 실제 다양한 진료 환경에서 사용되려면 인공지능 소프트웨어의 적응증을 구체화할 필요가 있으며, 인공지능 소프트웨어의 개발에서 전향적으로 수집한 자료를 이용하여 외적 타당도 검사를 시행하여야 한다(7-9). 그러나, 현재 개발되어 있는 인공지능 소프트웨어 혹은 논문으로 출판된 인공지능 알고리즘들은 대부분 이러한 임상 검증이 되어 있지 않다(10). 또한 알고리즘의 성능이 진단에 도움을 줄 수 있다고 하더라도 실제 의료 환경에서 사용하기 너무 복잡하고, 또한 기존의 의료 환경을 급격히 변화시켜야 한다면 이는 사용자들에게 받아들여지기 어렵다(3). 최근 인공지능에 대한 관심이 증가함에 따라 의료 분야에서 딥러닝(deep learning) 모델이 갖는 취약성에 대해 논의가 되는 등(11-14), 인공지능에 대한 과도한 기대감을 경계하는 목소리가 커지고 있다(6, 8, 13, 15, 16).

최근 국내외에서 인공지능에 관련한 의료진 및 의과 대학생들의 인식에 대한 몇 건의 조사 결과가 발표되었다(17-20). Waymel 등(17)은 프랑스의 영상의학과 의사들을 대상으로 인공지능에 대한 관심 수준을 알아보고, 인공지능이 영상의학과 업무의 어떤 부분을 대체할 수 있는지를 조사하였으며, Collado-Mesa 등(20)은 단일 기관의 영상의학과 의사들을 대상으로 인공지능에 대한 인식을 조사하였다. Oh 등(18)은 한국의 의과 대학생들과 의사들을 대상으로 인공지능에 대한 인식을, 그리고 Pinto Dos Santos 등(19)은 독일의 의과 대학생을 대상으로 인공지능이 영상의학에 어떻게 사용될 것이며 어떻게 영상의학을 변화시킬지에 대해 조사하였다. 이 연구들의 응답자들은 공통적으로 인공지능의 발전이 영상의학과 의사의 역할을 바꾸거나 축소할 수 있을 것이나, 인공지능이 영상의학과 의사를 완전히 대체하지는 않을 것이라 응답하였다.

현재 영상의학과 수련을 받고 있는 전공의들은 인공지능에 의한 의료 환경의 변화에 크게 영향 받을 것이다. 인공지능 기술의 의료 적용에 관한 전문가가 아닌 이들을 통해 접하는 정보, 또는 상업적 목적으로 과장되거나 왜곡된 정보는 영상의학과 수련에 대한 불안감을 유발할 수 있다. 또한 이러한 현상은 향후 영상의학과를 지원하고자 하는 학생 및 인턴들에게 직접적 영향을 미칠 수 있으므로, 인공지능에 대한 잘못된 인식이 영상의학과 미래에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서, 현재 한국의 영상의학과 전공의들이 의료 인공지능에 대해 얼마나 알고 있고, 또 어떠한 인식을 가지고 있는지 조사하고 공유하는 것은 향후 인공지능 시대를 대비하여 영상의학과 수련을 발전해 가기 위한 유용한 기초 자료가 될 것이다.

따라서 본 연구는 대한민국 영상의학과 전공의들을 대상으로 의료 인공지능에 대한 지식수준, 연구 현황, 본인과 주변의 인식에 관해 설문조사를 통해 파악하고 분석하고자 한다.

대상과 방법

조사 대상

2019년 6월 4일부터 7일까지 전국 영상의학과 전공의를 대상으로 온라인 설문조사를 시행하였다. 조사 대상을 선정할 때에는 전공의가 속한 영상의학과 전문의가 의료 인공지능 관련 논문을 출간하였거나, 학회에서 관련 내용의 논문을 발표한 경우로 국한하였다. 이러한 선정 이유는 의료 인공지능과 딥러닝 등의 개념에 전공의들이 어느 정도 노출되어야 설문조사에 가급적 의미 있는 응답을 할 것으로 예상했기 때문이다. 상기 선정 기준에 따라 서울에 위치한 8개 병원, 경기 지역 3개 병원, 그리고 수도권 이외의 지역 2개 병원을 포함한 총 12개 수련병원 113명의 전공의를 설문 대상으로 정하였다.

조사 도구

본 연구 설문지는 온라인 형태로 배포되었고, 답변자가 익명으로 기입하도록 했다. 설문지는 객관식 18문항, 주관식 1문항으로 구성되었으며(Tables 1-6), 포함된 문항은 이전에 발표된 ‘국내외의 인공지능에 대한 의사들의 인식 조사 연구’ 설문지의 문항을 참고했다(17-20). 여기에 인공지능이 전공의 선발에 어떤 영향을 주었는가에 대한 질문을 추가하였다.

인공지능에 대한 지식적 측면에 해당하는 문항으로, 다른 의사들과 비교하여 자신이 의료 인공지능에 대해 얼마나 잘 알고 있다고 생각하는지, 그리고 인공지능에 대한 공부를 얼마나 하고 있는지 물었고, 좀 더 구체적인 개념에 대한 이해도를 판단하기 위해 머신 러닝(machine learning)과 딥러닝(deep learning)의 차이, 콘볼루션 신경망(convolutional neural network)의 개념, 내부 검증(internal validation)과 외부 검증(external validation)의 개념에 대해 물었다. 인공지능 관련 연구 경험을 묻는 문항은 인공지능 연구에 참여한 경험이 있는지, 추후 연구 참여 의향이 있는지에 대해 물었다. 그리고 인공지능에 대한 인식, 전망, 그리고 전공의 선발에 미치는 영향 등 주관적인 판단을 묻는 문항이 포함되었다. 마지막으로 의료 인공지능과 관련하여 대한영상의학회에 바라는 점을 자유롭게 기술하는 주관식 문항을 포함하였다.

분석 방법

수집된 자료는 IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 통계 결과를 산출하였다. 로지스틱 회귀분석을 이용하여 전공의의 연차(1, 2, 3, 4년차), 소속 병원의 소재지(서울, 경기, 기타 지역), 병상 규모(1000병상 미만, 1000~1500병상, 1500병상 초과) 등의 요인이 응답 결과에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. p 값이 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

Table 1. Baseline Characteristics of Respondents

Questions	Answers	Respondents (n)	Respondents (%)
1. Which year of residency training are you in?	1st year	26	25.8
	2nd year	26	25.8
	3rd year	25	24.7
	4th year	24	23.7
2. How many beds does your training hospital has?	> 1500	36	35.6
	1000 to 1500	29	28.8
	< 1000	36	35.6
3. Where is your training hospital located?	Seoul	64	63.4
	Gyeonggi-do	24	23.7
	Other provinces	13	12.9

결과

기본 정보

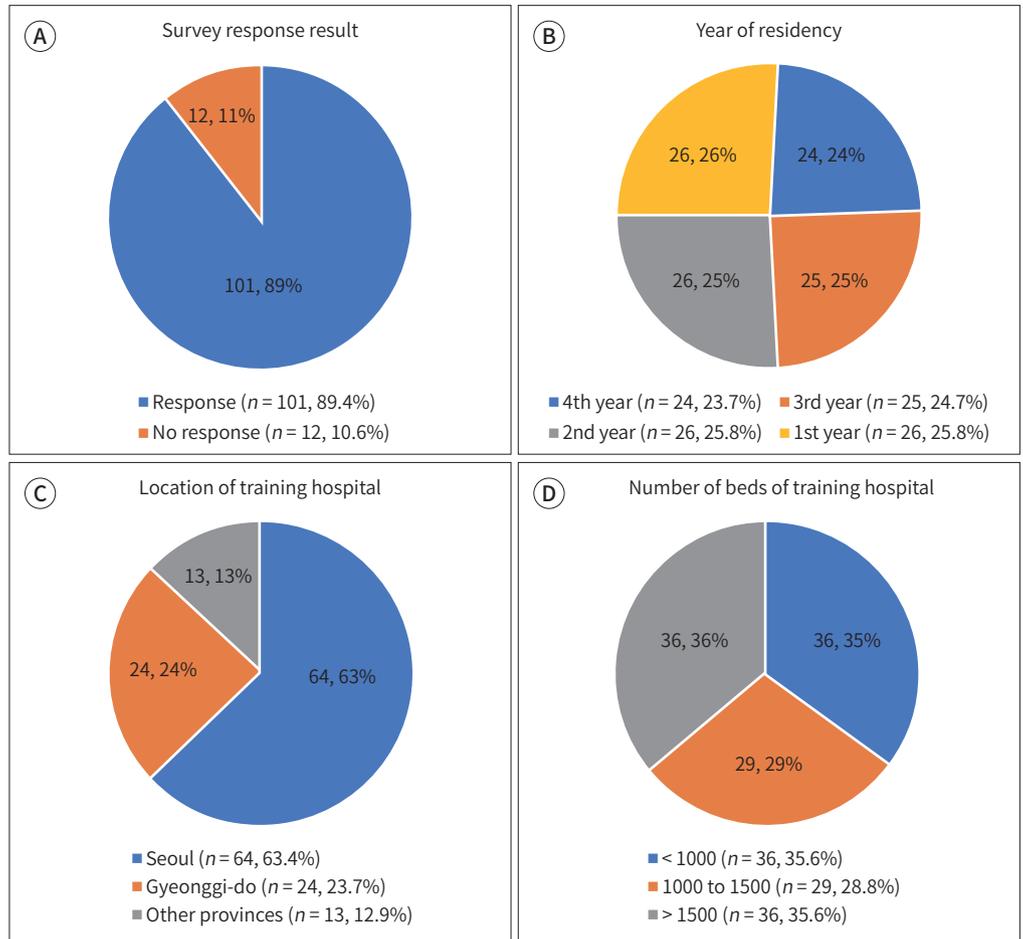
기본 정보에 관한 설문 문항 및 응답 결과는 Table 1 및 Fig. 1에 제시되어 있다. 113명 중 101명(89.3%)의 전공의가 회신하였으며, 객관식 질문의 답변이 누락된 경우는 없었고, 주관식 문항은 101명 중 84명(83.2%)이 회신하였다. 회신한 전공의 중 1년차는 26명(25.7%), 2년차는 26명(25.7%), 3년차는 25명(24.7%), 4년차는 24명(23.7%)으로, 응답자들은 연차별로 비교적 고르게 분포하였다. 근무 중인 수련병원의 규모로는 1500병상 이상의 병원에서 근무하는 전공의가 36명(35.6%), 1000~1500병상이 29명(28.7%), 그리고 1000병상 미만이 36명(35.6%)으로, 역시 고르게 분포하였다. 그러나 수련병원의 위치는 서울이 64명(63.3%)으로 가장 많았고, 그다음으로 경기도 지역이 24명(23.7%), 그 이외 지역 13명(12.8%)으로 수도권 지역의 응답자가 상대적으로 많았다.

지식적 측면

지식적 측면에 대한 응답은 리커트 5점 척도(Likert scale)를 사용하여 측정하였으며 결과는 Table 2에 제시되어 있다. 본인이 다른 의사에 비해 의료 인공지능에 대해 매우 잘 알고 있다는 답변은 없었으며, 14명(13.9%)이 약간 잘 알고 있다, 54명(53.4%)이 평균만큼 알고 있다, 29명(28.7%)이 평균 미만으로 알고 있다, 그리고 4명(4.0%)이 전혀 모른다고 답변하였다. 다른 의사들에 비해 인공지능에 대해 열심히 공부하고 있는지에 대한 설문에서 1명(1%)이 매우 열심히 하고 있다, 9명(9%)이 약간 열심히 하고 있다, 40명(39.6%)이 평균만큼 하고 있다, 37명(36.6%)이 평균 미만으로 하고 있다, 그리고 14명(13.8%)이 전혀 안 한다고 답변하였다. 지식에 대한 자가 평가보다 공부량에 대한 자가 평가에 상대적으로 부정적인 답변의 비율이 더 많았다. 구체적인 개념에 대한 이해도를 평가하는 질문에서, 머신 러닝(machine learning)과 딥러닝(deep learning)의 차이에 대해 2명(2%)이 매우 잘 안다, 19명(18.8%)이 약간 잘 안다, 22명(21.8%)이 평균만큼 안다, 41명(40.6%)이 평균 미만으로 안다, 그리고 17명(16.8%)이 전혀 모른다고 답변하였다. 콘볼루션 신경망(convolutional neural network)의 개념에 대해 3명(3%)이 매우 잘 안다, 18명(17.8%)이

Fig. 1. Graphs showing baseline characteristics.

A-D. Survey response results (A), the year of residency of respondents (B), the location of hospitals (C) and the number of beds of the hospitals (D).



약간 잘 안다, 22명(21.8%)이 평균만큼 안다, 30명(29.7%)이 평균 미만으로 안다, 그리고 28명(27.7%)이 전혀 모른다고 답변하였다. 마지막으로 인공지능 알고리즘에 대한 내부 검정(internal validation)과 외부 검정(external validation)의 차이를 알고 있는지에 대해 6명(5.9%)이 매우 잘 안다, 24명(23.8%)이 약간 잘 안다, 21명(20.8%)이 평균만큼 안다, 24명(23.8%)이 평균 미만으로 안다, 그리고 26명(25.7%)이 전혀 모른다고 답변하였다.

연구 참여 측면

인공지능 관련 연구 참여 경험과 의향에 대한 설문 결과는 다음과 같다. 13명(12.8%)이 참여 경험이 있고 앞으로도 참여 의향이 있다, 3명(3%)이 경험이 있으나 앞으로 참여 의향은 없다, 78명(77.2%)이 참여 경험은 없으나 앞으로 연구 참여 의향이 있다, 그리고 7명(6.9%)이 참여 경험도 없고 앞으로 참여 의향이 없다고 답변하였다(Table 3). 따라서 전체 응답자 중 16명(15.8%)이 인공지능 연구 경험이 있었고, 91명(90%)의 전공의들은 향후 연구 참여 의향이 있었다.

인식적 측면

인식적 측면에 해당하는 설문 문항은 총 5문항으로 구성되어 있으며, Table 4에 결과를 정리하였다. 인공지능이 영상의학과 미래에 미칠 영향에 대해, 1명(1%)이 매우 긍정적, 49명(48.5%)이 긍정적, 39명(38.6%)이 현재와 유사, 12명(11.9%)이 부정적인 영향을 미칠 것이라고 답변하였으며, 매우 부정적이라는 답변은 없었다. 반면, 영상의학과 외부에서 생각하는 영상의학과 미래에 대한 인공지능의 영향에 대해, 매우 긍정적이라는 답변은 없었고, 14명(13.9%)이 긍정적, 12명

Table 2. Knowledge of Radiology Residents Regarding AI

Questions	Answers	Respondents (n)	Respondents (%)
1. I have better knowledge about medical AI than other doctors	Strongly agree	0	0
	Agree	14	13.9
	Neutral	54	53.4
	Disagree	29	28.7
	Strongly disagree	4	4.0
2. I am studying medical AI harder than other doctors	Strongly agree	1	1
	Agree	9	9
	Neutral	40	39.6
	Disagree	37	36.6
	Strongly disagree	14	13.8
3. I can clearly explain the difference between machine learning and deep learning	Strongly agree	2	2
	Agree	19	18.8
	Neutral	22	21.8
	Disagree	41	40.6
	Strongly disagree	17	16.8
4. I understand the basic concepts of convolutional neural network	Strongly agree	3	3
	Agree	18	17.8
	Neutral	22	21.8
	Disagree	30	29.7
	Strongly disagree	28	27.7
5. I understand the difference between the internal validation and external validation on AI study	Strongly agree	6	5.9
	Agree	24	23.8
	Neutral	21	20.8
	Disagree	24	23.8
	Strongly disagree	26	25.7

AI = artificial intelligence

Table 3. Research Involvement of Radiology Residents in AI

Questions	Answers	Respondents (n)	Respondents (%)
1. Do you have experience or willingness to participate in medical AI research?	Experience (+), willingness (+)	13	12.9
	Experience (+), willingness (-)	3	3
	Experience (-), willingness (+)	78	77.2
	Experience (-), willingness (-)	7	6.9

AI = artificial intelligence

Table 4. Perspective of Radiology Residents on AI

Questions	Answers	Respondents (n)	Respondents (%)
1. How would AI affect the future of radiology?	Strongly positive	1	1
	Somewhat positive	49	48.5
	Neutral	39	38.6
	Somewhat negative	12	11.9
	Strongly negative	0	0
2. How do doctors in other disciplines than radiology consider how AI would affect the future of radiology?	Strongly positive	0	0
	Somewhat positive	14	13.9
	Neutral	12	11.9
	Somewhat negative	49	48.5
	Strongly negative	26	25.7
3. Have you experienced non-radiologists making comments about the negative influence of medical AI on radiology?	Yes, frequently	44	43.6
	Yes, rarely	52	51.5
	No	5	4.9
4. Did the negative comments mentioned in question 3, if you had heard them before deciding radiology residency, make you less positive about selecting radiology as your major?	Yes	33	53.2
	No	29	46.8
5. Did the negative comments mentioned in question 3, if you had heard them after deciding radiology residency, affect your radiology training negatively?	Yes	36	46.2
	No	42	53.8
6. How did AI overall influence your decision of radiology residency or radiology training?	Strongly positive	2	2
	Somewhat positive	13	12.9
	Neutral	46	45.5
	Somewhat negative	39	38.6
	Strongly negative	1	1
7. How did AI influence the recruitment of new radiology residents?	Strongly positive	0	0
	Somewhat positive	2	2.4
	Neutral	12	14.6
	Somewhat negative	45	54.9
	Strongly negative	23	28.1

AI = artificial intelligence

(11.9%)이 현재와 유사, 49명(48.5%)이 부정적, 그리고 26명(25.7%)이 매우 부정적일 것이라고 답하였다. 이로써 영상학과 내부의 시각과 영상학과 의사로서 예상하는 외부의 시각에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 영상학과 의사가 아닌 사람에게서 인공지능이 영상학과에 끼칠 영향에 대한 부정적 시각을 접한 경험을 묻는 설문에서 44명(43.6%)이 자주 경험하였다고 답변하였고, 52명(51.5%)이 그런 경험이 있다고 답변하였으며, 경험이 없다는 답변은 5명(4.9%)밖에 되지 않아 총 응답자의 96명(95%)이 부정적 시각을 접한 경험이 있다고 답하였다. 그리고 그러한 외부의 부정적인 시각을 영상학과 전공을 결정하기 전에 접한 경우, 이러한 경험이 영상학과를 선택하는 데에 부정적 영향을 주었다는 답변의 비율은 33명(53.2%), 전공 선택 이후에 접하였을

경우 영상의학 수련에 부정적 영향을 주었다는 답변의 비율은 36명(46.1%)이었다.

인공지능이 영상의학과 전공 선택 또는 전공의가 된 후 수련에 어떤 영향을 주었는지 조사하였다. 본인의 영상의학과 전공의 선택 또는 수련에 대한 인공지능의 영향에 대해서는 2명(2%)이 매우 긍정적, 13명(12.9%)이 긍정적, 46명(45.5%)이 영향 없음, 39명(38.6%)이 부정적, 1명(1%)이 매우 부정적인 영향을 끼쳤다고 답변하였다. 그리고 2~4년차 전공의에 국한하여 인공지능이 실제 신입 전공의 선발에 끼친 영향을 묻는 설문에서, 매우 긍정적인 영향이라는 답변은 없었고, 2명(2.4%)이 긍정적, 12명(14.6%)이 영향 없음, 45명(54.9%)이 부정적 영향, 그리고 23명(28.1%)이 매우 부정적 영향이 있다고 답변하여, 전공의를 선발하는 데 인공지능이 부정적인 영향을 끼쳤다는 응답이 전체의 82.9%에 달하는 것을 확인할 수 있었다.

전공의 연차, 수련병원 위치 및 규모에 따른 차이

전공의 연차, 수련병원의 소재지와 규모에 따라 상기 설문 중 지식적 측면, 연구 참여 측면과 관련하여 답변 결과가 유의한 차이가 있는지 확인하였다(Table 5). 인공지능에 대한 지식의 자가 평가에서는 수련병원이 수도권에 위치하는 경우 그 외 지역과 비교하여 의미 있게 높은 점수를 보였다(서울, odds ratio (이하 OR), 8.47; 95% confidence interval (이하 CI): 2.22, 32.23; $p = 0.002$; 경기, OR, 7.95; 95% CI: 1.87, 33.82; $p = 0.005$). 인공지능 관련 공부를 열심히 하는지에 대해서 4년차 전공의와 비교하였을 때 1년차 전공의가 의미 있게 낮은 점수를 보였고(OR, 0.26; 95% CI: 0.09, 0.76; $p = 0.014$), 수련병원이 수도권에 위치하는 경우 수도권 이외의 기타 지역과 비교하여 의미 있게 높은 점수를 보였다(서울, OR, 4.09; 95% CI: 1.17, 14.28; $p = 0.027$; 경기, OR, 4.54; 95% CI: 1.16, 17.74; $p = 0.030$).

한편, 딥러닝(deep learning)과 머신 러닝(machine learning)의 차이를 묻는 질문에서 4년차 전공의와 비교하여 1년차 및 2년차 전공의들의 점수가 의미 있게 낮았다(1년차 전공의, OR, 0.22; 95% CI: 0.08, 0.64; $p = 0.005$; 2년차 전공의, OR, 0.26; 95% CI: 0.09, 0.74; $p = 0.011$). 또한 콘볼루션 신경망(convolutional neural network)에 대한 질문에는 4년차 전공의와 비교하여 1년차 및 2년차 전공의들이 역시 의미 있게 낮은 점수를 보였고(1년차 전공의 OR, 0.11; 95% CI: 0.04, 0.35; $p < 0.001$; 2년차 전공의, OR, 0.26; 95% CI: 0.09, 0.75; $p = 0.012$), 기타 지역에 비하여 서울에 위치하는 경우 점수가 의미 있게 높았다(OR, 3.78; 95% CI: 1.03, 13.92; $p = 0.046$). 내부 검정(internal validation)과 외부 검정(external validation)의 차이를 묻는 질문에는 4년차 전공의와 비교하여 1년차 및 2년차 전공의가 의미 있게 낮은 점수를(1년차 전공의, OR, 0.11; 95% CI: 0.04, 0.33; $p < 0.001$; 2년차 전공의, OR, 0.24; 95% CI: 0.08, 0.69; $p = 0.008$), 기타 지역에 비하여 수도권에 수련병원이 위치하는 경우 의미 있게 높은 점수를 보였다(서울, OR, 6.49; 95% CI: 1.71, 24.70; $p = 0.006$; 경기, OR, 8.77; 95% CI: 2.06, 37.34; $p = 0.003$). 마지막으로, 인공지능 관련 연구 경험에 대한 질문에는 4년차 전공의와 비교하여 1년차 전공의 및 2년차 전공의들에게서 점수가 의미 있게 낮았고(1년차 전공의, OR, 0.33; 95% CI: 0.11, 0.97; $p < 0.043$; 2년차 전공의, OR, 0.17; 95% CI: 0.06, 0.52; $p = 0.002$), 기타 지역에 비하여 수도권에 위치하는 경우 점수가 의미 있게 높았다(OR, 4.54; 95% CI: 1.13, 18.34; $p = 0.033$).

Table 5. Comparison of Questionnaire Answers Based on the Year of Residency and Location and Size of the Training Hospital

Characteristic	Odds Ratio	95% Confidence Interval	p-Value
Question: I have better knowledge about medical AI than other doctors			
Year of residency			
1st	0.44	0.15, 1.32	0.144
2nd	0.39	0.13, 1.17	0.092
3rd	0.61	0.20, 1.85	0.382
4th	1 (base category)		
Location			
Seoul	8.47	2.22, 32.23	0.002
Gyeonggi-do	7.95	1.87, 33.82	0.005
Other	1 (base category)		
Number of beds			
< 1000 beds	2.09	0.77, 5.67	0.148
1000–1500 beds	0.706	0.26, 1.90	0.491
> 1500 beds	1 (base category)		
Question: I am studying medical AI harder than other doctors			
Year of residency			
1st	0.26	0.09, 0.76	0.014
2nd	0.36	0.12, 1.03	0.058
3rd	0.54	0.19, 1.56	0.253
4th	1 (base category)		
Location			
Seoul	4.09	1.17, 14.28	0.027
Gyeonggi-do	4.54	1.16, 17.74	0.030
Other	1 (base category)		
Number of beds			
< 1000 beds	1.09	0.42, 2.78	0.863
1000–1500 beds	0.50	0.19, 1.30	0.153
> 1500 beds	1 (base category)		
Question: I can clearly explain the difference between machine learning and deep learning			
Year of residency			
1st	0.22	0.08, 0.64	0.005
2nd	0.26	0.09, 0.74	0.011
3rd	0.71	0.25, 1.96	0.503
4th	1 (base category)		
Location			
Seoul	1.06	0.32, 3.50	0.926
Gyeonggi-do	0.79	0.37, 2.94	0.729
Other	1 (base category)		
Number of beds			
< 1000 beds	0.93	0.37, 2.31	0.870
1000–1500 beds	0.73	0.29, 1.85	0.507
> 1500 beds	1 (base category)		

Table 5. Comparison of Questionnaire Answers Based on the Year of Residency and Location and Size of the Training Hospital (Continued)

Characteristic	Odds Ratio	95% Confidence Interval	p-Value
Question: I understand the basic concepts of convolutional neural network			
Year of residency			
1st	0.11	0.04, 0.35	< 0.001
2nd	0.26	0.09, 0.75	0.012
3rd	0.62	0.22, 1.72	0.357
4th	1 (base category)		
Location			
Seoul	3.78	1.03, 13.92	0.046
Gyeonggi-do	3.34	0.82, 13.65	0.093
Other	1 (base category)		
Number of beds			
< 1000 beds	0.51	0.20, 1.29	0.155
1000–1500 beds	0.92	0.36, 2.30	0.852
> 1500 beds	1 (base category)		
Question: I understand the difference between the internal validation and external validation on AI study			
Year of residency			
1st	0.11	0.04, 0.33	< 0.001
2nd	0.24	0.08, 0.69	0.008
3rd	0.65	0.23, 1.81	0.406
4th	1 (base category)		
Location			
Seoul	6.49	1.71, 24.70	0.006
Gyeonggi-do	8.77	2.06, 37.34	0.003
Other	1 (base category)		
Number of beds			
< 1000 beds	0.45	0.18, 1.13	0.088
1000–1500 beds	0.38	0.15, 0.97	0.042
> 1500 beds	1 (base category)		
Question: Do you have experience or willingness to participate in medical AI research?			
Year of residency			
1st	0.33	0.11, 0.97	0.043
2nd	0.17	0.06, 0.52	0.002
3rd	0.38	0.13, 1.12	0.081
4th	1 (base category)		
Location			
Seoul	3.22	0.90, 11.47	0.072
Gyeonggi-do	4.54	1.13, 18.34	0.033
Other	1 (base category)		
Number of beds			
< 1000 beds	0.67	0.26, 1.74	0.413
1000–1500 beds	0.59	0.23, 1.55	0.286
> 1500 beds	1 (base category)		

AI = artificial intelligence

Table 6. Comments by Radiology Residents for the Korean Society of Radiology

Answer	Respondents (n)	Respondents (%)
More lecture and study for medical AI are needed for radiologist, especially for residents	43	51.2
Radiologists should take advantage of medical AI to advance radiology	19	22.6
Society should promote right information about medical AI for other doctors and the public	12	14.3
Other responses	10	11.9

AI = artificial intelligence

주관식 문항

마지막으로 주관식으로 학회에 바라는 점을 적는 문항에는 공란 혹은 특별히 답변할 내용이 없다는 응답을 제외하고 총 84개의 답변이 있었다. 그중 영상학과 의사들을 위한 인공지능 교육이 더 필요하다는 응답, 영상학과 의사들이 인공지능에 대한 공부를 더 열심히 해야 한다는 내용의 답변이 43개(51.2%)로 전체 응답의 절반 이상을 차지하였으며, 인공지능을 잘 활용하여 영상학과 과를 발전시켜야 한다는 답변이 19개(22.6%), 타 과 의사와 일반인들을 대상으로 의료 인공지능에 대하여 올바른 정보를 전달하는 홍보가 필요하다는 답변이 12개(14.3%)로 크게 이 세 가지 분류의 답변이 대다수를 차지했다. 그 외로는 미래 영상학과 의사의 일자리가 줄어들 것에 대한 대책이 필요하다는 의견, 가까운 미래에는 인공지능이 영상학과 의사의 역할에 큰 영향을 끼치지 못할 것이라는 소수의 의견이 있었다(Table 6).

고찰

본 연구에서는 영상학과 전공의가 의료 인공지능에 대해 자각하고 있는 지식의 정도, 그리고 인공지능이 미치는 영향에 대한 인식도를 조사하였다.

인공지능의 지식적 측면에 대한 설문에서 응답자 중 67.3%는 다른 의사와 비교하여 적어도 평균 이상으로 알고 있다고 판단하였으며, 응답자의 절반가량(49.6%)이 인공지능에 대해 평균 이상으로 공부하고 있다고 스스로를 평가하였다. 이에 반해 약 50% 내외의 응답자가 인공지능에 대한 구체적 지식 정도를 묻는 설문에서 해당 지식을 갖추고 있다고 판단한 것에 그친 것을 고려한다면, 영상학과 전공의의 인공지능에 대한 절대적 지식 수준에 대한 자가 평가가 매우 높지는 않음을 확인할 수 있었다. 독일의 의과 대학생을 대상으로 조사한 Pinto Dos Santos 등(19)의 연구에서도 역시 인공지능이 현재 영상의학에 미치고 있는 영향에 대해서 알고 있는 응답자가 전체의 52.5%, 전체 응답자 가운데 인공지능 관련 기술에 대한 기본적인 지식이 있는 응답자는 30.8%로 의과 대학생들이 인공지능에 대한 지식을 잘 알고 있는 경우는 많지 않았다. 이로써 우리는 영상학과 전공의들이 향후 인공지능을 이용한 의료 연구와 임상 진료의 최전선에 서게 되고, 인공지능에 의해 일자리를 포함한 여러 면에서 영향을 많이 받을 상황에 있는 만큼 인공지능에 대한 지식적 측면에서의 교육이 매우 필요함을 알 수 있었다.

또한 인식적 측면 및 지식적 측면에 대한 응답 결과를 전공의 연차, 수련병원 위치 및 규모에 따라 분석하였을 때 수도권에 위치한 수련병원이 수도권 이외의 기타 지역에 비교하여 인공지능에 대한 자가 평가 및 지식수준이 의미 있게 높았으며, 4년차 전공의에 비해 저연차 전공의가 인공지능에 대한 자가 평가 및 지식수준이 의미 있게 낮았다. 또한 인공지능 관련 연구 경험 여부도 역시 수련병원이 수도권에 위치하는 경우 의미 있게 높았으며, 4년차 전공의에 비해 저연차 전공의가 의미 있게 낮았다. 이는 인공지능과 관련된 연구가 수도권의 수련병원에서 주로 진행되는 것과, 인공지능에 대한 강연 및 학회가 주로 수도권에서 열리는 것과 관련이 있을 것으로 추정된다. 이에 수도권 이외 지역에서도 의료 인공지능 강의와 세미나 등을 열어 지식의 격차를 줄이는 것이 필요하다고 생각된다. 또한, 장기적으로 수도권 이외 지역의 인공지능 연구 인프라를 확충하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

응답을 한 전공의들 중 인공지능 관련 연구에 참여해본 적이 있는 전공의는 전체의 15.8%로 많은 비율을 차지하고 있지는 않았지만, 추후 연구 참여 의향이 있는 전공의는 전체의 90%에 달하였다. 이에 더하여, 학회에 바라는 점을 묻는 주관식 질문에 대한 답변 중에서도 과반수가 영상의학과 의사의 의료 인공지능 공부의 필요성과 영상의학과 전공의를 대상으로 한 인공지능 관련 교육 확대의 요청을 언급하였다. 특히 의료 인공지능의 기본 개념과 용어 등 기초적인 내용을 공부할 기회에 대한 요구가 많았는데, 공부 의지가 있더라도 익숙하지 않은 개념들과 용어로 인하여 의료 인공지능 관련 자료와 논문에 접근이 쉽지 않아 그 기본적인 부분의 교육이 필요하다는 의견이 있었다. 이 결과는 영상의학과 전공의들이 인공지능에 대한 공부와 연구 의지가 강한 것으로 해석될 수 있으며, 영상의학과 전공의들을 대상으로 인공지능 관련 교육을 할 때는 기초적인 용어 설명부터 시작하는 것이 중요함을 보여준다.

다음으로 의료 인공지능에 대한 인식과 영상의학과 미래에 대한 질문에서는 인공지능이 영상의학과 미래에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 예상하는 전공의가 부정적인 영향을 끼칠 것으로 예상하는 전공의보다 더 많은 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 영상의학과가 아닌 외부에서는 인공지능이 영상의학과에 부정적인 영향을 끼친다고 인식하고 있을 것이라는 답변이 많았다. 이와 같이 영상의학과 내외부의 인식에 큰 차이가 생기는 것에는 각과의 이해관계의 차이도 있겠지만, 의료 인공지능에 대한 전반적 이해의 차이에 의한 것도 클 것으로 생각된다. 의료 인공지능에 대한 지식 부족과 오해가 의과대학 졸업생들이 영상의학과 전공 선택을 기피하는 현상을 일으키기도 했는데, 전공의 선발을 경험한 2, 3, 4년차 영상의학과 전공의의 82.9%가 의료 인공지능이 영상의학과 전공의 선발에 부정적인 영향을 줬다고 답변하였다. 영상의학과가 디지털 의료 분야의 선도적 전문가로서(7) 영상의학과를 넘어 여러 의료 분야에 올바른 정보의 전달을 할 수 있도록 보다 적극적인 홍보와 교육을 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

인공지능이 영상의학과에 미칠 영향에 대해 조사한 과거의 연구들과 이번 연구를 비교해 보면, Pinto Dos Santos 등(19)이 독일의 의과 대학생을 대상으로 한 연구에서 인공지능이 의사를 대체할 수 있을 것이라는 응답은 15.2%를 차지하였고, 인공지능이 영상의학과를 발전시킬 것이라는 응답은 83.7%로 의과 대학생들의 인공지능에 대한 두려움은 크지 않은 것으로 조사되었다. 한편, Waymel 등(17)의 프랑스 영상의학과 의사들을 대상으로 조사한 연구에서는 인공지능의 발전이

영상의학에 긍정적인 영향을 끼칠 것이라는 응답이 79.3%로 다수였으나, 필요한 영상학과 의사의 수는 과거에 비해 감소할 것이라는 의견도 26.3%로 상당수 있었다. Collado-Mesa 등(20)의 연구에서는 미국의 영상학과 의사를 대상으로 조사하였을 때 인공지능이 영상학과 의사가 담당하는 일을 10~20년 이내의 가까운 미래에 크게 변화시킬 것이라고 79.7%가 응답하였으나, 빅데이터 분석 등의 인공지능과 관련된 지식에 익숙한 응답자는 50.7%로 절반 정도였으며, 인공지능이나 머신 러닝 알고리즘을 현재 일에 사용하고 있는 사람의 비율은 29%였다. 해당 연구에서 86.9%의 응답자들은 인공지능에 대한 공부를 할 의지를 가지고 있었다(20). 이러한 세 연구 결과는 한국의 영상학과 전공의를 대상으로 한 본 조사 연구의 결과와도 비슷하였다. 즉, 응답자의 많은 수가 인공지능이 영상학과에 긍정적 영향을 끼칠 것으로 생각하는 비율이 높았으며, 현재 인공지능에 대한 지식이 많지 않으나 이와 관련한 공부와 연구 의지를 가지고 있었다.

본 연구는 한계점도 지닌다. 우선, 조사 대상이 된 영상학과 전공의를 전수 조사하거나 임의 추출한 것이 아닌, 조사 병원의 전문의 중 인공지능 관련 연구 경험이 있는 자가 소속된 병원을 선택하여 조사하였기 때문에 전체 전공의들의 의견을 반영하지 못했을 가능성이 있다. 또한 응답한 101명의 전공의의 연차와 근무 병원의 규모는 비교적 균등한 분포를 보였으나, 설문조사를 시행하는 병원을 선정하는 과정에서 서울 및 경기지역 병원이 조사 대상의 대부분을 차지하게 되었다. 따라서 추후 후속 연구에서는 전국의 영상학과 전공의를 대표할 수 있는 조사 대상자들을 선정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

의료 인공지능의 발전에 따라 영상학과는 또 하나의 큰 변화를 마주하게 되었다. 영상학과는 과거 새로운 기술의 도입이나 새로운 의료 정책과 같은 여러 변화들에 대하여 올바른 지식과 정보에 기반한 전문가적 판단으로 대처해 왔다. 이를 통하여 영상학과와 의사의 역할과 전문성을 높여 왔다. 의료 인공지능 시대를 맞이하여서도 영상학과는 의료 인공지능 기술에 대한 정확한 지식과 정보 그리고 의료 기술의 근본적 가치를 강조하며 인공지능 연구와 임상 적용에 있어 전문가로서 주도적 적극적 역할을 하여야 한다. 이 설문 연구 결과가 보여주듯이, 전공의 교육을 통해 영상학과 의사의 인공지능에 대한 전문성을 보다 높일 수 있도록 새로운 교육이 필요할 것이다. 인공지능 기술은 전공의가 접하고 공부하기에 상대적으로 어려운 분야이기 때문에 학회 차원에서 인공지능 교육을 확대해야 한다. 또한, 의료 인공지능 시대를 맞이하여 영상학과 의사의 역할을 제대로 알리기 위해 많은 노력이 요구된다.

Author Contributions

Conceptualization, P.S.H., K.C., K.S.; data curation, L.H., K.S.; formal analysis, L.H., P.S.H., C.J.; investigation, K.C., K.S.; methodology, P.S.H., K.C., K.S.; project administration, P.S.H., K.C.; supervision, P.S.H.; validation, P.S.H.; visualization, L.H., K.S.; writing—original draft, L.H., P.S.H., K.C.; and writing—review & editing, P.S.H., K.C.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

REFERENCES

1. Lee JG, Jun S, Cho YW, Lee H, Kim GB, Seo JB, et al. Deep learning in medical imaging: general overview.

Korean J Radiol 2017;18:570-584

2. Zhou SK, Greenspan H, Shen D. *Deep learning for medical image analysis*. Cambridge, Massachusetts: Academic Press 2017
3. Song KD, Kim M, Do S. The latest trends in the use of deep learning in radiology illustrated through the stages of deep learning algorithm development. *J Korean Soc Radiol* 2019;80:202-212
4. Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E, Drozdal M, Turcotte S, Pal CJ, et al. Deep learning: a primer for radiologists. *Radiographics* 2017;37:2113-2131
5. Jha S, Topol EJ. Adapting to artificial intelligence: radiologists and pathologists as information specialists. *JAMA* 2016;316:2353-2354
6. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med* 2019;25:44-56
7. Park SH, Do KH, Choi JI, Sim JS, Yang DM, Eo H, et al. Principles for evaluating the clinical implementation of novel digital healthcare devices. *J Korean Med Assoc* 2018;61:765-775
8. Parikh RB, Obermeyer Z, Navathe AS. Regulation of predictive analytics in medicine. *Science* 2019;363:810-812
9. Park SH, Han K. Methodologic guide for evaluating clinical performance and effect of artificial intelligence technology for medical diagnosis and prediction. *Radiology* 2018;286:800-809
10. Kim DW, Jang HY, Kim KW, Shin Y, Park SH. Design characteristics of studies reporting the performance of artificial intelligence algorithms for diagnostic analysis of medical images: results from recently published papers. *Korean J Radiol* 2019;20:405-410
11. Kim H, Jung DC, Choi BW. Exploiting the vulnerability of deep learning-based artificial intelligence models in medical imaging: adversarial attacks. *J Korean Soc Radiol* 2019;80:259-273
12. Zech JR, Badgeley MA, Liu M, Costa AB, Titano JJ, Oermann EK. Variable generalization performance of a deep learning model to detect pneumonia in chest radiographs: a cross-sectional study. *PLoS Med* 2018;15:e1002683
13. Yu KH, Kohane IS. Framing the challenges of artificial intelligence in medicine. *BMJ Qual Saf* 2019;28:238-241
14. Ridley EL. Deep learning algorithms need real world testing. Available at: https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=rca&sub=rsna_2018&pag=dis&itemID=12387. Published 2018. Accessed Oct 29, 2019
15. Greaves F, Joshi I, Campbell M, Roberts S, Patel N, Powell J. What is an appropriate level of evidence for a digital health intervention? *Lancet* 2019;392:2665-2667
16. No-authors listed. AI diagnostics need attention. *Nature* 2018;555:285
17. Waymel Q, Badr S, Demondion X, Cotten A, Jacques T. Impact of the rise of artificial intelligence in radiology: what do radiologists think? *Diagn Interv Imaging* 2019;100:327-336
18. Oh S, Kim JH, Choi SW, Lee HJ, Hong J, Kwon SH. Physician confidence in artificial intelligence: an online mobile survey. *J Med Internet Res* 2019;21:e12422
19. Pinto Dos Santos D, Giese D, Brodehl S, Chon SH, Staab W, Kleinert R, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. *Eur Radiol* 2019;29:1640-1646
20. Collado-Mesa F, Alvarez E, Arheart K. The role of artificial intelligence in diagnostic radiology: a survey at a single radiology residency training program. *J Am Coll Radiol* 2018;15:1753-1757

의료 인공지능에 대한 대한민국 영상학과 전공의의 인식 조사 연구

이현빈¹ · 박성호^{2*} · 김채리¹ · 김승관¹ · 차재형³

목적 이 연구는 인공지능(artificial intelligence; 이하 AI)에 대한 영상학과 전공의들의 인식 및 의견을 알아보고자 하였다.

대상과 방법 2019년 6월 4일부터 7일까지 AI와 관련한 18개의 객관식 문항과 1개의 주관식 문항이 포함된 설문지의 응답을 받았다. 모집된 결과를 로지스틱 회귀분석을 이용하여 전공의 연차, 소속 병원의 위치 및 규모 등의 요인에 따라 분석하였다.

결과 총 101명(89.4%)의 전공의가 응답하였다. AI의 지식적 측면에서 응답자의 50명(49.5%)이 AI에 대해 평균 이상으로 공부하고 있으며, 68명(67.3%)이 AI 관련 용어에 대한 이해도가 평균 이상이라고 응답하였다. 또한 서울 및 경기 지역 응답자가 기타 지역 응답자에 비하여 AI에 대한 자가 평가 및 지식수준이 의미 있게 높았으며, 4년차 전공의에 비해 1~2년차 전공의가 AI에 대한 자가 평가 및 지식수준이 의미 있게 낮았다. AI 관련 연구에 참여해본 적 있는 전공의는 15.8%이었지만, 추후 연구 참여 의향이 있는 전공의는 90%에 달하였다. 전공의들은 또한 학회 주도의 AI 교육 및 적극적 홍보를 원하고 있었다.

결론 영상학과 전공의의 AI 교육 수요를 충족시키고, 의료 AI 시대의 영상학과 의사의 역할을 제대로 알리기 위해 보다 많은 학회 차원의 노력이 요청된다.

¹고려대학교 안산병원 영상학과,

²울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상학과, 영상학과 연구소,

³고려대학교 의과대학 의과학연구지원센터