

A Study on the Relationship between Urban Spatial Structure and Emergency Transportation Time

Gi Hyun Jung¹, Jihoon Kweon^{2*}

¹Department of Architecture, Graduate School, Keimyung University, Daegu, Korea

²Department of Architecture, Keimyung University, Daegu, Korea

Abstract

Background To utilize the facilities and resources for emergency patients, we have to understand that such facilities and resources are not separate from urban infrastructure and are fabrics of urban space structures. The purpose of this study is to quantitatively analyze urban spatial structures and to derive the correlations between the computed measures and emergency transportation times in the case of cardiac arrests.

Methods After reviewing precedent research documents, axial map was prepared with the centerlines of urban roads extracted from public geographic information data. The prepared data were used for axial map analysis. The overall analysis was performed in the range of district to reduce the boundary effects, which are distortions at the model's boundary. Emergency transportation time in each dong(district) and the correlation between spatial structure measures and the produced time results also were analyzed.

Results Emergency patients appear mostly in residential areas where many people live. The analysis result shows that transportation time is longer in commercial areas than in residential areas. Roads showing longer transportation time than others were either biased or poorly connected. Also, the analysis results show that the Integration measure and the Mean Depth measure are related to transportation time. If the Integration measure is low or the Mean Depth measure is high, the transportation time appears to be longer.

Conclusions This study reveals the relationship between the structure of urban space and transportation time. It also suggests that clinical facilities caring for emergency patients and their spatial allocations in urban areas are to be evaluated as parts of urban environments.

Keywords Emergency Transformation, Urban Spatial Structure, Emergency Room Access, Medical Resources

*Corresponding author: Jihoon Kweon (jkweon@kmu.ac.kr)

This research was supported by Individual Basic Science & Engineering Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education. (NRF-2015R1D1A1A01060240)

Citation: Jung, G. H., & Kweon, J. (2018). A Study on the Relationship between Urban Spatial Structure and Emergency Transportation Time. *Archives of Design Research*, 31(2), 117-131.

<http://dx.doi.org/10.15187/adr.2018.05.31.2.117>

Received : Nov. 29. 2017 ; **Reviewed :** Feb. 05. 2018; **Accepted :** Feb. 06. 2018

pISSN 1226-8046 **eISSN** 2288-2987

Copyright : This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1. 1. 연구 배경 및 목적

내원 전 심장마비는 세계적으로 관심의 대상이 되며, 특히 아시아의 인구가 증가하면서 내원 전 심정지 환자가 증가할 것으로 보인다. 우리나라는 식습관의 변화와 고령화 사회로 이행해가면서 심정지 환자가 늘어났다. 우리나라 심정지는 연간 20,000~25,000건으로 발생하는 것으로 추정되고 있다 (Kim, 2016).

우리나라 사망원인은 2016년 기준 암이 27.8%로 1위이며 2위가 10.6%로 심장질환, 3위가 8.3% 뇌혈관질환이다. 심장질환은 10년 전보다 순위가 3위에서 2위로 상승하였으며 뇌혈관질환은 2위에서 3위로 하락하였다 (Statistical Office, 2016). 이로 인해 병원이 아닌 장소에서 심정지가 발생하는 환자가 증가하고 있고 병원이 아닌 장소에서 심정지가 일어날 경우 119 구급대를 이용하여 내원하는 경우가 많다.

중앙응급의료센터에서 발간된 NEDIS 통계연보 (National Emergency Medical Center, Korea. 2016)의 국내 권역 및 지역응급의료센터 151개 기관의 정보를 종합한 통계에 의하면 주 증상이 발생하고 손상 및 증상이 발현된 후 응급실까지 도착 소요시간은 30분~2시간 미만(26%)과 24시간 이상(25.2%)이 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 2~4시간 미만(11%), 12~24시간 미만(10.4%), 30분 미만(9%)의 순으로 높게 나타났다.

응급의료체계 (Emergency Medical Services System, EMSS)는 지역에서 일어난 응급상황일 때 효과적이면서 신속하게 응급의료 서비스를 제공하기 위해 자원을 효과적으로 분산 배치하는 것을 말한다. 응급상황일 때 현장에서는 응급환자에게 맞는 치료를 시행하고 빠르고 안전하게 응급환자를 치료에 적절한 병원으로 이송해야 한다. 한정된 자원과 시간을 환자에게 적절한 응급 의료 서비스를 제공하기 위해서는 119구급대와 응급의료팀의 유기적인 응급의료 시스템 구축이 필요하다 (Lee, 2017).

이에 본 연구에서는 심정지 환자의 신속한 처치 및 이송을 위해 소방기관에서 제공하는 구급 통계와 도시공간 구조를 분석하여 심정지 환자의 이송시간을 산출하고 도시공간구조와 이송시간에 대하여 상관관계를 도출함을 목적으로 한다.

1. 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 신속한 치료를 위해 응급이송을 필요로 하며 노인 인구 중 사망률이 두 번째로 높은 결과를 보이는 심장마비를 위급 상황으로 제한한다. 본 연구의 공간적 범위는 대구광역시에서 유동인구가 많고 다양한 연령층이 이용하는 중구의 법정동으로 제한하며 시간적 범위는 대구광역시의 소방기관에서 제공한 대구광역시 중구의 심정지 환자 이송현황 데이터의 2016년, 2015년, 2014년 3년으로 한다. 본 연구의 목적은 도시 공간구조를 정량적으로 분석하고 심장마비의 경우에 산출되는 측정치와 응급이송시간 사이의 상관관계를 도출함에 있다.

본 연구의 방법 및 과정은 다음과 같다.

- (1) 응급센터와 심정지 환자에 관한 도시 공간 구조분석 방법과 응급환자 이송에 대한 선행연구를 고찰한다.
- (2) 도로를 따라 이동하는 구급차를 고려하여 공공 지리 공간정보로부터 도로 중심선을 이용한 축선도를 작성한다.
- (3) 대상지에서 발생한 응급환자의 발생 빈도와 평균 이송 시간을 그래프로 나타내 축선도와 비교한다.
- (4) 축선도 분석을 통해 도시 공간 구조의 정량적인 지표를 산출하여 동별로 비교한다.
- (5) 축선도 분석을 통해 산출한 정량적인 지표들의 항목과 심정지 환자의 이송시간에 대한 상관관계를 분석한다.

2. 선행연구의 고찰

응급의료체계는 효과적이고 신속하게 환자에게 응급의료 서비스가 제공되는 것을 목적으로 하며, 이것이 제대로 이루어지지 않을 경우 응급환자의 진료시간이나 이송시간이 지체돼 환자는 심각한 손상을 받게 된다. 황지혜, 이진용, 박성우, 이동우, 이보우, 나백주 (Hwang, Lee, Park, Lee, Lee, & Na, 2010)는 응급의료체계는 인간의 가치와 인적 자원에 대한 경제적 가치가 인정되어 생활 양상과 질병 구조의 변화와 교통량이 증가하면서 발전되었다고 말하며 우리나라 의료 전달 체계는 지역화에서 출발하며 이는 진료권이라는 개념을 탄생시켰다고 본다. 덧붙여 한정된 보건의료 자원의 효율적인 활용과 공간 접근의 용이성을 위해서는 특정 지역의 규모와 특성에 맞는 진료권을 합리적으로 설정해야 한다고 제안하였다. 양병운 (Yang, 2004)은 응급의료자원에 관한 자료를 통해 응급상황에서 이송단계 위주로 다양한 조건으로 진료권의 거리, 신단에 대한 범위를 통해 응급의료기 가 취약한 지역을 분석하여 응급의료 서비스 시설의 배분이 필요하다고 제안하며 응급환자의 이송시간은 매우 중요한 요소이며 이송시간이 길어질수록 응급환자의 중증도는 높아질 우려가 있다고 하였다. 홍기훈, 이광정, 김진택, 이동훈 (Hong, Lee, Kim & Lee, 2008)은 대구광역시 119 구급대에서 제공한 환자 발생 GIS 자료와 구급일지를 활용하여 접수부터 병원 도착까지의 시간을 통계학 검정을 하였는데 총 이송 시간, 이송 구간별 시간은 외국 응급의료 서비스에 늦지 않고 신속하였다고 말하며 GIS 자료에서 속도, 거리 등을 반영하여 평가한다면 구급활동 품질관리에 유용할 것이라 제안하였다. 이성연, 권유진, 임동오, 김민규, 박희진, 권혜란, 주영철 (Lee, Kwon, Lim, Kim, Park, Kwon & Ju, 2016)은 빅 데이터를 활용하여 GIS의 위치 정보에 기반을 둔 구급 빅 데이터의 활용방안을 제시하면서 심정지 환자의 다차원 상관분석 프레임 워크를 제시하였다. 이를 통해 응급환자의 성별이나 연령, 응급환자 발생 시간, 응급환자 발생 장소 등의 요소를 세분화하여 응급환자가 많이 발생하는 지역인 핫스팟(Hot Spot)을 설정하였다. 이 연구에서는 거리에 따른 심정지 환자 생존율은 0~2.9km 가 가장 높았고 병원 반경 1km 내에 있는 환자 중 생존율이 높지 않은 경우가 있었는데 정밀하고 엄격한 분석을 이용하면 유의한 분석이 가능할 것으로 보인다고 하였다.

Table 1 Flow of Emergency Medical System

Step	Step before going to hospital	Procedures in the hospital
1	환자발생의 신고와 구급대 출동	응급환자 발생 현장에서 병원까지의 처치검토와 연속적인 응급처치
2	구급대가 현장에 도착하기 전까지 전화상담원에 의해 응급처치 요령의 지도	진단을 위한 적절한 검사
3	구급대 (응급구조사, 구급대원)의 현장에서 응급처치	입원치료(중환자실, 일반병실) 및 응급수술결정
4	정보통신체계를 활용한 구급차와 병원 간의 정보 교환을 이용하여 이송병원 결정 후 이송 중 응급처치가 시행 된다	응급환자에게 필요한 의료진이나 시설, 장비를 보유한 전문응급센터나 응급의료기관으로 이송결정과 전원병원결정

주) National Emergency Medical Center, 2016

대한민국의 응급의료체계는 병원 전 단계와 병원단계로 말할 수 있으며 응급의료체계를 단계별로 나타내면 Table 1과 같다. 병원 전 단계에서는 환자가 발생하면 주변인이 신고하고 구급대가 출동한다. 구급대가 현장에 도착하기 전까지 응급 상담원에 의해 응급처치 방법을 지도하고 구급대가 도착하면 구급대에 의해 현장에서 응급처치가 이루어지며 구급차의 정보 통신체계를 활용해 구급차와 병원 간의 정보교환을 이용하여 이송병원을 결정한 뒤 이송하면서도 응급처치가 시행된다 (National Emergency Medical Center, Korea, 2016). 병원단계에서는 구급대원이 현장에서 병원까지 이송하면서 실시된 응급처치를 검토하고 응급처치를 시행한다. 환자의 응급상태에 따라 진단 및 치료를 위한 적절한 검사가 이루어지고 진단 검사 후 입원치료 또는 응급수술을 결정한다. 이송된 병원에서 환자에 대한 응급처치 및 치료가 어려운 경우 응급환자에게 의료서비스를 제공할 의료진과 장비 및 시설을 보유한 응급센터나 응급의료기관으로 전원이 결정된다. 대한민국의 응급의료체계 중 병원 전 단계는 심정지 환자에게 중요한 과정이며 심정지 환자의 초기 대응에 의해 심정지 환자가 생존할 수 있는 확률이 3배 이상 높아진다 (Korea Emergency Medical Association, 2017). 심정지 환자의 초기대응에 의해

생존확률이 높아지므로 심정지 환자 발생 후 지속적으로 응급처치를 하며 신속하게 병원으로 이송하는 것이 중요하다.

공간구문론(space syntax)은 위상학적으로 공간의 연결 관계 구조를 파악하기 위하여 힐리어와 한슨 (Hiller & Hanson, 1984)이 제시한 이론이다. 공간구문론을 이용한 공간분석은 4가지로 나타나는데 연결도, 통합도, 통제도, 명료도의 그래프로 측정되어 공간구조를 해석한다. 연결도는 공간과 공간까지 어떠한 단위공간에서 이동할 수 있는 공간의 개수를 나타낸다. 통합도는 공간과 공간의 이동에 있어 가장 짧은 거리를 알 수 있는 지표이다. 즉 통합도의 결과 값이 높으면 공간과 공간의 이동에서 거쳐 갈 수 있는 확률이 적다고 말할 수 있다. 통제도는 각 공간에 연결된 다른 공간의 통제 정도를 지표로 알 수 있다. 명료도는 공간을 사용하는 사용자가 공간을 인지하는 지표이다. 평균깊이는 특정 공간이 다른 공간에 대해 가지는 깊이의 평균값이며 공간이 가지는 노드 값에 영향을 받아 노드 개수가 많아지면 값이 커진다. 이효진 (Lee, 2015)은 공간구문론의 위상적 깊이라는 개념을 이용하여 공간구조 그래프 결과 값을 통해 공간구조를 이해할 수 있었다. 또한 분석 대상의 모든 공간에서 부터 시작하여 모든 공간으로 도착할 수 있다는 가정을 이용하여 하나로 연결되어있는 그래프에서 모든 공간을 같은 요소로 취급하여 분석 대상 공간의 주관적인 요소를 줄이고 수학적인 모델링을 통해 공간구조 그래프에 대한 분석을 가능하게 하였다고 말했다.

3. 분석 대상지의 특성과 응급체계 현황

3. 1. 분석 대상지의 응급체계 현황

사람은 몸에서 심장은 혈액순환을 유지하기 위한 펌프 역할을 담당한다. 이러한 역할을 하는 심장이 갑자기 멈추면 혈액순환이 되지 않아 사망에 이르며, 이를 의학적으로 심정지 또는 심장마비라 한다. 심정지 발생 후 4~5분이 지나면 우리 몸에서 가장 많은 에너지를 소모하는 뇌와 심장은 심각한 손상을 받게 된다 (Korea Emergency Medical Association, 2017).

Table 2는 대구광역시의 응급환자 이송시간에 대한 통계자료이다. 대구광역시 내에서 발생한 급성심근경색 환자의 응급실 도착 소요시간은 6시간 이상이 1,077명으로 가장 높았고 1시간 미만 550명, 3~6시간 미만 389명, 1시간~2시간 미만 367명, 2시간~3시간 미만 232명 순으로 나타났다. 급성 심근경색에 의해 심정지가 발생하고 4분 이내에 심폐소생술을 하지 않으면 뇌 손상을 일으킬 수 있다는 점에서 빠르고 적절한 응급처치와 응급센터로 이송이 필요하다.

Table 2 Emergency transportation time in the analysis area

Transportation time	Number of people
1시간미만	550
1시간~2시간미만	367
2~3시간미만	232
3~6시간미만	389
6시간이상	1,077
합계	2,615

주) 대상지의 통계자료임 (National Emergency Medical Center, 2016)

Table 3은 대구광역시의 응급환자 수와 응급의료센터 이상의 병원 개수이다. 대구광역시의 응급의료센터 개수는 총 6개이며 1개 구에 2개씩, 1개 구당 1개씩 있다. 응급환자가 많았던 지역으로는 구별로 31,943명, 31,558명, 29,023명, 23,691명, 11,834명, 10,904명, 9,121명, 6,951명 순으로 나타났으며 응급의료센터가 위치한

지 않은 지역은 4개 구이다. 응급의료센터가 위치하지 않은 지역의 응급환자는 중증외상이나 심정지 환자가 발생할 경우 신속하고 적절한 치료를 받지 못해 위험한 상황에 처할 수 있다.

Table 4는 대구광역시에 위치한 응급센터에 내원한 급성심근경색 환자의 응급진료 결과이다. 급성심근경색 환자의 응급진료 결과는 총 2677명 중 귀가는 131명, 전원은 49명, 입원은 2462명, 사망은 35명이다. 급성심근경색 환자는 연령대가 높을수록 사망률이 높아지고 있으며 급성심근경색은 심정지의 발병률이 가장 높다. 이는 현대사회가 고령화되면서 더욱 심각해질 것으로 보인다. 대상 지역은 지역 응급의료센터 이상급 병원이 2개가 위치하며 많은 유동인구가 밀집되는 도심지로 대구광역시 중구를 선정하였다.

Table 3 Emergency room arrival time after acute myocardial infarction

Administrative district	Number of people	Number of Emergency Centers
1	10,904	2
2	29,023	-
3	9,121	-
4	31,558	1
5	31,943	1
6	11,834	-
7	25,691	-
8	6,951	2
계	157,025	6

주) 대상지의 통계자료임 (National Emergency Medical Center, 2016)

Table 4 Acute myocardial infarction emergency treatment results

Ages	Sum	Dismissing to home	Transfer to another hospital	Admission	Death
1~9세	1	-	-	1	-
10~19세	2	-	1	1	-
20~29세	9	-	1	8	-
30~39세	49	3	-	46	-
40~49세	237	18	6	212	1
50~59세	538	19	6	510	3
60~69세	647	33	11	298	5
70~79세	735	32	11	674	17
80세 이상	460	26	13	412	9
전체	2,678	131	49	2,462	35

주) 대상지의 통계자료임 (National Emergency Medical Center, 2016)

3. 2. 분석 대상지의 특성

대구광역시 중구는 대구광역시의 가운데 위치하고 있으며 대구광역시 중 가장 면적이 작다. 인구 또한 통계청의 2015년 기준에 따르면 80,928명으로 대구광역시 내에서 가장 작다. Figure 1에 의하면 대구광역시의 인구 비율은 55세~59세가 가장 많았으며 그다음으로 30세~34세, 50~54세, 40~44세, 20~24세, 60~64세, 25세~29세, 65~69세, 70세~74세, 15~19세, 75~79세, 0~4세, 5~9세, 10~14세, 80~84세 순으로 나타났으며 85세 이상 연령층이 가장 적다.

Figure 2는 대구광역시 중구의 토지이용계획 그래프이다. 대구광역시 중구는 지역의 심장부 역할을 하고 있으며 대부분 지역이 중심 상업지구로 이루어져 있고 대구 지하철 1호선과 2호선이 지나가 다양한 연령대의 유동 인구가 밀집되는 곳이다. 대구광역시의 법정동은 56개 동이며 23번, 32번, 51번, 1번은 대부분 제2종 일반주거

지역이며 55번, 54번, 33번은 제3종 일반주거지역에 대부분 속해 있으며 나머지는 대부분이 중심상업지역에 속해있다. 대상지는 과거의 도시 공간 형태가 남아있으며 중심상업지역으로 갈수록 좁고 긴 형태의 길 많이 나타나며 도심지에 위치하고 있어 상업시설과 업무시설이 밀집되어 교통량이 많다.

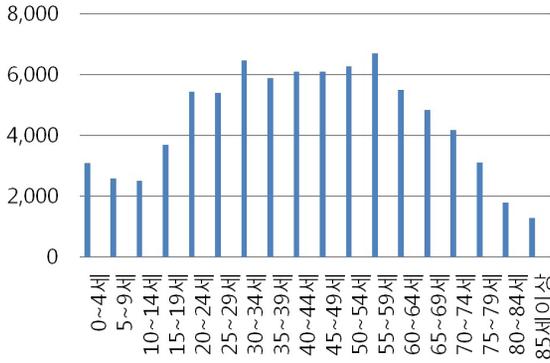


Figure 1 District demographics of analysis area

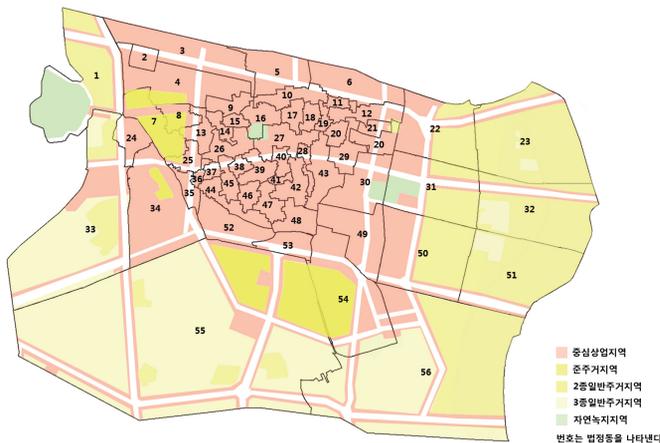


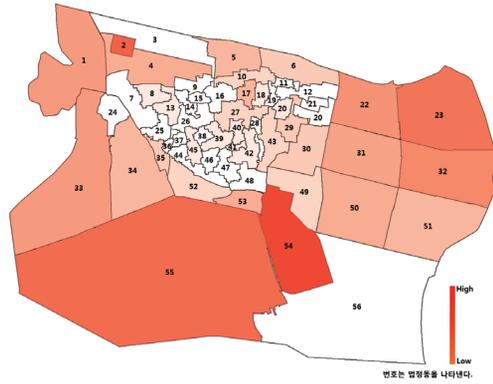
Figure 2 Administrative area condition

4. 대상지의 도시 공간구조 분석

4. 1. 대상지의 심정지 환자 발생지역과 이송현황

2014, 2015, 2016, 3년 동안 대구광역시 중구에서 발생한 심정지 환자 자료를 대상지 내에 있는 소방기관이 제공하였으며 대상지에서 발생한 심정지 환자의 데이터는 신고 연월일, 신고 시각, 긴급 구조 시, 긴급 구조 구, 긴급 구조 동, 병원 도착 연월일, 병원 도착시각으로 제공되었다. 심정지 환자의 이송시간은 신고 시각과 병원 도착시각, 신고 연월일을 이용하여 산출하였고 심정지 환자가 발생한 정확한 위치와 이름, 나이, 성별, 이송된 의료기관, 사망과 생존여부는 제공되지 않았다. 심정지 환자의 정확한 위치와 심정지 환자가 이송된 병원을 알지 못하기 때문에 심정지 환자가 발생한 각 동의 환자 발생 수와 동별 평균값으로 이송시간을 산출하였다.

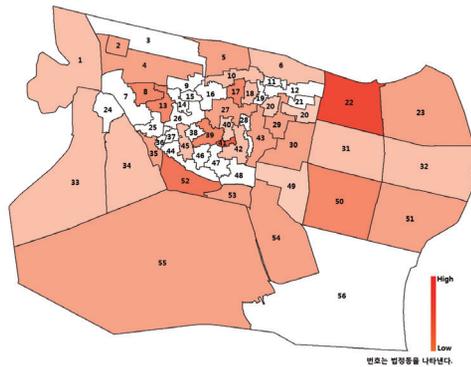
Table 5 Number of emergency patients



1	7명	2	59명	4	5명	5	4명
8	1명	10	2명	13	1명	17	4명
18	1명	20	1명	22	9명	23	13명
27	2명	29	3명	30	3명	31	6명
32	11명	33	7명	34	4명	35	3명
39	1명	40	1명	41	1명	42	1명
43	2명	45	1명	49	2명	50	5명
51	4명	52	2명	53	5명	54	63명
55	24명						

Table 5는 대구광역시 중구에서 발생한 심정지 환자를 나타낸 그래프이다. 대구광역시 중구에서 발생한 총 환자 수는 258명이었다. 54번에서 심정지 환자 63명으로 가장 많은 환자가 발생하였고 그 다음으로 2번 59명, 55번 24명, 23번 13명 순이다. 심정지 환자의 발생지역은 사람이 많이 모여 사는 2중 일반주거지역, 3중 일반주거지역에서 많이 나타났다.

Table 6 Emergency patient transportation time



1	15분	2	20분	4	21.8분	5	21분
8	23분	10	19분	13	24분	17	24.8분
18	18분	20	23분	22	28분	23	22.8분
27	20분	29	20분	30	20.7분	31	19.2분
32	17.5분	33	18.4분	34	16.5분	35	22분
39	25분	40	10분	41	27분	42	17분
43	21.5분	45	18분	49	18.5분	50	25.2분
51	21.5분	52	26.5분	53	23.8분	54	23.3분
55	22.8분						

Table 6은 대구광역시 중구에서 발생한 심정지 환자의 평균 이송시간을 나타낸 그래프이며 가장 이송시간이 오래 걸린 동은 22번이며 평균 이송시간은 28분이었고 그 다음으로 41번 27분, 52번 26.5분, 50번 25.2분순이다. 이송시간이 오래 걸리는 지역은 중심 상업지역으로 유동인구가 많은 지역에서 이송시간이 오래 걸렸다. 대상지는 유동인구뿐만 아니라 도심지로서 땅값이 비싸 새로운 도시계획을 진행하지 못하고 과거의 길 형태를 비슷하게 유지하고 있어 도시공간구조가 복잡하여 이송시간이 길어진다고 생각한다. 이송시간과 도시 공간구조의 비교를 위해 대상지의 축선도와 이송시간 그래프를 비교해 보았다.

Figure 3은 대구광역시 중구의 축선도이며 Figure 4는 대구광역시 중구의 축선도와 각 동별 이송시간 그래프를 합친 것이다. 그래프 비교 결과 이송시간이 오래 걸린 22번과 41번, 52번은 동의 면적에 비교해 도로가 점유하는 면적이 작아 보이며 도로가 동의 한쪽으로 치우쳐져 있다. 또한, 도로망이 촘촘하게 등분되어 있지 않았다. 이는 도로망을 따라 이동하는 구급차의 이동에 대하여 제한이 있을 것으로 보인다. 객관적인 분석을 위해 심정지 환자가 발생한 33개 동별로 대상지의 도시공간구조를 정량적으로 산출하였다.



Figure 3 Axial map of analysis area

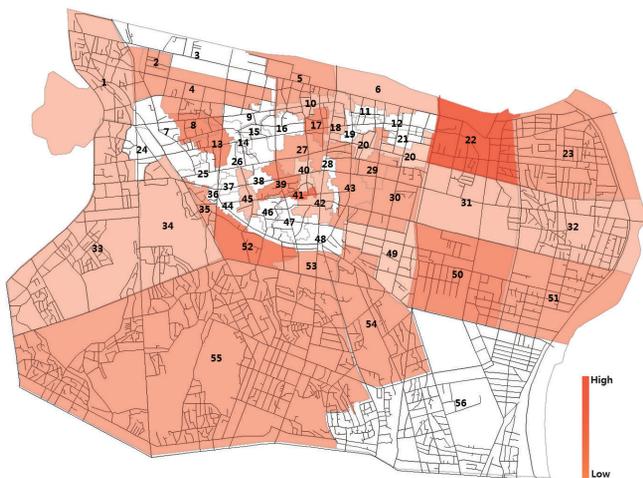


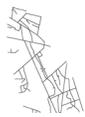
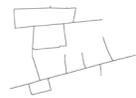
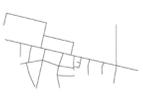
Figure 4 Emergency patient transportation time analysis juxtaposing axial map

4. 2. 대상지의 도시 공간 분석

구급차는 도로를 따라 이동하며 119상황실에서 정보 전달을 받아 목적지까지 환자를 이송한다. 따라서 도로를 따라 이동하는 구급차의 이동을 고려하여 대구광역시 중구의 도로의 중심선을 이용해 축선도로 변환하고 도시 공간 분석을 진행하였고 환자가 발생한 33개 법정동에 대하여 각각 공간분석을 실시하였다. 시뮬레이션 분석 도구인 University College of London의 Space Syntax Group이 제공한 Depthmap 10을 사용하여 대상지에 대한 정량적 지표를 산출할 수 있었다. 대상지에 대한 정량적 데이터는 경계 효과를 저감하기 위해 대구광역시 중구 전체의 축선도로 한 번에 분석한 뒤 대상지 내에 위치한 33개의 법정동 별로 축선도의 레이어를 나누어서 평균 값으로 산출하였다. 데이터의 정확도를 위하여 비이상적인 데이터는 삭제하여 분석하였다. 결과의 내용은 Table 7과 같이 정리하였다.

Table 7 Measure of individual dong from the axial map analysis

법정동	35	30	54	55
축선도				
연결도	2.4685	3.0417	2.8075	2.7398
통제도	1.0091	1.008	1.0044	0.9991
통합도	0.24	0.2661	0.2375	0.2108
국부통합도	1.0466	1.3199	1.2137	1.1903
평균깊이	42.7714	41.7376	47.7376	47.2437
국부적평균깊이	2.0991	2.234	2.1785	2.1846
법정동	33	42	40	1
축선도				
연결도	2.8627	2.5941	2.3529	2.5333
통제도	1.0003	0.9973	0.9976	0.9907
통합도	0.1895	0.1899	0.1935	0.2143
국부통합도	1.2509	1.1352	1.0185	1.1291
평균깊이	58.3779	58.219	55.8561	51.5516
국부적평균깊이	2.2108	2.161	2.0891	2.1756
법정동	34	43	22	31
축선도				
연결도	3.0625	2.6364	2.6279	2.4567
통제도	0.9984	0.997	1.0088	0.9999
통합도	0.2518	0.2771	0.2429	0.2418
국부통합도	1.3197	1.1475	1.124	1.0697
평균깊이	44.2166	40.1867	45.7934	46.0859
국부적 평균깊이	2.2258	2.1606	2.1355	2.1222

법정동	18	23	32	52
축선도				
연결도	2.3859	2.5578	2.8678	2.4913
통제도	0.9996	1.0015	1.0015	0.9988
통합도	0.24	0.2403	0.2085	0.2421
국부통합도	1.0371	1.1457	1.2671	1.097
평균깊이	46.5472	46.4793	53.0885	46.0165
국부적평균깊이	2.1087	2.1732	2.2131	2.147
법정동	2	29	41	53
축선도				
연결도	2.7447	2.8166	2.3652	2.6667
통제도	1.0176	1.0004	0.9959	0.9949
통합도	0.2259	0.2241	0.2439	0.2363
국부통합도	1.1956	1.2053	1.0201	1.183
평균깊이	48.9682	49.4325	46.0649	46.8437
국부적평균깊이	2.1785	2.1678	2.0855	2.1822
법정동	50	51	49	10
축선도				
연결도	2.48	2.5	2.4844	2.6539
통제도	0.9797	1.0018	1.0001	0.9968
통합도	0.2276	0.2669	0.2061	0.2775
국부통합도	1.1601	1.1289	1.0742	1.6189
평균깊이	48.5685	44.2028	55.0075	40.2003
국부적평균깊이	2.2624	2.1648	2.1124	2.1681
법정동	4	39	8	6
축선도				
연결도	2.6912	2.931	2.4032	2.5385
통제도	1.0078	1	0.9909	1.0096
통합도	0.2517	0.2663	0.2304	0.2659
국부통합도	1.1643	1.2883	1.0577	1.0855
평균깊이	44.1333	41.6685	48.2832	41.8958
국부적평균깊이	2.1626	2.2052	2.1189	2.1161
법정동	5	45	13	27
축선도				

연결도	2.72	2.6393	2.3671	2.5714
통제도	0.988	0.9991	1.0007	0.9992
통합도	0.2497	0.1983	0.185	0.269
국부통합도	1.1979	1.1525	1.0363	1.0905
평균깊이	44.3672	56.0599	61.4348	41.502
국부적평균깊이	2.2062	2.1564	2.1051	2.1289
법정동	17			
축선도				
연결도	3.129			
통제도	1.0054			
통합도	0.2497			
국부통합도	1.3575			
평균깊이	44.38			
국부적평균깊이	2.2484			

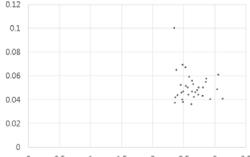
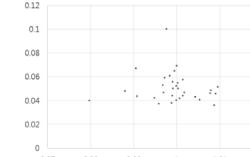
Table 7을 살펴보면 분석을 통해 산출된 값 중 연결도가 가장 높은 동은 17번이며 통제도가 가장 높은 동은 2번, 통합도가 가장 높은 동은 10번, 국부통합도가 가장 높은 동은 17번, 평균깊이가 가장 높은 동은 13번, 국부적 평균깊이가 가장 높은 동은 50번으로 나타났다.

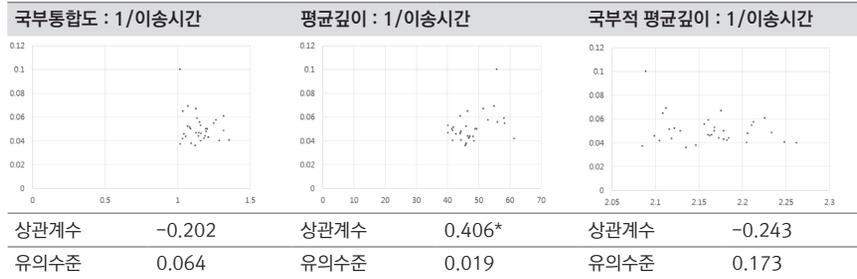
Table 6에서 이송시간이 가장 오래 걸렸던 22번과 이송시간이 가장 빨랐던 40번의 공간분석 값을 비교 하여 보면 각 동의 연결도 값은 22번 2.6279, 40번 2.3529로 22번이 0.275 높게 산출되었고 통제도는 22번 1.0088, 40번 0.9976으로 22번이 0.011 높게 산출되었다. 통합도는 22번 0.2429, 40번 0.1935로 22번이 0.0494 높게 산출되었다. 국부통합도는 22번 1.124, 40번은 1.0185로 22번이 0.1055 높게 산출되었다. 평균깊이는 22번 45.7934 40번 55.8561로 40번이 10.0627 더 높게 산출되었다. 국부적 평균깊이는 22번 2.1355, 40번 2.0891로 22번이 0.0464 높게 산출되었다. 결과적으로 22번과 40번을 비교하여 보았을 때 40번이 22번보다 높은 데이터는 평균깊이였다. 정량적으로 산출된 데이터가 이송시간과의 관계에서 어느 항목이 관계가 있는지 알아보기 위하여 상관관계 분석을 실시하였다.

4. 3. 이송시간과 산출된 데이터의 상관관계 분석

상관관계 분석은 IBM SPSS Statistics 23버전을 사용하였다. 상관계수는 Pearson으로 선택하였고 유의성 검정은 양측으로 진행하였다. 이송시간은 데이터가 음수로 나타날 것을 우려하여 역수로 계산하여 상관관계 분석을 실시하였으며 분석의 정확도를 위해 비이상적인 데이터는 삭제하고 분석하였다. 상관관계 분석은 이송시간과 연결도, 통제도, 통합도, 거리, 평균깊이, 국부적 평균깊이로 분석하였으며 결과는 Table 8과 같이 정리하였다.

Table 8 Correlation analysis between axial map analysis results and emergency transportation times

	연결도 : 1/이송시간	통제도 : 1/이송시간	통합도 : 1/이송시간
			
상관계수	-0.172	상관계수 0.082	상관계수 -0.396*
유의수준	유의수준	유의수준 0.650	유의수준 0.033



* p(0.05 (양측검정))

이송시간과 연결도, 통제도, 국부통합도, 국부적 평균깊이의 상관관계 분석에서는 유의수준 0.05 이상으로 이송시간과의 유의한 관계는 거의 없다고 말할 수 있다. 통합도와 평균깊이는 이송시간과의 관계는 유의수준 0.05하에서 유의한 관계가 있으며 통합도는 상관계수 -0.396으로 통합도와 이송시간은 낮은 상관관계가 있다. 통합도의 상관계수가 음수로 나왔기 때문에 이송시간과 통합도는 비례관계이다. 평균깊이는 상관계수 0.406으로 평균깊이와 이송시간은 다소 높은 상관관계가 있다고 말할 수 있다.

5. 결론

우리나라 사망원인 중 2위가 심장질환이며 노령인구의 증가로 심정지 환자의 발생은 더욱 늘어날 것이다. 따라서 초기 대응이 중요한 심정지 환자의 신속한 처치 및 이송에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 도시 공간구조와 이송시간에 대한 상관관계 분석을 목적으로 수행되었으며 대구광역시 중구의 법정동들을 공간적 범위로 설정하였다.

대구광역시 중구에서 발생한 심정지 환자의 발생 동과 심정지 환자가 발생한 동별로 평균 이송시간을 산출하여 그래프와 축선도를 비교하였다.

구급차가 이동하는 도로의 중심선을 이용하여 대구광역시 중구의 축선도를 작성하고 경계 효과를 저감하기 위해 한 번에 대구광역시 중구의 축선도를 이용하여 분석하고 대구광역시 중구의 법정동 별로 정량적 지표를 산출하였다. 산출된 지표를 토대로 상관관계 분석을 수행하였다.

그 결과로 첫째, 심정지 환자는 사람이 많이 사는 주거지역에서 많이 발생하였으며 심정지 환자의 이송시간은 상업지역에서 높게 나왔다. 이는 유동인구가 많고 땅값이 높은 상업지역이 과거의 도시 공간구조에서 새로 개발되기 어려워 좁고 긴 형태의 도로로 인해 이송시간이 높아진다고 판단된다.

둘째, 법정동 별로 이송시간을 그래프로 나타내 대구광역시 중구의 축선도와 비교한 결과 평균 이송시간이 길었던 동은 도로가 동의 한쪽으로 편중되어 있다. 이 경우 도로망이 촘촘하게 등분되어 있지 않았다. 이는 구급차가 도로를 따라 이동하는 것을 고려하여 볼 때 구급차의 이동이 길어지고 구급차가 가지 못하는 공간이 많이 생겨 이송시간이 길어진다고 판단된다.

셋째, 축선도 분석을 통해 법정동 별로 산출된 데이터를 산출하여 이송시간이 가장 느린 22번과 이송시간이 가장 빨랐던 40번의 데이터를 비교한 결과 연결도, 통제도, 통합도, 국부통합도, 국부적 평균깊이는 이송시간이 느렸던 22번이 높게 나타났지만 평균깊이는 이송시간이 가장 빨랐던 40번이 높게 산출되었다.

넷째, 분석을 통해 산출된 데이터와 이송시간과의 상관분석 결과는 유의수준 이상으로 나타난 연결도, 통제도,

국부통합도, 국부적 평균깊이는 이송시간과의 관계가 거의 없다고 말할 수 있으며 유의수준 0.05 하에서 유의한 관계가 있는 항목은 통합도와 평균깊이였으며 통합도의 상관계수는 -0.396으로 낮은 상관관계가 있으며 평균깊이의 상관계수는 0.406으로 다소 높은 상관관계가 있었다.

다섯째, 통합도와 평균깊이는 반비례 관계이며 통합도 값이 높아지면 평균깊이의 값이 작아지며 통합도가 높다는 것과 평균깊이의 값이 작다는 것은 구급차의 이동에서 도로의 연결이 잘 되어 있지 않다고 말할 수 있으며 통합도의 값이 높아지거나 평균깊이의 값이 낮아지면 응급환자의 이송시간이 길어진다고 말할 수 있다.

연구의 결과를 바탕으로 응급환자 이송에 대한 도시 계획적 측면에서 다음과 같이 제시한다. 응급환자의 효율적인 이송을 위해서는 도시조직의 용도로 인하여 도로의 구축 밀도가 상이하더라도 응급 이송을 위한 도로의 확보가 필요하다. 또한, 이러한 도로의 계획 과정에서 개별 도시 조직과 긴밀한 연결 관계를 사전에 고려할 필요가 있다.

도로의 평균깊이의 분석값이 낮은 경우에 또는 통합도의 분석값이 높은 경우에 이송시간이 길게 나타난 점은 높은 교통량을 기대하는 도로의 공간구조와 이송시간의 연장이 관련이 있음을 나타낸다. 따라서 통합적인 공간구조를 보이는 도로의 구성은 응급환자를 이송해야 하는 상황에서 교통량을 통제하는 방안이 요구된다.

연구의 결과는 도로의 공간구조가 긴밀하게 연결되어 원활한 이동이 가능하다 하더라도 도로 이용자의 증가 정도를 원활하게 처리하지 못한다면 응급 이송에 효율적인 처리가 어려움을 제시하였다. 도로와 이와 연결되는 주변의 도시조직 관계가 응급 이송에 소요되는 시간에 영향을 미치므로 도시조직의 용도에 따라 응급 이송의 수요를 사전에 계획할 필요가 있음을 의미한다.

본 연구는 도시 공간구조를 정량적 데이터를 바탕으로 이송시간과의 상관분석을 실시하여 이송시간과 도시 공간의 구조의 관계를 도출하였다. 하지만 응급환자 이송에 대한 날씨 등 환경적 요소나, 응급환자가 발생한 구체적인 장소 등을 고려하지 못하였고, 대구광역시 중구만을 연구의 범위로 설정하였기 때문에 연구의 범위가 ‘구’ 범위에서 시 범위로 확장되거나 연구 대상지를 변경한다면 상이한 결과가 나타날 수 있다는 것이 연구의 한계점이다. 본 연구는 응급환자를 치료하는 의료시설과 도시 공간에서 이들의 공간적 배치가 도시환경의 부분으로 평가될 필요가 있음을 제시하였기에, 향후 도시계획 디자인 및 응급환자 이송에 대한 제도 개선에 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

References

1. Hwang, J., Lee, J., Park, S., Lee, D., Lee, B., & Na, B. (2010). 지리정보시스템을 이용한 대전광역시 응급의료 취약지 분석 [The Analysis of Underserved Emergency Medical Services Areas in Daejeon Metropolitan City Using a Geographic Information System]. *Journal of agricultural medicine and community health*, 37(2), 76-83.
2. Hang, K., Lee, K., Kim, J., & Lee, D. (2008). 지리정보시스템을 이용한 중증도별 병원전 환자이송시간 분석 [Severity-Based Analysis of Prehospital Transportation Time Using the Geographic Information System(GIS)]. *Journal of Korean Society of Emergency Medicine*, 19(2), 153-160.
3. Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press.
4. Kim, K. (2016). *GIS를 활용한 심정지, 심 · 뇌혈관질환, 중증외상환자 구급출동 공간분석 [A Spatial analysis of emergency response for cardiac arrest, cardiovascular · cerebrovascular, major trauma by GIS]*. (Unpublished master's thesis). Gachon University, Seongnam, Korea.
5. Korea Centers of Statistical Office. (2016). *Statistical explanation of cause of death*. Retrieved November 16, 2017, From <https://meta.narastat.kr/metasvc/index.do?confmNo=101054&inputYear=2016>.
6. Lee, S., Kweon, Y., Lim, D., Kim, M., Park, H., Kwon, H., & Ju, Y. (2016). 구급 빅데이터의 분석과 활용 방안에 관한 연구 [Analysis and utilization of emergency big data]. *The Korea Journal of Emergency Medical Services*, 20(1), 41-55.

7. Lee, Y. (2017). *사용자의 유형 특성에 따른 권역응급의료센터 공간 환경 디자인 개선방안에 관한 연구 - 환경심리 행태이론을 중심으로 - [A Study on the Improvement Space Environment Disign of Regional Emergency Medical Center based on User Type Characteristics - Focused on Environment Psychological Behavior -]*. (Unpublished master's thesis). Chung-Ang University, Seoul, Korea.
8. Lee, H. (2015). *공간구문론을 활용한 지역응급의료센터의 공간배치에 관한 연구 [The Space Arrangement for Local Emergency Medical Centers Using Space Syntax Theory]*. (Unpublished master's thesis) Kookmin University, Seoul, Korea.
9. Lee, M., Kim, S., Choi, D., Jun, D., Yoo, B., & Lee, D. (2002). 비외상성 병원전 심정지 환자의 심폐소생술 결과 [Outcome of Nontraumatic Prehospital Cardiac Arrest]. *The Korea Journal of Emergency Medical Services*, 13(4), 428-433.
10. National Emergency Medical Center of Korea. (2017). NEDIS 통계연보 [National Emergency Medical Center Statistical Year Book]. Retrived November 16, 2017, From http://www.e-gen.or.kr/nemc/statistics_annual_report.do?brdclscd=02.
11. The Korean Society of Emergency Medicine. (2017). *Emergency medicine common sense*. Retrived November 16, 2017, From http://www.emergency.or.kr/html/sub11_01.asp.
12. Yang, B. (2004). *GIS를 활용한 응급의료지의 효과적 분포 :강원영동권역의 응급의료를 대상으로 [The Application of GIS for Effective distribution of the Emergency Medical service area -For the subject of Emergency Medical service to Yongdong boundary district in Gangwon province]*. (Unpublished master's thesis). Kyung Hee University, Seoul, Korea.

도시공간구조와 응급이송시간의 관련성에 관한 연구

정기현¹, 권지훈^{2*}

¹계명대학교 일반대학원 건축학과, 대구, 대한민국

²계명대학교 건축학전공, 대구, 대한민국

초록

연구배경 도시 공간의 구조는 응급환자가 응급실에 도달하는 이송시간에 영향을 미치므로 의료적인 응급 상황의 중요한 요소이다. 본 연구의 목적은 도시 공간구조를 정량적으로 분석하고 이를 통해 산출되는 측정치와 응급이송시간 사이의 상관관계를 도출함에 있다.

연구방법 선행연구의 고찰 이후에 공공 지리 공간정보로부터 추출된 도시 도로의 중심선으로 축선도가 준비된다. 준비된 데이터는 축선도 분석에 이용된다. 개별적인 분석은 동 단위로 수집되지만, 전반적인 분석은 분석 모델의 경계에서의 잠재적인 결과 왜곡 현상인 경계효과를 줄이기 위하여 구 범위로 수행되었다. 개별 동에서의 응급이송시간과 공간구조 지표와 산출된 시간 결과의 상관관계가 분석되었다.

연구결과 연구결과 응급환자는 대부분 많은 사람들이 생활하는 주거지역에서 출현한다. 분석결과는 상업지역에서의 이송시간이 주거지역보다 더 오래 걸리는 점을 보인다. 다른 도로보다 긴 이송시간을 보이는 도로는 편중되어 있거나 연결이 빈약하다. 또한, 분석 결과는 통합도 지표와 평균깊이 지표가 이송시간과 관련이 있음을 보인다. 만약 통합도가 낮거나 평균깊이가 높으면 이송시간은 길게 나타났다.

결론 본 연구는 도시 공간의 구조와 이송시간 사이의 관계를 보인다. 또한, 응급환자를 치료하는 의료시설과 도시 공간에서 이들의 공간적 배치가 도시환경의 부분으로 평가될 필요가 있음을 제시한다.

주제어 응급이송, 도시공간구조, 응급실 접근, 의료 자원

*교신저자 : 권지훈 (jkweon@kmu.ac.k)