



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

격자 기반 지리-공간분석을 통한  
제주도 중증응급질환 환자의 병원  
전 이송 취약지역 평가

제주대학교 대학원

의 학 과

고 명 상

2020년 10월

Evaluation of vulnerable areas for  
prehospital transportation of major  
emergency incidents in Jeju Island through  
grid-based geospatial approach

Myung-Sang Ko  
(Supervised by professor Woo-Jeong Kim)

2020. 10

Department of Medicine

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 격자 기반 지리-공간분석을 통한 제주도 중증응급질환 환자의 병원 전 이송 취약지역 평가

지도교수 : 김 우 정

고 명 상

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함

2020년 10월

고명상의 의학 석사학위 논문을 인준함

|       |       |   |
|-------|-------|---|
| 심사위원장 | 강 영 준 | Ⓜ |
| 위 원   | 강 경 원 | Ⓜ |
| 위 원   | 홍 성 철 | Ⓜ |

제주대학교 대학원

2020년 10월

## ■ 목 차 ■

|  |    |
|--|----|
| ○ 국문 요약 .....                                  | 1  |
| ○ 서 론 .....                                    | 4  |
| ○ 연구 대상 및 방법 .....                             | 6  |
| ○ 연구 결과 .....                                  | 11 |
| 1) 연구 대상 .....                                 | 11 |
| 2) 구급신고부터 응급의료기관 도착시간까지 구간 분류에 따른 특성 .....     | 12 |
| 3) 지리정보시스템(GIS)을 이용한 중증응급환자 수요 빈도 및 공간분석 ..... | 17 |
| ○ 고 찰 .....                                    | 26 |
| ○ 결 론 .....                                    | 29 |
| ○ 참고 문헌 .....                                  | 30 |
| ○ 영문 초록 .....                                  | 34 |

## ■ 그림 목 차 ■

|  |    |
|--|----|
| Figure 1. Grid-based geospatial approach flow .....  | 10 |
| Figure 2. Study flow chart .....   | 11 |
| Figure 3. Prehospital duration for each EMS tasks .....  | 16 |
| Figure 4. Prehospital transport distance for each EMS tasks .....  | 17 |
| Figure 5. A: Preparing spatial data of the predefined area(Jeju Island administrative district layer), B: Creation of hexa grids(1x1 km) in the defined areas, C: Selection of only grids(yellow) overlapped with Jeju Island administrative district layer, D: Extraction of 1,903 overlapped grids layer ..... | 18 |
| Figure 6. Geospatial mapping of geocoded addresses; OHCA(green dots), Cardiovascular emergent cases(blue dots), Cerebrovascular emergent cases(brown dots), Major trauma(purple dots) .....  | 19 |
| Figure 7. Geospatial distribution of Potential demand for helicopter emergency medical services .....  | 20 |
| Figure 8. Hot and cold spots of potential demand for HEMS: major incidents $\geq 30$ min and $\geq 45$ km .....  | 22 |
| Figure 9. Hot and cold spots of potential demand for HEMS: major incidents $\geq 45$ min and $\geq 45$ km .....  | 23 |
| Figure 10. Hot and cold spots of potential demand for HEMS: major incidents $\geq 60$ min and $\geq 45$ km .....   | 24 |

## ■ 표 목 차 ■

|   |    |
|---|----|
| Table 1. Definition of major emergency disease by 119 run sheet<br>.....  | 7  |
| Table 2. The extraction technique of vulnerable area for<br>prehospital transportation of major incidents .....     | 9  |
| Table 3. Study population demographics .....  | 12 |
| Table 4. Geographical characteristics and other factors related to<br>transport .....                               | 13 |
| Table 5. Prehospital duration and transport distance for each<br>EMS tasks .....                                    | 15 |
| Table 6. The match rates from geocoding process .....   | 19 |
| Table 7. Potential demand for helicopter emergency medical<br>services .....  | 20 |
| Table 8. Descriptive statistics of Potential demand for helicopter<br>emergency medical services in each grid ..... | 21 |
| Table 9. Descriptive statistics of Potential demand for helicopter<br>emergency medical services in each grid ..... | 21 |

# I. 국문 요약

## 1. 배경

중증응급환자의 경우, 증상 발생부터 확정적 치료까지 소요되는 시간(symptom to definitive treatment)이 최종 결과에 절대적으로 작용한다. 따라서 우리나라 보건복지부에서도 시간에 민감한 중증응급환자의 경우 최대 30분 이내에 적정 응급의료기관에 이송하는 것을 목표로 하고 있으며, 지상이송(ground transfer)으로 이송 목표시간을 달성하지 못하는 경우, 항공이송(air transfer)을 고려하도록 권고하고 있다.

위와 같은 이유로 본 연구에서는 제주특별자치도 행정지역 내 119구급서비스를 이용한 중증응급환자들의 구급신고부터 최종병원 도착까지 소요된 이송시간과 관련된 요인들을 확인하고 유의한 병원 전 이송시간 지연이 발생하는 접근성 취약지역을 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS) 공간분석을 통해 분석하고 그 해결책으로 제주도 내 헬리콥터를 이용한 응급의료헬기 환자이송서비스(Helicopter Emergency Medical Services, HEMS)의 활용 가능성 여부를 알아보려고 하였다.

## 2. 방법

본 연구는 후향적 단면 관찰연구로 제주특별자치도에서 2010년 1월 1일부터 2018년 9월 30일까지 발생한 구급활동에 대한 119구급활동기록지를 자료원으로 사용하였다. 연구기간동안 119구급서비스를 요청한 환자 중 중증응급환자로 평가되어 응급의료기관으로 이송된 사례를 연구 적격대상으로 선정하였다.

지리정보시스템(GIS)을 이용하여 생성된 제주특별자치도 내 공간분석 틀에 연구기간 동안 발생한 중증응급질환 환자들의 환자 발생 위치 GIS 좌표정보를 중



침하였다. 이후 연구 대상인 중증응급환자들 가운데 병원도착까지 장거리 이송 및 지연이송이 발생한 발생위치를 분석하여 응급의료헬기 이송서비스의 잠재적인 수요가 높을 것으로 생각되는 지점(Hot spot)과 낮은 지점(Cold spot)을 도출하였다.

### 3. 결과

전체 분석 대상 중 119구급대 신고부터 병원 이송까지 30분 이상 소요된 경우는 42.2%(20,288 명)이었다.

이송시간 구간이 증가할수록 환자 발생지역은 제주시 지역은 감소하고 서귀포시 지역이 증가하였으며 환자/보호자가 이송병원을 선정하는 비율이 높아지는 유의한 차이가 확인되었다. 또한 중증응급환자의 병원 전 전체 이송시간을 결정하는 주요한 단계는 구급현장에서부터 병원까지 이송되는데 소요된 시간이었다. 앞서 생성된 분석 틀에 HEMS의 잠재적 수요가 높을 것으로 생각되는 지점(Hot spot)들을 시각화하여 제시하였다. Hot spot grids의 분포는 공간적 자기상관성을 보이며 제주시와 서귀포시를 제외한 동부 및 서부지역 내에 국한되어 2곳 또는 3곳 정도에 밀집되어 관찰되는 경향을 보였다.

위 결과는 제주도 내 26개소의 119구급센터와 6개소의 응급의료기관의 지리적 분포에 따른 영향으로 사료되어진다. 비록 26개소의 119구급센터는 제주도 전 지역에 걸쳐 분포하고 있지만 6개소의 응급의료기관은 제주시와 서귀포시 두 지역에 집중되어 분포하고 있다.

### 4. 결론

본 연구를 통해 제주특별자치도 내 중증응급질환 환자의 병원 전 이송시간 지연과 관련된 특성을 확인하였고 병원 전 이송지연이 발생하는 응급의료기관으로

의 접근성 취약지역을 지리정보시스템을 이용한 공간분석을 통해 도출하여 시각화하였다. 본 연구에서 제시한 응급의료기관으로의 접근성 취약지역(Hot spot) Figure의 활용방안은 응급의료헬기 인계점을 지정·관리하는 지방자치단체의 역량에 따라 제시된 HEMS의 잠재적인 수요가 높을 것으로 사료되어지는 지역(Hot spot)에 추가 이착륙장 건설 후보지 선정 또는 타 용도로 사용 중인 인계점을 추가 발굴하여 확보하는 과정에 근거자료로써 사용되어질 수 있을 것으로 사료된다. 또한 기존에 생성된 제주특별자치도 내 공간분석틀은 향후 제주도 내 응급의료서비스 자원을 계획하는 데 유용한 도구가 될 것으로 기대된다.

## II. 서론

심정지, 심뇌혈관 질환, 중증외상과 같이 시간 의존적 중증응급환자(time dependant illness/injury)의 경우, 증상 발생부터 확정적 치료까지 소요되는 시간(symptom to definitive treatment)이 최종 결과에 절대적으로 작용하기 때문에, 병원 전 구급서비스 제공 단계에서는 생존율 향상과 후유장애 감소를 위해 생명에 직접적인 위협을 가하는 긴급한 문제만 제한적으로 처치하면서 확정적 치료를 제공할 수 있는 적정 의료기관으로 신속하게 이송하는 응급의료서비스 전략을 채택하여 제공하게 된다.(1)

일반적으로, 병원 밖 심정지(Out-of-Hospital Cardiac Arrest, OHCA)의 경우, 기본소생술(Basic Life Support, BLS)과 전문소생술(Advanced Life Support, ALS)이 각각 심정지 후 4분과 8분 이내에 제공되지 못할 경우 환자 생존율과 예후가 불량해진다고 보고되었다.(2) 심장혈관 질환인 급성심장동맥증후군(Acute Coronary Syndrome, ACS)의 경우에는 적절한 치료가 30분 지연되면 1년 사망률이 7.5%까지 증가할 수 있으며, 특히 심장동맥의 완전폐쇄로 발생하는 ST분절 상승 심근경색(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)환자에서는 치료에 있어 소요시간 단축이 더욱 강조된다.(3) 대표적 뇌혈관 질환인 허혈성 뇌졸중에서는 증상 발생부터 6시간 내 의료기관에 방문하여야 경색부위에 대한 재관류 약물치료를 수행할 수 있는 일차 적응증이 되며 양호한 신경학적 예후를 기대할 수 있다.(4-7) 중증 외상의 경우에는 손상 발생 직후 첫 1시간 내 생명을 위협하는 주요 손상에 대한 적절한 외과적 처치가 일차적으로 이루어져야 한다. 이보다 지연될 경우 불량한 예후 및 사망률이 증가한다는 중증외상에서의 ‘황금시간(Golden-hour)’의 개념은 이미 잘 알려져 있다.(8-9)

이와 같은 이유로 보건복지부에서는 병원 전 응급의료체계에서 시간에 민감한 중증응급환자의 경우 최대 30분 이내에 적정 응급의료기관에 이송하는 것을 목표로 하고 있으며, 지상이송(ground transfer)으로 이러한 이송 목표시간을 달성하기 어려운 상황일 경우, 항공이송(air transfer)을 고려하도록 권고하고 있다.(10)

이에 본 연구에서는 제주특별자치도 행정지역 내 119구급서비스를 이용한 중

중증응급환자들의 구급신고부터 최종병원 도착까지 소요된 이송시간과 관련된 요인들을 확인하고 유의한 병원 전 이송시간 지연이 발생하는 접근성 취약지역을 최근 의료자원의 공간적 연관성을 설명하고 의료체계를 개선할 수 있는 방법을 모색하기 위해 많이 활용되고 있는 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS) 공간분석을 통해 분석하고 그 해결책으로 제주도 내 헬리콥터를 이용한 응급의료헬기 환자이송서비스(Helicopter Emergency Medical Services, HEMS)의 활용 가능성 여부를 알아보고자 하였다.

항공이송을 위한 항공기는 고정익(fixed wing)이나 회전익(rotator wing)을 이용할 수 있다. 고정익 항공이송은 내부공간이 넓고 장거리 비행이 가능하지만 활주로와 관제시설이 필요하고 착륙 후 의료기관까지 한 차례 더 지상이송을 해야 되므로 장거리 중환자 항공이송에 한하여 제한적으로 이용된다. 이에 비해 헬리콥터를 이용한 회전익 항공이송의 경우 고정익보다는 내부공간이 협소하고 비행거리가 짧지만, 지정된 착륙시설이 아닌 공간이어도 수직 이착륙이 가능하여 구급항공이송에 있어 더 범용 적으로 사용되고 있다.(11-12)

헬리콥터를 이용한 응급의료헬기 환자이송서비스(Helicopter Emergency Medical Services, HEMS)를 효과적으로 제공하기 위해서는 이를 필요로 하는 수요를 파악하고 이를 기반으로 적절하게 자원을 배치하는 것이 중요하다. 이러한 맥락에서 응급의료헬기 인계점(응급의료헬리콥터 이착륙 및 환자 인계가 가능한 장소)의 규모와 지정장소를 적절하게 도출하는 것이 필요하다.(13) 그러나 아직까지 제주지역 내 인계점 지정 및 관리운영 현황에 대한 체계적인 조사와 중증응급환자를 대상으로 수요와 지리-공간적 연관성을 고려한 응급의료헬기 인계점 도출 분석 연구는 많이 수행되지 못했다.

### III. 연구대상 및 방법

#### 1. 연구설계

본 연구는 제주특별자치도 119구급서비스를 필요로 하는 중증응급환자의 수요와 응급의료기관 도착까지 소요된 시간 및 접근성에 대한 관련 요인과 공간적 특성을 알아보기 위하여 수행한 지역사회 수준의 후향적 단면관찰연구(retrospective cross-sectional observational study)이다.

연구가 수행된 제주특별자치도는 2018년 주민등록인구 기준 667,191명이 거주하는 1,850.2 km<sup>2</sup> 면적의 섬 지역으로 26개소의 구급대가 4개소의 소방서(제주, 동부, 서부, 서귀포)에 배치되어 있으며 6개소의 응급의료기관(권역응급의료센터 1개소, 지역응급의료센터 4개소, 지역응급의료기관 1개소) 내 총 123개의 응급병상 규모의 응급의료체계로 구성되어 있다. 2018년 응급의료기관을 방문한 환자는 185,194명이었다. 이 중 155,440명은 정상 퇴원하였지만 29,333명은 입원치료를 받았으며 421명은 사망하였다.(14-16)

#### 2. 자료수집

본 연구에서는 2010년 1월 1일부터 2018년 9월 30일까지의 119구급활동기록지를 자료원으로 이용하였다. 119구급활동기록지는 이송이 이루어지지 않더라도 119구급서비스를 필요로 하는 모든 요청에 대하여 발생한 모든 환자에 대해 개별적으로 작성된다. 119구급활동기록지의 주요 조사항목으로는 환자에 대한 인구학적 정보(성별, 연령 등), 발생주소, 증상, 환자 유형(질병/질병 외), 의식수준, 활력징후, 수행한 응급처치, 출동 119구급센터, 이송병원, 이송거리 및 이송기관 선정자 등에 대한 정보가 포함된다. 또한 119구급서비스 주요 단계인 119구급대 신고시각, 출동시각, 현장 도착시각, 응급처치 후 현장 출발시각, 병원 도착시각 및

귀소시각을 포함한 시간정보가 각 구급서비스가 완료되는 것과 동기화되어 초 단위로 자동적으로 수집 기록된다.

### 3. 연구대상

연구기간동안 119구급서비스를 요청한 환자 중 중증응급환자로 평가되어 응급 의료기관으로 이송된 사례를 연구 적격대상(eligible population)으로 선정하였다. 중증응급환자는 119구급활동일지 조사항목 중 환자유형과 주증상, 의식수준, 활력징후를 조합하여 정의한 심폐정지, 심혈관응급질환, 뇌혈관응급질환, 중증외상의 네 가지로 분류하였다.

Table 1. Definition of major emergency disease by 119 run sheet

| 119 run sheet                 |                   |   |
|-------------------------------|-------------------|---|
|                               | Type              | Chief complaints Or Vital sign  |
| EMS-assessed                  | ▪ Medical disease | ▪ “cardiac arrest”  |
| OHCA                          | ▪ Non-disease     | ▪ “respiratory arrest”  |
| Cardiovascular emergent case  | ▪ Medical disease | ▪ “Chest pain”<br>▪ “Dyspnea”<br>▪ “Palpitation”<br>▪ “Syncope”   |
| Cerebrovascular emergent case | ▪ Medical disease | ▪ “Headache”<br>▪ “Mental change”<br>▪ “Seizure”<br>▪ “Convulsion”<br>▪ “Syncope”<br>▪ “Dizziness”<br>▪ “Paralysis” |
| Major trauma                  | ▪ Non-disease     | ▪ Painful response<br>▪ Unresponsiveness<br>▪ SBP < 90mmHg<br>▪ RR<10 Or RR>29                                      |

\*EMS; Emergent Medical Service, OHCA; Out-of-Hospital Cardiac Arrest

구체적으로, 심폐정지는 환자유형이 “질병” 또는 “질병 외” 이면서 주증상이 “심정지” 또는 “호흡정지”인 경우, 심혈관응급질환은 “질병”의 환자유형과 주증상이 “흉통”, “호흡곤란”, “심계항진”, “실신” 중 어느 하나에 해당되는 경우, 뇌혈관응급질환은 “질병”의 환자유형과 주증상이 “두통”, “의식장애”, “경련”, “발작”, “실신”, “현기증”, “마비” 중 어느 하나에 해당되는 경우, 중증외상은 환자유형이 “질병 외”이면서 의식수준이 “P(통증에만 반응) 또는 U(무반응)”, 수축기 혈압이 “90mmHg 미만”, 호흡수가 “10회 미만 또는 29회 초과” 중 어느 하나에 해당되는 경우로 정의하였다(Table 1).

연구 적격대상 중 주요 결과 항목인 이송소요시간과 이송거리를 알 수 없는 경우는 분석에서 제외하였다.

#### 4. 분석방법

##### 1) 구급일지 내 중증응급환자 수요 특성분석

연구기간 동안 119구급대를 이용한 중증응급환자들의 수요와 특성을 알아보기 위해, 119구급대 신고시각부터 실제 의료기관 도착까지 소요된 시간을 네 집단으로 범주화(30분 미만, 30분 이상-45분 미만, 45분 이상-60분 미만, 60분 이상)하여 주요 특성들에 대한 기술적 분석을 수행하였다. 이를 위해 변수들의 특성에 따라, 연속형 변수이면 정규성 여부에 따라 평균과 표준편차 또는 중간 값과 사분위 범위(Interquartile range, IQR)를 제시하였고 분산분석(Analysis of variance, ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis 비모수 분석으로 집단 간 차이를 검정하였다. 범주형 변수의 경우에는 건수와 비율을 제시하였고 카이제곱(Chi-square test) 혹은 Fisher's exact를 이용하여 집단 간 차이를 검정하였다.

수행된 통계학적 분석은 Stata 12 MP(Stata College Station, TX)을 이용하여 양측 검정으로 수행하였고 유의수준은 5% 미만으로 하였다.

## 2) 병원 전 응급의료기관으로의 접근성 취약지역에 대한 지리정보시스템(GIS) 공간분석

먼저 분석을 수행할 지역경계를 정의하고 분석 지역에 대한 지리정보 공간자료를 획득하여 분석지역 넓이에 적절한 크기의 분석지역단위(grid)를 중첩하여 공간분석틀(frame)을 준비하였다. 또한 연구대상인 119구급대를 이용한 중증응급환자들의 발생위치인 텍스트 기반의 주소정보를 지오코딩 과정을 통해 GIS 좌표 정보로 변환하여, 정의된 공간분석 틀에 좌표 변환된 연구대상을 중첩하고 각 분석지역단위 내 중증응급환자의 수요를 산출하였다.

중증응급환자들 가운데 장거리 이송(45km 이상)이면서 신고시각부터 실제 의료기관 도착까지 과도하게 지연된 이송시간(30분, 45분, 60분 이상)에 해당되는 구급이송대상의 119활동기록지 내 환자 발생장소를 병원 전 응급의료기관으로의 접근성 취약지역으로 정의하고 응급의료헬기 이송의 잠재적인 수요 대상으로 판단하였다. 각 분석단위(grid) 내 잠재적 수요에 대한 공간의존성을 확인(Moran's I test)하고 공간회귀분석(Spatial Regression)을 시행하였다. 공간회귀분석을 통해 관심 대상의 국소적 지역 공간분포에 대한 자가회귀를 표준화한 값인 Getis-Ord Gi(d) 값을 각 분석단위(grid) 별로 산출하고, 예측 분포에 따라 상하위 1% 경계값으로 응급의료헬기 이송의 잠재적인 수요가 높은 지점(Hot spot)과 낮은 지점(Cold spot)을 결정하였다(Figure1).

Table 2. The extraction technique of vulnerable area for prehospital transportation of major incidents

| Step   | Tasks  |
|--|--|
| 1<br>Preparing spatial data of the predefined area           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define the analysis area.</li> <li>2. Prepare the administrative district shapefiles containing the spatial information.</li> <li>3. Create the appropriate grid-based shapefiles within the defining the geographic units.</li> </ol> |
| 2<br>Geocoding of EMS incidents using the text-based address | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define the major and non-major incidents</li> <li>2. Geocode EMS incidents' address using GIS software.</li> </ol>   |



---

|  |  |
|--|--|
| Overlay and Hot/Cold spots analysis in each grid | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calculate major incidents ratio(major cases/total EMS incidents) in each grid-based layer.</li> <li>2. Test for global spatial autocorrelation using Moran's I statistics.</li> <li>3. Detect hot and cold spots as spatial outliers by using Getis-Ord Gi(d) statistics.</li> </ol> |
|--|--|

---

\*EMS; Emergency Medical Service, GIS; Geographic Information System

수행된 공간분석 기법은 QGIS 3.14 Version을 이용하여 수행하였다.

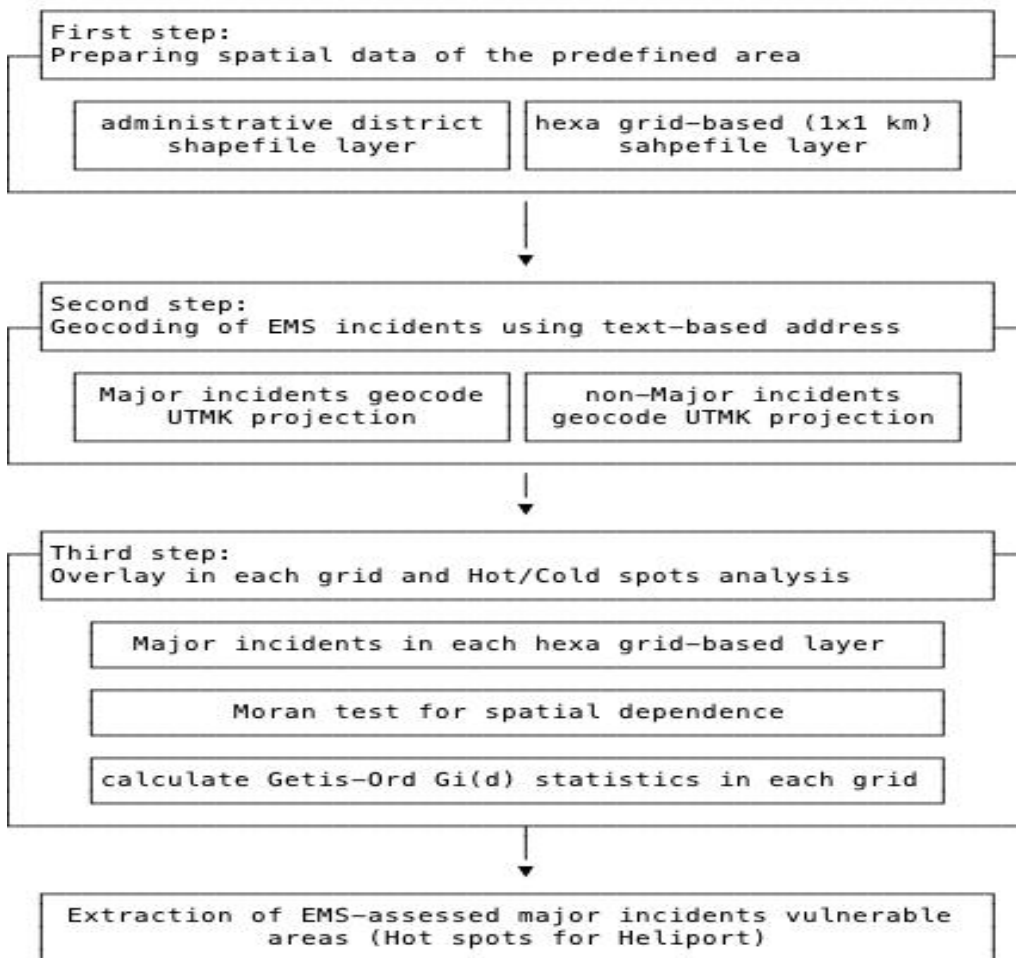


Figure 1. Grid-based geospatial approach flow

## IV. 결과

### 1. 연구대상

연구기간 동안 제주도 지역 내에서 119구급대를 요청한 건수는 366,155건 이었고, 그 중 실제 이송된 중증응급환자는 48,094명 이었으며 이송시간 및 이송거리 변수의 결측 및 오류를 제외한 48,050명에 대해서 분석을 수행하였다. 분석 대상은 심폐정지(11.1%), 심혈관응급질환(35.0%), 뇌혈관응급질환(57.3%), 중증외상(10.6%)이 포함되었다. 전체 분석 대상 중 119구급대 신고로부터 병원 이송까지 30분 이상 소요된 경우는 42.2%(20,288 명)이었다(Figure 2).

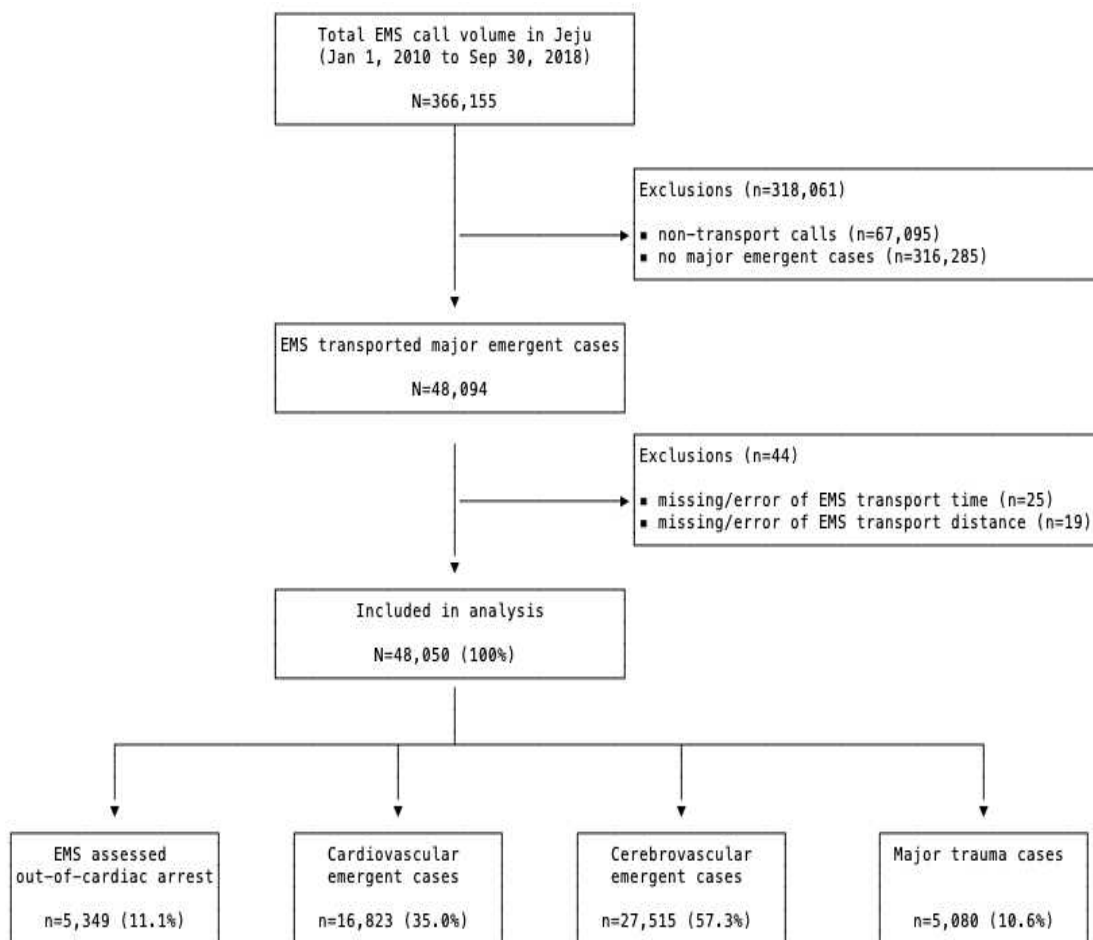


Figure 2. Study flow chart

## 2. 구급신고부터 응급의료기관 도착시간까지 구간 분류에 따른 특성

### 1) 이송 환자 특성

119구급대 신고시각부터 실제 의료기관 도착까지 소요된 시간 구간 별 이송된 환자 소인 특성은 다음과 같다(Table 3). 모든 구간에서 119구급대로 이송된 환자의 성별은 남성이 여성보다 많았고 환자유형은 대부분 질병이었고 의식수준은 평료하였으며 다수가 응급증상으로 분류되었다.

이송시간 구간 별 병원 전 심폐소생술 시행률은 유의한 차이가 있었고 이송시간 구간 분류가 증가할수록 감소하는 경향성이 있었다. 그러나 심폐정지, 심혈관질환, 뇌혈관질환, 중증외상 환자의 분포는 이송시간 구간에 따라 통계적으로 유의한 차이는 있었지만 이송시간 구간 증가에 따른 경향성은 일관적이지 않았다.

Table 3. Study population demographics

| Prehospital transport time |              | <30min<br>(n=27,762) | ≥30min<br><45min<br>(n=10,280) | ≥45min<br><60min<br>(n=7,278) | ≥60min<br>(n=2,730) | p-values  |
|----------------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|
| Gender                     | Male         | 15,267(55.0%)        | 5,609(54.6%)                   | 3,833(52.7%)                  | 1,548(56.7%)        | 0.004(a)  |
|                            | Female       | 12,495(45.0%)        | 4,671(45.4%)                   | 3,445(47.3%)                  | 1,182(43.3%)        |           |
| Age                        | Mean±SD      | 58.6±23.1            | 61.4±21.0                      | 63.4±19.7                     | 62.7±19.5           | <0.001(b) |
|                            | p50(p25,p75) | 59(44, 76)           | 64(48, 78)                     | 68(51, 78)                    | 66.5(51, 78)        | <0.001(c) |
| Patient type               | Medical      | 24,855(89.5%)        | 9,090(88.4%)                   | 6,559(90.1%)                  | 2,359(86.4%)        | <0.001(a) |
|                            | Trauma       | 2,862(10.3%)         | 1,164(11.3%)                   | 704(9.7%)                     | 368(13.5%)          |           |
|                            | Others       | 45(0.2%)             | 26(0.3%)                       | 15(0.2%)                      | 3(0.1%)             |           |
| Acuity                     | Emergent     | 19,717(71.0%)        | 7,410(72.1%)                   | 5,137(70.6%)                  | 1,792(65.6%)        | <0.001(a) |
|                            | Urgent       | 4,805(17.3%)         | 1,540(15.0%)                   | 1,120(15.4%)                  | 415(15.2%)          |           |
|                            | non-emergent | 2,209(8.0%)          | 943(9.2%)                      | 797(11.0%)                    | 359(13.2%)          |           |
|                            | death        | 636(2.3%)            | 307(3.0%)                      | 146(2.0%)                     | 124(4.5%)           |           |
|                            | others       | 395(1.4%)            | 80(0.8%)                       | 78(1.1%)                      | 40(1.5%)            |           |
| mental state               | Alert        | 17,560(63.3%)        | 6,954(67.6%)                   | 5,425(74.5%)                  | 2,028(74.3%)        | <0.001(a) |
|                            | Verbal       | 3,113(11.2%)         | 932(9.1%)                      | 646(8.9%)                     | 236(8.6%)           |           |
|                            | Pain         | 3,111(11.2%)         | 942(9.2%)                      | 529(7.3%)                     | 169(6.2%)           |           |
|                            | Unresponsive | 3,978(14.3%)         | 1,452(14.1%)                   | 678(9.3%)                     | 297(10.9%)          |           |
| CPR                        | No           | 25,092(90.4%)        | 9,279(90.3%)                   | 6,823(93.7%)                  | 2,569(94.1%)        | <0.001(a) |
|                            | Yes          | 2,670(9.6%)          | 1,001(9.7%)                    | 455(6.3%)                     | 161(5.9%)           |           |
| EMS-assessed OHCA          |              | 3,265(11.8%)         | 1,252(12.2%)                   | 578(7.9%)                     | 254(9.3%)           | <0.001(a) |
| Cardiovascular cases       |              | 9,689(34.9%)         | 3,540(34.4%)                   | 2,661(36.6%)                  | 933(34.2%)          | 0.017(a)  |

| Prehospital transport time | <30min        | ≥30min<br><45min | ≥45min<br><60min | ≥60min       | p-values  |
|----------------------------|---------------|------------------|------------------|--------------|-----------|
|                            | (n=27,762)    | (n=10,280)       | (n=7,278)        | (n=2,730)    |           |
| Cerebrovascular cases      | 16,084(57.9%) | 5,650(55.0%)     | 4,215(57.9%)     | 1,566(57.4%) | <0.001(a) |
| Major trauma               | 2,857(10.3%)  | 1,155(11.2%)     | 700(9.6%)        | 368(13.5%)   | <0.001(a) |

SD; Standard Deviation, CPR; Cardiopulmonary Resuscitation, EMS; Emergency Medical Service, OHCA; Out-of-Hospital Cardiac Arrest

a) X<sup>2</sup>-Test, b) ANOVA(Analysis of Variance), c) Kruskal-Wallis

## 2) 지리적 요인 및 이송 상황 특성

모든 이송시간 구간 별 환자발생지역은 통계적으로 유의한 차이가 있었고 이송시간 구간 분류가 증가할수록 제주시 지역은 감소하지만 서귀포시 지역은 증가하는 경향성이 나타났다. 또한 이송시간 구간 분류가 증가할수록 환자 발생위치가 관할 외 지역 분포가 높아지는 경향성이 있었다.

이송시간 구간에 따라 출동 소방서분포는 30분미만 구간에서는 제주소방서(71.2%), 30분 이상 45분 미만 구간에서는 서부소방서(41.9%), 45분 이상 60분 미만 구간에서는 동부소방서(46.2%), 60분 이상 구간에서는 동부소방서(52.8%)가 각각 가장 높아 동부 및 서부소방서가 제주 및 서귀포소방서와 비교하여 상대적으로 병원 전 구급서비스 소요시간 지연이 발생하였다.

이송시간 구간별 이송병원 분포는 45분 이상 소요되는 이송시간 구간에서 제주시 지역 내 위치한 Hospital 2와 Hospital 3로 약 60% 이상의 환자가 이송되고 있었다. 이송시간 구간 분류가 증가할수록 환자/보호자가 이송병원을 선정하는 비율이 높아지는 경향성이 있었다(Table 4).

Table 4. Geographical characteristics and other factors related to transport

| Prehospital transport time | <30min        | ≥30min<br><45min | ≥45min<br><60min | ≥60min       | p-values  |
|----------------------------|---------------|------------------|------------------|--------------|-----------|
|                            | (n=27,762)    | (n=10,280)       | (n=7,278)        | (n=2,730)    |           |
| City: Seogwipo-si          | 6,195(22.3%)  | 3,608(35.1%)     | 4,292(59.0%)     | 1,865(68.3%) | <0.001(a) |
| Jeju-si                    | 21,567(77.7%) | 6,672(64.9%)     | 2,986(41.0%)     | 865(31.7%)   |           |

| Prehospital transport time | <30min        | ≥30min<br><45min | ≥45min<br><60min | ≥60min       | p-values |
|----------------------------|---------------|------------------|------------------|--------------|----------|
|                            | (n=27,762)    | (n=10,280)       | (n=7,278)        | (n=2,730)    |          |
| FS: Seogwipo               | 5,425(19.5%)  | 893(8.7%)        | 718(9.9%)        | 370(13.6%)   | <0.001a  |
| East                       | 1,474(5.3%)   | 2,700(26.3%)     | 3,362(46.2%)     | 1,441(52.8%) |          |
| West                       | 1,107(4.0%)   | 4,305(41.9%)     | 2,889(39.7%)     | 765(28.0%)   |          |
| Jeju                       | 19,756(71.2%) | 2,382(23.2%)     | 309(4.2%)        | 154(5.6%)    |          |
| Whithin jurisdiction       | 24,635(88.7%) | 9,022(87.8%)     | 6,277(86.2%)     | 2,121(77.7%) | <0.001a  |
| Outside jurisdiction       | 3,127(11.3%)  | 1,258(12.2%)     | 1,001(13.8%)     | 609(22.3%)   |          |
| Hospital: Hospital 1       | 5,955(21.5%)  | 1,579(15.4%)     | 364(5.0%)        | 131(4.8%)    | <0.001a  |
| Hospital 2                 | 6,643(23.9%)  | 3,221(31.3%)     | 2,226(30.6%)     | 832(30.5%)   |          |
| Hospital 3                 | 4,856(17.5%)  | 2,253(21.9%)     | 2,414(33.2%)     | 943(34.5%)   |          |
| Hospital 4                 | 3,473(12.5%)  | 1,164(11.3%)     | 1,000(13.7%)     | 326(11.9%)   |          |
| Hospital 5                 | 3,246(11.7%)  | 1,358(13.2%)     | 762(10.5%)       | 220(8.1%)    |          |
| Hospital 6                 | 2,819(10.2%)  | 450(4.4%)        | 435(6.0%)        | 187(6.8%)    |          |
| Others                     | 770(2.8%)     | 255(2.5%)        | 77(1.1%)         | 91(3.3%)     |          |
| Hospital Decision: EMS     | 12,573(45.3%) | 4,532(44.1%)     | 2,729(37.5%)     | 931(34.1%)   |          |
| Dispatcher                 | 82(0.3%)      | 51(0.5%)         | 40(0.5%)         | 19(0.7%)     |          |
| Patient/Guardian           | 15,077(54.3%) | 5,679(55.2%)     | 4,489(61.7%)     | 1,763(64.6%) |          |
| Others                     | 30(0.1%)      | 18(0.2%)         | 20(0.3%)         | 17(0.6%)     |          |

\*FS; Fire Station, a) X<sup>2</sup>-Test

### 3) 구급단계 별 소요시간 및 이송거리

이송시간 구간별 구급단계에 따른 구급활동 소요시간의 기술적 통계 분석은 Table 5와 같다. 모든 구급단계에서 소요된 시간은 통계적으로 유의성이 확인되지만 전체 소요시간을 주로 결정하는 단계는 현장부터 병원까지 이송하는데 소요된 시간이었다. 구급단계 별 이송거리도 모든 구급단계에서 통계적으로 유의한 차이가 있지만 구급센터에서 현장까지의 거리는 구간별로 차이가 크지 않았고 현장부터 병원까지의 이송거리의 차이가 크게 나타났다(Table 5).

Table 5. Prehospital duration and transport distance for each EMS tasks

| Prehospital transport time          | <30min                            | ≥30min <45min                         | ≥45min <60min                         | ≥60min                                 | Total                           | P-values                       |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|
| Response time (call to arrival)     | 5.9 ± 2.7<br>5(4, 7)              | 8.1 ± 4.5<br>7(5, 11)                 | 9.2 ± 5.7<br>8(5, 12)                 | 14.0 ± 13.0<br>11(7, 17)               | 7.3 ± 5.3<br>6(4, 9)            | <0.001a)<br><0.001b)           |
| Field time (arrival to depart)      | 5.9 ± 2.7<br>5(3, 8)              | 8.1 ± 4.5<br>5(3, 9)                  | 9.2 ± 5.7<br>5(3, 8)                  | 13.0 ± 20.6<br>7(4, 14)                | 6.4 ± 6.8<br>5(3, 8)            | <0.001a)<br><0.001b)           |
| Transport time (depart to hospital) | 7.1 ± 4.5<br>6(4, 10)             | 22.1 ± 8.2<br>22(16, 29)              | 35.6 ± 8.1<br>37(32, 41)              | 45.8 ± 17.3<br>47(40, 52)              | 16.8 ± 14.7<br>11(5, 27)        | <0.001a)<br><0.001b)           |
| Prehospital time (call to hospital) | 18.7 ± 5.6<br>19(14, 23)          | 36.7 ± 4.4<br>37(33, 41)              | 51.0 ± 4.2<br>51(47, 54)              | 72.7 ± 23.4<br>67(62, 74)              | 30.5 ± 17.6<br>26(17, 41)       | <0.001a)<br><0.001b)           |
| Distance 1: km (FD to field)        | 3.0 ± 2.4<br>2.0(1.8, 4.0)        | 4.9 ± 3.9<br>4(2, 7)                  | 5.9 ± 4.5<br>4.7(2.5, 8.0)            | 7.5 ± 5.7<br>6(3, 10)                  | 4.1 ± 3.7<br>3(2, 5)            | <0.001a)<br><0.001b)           |
| Distance 2: km (field to hospital)  | 5.2 ± 4.8<br>4(2, 7)<br>66        | 22.1 ± 12.2<br>21(12, 30)<br>80       | 36.4 ± 10.9<br>40(30, 44)<br>94       | 40.1 ± 12.2<br>43(36, 48)<br>90        | 15.5 ± 15.6<br>8(3, 28)<br>94   | <0.001a)<br><0.001b)<br><0.001 |
| Distance 3: km (total distance)     | 8.2 ± 5.7<br>6.6(4.0, 10.1)<br>94 | 27.0 ± 12.2<br>28.0(17.2, 36.0)<br>96 | 42.2 ± 10.8<br>43.1(37.3, 49.0)<br>97 | 47.6 ± 13.1<br>50.0(42.9, 55.0)<br>100 | 19.6 ± 16.9<br>12(6, 33)<br>100 | <0.001a)<br><0.001b)<br><0.001 |

\*FD: Fire Department

\*\*Response, Field, Transport and Prehospital time were described as mean±SD and median(p25, p75).

\*\*\*Distance 1, 2 and 3 were described as mean±SD, median(p25, p75) and maximum.

a) ANOVA(Analysis of Variance), b) Kruskal-Wallis test

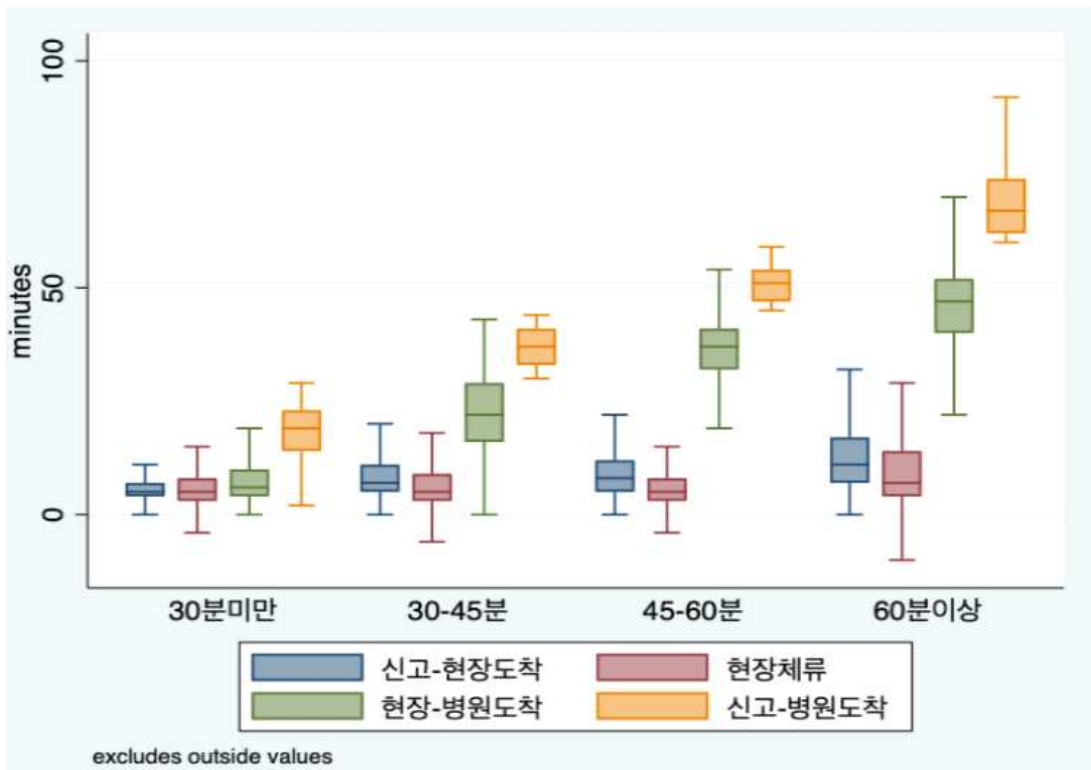


Figure 3. Prehospital duration for each EMS tasks

중증응급환자 신고-병원 이송시간에 따른 각 단계 별 시간소요 분포를 보면 전체 이송시간이 증가할수록 신고에서 현장도착 및 현장체류 시간은 유의한 차이를 보이지 않고 현장에서 병원도착까지의 시간이 유의하게 증가하는 경향성을 보였다.(Figure 3).

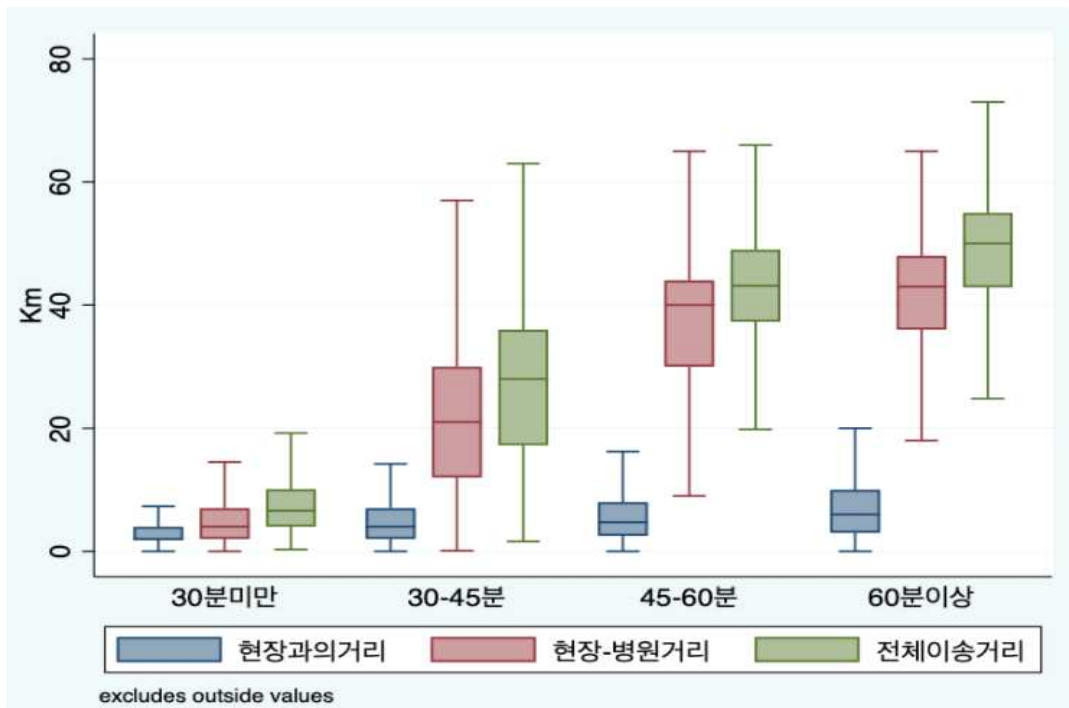


Figure 4. Prehospital transport distance for each EMS tasks

중증응급환자 신고-병원 이송시간에 따른 거리 분포를 보면 전체 이송거리가 증가할수록 출동구급센터에서 현장과의 거리는 유의한 차이를 보이지 않고 현장에서 병원까지의 이송거리가 유의하게 증가하는 경향성을 보였다.(Figure 4).

### 3. 지리정보시스템 (GIS) 을 이용한 중증응급환자 수요 빈도 및 공간분석

분석지역은 제주특별자치도 행정구역으로 정의하였고, 해당되는 지역에 대한 지리경계 자료(Shape file)를 시각화하고 적절한 공간분석 단위를 탐색하기 위해 다양한 거리 스케일의 육각형 grid를 중첩을 시도하였다. 이 중 생활반경으로 널리 사용되는 성인 보행속도 기준 약 10분 거리인 1km 거리 스케일을 선정하였다. 선정된 1×1 km 스케일의 grid를 정의된 제주특별자치도 행정지역에 중첩하였을 때, 1,903개의 grid가 생성되며 전체 grid 사이 평균 거리는 28.0±15.8km이었다(Figure 5).



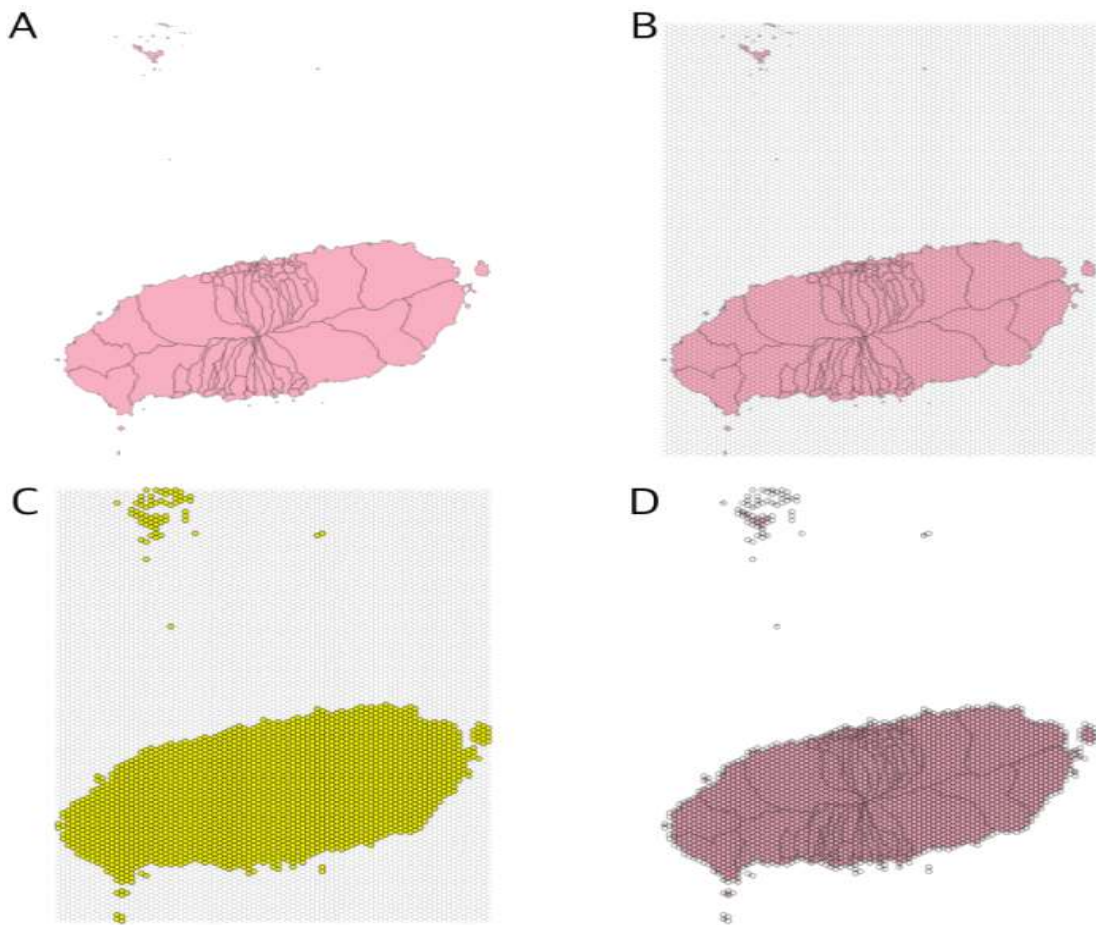


Figure 5. A: Preparing spatial data of the predefined area(Jeju Island administrative district layer), B: Creation of hexa grids(1x1 km) in the defined areas, C: Selection of only grids(yellow) overlapped with Jeju Island administrative district layer, D: Extraction of 1,903 overlapped grids layer

분석기간 내 119구급대를 요청한 모든 요청건수 366,155건과 분석대상에 해당하는 중증응급질환 48,050명의 환자 발생위치 주소정보를 좌표정보로 지오코딩 변환한 결과 전체 요청건수 366,155건 중 정좌표 263,659(72.0%)건, 인근좌표 70,488(19.3%)건, 도로중심/법정동좌표 32,008(8.7%)건이었고 중증응급환자 48,050명은 정좌표 33,941(70.6%)건, 인근좌표 9,695(20.2%)건, 도로중심/법정동좌표 4,414(9.2%)건으로 두 그룹 모두에서 90% 이상 정좌표 및 인근좌표로 변환이 되었고 10% 미만에서 도로중심 또는 법정동좌표로 대치되어 지리정보시스템을 이용한 공간분석을 수행하기에 적합한 것으로 파악되었다(Table 6).

Table 6. The match rates from geocoding process

|                            | Total EMS call volume<br>N=366,155(100%) | Major emergent cases<br>N=48,050(100%) |
|----------------------------|--|--|
| Exact address match        | 263,659(72.0%)                           | 33,941(70.6%)                          |
| Closet address match       | 70,488(19.3%)                            | 9,695(20.2%)                           |
| Street/City centroid match | 32,008(8.7%)                             | 4,414(9.2%)                            |

생성한 분석단위(grid)에 중증응급환자 발생 주소지 좌표정보를 대입하여 사전의 정의되었던 공간분석틀에 중첩시켜 시각화하였다(Figure 6).

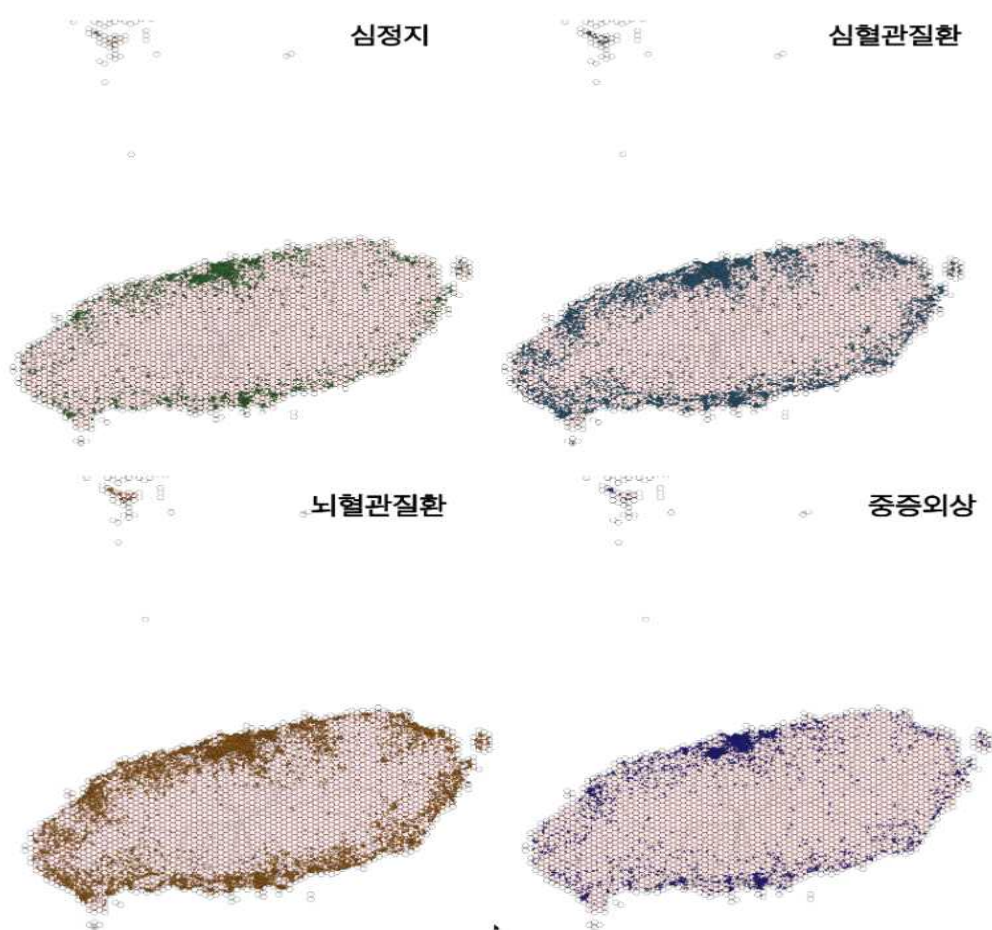


Figure 6. Geospatial mapping of geocoded addresses: OHCA(green dots), Cardiovascular emergent cases(blue dots), Cerebrovascular emergent cases(brown dots), Major trauma(purple dots)

전체 중증응급환자의 이송거리(45km 이상)와 이송시간(30분 이상)에 따라 병원

전 응급의료기관으로의 접근성 취약지역을 특정하였을 때, 이송거리 45km 이상 이면서 이송시간 30분 이상 소요된 경우는 20,329건(42.3%)이었고, 이송시간 45분 이상은 10,690건(22.3%)이며, 이송시간 60분 이상은 6,651건(13.8%)으로 병원 전 응급의료기관으로의 접근성 취약지역이면서 HEMS의 잠재적인 수요에 대한 규모를 산출하였고, 지리적 분포에 따라 도식화하였다(Table 7)(Figure 7).

Table 7. Potential demand for helicopter emergency medical services

| Potential demand case definition |             |           |                   | n (%)         |
|----------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|
| Transfer distance $\geq$ 45Km    | Prehospital | transport | time $\geq$ 30min | 20,329(42.3%) |
|                                  | Prehospital | transport | time $\geq$ 45min | 10,690(22.3%) |
|                                  | Prehospital | transport | time $\geq$ 60min | 6,651(13.8%)  |

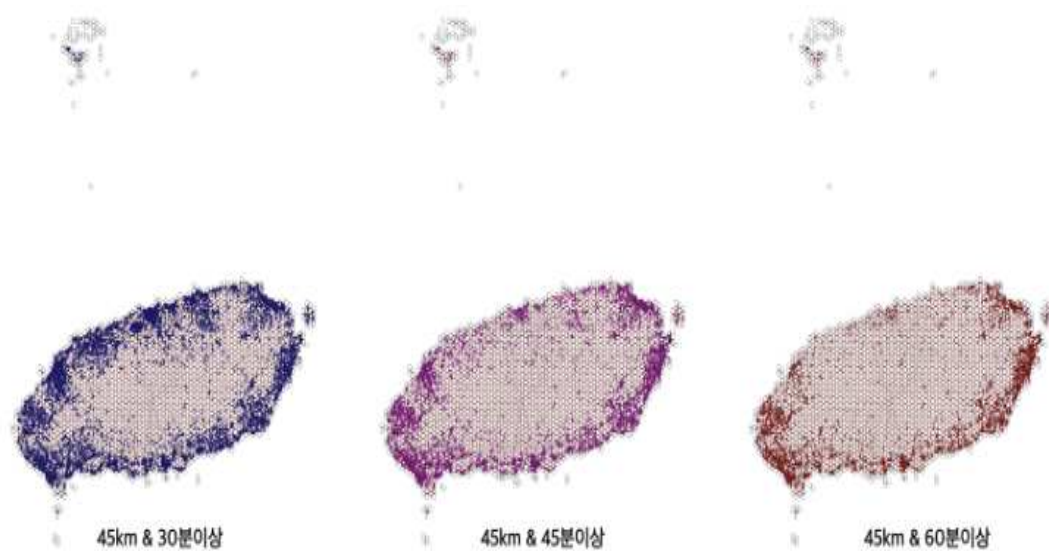


Figure 7. Geospatial distribution of Potential demand for helicopter emergency medical services

각 grid 내 HEMS의 이송을 요하는 중증응급환자의 수요에 대한 기술적 분석은 다음과 같다(Table 8).

Table 8. Descriptive statistics of Potential demand for helicopter emergency medical services in each grid

| Total Grid<br>(N=1,903)<br>Incident Grid<br>(N=1,513) | Total major<br>incidents<br>(n=48,050) | ≥45Km Transfer distance |                      |                     |
|---|--|-------------------------|----------------------|---------------------|
|   |  | ≥30min<br>(n=20,329)    | ≥45min<br>(n=10,690) | ≥60min<br>(n=6,651) |
| Mean ± SD   | 31.7 ± 96.4                            | 13.7 ± 28.3             | 7.1 ± 17.6           | 4.4 ± 13.1          |
| Median(p25,p75)                                       | 9(3, 23)                               | 6(2, 14)                | 2(1, 7)              | 1(0, 4)             |
| Minimum   | 1                                      | 0                       | 0                    | 0                   |
| Maximum   | 1145                                   | 503                     | 323                  | 265                 |

중증응급환자 발생규모가 1건이라도 있었던 grid를 분석대상으로 하여 각 grid 별 이송거리가 45km 이상이면서 소요된 이송 시간 별(30분, 45분, 60분 이상) 중증응급질환 환자 규모에 대해 공간회귀분석을 시행하여 각 grid 별 Getis-Ord Gi(d)값을 산출하였다.

Getis-Ord Gi(d)값은 관심 대상의 국소적 지역 공간분포에 대한 자가회귀를 표준화한 값(Z-score)으로 예측 분포에 따라 상하 1% 경계값으로 Hot spot과 Cold spot을 정의하여 도출한 Hot/Cold spot grid의 개수와 분포는 아래와 같았다 (Figure 8-10).

Table 9. Descriptive statistics of Potential demand for helicopter emergency medical services in each grid

| Total Grid<br>(N=1,903)<br>Incident Grid<br>(N=1,513) | ≥45Km Transfer distance |                      |                     |
|---|-------------------------|----------------------|---------------------|
|   | ≥30min<br>(n=20,329)    | ≥45min<br>(n=10,690) | ≥60min<br>(n=6,651) |
| Z ≥ 2.58 (Hot spot)                                   | 126(6.6%)               | 329(17.3%)           | 350(18.4%)          |
| 1.96 ≤ Z < 2.58                                       | 171(9.0%)               | 80(4.2%)             | 47(2.5%)            |
| -1.96 < Z < 1.96                                      | 959(50.4%)              | 579(30.4%)           | 529(27.8%)          |
| -2.58 < Z ≤ -1.96                                     | 157(8.3%)               | 107(5.6%)            | 85(4.5%)            |
| Z ≤ -2.58 (Cold spot)                                 | 100(5.3%)               | 418(22.0%)           | 502(26.4%)          |

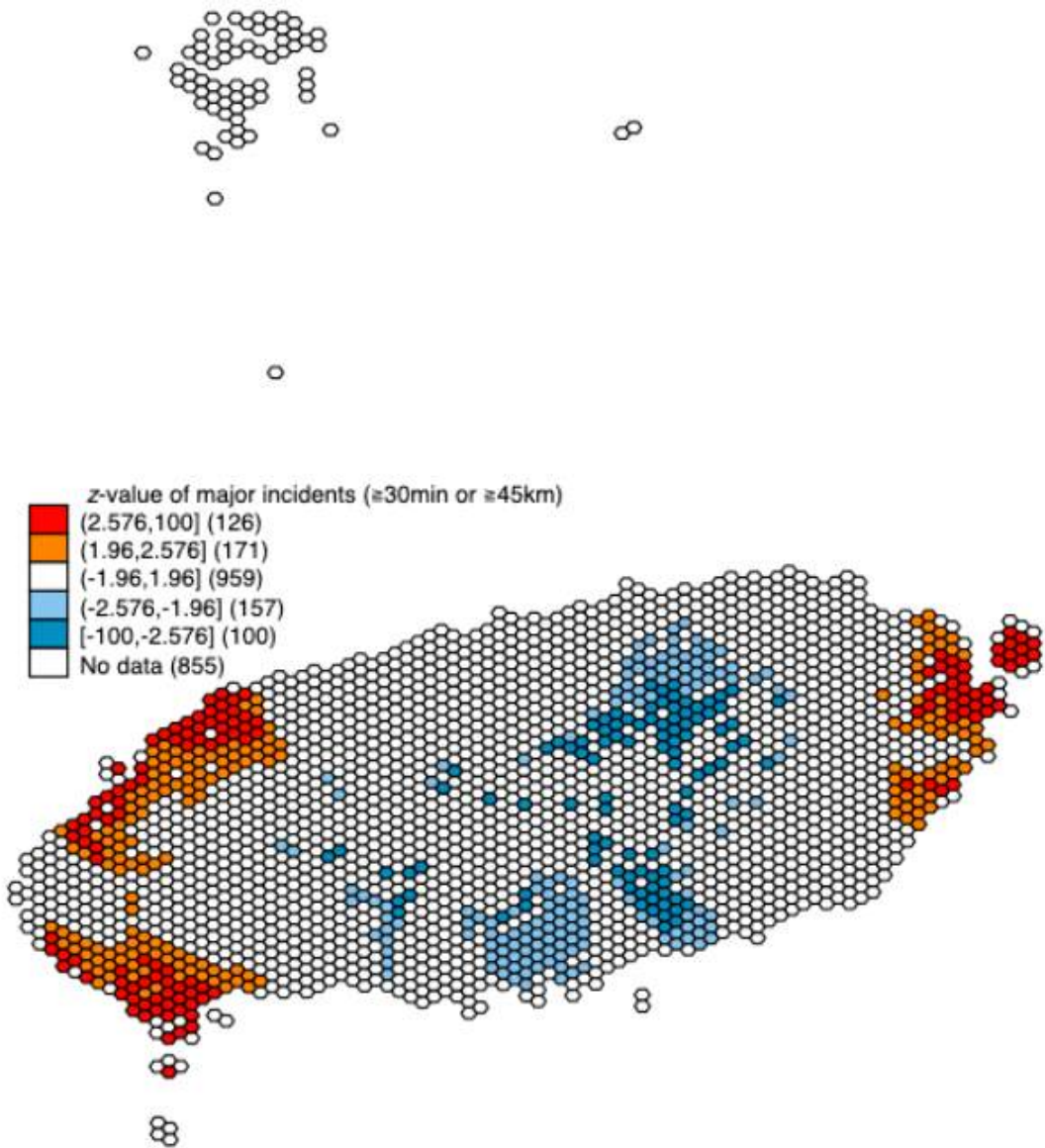


Figure 8. Hot and cold spots of potential demand for HEMS: major incidents  $\geq 30\text{min}$  and  $\geq 45\text{km}$

이송거리 45km 이상 및 이송시간 30분 이상 소요된 Hot and cold spots의 Figure 8을 보면 발생규모는 20,329건으로 가장 많지만 Hot spot grid의 개수는 126개로 가장 적고 Hot spot grid의 분포가 제주시와 서귀포를 제외한 동부지역 1구역과 서부지역 2구역으로 3구역 정도에 밀집되어있다.(Figure 8)



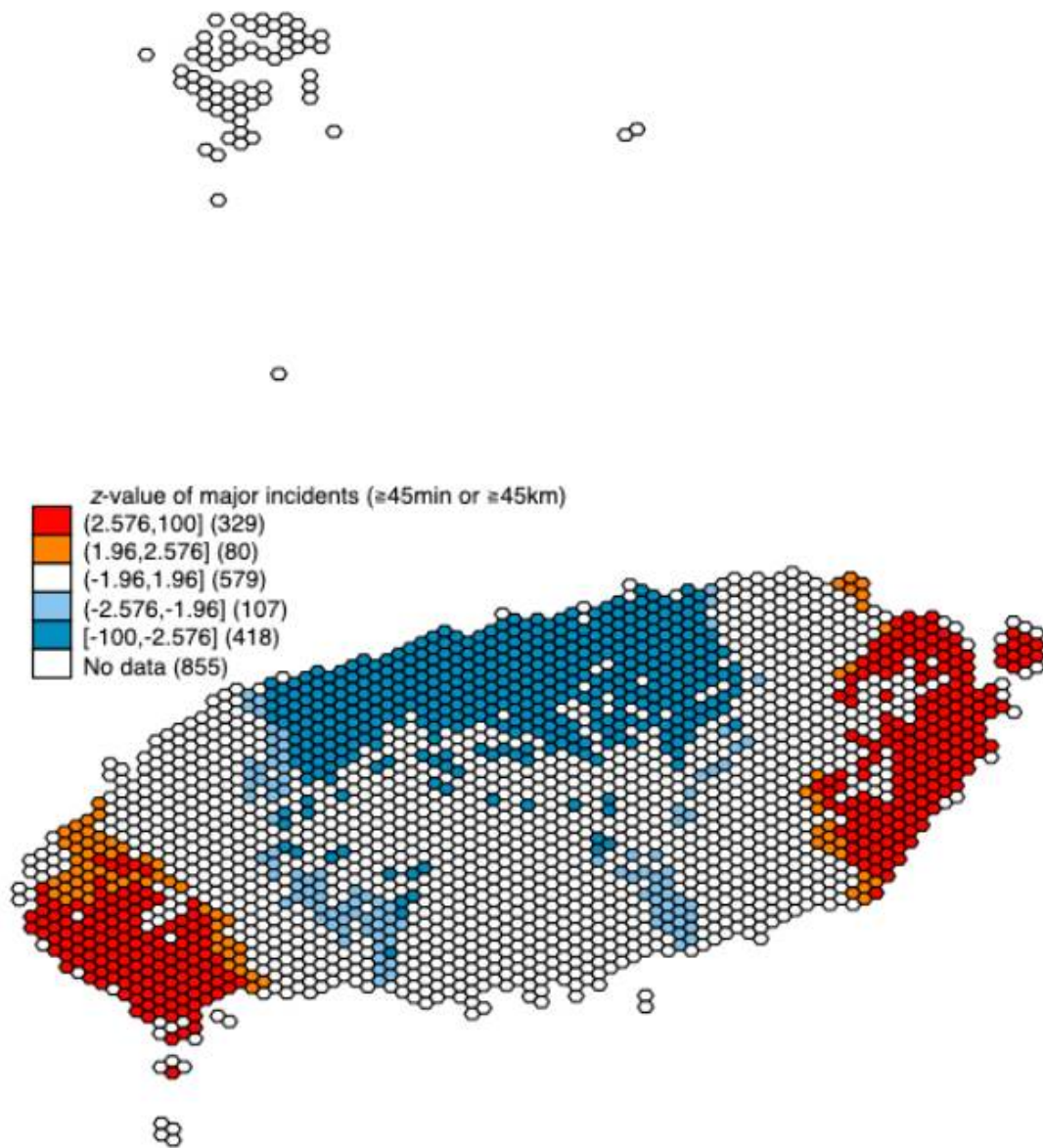


Figure 9. Hot and cold spots of potential demand for HEMS: major incidents  $\geq 45\text{min}$  and  $\geq 45\text{km}$

이송거리 45km 이상 및 이송시간 45분 이상 소요된 Hot and cold spots의 Figure 9를 보면 이송시간 30분 이상의 Figure 8과 비교하여 발생규모는 10,690 건으로 감소하였으나 Hot spot grid의 개수는 329개로 증가되어 있고 Hot spot grid의 분포가 동부지역 1구역과 서부지역 1구역으로 2구역 정도에 밀집되어 있다.(Figure 9)

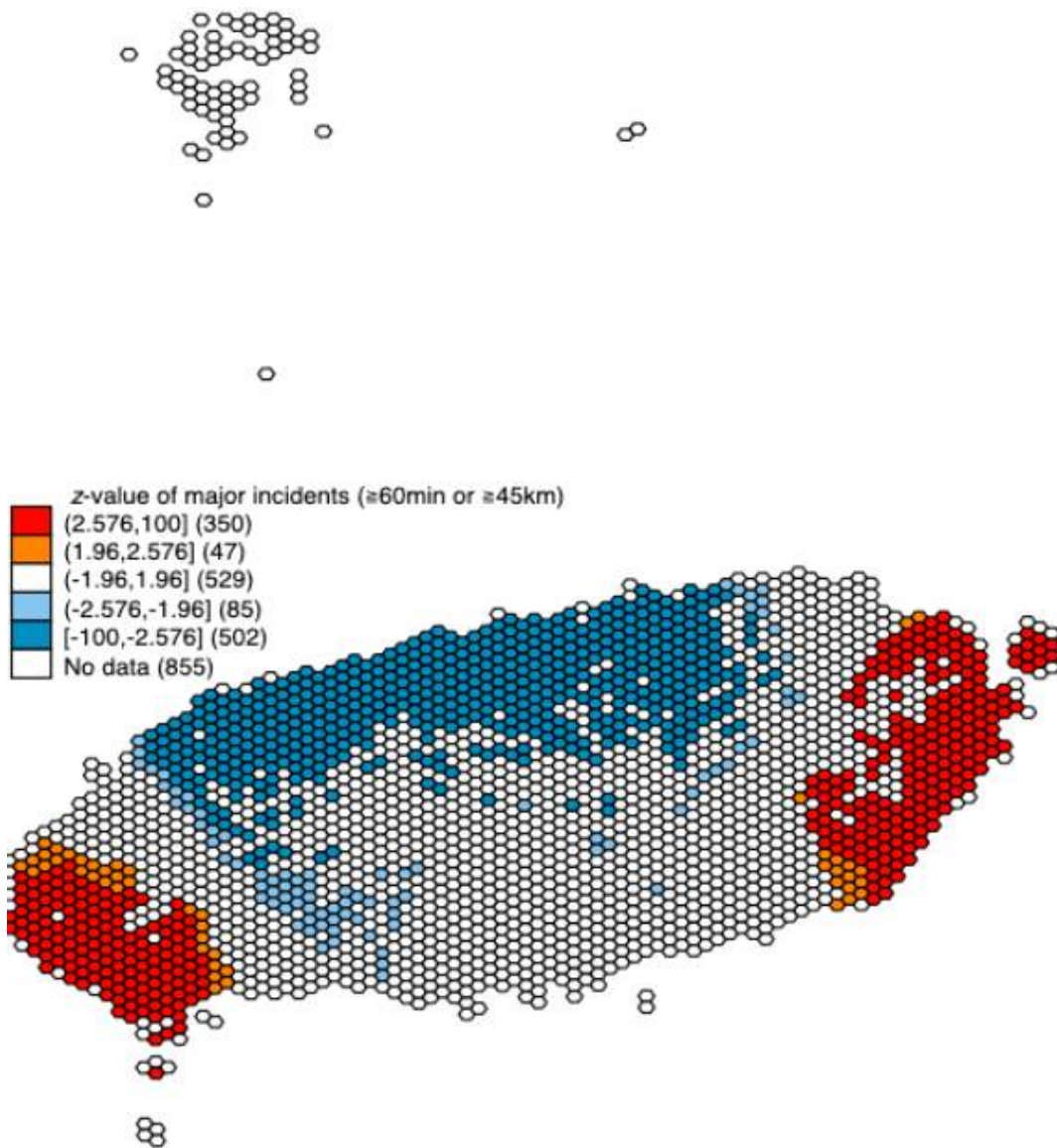


Figure 10. Hot and cold spots of potential demand for HEMS: major incidents  $\geq 60$ min and  $\geq 45$ km

이송거리 45km 이상 및 이송시간 60분 이상 소요된 Hot and cold spots의 Figure 10을 보면 발생규모는 6,651건으로 가장 적으나 앞서 제시된 Figure 8-9와 비교하여 Hot spot grid의 개수는 350개로 가장 많았고 Hot spot grid의 분포가 동부지역 1구역과 서부지역 1구역으로 2구역 정도에 밀집되어있다.

이송거리 및 이송시간 구간이 증가할수록 잠재적인 HEMS의 수요는 감소하지만 Hot spot grid의 개수는 증가하였고 각 구간에 관계없이 제주시와 서귀포시 지역

에서는 관찰되지 않고 동부지역과 서부지역에 국한되어 관찰되었다. 또한 모든 이송거리 및 이송시간 구간의 Figure 8-9에서 Hot spot grid의 분포가 여러 지역에서 관찰되지 않고 동부 및 서부지역 내에 2지역 또는 3지역에 밀집되어 관찰되고 HEMS의 낮은 수요도를 반영하는 Cold spot grid의 분포는 주로 제주도 지역에 국한되어 밀집된 분포가 관찰되었다.



## V. 고찰

앞서 제시한 병원 전 구급단계별 소요시간 및 이송거리에 대한 기술적 통계 분석을 통해 병원 전 각 구급단계별 소요시간 및 이송거리 모두에서 전체 소요시간 및 이송거리에 증가에 따라 출동시간, 현장체류시간 및 구급센터에서 현장까지의 거리의 증가폭은 크지 않으나 현장에서 응급의료기관까지의 소요시간 및 거리가 유의하게 증가하는 것을 확인 할 수 있었다(Table 5)(Figure 3-4). 또한 HEMS의 잠재적인 수요에 대한 Hot and cold spots의 분포도를 보면 Hot spot gird의 분포가 서귀포시와 제주시 지역을 제외한 서부 및 동부 지역에 국한되어 밀집된 형태로 관찰되었다(Figure 8-10). 이를 제주특별자치도 지역 내 응급의료 자원의 분포와 관련하여 해석하면 병원 전 구급서비스를 담당하는 4개소의 소방서의 배치된 26개소의 구급대의 분포는 제주시, 서귀포시, 동부 및 서부 지역에 걸쳐 분할 배치되어있어 구급신고 이후 구급대가 환자 발생위치까지의 거리적 접근성이 비교적 모든 지역에서 편차가 크지 않으나 도내 6개소의 응급의료기관의 분포는 5개소가 제주시 지역 내 중심가에 밀집하여 분포하고 1개소가 서귀포시 지역 내에 위치하여 서부 및 동부 지역에서 발생하는 환자들의 병원 전 응급의료기관으로의 접근성 취약 현상은 현장에서 응급의료기관도착까지 이송거리의 증가에 따라 전체 소요시간 및 이송거리의 증가로 이어진 결과로 해석되어진다. 이러한 지리적 편차를 극복하기 위한 방법의 하나로 헬리콥터를 이용한 응급의료헬기 환자이송서비스의 활용 가능성을 모색하게 되었다.

헬리콥터를 이용한 환자의 이송은 1950년대 한국전과 1960년대 월남전에서 부상병을 후송한 것이 본격적인 시작이다. 한국전에서는 약 20,000명, 이후 월남전에서는 약 80,000명의 부상병을 헬리콥터로 이송하였다.(17) 응급의료 전용헬기는 크게 두 가지 목적을 가지고 있다. 첫째, 심각한 질환을 가진 환자나 사고현장의 외상환자에게 즉각적인 응급처치를 해주는 것이고, 두 번째는 이러한 환자를 안정화 시킨 후 병원으로 신속히 이송하는 것이다.(17) 이 외에도 지리적 편차를 극복할 수 있는 장점이 있다.(18)

2019년 산림청 보고서에 따르면 제주도내 응급환자 이송을 위해 배치된 헬기

는 1995년 제주 해양경찰에서 헬기 카모프를 배치하며 시작되었고, 이후 2008년도 헬기 팬더 추가 배치 및 2019년 헬기 수리온을 추가 배치하였고 제주 소방항공대에서도 2019년 헬기 수리온을 배치하며 한라산과 오름 등 산악지대와 도서지역의 응급환자 이송 및 인명구조활동을 해오고 있다. 제주 경찰청에서도 1대의 헬기를 운영하고 있지만 간호사나 응급구조사 등의 응급의료종사자가 배치되어 있지 않아 매 구급출동 시 의료기관에 의료진을 협조를 받아야하며 앞서 언급된 제주해양경찰과 제주소방항공대에서 운영하는 헬기 수와 그 활동이 증가하면서 현재 구급출동업무에서는 많이 배제되어있다.

현재 우리나라는 지자체별 응급의료헬기의 인계점(응급환자의 헬기 이송을 위해 헬기 이착륙 및 환자 인계가 가능한 장소) 수의 편차가 크며, 시/군 지역별로도 1개소에서 28개소까지 분포하여 시/군의 의지에 따라 인계점의 수가 매우 다양하다. 이는 지자체별로 인계점 시설 규정에 대한 수용 정도에 따라 인계점 확산에 소극적인 지역이 있기 때문이며 전체적으로 인계점 수가 부족하여 응급의료헬기의 도움이 필요한 환자에게 접근하는 데 제한적이다. 현재 운영되고 있는 인계점 또한 제공자(의료기관) 입장에서 인계점이 지정되어 있어서 수요자(환자) 입장에서의 인계점 위치가 재구성될 필요가 있다.(13)

지리정보시스템은 다양한 데이터 모델을 활용해 실제 존재하는 모든 형태의 지리-공간 정보를 효과적으로 수집, 저장, 업데이트, 조정, 분석, 표현하는 시스템을 말하며, 지리-공간적 정보를 효율적으로 지원할 수 있다. 지리정보시스템은 공간 데이터로서 위치 데이터와 속성 데이터로 나눌 수 있다. 예를 들어, 도로는 위치(위도, 경도, 형태, 좌표)에 대한 정보와 각 도로의 속성(이름, 길이, 속도 제한 또는 방향)에 대한 정보로 나누어진다.(19) 이러한 지리정보시스템의 활용은 공간분석을 통해 응급의료기관까지의 거리와 시간을 분석하여 접근성에 문제가 있는 지역을 지도상에 시각적으로 표현할 수 있어 의사결정이 쉽고 다양한 정책 결정에 유용한 수단이 될 수 있다.(20)

제주특별자치도 행정지역으로 정의되는 지역 내에는 현재 가파도 1개, 마라도 1개, 우도 1개, 비양도 1개, 이어도 1개, 추자도 2개(실질적 운영 상추자도 1개), 한라산 2개(진달래 밭, 백록담), 제주한라병원 1개, 제주대학교병원 1개 및 제주국제공항 계류장 헬기 이착륙장이 있으나 실제 제주도서 외 섬 지역들은 마라도

와 상추자도의 이착륙장을 제외하고는 유도조명등의 시설 미비로 야간 이착륙이 불가하고 제주도서 내 헬기 이착륙장은 병원과 공항을 제외하면 한라산 내로 국한되어 있어 한라산 이외에 장소에서 발생하는 중증응급환자들은 응급의료헬기를 이용한 신속한 응급의료서비스로의 접근성을 보장받을 수 없는 실정이다.

위와 같은 이유로 제주특별자치도 내 중증응급환자들의 병원 전 응급의료기관으로의 접근성 취약지역을 파악하고 HEMS의 잠재적인 수요를 분석하고자 하였다. 앞서 제시한 HEMS의 잠재적인 수요를 시각화한 이송시간 구간별 Hot and Cold spots Figure 8-10은 연구기간동안 제주특별자치도 내에서 발생한 중증응급환자들 가운데 병원 전 응급의료기관으로의 접근성이 취약했던 환자발생위치들(Hot spots)을 시각화하여 제시하였다. 하지만, 각각의 Figure는 HEMS의 공급자가 책임져야하는 HEMS의 수요(중증응급환자 발생 빈도)빈도 규모의 차이와 Hot spot grids의 관찰 규모 및 분포된 위치의 차이가 있어 향후 응급의료헬기 인계점 선정에서 어떠한 이송시간 구간의 Figure를 활용하여야 하는 지의 고려사항이 남게 된다. 이러한 문제는 응급의료헬기 인계점을 지정·관리하는 지방자치 단체가 보유한 자원, 의료기관 및 구급센터들의 위치, 위치 선정에 따른 비용 효율성 등의 여러 사안이 검토되어야 할 것으로 사료된다.

또한 본 연구에서 제시한 Hot and cold spot grids의 분포 지도의 한계점은 제시한 Hot spot grids의 지리공간상 실제 위치에 건물 및 도로상황 등 인계점으로 활용가능 여부와 관련된 실증적 지형지물의 상황까지는 반영하지 못했다는 점이다.

하지만, 본 연구기간동안 제주지역은 사설 구급이송업체가 존재하지 않고, 도서지역이라는 특수성으로 인해 도내에서 발생한 의료적 수요의 타 지역 진출 효과가 거의 없기 때문에, 본 연구에서 사용한 자료원인 119구급대 자료는 타 지역과 비교하여 지역사회 전체에 대한 병원 전 응급의료 수요를 보다 더 잘 반영하는 자료라고 평가할 수 있다.

## VI. 결론

본 연구는 지리정보시스템을 이용하여 제주특별자치도 내 공간분석단위(hexa-grid)를 생성한 후 119구급활동기록지를 이용하여 연구기간 동안 중증응급환자 발생규모 및 위치를 파악하고 기록지 내 이송시간 및 이송거리를 이용하여 제주특별자치도 내 중증응급환자들의 응급의료서비스로의 접근성 취약지역을 분석함으로써 적정 응급의료헬기 추가 인계점 후보지를 시각적으로 제시하였다. 본 연구의 활용방안은 응급의료헬기 인계점을 지정·관리하는 지방자치단체의 역량에 따라 제시된 HEMS의 잠재적인 수요가 높을 것으로 사료되어지는 지역(Hot spot)에 추가 이착륙장 건설 후보지 선정 또는 타 용도로 사용 중인 인계점을 추가 발굴하여 확보하는 과정에 근거자료로써 사용되어질 수 있을 것으로 사료된다. 또한 기존에 생성된 제주특별자치도 내 공간분석틀은 향후 제주도 내 응급의료서비스 자원을 계획하는 데 유용한 도구가 될 것으로 기대된다.

## VII. 참고문헌

1. Ji Hye Hwang, Jin Yong Lee. The Analysis of Underserved Emergency Medical Services Areas in Daejeon Metropolitan City Using a Geographic Information System, J Agric Med Community Health, 2012, 37(2): p.76-83.
2. Yutaka Takei, Hideo Inaba, et al. Analysis of reasons for emergency call delays in Japan in relation to location: High incidence of correctable causes and the impact of delays on patient outcomes. Resuscitation. 2010 Nov, 81(11): p.1492-1498.
3. De Luca G, Suryapranata H, Ottervanger JP, Antman EM. Time delay to treatment and mortality in primary angioplasty for acute myocardial infarction: every minute of delay counts, Circulation, 2004 Mar, 109(10): p.1223-1225.
4. Marler, J.R., et al. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke, N Engl J Med, 1995, 333(24): p.1581-1587.
5. Hacke, W., et al. Early stroke treatment associated with better outcome: the NINDS rt-PA stroke study, Neurology, 2000, 55(11): p.1649-1655.
6. Adams, H.P., Jr., et al. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials, Lancet, 2004, 363(9411): p.768-774.
7. Harold P.AdamsJr, Robert J.Adams, Thomas Brott, et al., Guidelines for the early management of patients with ischemic stroke: A scientific statement from the Stroke Council of the American Stroke Association, Stroke, 2003,

34(4): p.1056-1083.

8. 대한외상학회 하권익 외 44명, 외상학, 군자출판사, 2001, 3-4쪽.

9. Lerner, E. B., & Moscati, R. M. The Golden Hour: Scientific Fact or Medical “Urban Legend”?, Academic Emergency Medicine, 2001 Jul, 8(7): p.758-760.

10. Kong IS. Future directions of emergency healthcare policy in Korea, J korean Med assoc, 2010, 53(10): p.838-840.

11. Hyoung Gon Song, Emergency Medical Helicopter - ER in the Sky, J Korean Med Assoc, 2007, 50(6): p.541-548.

12. C Schneider, M Gomez, R lee. Evaluation of Ground Ambulance, Rotor-Wing, and Fixed-Wing Aircraft Services, Crit Care Clin, 1992 Jul, 8(3): p.533-564.

13. 정형선, 김오현, 응급의료전용헬기 인계점 현황 및 적정수요 분석, 보건복지부 연구용역 최종보고서, 연세대학교 원주산학협력단, 2019. 3.

14. 통계로 본 제주의 어제와 오늘, 호남지방통계청 제주사무소, 2019. 12.

15. 2019년 소방청 통계연보, 소방청 기획조정관 정보통계담당관, 2019. 07.

16. 2018년도 응급의료 통계연보 제17호, 중앙응급의료센터, 2019. 08.

17. Taylor CB, Stevenson M, Jan S, Liu B, Tall G., Middleton PM, et al. An investigation into the cost, coverage and activities of Helicopter Emergency

medical services in the state of New South Wales Australia, *Injury*, 2011, 42(10): p.1088-1094.

18. Moylan JA. Impact of helicopters on trauma care and clinical results, *Annals of Surgery*, 1988 Dec, 208(6): p.673-678.

19. 기본조사 업무를 위한 GIS 활용 매뉴얼, 한국토지공사, 2009. 7.

20. Ji Hye Hwang, Jin Yong Lee. The Analysis of Underserved Emergency Medical Services Areas in Daejeon Metropolitan City Using a Geographic Information System, *J Agric Med Community Health*, 2012, 37(2): p.76-83.

21. 이경주, 황명화, 한선희, 양은정. 공간통계 분석의 이해와 활용을 위한 첫걸음, 국토연구원, 2015.

22. 응급의료 취약지 분석 및 모니터링과 응급의료 자원의 효율적 지원방안 도출 보고서, 보건복지부, 2009.

23. Ong M. E. H., Tan E. H., Yan, X. , et al, An observational study describing the geographic-time distribution of cardiac arrests in Singapore: What is the utility of geographic information systems for planning public access defibrillation?(PADS Phase I), *Resuscitation*, 2008, 76(3): p.388-396.

24. Warden, C. R., Daya, M., & LeGrady, L. A. Using geographic information systems to evaluate cardiac arrest survival, *Prehospital Emergency Care*, 2007, 11(1): p.19 - 24.

24. Peleg K, Pliskin JS. A geographic information system simulation model of EMS: reducing ambulance response time, *American Journal of Emergency*

Medicine, 2004, 22(3): p.164 - 170.



## VIII. Abstract

### Backgrounds

The time interval from symptom to definitive treatment is very important on outcomes of patient visited emergency department(ED). Especially, cardiac arrest, acute coronary syndrome, stroke, major trauma are well known time dependent diseases. To decreasing the prehospital transport time from call for emergency medical service(EMS) to arrival ED, we have tried to find a solution to the problem of accessibility vulnerable areas for prehospital transportation of the patients of 4 emergent diseases in Jeju Island. One of them is air transportation by helicopter.

In this study, we analyzed the factors related to transport time from call for EMS to arrival ED in patients by 119 ambulance run sheet in Jeju Island. we showed the accessibility vulnerable areas with delayed prehospital time through a geospatial analysis of the Geographic Information System(GIS). Then we recommended Helicopter Emergency Medical Services(HEMS) as a solution on delayed prehospital transport time in Jeju Island.

### Methods

This study was a retrospective cross-sectional study by 119 ambulance run sheet from January 1, 2010 to September 30, 2018 in Jeju Island. We defined the eligible population who used 119 ambulance for 4 major emergent disease: cardiac arrest, acute coronary syndrome, stroke and major trauma.

The information of patient's location was collected from the spatial analysis frame by the GIS. And we calculated the distance and time interval for each EMS tasks. We analyzed spot of long-distance transport and delayed transport. Then we derived hot spots that are thought to have high potential

demand for HEMS for the patients of 4 major emergent diseases.

## **Results**

48,050 cases were enrolled and of those, 20,288 patients (42.2%) took more than 30 minutes from call for EMS to arrival ED.

This study showed a tendency the patients and guardians want to select a hospital as the transport time increased. In addition, the main step in determining the total prehospital transport time for the patients of 4 major emergent diseases was the time interval from scene to the hospital. The hot spots that are thought to have high potential demand for HEMS are visualized and presented. The distribution of hot spot grids showed spatial autocorrelation, and was confined to the eastern and western regions excluding Jeju-si and Seogwipo-si, and tended to be concentrated in two or three places.

These results are considered to be the influence of the geographic distribution of six emergency medical institutions and twenty-six 119 rescue centers in Jeju Island. Although twenty-six 119 rescue centers are distributed throughout Jeju Island, but six emergency medical institutions are concentrated at 2 urban areas.

## **Conclusions**

This study showed the factors related to delayed transport time of prehospital in 4 major emergent diseases. And accessibility vulnerable areas for the patients of 4 major emergent diseases were derived and visualized by the GIS. The spatial analysis framework, which was created previously, is expected to be a useful tool for planning EMS resources in Jeju Island.