정상 혈압군과 고혈압군에서의 맥파 파라미터 분석에 관한 연구

김은근, 허현, 남기창, 허영
한국전기연구원

Pulse Wave Parameters Changes between Normotensive and Hypertensive Group

Eun-Geun Kim, Hyun Heo, Ki-Chang Nam, Young Huh
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - In this study, pulse wave parameters changes were verified between normotensive and hypertensive group. To measure pulse wave in radial artery, non-invasive tonometric pulse wave measurement device (SphygmoCor PX, AtCor, Austrailia) was used. 136 subjects participated in this study. Among 20 parameters, 16 parameters changes were analysed($p < 0.05$) between normotensive(n=104) and hypertensive group(n=32). As a results, several parameters related with pulse pressure, reflective pulse wave, systolic and diastolic function of heart showed significant difference between normotensive and hypertensive group.

1. 서 론

심혈관 질환은 5대 만성 질환중 하나이며 고혈압은 심혈관 질환의 주요 위험 요소이다. 혈압은 동맥혈관의 벽에 가해지는 혈액의 압력을 의미한다. 심장 수축 시마다 혈액이 박출되어 동맥을 따라 이동하면서 나타나는 압력 박동, 즉 맥파의 최고점과 최저점으로 각각 수축기, 이완기 혈압을 추정할 수 있다[1]. 일반적으로 수축기 혈압 140 mmHg 이상, 이완기 혈압 90 mmHg 이상인 경우를 고혈압이라 한다[2].

혈압을 측정하는 방법에는 오실로메트리[3], 토노메트리[4], 맥파 전달속도(PWV)[5]나 맥파 전달 시간(PTT)[6]을 이용하여 혈압 값을 추정하는 방법 등이 있다. 이러한 방식 모두 맥파의 시간축과 진폭에 관한 정보를 이용하여 혈압 값을 계산하게 된다. 이는 맥파의 특징 점이나 시간 정보가 혈압 값에 영향을 미친다는 것을 의미하며 정확한 혈압을 추정하기 위해서는 맥파의 분석 요소들 중에서 혈압과 긴밀한 관련성이 있는 요소들을 정의할 필요가 있다. 사전 연구결과에서는 측정 자세에 따른 맥파를 측정하여 비교한 결과, 앉은 자세와 누워 있을 때의 자세에 비해 서 있을 때 측정한 맥파에서 파형의 변화가 관찰된 바 있다[7].

본 논문에서는 혈압에 영향을 미치는 맥파의 요소들을 파악하기 위하여 고혈압군과 정상 혈압군 사이에서의 차이가 나는 맥파 파라미터들을 분석하고 변화 정도를 확인하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

피실험자의 혈압과 요골동맥에서의 맥파를 측정하기 위하여 오실로메트릭 방식의 혈압계인 HEM-770A(Omron, Japan)와 그림 1(a)에서의 SphygmoCor(AtCor, Austrailia)를 사용하였다. 피실험자의 수축기, 이완기 혈압은 상완에서 측정한 뒤, 요골동맥에서의 맥파를 측정하였다. SphygmoCor는 요골 동맥에서 측정된 맥파형의 분석 뿐만 아니라 대동맥 파형을 추정할 수 있는 장비로 활용되고 있다[8]. SphygmoCor를 이용하여 피실험자 136명을 대상으로 좌/우 요골동맥에서의 맥파를 측정하였다. 측정 자세는 안정을 취하고 편하게 누운 상태였으며(그림 1(b)), 실험 전 피험자에게 충분한 실험과정에 대한 설명을 하고 동의를 얻었다. 피실험자의 연령별 분포는 표 1과 같다.

<표 1> 피 실험자 연령별 분포

연령 (세)	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	60 이상	계
남자	0	20	10	12	15	5	3	65
여자	1	25	11	12	17	4	1	71
계	1	45	21	24	32	9	4	136

(a) (b)

<그림 1> 맥파 측정 장비 및 측정 방법

피실험자의 혈압과 SphygmoCor를 통해 측정된 맥파 파라미터들을 비교, 분석하기 위하여 수축기/이완기 혈압이 140/90mmHg 이상을 고혈압군(n=32), 그 이하를 정상 혈압군(n=104)으로 분류하였다. 측정된 데이터는 SphygmoCor 분석 프로그램을 통해 아래의 20가지 항목에 대한 비교를 하였다. 표 2에 표시된 맥파 분석 파라미터들 중에서 Central 파라미터들은 요골동맥에서 측정한 데이터를 바탕으로 추정된 대동맥의 특성 파라미터 값들이다.

<표 2> 맥파 분석 파라미터

Parameters	Description	Unit
P_T1	Time to 1st peak at radial artery	ms
P_T2	Time to 2st peak at radial artery	ms
T2-T1	Difference between t2 - t1	ms
P_P1	Peripheral pressure at t1	mmHg
P_P2	Peripheral pressure at t1	mmHg
ED	Ejection Duration	ms
P_AI	Peripheral Augmentation Index	%
DPDT	Peripheral Pulse Maximum dp/dt	mmHg/ms
P_ESP	Peripheral End Systolic Pressure	mmHg
PP_AMP_R	Pulse Pressure Amplification Ratio Radial/Central	%
HR	Heart Rate	bpm
SEVR (C-SVI)	Central Buckberg Sub endocardial Viability Ratio	%
C_SP	Central Systolic Pressure	mmHg
C_DP	Central Diastolic Pressure	mmHg
C_MEANP	Central Mean Pressure	mmHg
C_TTI	Central Tension Time Index	area/min
C_DTI	Central Diastolic Time Index	area/min
C_PH	Central Pulse Height	mmHg
C_AI	Central Augmentation Index	%
C_T1R	Time of the Start of the Reflected Wave	ms

통계 분석은 SPSS 12.0(SPSS INC., USA)을 이용하였으며, 각각의 맥파 파라미터들에 대한 통계적 유의성을 확인하기 위하여 유의수준 0.05에 대하여 좌/우 맥파 비교에 대한 paired t-test 와 그룹간의 비교

를 위한 independent t-test를 하였다.

2.2 실험 결과

표 3은 136명의 피실험자를 대상으로 SphygmoCor를 이용해 측정한 맥파의 20개 분석 파라미터들에 대한 평균과 표준편차이다. 좌/우에서 측정한 데이터는 유의한 차이를 보이지 않았기 때문에 통합처리 하였다. 그 결과 P_T1, P_T2, T2_T1, SEVR을 제외한 16개 파라미터가 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 고혈압군에서 정상군보다 값이 증가한 파라미터는 P_P1, P_P2, P_AI, DPDT, P_ESP, HR, C_SP, C_DP, C_MEANP, C_TTI, C_DTI, C_PH, C_AI 이었다. 반면에 ED, PP_Amp_R, C_T1R에 대해서는 고혈압군에서의 맥파 파라미터 값이 정상군보다 감소하였다.

<표 3> 맥파 분석 파라미터

Dependent Variable	정상혈압군 (n=104)		고혈압군 (n=32) (SP≥140 or DP≥90mmHg)		Sig.
	평균	표준편차	평균	표준편차	
P_T1	105.8	16.2	103.0	16.0	0.220
P_T2	214.5	22.8	208.2	18.9	0.050
T2_T1	108.5	22.8	104.7	19.6	0.239
P_P1	117.8	10.6	147.2	21.4	0.000
P_P2	102.6	11.7	135.2	28.3	0.000
ED	308.6	31.3	294.7	28.9	0.002
P_AI	67.3	20.5	77.2	20.1	0.001
DPDT	693.1	179.9	885.4	313.7	0.000
P_ESP	89.7	8.9	113.5	19.3	0.000
P_Amp_R	145.9	21.8	139.0	22.5	0.030
HR	69.1	10.5	72.3	11.4	0.038
SEVR	161.6	26.9	161.9	30.5	0.959
C_SP	105.4	9.3	134.6	22.9	0.000
C_DP	74.6	8.2	94.3	12.6	0.000
C_MEANP	88.6	8.2	111.8	15.5	0.000
C_TTI	2054.3	294.7	2598.9	493.4	0.000
C_DTI	3262.0	361.7	4109.9	616.0	0.000
C_PH	30.7	5.8	40.4	16.4	0.000
C_AI	123.1	23.3	130.1	23.7	0.035
C_T1R	114.4	14.9	139.3	14.4	0.017

정상 혈압군과 고혈압군 사이의 유의차를 보인 맥파 파라미터들 중에서 표 3에서 음영으로 표시되지 않은 항목들은 상완에서 측정한 수축기, 이완기 혈압에서 직관적으로 추측할 수 있는 변화이다. 이 외의 항목들은 혈압에 의해 영향을 받은 맥파의 변형에 의해 추정된 변화로 볼 수 있다.

대동맥 맥압에 대한 요골동맥 맥압의 상대적인 크기(%)를 나타내는 PP_AMP_R은 정상혈압군보다 고혈압군에서 감소하였다. 이는 잠재적인 고혈압 가능성을 의미하는 맥압(pulse pressure)이 심장에서 말초 동맥으로 전달되는 혈관의 특성에 의해 영향을 받는다는 것을 나타낸다. 또한 P_P2, P_AI, C_AI, C_T1R은 혈액의 흐름에서 반사파와 관련된 진폭과 시간 정보들이다. 따라서 반사파는 혈관의 탄성과 외부저항과 관련되며 이는 혈압에도 영향을 미친다는 것을 의미한다. ED, P_ESP, C_TTI, C_DTI는 심장의 수축 및 이완기에 관련된 맥파 파라미터들이며, 곧 혈압이 심장의 수축 및 이완 기능에 의해도 영향을 받는다는 것이다.

3. 결 론

본 연구에서는 혈압에 영향을 미치는 맥파의 요소들을 파악하기 위하여 피 실험자 136명을 대상으로 측정한 혈압과 맥파를 이용하여 고혈압군과 저혈압군 사이의 맥파 파라미터를 분석, 비교하였다. 그 결과 PP_AMP_R, ED, P_AI, P_ESP, P_P2, C_TTI, C_DTI, C_AI C_T1R 파라미터들을 통하여 고혈압군과 정상군 사이에는 심장과 말초동맥에서의 맥압 변화율, 동맥에서의 반사파, 심장의 이완 및 수축 기능에 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

그러나, SphygmoCor의 특성상 맥파 진폭의 최대값과 최소값을 수축기 혈압과 이완기 혈압에 대응시키는 방법을 사용하기 때문에 실제 맥파의 진폭에 관한 절대량을 확인하기 어렵다. 따라서 맥파 진폭에 관한 정보와 센서에 가해지는 압력의 절대 값을 알 수 없기 때문에 맥파 진폭과 혈압의 상관관계에 대해서는 확인할 수 없었다. 향후 정량적인 가압이 가능한 토노메트리 방식의 맥파 측정을 통하여 가압 대비 맥파의 변화를 측정하여 혈압에 영향을 미치는 원인에 대한 정량적 정성적 연구가 필요한 것으로 사료된다.

[후 기]

본 연구는 지식경제부의 차세대 신기술 개발사업 지원으로 수행되었음 (과제번호 : 10028436).

[참 고 문 헌]

[1] WW. Nichlos, "Clinical measurement of arterial stiffness obtained from noninvasive pressure waveforms", American Journal of Hypertension, Vol.18, pp.3S-10S, 2005
[2] 배종화 외, "2004년도 우리나라의 고혈압 진료 지침.", 대한고혈압학회, 2005
[3] 노동곤 외, "가압식 오실로메트릭 방법을 사용한 혈압측정 시스템의 설계.", 의공학회지, 24권 4호, pp.281-286, 2003
[4] Takayuki Sato, "Accuracy of a Continuous Blood Pressure Monitor Based on Arterial Tonometry.", Hypertension, Vol.21, No 6, pp. 866-874, 1993
[5] D Franchi, "Blood pressure evaluation based on arterial pulse wave velocity.", Computers in cardiology pp.397-400, 1996
[6] C.C.Y. Poon, " Cuff-less and Noninvasive Measurements of Arterial Blood Pressure by pulse transit time.", in proceedings of the 28th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pp. 5877-5880, 2005
[7] 김은근, 허현, 남기창, 허영, "측정 자세에 따른 Pulse Wave 파라미터의 변화에 관한 연구", 대한의용생체공학회 춘계학술대회, 2008
[8] Atcor Medical, A Clinical Guide Pulse Wave Analysis, 2006