출혈을 일으킨 흰쥐에서의 PTT와 수축기 혈압 비교

The Comparison of PTT and Systolic Blood Pressure in a hemorrhaged Rat

심영우*, 이주형**, 양동인**, 김덕원***
Young Woo Shim*, Ju Hyung Lee**, Dong In Yang**, Deok Won Kim***

Abstract - Hemorrhage shock occupies high rate in trauma patient's mortality and blood pressure is the variance that judges early diagnosis and the effect of remedy. Systolic blood pressure is related to pulse transit time (PTT). PTT means the time that is required to flow from the heart to peripheral artery. PTT is influenced from the length, cross section and stiffness of the blood vessels. It is hard to evaluate the correlation between systolic blood pressure and PTT because they are variable in human body. In this paper, we evaluated the correlation between the systolic blood pressure and PTT in normal and hemorrhage states using standardized rat. PTT is defined as the time differences between the R peak and the peak of pulse wave. The analyzed time differences of ECG and blood pressure are analyzed every 5minutes for 30 seconds when there is before and after bleeding. Before bleeding, systolic blood pressure and PTT are steadily preserved but when the bleeding comes started, systolic blood pressure is declined. However PTT was increased and decreased. Under the circumstance that the standardized rat is controlled by age, the length of the blood vessels, and any disease, it shows that PTT measurement using systolic blood pressure of bleeding is impossible.

Key Words : Hemorrhage shock, pulse transit time, systolic blood pressure

1. 서 론

쇼크란 조직이 필요로 하는 산소 요구량을 적절하게 공급해 주지 못하는 순환기계의 병태 생리적인 상태를 말하며 이러한 상태가 지속되는 경우 각 장기의 기능 저하나 손상이 일어나며 궁극적으로는 장기 기능부전증을 초래한다[1]. 이러한 쇼크 상태에서 회복하기 위해서는 체내의 생리적 보상 기전이 가동되거나 외부에서의 약물에 의한 중재가 필요하며 약물 치료 시에는 체내의 항상성과 회복 기능의 손상이 일어나지 않도록 주의하여야 한다[2]. 출혈성 쇼크로 인한 전 세계적 사망자는 1990년에는 500만 명으로 보고되었으며, 2020년에는 800만 명 까지 증가할 것이라고 한다[3]. 때문에 초기 출혈성 쇼크의 진단 및 예후 판정이 매우 강조되고 있다. 하지만 현재 출혈성 쇼크의 최종적 판정은 의사의 개인적인 판단 하에 이루어지고 있다.

쇼크 환자에서 상태와 예후를 평가하는 방법으로는 혈역학적 지표와 혈중 매개체 등이 주로 사용되고 있다. 혈역학적 지표로는 평균 동맥압, 중심 정맥압, 혈압, 맥박수, 심박출량, 심박출계수, 쇼크 계수 등이 사용되고 있다[4]. 이러한 생체 신호의 변화를 이용한 출혈성 쇼크의 객관적인 쇼크 모델을 제안하기 위한 연구는 그 필요성이 절실하다. 이주형 등은 '출혈량에 따른 출혈성 쇼크로 인한 백서에서의 생리 변화에 관한 연구'에서 심전도, 혈압 체온, 호흡을 사망 직전까지 연속적이고 안정적으로 측정하였다[5]. 연구에서 혈압은 쇼크 판정의 중요한 생체 신호로서 흰쥐의 대퇴동맥에서 침습적으로 측정되었다. 하지만 침습적인 방법은 연속적으로 정확한 혈압 측정이 가능하다는 장점을 가지고 있지만 카테터를 혈관내에 삽입하는 것에 따른 기술적인 문제와 감염과 같은 부작용의 위험이 따르는 단점이 있다[6]. 이에 본 연구에서는 쇼크 모델 제안의 요소인 침습적 방법의 혈압을 대체하기 위하여 심전도의 R파와 맥파 최대값의 시간차를 이용한 비침습적 방법인 맥파전달시간(pulse transit time, PTT)을 흰쥐에서 침습적으로 측정된 수축기 혈압과 비교하고자 하였다.

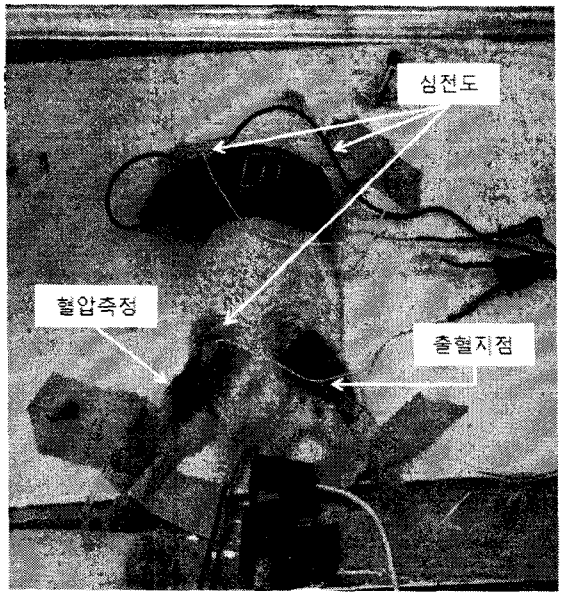
저자 소개
* 심 영 우 : 연세대학교 의과대학 의과학과 석사과정
** 이 주 형 : 연세대학교 생체공학협동과정 석사과정
** 양 동 인 : 연세대학교 생체공학협동과정 석사과정
***김 덕 원 : 연세대학교 의과대학 의학공학교실 교수

2. 본 론

2.1 실험 방법

체중 345g의 Sprague-Dawley rat 수컷 1마리에 대해 출혈을 일으켰으며, 체중 100g당 2.5ml의 출혈을 15분 동안 일으켜 쇼크를 유도하였다. 마취는 복강 내 주사로 마취한 후(300g/0.18ml, Zoletil, Virbac, France) 앙와위로 고정하였고, 양쪽 서혜부에 최소한의 절개를 하여 <그림 1>과 같이 동맥혈압 측정을 위해 우측 대퇴동맥에 24gauge 카테터(Becton Dickinson Korea, Korea)를 삽입하였고, 출혈을 위해 좌측 대퇴정맥을 통해 하대정맥으로 22gauge 혈관 내 카테터를 삽입하였다. 심전도는 침습적인 바늘 전극을 통해 PowerLab 8/30

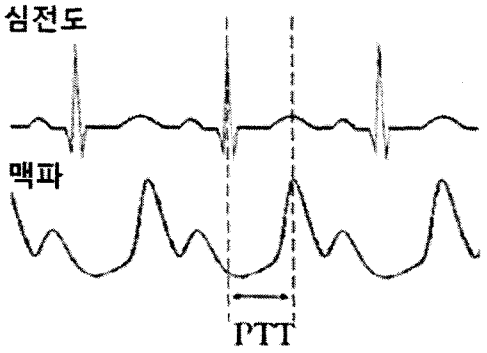
(ADinstuments, U.S.A)을 이용하여 양쪽 팔 위치에서 측정되었다. 실험동물과 실험은 연세대학교 의과대학의 실험동물위원회의 방침 및 동물 실험에 관한 법규를 준수하였다.



<그림 1> 흰쥐에서 심전도와 혈압 측정 및 출혈 준비 상태

2.2 분석방법

맥파전달시간은 심장에서 출발한 맥동성 압력파가 대동맥 판막으로부터 몸의 말초 부위까지 전달되는데 걸리는 시간을 말한다. 맥파전달시간은 혈관의 유순도(compliance)에 비례하며 혈관의 길이, 단면적, 혈관벽의 특성에 영향을 받는다[7]. 맥파전달시간은 <그림 2>와 같이 심전도의 R파와 맥파의 최대값 사이의 시간을 측정하여 구할 수 있다. 이 때의 PTT 분석은 LabChart6(AD Instruments, USA) 프로그램을 사용하였다. 획득된 PTT는 흰쥐의 출혈 전, 중, 후 구간에서 5분 간격으로 30초 동안 수축기 혈압과 함께 분석되었다.



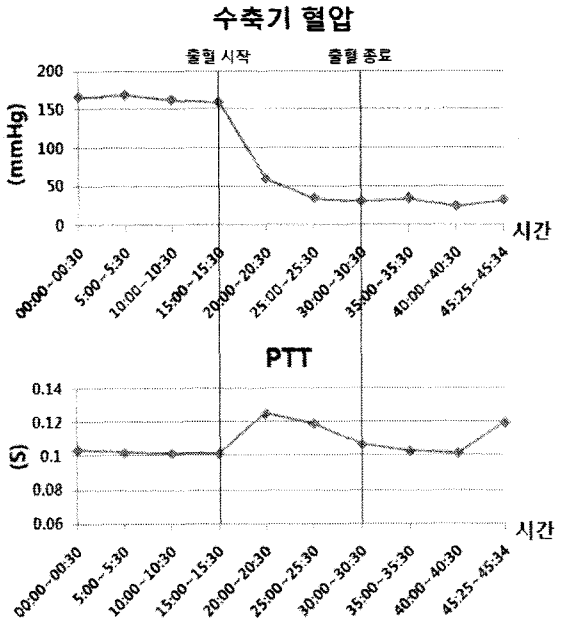
<그림 2> 심전도와 맥파를 이용한 맥파전달시간

3. 결 과

연구 결과 출혈 전, 중, 후 구간에서 5분 간격으로 30초 동안 측정된 수축기 혈압과 PTT 값은 <표 1>과 같다. 이것을 <그림 3>에서 보면 출혈 전 수축기 혈압과 PTT 값은 일정하게 유지되나, 출혈이 시작되면 수축기 혈압은 감소하고 PTT 값은 증가하게 된다. 그러나 출혈 중 구간에서 PTT 값은 얼마간 증가 한 후 다시 감소하여 출혈 전 구간에서의 PTT 값과 유사한 값을 나타낸다. 출혈 종료 후에도 수축기 혈압은 거의 일정한 값으로 유지되었고 PTT 값 또한 일정하게 유지되었으나, 사망 직전 순간적으로 증가하는 형태를 보였다.

<표 1> 구간 별 수축기 혈압과 PTT의 평균과 표준오차

	수축기 혈압(mmHg)	PTT(s)
00:00~00:30	166.54±0.35	0.1033±0.000051
05:00~05:30	169.09±0.33	0.1018±0.000045
10:00~10:30	162.46±0.29	0.1014±0.000052
15:00~15:30	159.24±0.34	0.1011±0.000064
20:00~20:30	59.61±0.26	0.1249±0.00038
25:00~25:30	34.43±0.14	0.1189±0.00024
30:00~30:30	30.47±0.21	0.1065±0.00037
35:00~35:30	33.96±0.20	0.1026±0.00029
40:00~40:30	23.66±0.08	0.1013±0.00023
45:25~45:34	31.64±4.02	0.1195±0.00087

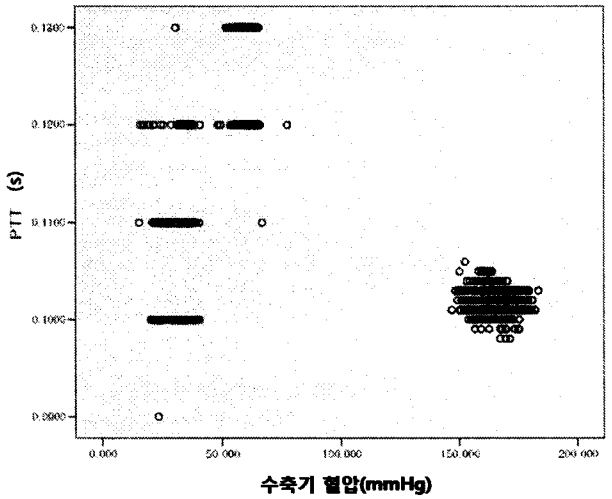


<그림 3> 구간 별 수축기 혈압과 PTT 그래프

4. 고 찰

본 연구의 목적은 쇼크 모델 제안의 요소인 침습적 방법의 혈압을 대체하기 위하여 심전도의 R파와 맥파 최대값의 시간차를 이용한 비침습적 방법인 맥파전달시간(pulse transit time, PTT)을 흰쥐에서 침습적으로 측정한 수축기 혈압과 비교하는 것으로서 그 관계를 알아보고자 하였다. M Nitzan 등은 손가락과 발가락에서 측정한 광전용적맥파(photoplethysmograph, PPG)를 이용하여 얻은 PTT 값과 수

축기 혈압 값을 비교한 결과, 수축기 혈압이 증가 할수록 PTT 값은 감소한다는 결과를 얻었다[8]. 그러나 본 연구 결과를 SPSS 10(SPSS Inc., USA)을 이용하여 <그림 4>와 같이 산점도를 그려봤으나 이전 연구와는 다른 결과를 보였다. 출혈 전에는 수축기 혈압과 PTT 값 모두 일정하게 유지되나 출혈이 시작되면 PTT 값은 증가하다가 감소하는 형태를 보이는데, 이는 PTT 값에 영향을 줄 수 있는 나이, 키, 질병 유무 등이 통제된 실험용 흰쥐를 사용하였으므로 이 외의 다른 변수가 작용하여 PTT 값에 변화가 발생한 것으로 판단된다. 또한, 출혈 후 구간에서 PTT 값이 크게 증가하는데 이는 사망 직전 심전도와 맥파의 손실로 인한 것으로 판단된다. 결국 PTT를 수축기 혈압의 추정은 불가능 하였다. 본 연구는 수축기 혈압과 PTT 값의 관계를 알아보고자 하였으나 분석한 개체수가 1마리밖에 되지 않아 객관적 판단이 어려웠다. 차후 연구에서는 현재 보다 개체수를 늘려 수축기 혈압과 PTT 값의 관계를 명확하게 규명할 수 있을 것이라 사료된다.



<그림 4> 수축기 혈압과 PTT의 산점도 그래프

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R01-2007-000-20819-0).

참 고 문 헌

[1] Hassoun HT, Kone BC, Mercer DW, Moody FG, Weisbrodt NW, Moore FA, 'Post injury multiple organ failure: the role of the gut', Shock, 15:1-10, 2001.

[2] 장원채, 범민선, 정인석, 홍여주, 오봉석, '흰쥐에서 출혈성 쇼크 후 회복 시 저체온법 및 수액 치료에 따른 폐장의 염증성 변화', 대흉외지, 39:879-890, 2006.

[3] CJ Murray and AD Lopez, 'Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study', Lancet, 349:1498-1504, 1997.

[4] Wilson M, David DP, Coimbra R, 'Diagnosis and monitoring of hemorrhagic shock during the initial resuscitation of multiple trauma patients: a review', J Emerg Med, 24:413-422, 2003.

[5] 이주형, 이탁형, 김수찬, 정상원, 김덕원, '출혈량에 따른 출혈성 쇼크로 인한 백서에서의 생리 변화에 관한 연구', 정보 및 제어 학술대회, 131-132, 2008.

[6] 이상민, 박은경, 김인영, 김선일, '맥파전달시간과 신체특징 파라미터를 이용한 수축기 혈압측정', 전자공학회논문지, 42:145-150, 2005.

[7] 최병철, '광전용적맥파를 이용한 맥파전달시간 시스템 구현 및 평가', 공학박사학위 논문, 부산대학교, 2004.

[8] M Nitzan, B Khanokh and Y Slovik, 'The difference in pulse transit time to the toe and finger measured by photoplethysmography', physiological Measurement, 23:85-93, 2002.