



ORIGINAL ARTICLE

The Role of Perfusionists during the COVID-19 Pandemic and Clinical Laboratory Technologists: Comparison of Training Systems in Japan and the United States

Dong-Ok Aum¹, Dae Jin Kim², Dae Eun Kim², Myong Soo Kim³, Bon-Kyeong Koo³¹Neurology Laboratory, Samsung Medical Center, Seoul, Korea²Department of Clinical Laboratory Science, Kyungbuk University, Namyangju, Korea³Clinical Pathology Laboratory, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

코로나19를 통해서 바라본 체외순환사의 역할과 임상병리사: 일본과 미국의 양성체계를 비교

엄동옥¹, 김대진², 김대은², 김명수³, 구본경³¹삼성서울병원 신경검사실, ²경북대학교 임상병리학과, ³삼성서울병원 진단검사의학검사실

ARTICLE INFO

Received October 28, 2022

Revised November 9, 2022

Accepted November 19, 2022

Key words

Cardiopulmonary bypass machine
Clinical laboratory technologist
Extracorporeal membrane oxygenation
Perfusionist

ABSTRACT

In 2022, Korea reported a total of 224 perfusionists, employing nurses or clinical laboratory technologists (also known as medical technologists) to provide hospital self-education or reliable education. In 2021, the total number of perfusionists in Japan was 2,100, mainly supported by clinical engineering technologists. During the same period, the number of perfusionists reported in the United States was 4,212, who had received training in the master's program, post-bachelor certificate program, and bachelor's program. Most personnel in the USA were graduates of healthcare sciences or life sciences. Perfusionists must be knowledgeable in heart anatomy, physiology, pharmacology, pathology, hemodynamics, laboratory analysis, and quality assurance, as well as techniques to operate the cardiopulmonary bypass machine (heart-lung bypass machine). These are jobs similarly handled by clinical laboratory technologists. The importance of perfusionists became more prominent during two major crises: the MERS-CoV and COVID-19 pandemic. Currently, perfusionists play a significant role in the rapidly expanding field of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) and extracorporeal circulation during cardiac surgery. Results of the current study indicate that hospitals offering cardiac surgery and infectious disease hospitalization need to be institutionalized to secure a certain number of qualified perfusionists. In the future, we look forward to establishing a perfusion technology association under the Korean Society for Clinical Laboratory Physiology to provide academic exchanges.

Copyright © 2022 The Korean Society for Clinical Laboratory Science.

서론

우리나라에서 인공심폐장치(cardiopulmonary bypass machine, heart-lung bypass machine)를 이용하여 심장 수술이 시작된 것은 1950년대 후반이었으며 1960년대에 들어서 본격적인 수술이 이루어졌다. 1970년대 이후 국민의료보험이

Corresponding author: Bon-Kyeong Koo
Clinical Pathology Laboratory, Samsung Medical Center, 81 Irwon-ro, Gangnam-gu,
Seoul 06351, Korea
E-mail: amurtiger@naver.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2759-5919>



시행되었고 심장 수술의 증례와 장기이식이 성공을 거두면서 흉부외과 전문의와 함께 이들을 임상적으로 보조하는 기사들이 있었다. 이러한 기사 유형은 국가시험제도가 마련되어 있지 않았고 보건의료인으로서 면허나 자격이 없었다[1]. 1980년에 체외순환기술(extracorporeal circulation technology) 관련 업무를 수행하는 간호사, 임상병리사, 방사선사, 의공기사, 간호조무사들이 모여 가칭 대한심폐기(心肺機)기사협회 창립 총회를 가졌으며 이후 1996년에 대한체외순환사협회로 개칭하여 오늘에 이르고 있다[1].

체외순환사(일명 관류사)는 수술 동안 인공심폐장치를 운용하는 것은 물론 환자의 혈류역학 정보들을 면밀히 모니터링한 후 이상이 있을 경우 의사의 지시에 따라 정상상태로 교정해주는 역할을 한다. 폐기능이 저하된 입원 환자를 위해서는 폐 역할을 대신해주는 체외막산소화장치(extracorporeal membrane oxygenation, 약칭 ECMO)를 통해 산소공급이 잘 이뤄지도록 돕는다[2].

코로나19 범유행(coronavirus disease 2019 pandemic, 약칭 COVID-19) 이전까지만 해도 체외순환사라는 직업에 대하여 제대로 알지 못했지만, 지금은 상황이 바뀌어 코로나19 감염과 관련된 뉴스에서 확진자 급증으로 위중증 환자가 늘면서 체외막산소화장치를 사용하려면 체외순환사가 있어야 한다는 게 알려지기 시작했다.

대한심장혈관흉부외과학회에서 학회 차원의 체외순환사 제도 마련을 위해 1994년 인력 실태조사, 2003년 인력 실태조사, 2005년 주요 외국 국가들과 비교 분석, 2009년 제도개선 특별위원회 발족, 2020년 자격인증 준비 등이 있었다[1, 3].

병원 현장은 향후 언제 닥칠지 모를 감염병 대유행을 감안하면, 체외순환사 수는 부족하다고 생각된다. 본 연구는 우리나라 체외순환사의 인력 및 양성체계를 일본, 미국과 비교해 보면서, 체외순환실에서 근무하는 임상병리사의 역할을 조명해 보고자 한다.

자료 및 방법

1. 체외순환사 국내 인력

체외순환사 국내 인력은 2005년 발표된 Kim의 선행연구와 2022년 대한체외순환사협회 자료를 참고하였다[1, 4].

2. 체외순환사 국내외 명칭

우리나라와 일본에서는 체외순환기술 업무에 종사하는 전문가를 체외순환사로 소개하고 있지만 extracorporeal circu-

lation technologist란 표현은 거의 사용되지 않고 있다. 해외에서는 체외순환사 대신 「관류사」라는 호칭으로 perfusion technologist, perfusion scientist, cardiopulmonary perfusionist, cardiovascular perfusionist, clinical perfusionist를 사용하고 있다.

3. 체외순환사 국내외 양성

체외순환사 양성은 대한심장혈관흉부외과학회(Korean Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery, 약칭 KSTCS), 대한체외순환사협회(Korean Society of Extracorporeal Technology, 약칭 KSECT), 일본체외순환기술학회(Japanese Society of Extra-Corporeal Technology in Medicine, 약칭 JaSECT), 미국체외순환기술학회(American Society of Extra-Corporeal Technology, 약칭 AmSECT), 미국심혈관관류위원회(American Board of Cardiovascular Perfusion, 약칭 ABCP)의 웹사이트 자료 및 연구논문을 취합하여 조사되었다. 비교 국가는 우리나라 보건의료제도나 관련 법령제도에 영향을 많이 미친 일본과 미국을 대상으로 하였다.

결 과

1. 우리나라 체외순환사 양성

국내 체외순환사 인력 현황은 당시 대한흉부외과학회(현 대한심장혈관흉부외과학회)에서 시행한 제1차 조사에서 1994년 85명, 제2차 조사에서 2003년 127명이었다[1]. 2022년 대한체외순환사협회에 따르면 전국에서 활동 중인 회원은 224명으로 나타났다며 간호사 138명(62%), 임상병리사 78명(35%), 방사선사 5명(2%), 응급구조사 1명(1%) 순으로 남성이 40%, 여성이 60%이었다(Table 1) [4]. 체외순환사 채용은 학계나 병원에서 간호사나 임상병리사를 자체적으로 교육해 충원해오고 있다. 대한심장혈관흉부외과학회는 코로나19 범유행을 계기로 체외순환사의 전문성을 인정해주기 위해 2021년 제1회 자격시험을 도입하고 이를 통해 전국에서 73명의 합격자를 배출하였다. 자격요건은 심장수술을 시행하는 기관에서 체외순환사로 근무한 경력이 5년 이상이거나, 심장외과 전문의 지도하에 독립적, 주도적으로 150례 이상의 체외순환 운영(개심술)을 경험하여야 한다. 또한 대한심장혈관흉부외과학회 학술대회기간 실시하는 체외순환사 아카데미 교육 프로그램을 4년 이내 이수해야 한다. 자격증은 시험에서 60점 이상의 점수를 획득한 자에게 대한심장혈관흉부외과학회 이사장과 대한체외순환사협회 회장 명의로 자격증을 부여하고 있다[3].

Table 1. Composition of perfusionists in Korea

Occupations	1994 (N=85 persons; M 56%, F 44%)	2003 (N=128 persons; M 66%, F 37%)	2022 (N=224 persons; M 40%, F 60%)
Nurse	32%	42%	62%
Clinical laboratory technologist	26%	26%	35%
Radiological technologist	10%	4%	2%
Medical engineering technologist	5%	7%	-
Emergency medical technician	-	-	1%
Other	27%	21%	-

Table 2. Training of perfusionists in Korea, Japan, and the United States

Status	Korea	Japan	Unite States
Education	Hospital self-education or entrusted education	Mainly clinical engineering technology education	Perfusion technology (master's program, post-baccalaureate certificate program, and bachelor's program)
Entry-level	Bachelor's or associate's degree	Bachelor's or associate's degree and vocational school diploma	Bachelor's degree
First examination	2021	1987	1972
Members	224 persons in 2022	2,100 persons in 2021	4,212 persons in 2021

2. 일본 체외순환사 양성

일본의 체외순환 업무는 체외순환기술인정사에 의해 수행되며 영문은 perfusionist를 사용하고 있다. 체외순환기술인정사는 1987년 처음으로 자격시험이 실시되었고 2021년 2,100명이 활동 중에 있다[5, 6]. 자격시험은 일본체외순환기술의학회에서 주관하고 일본인공장기학회, 일본흉부외과학회, 일본심장혈관외과학회, 일본체외순환기술의학회가 공동 인정하고 있다. 자격조건 중 하나인 실무경험을 기준으로 살펴본다면 의사의 경우 1년 이상, 임상공학기사는 3년 이상, 간호사는 3년 이상, 고등학교 졸업자인 준간호사는 4년 이상, 중학교 졸업자인 준간호사는 5년 이상이 되어야 한다. 체외순환기술인정사의 주요 인력인 임상공학기사는 우리나라 의공기사에 해당하며 4년제 대학과 3년제 단기대학에 관련 학과가 개설되어 있고, 또한 전문학교 전공과를 통해 의료계 국가시험자격인 임상검사기사(우리나라 임상병리사) 등을 비롯한 '의료기술자[7]', 간호사에게 편입학이 개방되어 있기도 하다.

3. 미국 체외순환사 양성

미국은 체외순환 전문가를 perfusionist로 호칭하며 '지원 보건인력(allied health personnel, 약칭 AHP)'으로 분류한다[8]. 자격시험은 1972년 미국체외순환기술학회에서 처음 시행되었고, 1975년부터 미국심혈관관류위원회에서 주관하고

있으며 2021년 4,212명의 관류사가 배출되어 있다(Table 2) [9-12]. 교육과정은 미국 교육프로그램(classification of instructional programs, 약칭 CIP)에 관류기술학(perfusion technology) 또는 체외순환기술학(extracorporeal circulation technology)으로 19개소가 개설되어 있다. 학사후 프로그램에 등록하려면 4년제 학사 학위가 필요하며, 특정 학부 학위가 필요하지는 않지만 화학, 생물학, 기타 관련 과학 분야나 보건의로 분야의 경험이 도움이 된다고 한다[8]. 석사 프로그램은 11개소로 4년제 대학 졸업 후 2년 과정을 수료하며, 자격증 프로그램은 7개소로 4년제 대학 졸업 후 1년 과정을 거친 후 자격증을 취득한다. 학사 프로그램의 경우 1개소로 1, 2학년은 선수과목을 듣고 프로그램에 지원해서 3, 4학년에 전문과정을 이수하면 된다.

고 찰

체외순환(extracorporeal circulation, 약칭 ECC)은 혈관 내에 삽입한 튜브를 통하여 혈액을 일단 체외로 내보내서, 펌프에 의하여 연속하여 재차 체내에 되돌리는 순환을 말한다. 인공심폐장치는 심장을 대신하는 펌프와 폐를 대신하는 산소·이산화탄소 교환기로 구성된다. 체외막산소화장치는 인공심폐장치의 산화기에서 따온 기기로 인공심폐장치와 하는 역할은 비슷하며, 체외에서 인공 폐와 혈액 펌프로 혈액을 환자 몸에서 빼내어서 산소를 혈액에 주입한 동시에 혈액에 있는 이산

화탄소를 제거하고 다시 환자 몸 속으로 혈액으로 돌려보내는 기기를 말한다. 인공심폐장치와 체외막산소화장치의 운용 차이 점은 인공심폐장치의 경우 심장이나 폐 관련 수술을 할 때 수술 중 심장정지약물을 사용하거나 체온을 강제로 낮추는 저체온방식으로 심장을 멈추게 하는 수술을 하면서 심장과 폐의 역할을 대신해 줘서 수술 중 심장이 무리하지 않게 해 주며, 체외막산소화장치는 중환자실, 음압격리병실 등에서 비수술 상태로 심장과 폐의 기능을 대신해주는 기기로 인공호흡기로 대처할 수 없는 심부전증, 폐부전증 환자에게 사용한다[2, 13, 14].

체외순환사는 심장해부학, 생리학, 약리학, 병리학, 혈류역학, 검사분석, 정도보증, 장비 운용, 임상관리, 특정환자군, 체외막산소화장치/체외생명유지술 특수절차 및 술기, 치명적인 이벤트 및 장비 오류, 추적감시에 대한 지식[15-17]을 갖추고 있어야 하기 때문에 임상병리사가 적합한 직군 중의 하나이다. 메르스 코로나바이러스, 신종 코로나 바이러스 등 두 번의 감염병 위기를 겪으며, 체외순환사의 중요성은 더욱 부각되고 있었다[18, 19]. 현재 224명의 체외순환사가 고유 업무인 심장수술의 체외순환뿐 아니라, 최근 급속하게 확장되고 있는 체외막산소화장치 영역에서도 큰 역할을 하고 있다.

의료법상 별도의 면허범위가 정의되지 않은 관계로 의사를 제외한 보건의료인력에 대하여 의료 관련 단체에서 자체적으로 민간자격증이나 수료증을 발급하는 곳이 있는데, 1999년 대한이비인후과학회 및 대한청각학회의 「청각사」, 2019년 대한평형의학회의 「평형사」, 2005년 대한의학유전학회의 「임상유전학검사원」, 2011년 대한심혈관기술학회의 「심혈관기술전문가」[20], 2021년 대한심장혈관흉부외과학회의 「체외순환사」가 있다. 그 외 민간자격증이 아닌 국가자격증으로 보건복지부의 임상심리사, 의지보조기기사, 보조공학기사, 의공기사 등이 있다[21, 22].

본 연구를 통해서, 심장수술과 감염병 치료를 하는 병원은 자격을 갖춘 체외순환사를 일정한 수 만큼 확보하도록 제도화할 필요가 있어 보인다. 임상병리사 관련 단체는 산학연 협동을 통해 체외순환기술 교과목, 국가시험 문항, 임상 실습, 보수교육 평점, 전문임상병리사제도 등의 개발이 요구되며 또한 대한임상병리사학회 산하에 새로이 체외순환기술회(관류기술회)를 만들어 학술교류가 적극 공유되기를 기대해 본다.

요약

2022년 국내 체외순환사(관류사)는 224명으로 간호사나 임상병리사를 모집해 병원 자체교육이나 위탁교육을 실시하고 있

다. 일본의 체외순환사는 2021년에 2,100명이며, 주로 임상공학 기사들이 지원한다. 미국의 체외순환사는 2021년 4,212명으로 석사과정, 학사후 자격증 프로그램, 학사과정 등에서 교육을 받았으며 대부분 보건의료과학 또는 생명과학 전공 졸업생이다. 체외순환사는 인공심폐장치를 운용시키는 기술뿐만 아니라 심장해부학, 생리학, 약리학, 혈류역학, 검사분석, 정도보증 등에 대한 지식이 있어야 하기에 임상병리사와 한 직군이다. 메르스와 코로나-19라는 두 가지 영향력 있는 위기를 통해 체외순환사의 중요성이 더욱 부각되고 있었다. 현재 심장수술의 체외순환은 물론 최근 급격히 확대되고 있는 체외막산소화장치 영역에서 체외순환사가 큰 역할을 하고 있다. 본 연구를 통해 심장수술 및 감염병 치료를 하는 병원은 자격을 갖춘 체외순환사를 일정한 수 만큼 확보하도록 제도화하고, 대한임상병리사학회 산하에 체외순환기술회(관류기술회)를 설립하여 학술교류가 실시되기를 기대해 본다.

Acknowledgements: None

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Aum DO¹, M.T.; Kim DJ², Professor; Kim DE², Professor; Kim MS³, M.T.; Koo BK³, M.T.

REFERENCES

1. Kim WG. Current status of cardiopulmonary perfusionists in the Republic of Korea. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;38:1-12.
2. Jun JS. Extracorporeal membrane oxygenation: past, present and future. *Korean J Med.* 2015;88:651-657. <https://doi.org/10.3904/kjm.2015.88.6.651>
3. KSTCS. Register [Internet] Nagoya; Korean Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery [cited 2022 Oct 20] Available from: https://www.ktcvs.or.kr/register/2021_14/info/sub02.html
4. KSECT. Members [Internet] Seoul; Korean Society of Extra-Corporeal Technology [cited 2022 Oct 20] Available from: <http://www.kosect.or.kr/>
5. Tomizawa Y, Momose N. Certified perfusionists in Japan. *J Artif Organs.* 2007;10:122-123.
6. JaSECT. Greetings from the president [Internet] Nagoya; Japanese Society of Extra-Corporeal Technology in Medicine [cited 2022 Oct 20] Available from: <https://jasect.org/1463>
7. Japan MIC. Standard Occupational Classification 2009 [Internet] Tokyo; Internal Affairs and Communication [cited 2022 Oct 20] Available from: https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/shokgyou/kou_h21.htm
8. Verywell health. Cardiac perfusionist: expertise, specialties, and training [Internet] New York; Verywell health [cited 2022 Oct 20]

- Available from: <https://www.verywellhealth.com/clinical-cardiac-perfusion-careers-1735980>
9. Sistino JJ. The case for a single entry level into the perfusion profession by 2020. *J Extra Corpor Technol.* 2014;46:127-129.
 10. Lewis DM, Dove S, Jordan RE. Results of the 2015 Perfusionist salary study. *J Extra Corpor Technol.* 2016;48:179-187.
 11. ABCP. 2021 Annual report [Internet] Hattiesburg; American Board of Cardiovascular Perfusion [cited 2022 Oct 20] Available from: https://abcp.org/pd/ann_rep.pdf
 12. AmSECT. Certification [Internet] Chicago; American Society of Extra-Corporeal Technology [cited 2022 Oct 20] Available from: <https://www.amsect.org>
 13. Achorn NL, Crawford PC, Bronstein MH. Cardiopulmonary perfusion. *Surg Technol Int.* 1993;2:235-243.
 14. Hessel EA. A brief history of cardiopulmonary bypass. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2014;18:87-100. <https://doi.org/10.1177/1089253214530045>
 15. Riley JB, Beckley PD, Tallam RGD, Spiwak AS. Successful use of a competency step exam in a perfusion education program. *J Extra Corpor Technol.* 2006;38:38-43.
 16. Bauer A, Benk C, Thiele H, Bauersachs J, Dittrich S, Dähnert I, et al. Qualification, knowledge, tasks and responsibilities of the clinical perfusionist in Germany. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2020;30:661-665. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaa005>
 17. Tomizawa Y, Momose N, Nishimura M. Distribution of certified perfusionists in core training institutions accredited by the Japanese Board of Cardiovascular Surgery in Japan. *J Artif Organs.* 2009;12:210-212. <https://doi.org/10.1007/s10047-009-0460-9>
 18. Alsharani MS, Sindi A, Alshamsi F, Al-Omari A, Tahan ME, Alahmadi B, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe Middle East respiratory syndrome coronavirus. *Ann Intensive Care.* 2018;8:3. <https://doi.org/10.1186/s13613-017-0350-x>
 19. Schiess JG. Perfusion's Role in Responding to the COVID-19 Pandemic. *J Extra Corpor Technol.* 2021;54:331-332.
 20. Koo BK. Professional certification of medical technologists in Korea, Japan, and United States of America. *Korean J Clin Lab Sci.* 2019;51:1-14. <https://doi.org/10.15324/kjcls.2019.51.1.1>
 21. KHPLEI. Examination information [Internet] Seoul; Korea Health Personnel Licensing Examination Institute [cited 2022 Oct 20] Available from: https://www.kuhsiwon.or.kr/cnt/c_1/view.do?seq=7
 22. HRDKI. Examination information [Internet] Seoul; Human Resources Development of Korea [cited 2022 Oct 20] Available from: <http://www.q-net.or.kr/crf005.do?id=crf00503&jmCd=1176>