

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.3.91>

JCCT 2022-5-11

응급상황시 이송중인 구급차에서 신뢰할 수 있는 혈압계 검증

Verification of Reliable Blood Pressure Monitor in a Moving Ambulance during an Emergency

전재인*

Jeon, Jai-In*

요약 이 연구의 목적은 이동하는 구급차에서 혈압계의 신뢰성을 검증하기 위해 다양한 도로 상황에서 수동 및 자동 혈압계를 이용하여 혈압 및 시간 측정값을 분석하는 것이다. 첫째, 비포장 도로에서 수동 혈압계 측정 결과 수축기 혈압 편차가 5mmHg로 나타났다. 그러나 자동 혈압계는 2개의 측정 실패, 1개의 판독 실패를 보여주었으며 측정된 수축기 혈압 편차는 35mmHg였다. 측정 시간은 자동 혈압계보다 평균 102초 빨랐다. 둘째, 과속방지턱을 넘을 때 수동 혈압계의 측정은 130mmHg로 일정하게 유지되었다. 그러나 자동 혈압계의 수축기 혈압 편차는 52mmHg였다. 측정 시간은 자동 혈압계보다 평균 61초 빨랐다. 마지막으로 급커브 도로에서 수동 혈압계 측정 결과 수축기 혈압 편차는 5mmHg로 나타났다. 자동 혈압계는 판독 실패가 1회 있었고 측정된 수축기 혈압 편차는 21mmHg였다. 측정 시간은 수동 혈압계가 자동 혈압계보다 101초 빠른 것으로 나타났다. 그 결과 응급상황시 이송중인 구급차에서 수동 혈압계는 혈압 측정이 일정하고 측정 시간이 짧아 높은 신뢰도를 보였다.

주요어 : 응급상황, 구급차, 수동혈압계, 자동혈압계, 도로상황

Abstract The purpose of this study was to analyze the measurements of blood pressure and time using manual and automatic blood pressure monitors in various road conditions to verify reliable blood pressure monitor in a moving ambulance. First, the manual blood pressure monitor palpation on unpaved roads showed a systolic pressure deviation of 5 mmHg. However, the automatic blood pressure monitor showed two measurement failures, one reading failure, and the measured systolic pressure deviation was 35 mmHg. The measurement time was 102 seconds faster on average than the automatic blood pressure monitor. Second, the palpation of the manual blood pressure monitor while going over speed bumps remained constant at 130 mmHg. However, the automatic blood pressure monitor had a systolic pressure deviation of 52 mmHg. The measurement time was 61 seconds faster on average than the automatic blood pressure monitor. Finally, the manual blood pressure monitor palpation on the sharp curve road showed a systolic pressure deviation of 5 mmHg. The automatic blood pressure monitor had one reading failure and the measured systolic pressure deviation was 21 mmHg. The measurement time showed that the manual blood pressure monitor was 101 seconds faster than the automatic blood pressure monitor. As a result, in a moving ambulance during an emergency, the manual blood pressure monitor showed high reliability because the blood pressure measurement was constant and the measurement time was short.

Key words : Emergency, Ambulance, Manual Blood Pressure Monitor, Automatic Blood Pressure Monitor, Road Condition

*정회원, 광주대학교 소방행정학과 전임교수 (제1저자)
접수일: 2022년 3월 25일, 수정완료일: 2022년 4월 22일
게재확정일: 2022년 4월 27일

Received: March 25, 2022 / Revised: April 22, 2022

Accepted: April 27, 2022

*Corresponding Author: jji8911@naver.com

Dept. of Fire Administration, Gwangju Univ, Korea, Korea

I. 서 론

응급상황은 병원 전 단계로 사고 현장과 구급차에서 응급처치를 하고, 주변 소음과 차량이 흔들리는 불안정한 상황에서도 구급대원들은 혈압을 측정한다. 구급차는 다양한 도로를 운행하는데 대부분 도심의 도로는 아스팔트로 되어 있다. 도로가 발달하면 할수록 제한속도는 증가하게 되고, 운전자의 과속으로 인한 교통사고가 빈번하게 발생한다. 도심의 도로는 고지대를 지날 때 과속방지턱이 많고, 급경사로 이루어진 급커브 도로도 존재한다.

본 연구의 목적은 다양한 도로 환경에서 구급대원이 응급처치하고, 환자를 구급차로 이송할 때, 수동식 혈압계와 자동식 혈압계로 측정한 혈압값의 변화를 분석하는 데 있다. 응급상황용 혈압계와, 구급대원이 사용하는 혈압계는 수동식혈압계와 자동제세동기에 설치된 자동식혈압계로 나눌 수 있다. 흔들리고 소음이 심한 구급차 내에서 정확한 혈압 측정은 어렵다. 정확하게 측정되지 않은 혈압은 환자의 오진 및 부적절한 응급처치로 이어질 수 있다.

선행연구로는 모니터의 안정성과 응급실 학생들의 자세 변화에 따른 혈압측정의 정확도에 대한 선행 연구와, 병원 내에서 진료 전 수동 혈압계 측정법의 정확도에 대한 연구가 있다[1],[2]. 그러나 이송중인 구급차내에서의 혈압계비교는 찾아볼 수 없다.

한편, 이번 연구에서는 이동중인 구급차 내부에서 수동식 혈압계와 자동식 혈압계 혈압측정의 정확도를 비교하였다. 지금까지 비포장 도로, 과속방지턱 도로, 급커브 도로 등 다양한 도로 환경에서 수동 및 자동 혈압계 측정값의 변화율에 대한 연구는 없었다. 따라서 본 연구는 다양한 도로환경에서 수동식혈압계와 자동식혈압계의

측정결과를 바탕으로 응급상황 시 구급차에 사용되는 혈압계의 신뢰성을 검증하고자 한다.

II. 혈압계의 종류와 측정

1. 수동식 혈압 모니터

구급대원이 주로 사용하는 수동 혈압계는 aneroid이다[3]. 이 방법은 커프의 압력이 증가하면 팽창하는 금속 벨로우즈에 압력이 전달되고 레버의 원리에 의해 압력이 기록계에 표시된다. 측정 방법은 청진법과 촉진법이 있다[4]. 청진법은 환자의 팔을 감싸는 적절한 크기의 커프에 공기를 삽입하고, 동맥 맥박이 수축기 혈압 이상으로 가속되지 않는 지점에서 커프의 압력이 20-30 mmHg의 속도로 감압할 때 확인할 수 있다. 청진기는 혈압을 측정하기 위해 5단계로 나뉜다. Korotkoff 1단계에서 소리는 명확하게 들리며 이때를 수축기압으로 정의됩니다. 그러나 소리가 갑자기 희미해지는 Korotkoff 단계 4를 이완기 혈압으로 정의한다[5].

촉진법은 동맥 맥박이 너무 약하여 Korotkoff 소리를 청진할 수 없을 때 사용된다. 시끄러운 상황과 소음이 심한 환경에서 코르스코프 소리의 확인이 곤란할 때 혈압을 측정하는 데 도움이 된다. 청진기법은 혈압 측정의 오차를 줄일 수 있다[6].

2. 자동 혈압 모니터

오실로메트릭 방법은 자동식 혈압 모니터에서 자주 사용된다[7]. 이 방법은 혈압측정 시 커프 압력의 맥압에 따른 진동 크기의 시간 경과에 따른 미세한 변화에 따라 수축기 혈압과 이완기 혈압을 결정하는 방법이다[8]. 자동적인 혈압계는 측정방법이 용이하여 널리 사용된다[9]. 실제 상황에서 가장 많이 사용되는 구급차의 혈압계는

표 1. 수동식 및 자동식 혈압계의 장단점

Table 1. Advantages and disadvantages of manual and automatic blood pressure monitors

	Manual Blood Pressure Monitor	Automatic Blood Pressure Monitor
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> • Fast measurement time • Accurate measurement 	<ul style="list-style-type: none"> • Can be used simultaneously for first aid treatment • Easy to use despite lack of workers • Suitable for stable patients (AED)
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> • Stethoscope is difficult to measure when the site is noisy or the vehicle is shaking • Requires a lot of experience and skill 	<ul style="list-style-type: none"> • When vehicle is shaking, accuracy and reliability is low • Stimulated a lot by external factors and sensitive to vibration • Measurement takes a long time

AED(Automated External Defibrillator) 자동혈압계로 본체와 커프(Cuff)로 구성되어있다.

본체는 혈압을 측정하는 센서, 커프에 공기를 가압하는 에어펌프, 펌프를 작동시키는 모터, 측정결과를 표시하는 디스플레이 화면, 모니터를 제어하는 조절부로 구성된다. 커프는 공기압을 전달하는 호스와 에어 포켓으로 구성된다. 수술 시 전자동으로 가압 및 환기를 통해 고혈압, 저혈압 및 맥박수를 측정한다. 그러나, 커프의 크기, 동맥경직 등의 혈관 특성에 의존하기 때문에 오차율이 상대적으로 높다[10].

3. 표1은 수동 및 자동식 혈압계의 장·단점을 보여준다. 수동식 혈압계는 정확하고 빠르지만 많은 경험과 술기가 필요하다. 자동식혈압계는 사용하기 쉽지만 외부의 자극에 민감하다. 또한 외부요인으로 인해 정확도가 떨어지고 측정시간이 길어진다.

III. 실험조건 및 방법

이번 연구는 2021년 0월 0일부터 0월 0일까지 AED (Automated External Defibrillator)에 aneroid 수동식 혈압계와 자동식 혈압계를 설치하여 진행하였다. 실험은 다양한 도로 환경에서 구급차로 이송중인 구급대원에 의해 수행되었다. 수동식혈압계와 자동식혈압계(자동제세동기)로 10분 간격으로 5회 혈압을 측정하여 도로 환경에 따른 두 모니터의 정확도와 신속성을 비교

분석하였다.

1. 실험 조건

구급차 내에서 인공호흡기와 에어컨을 가동시켜 실제 상황과 유사하게 구성하고 구급차 내부에서 수동식 혈압계(aneroid)를 측진법으로 10분 간격으로 5회 혈압을 측정하였다. 또한 자동식혈압계(AED)도 10분 간격으로 5회 혈압을 측정하여 구급차 이송 시 혈압계의 측정시간과 혈압계의 변화율을 확인하여 혈압계의 유용성을 확인하였다. 이 연구의 대상은 표준 체격과 정상혈압(120/80)을 가진 30대 남성 5명이다.

혈압측정은 간호사출신의 구급대원과 2급응급구조사가 운전은 운전요원이 담당했다. 수동식혈압계는 아네로이드, 커프,압력계(300mmHg), 공기압펌프, 배기밸브, 청진기로 구성하였다. 자동식혈압계로 사용되는 자동제세동기는 맥박수, 호흡수 등의 활력징후를 동시에 측정할 수 있어 효과적이다. 표2와 같이 전원은 충전식 배터리를 사용하며 무게는 8.5kg 이하이다.

표 3에서 보는 바와 같이 실험에 사용된 구급차는 소방서에 비치된 구급차로서 좁은 주택가를 통과하기가 편리하다. 5인이 탑승할 수 있고, 전체 너비가 2m 미만, 차량 높이가 2.5m 미만으로 운행하기가 편리하다.

표 4는 실험장소의 구체적인 조건을 보여준다. 움직이는 구급차에서 혈압 측정 변화율을 평가하기 위해 비포장도로에서는 자동식혈압계로 40km/h로 측정하는 것이 불가능하므로 비포장도로에서는 20km/h의 일정한

표 2. 자동제세동기(AED) 사양

Table 2. Specification of automated external defibrillator (AED)

Power Source	Component	Monitor	Method of Use	Time of Use	Weigh
AC power source, rechargeable battery	System unit, EDG cable, vital sign measuring instrument, printer	5-11 inches	Turn on the upper power section	90 minutes (approx.)	Below 8.5 kg

표 3. 구급차 사양

Table 3. Specification of ambulance

Model	Gross Weight	Seating Capacity	Tire	Width	Height	Engine Power	Length
Hyundai Grand Starex	2,595 kg	5 people	215/70 R/16	1920 mm	2400 mm	175/3600	5150 mm

속도로 주행하였다. 과속 방지턱 도로와 급커브도로에서 구급차는 40km/h의 일정한 속도로 제한 속도에 따라 주행하였다. 실험의 신뢰도를 높이기 위해 실험은 총 5회 반복하였다.

2. 실험방법

구급차 운행 중 혈압 측정값의 변화율을 확인하였다. 초기 혈압 측정은 피 실험자의 팔에 커프를 감는 시간 때문에 약 15초의 준비시간이 필요하였다. 움직이는 구급차 내부에서 환자가 팔을 같은 위치에 편안하게 앉은 상태에서 수동식 혈압계를 작동시켰다. 실험의 정확도를 높이기 위해 수동식혈압계와 자동식혈압계를 사용

하는 실무 경험과 술기 갖춘 구급대원을 선발하였다. 측정은 수동식혈압계를 사용하여 측정하였다. 피실험자의 상완에 커프를 감고 구급차 탑승 중 10분 간격으로 5회 측정법을 사용하여 요골동맥의 수축기 혈압을 측정하였다. 피실험자 옆에 있던 구급대원이 팔을감싸는 커프를 사용하여 손목동맥의 맥박을 통해 수축기 혈압을 기록하였다.

자동식혈압계 측정에서 피실험자는 침대에 누워서 안전벨트를 매고 팔을 심장 높이와 같게 하고, 머리를 약간 들어올렸다. 커프를 왼쪽 상완에 감았고 시작 버튼을 눌러 수축기 및 이완기 혈압을 측정하였다. 구급차 이송 중 혈압을 5회 측정하여 변화율을 분석하였다.

표 4. 실험장소
Table 4. Experiment location

Location	Type of Road	Road Condition	Driving Method	Speed Bumps	Driving Speed
Hwarang-ro, Seongbuk-gu, Seoul	Unpaved road (sports field)	Soil	Drive straight then repeat curve	None	20 km/h
Hoegi-ro, Seongbuk-gu, Seoul	Speed bump road (flatland)	One way road, four straight-line curve sections	Drive measurement section 5 times	7 places, height of 7-9 cm	40 km/h
Bugaksan-ro, Seongbuk-gu, Seoul, Republic of Korea	Sharp curve road (slope)	One way road, four curve sections	Drive measurement section 5 times	4 places	40 km/h

표 5. 비포장도로에서의 혈압계 비교
Table 5. Comparison of blood pressure monitors on unpaved roads

Test Number	Vehicle Stat	Vehicle Speed (km/h)	Manual Blood Pressure Monitor		Automatic Blood Pressure Monitor		Note
			Palpation (mmHg)	Measurement Time (seconds)	Automated Electronic Defibrillator (mmHg)	Measurement Time (seconds)	
1	Moving	20	125	15	Measurement Failur	230	Wrapped cuff
2	Moving	20	130	15	Reading Failure	95	
3	Moving	20	130	15	Measurement Failure	130	
4	Moving	20	130	15	152/99	40	
5	Moving	20	130	15	117/80	90	
Average	-	20	129.00	15.00	-	117.00	

IV. 실험 결과 및 고찰

1. 비포장 도로

표5는 비포장도로에서의 혈압측정 결과이다. 움직이는 구급차에서 측진이 기록되었을 때 표시된 값은 수축기 혈압 130mmHg로 4회 표시되었고, 최소값은 수축기 혈압 125mmHg로 1회 표시되었다. 이동하는 구급차내에서 자동식혈압계의 측정결과는 최대값 152/99mmHg, 최소값 117/80mmHg였으며, 역시 측정실패 2건, 판독불량 1건이 나타났다. 수동혈압계의 최대편차는 5mmHg이고 자동식혈압계의 최대편차는 35mmHg로 나타났다. 수동식혈압계의 정확도가 더 높음을 알 수 있다. 움직이는 구급차에서 평균혈압 측정시간은 수동식혈압계의 경우 15.00초, 자동식혈압계의 경우 117.00초 나타났다. 수동식혈압계의 측정시간은 평균 102초 빨랐다.

구급차 탑승 시 기록된 최고 혈압측정치는 수동식혈압계로 129mmHg, 자동식혈압계로 152/99mmHg로 큰 차이가 있었다. 측정시간은 수동식혈압계의 경우 15초, 자동식혈압계의 경우 117.00초로 100초이상의 차이가 발생하였다. 구급차는 20km/h의 속도로 움직였다. 그 결과 비포장도로 주행과 같이 진동이 많은 조건의 경우 측정값의 변화율이 커서 신뢰도가 낮은 것으로 확인되었다. 따라서 자동식 혈압계로 혈압을 측정할 경우에는 가능한 가장 안정적인 상태에서 측정하여야 한다. 혈압 측정의 정확도를 높이려면 수동식혈압계로 측정하여 자동식혈압계의 오류를 방지하여야 한다.

2. 과속방지턱 도로

표 6은 과속방지턱이 있는 도로의 혈압계 측정값을 비교이다. 5번의 검사 모두에서 측진은 수축기 혈압 130mmHg에서 일정했기 때문에 평균 수축기 혈압은 130mmHg로 나타났다. 자동식혈압계는 이동중인 구급차 안에서 최고 수치가 152/80mmHg, 최저수치가 100/78mmHg로 나타났다. 자동식혈압계의 최대 수축기 혈압 편차는 52mmHg로 수동식혈압계보다 높게 나타나 수동식혈압계가 더 정확함을 확인하였다. 혈압측정 시간은 수동식 혈압계는 측진 측정에 평균 15초, 자동식혈압계는 평균 76초로 나타났다. 수동식혈압계는 불안정한 상황과 움직이는 구급차 안에서 사용할 때 자동식 혈압계보다 평균 61초 빨랐다.

3. 급커브 도로

표 7은 급커브 도로에서 이동중인 구급차 안에서 혈압계 측정값이다. 수동식혈압계로 측진측정은 최소값 120mmHg 4회, 최대값 125mmHg 1회로 다양하게 나타났다. 자동식혈압계로 기록된 최고수치는 126/83mmHg, 최저수치는 105/64mmHg로 나타났다. 또한 자동식혈압계는 판독 오류가 1회 발생하여 혈압측정치를 알 수 없었다. 구급차가 급커브에서 급회전하다 과속방지턱을 넘을 때 센서가 오작동하여 나타난 결과로 보인다. 측진시 혈압측정 편차는 5mmHg로 나타났다. 이런 현상은 측정하는 사람이 균형을 유지하기 어렵고 요골동맥의 맥박을 정확하게 감지하기 어려워 급회전 시 측정이

표 6. 과속방지턱 도로의 혈압계 비교

Table 6. Comparison of blood pressure monitors on speed bump roads

Test Number	Vehicle Stat	Vehicle Speed (km/h)	Manual Blood Pressure Monitor		Automatic Blood Pressure Monitor		Note
			Palpation (mmHg)	Measurement Time (seconds)	Automated Electronic Defibrillator (mmHg)	Measurement Time (seconds)	
1	Moving	40	130	15	148/78	50	Wrapped cuff
2	Moving	40	130	15	114/79	60	
3	Moving	40	130	15	100/78	90	
4	Moving	40	130	15	152/80	90	
5	Moving	40	130	15	105/76	90	
Average	-	40	129.00	15.00	-	76.00	

표 7. 급곡선 도로에서의 혈압계 비교

Table 7. Comparison of blood pressure monitors on sharp curve roads

Test Number	Vehicle Stat	Vehicle Speed (km/h)	Manual Blood Pressure Monitor		Automatic Blood Pressure Monitor		Note
			Palpation (mmHg)	Measurement Time (seconds)	Automated Electronic Defibrillator (mmHg)	Measurement Time (seconds)	
1	Moving	40	120	15	115/72	180	Wrapped cuff
2	Moving	40	120	15	110/68	80	
3	Moving	40	125	15	Reading Failure	90	
4	Moving	40	120	15	105/64	150	
5	Moving	40	120	15	126/83	80	
Average	-	40	121.00	15.00	-	116.00	

관란하여 나타난 결과로 판단된다. 자동식혈압계의 편차는 21mmHg로 수동식혈압계의 정확도가 자동식혈압계보다 높았다. 움직이는 구급차 내부의 평균 혈압 측정시간은 수동식혈압계의 경우 15초, 자동식혈압계는 116.00초로 나타났다. 수동식혈압계는 운전 중 불안정한 상황에서 사용할 때 자동식 혈압계보다 평균 101초 빠른 것을 알 수 있다.

V. 결 론

이 연구의 목적은 이송중인 구급차안에서 혈압계의 신뢰성을 검증하기 위하여 비포장도로, 과속방지턱 도로 및 급커브도로에서 수동 및 자동식혈압계를 사용하여 혈압측정 및 측정시간을 분석하는 것이다. 실험결과는 다음과 같다.

(1) 비포장도로

수동혈압계의 측진측정에서 수축기 혈압이 5mmHg의 편차가 나타났다. 자동식혈압계는 구급차운행중 측정실패 2회, 판독실패 1회가 나타났고, 측정 중 수축기 혈압의 편차가 35mmHg가 나타나 자동식혈압계의 정확도가 떨어졌다. 비포장 도로의 불안정한 도로환경이 구급차에 진동을 발생시켜 혈압계 센서가 오작동하여 나타난 결과로 판단된다. 측정시간은 수동식혈압계가 약 102초빨랐다.

(2) 과속방지턱도로

수동식혈압계의 구급차운행중 수축기 혈압은 130 mmHg로 일정하게 나타났다. 자동식혈압계는 구급차 주행중 수축기혈압의 편차가 52mmHg로 나타났다. 이는 과속방지턱으로 인한 구급차의 소음과 진동이 비포장도로보다 큰 것이 원인으로 판단된다.

(3) 급커브도로

수동식혈압계의 수축기혈압 편차는 5mmHg로 측정되었다. 자동식혈압계는 구급차운행중 1번의 판독실패가 있었고, 측정된 수축기 혈압편차는 21mmHg로 나타났다. 이러한 차이는 급회전 시 차체의 흔들림으로 인해 감지 센서가 도작동하여 나타난 것으로 판단된다. 측정시간은 자동식혈압계보다 수동식혈압계가 101초 빠르게 나타났다.

References

[1] Shin-Ae Won, Assessment of accurateness in blood pressure measuring by EMT students, Graduate School Korea National University of Transportation, (2014).
 [2] Sung-Hoon Hwang, Accuracy of blood pressures (BPs) measurements by 119 Emergency Medical Technician, Department of Emergency Medical Technology, Graduate School Korea National University of Transportation, (2017).

- [3] Sung-Hoon Hwang, Accuracy of blood pressures (BPs) measurements by 119 Emergency Medical Technician, Department of Emergency Medical Technology, Graduate School Korea National University of Transportation, (2017), p, 15.
- [4] 119 Emergency On-Site Quick Guidelines,81.
- [5] Shin-Ae Won, Assessment of accurateness in blood pressure measuring by EMT students, Graduate School Korea National University of Transportation, (2014), pp, 15-16.
- [6] Shin-Ae Won, Assessment of accurateness in blood pressure measuring by EMT students, Graduate School Korea National University of Transportation, (2014), p,16.
- [7] Ah-Young Jeon, Estimation of mean blood Pressure by oscillometric method, Department of Interdisciplinary Program in Biomedical Engineering Graduate School Pusan National University, (2014), p,2.
- [8] Young-Soo Kim, An Oscillometric-Based Blood Pressure Estimation Algorithm, Dept.of Electronics Engineering Graduate School,Chongju University, (2011), pp,15-16.
- [9] Nou-Yun Bae,Com parison of Direct and Indirect Measurements of Blood Pressure. Departm ent of Nursing The Graduate School of Ew ha Wom ans University, (2001), p,7.
- [10]Jung, Woon Mo, A study on improvement of the accuracy of Noninvasive Blood Pressure Measurement Using Multiple bio-signals, Dept. of Biomedical Engineering The Graduate School Yonsei University, (2010), p,2.

※ 이 논문은 2022년도 광주대학교 대학연구
비의 지원을 받아 수행됨.