

지역 응급의료체계 자원과 접근성이 병원 밖 급성심정지 환자의 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향

정태욱
서정대학교 응급구조과

The Impact of Regional Emergency Medical Service Resources and Accessibility on Immediate Deaths in Out-of-Hospital-Arrest Patients in the Emergency Department

Tae-Wook Jeong
Department of Emergency Medical Technology, Seojeong University

요약 이 연구는 지역 응급의료체계 자원과 접근성이 병원 밖 급성심정지 환자의 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향을 확인하고자 수행되었다. 연구자료는 2020년 질병관리청 급성심장정지조사 자료가 사용되었다. 이 자료의 수집 기간은 2020년 1월부터 12월까지이며, 연구대상은 119구급차를 이용한 병원 밖 심정지 환자이다. 응급의료 자원 및 접근성 분석을 위해 같은 기간의 119 구급자원 현황, 중앙응급의료센터 헬스맵 등의 연구자료가 추가적으로 사용되었다. 지역 응급의료체계 자원과 접근성 유형화 방법으로 k-means 군집분석 방법을 사용하였으며, 응급실 내원 직후 사망의 영향요인을 분석하기 위해 교차분류 다수준 분석을 수행하였다. 군집분석 결과, 지역 응급의료 자원 및 접근성 '우수', '양호', '취약' 3가지 유형이 확인되었다. 교차분류 다수준 분석을 수행한 결과, 개인 수준에서는 나이, 과거 진단 받은 병력, 급성심정지 원인, 목격자 및 일반인 심폐소생술, 심정지 발생 장소, 응급실까지 이송 시간 등이 응급실 내원 직후 사망에 영향을 주는 것으로 나타났다. 지역 수준에서는 취약한 유형의 지역보다 우수한 유형의 지역에서 응급실 내원 직후 사망의 발생이 낮게 나타났다(OR 0.75, CI 0.63-0.90). 병원 밖 급성심정지 환자의 응급실 내원 직후 사망에 미치는 지역의 맥락효과는 7%로 나타났다. 병원 밖 급성심정지 환자의 응급실 내원 직후 사망을 줄이기 위해서 응급의료체계 자원과 접근성이 취약한 지역에 일반인 심폐소생술 교육과 자원 확대 등의 적극적인 개입 및 증재가 필요하며, 접근성 개선 방안을 마련하기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

Abstract This study aimed to investigate the impact of regional emergency medical service (EMS) resources and their accessibility on immediate deaths in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) patients in the emergency department (ED). Using the surveillance data of OHCA in the year 2020, the factors influencing patients who died immediately upon arrival at the ED were analyzed. Additional data from the 119-emergency call number, the National Emergency Medical Center, and Statistics Korea, were collected for EMS resource and accessibility analysis from January to December 2020. K-means clustering and a cross-classified multilevel model were employed to categorize regions based on their EMS resources and accessibility and identify factors impacting the immediate deaths in the ED. The results revealed three region types ('Secure,' 'Moderate,' and 'Vulnerable') through K-means clustering. The cross-classified multilevel analysis identified individual-level factors such as age, medical history, witness presence, bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR), location type, and transfer time that influenced immediate deaths. At the regional level, the 'Secure' regions had lower immediate death rates than the 'Vulnerable' regions (OR 0.75, CI 0.63-0.90), with a 7% contextual effect. These findings highlight the necessity for proactive interventions, including CPR training and resource expansion, especially in vulnerable areas. Further research is essential to develop strategies for improving accessibility to EMS services.

Keywords : Out of Hospital Cardiac Arrest, Sudden Cardiac Arrest, Emergency Medical Service, Cluster Analysis, Multilevel Analysis

*Corresponding Author : Tae-Wook Jeong(Seojeong Univ.)

email: jtw0070@naver.com

Received December 4, 2023

Accepted March 8, 2024

Revised January 2, 2024

Published March 31, 2024

1. 서론

1.1 연구의 필요성

병원 밖 급성심정지(OHCA: Out-of-Hospital-Arrest, 이하 OHCA)는 전세계적으로 주요한 보건문제의 하나로 인식되고 있다[1]. 급성심정지(SCA: Sudden Cardiac Arrest, 이하 SCA)에 대한 문제인식은 히포크라테스 전집(corpus hippocraticum) 기록에서도 발견될 만큼 오래되었다[2]. SCA에 대한 전세계적 관심은 1966년 최초의 심폐소생술 지침이 제정된 후[3], OHCA 관련 예측과 역학연구가 진행되면서 시작되었다. 선행연구들에 의해서 나이, 유전, 사회경제적요인, 건강행태요인 등과 같은 OHCA의 위험요인들이 밝혀졌다[3-8]. 하지만 여전히 심정지 발생 예측이나 국가역학지표, 소생술 치료 모두에서 만족스러운 결과라고 평가할 수는 없는 실정이다[9,10]. 심정지가 발생한 시각으로부터 4분 내 소생이 이뤄지지 않을 경우 뇌의 산소 공급이 중단되어 영구적인 뇌손상이 발생할 수 있다[11,12]. 또한 소생이 1분씩 지연될 때마다 생존율이 7-10%씩 감소되는 것으로 알려져 있다[13]. 이로 인한 사망 또는 장애 발생은 생산가능 수명의 소실 등을 야기하여 개인과 사회에 부담을 미치고 있다[14]. 선행연구에 따르면 SCA로 인한 장애보정생존연수(disability adjusted life year)는 여러 질환 중 허혈성 심질환과 요통에 뒤이어 3번째로 높은 것으로 나타났다[15], 경제적 손실은 모든 암으로 인해 발생한 생산성 손실을 합친 것과 비슷한 수준으로 보고되고 있다[16].

OHCA의 발생은 고령화와 더불어 전세계적으로 증가하는 추세이다. 국내보다 일찍이 고령화가 진행된 일본의 경우 인구 10만 명당 OHCA 환자의 발생이 2005년 58.4명, 2009년 64.3명, 2014년 73.3명으로 보고되었다[17]. 유럽에서도 마찬가지로 인구 10만 명당 발생이 2012년 47.8명, 2013년 53.6명, 2017년 57.9명으로 증가추세가 나타났다[18]. 국내의 경우 인구 10만 명당 병원 밖 급성심정지 환자의 발생은 2016년 58.4명에서 2019년 60.0명, 2020년 61.6명, 2021년에는 64.7명으로 보고되고 있다[19].

이와 관련하여 증가되는 국민들의 심폐소생술에 대한 관심 및 심폐소생술 교육의 필요성에 부응하고자 정부와 관련 기관의 심폐소생술 교육 및 대국민홍보 등과 같은 적극적인 활동이 현재까지 수행되고 있다[20]. 그 결과 2008년 2%조차 미치지 못했던 일반인(bystander) 심폐소생술 시행률은 2021년 28.8%까지 증가하였다[19]. 이와 함께 SCA 발생 환자의 생존율도 2006년 2.3%에서

2021년 7.3%로 약 3배 이상 증가하였다[19]. 그러나 SCA 발생 환자의 생존율이 미국의 경우 약 10%, 뉴질랜드 13.8%, 핀란드 20.4%, 글로벌 평균은 8.8%로 보고되고 있고[21-23], 외국의 일반인 심폐소생술의 비율이 20%~70%로 보고되고 있어, 외국의 현황과 비교하면 현저히 낮은 실정이다.

OHCA 환자의 생존율은 국가 간 차이만 아니라, 응급의료 자원 및 접근성 등에 따라 동일 국가 내 지역 간 차이가 발생한다는 선행연구 결과가 보고되고 있다[24-27]. 우리나라 보건복지부는 지난 2023년 3월 '2023~2027년 응급의료 기본계획(안)'을 발표하였다[28]. 발표된 자료에 따르면 지역 응급의료 접근성 격차 문제를 주요한 문제로 다루고 있고, 이를 해결하기 위해 지역 완결적 응급의료체계 실현을 목표로 하고 있다. 따라서 SCA 환자의 발생 및 생존율을 개선하기 위한 지역 별 응급의료체계 자원과 접근성에 대한 다각적 관점에서의 연구와 대책 마련이 필요하다. 하지만 국내 지역 응급의료체계의 자원과 접근성에 대한 선행연구는 부족한 실정이며, 수행된 일부 선행연구들은 분석 지역단위가 시·도로 수행되어, 더 세분화된 지역 단위에서의 분석에 제한이 되거나[26], 응급의료체계 자원이 지역사회 자원으로 제한되어 분석이 수행되는 등의 한계가 있었다[29].

1.2 연구의 목적

병원 이 연구는 사람을 대상으로 수행되는 연구로서 한양대학교 기관생명윤리위원회의 심의를 완료하였으며(심의번호: HYU-2023-250), 다음과 같은 목적으로 연구가 수행되었다. 첫번째, 지역 응급의료체계 자원과 접근성 현황을 파악한다. 두 번째, 현황에 따른 지역 응급의료체계 자원과 접근성을 유형화한다. 세번째, 지역 응급의료체계 자원과 접근성이 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향을 분석한다.

이 연구에서는 기존의 연구와 다르게 분석 지역단위를 시·군·구로 세분화하고 응급의료체계 자원에 119구급대 자원 자료를 포함한 다양한 지역사회 응급의료 자원의 파악함으로써, 차별화하였다. 추후 이 연구가 지역 응급의료체계 자원과 접근성과 관련한 정책 수립에 기초자료로서 활용되길 바란다.

2. 연구방법

2.1 자료원

이 연구를 수행하기 위해 질병관리청 급성심장정지조사 2020년 자료를 이용하였다. 이 자료의 조사 대상자는 전국에서 119를 통해 의료기관으로 이송된 전체 급성심정지 환자이다. 급성심장정지조사 자료는 『심뇌혈관질환의 예방 및 관리에 법률』 제 6조 1항에 근거하여 질병관리청과 소방청이 협력하여 실시되는 조사로, 2008년 첫 조사가 시작되었으며 2011년에는 통계청으로부터 국가통계로 승인되었다.

지역 응급의료체계 자원 및 접근성을 파악하기 위해 다양한 경로를 통해 자료를 구득하였다. 119구급대와 관련한 자료는 정보공개청구를 통하여 각 시·도의 소방서으로부터 구득하였다. 지역의 의료인력 및 병상 자원 자료는 국가통계포털을 통하여 구득하였으며, 종별 응급의료센터 및 자동제세동기 수, 응급의료기관 기준 시간 내 접근 불가능 인구비율 자료는 중앙응급의료센터 홈페이지 및 헬스맵(Healthmap.or.kr)에서 자료를 구득 하였다.

2.2 연구대상

이 연구는 2020년 급성심장정지조사 자료에 등록된 환자를 연구대상으로 하였다. 이 중 소방자료와 의무기록자료가 부정확하거나 결측이 있는 환자와 응급실에서 심폐소생술이 시행되지 않은 환자, 그리고 심폐소생술이 20분 미만 제공된 환자 중 그 이유가 연명치료중단이 사전에 지시된(DNR, Do Not Resuscitation, 이하 DNR) 환자, 심폐소생술 시행 중 타 병원으로 이송한 환자 및 미상인 환자는 제외하였다(Fig. 1).

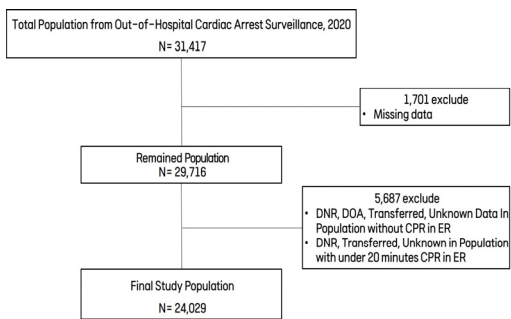


Fig. 1. Flow Chart of Study

2.3 지역 응급의료체계 자원과 접근성의 유형화 및 분석

이 연구에서 지역 응급의료체계 자원 및 접근성 지표는 지역 간 보건의료 수준을 비교한 선행연구[30]에서 사용한 137개 지표 중 응급의료와 관련한 10개 지표와 타

선행연구 및 보고서[29,31,32]를 참고한, 4개의 지표를 더하여 총 14개 지표를 지역 응급의료체계 자원 및 접근성 지표로 조작적 정의하여 사용하였다.

지역 응급의료체계 자원 및 접근 현황을 파악하기 위해 선정된 지표를 점수화 하였다. 점수화는 지표의 특성에 따라 1)가중치에 따른 점수화 방법과 2)구간에 따른 점수화 방법을 적용하였다.

권역응급의료센터(REMC: Regional emergency medical center, 이하 REMC), 지역응급의료센터(LEMC: Local emergency medical center, 이하 LEMC), 지역응급의료기관 수(LEMA: Local emergency medical agency, 이하 LEMA)와 응급의료기관 외 응급의료시설 (Local emergency medical facility) 유·무는 가중치에 따른 점수화 방법을 통해 점수가 부여되었다. 이는 지역과 의료기관에 특성에 따라 한정된 지역에 지정되기 때문이다.

지역에 지정된 REMC, LEMC, LEMA 수에 따라 각 3.5 점, 2.5점, 1점을 부여하였다. 예를 들어 A 시에 2개의 LEMC가 있다면 5점이 부여된다. 점수 가중치는 LEMA 병상 수를 기준으로 2018-2021 응급의료기관 종별 평균 병상 수(REMC 36.1개, LEMC 25.9개, LEMA 10.5개)를 참고하여 근거하였다. 응급의료기관 외 응급의료시설은 설치된 시설 수와 관계없이, 지역 별 시설 유·무에 따라 각 1점과 0점을 부여하였다. 구간에 따른 점수화 방법을 적용하기 이전에 몇 가지 전처리 과정을 통해 지표 산출 및 변환을 수행하였다. 1) 전체 응급의료기관, 응급실 병상, 응급의학 전문의, 간호사, 구급차, 구급대원, 자동제세동기 수는 해당 지역의 면적(100km², Unit) 당과 인구 10만 명 당으로 각각 산출하였다. 2) 지역 응급의료체계 영역에서 ‘기준시간 내 접근이 불가능한 인구 비율’ 지표는 100에서 각 비율 값을 빼서 ‘기준시간 내 접근이 가능한 인구 비율’ 지표로 변환했다. 3) 지표 내 구간을 나누기 용이하도록 지표 값이 0-1 값을 갖는 표준화 환산식(Eq. 1)을 적용하여 지표 값을 변환하였다.

$$Y = \frac{Value_i - Value_{mean}}{Value_{max} - Value_{mean}} \quad (1)$$

이후 0-1값을 갖는 지표를 5구간으로 나누어 구간에 따라 1-5점의 값을 부여하는 점수화 방법을 적용하였다. 단 0값을 갖는 지표는 0점 처리하였다. ‘기준시간 내 접근이 가능한 인구 비율’ 지표의 경우 값이 한쪽 극단 또는 양극단에 분포되어 있어 0을 갖는 값과 1을 갖는 값을 제외한 후 4개 구간으로 나누어 구간에 따라 1-4점의 점수를 부여하였다. 이후 0을 갖는 값과 1을 갖는 값은 각각 0점과 5점을 부여하였다(Table 1).

Table 1. Measuring Method for the Resource and Accessibility Indicators of the Regional Emergency Medical Service

| Indicators | | Scoring Method | | | |
|------------------------------|--|--|----------------------|-----|----------------|
| EMS ^{†‡} Resource | Number of REMC [*] | Scoring by weight | n x 3.5 | | |
| | Number of LEMC [†] | | n x 2.5 | | |
| | Number of LEMA [‡] | | n x 1 | | |
| | Number of emergency medical facility (Present or absence) | | 1 or 0 | | |
| | Sum of REMC, LEMC and LEMA | Per Unit [§] | Scoring by intervals | 0~5 | |
| | | Per Unit | | | |
| | | Number of ER [¶] beds | | | Per Unit |
| | | | | | Per Population |
| | | Number of emergency medicine specialists | | | Per Unit |
| | | | | | Per Population |
| | | Number of Nurses | | | Per Unit |
| | | | | | Per Population |
| | Number of Ambulances | Per Unit | | | |
| | | Per Population | | | |
| Number of EMTs ^{**} | Per Unit | | | | |
| | Per Population | | | | |
| EMS Accessibility | Percentage of Population Accessible Within 60minutes to REMC | | | | |
| | Percentage of Population Accessible Within 30minutes to LEMC | | | | |
| | Percentage of Population Accessible Within 30minutes to LEMA | | | | |
| | Number of AEDs ^{††} | | Per Unit | | |
| | | | Per Population | | |

*REMC: Regional Emergency Medical Center, †LEMC: Local Emergency Medical Center, ‡LEMA: Local Emergency Medical Agency, §Unit: 100km², ||Population: 100,000 person, ¶ER: Emergency Room, **EMT: Emergency Medical Technician, ††AED: Automated External Defibrillator, ‡EMS: Emergency Medical Service

지역 응급의료체계 자원 및 접근성을 유형화하기 위하여 점수화 된 지표의 점수를 이용하여 군집분석 하였다. 군집분석 방법은 k-means를 사용하였다. k-means는 비계층적 군집분석 중 하나이며 군집분석 시 가장 많이 사용되고 있는 방법 중 하나이다[33]. k-means와 같은 비계층적 군집분석에서는 사전에 군집 수를 결정하는 것이 중요한데, 이 연구에서는 사전 군집 수 결정 방법으로 널리 쓰이는 방법인 Elbow 방법을 사용하였다[34]. k-means는 자료의 이상치에 매우 민감하게 반응하고 이는 군집에 직접적인 영향을 주게 되는 특징이 있다. 따라서 이 연구에서는 사전에 이상치를 식별하고 제외한 나머지를 군집 분석 한 뒤 이상치를 분류된 군집으로 다시 배치하였다[35].

2.4 변수

2.4.1 종속변수

이 연구의 종속변수는 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망 여부로 하였다. 현재 우리나라는 병원 전 심정지가 발생하면 과학적 근거와 사회적 통념 상 심폐소생술

시행이 효과가 없다고 판단되는 경우와 같은 특수한 상황을 제외하고는 모두 응급실로 이송하게 되어있다[36,37]. 따라서 119를 통해 응급실로 이송되는 OHCA 환자는 병원 전 시점(pre-hospital phase)에서 시반, 사후경직 등과 같은 명백한 사망의 근거가 없는 생존가능성이 있는 환자라고 가정할 수 있다[37]. OHCA환자가 119를 통해 응급의료기관에 도착하여 인계되는 시점(in-hospital phase)에 응급실 의사는 사전연명의료의향서 등 환자의 자율적 결정과 의학적 지식에 근거하여, 심폐소생술을 시행하여 이득을 기대할 수 없는 즉, 비가역적(irreversible) 사망인 경우와 DNR환자인 경우 심폐소생술을 유보할 수 있다. 명백한 사망의 징후와 환자의 자율적 결정 근거가 없는 OHCA 환자에게는 심폐소생술을 시행하게 되며, 심폐소생술이 시행된 이후라고 할지라도 관련 근거들이 추가적으로 발견될 경우, 의사는 심폐소생술 중단(withdrawal)을 지시할 수 있다[38].

다시 말해 환자의 자율적 결정과 같은 특수한 상황을 제외한다면, 응급의료기관에서의 심폐소생술은 의학적 판단에 근거하여 생존가능성이 있는 OHCA 환자에게 시

행된다고 할 수 있다.

위 내용을 배경으로 이 연구의 종속변수인 OHCA 환자의 '응급실 내원 직후 사망'은 응급의료기관에서 심폐소생술이 시행되었으나 짧은 시간 내 심폐소생술이 중단되어 사망한 환자를 말한다. 급성심장정지조사 자료 대상자 중 응급실 심폐소생술 시행여부 문항에서 '20분 미만 시행한 환자'로 분류되었으며, 그 이유가 '도착 시 사망(DOA: Death on Arrival, 이하 DOA) 환자'로 분류된 사례를 '응급실 내원 직후 사망'으로 조작정의 하였다. 따라서 종속변수는 0(발생하지 않음)과 1(발생함) 값을 갖는 이분형 변수의 특성을 갖는다.

2.4.2 독립변수

독립변수는 연구대상자의 일반적 특성과 심정지 발생 상황 특성, 지역 특성으로 구분하여 사용하였다. 일반적 특성에는 연구대상자의 나이, 성별, 보험종류, 과거진단 병력 개수, 심정지 원인이 포함되었다. 나이는 '20세 미만', '20-64세', '65세-79세', '80세 이상'으로 범주화하였으며, 성별은 '남', '여'로 구별하였다. 보험종류는 '건강보험', '의료급여(1종, 2종)', '기타(자동차 보험 등)'로 범주화 하였다. 과거 진단 병력은 고혈압, 당뇨병, 심장질환, 만성신장질환, 호흡기질환, 뇌졸중, 이상지질혈증이 조사되며 선행연구[29]를 참고하여 진단 받은 병력수에 따라 '없음', '1개', '2개', '3개 이상'으로 범주화 하였다. 심정지 원인은 '질병(내과질환에 의한 심정지)', '질병 외(운수사고, 추락, 중독 등 외상에 의한 심정지)'로 구분하였다. 심정지 발생상황 특성에는 심정지 발생 계절, 심정지 발생시간, 목격 여부, 일반인 CPR 시행, 발생장소, 병원 전 환자 심전도 결과, 구급대 제세동 여부, 응급실 환자 심전도 결과, 응급실 제세동 여부, 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간 변수가 포함되었다. 심정지 발생계절은 '봄(3, 4, 5월)', '여름(6, 7, 8월)', '가을(9, 10, 11월)', '겨울(12, 1, 2월)'로 범주화 했으며, 발생시간은 '새벽(00:00~05:59)', '오전(06:00~11:50)', '오후(12:00~17:59)', '저녁(18:00~23:59)'으로 구분하였다. 목격 여부는 '목격됨'과 '목격되지 않음(미상 포함)'으로 구분하였다. 일반인 심폐소생술 시행은 '시행함'과 '시행하지 않음(미상 포함)'으로 구분하였다. 발생장소는 '공공장소(도로, 학교, 공원, 인도 등)', '비공공장소(집, 집단거주시설, 요양기관, 의료기관 등)', '기타(미상)'으로 범주화 하였다. 병원 전 환자 심전도 및 응급실 환자 심전도 결과는 선행연구[39]를 참고하여 '충격리듬', '비충격리듬', '감시하지 않음'으로 구분하였다. 구급대 제

세동 및 응급실 제세동 여부는 '시행하지 않음'과 '시행함'으로 구분하였으며, 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간은 선행연구 [6]를 참고하여 '30분 이내'와 '30분 이상'으로 구분하였다. 지역 특성으로는 지역 응급의료체계 자원과 접근성 유형과 재정자립도를 사용하였다. 환자 발생지역 응급의료체계 자원과 접근성 점수를 이용하여 유형화한 군집 결과를 '우수', '양호', '취약'로 조작정의하여 독립변수(설명변수)로 이용하였다[33,40]. 지역 재정자립도는 환자 거주지역의 값을 범주화 시키지 않고 연속형 자료로 이용하였다(Table 2).

2.5 분석방법

모든 자료 분석은 R(ver4.3.1)을 사용하여 분석하였다. 구체적인 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 지역 응급의료체계 자원 및 접근성 점수를 이용한 군집분석 이후 정규성 검정 및 등분산 검정을 수행하였으며, 결과에 따라 Kruskal Wallis 방법을 이용하여 군집간 차이 분석을 수행하였다. Post-hoc은 Dunn-bonferroni 방법으로 분석을 수행하였다[41]. 둘째, 대상자의 특성 및 지역 응급의료체계자원 및 접근성 특성을 알아보기 위해 빈도분석(frequency analysis) 및 평균, 표준편차 등과 같은 기술분석을 수행하였다. 또한 지역 응급의료체계 자원 및 접근성에 따른 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망의 차이를 검증하기 위해 일원분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 셋째, 지역 응급의료체계 자원 및 접근성이 OHCA 환자의 내원 직후 사망에 미치는 맥락 영향(contextual effect)을 파악하기 위하여 교차분류 다수준 로지스틱 모형(cross-classified multilevel logistic model)을 수행하였다(Fig. 2). 다수준 분석방법론은 하위 수준의 개체가 한 개의 상위 집단에 귀속되는 통상적 구조인 위계적 또는 내재적 구조(nested multilevel structure) 뿐만 아니라, 두 개 이상의 상위 집단에 동시에 소속된 구조를 고려할 수 있는데, 이를 '교차분류 다수준'이라 한다[42,43]. 이 연구에서 지역 응급의료체계 자원 및 접근성은 OHCA 환자 발생 지역으로 설정하였으며, 지역사회 사회경제적 수준을 나타내는 재정자립도는 OHCA 환자의 주소지로 설정하였기 때문에 교차분류 다수준 모형을 적용하였다. 위계적 다수준 모형(Eq. 2)과 마찬가지로 교차분류 다수준 모형(Eq. 3)에서도 지역 수준 분산의 분율인 급내상관계수(Intracluster Correlation Coefficient, ICC, 이하: ICC)를 산출할 수 있으며, 교차분류 다수준 모형에서는 ICC를 소속된 환자 주소지와 환자 발생지역을 다음과 같이 각각 계산할 수 있다[43,44].

Table 2. Characteristics of Variables of Study

| Variable | | Type | Componets |
|---|---|-------------|---|
| Dependent Variable | | | |
| Immediate death upon arrival in ER* | | Dichotomous | No Yes |
| Independent Variable | | | |
| Level 1 | | | |
| Individual Characteristics | Gender | Categorical | Male Female |
| | Age | Categorical | <20 20-64 65-79 >79 |
| | Insurance | Categorical | National health insurance Medical aid Other |
| | Number of disease history | Categorical | 0 1 2 3 or more |
| | Cause of OHCA [†] | Categorical | Disease Other |
| Situational Characteristics of Cardiac Arrest | Incident season | Categorical | Spring Summer Fall Winter |
| | Incident Time | Categorical | 00:00-05:59 06:00-11:59 12:00-17:59 18:00-23:59 |
| | Witness | Categorical | No Yes |
| | Bystander CPR [‡] | Categorical | No Yes |
| | Location of OHCA occurred | Categorical | Public Non-Public Unknown |
| | EKG (Pre-hospital phase) | Categorical | Non-shockable rhythm Shockable rhythm Not monitored |
| | Shock delivery (Pre-hospital phase) | Categorical | No Yes |
| | EKG [§] (In-hospital phase) | Categorical | Non-shockable rhythm Shockable rhythm Not monitored |
| | Time from call to hospital arrival | Categorical | <30min ≥30min |
| Level 2 | | | |
| Regional Characteristics | Regional EMS Resource and accessibility | Categorical | Vulnerable Moderate Secure |
| | financial independence rates | Continuous | - |

*ER: Emergency Room, †OHCA: Out-of-Hospital Cardiac Arrest, ‡CPR: Cardio Pulmonary Resuscitation, §EKG: Electro-Cardio-Graphy, ||EMS: Emergenchy Medical Service

$$\frac{Region\ Variance(\tau_{00})}{Region\ Variance(\tau_{00}) + Individual\ Variance(\sigma^2)} \quad (2)$$

$$\frac{Region\ j_1\ Variance(\tau_{j_1}) + Region\ j_2\ Variance(\tau_{j_2})}{\tau_{j_1} + \tau_{j_2} + Individual\ Variance(\sigma^2)} \quad (3)$$

이 연구에서는 Null model, Model 1, Model 2, Model 3, 그리고 Model 4로 모형을 구축하여 분석하였다. Null model은 개인수준(하위수준)과 지역수준(상위수준)의 변수들을 투입하지 않은 상태에서 종속변수를 절편(Intercept)으로 예측하는 기초모형이다. Model 1은 개인수준의 변수만 투입된 모형이다. Model 2는 개인수준 변수와 환자 거주지 수준 변수를 투입하는 모형이며 Model 3는 개인수준 변수와 환자 발생지역 수준 변수를 투입하는 모형이다. Model 4는 최종 모형으로, 개인수준 변수와 환자 거주 및 발생 지역 수준 변수를 투입하여 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향요인을 분석하였다[45].

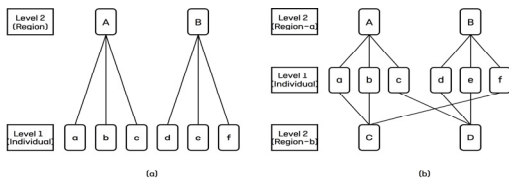


Fig. 2. Type of Multilevel Model
(a) Hierarchical Multilevel Model
(b) Cross-Classified Multilevel Model

3. 연구결과

3.1 지역 응급의료체계 자원과 접근성 특성

우리나라 250개 시·군·구 별 응급의료체계 자원과 접근성 특성은 Table 3에 보는 바와 같이 나타났다. 시·군·구 별 전체 응급의료기관 수의 평균 및 표준편차는 2.9 ± 5.5 개로 나타났다. 전국 REMC 수는 38개 (0.2 ± 0.4 개), LEMC 경우 129개 (0.5 ± 0.7 개)로 나타났다. 시·군·구 별 응급실 병상은 69.3 ± 129.5 개로 조사되었다. 면적 당 간호사 수는 $2,220.1 \pm 4,422.4$ 명이었고, 인구 당 간호사 수는 402.6 ± 416.4 명이었다. 인구 당 구급대원 수는 46.4 ± 38.6 명으로 조사되었다. 기준시간 내 접근 가능한 인구비율은 REMC 경우 2020년 79.3 ± 35.6 이었고, LEMC 경우 49.6 ± 41.7 이었다. 지역 응급의료체계 자원 및 접근성 점수화 결과, 250개 시·군·구 평균 및 표준편차는 57.7 ± 13.5 점이었다(Fig. 3).

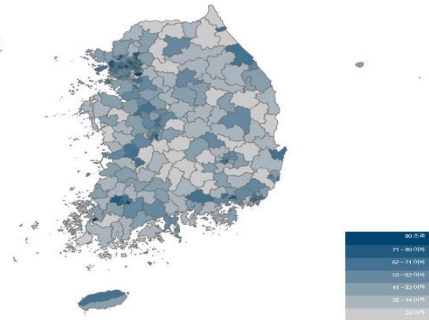


Fig. 3. Score for Resource and Accessibility of the Regional Emergency Medical Service in 2020

3.2 지역 응급의료체계 자원과 접근성 유형화

지역 응급의료체계 자원과 접근성 유형화를 위해 군집 분석 전 Elbow method를 이용하여 산출한 적정 군집 수는 3개로 나타났으며(Fig. 4), 이를 적용하여 K-means 군집분석을 수행하였다(Fig. 5). 전체 지역 중 29.6%(74개 지역)가 유형 1, 33.2%(83개 지역)가 유형 3에 해당하였다.

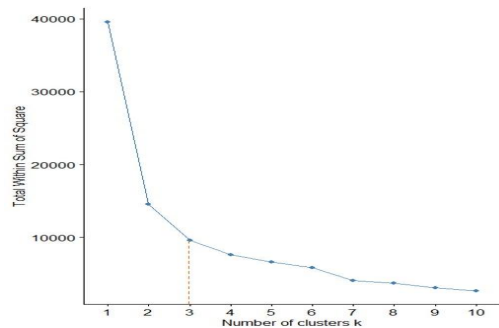


Fig. 4. Optimal Number of Clusters Using Elbow Method

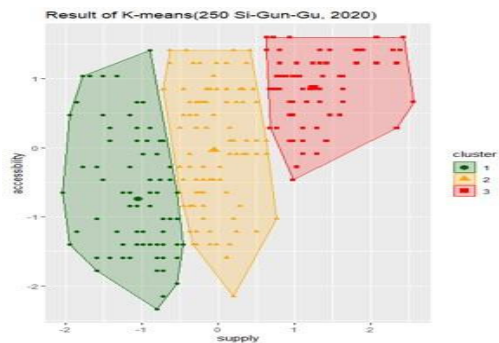


Fig. 5. Result of k-means Cluster Analysis

Table 3. Regional Emergency Medical Service Resource and Accessibility Indicator Characteristics

| Indicators | | Si•Gun•Gu(N=250) | | |
|--|--|------------------------------|-------------------|--|
| | | Mean ± SD | | |
| EMS ^{††} Resource | Number of REMC [•] | 0.2 ± 0.4 (n=38) | | |
| | Number of LEMC [†] | 0.5 ± 0.7 (n=129) | | |
| | Number of LEMA [‡] | 0.9 ± 0.9 (n=236) | | |
| | Number of emergency medical facility (Present or absence) | 0.4 ± 0.8 (n=111) | | |
| | Sum of REMC, LEMC and LEMA | Per Unit [§] | 2.9 ± 5.5 | |
| | | Per Population | 1.3 ± 1.3 | |
| | Number of ER [¶] beds | Per Unit | 69.3 ± 129.5 | |
| | | Per Population | 21.4 ± 15.3 | |
| | Number of emergency medicine specialists | Per Unit | 16.0 ± 31.2 | |
| | | Per Population | 3.2 ± 3.7 | |
| | Number of Nurses | Per Unit | 2,220.1 ± 4,422.4 | |
| | | Per Population | 402.6 ± 416.4 | |
| | Number of Ambulances | Per Unit | 8.3 ± 12.9 | |
| | | Per Population | 6.1 ± 5.6 | |
| Number of EMTs ^{**} | Per Unit | 68.6 ± 106.1 | | |
| | Per Population | 46.4 ± 38.6 | | |
| EMS Accessibility | Percentage of Population Accessible Within 60minutes to REMC | 79.3 ± 35.6 | | |
| | Percentage of Population Accessible Within 30minutes to LEMC | 69.6 ± 41.7 | | |
| | Percentage of Population Accessible Within 30minutes to LEMA | 90.5 ± 20.0 | | |
| | Number of AEDs ^{††} | Per Unit | 219.6 ± 358.0 | |
| Per Population | | 76.6 ± 57.9 | | |
| Score of regional emergency service resource | | 39.3 ± 10.8 | | |
| Score of regional emergency service accessibility | | 18.4 ± 4.4 | | |
| Total score of regional emergency service resource and accessibility | | 57.7 ± 13.5 | | |

*REMC: Regional Emergency Medical Center, †LEMC: Local Emergency Medical Center, ‡LEMA: Local Emergency Medical Agency, §Unit: 100km², || Population: 100,000 person, ¶ER: Emergency Room, **EMT: Emergency Medical Technician, ††AED: Automated External Defibrillator, ††EMS: Emergency Medical Service

Table 4. Descriptive Study for Resource and Accessibility Score of Regional Emergency Medical Service and Post-hoc for Cluster Comparison (n=250)

| Cluster [*] | 1 (n=74) (Mean±SD) | 2 (n=93) (Mean±SD) | 3 (n=83) (Mean±SD) | X ² | P | Post-hoc (Dunn-Bonferroni) |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-------|---|
| Score of Resource | 50.5 ± 5.6 | 35.6 ± 3.7 | 24.2 ± 4.6 | 218.7 | <.001 | 1>2(p<.001) 1>3(p<.001) 2>3(p<.001) |
| Score of Accessibility | 21.1 ± 2.6 | 16.3 ± 4.6 | 12.5 ± 4.6 | 103.1 | <.001 | 1>2(p<.001) 1>3(p<.001) 2>3(p<.001) |

*Clusters: 1-Secure, 2-Moderate, 3-Vulnerable

Table 5. General Characteristic of Study Population by Cluster

(n=24,029)

| Variable | | Regional EMS Resource and accessibility N(%) | | | P |
|---|---------------------------|--|-----------------------|-------------------------|--------|
| | | Secure (N=9,759) | Moderate (N=9,751) | Vulnerable (N=4,519) | |
| Immediate death upon arrival in ER | No | 7,172 (73.5%) | 6,742 (69.1%) | 3,012 (66.7%) | <.001* |
| | Yes | 2,587 (26.5%) | 3,009 (30.9%) | 1,507 (33.3%) | |
| Individual Characteristics | | | | | |
| Gender | Male | 6,157 (63.1%) | 6,175 (63.3%) | 2,944 (65.1%) | 0.048* |
| | Female | 3,602 (36.9%) | 3,576 (36.7%) | 1,575 (34.9%) | |
| Age | <20 | 212 (2.2%) | 205 (2.1%) | 78 (1.7%) | 0.005* |
| | 20-64 | 3,583 (36.7%) | 3,502 (35.9%) | 1,528 (33.8%) | |
| | 65-79 | 3,190 (32.7%) | 3,143 (32.2%) | 1,535 (34.0%) | |
| | >79 | 2,774 (28.4%) | 2,901 (29.8%) | 1,378 (30.5%) | |
| Insurance | National health insurance | 8,086 (82.9%) | 8,217 (84.3%) | 3,796 (84.0%) | <.001* |
| | Medical aid | 1,030 (10.6%) | 848 (8.7%) | 364 (8.1%) | |
| | Other | 643 (6.6%) | 686 (7.0%) | 359 (7.9%) | |
| Number of disease history | 0 | 4,663 (47.8%) | 4,723 (48.4%) | 2,475 (54.8%) | <.001* |
| | 1 | 2,279 (23.4%) | 2,425 (24.9%) | 1,050 (23.2%) | |
| | 2 | 1,627 (16.7%) | 1,554 (15.9%) | 622 (13.8%) | |
| | 3 or more | 1,190 (12.2%) | 1,049 (10.8%) | 372 (8.2%) | |
| Cause of OHCA | Disease | 7,881 (80.8%) | 7,729 (79.3%) | 3,491 (77.3%) | <.001* |
| | Other | 1,878 (19.2%) | 2,022 (20.7%) | 1,028 (22.7%) | |
| Situational Characteristics of Cardiac Arrest | | | | | |
| Incident season | Spring | 2,392 (24.5%) | 2,402 (24.6%) | 1,112 (24.6%) | 0.436 |
| | Summer | 2,189 (22.4%) | 2,189 (22.4%) | 1,077 (23.8%) | |
| | Fall | 2,513 (25.8%) | 2,551 (26.2%) | 1,159 (25.6%) | |
| | Winter | 2,665 (27.3%) | 2,609 (26.8%) | 1,171 (25.9%) | |
| Incident Time | 00:00-05:59 | 1,481 (15.2%) | 1,355 (13.9%) | 606 (13.4%) | <.001* |
| | 06:00-11:59 | 3,072 (31.5%) | 3,172 (32.5%) | 1,537 (34.0%) | |
| | 12:00-17:59 | 2,861 (29.3%) | 3,034 (31.1%) | 1,443 (31.9%) | |
| | 18:00-23:59 | 2,345 (24.0%) | 2,190 (22.5%) | 933 (20.6%) | |
| Witness | No | 4,888 (50.1%) | 4,862 (49.9%) | 2,243 (49.6%) | 0.874 |
| | Yes | 4,871 (49.9%) | 4,889 (50.1%) | 2,276 (50.4%) | |
| Bystander CPR | No | 6,057 (69.7%) | 6,428 (73.6%) | 3,158 (79.1%) | <.001* |
| | Yes | 2,633 (30.3%) | 2,301 (26.4%) | 834 (20.9%) | |
| Location of OHCA occurred | Public | 1,561 (16.0%) | 1,601 (16.4%) | 768 (17.0%) | <.001* |
| | Non-Public | 6,353 (65.1%) | 6,458 (66.2%) | 2,806 (62.1%) | |
| | Unknown | 1,845 (18.9%) | 1,692 (17.4%) | 945 (20.9%) | |
| EKG (Pre-hospital phase) | Non-shockable rhythm | 8,790 (90.1%) | 8,859 (90.9%) | 4,052 (89.7%) | 0.100 |
| | Shockable rhythm | 948 (9.7%) | 866 (8.9%) | 452 (10.0%) | |
| | Not monitored | 21 (0.2%) | 26 (0.3%) | 15 (0.3%) | |
| Shock delivery (Pre-hospital phase) | No | 8,386 (85.9%) | 8,357 (85.7%) | 3,693 (81.7%) | <.001* |
| | Yes | 1,373 (14.1%) | 1,394 (14.3%) | 826 (18.3%) | |
| EKG (In-hospital phase) | Non-shockable rhythm | 9,315 (95.5%) | 9,401 (96.4%) | 4,388 (97.1%) | <.001* |
| | Shockable rhythm | 310 (3.2%) | 213 (2.2%) | 84 (1.9%) | |
| | Not monitored | 134 (1.4%) | 137 (1.4%) | 47 (1.0%) | |
| Shock delivery (In-hospital phase) | No | 8,330 (85.4%) | 8,401 (86.2%) | 3,909 (86.5%) | 0.120 |
| | Yes | 1,429 (14.6%) | 1,350 (13.8%) | 610 (13.5%) | |
| Time from call to hospital arrival | <30min | 4,274 (43.8%) | 3,126 (32.1%) | 923 (20.4%) | <.001* |
| | ≥30min | 5,485 (56.2%) | 6,625 (67.9%) | 3,596 (79.6%) | |
| Regional Characteristics | | | | | |
| financial independence rates | | 26.7 ± 11.7 | 27.4 ± 13.1 | 21.6 ± 13.1 | <.001* |

*Statistically Significant

유형 1의 응급의료체계 자원 점수는 50.5 ± 5.6 점, 접근성 점수의 21.1 ± 2.6 점이었었다. 유형 3의 응급의료체계 자원 점수는 24.2 ± 4.6 점이었으며 접근성 점수의 경우 12.5 ± 4.6 점이었었다. 군집분석 결과에 따라 유형 1을 '우수(Secure)', 유형 2를 '양호(Moderate)', 유형 3을 '취약(Vulnerable)' 지역으로 명명하였었다(Table 4). 응급의료체계 자원과 접근성에 따른 지역 유형 간 차이를 분석한 결과, 모든 각 유형의 차이는 통계적으로 유의하였으며($p < .001$), 군집분석 후 사후검정 결과, 모든 유형에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Table 3).

3.3 지역 유형에 따른 연구대상자 일반적 특성

지역 응급의료체계 자원 및 접근성 유형에 따른 연구대상자 특성은 Table 5와 같다. 응급실 내원 직후 사망 발생은 우수한 지역 유형에서 2,587명(26.5%), 양호한 유형의 지역에서 3,009명(30.9%), 취약한 유형의 지역에서 1,507명(33.3%)이었다. 성별은 남성이 우수한 지역 유형에서 6,157명(63.1%), 취약한 유형의 지역에서 2,944명(65.1%)이었다. 연구대상자 중 80세 이상이 우수한 지역 유형에서 2,774명(28.4%), 양호한 유형의 지역에서 2,901명(29.8%), 취약한 유형의 지역에서 1,378명(30.5%)이었다. 질환에 의한 심정지가 우수, 양호, 취약 지역 유형에서 각 7,881명(80.8%), 7,729명(79.3%), 3,491명(77.3%)이었으며, 일반인 심폐소생술 시행은 2,633명(30.3%), 2,301명(26.4%), 834명(20.9%)이었다. 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간은 우수한 유형의 지역에서 5,485명(56.2%), 양호한 유형의 지역에서 6,625명(67.9%), 취약한 유형의 지역에서 3,596명(79.6%)이 30분 이상 소요된 것으로 나타났다.

3.4 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망에 영향을 미치는 요인

Null model은 독립변수를 투입하지 않은 상태에서 분석하는 기본모형이다. 교차분류 모형에서 절편(Intercept)은 -0.8362 이었으며 지역의 분산은 환자 주소지역의 경우 0.01, 발생지역의 경우 0.21이었다. 환자 주소지역의 ICC는 0.00, 환자 발생지역의 ICC 0.06이었었다(Table 6).

Model 1는 지역수준의 변수를 투입하지 않고 개인수준의 변수만 투입하여 분석한 모형이다. 교차분류 모형에서 OHCA환자의 응급실 내원 직후에 사망의 오즈비가 20세 미만에 비해 20-64세의 1.88배, 65세-80세 미만의 경우 2.71배, 80세 이상에서는 4.38배 높았으며, 통

계적으로 유의하였다. 보험종류의 경우 의료급여의 경우 0.98배로 건강보험에 비해 낮았으나 유의하지 않았다(95% CI: 0.89-1.10). 그러나 그 외 기타 보험에서는 건강보험에 비해 오즈비가 1.16배로 높았으며 통계적으로 유의하였었다(95% CI: 1.02-1.33). 과거 진단 병력의 경우 진단받은 병력이 많을수록 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 낮았다. OHCA 목격자가 없거나, 일반인 심폐소생술이 시행되지 않은 경우에 비해 목격자가 있는 경우 0.65배, 일반인 심폐소생술이 시행된 경우 0.8배로 낮게 나타났으며 이는 통계적으로 유의하였다. OHCA가 발생한 장소가 공공장소가 아닌 경우에서 오즈비가 높았다. 병원 전 심전도에서 제세동 가능한 리듬에서 오즈비가 0.73로 낮게 나타났고, 제세동 수행은 병원 전 및 응급실 내 제세동을 시행한 경우 모두에서 오즈비가 낮게 나타났다. 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간이 30분 이상이 되는 경우 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 1.24배 높게 나타났으며, 통계적으로 유의하였다. 지역수준 분산은 환자 거주지역 분산이 0.00, 환자 발생지역 분산이 0.24였으며, 환자 발생지역의 ICC는 0.07로, 이는 응급실 내원 직후 사망에 미치는 지역의 맥락효과가 7%라고 해석된다(Table 6).

Model 2는 개인수준의 변수와 지역수준의 변수 중 환자 거주지역의 변수를 투입하여 분석한 모형이다. Model 2의 교차분류 모형에서 개인수준의 변수를 살펴보면, Model 1과 마찬가지로 환자의 나이가 높아질수록, 과거 진단받은 병력이 적을수록, OHCA의 원인이 질병 외(OR: 1.46)인 경우, OHCA 발생장소가 공공장소가 아닌 경우에서 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 높아졌으며 통계적으로 유의한 결과를 보였다. OHCA 발생시간 및 계절에서 오즈비 차이는 통계적으로 유의하지 않았으며, OHCA 목격자가 있는 경우(OR: 0.65)와 일반인 심폐소생술 시행이 이뤄진 경우(OR: 0.8)에 오즈비가 낮게 나타났으며 통계적으로 유의하였다. 병원 전 및 응급실 내 제세동 시행은 시행하지 않은 경우보다 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 낮았다. 또한 신고에서 병원 도착까지 시간이 30분 이상이 되는 경우에 오즈비가 1.21배 높았다. 재정자립도의 오즈비는 0.99였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았었다(95% CI: 0.99-1.00). 지역수준 분산과 ICC는 환자 거주지역 분산 0.01, ICC 0.00이었고 환자 발생지역의 분산 0.23, ICC 0.07이었었다(Table 7).

Table 6. Factors Affecting Immediate Deaths in Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients

(n=24,029)

| Variables | | Null Model | | | | | | Model 1 (Individual) | | | | | |
|---|---------------------------|----------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | | Residence only | | Event area only | | Cross-classified | | Residence only | | Event area only | | Cross-classified | |
| | | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI |
| Intercept | | -0.83 | 0.10 | -0.83 | 0.10 | -0.83 | 0.20 | -1.80 | 0.28 | -1.81 | 0.74 | -1.81 | 0.92 |
| Gender | Male | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Female | | | | | | | 0.94 | 0.88 - 1.00 | 0.94 | 0.88 - 1.00 | 0.94 | 0.88 - 1.00 |
| Age | <20 | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | 20-64 | | | | | | | 1.84 | 1.45 - 2.35 | 1.88 | 1.47 - 2.40 | 1.88 | 1.47 - 2.40 |
| | 65-79 | | | | | | | 2.66 | 2.08 - 3.40 | 2.71 | 2.11 - 3.47 | 2.71 | 2.12 - 3.47 |
| | >79 | | | | | | | 4.27 | 3.33 - 5.46 | 4.37 | 3.41 - 5.61 | 4.38 | 3.41 - 5.61 |
| Insurance | National health insurance | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Medical aid | | | | | | | 0.98 | 0.88 - 1.10 | 0.99 | 0.88 - 1.10 | 0.99 | 0.89 - 1.10 |
| | Other | | | | | | | 1.18 | 1.03 - 1.35 | 1.16 | 1.02 - 1.33 | 1.16 | 1.02 - 1.33 |
| Number of disease history | 0 | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | 1 | | | | | | | 0.78 | 0.72 - 0.85 | 0.78 | 0.72 - 0.85 | 0.78 | 0.72 - 0.85 |
| | 2 | | | | | | | 0.71 | 0.65 - 0.78 | 0.71 | 0.65 - 0.78 | 0.71 | 0.65 - 0.78 |
| | 3 or more | | | | | | | 0.62 | 0.56 - 0.70 | 0.63 | 0.56 - 0.71 | 0.63 | 0.56 - 0.71 |
| Cause of OHCA | Disease | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Other | | | | | | | 1.46 | 1.33 - 1.59 | 1.45 | 1.33 - 1.59 | 1.46 | 1.33 - 1.59 |
| Incident season | Spring | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Summer | | | | | | | 1.06 | 0.97 - 1.16 | 1.06 | 0.97 - 1.16 | 1.06 | 0.97 - 1.16 |
| | Fall | | | | | | | 0.99 | 0.91 - 1.09 | 0.99 | 0.91 - 1.08 | 0.99 | 0.91 - 1.08 |
| | Winter | | | | | | | 1.07 | 0.98 - 1.16 | 1.06 | 0.98 - 1.16 | 1.06 | 0.98 - 1.16 |
| Incident time | 00:00-05:59 | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | 06:00-11:59 | | | | | | | 0.99 | 0.90 - 1.10 | 0.99 | 0.90 - 1.10 | 0.99 | 0.90 - 1.10 |
| | 12:00-17:59 | | | | | | | 0.91 | 0.83 - 1.01 | 0.90 | 0.81 - 1.00 | 0.90 | 0.81 - 1.00 |
| | 18:00-23:59 | | | | | | | 0.97 | 0.87 - 1.07 | 0.97 | 0.87 - 1.07 | 0.97 | 0.87 - 1.07 |
| Witness | No | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Yes | | | | | | | 0.65 | 0.61 - 0.69 | 0.65 | 0.61 - 0.69 | 0.65 | 0.61 - 0.69 |
| Bystander CPR | No | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Yes | | | | | | | 0.80 | 0.74 - 0.86 | 0.80 | 0.75 - 0.87 | 0.80 | 0.75 - 0.87 |
| Location of OHCA occurred | Public | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Non-Public | | | | | | | 1.76 | 1.60 - 1.94 | 1.79 | 1.62 - 1.98 | 1.79 | 1.62 - 1.98 |
| | Unknown | | | | | | | 1.59 | 1.42 - 1.79 | 1.62 | 1.44 - 1.81 | 1.62 | 1.44 - 1.82 |
| EKG (Pre-hospital phase) | Non shockable rhythm | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Shockable rhythm | | | | | | | 0.73 | 0.61 - 0.88 | 0.73 | 0.60 - 0.88 | 0.73 | 0.61 - 0.88 |
| | Not monitored | | | | | | | 0.45 | 0.09 - 2.15 | 0.39 | 0.08 - 1.84 | 0.39 | 0.08 - 1.87 |
| Shock delivery (Pre-hospital phase) | No | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Yes | | | | | | | 0.86 | 0.75 - 0.99 | 0.85 | 0.74 - 0.98 | 0.85 | 0.74 - 0.98 |
| EKG (In-hospital phase) | Non shockable rhythm | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Shockable rhythm | | | | | | | 1.10 | 0.79 - 1.54 | 1.09 | 0.78 - 1.53 | 1.09 | 0.78 - 1.54 |
| | Not monitored | | | | | | | 0.09 | 0.04 - 0.17 | 0.08 | 0.04 - 0.17 | 0.08 | 0.04 - 0.17 |
| Shock delivery (In-hospital phase) | No | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | Yes | | | | | | | 0.21 | 0.18 - 0.25 | 0.21 | 0.18 - 0.24 | 0.21 | 0.18 - 0.24 |
| Call to Hospital Arrival Time | <30min | | | | | | | Ref. | | | | | |
| | ≥30min | | | | | | | 1.24 | 1.16 - 1.33 | 1.21 | 1.12 - 1.29 | 1.21 | 1.12 - 1.29 |
| Regional EMS Resource and accessibility | Vulnerable | | | | | | | | | | | | |
| | Moderate | | | | | | | | | | | | |
| | Secure | | | | | | | | | | | | |
| financial independence rates | | | | | | | | | | | | | |
| ICC (Residence area) | | 0.05 | | 0.00 | | 0.05 | | 0.05 | | 0.07 | | 0.00 | |
| ICC (Event area) | | | | 0.06 | | 0.06 | | | | 0.07 | | 0.07 | |
| Residence area variance | | 0.16 | | 0.01 | | 0.17 | | 0.17 | | 0.24 | | 0.00 | |
| Event area variance | | | | 0.22 | | 0.21 | | | | 0.24 | | 0.24 | |

Table 7. Factors Affecting Immediate Deaths in Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients (n=24,029)

| Variables | | Model 2 (Residence area) | | | | Model 3 (Event area) | | | | Model 4 (Final) | |
|---|---------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | | Residence only | | Cross-classified | | Event area only | | Cross-classified | | Cross-classified | |
| | | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI | OR | 95% CI |
| Intercept | | -1.72767 | | -1.75190 | | -1.68484 | | -1.68679 | | -1.66219 | |
| Gender | Male | Ref | | | | | | | | | |
| | Female | 0.93 | 0.87 - 1.00 | 0.93 | 0.87 - 1.00 | 1.03 | 0.96 - 1.10 | 1.03 | 0.96 - 1.10 | 0.93 | 0.87 - 1.00 |
| Age | <20 | Ref | | | | | | | | | |
| | 20-64 | 1.90 | 1.48 - 2.43 | 1.92 | 1.50 - 2.46 | 2.07 | 1.62 - 2.64 | 2.06 | 1.62 - 2.64 | 1.93 | 1.50 - 2.47 |
| | 65-79 | 2.72 | 2.12 - 3.50 | 2.76 | 2.15 - 3.54 | 2.72 | 2.12 - 3.49 | 2.71 | 2.12 - 3.48 | 2.76 | 2.15 - 3.54 |
| | >79 | 4.37 | 3.40 - 5.61 | 4.46 | 3.47 - 5.73 | 4.06 | 3.16 - 5.20 | 4.04 | 3.15 - 5.18 | 4.45 | 3.46 - 5.73 |
| Insurance | National health insurance | Ref | | | | | | | | | |
| | Medical aid | 0.98 | 0.88 - 1.10 | 0.99 | 0.89 - 1.11 | 1.05 | 0.94 - 1.17 | 1.05 | 0.94 - 1.17 | 0.99 | 0.89 - 1.11 |
| | Other | 1.18 | 1.03 - 1.35 | 1.16 | 1.02 - 1.33 | 1.07 | 0.94 - 1.22 | 1.07 | 0.94 - 1.22 | 1.16 | 1.02 - 1.33 |
| Number of disease history | 0 | Ref | | | | | | | | | |
| | 1 | 0.78 | 0.72 - 0.85 | 0.78 | 0.72 - 0.85 | 0.81 | 0.74 - 0.88 | 0.81 | 0.74 - 0.88 | 0.78 | 0.72 - 0.85 |
| | 2 | 0.71 | 0.65 - 0.78 | 0.71 | 0.65 - 0.78 | 0.75 | 0.68 - 0.83 | 0.75 | 0.68 - 0.83 | 0.71 | 0.65 - 0.78 |
| | 3 or more | 0.63 | 0.56 - 0.70 | 0.63 | 0.56 - 0.71 | 0.64 | 0.57 - 0.72 | 0.64 | 0.57 - 0.72 | 0.63 | 0.56 - 0.71 |
| Cause of OHCA | Disease | Ref | | | | | | | | | |
| | Other | 1.46 | 1.34 - 1.59 | 1.46 | 1.34 - 1.60 | 1.22 | 1.12 - 1.34 | 1.22 | 1.12 - 1.34 | 1.46 | 1.33 - 1.59 |
| Incident season | Spring | Ref | | | | | | | | | |
| | Summer | 1.06 | 0.97 - 1.16 | 1.06 | 0.97 - 1.16 | 1.06 | 0.97 - 1.17 | 1.06 | 0.97 - 1.17 | 1.06 | 0.97 - 1.16 |
| | Fall | 0.99 | 0.91 - 1.09 | 0.99 | 0.91 - 1.08 | 1.08 | 0.98 - 1.18 | 1.08 | 0.98 - 1.18 | 0.99 | 0.91 - 1.08 |
| | Winter | 1.06 | 0.97 - 1.16 | 1.06 | 0.97 - 1.15 | 1.02 | 0.93 - 1.12 | 1.02 | 0.93 - 1.12 | 1.06 | 0.97 - 1.15 |
| Incident time | 00:00-05:59 | Ref | | | | | | | | | |
| | 06:00-11:59 | 0.99 | 0.90 - 1.10 | 0.99 | 0.90 - 1.10 | 0.98 | 0.88 - 1.09 | 0.98 | 0.88 - 1.09 | 0.99 | 0.90 - 1.10 |
| | 12:00-17:59 | 0.92 | 0.83 - 1.01 | 0.90 | 0.82 - 1.00 | 0.90 | 0.81 - 1.01 | 0.91 | 0.82 - 1.01 | 0.90 | 0.81 - 1.00 |
| | 18:00-23:59 | 0.97 | 0.87 - 1.08 | 0.97 | 0.87 - 1.08 | 0.97 | 0.87 - 1.08 | 0.97 | 0.87 - 1.08 | 0.97 | 0.87 - 1.07 |
| Witness | No | Ref | | | | | | | | | |
| | Yes | 0.65 | 0.61 - 0.69 | 0.65 | 0.61 - 0.69 | 0.62 | 0.58 - 0.66 | 0.62 | 0.58 - 0.66 | 0.65 | 0.61 - 0.69 |
| Bystander CPR | No | Ref | | | | | | | | | |
| | Yes | 0.80 | 0.74 - 0.86 | 0.80 | 0.75 - 0.87 | 0.76 | 0.70 - 0.82 | 0.76 | 0.70 - 0.82 | 0.81 | 0.75 - 0.87 |
| Location of OHCA occurred | Public | Ref | | | | | | | | | |
| | Non-Public | 1.77 | 1.60 - 1.95 | 1.80 | 1.63 - 1.98 | 1.62 | 1.47 - 1.79 | 1.62 | 1.47 - 1.79 | 1.80 | 1.63 - 1.99 |
| | Unknown | 1.60 | 1.42 - 1.79 | 1.62 | 1.44 - 1.82 | 1.34 | 1.20 - 1.51 | 1.34 | 1.20 - 1.51 | 1.62 | 1.45 - 1.83 |
| EKG (Pre-hospital phase) | Non shockable rhythm | Ref | | | | | | | | | |
| | Shockable rhythm | 0.74 | 0.61 - 0.89 | 0.73 | 0.61 - 0.89 | 0.67 | 0.56 - 0.81 | 0.67 | 0.55 - 0.81 | 0.74 | 0.61 - 0.89 |
| | Not monitored | 0.45 | 0.09 - 2.15 | 0.39 | 0.08 - 1.83 | 0.72 | 0.31 - 1.69 | 0.72 | 0.31 - 1.69 | 0.39 | 0.08 - 1.86 |
| Shock delivery (Pre-hospital phase) | No | Ref | | | | | | | | | |
| | Yes | 0.85 | 0.74 - 0.98 | 0.85 | 0.74 - 0.97 | 0.87 | 0.76 - 1.00 | 0.87 | 0.76 - 1.00 | 0.84 | 0.73 - 0.96 |
| EKG (In-hospital phase) | Non shockable rhythm | Ref | | | | | | | | | |
| | Shockable rhythm | 1.10 | 0.79 - 1.54 | 1.09 | 0.78 - 1.53 | 1.07 | 0.75 - 1.52 | 1.07 | 0.75 - 1.51 | 1.10 | 0.78 - 1.54 |
| | Not monitored | 0.09 | 0.04 - 0.17 | 0.09 | 0.04 - 0.17 | 0.15 | 0.08 - 0.27 | 0.15 | 0.08 - 0.27 | 0.09 | 0.04 - 0.17 |
| Shock delivery (In-hospital phase) | No | Ref | | | | | | | | | |
| | Yes | 0.21 | 0.18 - 0.25 | 0.21 | 0.18 - 0.24 | 0.19 | 0.16 - 0.22 | 0.19 | 0.16 - 0.22 | 0.21 | 0.18 - 0.24 |
| Call to Hospital Arrival Time | <30min | Ref | | | | | | | | | |
| | ≥30min | 1.24 | 1.16 - 1.33 | 1.21 | 1.13 - 1.30 | 1.22 | 1.14 - 1.31 | 1.22 | 1.14 - 1.31 | 1.20 | 1.12 - 1.28 |
| Regional EMS Resource and accessibility | Vulnerable | | | | | Ref | | | | | |
| | Moderate | | | | | 1.18 | 0.97 - 1.43 | 1.18 | 0.97 - 1.43 | 0.97 | 0.81 - 1.15 |
| | Secure | | | | | 0.81 | 0.67 - 1.00 | 0.81 | 0.66 - 1.00 | 0.75 | 0.63 - 0.90 |
| financial independence rates | | 0.99 | 0.99 - 1.00 | 0.99 | 0.99 - 1.00 | | | | | 0.99 | 0.99 - 1.00 |
| ICC (Residence area) | | 0.05 | | 0.07 | | | | 0.00 | | 0.00 | |
| ICC (Event area) | | | | 0.00 | | 0.06 | | 0.06 | | 0.06 | |
| Residence area variance | | 0.16 | | 0.01 | | | | 0.01 | | 0.01 | |
| Event area variance | | | | 0.23 | | 0.22 | | 0.22 | | 0.22 | |

Model 3는 개인수준의 변수와 지역수준의 변수 중 환자 발생지역의 변수를 투입하여 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향을 분석한 모형이다. Model 3의 교차분류 모형에서 성별에 따른 오즈비의 차이가 유의하지 않았다. 나이가 20세 미만에 비해 20-64세, 65-79세, 80세 이상의 오즈비가 각 2.06배(95% CI: 1.62-2.64), 2.71배(95% CI: 2.12-3.48), 4.04배(95% CI: 3.15-5.18) 높았다. 과거 진단 병력이 많을수록 오즈비가 낮았으며 이는 통계적으로 유의하였다. OHCA의 원인이 질병 외인 경우 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 1.22배(95% CI: 1.12-1.34) 높았다. OHCA 목격자가 있는 경우 오즈비가 0.62, 일반인 심폐소생술이 시행된 경우 오즈비가 0.76로 낮았으며 유의한 결과였다. OHCA의 발생 장소가 공공장소에 비해 공공장소가 아닌 경우 오즈비가 1.62배 높았다. 병원 전 심전도 결과가 제세동 가능리듬일 경우 제세동 불가능 리듬에 비해 오즈비가 0.67배 낮았다(95% CI: 0.55-0.81). 병원 전 제세동을 시행한 경우 시행하지 않은 경우보다 오즈비가 0.87로 낮았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 응급실 내에서 제세동을 시행한 경우에는 0.19배 낮았다(95% CI: 0.16-0.22). 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간이 30분 이상이 되는 경우, 30분 이내인 경우보다 오즈비가 1.22배 높았다(95% CI: 1.14-1.31). 지역 응급의료체계 자원과 접근성 유형은 취약한 유형보다 양호한 유형에서 오즈비가 1.18배 높았고 우수한 유형에서의 오즈비는 0.81배 낮았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 환자 발생지역의 분산은 0.22이었으며, ICC는 0.06이었다(Table 7).

Model 4는 개인수준의 변수와 환자 거주지역수준 및 환자 발생지역수준 변수 모두를 투입하여 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향을 분석한 교차분류 다수준 모형이다. 성별에서 여자인 경우 남자인 경우에 비해 오즈비가 0.93배로 낮았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 나이에서 20-64세, 65-79세, 80세 이상에서 20세 미만 보다 오즈비가 1.93배, 2.76배, 4.45배 높았으며 통계적으로 유의하였다. 보험종류의 경우 건강보험인 경우보다 의료급여인 경우 오즈비가 0.99배 낮았으나 통계적으로 유의하지 않았으며, 그 외 기타 보험인 경우 오즈비가 1.16배 높았고 이는 통계적으로 유의하였다. 과거 진단 병력은 다른 모델에서의 결과와 마찬가지로 많을수록 오즈비가 낮았다. OHCA 발생 원인은 질병 외인 경우 오즈비가 1.46배 높았다(95% CI: 1.33-1.59). 심정지 발생 시각과 계절에서의 오즈비 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 목격자가 있는 경우 없는 경우에 비하여 오

즈비가 0.65배(95% CI: 0.61-0.69) 낮았으며, 일반인 심폐소생술이 시행된 경우 그렇지 않은 경우보다 오즈비가 0.81배(95% CI: 0.75-0.87) 낮았다. OHCA 발생장소는 비공공장소인 경우 공공장소인 경우보다 오즈비가 1.80배 발생장소가 미상인 경우 1.62배 높았으며 이는 통계적으로 유의하였다. 병원 전 심전도 결과가 제세동 가능리듬인 경우 오즈비는 0.74로 제세동 불가능 리듬인 경우보다 낮았다. 병원 전 제세동을 시행한 경우 오즈비는 0.84, 응급실 제세동을 시행한 경우에는 오즈비가 0.21로 낮았으며 이는 통계적으로 유의하였다. 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간은 다른 모형과 마찬가지로 30분 이상이 되는 경우, 30분 이내인 경우보다 오즈비가 1.20배 높았다(95% CI: 1.12-1.28). 지역 응급의료체계 자원과 접근성 유형은 취약한 유형보다 양호한 유형에서 오즈비가 0.97배 낮았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다. 반면에 우수한 유형에서의 오즈비는 0.75배 낮았으며 이는 통계적으로 유의하였다. 환자 거주지역의 분산과 ICC는 0.01과 0.00이었으며, 환자 발생지역의 분산은 0.22, ICC는 0.06이었다(Table 7).

4. 논의

이 연구는 지역 응급의료체계 자원과 접근성이 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향을 파악하고자 한 연구이다. 분석을 위해 지역 응급의료체계 자원과 접근성 현황 파악하였다. 파악된 지역 응급의료체계 자원과 접근성 자료를 k-means clustering 방법을 이용하여 지역을 유형화하였다. 최종적으로 유형화된 지역 분류를 독립변수로 사용하여 교차분류 다수준 분석을 수행하였다. 이 장에서는 다수준 분석결과 중 개인 수준(Level 1)의 결과를 먼저 해석한 뒤, 지역 유형에 따른 연구결과에 대한 해석과 논의를 서술하고, 이후 최종적으로 지역 수준(Level 2)의 결과에 대한 논의를 하고자 한다.

먼저 개인의 수준(Level 1)에서의 연구결과를 논의하자면, 개인의 특성과 관련한 응급실 내원 직후 사망에 영향을 미치는 요인은 나이, 보험, 과거 진단 받은 병력의 수, OHCA 발생 원인으로 나타났다. OHCA 발생 원인이 질병인 경우보다 질병 외인 경우 오즈비는 1.46배(95% CI: 1.33-1.59) 높게, 환자의 보험종류가 건강보험인 경우보다 기타(자동차 보험 등)인 경우의 오즈비가 1.16배(95% CI: 1.02-1.33) 높게 나타났다. 이를 통해

응급실 내원 직후 사망의 위험이 외상으로 인해 발생한 OHCA에서 높은 것을 알 수 있었다. 2010년 급성심정지 자료를 이용하여 OHCA 환자의 생존을 분석한 박일수 등[46]의 연구도 같은 결과를 보이고 있어, 여전히 외상으로 인한 사망에 대한 연구와 관리의 중요성이 강조된다고 할 수 있다.

과거 진단 받은 병력의 수는 진단 받은 병력이 없는 경우보다 많을수록 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 증가하는 양상을 보였다. 이는 진단 받은 병력의 수가 많을수록 생존에 대한 오즈비가 증가한 조운주 등[29]의 연구결과와 일치하였다. 하지만 Dumas 등[47]과 Oving 등[48]의 연구에서는 동반상병지수(Charlson Comorbidity Index)가 높을수록 OHCA의 사망률이 증가한다고 보고하여 대조되는 결과를 보였다. 위 결과들을 참고하였을 때, 진단 받은 병력 개수가 증가할수록 사망의 위험 또는 생존에서 유리한 것이 아니라 환자가 기존에 추적 관찰하던 의료기관으로 이송되어 진단 병력의 개수 파악이 용이함과 동시에 추적 관찰하지 않던 병원으로 이송된 환자에 비해 심정지 발생 원인에 대한 증재가 더 빠르게 진행되어 유리한 결과를 가져왔다고 해석할 수 있다. 하지만 OHCA 발생 이전에 심장 질환을 진단받은 경우 병원에 입원할 때까지 생존할 확률이 높았다는 결과를 보고[49]도 있어, 해석에 주의가 필요하다. 따라서 추후 연구에서 이에 대한 추가 분석이 필요하다.

상황적 특성과 관련한 응급실 내원 직후 사망에 영향을 미치는 요인은 목격자가 있는 경우(OR: 0.65 CI: 0.61-0.69), 일반인 심폐소생술이 수행이 수행된 경우(OR: 0.81 CI: 0.75-0.87), 심정지 발생장소가 공공장소인 경우, 병원 전 또는 응급실 단계에서 제세동이 수행된 경우 응급실 내원 직후 사망에 대한 오즈비가 유리한 결과가 나타났다. 이는 OHCA 환자의 생존률을 연구한 선행연구[8,26,29,39,46]의 결과와 일치하였다. 또한 신고에서 병원까지 소요된 시간이 30분 이상인 경우 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 1.20배 (CI: 1.12-1.28) 높게 나타났다. 결과를 참고할 때 신속한 OHCA 환자의 발견과 목격자에 의한 심폐소생술 등, 생존사슬의 중요성이 강조된다[8].

지역 유형에 따른 주요 연구결과에 대해 논의하자면, 먼저 250개 시·군·구의 응급의료체계 자원과 접근성은 지역에 따라 상이하게 나타났다. 응급의료체계 자원과 접근성 점수를 이용하여 지역을 유형화한 결과, 유형 별 특성의 분포 차이가 있음을 확인할 수 있었다(Table 5). 취약한 유형의 지역에서 80세 이상의 노인이 많은

것으로 나타났으며, OHCA의 발생의 원인이 질병 외인 경우가 많았다. 이는 취약한 지역의 외상환자 관리가 시급하다는 것을 시사한다. OHCA 목격자 유·무에서는 지역 유형별 차이가 보이지 않았으나, 일반인 심폐소생술 시행의 경우 우수한 유형의 지역이 양호한 유형의 지역보다, 양호한 유형의 지역이 취약한 유형의 지역보다 높게 나타났다. 지역 응급의료체계 자원과 접근성의 점수가 수도권에서 높게 분포된 연구결과와, 수도권에서 심폐소생술 교육률이 높고, 연령대가 증가함에 따라 심폐소생술 교육 경험이 낮아지는 경향을 보고한 선행연구 [20]를 종합할 때, 비수도권 지역에 일반인 심폐소생술 교육 홍보 및 기회 확대는 취약지역의 일반인에 의한 심폐소생술 시행률을 높이고 결과적으로 OHCA 환자의 생존을 증가에 기여할 것으로 기대된다. 취약한 유형의 지역에서 신고에서 응급실 도착까지 소요된 시간이 30분 이상인 경우가 우수한 유형의 지역(56.2%), 양호한 유형의 지역(67.9%)에 비해 가장 높게(79.6%) 나타나, 신고에서 응급실 도착까지 소요된 시간이 30분 이상인 경우에서 응급실 내원 직후 사망의 오즈비가 높아진다는 개인 수준의 결과와 함께 고려하면, 자원과 접근성이 부족한 지역에 이를 개선하기 위한 적절한 대안 마련이 절실하다.

지역 수준(Level 2)에서의 연구결과를 논의하자면, 먼저 Model 2에서 종속변수의 총 분산 중 집단 즉, 지역 간 차이에 의해 설명되는 분산인 ICC 값이 약 6%로 나타났다. 이 결과는 김효실 등[26]의 연구와 비슷한 수준이다. 그러나 최종적으로 교차분류 다수준을 수행한 Model 4에서는 환자 주소지역에서는 약 0%, 환자 발생 지역에서는 약 7% 변화된 결과를 보여 응급실 내원 직후 사망에 미치는 지역의 맥락효과는 환자 발생지역이 더 크게 작용됨을 알 수 있었다. 응급실 내원 직후 사망은 우수한 유형의 지역에서 취약한 유형의 지역에 비해 오즈비가 0.75배 낮게 발생하였다. 일반인에 의한 심폐소생술이 응급실 내원 직후 사망에 영향을 미친다는 결과와 OHCA 환자에서 15분 이내 에피네프린 투여가 OHCA 환자의 생존율 및 신경학적 예후에 유리한 결과를 보인다는 선행연구[50] 결과를 참고했을 때 우수한 유형의 지역에서 오즈비가 낮게 나타난 것은 우수한 지역에서 일반인에 의한 심폐소생술이 수행될 확률과 신고에서 병원까지 도착시간이 30분 이내인 확률이 높기 때문에 나타난 결과라고 해석할 수 있다. 따라서 생존사슬의 중요성이 다시 한번 강조되며, 이를 위한 응급의료체계 자원과 접근성의 개선이 필요하다.

물리적 한계로 인하여 응급실에 접근성이 떨어지는 지역에서 Advanced cardiac life support를 병원 전 단계에서 제공하는 것이 응급실 내원 직후 사망을 개선할 수 있는 하나의 대안으로 제시될 수도 있으나, 아직 OHCA 환자에게 미치는 효과에 대한 완전한 합의가 이뤄지지 않았고 [51,52], 국가의 응급의료체계의 특성에 따라 차이가 발생할 수 있으므로, 해석 및 국내 도입에 신중한 주의와 관련 연구가 필요하다.

최종적으로 결과를 요약하면 나이와 OHCA 발생 원인, 제세동 수행, 일반인에 의한 심폐소생술 등의 개인 및 상황적 특성과 같은 개인수준(Level 1)의 요인뿐만 아니라 지역 응급의료체계 자원과 접근성과 같은 지역수준(Level 2)의 요인 또한 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망 발생에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 응급실 내원 직후 사망 발생을 낮추기 위해서는 다수준에서 문제를 파악하고 중재하는 것이 중요하다.

이 연구에는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 연구의 대상 년도가 2020년에 한정된 단면연구라는 점이다. 2020년은 COVID-19 대유행 기간 중이었다. COVID-19 대유행 이전 시기와 비교할 때 이 시기에는 소방 구급서비스 시간과 중증도 및 사망이 증가되는 특성을 보였다 [53,54]. 응급실 내원 직후 사망에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나인 신고에서 병원 도착까지 소요된 시간은 COVID-19 대유행 기간에 한정되어 증가된 양상을 보였을 가능성이 있다. 두번째, 심정지 발생 현장에서 수행한 구급대원의 처치 내용을 연구에 반영하지 못했다는 점이다. 이는 현장에서 적절한 처치를 수행함으로써 발생하는 신고에서 응급실 도착까지의 시간 지연을 구분할 수 없었다. 세번째, 자료의 한계로 인하여 신고에서 현장 도착까지 소요된 시간을 알 수 없었다는 점이다. 네번째, 지역 응급의료체계 자원과 접근성을 점수화하는 과정에서 지표 별 가중치를 고려하지 않았다. 선행연구 [32,55]에서는 전문가 합의를 통하여 세부지표 별 가중치를 부여하는 방식을 취하고 있다. 그러나 이 연구에서는 독자적인 전문가 합의를 진행하지 않았으며, 또한 세부지표 및 문화 등의 선행연구와의 차이로 인해 선행연구에서 제시한 가중치를 그대로 적용하지 못하였다. 또한 지역 단위를 시·군·구로 세분화하여 분석을 진행했으나 70개 중진료권, 응급의료 권역 등 지역 단위를 총화하여 다각도에서 분석하지 못했다는 점과 환자 거주지역 변수로 재정자립도만을 사용했다는 한계점이 있다.

5. 결론

이 연구는 지역 응급의료체계 자원과 접근성이 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망에 미치는 영향을 파악하고자 실시하였다. OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망에 영향을 미치는 요인은 나이, 심정지 원인, 신고에서 병원 도착까지 시간 등이 통계적으로 유의하였다. 이 연구에서는 응급의료체계 자원과 접근성이 취약한 지역에서 응급실 내원 직후 사망 발생이 높은 것을 확인하였다. 취약한 지역에서 일반인에 의한 심폐소생술 수행이 낮게 나타나, 일반인 심폐소생술 교육 확대 등과 같은 중재와 동시에 인력 및 시설의 지원을 통한 지역의 응급의료체계 자원과 접근성 개선 노력이 필요하다. 짧은 시간 내 이를 개선하기는 어렵겠으나, 추후 점진적으로 개선됨에 따라 OHCA 환자의 응급실 내원 직후 사망의 발생을 감소할 것으로 생각된다. 연구가 가지는 한계점에도 불구하고 저자가 알기로는 환자의 발생지역과 주소지역의 맥락효과를 동시에 고려한 국내 연구는 없었다. 이 연구가 OHCA 환자를 대상으로 교차분류 다수준 방법을 적용한 최초의 연구라는 점과 기존 OHCA 선행연구에서 제외되던 DOA 환자에 대한 분석을 진행했다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다. 추후 이 연구의 한계점을 보완한 연구를 진행하여 결과의 일관성을 확인할 필요가 있다.

References

- [1] J. Zheng, Lv, C., Zheng, W., Zhang, G., et al., "Incidence, process of care, and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in China: a prospective study of the BASIC-OHCA registry", *Lancet Public Health*, 2023. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S2468-2667\(23\)00173-1](https://dx.doi.org/10.1016/S2468-2667(23)00173-1)
- [2] S. Mirchandani & Phoon, C. K., "Sudden cardiac death: a 2400-year-old diagnosis?", *Int J Cardiol*, Vol.90, No.1, pp. 41-8, 2003. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/s0167-5273\(02\)00517-x](https://dx.doi.org/10.1016/s0167-5273(02)00517-x)
- [3] American Heart Association, Cardiopulmonary Resuscitation, Statement by the Ad Hoc Committee on cardiopulmonary resuscitation, of the Division of Medical Sciences, National Academy of Sciences, National Research Council, *JAMA*, Vol.198, No.4, pp. 372-379, 1966. DOI: <https://dx.doi.org/10.1001/jama.1966.03110170084023>
- [4] D. Taniguchi, Baernstein, A. & Nichol, G., "Cardiac arrest: a public health perspective", *Emerg Med Clin North Am*, Vol.30, No.1, pp. 1-12, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2011.09.003>

- [5] C. Hawkes, Booth, S., Ji, C., Brace-McDonnell, S. J., et al., "Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrests in England", *Resuscitation*, Vol.110, pp. 133-140, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.10.030>
- [6] S. J. Gu, & A. J. Ahn, "Factors affecting out-of-hospital cardiogenic cardiac arrest mortality between patients with National Health Insurance and Medical Aid program", *The Korean Journal of Health Economics and Policy*, Vol.25, No.3, pp. 55-70, 2019.
- [7] J. Engdahl, Holmberg, M., Karlson, B. W., Luepker, R., et al., "The epidemiology of out-of-hospital 'sudden' cardiac arrest", *Resuscitation*, Vol.52, No.3, pp. 235-45, 2002.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/s0300-9572\(01\)00464-6](https://dx.doi.org/10.1016/s0300-9572(01)00464-6)
- [8] S. Y. Jeong, C. W. Kim, & S. W. Hong, "The Factors Influencing Survival of Out-of-hospital Cardiac Arrest with Cardiac Etiology", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.17, No.2, pp. 560-569, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.2.560>
- [9] S. O. Hwang, Cha, K.-C., Jung, W. J., Rho, Y. I., et al., "2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 2. Environment for cardiac arrest survival and chain of survival", *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine*, Vol.32, No.3, pp. 10-16, 2021.
DOI: <https://dx.doi.org/10.15441/ceem.21.022>
- [10] M. J. Lee, "Incidence and Outcome of Cardiac Arrest in Korea", *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine*, Vol.23, No.2, pp. 168-180, 2012.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0242799>
- [11] K. L. Brunson, Eghbal-Ahmadi, M., Bender, R., Chen, Y., et al., "Long-term, progressive hippocampal cell loss and dysfunction induced by early-life administration of corticotropin-releasing hormone reproduce the effects of early-life stress", *Proc Natl Acad Sci U S A*, Vol.98, No.15, pp. 8856-61, 2001.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1073/pnas.151224898>
- [12] D. Cullen, Augenstine, D., Kaper, L., Tinkham, S., et al., "Therapeutic hypothermia initiated in the pre-hospital setting: a meta-analysis", *Adv Emerg Nurs J*, Vol.33, No.4, pp. 314-21, 2011.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/TME.0b013e3182343cb6>
- [13] X. Liu, Yuan, Q., Wang, G., Bian, Y., et al., "Drones delivering automated external defibrillators: A new strategy to improve the prognosis of out-of-hospital cardiac arrest", *Resuscitation*, Vol.182, pp. 109669, 2023.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.12.007>
- [14] R. Graham, McCoy, M. A. & Schultz, A. M., *Strategies to Improve Cardiac Arrest Survival: A Time to Act*. 2015, National Academies Press (US): Washington (DC).
DOI: <https://dx.doi.org/10.17226/21723>
- [15] R. A. Coute, Nathanson, B. H., Panchal, A. R., Kurz, M. C., et al., "Disability-Adjusted Life Years Following Adult Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the United States", *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, Vol.12, No.3, 2019.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.118.004677>
- [16] E. D. Paratz, Smith, K., Ball, J., van Heusden, A., et al., "The economic impact of sudden cardiac arrest", *Resuscitation*, Vol.163, pp. 49-56, 2021.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.04.001>
- [17] M. Okubo, Kiyohara, K., Iwami, T., Callaway, C. W., et al., "Nationwide and regional trends in survival from out-of-hospital cardiac arrest in Japan: A 10-year cohort study from 2005 to 2014", *Resuscitation*, Vol.115, pp. 120-128, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.03.036>
- [18] J. P. Empana, Lerner, I., Valentin, E., Folke, F., et al., "Incidence of Sudden Cardiac Death in the European Union", *J Am Coll Cardiol*, Vol.79, No.18, pp. 1818-1827, 2022.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2022.02.041>
- [19] Korea Disease Control and Prevention Agency, 2021 Statistics of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Surveillance, Korea, 2022.
- [20] S. H. Kim, W. Y. Nho, M. J. Lee, S. O. Hwang, et al., "National Survey of Training Methodology between Experience and Needs for Laypersons' Cardiopulmonary Resuscitation", *J Korean Soc Emerg Med*, Vol.26, No.6, pp. 534-542, 2015.
- [21] R. A. Garcia, Girotra, S., Jones, P. G., McNally, B., et al., "Variation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Across Emergency Medical Service Agencies", *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, Vol.15, No.6, 2022.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008755>
- [22] T. Kiguchi, Okubo, M., Nishiyama, C., Maconochie, I., et al., "Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)", *Resuscitation*, Vol.152, pp. 39-49, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.02.044>
- [23] S. Yan, Gan, Y., Jiang, N., Wang, R., et al., "The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis", *Crit Care*, Vol.24, No.1, pp. 61, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1186/s13054-020-2773-2>
- [24] M. E. Ong, Shin, S. D., De Souza, N. N., Tanaka, H., et al., "Outcomes for out-of-hospital cardiac arrests across 7 countries in Asia: The Pan Asian Resuscitation Outcomes Study (PAROS)", *Resuscitation*, Vol.96, pp. 100-8, 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.026>
- [25] G. Nichol, Thomas, E., Callaway, C. W., Hedges, J., et al., "Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome", *Jama*, Vol.300, No.12, pp. 1423-31, 2008.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1001/jama.300.12.1423>

- [26] H. S. Kim & J. H. Chun, "Determinants on survival outcomes of sudden out-of-hospital cardiac arrest: a multilevel analysis", *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol.24, No.2, pp. 7-26, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.14408/KJEMS.2020.24.2.007>
- [27] T. H. Blackwell & Kaufman, J. S., "Response time effectiveness: comparison of response time and survival in an urban emergency medical services system", *Acad Emerg Med*, Vol.9, No.4, pp. 288-95, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2002.tb01321.x>
- [28] Ministry of Health and Welfare, 2023-27 Emergency Medical Services Strategic Plan, Korea, 2023.
- [29] Y. J. Jo & K. K. Kim, "Effects of community emergency medical resources on survival in out-of-hospital cardiac arrest", *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol.25, No.1, pp. 205-221, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.14408/KJEMS.2021.25.1.205>
- [30] H. M. Youn, C. Yun, S. H. Kang, J. H. Kwon, et al., "A Study on Regional Differences in Healthcare in Korea: Using Position Value for Relative Comparison Index", *Health Policy and Management*, Vol.31, No.4, pp. 491-507, 2021.
DOI: <http://doi.org/10.4332/KJHPA.2021.31.4.491>
- [31] H. D. Yoon, "Establishment of Roles and Functions for Emergency Medical Institutions at Each Stage", *HIRA Policy Trends*, Vol.9, No.4, pp. 42-51, 2015.
- [32] J. H. Park, Development and Implementation Strategies for Regional Emergency Medical Capacity Index, National Emergency Medical Center, Korea, 2021.
- [33] B. Wha Soo & Se Won, R., "A Study on K-Means Clustering", *CSAM(Communications for Statistical Applications and Methods)*, Vol.12, No.2, pp. 497-508, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5351/CKSS.2005.12.2.497>
- [34] S. K. Kim, J. S. Jeon, & M. S. Jeon, "Seismotectonic zoning by K-means clustering analysis in the Korean Peninsula", *J. Geol. Soc. Korea*, Vol.53, No.5, pp. 703-714, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14770/jgsk.2017.53.5.703>
- [35] S. C. Son & M. S. Jhun, "Stratification Method Using k-Spatial Medians Clustering", *Korean Journal of Applied Statistics*, Vol.22, No.4, pp. 677-686, 2009.
- [36] H. J. Kang, Eo, E. K., Jung, J. H. & Bae, H. A., "A Retrospective Analysis to Determine Criteria for Termination of Resuscitation (TOR) for a Patient with an Out-of-Hospital Cardiac Arrest (OHCA) who Presents at the Emergency Department (ED)", *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine*, Vol.21, No.5, pp. 546-553, 2010.
- [37] National fire agency, "119 Rescue Team On-Site Emergency Treatment Guidelines", Korea, 2022.
- [38] A. J. Kim, Decision Making of Cardiac Arrest in the Emergency Department, Ph.D dissertation Ewha univ, [27-36] 2013.
- [39] Y. A. Lee, Influential Factors on Phased Survival after Out-of Hospital Cardiac Arrests. Ph.D dissertation [14-24] 2020.
- [40] Y. B. Park., G. M. Lee & S. J. Kang, "A Study of Standard Setting Method Using the Cluster Analysis and Validity", *Journal of Educational Evaluation*, Vol.24, No.2, pp. 645-664, 2011.
- [41] S. Lee, "Methods for testing statistical differences between groups in medical research: statistical standard and guideline of Life Cycle Committee", *Life Cycle*, Vol.2, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.54724/lc.2022.e1>
- [42] M. J. Jeon & S. J. Kang, "A Comparison of Multilevel Models in Their Parameter Estimation: The Comparison of 2-level HLM, 3-level HLM, and CMM", *Journal of Educational Evaluation*, Vol.18, No.2, pp. 123-147, 2005.
- [43] H. W. Chung, "A Comparison of Cross-Classified and Multiple Membership Multilevel Models for the Non-pure Hierarchical Data Analysis", *Journal of Educational Evaluation*, Vol.30, No.4, pp. 693-715, 2017.
- [44] K. Khalaf, Axelsson Fisk, S., Ekberg-Jansson, A., Leckie, G., et al., "Geographical and sociodemographic differences in discontinuation of medication for Chronic Obstructive Pulmonary Disease - A Cross-Classified Multilevel Analysis of Individual Heterogeneity and Discriminatory Accuracy (MAIHDA)", *Clin Epidemiol*, Vol.12, pp. 783-796, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.2147/CLEP.S247368>
- [45] E. C. Dunn, Richmond, T. K., Milliren, C. E. & Subramanian, S. V., "Using cross-classified multilevel models to disentangle school and neighborhood effects: an example focusing on smoking behaviors among adolescents in the United States", *Health Place*, Vol.31, pp. 224-32, 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.12.001>
- [46] I. S. Park, Y. M. Kim, S. H. Kang, "Predictors of Survival from Out-of-Hospital Cardiac Arrest by Four Levels", *Health and Social Welfare Review*, Vol.34, No.2, 2014.
DOI: <https://dx.doi.org/10.15709/hswr.2014.34.2.484>
- [47] F. Dumas, A. Paoli, M. Paul, G. Savary, P. Jaubert., et al., "Association between previous health condition and outcome after cardiac arrest", *Resuscitation*, Vol.167, 2021.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.06.017>
- [48] I. Oving, L.V. Dongen, S. C. Deurholt, A. Ramdani, S. G. Beesems, et al., "Comorbidity and survival in the pre-hospital and in-hospital phase after out-of-hospital cardiac arrest", *Resuscitation*, Vol.153, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.035>
- [49] L. H. van Dongen, Blom, M. T., de Haas, S. C. M., van Weert, H., et al., "Higher chances of survival to hospital admission after out-of-hospital cardiac arrest in patients with previously diagnosed heart disease", *Open Heart*, Vol.8, No.2, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/openhrt-2021-001805>

[50] N. Enzan, Hiasa, K. i., Ichimura, K., Nishihara, M., et al., "Delayed administration of epinephrine is associated with worse neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest and initial pulseless electrical activity: insight from the nationwide multicentre observational JAAM-OHCA (Japan Association for Acute Medicine) registry", *European Heart Journal. Acute Cardiovascular Care*, Vol.11, No.5, pp. 389-396, 2022.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/ehjacc/zuac026>

[51] M. H.-M. Ma, Chiang, W.-C., Ko, P. C.-I., Huang, J. C.-C., et al., "Outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in Metropolitan Taipei: Does an advanced life support service make a difference?", *Resuscitation*, Vol.74, No.3, pp. 461-469, 2007.
DOI:<https://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.02.006>

[52] I. G. Stiell, Wells, G. A., Field, B., Spaite, D. W., et al., "Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest", *N Engl J Med*, Vol.351, No.7, pp. 647-56, 2004.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa040325>

[53] K. Kang, "Comparative Analysis of 119 Ambulance Services Before and After the Outbreak of COVID-19", *Fire Science and Engineering*, Vol.36, No.6, pp. 151-157, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.7731/KIFSE.0db7ca3a>

[54] J. Kim, S. M, Kim, D. G. Shin, "Changes in Emergency Medical Services Utilization Before and After COVID-19: Focused on General Hospitals and Higher-Tier Medical Institutions", *Korea Institute for Health and Social Affairs*, Vol.43, No.2, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.15709/hswr.2022.42.3.369>

[55] S. K. Epstein, Burstein, J. L., Case, R. B., Gardner, A. F., et al., "The National Report Card on the State of Emergency Medicine: evaluating the emergency care environment state by state 2009 edition", *Ann Emerg Med*, Vol.53, No.1, pp. 4-148, 2009.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2008.10.028>

정 태 욱(Tae-Wook Jeong)

[정회원]



- 2016년 8월 : 가톨릭대학교 보건대학원 (보건학석사)
- 2019년 8월 : 한양대학교 보건학과 (박사수료)
- 2015년 2월 ~ 2022년 2월 : 국립중앙의료원 응급구조사
- 2022년 2월 ~ 현재 : 서정대학교 응급구조과 교수

<관심분야>

응급의료취약, 지역 응급구조 및 의료