

병원 간 전원 상황에서 이동통신망을 이용한 음성화상정보통신 애플리케이션의 유용성에 관한 연구

정주¹ · 김태한^{2*} · 강셋별²

¹분당서울대학교병원 응급의학과, ²서울대학교병원 응급의학과

A feasibility study of audio-video communication application using mobile telecommunication in inter-hospital transfer situations

Joo Jeong¹ · Tae-Han Kim^{2*} · Sae-Byel Kang²

¹Department of Emergency Medicine, Seoul National University Bundang
 Hospital

²Department of Emergency Medicine, Seoul National University Hospital

=Abstract =

Purpose: The aim of this study was to evaluate the usefulness of video communication with medical staff located at a remote location, through a communication application connected to a long term evolution (LTE) mobile communication network in a moving ambulance.

Methods: In this study, we recruited patients who were transferred by mobile intensive care unit ambulance from one hospital to another. In the moving ambulance, the information of the patient was transferred to a physician using the application in real time. Recorded video files were evaluated by emergency physicians with experience in video direct medical control.

Results: A total of 18 patients were evaluated, and the average score was 5.9 out of a possible 9. It was expected that applying the use of the technology to actual clinical sites would enable the sites to provide assistance.

Received March 9, 2019 Revised March 25, 2019 Accepted April 14, 2019

*Correspondence to Tae-Han Kim

Department of Emergency Medicine, Seoul National University Hospital, 101, Daehak-ro Jongno-gu, Seoul, Republic of Korea

Tel: +82-02-2072-0294 Fax: +82-02-741-7855 E-mail: adoong2001@gmail.com

†이 연구는 소방청 연구개발사업의 연구비 수혜를 받은 <긴급 재난현장 대응 구급장비 패키지 기술개발> 과제 일부로 수행되었음(소방청 소방안전 및 119 구조·구급기술연구개발사업 (NEMA-차세대-2014-54)).

Conclusion: In this study, we confirmed the possibility of benefiting from the clinical field when using the video-audio communication application which is connected to the remote location in real time through the current LTE mobile communication network in the ambulance.

Keywords: Telemedicine, Transportation of patients, Ambulances

I. 서 론

응급의료서비스가 제공되는 현장에서 의사의 직접적인 진료가 이루어지기 어려울 때, 이를 대신하여 응급의료종사자들이 법률과 규정에서 허용되는 업무 범위 내에서 환자에 대한 진단 및 처치 행위를 시행하게 된다[1]. 이런 행위는 사전에 약속된 지침에 근거한 간접의료지도를 통해 이루어질 수도 있으며, 사례에 따라 응급의료종사자가 직접 의사와 상의하는 직접의료지도의 방식으로 이루어질 수도 있다[2]. 미국 등의 선진국에서도 직접의료지도는 전통적으로 전화 통화로 진행되고 있으며[3], 국내에서도 119 구급대원과 지도의사 간 의사소통 역시 전화 통화로 진행되고 있다[4-7]. 최근 정보통신기술이 발달하면서 통신망에서 처리할 수 있는 데이터의 양이 증가하고 있으며, 병원진 단계 응급의료에서 기존의 음성 정보뿐 아니라 영상 정보를 활용할 수 있는 가능성이 여러 연구에서 제안되고 있다[8]. 국내에서는 약 10년 전에 119 구급대원이 카메라와 마이크가 연결된 소형 단말기를 이용하여 3G 통신망에서 병원과 화상 통신이 가능하였다고 보고한 바가 있다[9]. 최근에는 보건복지부 스마트의료지도 시범사업에서 스마트폰 애플리케이션을 이용한 119 구급대원과 지도의사 간 화상 통신을 통하여 병원진 심정지 환자에 대한 전문심장소생술을 진행하고 있다[10]. 국내외적으로 화상 통신을 통한 직접의료지도는 널리 연구되지 않은 상황으로, 특히 이동통신망을 이용하여 이동 중인 구급차 내에서 화상 통신을 통한 직접의료지도의 가능성에 대해서는 저자들이 아는 한에서는 아직까지 보고된 연구가 없다. 본 연구에서는 실제 이동 중인 구급차 안에서 LTE

(long term evolution) 이동통신망에 연결된 통신 애플리케이션을 통해 외부에 있는 의료진과의 화상 통신을 하였을 때, 그 유용성에 대해서 평가하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구설계 및 대상

본 연구에서는 국내 1개 대학병원 응급의학과에서 운영 중인 중증응급환자 이송서비스(mobile intensive care unit, MICU) 구급차를 통해 병원 간 이송되는 환자를 편의 모집하였다. 이 서비스는 병원 간 전원되는 중환자에 대한 높은 수준의 응급의료서비스를 제공하기 위하여 2016년 1월에 출범하여 현재까지 운영되고 있으며, 중환자 전용 구급차에 응급의학과 전문의를 포함한 중환자 이송 전담 인력이 탑승하여 24시간 상시 출동을 제공하고 있다[11]. 본 연구는 이 중환자 구급차에 실제로 탑승하여 이송되는 모든 성인 환자를 대상으로 하였으며, 만 18세 미만의 소아청소년은 제외하였다. 모집 기간은 2018년 8월부터 9월까지로, 총 모집 대상은 20명으로 계획하였다. 이송 전에 응급의학과 전문의가 환자 또는 보호자에게 연구에 대해서 구체적으로 설명하고 사전 동의를 받은 경우에 한하여 연구를 진행하였다. 연구 참여자에 대한 별도의 보상은 제공하지 않았다. 본 연구는 연구가 진행된 병원의 기관윤리심의위원회의 승인을 획득하였다.

중증응급환자 이송서비스 구급차를 통해 이송되는 연구 대상자가 구급차에 탑승하여 이송을 시작하게 되면, 구급차에서 환자의 상태를 실시간으로 음

성화상통신 애플리케이션을 이용하여 병원에 있는 다른 관찰자(응급의학과 전문의)에게 전송하였다. 음성화상정보통신 애플리케이션은 WebRTC라는 무료로 공개된 음성화상정보통신용 플랫폼을 이용하여 자체적으로 개발하였고, 이것은 인터넷 익스플로러나 크롬과 같은 웹 기반에서 구동되었다. 이 애플리케이션은 윈도우즈 OS로 구동되는 컴퓨터의 웹 프로그램에서 구동되기 때문에 구급차와 병원 양측 모두 카메라와 마이크가 연결된 컴퓨터를 사용하였다. 구급차 내에서는 LTE(long term evolution)에 직접 연결되는 모듈이 내장된 컴퓨터를 사용하였으며, 병원에 있는 컴퓨터는 인터넷 통신망(인터넷 또는 와이파이에 연결되었다. 연구에 사용한 음성화상정보통신 애플리케이션의 기본적인 성능은 한국정보통신협회(TTA)에서 공인 인증을 획득하였다(성적서 번호: TTA-N-16-0227, TTA-N-17-0181, TTA-18-0144, TTA-18-2334).

2. 자료수집 및 분석 방법

이송이 시작되면, 양측 연결을 확인한 뒤 움직이는 구급차 안에서 약 5분에 걸쳐 환자의 기본적인 정보를 음성 정보로 전달하고, 환자에게 연결된 모니터, 수액 및 약물, 자동약물주입기 상태, 산소, 기계환기 등의 상태를 직접 영상으로 전달하게 된다. 통신을 종료하게 되면, 자동적으로 동영상 파일이 생성되어 통신에 참여한 컴퓨터의 하드디스크에 저장할 수 있다.

계획한 20개의 사례를 모두 수집한 뒤에, 실시간 음성화상정보통신을 이용한 직접의료지도의 경험에 있는 응급의학과 전문의 5인에게 동영상을 모두 보고 구급차 내의 상황이 끊어지지 않고, 지연 없이, 좋은 품질로 전송되었는지, 감시 장치 화면이나 약물 주입, 기계 등의 작동 상태를 잘 확인할 수 있는지 등을 1점에서 9점까지 9점 척도로 평가하도록 하였다. 평가자 간 차이를 줄이기 위하여 척도에 대한 참고 기준을 사전에 제시하였다(Appendix 1). 사

Appendix 1. 심사위원이 참고한 평가 척도 기준

9점: 실제 구급차 내에 환자와 함께 있는 것과 다르지 않을 정도의 품질 또는 통신 품질에 대해서 최상의 만족(**extremely satisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에서 바로 적용하여 큰 도움을 얻을 수 있을 것이라고 확신하는 정도

8점: 실제 구급차 내의 상황을 매우 잘 전달하는 수준 또는 통신 품질에 대해서 매우 만족(**very satisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하였을 때 도움이 될 것이라고 기대하는 정도

7점: 실제 구급차 내의 상황을 잘 전달하는 수준 또는 통신 품질에 대해서 중등도로 만족(**moderately satisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용을 해서 어느 정도의 도움을 얻을 수 있겠다고 기대하는 정도

6점: 실제 구급차 내의 상황에 대한 정보를 어느 정도 전달하는 수준 또는 통신 품질에 대해서 약간 만족하는(**slightly satisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하였을 때 도움이 될 만한 여지가 있겠다고 기대하는 정도

5점: 실제 구급차 내의 상황에 대한 정보를 어느 정도는 얻을 수 있으나 이를 통한 직접의료지도의 이득이 뚜렷하게 있다고 보기는 어려운 정도의 품질 또는 통신 품질에 대해서 만족스럽지도 않고 불만족스럽지도 않은(**neither satisfied nor dissatisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하여 얻을 수 있는 도움이 뚜렷하지는 않은 정도

4점: 실제 구급차 내의 상황에 대한 정보를 얻기가 다소 어려운 정도의 품질 또는 통신 품질에 대해서 약간 불만족하는(**slightly dissatisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하기에는 약간 부족하다고 느껴지는 정도

3점: 실제 구급차 내의 상황에 대한 정보를 얻기가 어려운 정도의 품질 또는 통신 품질에 대해서 중등도로 불만족(**moderately dissatisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하기에는 부족하다고 느껴지는 정도

2점: 실제 구급차 내의 상황에 대한 정보를 얻기가 매우 어려운 정도의 품질 또는 통신 품질에 대해서 매우 불만족(**very dissatisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하기에는 많이 부족하다고 느껴지는 정도

1점: 구급차 내의 상황을 보여준다는 것 외에 추가적인 정보를 얻는 것이 거의 불가능할 정도의 품질 또는 통신 품질에 대해서 극도의 불만족(**extremely dissatisfied**) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용할 만한 여지가 전혀 없다고 생각하는 정도

레별, 평가항목별 5인의 평가 점수의 평균을 계산하였으며, 특정 평가 항목에 대해서 전문의 5인이 모두 해당 사항이 없다고 답한 경우 결과값을 제시하지 않았다(예: 자동약물주입기의 상태에 대해서 물어보는 문항인데 해당 사례에서는 자동약물주입기를 사용하지 않은 경우). 구급차 내 상황은 끊어지지 않고 잘 전송되었는지(1번 문항), 구급차 내 상황은 지연 없이 실시간으로 잘 전송되었는지(2번 문항), 전반적인 영상과 음성 품질이 직접의료지도를 하기 에 충분히 좋았는지(3번 문항)에 대한 전문의 5인의 평가에 대한 일치도를 Fleiss' kappa 값을 이용하여 계산하였고, 통계 프로그램으로 Stata version 14.2를 사용하였다(StataCorp, Texas, USA).

Ⅲ. 연구결과

1. 대상자의 특성

2018년 8월과 9월의 2개월 간 18개의 사례에 대해서 동의를 받고 실제 이송 중 음성화상정보통신 애플리케이션을 이용하여 통신을 시행하였다(Table 1). 39%가 여성이었고, 3명의 질병 외 환자를 제외하면 모두 질병 환자였으며, 요청 병원에서의 초기 진단은 자발순환이 회복된 심정지, 심장성 쇼크, 심근경색, 뇌내출혈, 패혈증 쇼크, 호흡부전 등으로 다양한 중증응급상황에 처해 있는 환자들이었다. 중환자 구급차를 요청한 사유는 대부분 전문 치료, 중환자실 부족, 응급 수술 등을 위한 응급 전원 때문이었으며, 모두 이 중환자 이송서비스가 제공되는

Table 1. Baseline characteristics of transferred patients

No.	Sex	Age	Diagnosis	Reason of transfer	Transfer time (minute)
1	F	42	Inhalation burn	Advanced treatment	19
2	M	48	Inhalation burn	Advanced treatment	28
3	F	69	Septic shock	ICU [†] shortage	21
4	M	73	Respiratory failure	ICU shortage	18
5	M	58	Resuscitated cardiac arrest	Emergency intervention	34
6	M	70	Acute myocardial infarction	Emergency intervention	11
7	M	74	Congestive heart failure	Follow up hospital	26
8	M	34	Traumatic SDH [*]	ICU shortage	24
9	F	86	Resuscitated cardiac arrest	Emergency intervention	28
10	F	69	Bradycardia	Emergency intervention	31
11	M	55	Pneumonia	ICU shortage	31
12	F	67	Interstitial lung disease	Advanced treatment	20
13	M	68	Aortic aneurysm	Emergency operation	33
14	M	76	Acute myocardial infarction	Emergency intervention	22
15	F	79	ICH [†]	ICU shortage	25
16	M	77	Pneumonia	ICU shortage	12
17	F	81	Septic shock	ICU shortage	29
18	M	57	Pneumonia	Follow up hospital	15

*SDH: Subdural hemorrhage, †ICH: Intracerebral hemorrhage, †ICU: Intensive care unit

특정 도시 내에서의 전원이었기 때문에 이송 소요 시간은 평균 23.7분으로 길지 않은 편이었다.

2. 전문가 평가

18개의 사례에 대해서 총 10가지의 평가 항목을 9 점 척도로 5명의 전문가에게 평가를 받았다<Table 2>. 평가위원으로 참여한 전문가들은 모두 대학병원

Table 2. Emergency physician questionnaire results

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	mean (SD)
1. The situation in the ambulance was well transmitted without interruption.	4.6 (2.1)	6.4 (2.6)	6.8 (1.9)	6.6 (2.3)	3.2 (2.5)	4.6 (2.4)	6.6 (2.2)	5.4 (2.3)	8.2 (0.4)	6.4 (2.3)	6.0 (1.8)	6.0 (1.9)	5.8 (1.8)	3.4 (1.5)	5.4 (1.9)	6.2 (1.9)	6.0 (1.0)	5.6 (2.4)	5.7 (1.2)
2. The situation in the ambulance was well transmitted in real time without delay.	6.4 (1.5)	6.4 (2.3)	7.4 (1.1)	7.0 (1.9)	4.4 (2.2)	5.0 (0.5)	7.4 (1.1)	6.4 (0.4)	8.2 (1.1)	6.0 (1.6)	6.4 (2.3)	6.4 (1.7)	3.8 (0.8)	6.0 (1.6)	6.0 (0.9)	6.4 (2.0)			6.3 (1.0)
3. Overall video and voice quality was good enough to receive direct medical control.	4.0 (1.4)	4.8 (1.8)	6.8 (1.8)	7.0 (1.6)	1.8 (1.1)	4.2 (2.3)	6.8 (1.1)	5.8 (1.9)	8.0 (0.7)	6.0 (1.5)	6.0 (2.3)	6.4 (1.5)	5.6 (1.7)	3.4 (1.3)	6.0 (1.9)	6.0 (1.1)	5.8 (2.5)		5.5 (1.5)
4. The communication between the medical staff of the ambulance and the remote side was smooth and well done.	4.0 (1.4)	5.7 (1.2)	7.0 (0)	6.5 (0.7)	4.0 (3.0)	6.5 (1.3)	8.0 (0.7)	6.8 (1.1)	8.4 (0.5)	6.6 (1.5)	6.8 (1.6)	6.5 (1.3)	6.4 (2.1)	5.4 (1.6)	6.2 (1.8)	6.6 (1.7)	6.6 (2.3)		6.3 (1.1)
5. You can see the monitoring device screen well.	5.0 (2.1)	5.4 (2.8)	5.0 (3.4)	6.2 (2.6)	4.6 (2.5)	7.4 (1.7)	7.4 (1.5)	5.2 (0.4)	8.2 (2.3)	6.0 (2.3)	5.8 (1.8)	6.0 (1.8)	4.8 (1.8)	4.4 (1.8)	5.6 (2.2)	6.0 (1.6)	5.8 (2.1)		5.6 (1.0)
6. The patient's level of consciousness and respiratory status can be assessed well.	5.0 (2.6)	5.0 (2.6)	4.7 (2.8)	7.0 (2.8)	4.3 (3.1)	5.5 (2.4)	8.0 (0)	7.0 (0.6)	8.5 (1.3)	6.8 (1.3)	6.5 (1.5)	6.0 (1.0)	5.0 (0.6)	5.0 (1.2)	5.7 (2.1)	6.3 (2.1)			6.1 (1.1)
7. You can identify the type and condition of fluid, blood product, and medication well.	3.8 (1.7)	4.3 (2.6)	7.5 (2.1)	7.8 (1.5)	1.7 (1.2)	5.8 (1.5)	7.4 (2.5)	5.6 (2.1)	5.8 (2.0)	6.0 (1.6)	7.2 (1.5)	4.2 (0.4)	3.5 (0.6)	7.0 (1.4)	6.7 (2.1)	6.0 (1.8)	5.8 (2.8)		5.7 (1.7)
8. You can see the portable ventilator's operating status and setting values well.	5.8 (1.5)	6.8 (2.1)	2.0 (0)	5.0 (2.6)	6.0 (1.5)	4.7 (1.1)	7.6 (1.1)	NA (0)	8.0 (2.3)	6.2 (2.0)	6.2 (1.8)	5.0 (0.7)	3.5 (1.3)	6.8 (2.1)	6.2 (2.6)				5.7 (1.6)
9. You can check if the oxygen supply is good.	5.5 (3.5)	6.3 (1.5)	6.5 (3.3)	7.5 (1.9)	4.3 (3.1)	6.3 (1.0)	8.3 (1.0)	8.0 (0.6)	8.5 (1.4)	7.0 (1.4)	7.0 (1.5)	6.5 (1.9)	4.3 (1.0)	7.3 (1.5)	8.0 (1.5)	7.3 (1.7)	6.5 (1.7)		6.8 (1.2)
10. You can check the infusion pump's operating status and setting values well.	NA (1.5)	6.0 (0)	NA (1.7)	6.0 (1.7)	1.0 (0)	5.5 (2.4)	6.4 (2.4)	3.0 (0)	7.6 (0.9)	5.4 (2.3)	5.8 (1.8)	7.2 (1.5)	4.6 (1.5)	3.5 (0.7)	5.5 (1.4)	6.0 (2.3)	5.5 (2.1)		5.3 (1.6)
mean (9-point scale)	4.9 (1.5)	5.7 (1.9)	6.0 (2.2)	6.7 (1.7)	3.8 (2.2)	5.3 (1.3)	7.4 (1.7)	5.9 (0.7)	8.1 (1.9)	6.1 (1.9)	6.3 (1.5)	6.6 (1.4)	5.5 (1.0)	4.0 (1.6)	6.1 (1.7)	6.5 (2.2)	6.0 (1.1)	5.8 (2.2)	5.9 (1.1*)

*SD: Standard deviation, †Standard deviation of means of each cases, *Standard deviation of means of each items

에서 근무 중인 응급의학과 전문의로, 보건복지부 스마트 의료지도 시범사업에 직접의료지도 당직 의사로 참여하고 있다. 모든 사례, 모든 평가 항목의 평균 점수는 5.9점(9점 만점)으로, 평가위원들에게 사전에 제시한 참고 기준으로는 “실제 구급차 내의 상황에 대한 정보를 어느 정도 전달하는 수준 또는 통신 품질에 대해서 약간 만족하는(slightly satisfied) 수준 또는 실제 임상 현장에 적용하였을

때 도움이 될 만한 여지가 있겠다고 기대하는 정도”에 해당되었다. 10가지의 평가 항목의 평균 점수는 최저 5.5점에서 최고 6.8점(표준편차 1.1점)이어서 큰 차이를 보이지는 않았으며, 18개 사례별 평가 항목의 평균 점수는 최저 3.5점에서 최고 8.1점으로(표준편차 1.2점), 사례별 편차가 관찰되었다. 평가 위원들이 평가를 마친 후 추가적인 의견을 주도록 하였고, 5명 중 4명이 의견을 기술하였다(Table 3).

Table 3. Emergency physician questionnaire results

Reviewer	Opinion
A	<ul style="list-style-type: none"> ○ It is not easy to really distinguish between the evaluation item 1 (whether it has been transmitted well without interruption) and the evaluation item 2 (whether it has been transmitted in real time without delay). ○ In the case of medication type, voice information is important. But if the sound is cut off, it is difficult to catch distinguish the medication type. ○ The ventilator and the monitor have relatively meaningful when image information is used, but other image information depends on the voice information. Especially in the case of infusion pump, voice transmission seems to be enough. It seems uncommon to get help with video information only in a situation where it is difficult to hear the voice.
B	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ambulance sirens sound, car shake, how well the doctor on board the ambulance show the situation by camera, and the ability to deliver the information influence directly on the value of the information of medical control. ○ Consciousness levels are difficult to identify unless they are spoken directly. ○ The screen is shaky enough for the reviewer to feel uncomfortable. ○ It seems that there is a large deviation depending on the doctor who boarded the ambulance. ○ The level of delivery of voice information is low, and if this is solved it will be a big help.
C	<p>No additional comments.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Voice recognition is almost impossible when the siren is turned on during transport, and the voice condition is very good when the siren is not turned on. It may not be easy, but it may be helpful to turn off or reduce the siren when transmitting voice information.
D	<ul style="list-style-type: none"> ○ The screen itself is transmitted almost seamlessly, but it is sometimes difficult to identify the monitoring device or portable ventilator due to vibration in the vehicle. If the image quality is not good, it is helpful to read the values. When direct medical control is used in an ambulance using an video device, it may be preferable to make the protocol read the numerical value. ○ If you have a device that holds the camera by a stuff rather than a hand, it may be a little more helpful. ○ Since the monitor is not easily visible, it is better to call the values by voice. It is better to read twice because there is a time when the voice information is disconnected.
E	<ul style="list-style-type: none"> ○ I feel the transmission quality is getting worse when moving at night. ○ The patient consciousness is difficult to grasp as a video information unless the face is shown, and it is better to transmit it as voice information (in the research, it seems that it is not exposed due to privacy).

Appendix 2. 표3의 실제 답변 내용(한글)

평가위원	의견
A	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1번 평가 항목(끊이지 않고 잘 전송되었는가)과 2번 평가 항목(지연 없이 실시간으로 잘 전송되었는가)을 실제로 구분하기가 쉽지 않음. ○ 약물 종류의 경우 음성 정보가 중요한데, 소리가 끊기는 경우는 파악이 어려움. ○ 인공호흡기와 모니터는 영상 정보가 비교적 의미가 있으나, 그 외의 영상 정보는 음성 정보에 의존하여 파악하게 됨. 특히 자동약물주입기의 경우 음성 전달만으로 충분한 것 같음. 음성이 잘 들리지 않는데, 영상 정보로만 도움을 받는 경우는 드문 것 같음. ○ 구급차 사이렌 소리, 차량의 흔들림, 구급차에 탑승한 의사가 화면을 얼마나 잘 잡아주는지와 전달 능력 등에 따라 직접의료지도 정보로서의 가치가 많이 좌우되는 것 같음. ○ 의식 수준은 직접적으로 음성으로 언급하지 않으면 확인하기가 어려움.
B	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평가자가 보기에 불편할 정도로 화면이 많이 흔들림. ○ 구급차에 탑승한 의사에 따라 편차가 큰 것 같음. ○ 음성 정보의 전달 수준이 떨어지며, 이것이 해결되면 큰 도움이 될 것 같음.
C	<p>추가 의견 없음</p>
D	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이송 중 사이렌이 켜져 있을 경우 음성 식별이 거의 불가능한 경우가 있으며, 사이렌을 켜지 않을 경우 음성 상태가 매우 양호함. 쉽지는 않겠지만, 음성 정보 전달 시에 사이렌을 끄거나 줄이는 것이 도움이 될 것 같음. ○ 화면 자체는 대체로 끊김없이 전송되나, 차량 내 흔들림으로 인해서 감시 장치나 인공호흡기의 식별이 쉽지 않은 경우가 있음. 영상 품질이 좋지 않은 경우 수치를 읽어 주는 것이 도움이 됨. 영상을 이용한 구급차 내 직접의료지도 시, 수치를 읽어주는 것을 프로토콜로 만드는 것이 좋을 것 같음. ○ 카메라를 손으로 들고 있지 않고 고정하는 장치가 있으면 조금 더 도움이 될 수 있을 것임. ○ 모니터가 잘 보이지 않을 때가 있어서 지표를 음성으로 불러주는 것이 더 이해하기가 좋았으며, 음성 정보가 끊길 때가 있어서 2번씩 읽어주는 것이 더 좋을 것으로 보임.
E	<ul style="list-style-type: none"> ○ 야간 이송 시 전송 품질이 더 떨어지는 느낌이 듦. ○ 환자 의식은 얼굴을 보여주지 않으면 영상 정보로서는 파악하기가 어렵고, 음성 정보로 전달하는 것이 낫겠음(연구에서는 개인정보 문제로 노출시키지 못한 것으로 보임).

전문의 5인의 평가 결과 일치도를 계산하였고, 문항 1의 경우 kappa값이 0.02, 문항 2는 0.02, 문항 3은 0.03으로 약간의 일치도를 보였다(slight agreement).

IV. 고 찰

본 연구에서는 실제로 도로 위를 달리고 있는 중 환자 구급차에서 이송에 참여하고 있는 응급의료종사자가 원격지와 이동통신망으로 음성과 영상 정보로 실시간으로 통신을 하였을 때, 통신의 품질이 어떠한지를 평가하였고, 전반적인 통신 품질은 실제 임상 현장에 적용하였을 때 도움이 될 수 있는 가능성이 있는 수준으로 평가되었다.

응급의료에 관한 법률 제48조에서는 응급환자의 이송 등 응급의료의 목적에 이용되는 자동차, 선박 및 항공기 등의 이송수단(구급차 등)이 출동할 때에는 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 응급구조사를 탑승시켜야 한다고 규정하고 있다[12]. 같은 조항에서 의사나 간호사가 탑승한 경우는 제외한다고 언급하고 있으나, 대부분의 병원전 단계 및 병원단계의 환자 이송에는 응급구조사가 구급차등에 탑승하고 있다. 같은 법률 제41조와 42조에서는 응급구조사의 업무에 대해서 규정하고 있는데, 응급구조사는 의료인이 아니지만 보건복지부령으로 정하는 범위에서 현장에 있거나 이송 중이거나 의료기관 안에 있을 때에는 응급처치의 업무에 종사할 수 있고, 이때 의사로부터 구체적인 지시를 받아야 한다. 이에 따라 같은 법률과 119 구조·구급에 관한 법률에서는 응급처치의 지도를 위한 지도의사가 필요하다고

언급하고 있다[13]. 소방청에서 발간한 119 구급대원 현장응급처치 표준지침에 따르면, 직접 의료지도는 지도의사가 통신 등을 통하여 직접 환자의 병원 전 처치에 참여하는 것으로 정의하고 있으며 직접 의료지도 요청지침에 대해서 구체적으로 언급하고 있다[2]. 이 지침에서는 직접의료지도의 통신 수단에 대해서는 언급하고 있지 않는데, 현재 구급대원과 지도의사간 직접의료지도는 휴대전화를 통해 이루어지는 것이 표준적이다[6]. 최근 보건복지부·중앙응급의료센터 시범사업으로 일부 지역에서 스마트의료지도(smart advanced life support, SALS)가 이루어지고 있는데, 이 사업에서는 스마트폰을 이용하여 응급의학과 전문의와 실시간으로 영상통화를 하게 되며, 에피네프린과 아미오다론, 수동 제세동 등을 시행할 수가 있다[10].

2009년에 이동통신망(WIBRO)을 이용한 영상통화가 가능한 단말기를 제작하여 실제 119 구급대가 이송한 55건의 사례에 적용, 이 중 46건(84%)에서 성공적으로 지도의사와의 통신이 연결되었고 중간 정도 수준의(intermediate) 품질을 보였다는 국내 연구가 있었다[9]. 이 연구에서는 약 16%에서 연결이 되지 않았고, 사례 1건당 음성이 평균 1.5건, 영상이 평균 1.7건에서 끊겼다고 보고하였으며, 영상 품질은 10점 만점에 5.5점, 음성 품질은 10점 만점에 5.8점, 직접의료지도에 도움이 될 수 있는 정도는 10점 만점에 4.6점으로 평가하였다. 본 연구는 연결이 되지 않은 사례는 없었고, 음성이나 영상이 중간에 끊어지지 않은 부분은 2009년 WIBRO 연구보다 더 발전한 것이고, 이동통신망이 LTE로 더 발전하였기 때문일 것이다. 직접의료지도를 위한 품질은 9점 만점에 평균 5.5점으로(10점 만점으로 환산하면 6.1점), 조금 더 향상되었으나 임상 현장에서 체감할 수 있을 정도의 개선이라고 보기는 다소 어려움이 있다. 비슷한 시기에 국내 다른 지역에서 3세대 이동통신망(HSDPA)을 이용하여 영상 통화 가능하고 혈압, 3유도 심전도, 산소포화도와 같은

생체 신호를 전송할 수 있는 장비를 119 구급대에 적용한 국내 연구에서는, 영상과 생체 징후의 품질은 5점 만점 척도에서 4점으로 평가하였으나 진단이나 치료 결정을 내리는데 도움이 되는 정도는 기존의 휴대폰 통화를 이용한 직접의료지도보다 더 높지 않다고 보고하였다[14]. 저자들이 조사한 바에 따르면, 실제 이동하는 구급차 안에서 LTE 이동통신망을 이용한 실시간 영상 통신에 관하여 알아본 연구는 없는 것으로 보인다. 본 연구에서는 국내에서 실제로 운영 중인 중환자 구급차에서 환자를 이송할 때 LTE 이동통신망을 이용하여 원격지와의 영상 통신을 시행하였고, 실제 임상 현장에 대한 적용 가능성을 알아보았다는 데 중요한 의미를 둘 수 있을 것이라고 생각한다. 본 연구가 가지는 제한점들이 있는데, 우선 영상을 실시간으로 보면서 평가한 것이 아니라 녹화된 동영상 파일을 보면서 평가하였다는 부분이다. 기술적인 제한점으로 인하여, 녹화된 동영상 파일의 해상도가 실시간 영상의 해상도보다 품질이 떨어졌기 때문에 실제 영상을 평가하였다면 더 높은 점수를 받았을 것이다. 여러 전문가들로부터 보다 객관적인 평가를 받기 위하여 선택한 방법으로, 추후에는 실제 상황과 동일한 수준의 녹화 파일을 생성할 수 있는 방법을 고려할 필요가 있다. 다음으로는 평가자 간 척도의 기준에 차이가 있다는 점이다. 평가자 간 차이를 줄이기 위하여 사전에 참고 기준을 제시하였으나, 같은 사례에 대해서 평가 점수가 상당히 차이나는 경우도 일부 관찰되었다. 특히 종합적인 평가 항목에 대한 평가자 간 일치도를 계산하였을 때 kappa값이 0.02~0.03 정도로 관찰되어, 일치도가 거의 없는 수준은 아니지만 약한 수준의 일치도를 보였다. 직접의료지도나 원격의료에 도움이 될 만한 부분이 있는지에 대한 전문가의 종합적인 판단은 계속 중요하나, 통신의 품질에 대한 객관적인 지표 선정하여 이것을 평가하는 방법도 고려해야 할 것이다. 평가자들이 공통적으로 언급한 부분이 음성 통신이 끊기는 점과 영상이 혼

들린다는 점이었다. 이것은 고속으로 이동 중인 구급차에서의 통신 연결을 이동통신망이 감당하지 못하는 한계점과 본 연구 과제에서 사용한 음성화상정보통신 애플리케이션의 한계점, 카메라 자체가 구급차 안에서 흔들리는 하드웨어적인 한계점이 혼재되어 있기 때문에 어떤 부분이 문제였는지 정확하게 파악하기는 어려운 부분이 있었다. 다른 제한점으로 는, 음성 통신에서 다룰 수 없는 정보 또는 영상 통신을 통해 얻을 수 있는 이득이 큰 정보가 무엇인지 사전에 결정하지 못하고 통신을 진행하였던 부분을 고려할 수 있다. 병원 밖 환경에서 응급의료종사자가 직접의료지도를 요청하거나 원격의료를 이용할 때, 영상을 통한 이득이 무엇인지에 대해서 측정된 연구가 매우 부족하기 때문에 이러한 이득에 초점을 맞춘 의료지도 요청 프로토콜을 만들기가 쉽지 않다. 추후에는 이러한 프로토콜 자체를 개발하거나 그 근거를 만드는 연구를 진행해 볼 수 있을 것으로 보인다. 본 연구는 시범적으로 시행된 것으로 중환자 구급차 내에 탑승한 사람과 원격지에서 연결한 사람 모두 응급의학과 전문의였으므로 실제 병원전 단계에서 구급대원과 의사 간, 또는 병원 간 전원에서의 응급구조사와 의사 간 통신과는 차이점이 있을 수 있다. 마지막으로 본 연구에서는 이동통신망을 연결된 통신 애플리케이션을 통해 외부에 있는 의료진과의 화상 통신에 대한 유용성을 알아보려고 하였으나, 기존의 전화 통화를 이용한 직접의료지도와 비교를 하지 못하여 충분한 유용성을 제시하기에는 부족한 부분이 있었다.

V. 결 론

본 연구에서는 달리는 구급차 안에서 현행 LTE 이동통신망으로 원격지와 실시간으로 연결되는 음성화상정보통신 애플리케이션을 이용하였을 때 임상 현장에서 이득을 얻을 수 있는 가능성을 확인하였

다. 2019년 현재 소방청 차원에서 특별구급대를 편성하여 119 구급대원의 업무범위를 확대하며, 이에 대한 직접의료지도는 영상의료지도를 원칙으로 하겠다는 시범 사업을 계획하고 있다. 이런 상황에서 기존의 전화 통화를 이용한 직접의료지도와 새로운 영상의료지도 방법의 차이가 있는지에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다. 추후 5G 이동통신망 시대가 다가오면 현장의 응급의료종사자와 병원 및 각 기관의 전문가들이 매우 높은 수준의 음성화상통신을 할 수 있을 것으로 기대되는 상황으로, 이를 위하여 사전에 영상 통신의 장점이 무엇인지 객관적으로 평가하고, 이를 기반으로 한 직접의료지도 프로토콜을 개발하는 것이 중요하다.

References

1. C. Crawford Mechem, Emergency Medical Services, In: Tintinalli JE, Stapczynski JS, Ma OJ, Yearly DM, Meckler GD, Cline DM, Tintinalli's emergency medicine A comprehensive study guide, 8th ed, New York: McGraw-Hill, 2016. 1-2.
2. National Fire Agency. The standard protocols for 119 emergency medical services providers.
3. Manz D. Legislation, regulation, and ordinance. In: Cone DC, Brice JH, Dellbridge TR, Myers JB. Emergency medical services: clinical practice and system oversight, 2nd ed, WILEY, 2015. Volume 2, 36-7.
4. Park SW, Cho SJ, Kim YI, Park MR, Min MG, Lee SH et al. Direct medical direction performed in an emergency medical information center. J Korean Soc Emerg Med 2011;22(1): 9-15.

5. Park KJ, Yun YH, Jeong J, Lee JH, Chung JY, Han SK et al. Efficacy and necessity of the certification program for emergency medical system directors on the actual on-line medical direction. *J Korean Soc Emerg Med* 2012;23(4):449-54.
6. Jung SH, Jeong J, Chung JY, Yun YH, Lee JH. Communication for medical advices between prehospital providers and physician medical directors. *J Korean Soc Emerg Med* 2015;26(5):430-6. <http://www.jksem.org/journal/view.php?number=1970>
7. Lee KW. Clinical analysis of direct medical oversight in a Korean metropolitan city. *J Korean Soc Emerg Med* 2017;28(4):362-73. <http://www.jksem.org/journal/view.php?number=2156>
8. Amadi-Obi A, Gilligan P, Owens N, O'Donnell C. Telemedicine in pre-hospital care: a review of telemedicine applications in the pre-hospital environment. *Int J Emerg Med* 2014;7:29. <https://doi.org/10.1186/s12245-014-0029-0>
9. Kwak MJ, Kim JM, Shin IH, Shin SD, Song KJ, Suh GJ, Kim HC. Real-time medical control using a wireless audio-video transmission device in a pre-hospital emergency service in Korea. *J Telemed Telecare* 2009;15(8):404-8.
10. Kim C, Choi HJ, Moon H, Kim G, Lee C, Cho JS et al. Prehospital advanced cardiac life support by EMT with a smartphone-based direct medical control for nursing home cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2019;37(4):585-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.06.031>
11. Park YJ, Lee KW, Jeong J, Jang IW, Ahn KO, Ro YS et al. Effect of critical care transport on patients' survival after inter-hospital transport of critically ill patients. *J Korean Soc Emerg Med* 2017;28(1):1-16.
12. Emergency medical service act (Enforcement date 25, Apr, 2018.)(Act No. 14927, 24, Oct, 2017, Partial amendment)
13. Act on 119 rescue and emergency medical services (Enforcement date 27, Jun, 2018.)(Act No. 15298, 26, Dec, 2017, Partial amendment)
14. Cho SJ, Kwon IH, Jeong J. Application of Telemedicine system to prehospital medical control. *Healthcare Inform Res* 2015;21(3):196-200.