

3차원 로봇 맥 영상 분석기의 5단계 가압 맥과 분석에 의한 고혈압 환자의 현맥(弦脈) 연구

강희정¹, 권영상¹, 김달래², 김경철³, 임윤경⁴

¹대요메디(주), ²경희대학교 동서신의학병원 사상체질교실, ³동의대학교 한의과대학 진단학교실

⁴대전대학교 한의과대학 경락경혈학교실

A study on wiry pulse in hypertensive patients analyzed at 5 levels of applied pressure using 3 dimensional pulse imaging analyzer

HeeJung Kang¹, YoungSang Kwon¹, DalLae Kim², KyungCheol Kim³, YunKyoung Yim⁴
¹Daeyomedi Co., Ltd.

²Dept. of Constitution Improvement Clinic, East-West Neo Medical Center, Kyung-Hee University

³Dept. of Diagnostic, College of Oriental Medicine, Dong-Eui University

⁴Dept. of Meridian & Acupoints, College of Oriental Medicine, Daejeon University

Abstract

Objectives: The purpose of this study is to gain the objective indicators for the classification of hypertension by oriental medical pulse diagnosis, through finding out the parameters which can distinguish the pulse of hypertensive patient from that of normal subject, and characterizes the wiry pulse of hypertension.

Methods: 30-59 yr, male, 946 healthy volunteers and 35 hypertensive patients were enrolled in this study. All the hypertensive patients were taking medicine to control the blood pressure and the blood pressure of the hypertension group was not statistically different from that of the normal healthy group. Data were acquired using 3 dimensional pulse imaging analyser(DMP-3000, DAEYOMEDI, KOREA) and analysed according to the age bands and the applied pressure levels.

Results: 1. RAI/t, w/t and t2/t decreased with the levels of applied pressure and increased with age in the normal healthy group, not in the hypertension group. 2. RAI/t, w/t, t2/t were significantly higher in the hypertension group than the normal healthy group in the 30-age band, and elasticity coefficient was higher in the hypertension group than the normal healthy group in the 40-age band. 3. Researches on the patients without hypotensive agents are needed to figure out whether these parameters are the components of hypertensive wiry pulse.

Conclusions: Analysing the radial pulse at 5 applied pressure levels using 3 dimensional pulse imaging analyser may be useful to differentiate the pulses of the hypertensive patients from those of the normal subjects, and characterize the hypertension.

Key words: Pulse diagnosis, Radial pulse waveform, Applied pressure, Pulse imaging analysis

1. 서론

· 교신저자: 임윤경, 대전광역시 동구 용운동 96-3 대전대학교 한의과대학 경락경혈학교실. Tel. 042-280-2610, Fax. 042-280-2611, E-mail: docwindy@dju.ac.kr

· 투고 : 2010/03/17 심사 : 2010/03/20 채택 : 2010/03/21

최근 한의학의 주요 진단방법의 하나인

맥진의 현대적 접근을 위한 다양한 시도가 국내외에서 진행되고 있다. 특히 맥진은 인체외부에서 비침습적(non-invasive)으로 생체신호를 획득함으로써 인체의 생리병리적인 상태를 확인할 수 있는 방법이기 때문에, 맞춤형 예방의학에 대한 수요가 증대되고, 전통 의학에 대한 관심이 높아지면서 주요 연구대상이 되고 있다.

최근 서구에서의 맥파연구는 맥동이 잘 느껴지는 요골동맥에서 측정된 맥의 파형 분석을 통해 혈관의 노화도를 검사하거나, 중심대동맥의 파형을 산출하여 심장건강 및 심혈관계 순환건강을 모니터링하는 기법들이 개발되어 사용되고 있는 추세이다¹⁻⁵. 이러한 방법에서는 그 측정부위가 한의 맥진 부위의 관(關)부위와 동일하지만, 실질적으로 맥진과 연계되기는 어려운 기술적인 부분이 있어, 한의 맥진기술이 아닌 심혈관계 진단용 맥파분석기술로 분류된다. 그러나 이러한 심혈관계 진단용 맥파분석기술과 한의 맥진기술이 결합된다면 전통 의학적 개념의 진단과 현대적 질환 진단에 대해 동시 접근이 가능할 수 있어 새로운 융합형 의료기술로 발전할 수 있을 것으로 기대된다.

전통 한의 맥진을 수행하기 위한 측정기기의 요구조건은 다음의 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 분석 파라미터가 맥 파형과 박동수에 국한되지 않고 맥의 면적과 체적 개념까지 포함할 것, 둘째, 맥파를 측정할 때 외부에서 가해지는 가압력(applied pressure)을 정확하게 측정할 것, 셋째, 1점에서의 2차원 맥파형이 아니라 취맥(取脈)시 사람의 손가락 면적과 같이 여러 측정점에

서 맥파형을 획득하여 3차원 맥상을 구현할 것 등이다⁶. 본 연구에서는 전술된 요구조건을 모두 충족하도록 설계 제작된 3차원 맥 영상 분석기(DMP-3000, 대요메디(주), KOREA)를 사용하여 한의 맥진에서 필요로 하는 주요 기술요소인 취맥압(가압)의 변화에 따른 맥의 변화를 확인함으로써 가압에 의한 맥 특성을 확보하고자 하였다.

대상 질환은 고혈압으로 선정하여, 고혈압 환자의 맥파 및 맥상 정보로부터 정상인과 고혈압환자를 구별할 수 있는 요소를 확인함으로써 한의학적 병증 분류의 객관적 지표를 확보하고, 더 나아가 고혈압과 관련 있는 것으로 보고되고⁸⁻¹⁴ 있는 현맥(弦脈)의 맥상 구성요소를 살펴보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

측정대상은, 여성의 경우 다른 생리적인 특성이 반영될 수 있어 제외하고, 30~59세로 제한된 연령대의 남성으로 하였다. 고혈압군의 경우 고혈압으로 판정받고 혈압강화제를 복용중인 자로 하였다. 정상군과 고혈압군 간의 측정혈압에는 유의한 차이가 존재하지 않았다(table 1).

Table 1. Descriptive statistics of subjects

	정상군	고혈압군
n 수	946명	35명
연령(세)	46.42 ± 6.93	45.60 ± 7.03
신장(cm)	171.59 ± 5.63	171.86 ± 5.12
몸무게(kg)	72.2 ± 9.55	77.43 ± 10.41 **
BMI	24.49 ± 2.77	26.21 ± 3.26 **

**P<0.01 by t-test

2. 측정

맥파 데이터의 수집은 경희대학교 동서신 의학병원에서 대요메디(주)의 3차원 맥 영상 분석기(DMP-3000)를 이용하여 해당 병원의 IRB 심의를 거친 후 실시하였다. 맥 데이터 수집은 모두 오전시간에 실시되었으며, 대부분 아침식사를 하지 않은 동일한 상태에서 앉은 자세로 좌우 관맥(關脈)에서 데이터를 획득하였다. DMP-3000은 기존의 요골동맥 파형 분석기와의 맥파 형태 비교연구를 통해 제품의 측정정보에 대한 상관성 검증을 마쳐 본 실험연구에 적합한 신뢰도를 확보하고 있는 장비이다⁷⁾. 이는 5개의 압력센서로 구성되어 있어 정확한 혈관 위치를 자동으로 찾아가는 위치판별 과정을 거쳐 환자의 요골동맥에 측정위치를 선택하고, 5단계(50g, 90g, 140g, 190g, 240g)로 정밀하게 가압을 조절하여 각 단계마다 5초씩 데이터를 저장한다. 5단계로 요골동맥에서 취맥압을 조절하면서 맥 데이터를 획득하는 것은 맥상의 주요 요소중 하나인 위(位)를 판별하기 위한 측정기술이다.

3. 맥상파 분석 및 파라미터 도출

5단계로 저장된 맥 데이터는 Fig. 1에 보이는 것처럼 가압력에 따라 각기 다르게 나타난다. 1차적인 맥상분석은 저장된 5단계의 맥파 중에서 각 단계마다 맥파의 크기를 비교함으로써 가장 크고 선명한 맥파를 해당 부위의 대표맥파로 설정하여 실시하였다.

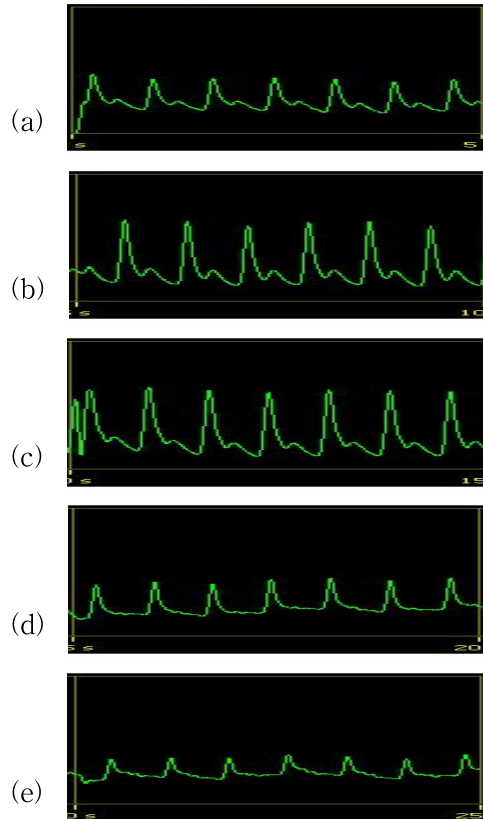


Fig. 1. (a), (b), (c), (d), (e): Radial pulse wave forms when 50g, 90g, 140g, 190g, 240g pressure was applied respectively

DMP-3000은 로봇시스템을 통해 5단계로 측정부위에 압력을 인가하는 물리적인 동작에 의해 측정부위의 피부와 혈관의 특성 일부를 반영할 수 있다. 즉, 로봇의 이동거리 대비 반응 압력값의 변화율을 통해 물리적인 탄성 특성값을 유추할 수 있는데, 이 값을 탄성계수(elasticity coefficient; ec)로 설정하였다.

$$\text{탄성계수}(ec) = \frac{\text{반응압력값의변화}}{\text{로봇의이동거리}}$$

수집된 맥 데이터는 DMP-3000의 자동분석 프로그램을 통해 엑셀파일로 저장된다. 이때 각 측정단계별로 시간축에서 구분되는 맥파측정요소, 주파수분석값, 맥상정보 등을 추출한다. 시간축에서 추출된 맥파의 주요 분석요소는 Fig. 2. 와 같다. 기존의 연구에서 정상인군과 고혈압군간의 구분요소로 보고되고 있는 RAI(요골동맥 상승지수)는 주파 대비 반사파의 크기를 이용하여 계산할 수 있다¹⁵⁾.

$$RAI = \frac{\text{반사파의 크기}(h_3)}{\text{주파의 크기}(h_1)}$$

w는 혈관내의 존재하는 압력을 유추할 수 있는 분석요소로 사용되는데, 시간의 크기로 나타내며, 주파의 크기(h1)의 상위 1/3 높이에에서의 맥파의 간격으로 산출한다. 그 외의 맥파요소는 맥파 피크의 발생순서대로 h1, h2, h3, h4, h5 등으로 명명하며, 각각의 맥파 봉우리가 발생할 때의 시간정보는 t1, t2, t3, t4, t5로 명명하였다¹⁶⁾.

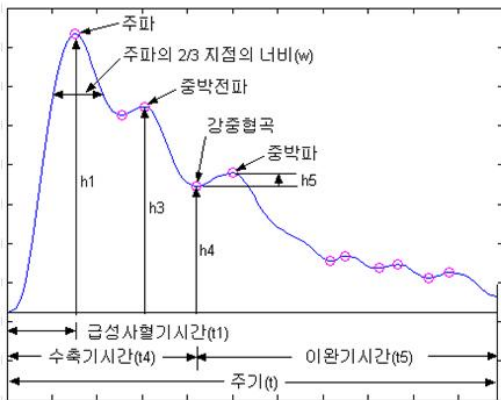


Fig. 2. 1 period pulse waveform and parameters

시간축과 관련된 측정 파라미터는 박동수에 의한 영향을 최소화하기 위해 박동주기로 나누어 일반화(normalization) 시키는 방식을 선택하였다. 따라서 RAI/t, t1/t, t2/t, t3/t, t4/t, t5/t, w/t의 파라미터를 사용하였다.

4. 통계 분석

통계 분석은 MiniTab 15(MINITAB Corp., Pennsylvania, USA)를 이용하였으며, 기술통계량의 표기는 평균±표준편차의 방식을 사용하였다.

현맥(弦脈)은 취맥시 가해지는 압력과 유관할 것으로 추정되므로, 본 연구에서는 가압에 따라 변화하는 맥파요소들을 주요 분석요소로 하였다. 측정된 맥파요소가 가압력에 따라 변화하는지를 확인하기 위해 1차적으로 정상인군을 대상으로 가압력과 각 측정파라미터간의 상관분석을 실시하였다. RAI/t와 같은 파라미터는 이미 혈관의 노화와 관련이 있는 것으로 알려져 있기 때문에 이러한 파라미터에서 가압에 따른 변화요소만을 확인하기 위해서는 노화요소를 제거해야 하므로, 수집된 데이터를 다시 연령대별로 구분하였다.

고혈압에 따른 맥파요소의 분석을 위하여, 연령대별로 구분된 측정 파라미터를 고혈압군과 정상군간의 비교분석을 실시하였다. 연령대별 분석과 5단계 가압에 따른 분석은 ANOVA(일원분산분석)를 실시하였고, 각 연령대에서 정상군과 고혈압군간의 비교는 2-sample t-test를 수행하였으며 모든 유의검정 수준은 5%로 하였다.

III. 결과

1. 가압과 맥파요소의 상관성 분석

가압에 따라 변화하는 요소를 추출하기 위하여 정상군에서 가압과 측정요소들과의 상관성 분석을 시행한 결과, pearson correlation 값이 0.1 이상인 측정요소들은 Table 2와 같았다.

Table 2. Correlation analysis of pulse wave parameters with applied pressure

	RAI/t	w/t	t1/t	t2/t	t4/t
Pearson correlation	-0.174	-0.242	-0.171	-0.193	-0.16
P-Value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Table 2에서 알 수 있듯이 절대적 상관성을 지니지는 않지만 변수 RAI/t, w/t, t1/t, t2/t, t4/t가 가압력이 커질 때 작아지는 경향을 나타내었다.

2. 정상군과 고혈압군에서 가압에 따라 변화하는 측정 요소의 연령대별 변화 분석

가압에 따라 변화하는 분석요소만을 대상으로 대표맥파 측정자료를 연령대별로 구분하여 각 연령대별 변화 특성을 확인하였다.

정상군에서는 RAI/t와 w/t는 연령의 증가에 따라 유의하게 증가하는 것을 볼 수 있는 반면, t1/t, t2/t, t4/t는 변화가 없음을 알 수 있다.(Table 3)

고혈압군에서는 5가지 분석 요소 모두 연령에 따른 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 특히 30대 고혈압환자에서 RAI/t와 w/t 두 요소값이 40대와 50대에 비하여 오히려 더 높게 나타났다.(Table 4)

Table 3. Change of main parameters according to age in normal healthy group

	정상군			
	30대	40대	50대	p-value
RAI/t	67.47±18.55	75.98±17.16	80.75± 16.61	0.000*
w/t	0.1333±0.0430	0.1582±0.0473	0.1766±0.0459	0.000*
t1/t	0.1309±0.0224	0.1305±0.0228	0.1331±0.0241	0.295
t2/t	0.2408±0.0427	0.2332±0.0443	0.2314±0.0448	0.066
t4/t	0.3799±0.0393	0.3783±0.0415	0.3791±0.0407	0.916
ec	0.9492±0.3108	0.9667±0.3365	0.9472±0.3533	0.699

* statistical significance by ANOVA test

Table 4. Change of main parameters according to age in hypertension group

	고혈압군			
	30대	40대	50대	p-value
RAI/t	82.30±14.37	79.84±16.67	76.37±16.32	0.707
w/t	0.1751±0.0485	0.1559±0.0504	0.1638±0.0516	0.669
t1/t	0.1446±0.0197	0.1409±0.0246	0.1263±0.0244	0.176
t2/t	0.2611±0.0373	0.2471±0.0362	0.2218±0.0581	0.144
t4/t	0.4032±0.0438	0.3932±0.0438	0.3681±0.0469	0.198
ec	0.9411±0.3971	1.0660±0.3547	0.9518±0.7059	0.785

3. 주요 분석 요소의 정상군과 고혈압군 비교

정상군과 고혈압군의 주요 맥파요소를 비교한 결과, RAI/t, w/t, t2/t 값이 30대에서만 두 군간 유의한 차이를 나타내었고, 탄성계수는 40대에서만 정상군과 고혈압군간 유의한 차이를 나타내었다(Table 5).

Table 5. Comparison of main parameters between normal healthy group and hypertension group

N-H	30대	40대	50대
RAI/t	0.016*	0.393	0.402
w/t	0.035*	0.866	0.435
t1/t	0.074	0.130	0.384
t2/t	0.000*	0.169	0.597
t4/t	0.156	0.215	0.460
ec	0.953	0.000*	0.953

* statistical significance by t-test

화

정상군과 고혈압군의 비교에서 유의한 차이를 보인 RAI/t, w/t, t2/t 그리고 탄성계수(ec)의 가압단계에 따른 변화를 분석하였다. 정상군은 모든 연령대에서 외부에서 가해지는 가압력에 대해 RAI/t, w/t, t2/t, ec 모두 경향성을 나타내며 유의하게 변화하였으나, 고혈압군에서는 모든 연령대에서 4가지 분석요소 모두 가압단계에 따른 유의한 경향성을 보이지 않았다.(Table 6-8).

4. 정상군과 고혈압군에서 RAI/t, w/t, t2/t 및 탄성계수의 가압단계에 따른 변

Table 6. Change of RAI/t, w/t and t2/t according to applied pressure in 30-age band for each group

pressure	normal healthy group				hypertension group			
	RAI/t	w/t	t2/t	ec	RAI/t	w/t	t2/t	ec
1 step	68.97±17.30	0.14363±0.05043	0.2414±0.0404	0.8811±0.3227	78.95±13.84	0.17408±0.04483	0.2535±0.0418	0.9000±0.3754
2 step	66.97±19.21	0.13929±0.04438	0.2462±0.0403	0.9139±0.3930	73.52±16.81	0.15149±0.05244	0.2643±0.0334	0.9033±0.3728
3 step	64.14±19.47	0.12450±0.04193	0.2357±0.0409	0.9279±0.3955	81.46±20.66	0.17114±0.05598	0.2455±0.0533	0.9767±0.3899
4 step	61.75±20.37	0.11565±0.04328	0.2272±0.0408	0.9076±0.3863	71.19±21.59	0.13771±0.05941	0.2309±0.0562	0.9889±0.4037
5 step	56.87±20.94	0.11205±0.05642	0.2206±0.0403	0.8305±0.3560	64.04±30.00	0.11768±0.06322	0.2086±0.0411	0.9088±0.3570
p-value	0.000*	0.000*	0.000*	0.011*	0.490	0.225	0.144	0.977

* statistical significance by ANOVA test

Table 7. Change of RAI/t, w/t and t2/t according to applied pressure in 40-age band for each group

pressure	normal healthy group				hypertension group			
	RAI/t	w/t	t2/t	ec	RAI/t	w/t	t2/t	ec
1 step	75.35±16.52	0.16158±0.04553	0.2352±0.0406	0.9238±0.3302	82.97±18.40	0.17405±0.04069	0.2468±0.0345	0.9675±0.3163
2 step	73.53±18.20	0.15228±0.04871	0.2378±0.0420	0.9757±0.3730	84.97±18.39	0.17140±0.04901	0.2419±0.0379	1.0838±0.3645
3 step	71.42±20.33	0.14223±0.05130	0.2271±0.0422	1.0197±0.4142	81.12±20.89	0.14725±0.05618	0.2280±0.0383	1.1638±0.4253
4 step	68.82±20.16	0.13248±0.04924	0.2214±0.0434	0.9903±0.3949	79.42±31.31	0.13993±0.06280	0.2118±0.0373	1.1607±0.4496
5 step	66.04±20.94	0.12773±0.05532	0.2152±0.0420	0.9313±0.3987	76.20±31.32	0.13374±0.06292	0.2087±0.0369	1.1517±0.3819
p-value	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.898	0.167	0.022	0.583

* statistical significance by ANOVA test

Table 8. Change of RAI/t, w/t and t2/t according to applied pressure in 50-age band for each group

pressure	normal healthy group				hypertension group			
	RAI/t	w/t	t2/t	ec	RAI/t	w/t	t2/t	ec
1 step	79.71±16.58	0.17410±0.04333	0.2325±0.0401	0.9157±0.3555	85.40±18.63	0.19395±0.04959	0.2086±0.0520	0.8506±0.5578
2 step	78.01±16.80	0.16500±0.04913	0.2272±0.0435	1.0319±0.3869	87.91±16.73	0.19780±0.05218	0.2109±0.0567	0.8789±0.5358
3 step	75.36±19.46	0.15348±0.05528	0.2179±0.0439	1.0856±0.4287	94.61±37.24	0.20239±0.05360	0.1991±0.0538	0.8900±0.5360
4 step	73.55±18.70	0.14336±0.05424	0.2111±0.0432	1.0392±0.4062	86.20±19.89	0.18816±0.05220	0.2050±0.0567	0.8565±0.5708
5 step	70.57±18.57	0.13796±0.05435	0.2056±0.0414	0.9966±0.4214	77.86±32.54	0.16835±0.05020	0.1947±0.0568	0.8613±0.5840
p-value	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.459	0.351	0.903	0.999

* statistical significance by ANOVA test

연령별 가압단계에 따른 RAI/t, w/t, t2/t, ec의 평균값을 선형그래프로 나타내었다. 정상군에서는 모든 연령대에서 RAI/t, w/t 그리고 t2/t 평균값이 가압력의 증가에 따라 감소하는 패턴을 보였으나, 고혈압군에서는 가압력에 대해 전반적으로는 감소하는 경향을 보였지만 단계별로 변화양상이 불규칙하게 나타났다(Fig. 3-5).

RAI/t의 경우 정상군에서는 가압에 따라 1차 함수의 선형추세를 가지는 것을 알 수 있으나, 고혈압군에서는 연령별 구분도 명확하지 않고 가압에 따른 변화 역시 선형적이지 않은 것을 알 수 있다(Fig. 3).

w/t 역시 정상군에서는 가압에 대해 감소하는 경향성을 유지하면서 유의한 변화를

나타내고 있으나, 고혈압군에서는 이러한 특성을 찾아보기 어려웠다(Fig. 4).

t2/t는 정상군에서 연령에 따른 유의한 차이는 없었으나(table 3-4) 가압에 따른 변화는 일률적으로 유의하게 감소하였고, 고혈압군에서는 이러한 특성이 보이지 않았다(Fig. 5)

가압로봇을 통해 얻은 가압단계별 탄성계수는 정상군의 모든 연령대에서 가압 3단계까지는 탄성계수가 계속 증가하다가 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 이를 선형그래프로 그린 결과, Fig. 6의 좌측 그래프와 같이 2차 다항식으로 표현될 수 있는 변화형태를 나타내었다. 반면 고혈압군에서는 이러한 경향이 나타나지 않았다(Fig. 6).

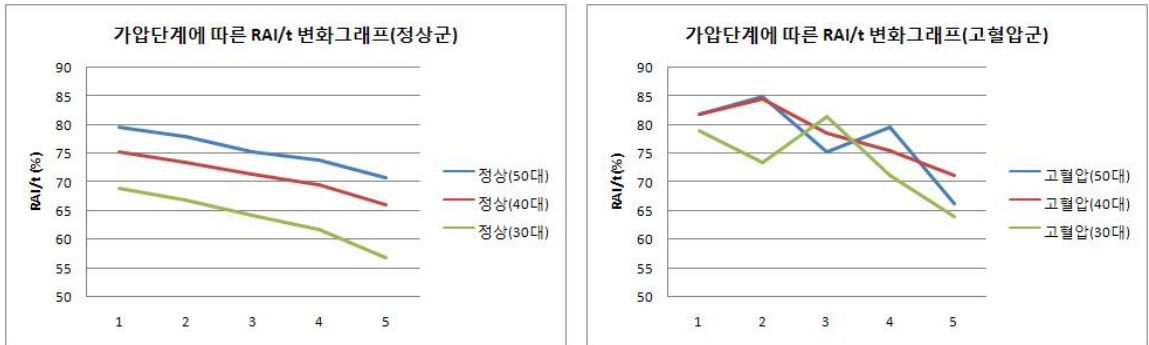


Fig. 3. Graph of RAI/t versus applied pressure level in each age band

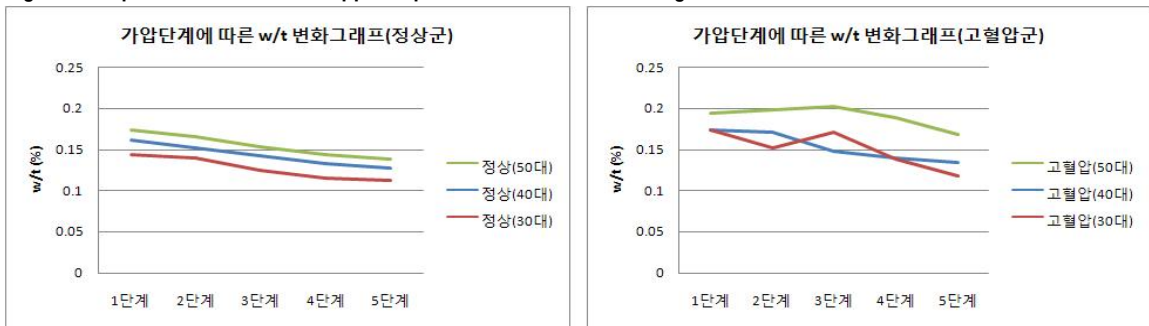


Fig. 4. Graph of w/t versus applied pressure level in each age band

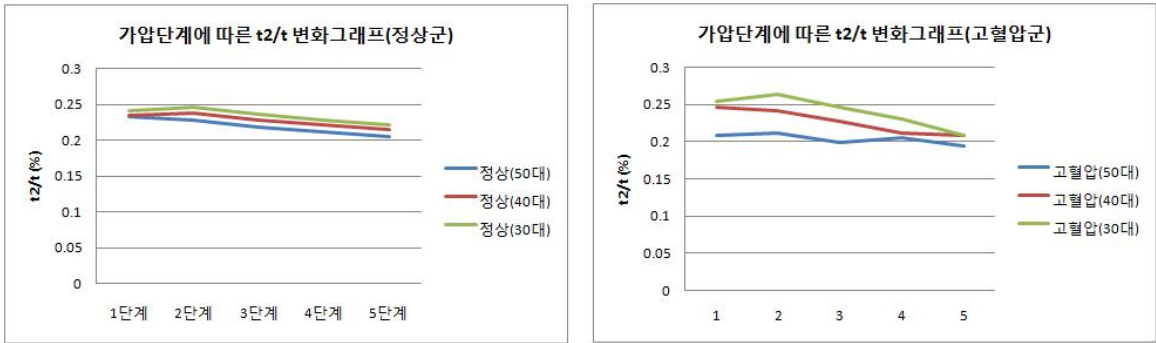


Fig. 5. Graph of t2/t versus applied pressure level in each age band

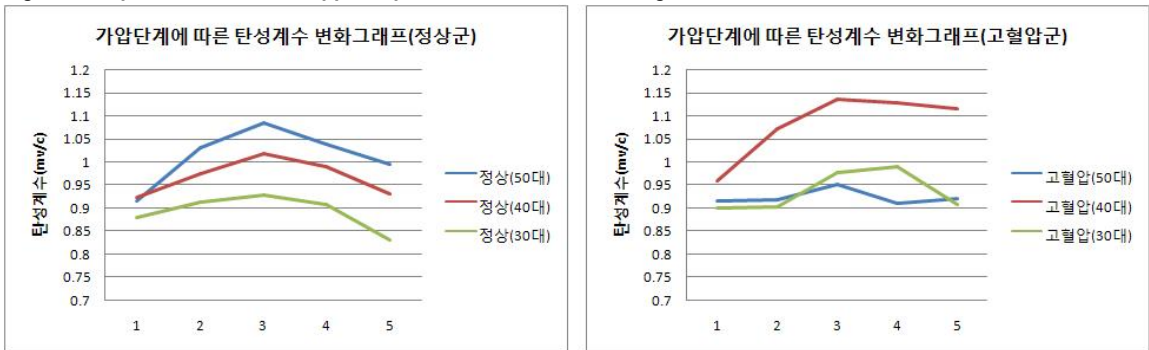


Fig. 6. Graph of elasticity coefficient versus applied pressure level divided in age band of each group

IV. 고찰

한의 맥진을 위한 측정기기의 요구조건을 만족하는 3차원 로봇 맥 영상 분석기(DMP-3000)를 이용하여 정상군과 고혈압군의 5단계 가압에 따라 측정된 맥을 분석하였다.

일반적으로 고혈압 맥상은 크게 두 가지로 분류되고 있는데, 하나는 간화치성(肝火熾盛), 음허양항(陰虛陽亢), 담음(痰飲) 등으로 인한 고혈압으로 현유력(弦有力), 활삭(滑數), 활허대(滑虛大)의 맥상을 나타내고, 다른 하나는 간신음허(肝腎陰虛), 음양양허(陰陽兩虛), 기허혈어(氣虛血瘀), 기혈양허(氣血兩虛) 등으로 인한 경우로 현세삭(弦細

數), 침세(沈細) 또는 세약(細弱)의 맥상을 나타낸다⁸⁻¹⁴. 혈압의 상승은 맥관의 긴장과 유관할 것으로 사료되어, 맥의 긴장을 표현하는 현맥(弦脈)의 객관적 특성을 고혈압 맥상을 통해 규명하고자 하였다.

본 연구에서는 가압을 정밀하게 제어할 수 있는 DMP-3000을 이용함으로써 가압에 따른 맥의 변화를 확인할 수 있었다.

현맥(弦脈)은 취맥시 가해지는 압력과 유관할 것으로 사료되어, 가압과 측정요소들과의 상관성 분석을 통하여, 가압에 따라 변화하는 요소들을 본 연구의 주요 분석요소로 하였다.

탄성계수는 기기가 측정부위에 압력을 인가하는 물리적인 동작에 의해 측정로봇의

이동거리 대비 반응 압력값의 변화율로 나타낸다. 이는 피부와 혈관 탄성의 조합으로, 이 탄성계수 역시 가압과 유관할 것으로 사료되어 현맥(弦脈) 연구를 위한 주요 분석요소에 포함하였다.

가압과 측정요소들과의 상관성을 분석한 결과 RAI/t, w/t, t1/t, t2/t, t4/t가 가압이 증가함에 따라 감소하였다(Table 2).

이들 요소들의 연령대별 변화를 분석한 결과 정상인에서 RAI/t와 w/t가 연령의 증가에 따라 유의하게 증가하였다(Table 3).

RAI/t는 말초에서 측정되는 반사파의 영향을 반영하는 것으로 말초의 저항이 크거나, 동맥압력이 증대되는 것을 나타내는 지표로 사용된다¹⁵⁾. w/t 역시 혈관내의 압력값(파워)를 의미하는 요소로 사용된다¹⁾. 따라서 RAI/t와 w/t는 기존의 맥파분석요소에서 혈관의 노화 및 혈관내 압력상태를 나타내는 것으로 알려져 있다¹⁻⁵⁾.

본 연구에서도 정상군의 RAI/t와 w/t가 가압의 증가에 따라 감소하고 연령의 증가에 따라 증가하여, 기존의 보고에 부합하는 결과를 나타내었다.

기존에 중국 등에서 이루어진 맥상분류 연구에서는 RAI/t 혹은 w/t 값이 혈관의 긴장도와 관련이 있기 때문에 팽팽한 맥상인 현맥과 상응시키는 것이 일반적이었다¹⁷⁾. 본 연구에서 정상군의 RAI/t와 w/t는 노화에 따라 증대되는 것을 확인할 수 있었다. 위의 두 요소가 현맥을 이루는 절대적 요소라고 가정한다면, 현맥은 노화를 나타내는 맥상이라는 주장이 나올 수도 있다. 그러나 노화에 의해 맥이 현(弦)해진다는 근거는 아

직 없다. 그러므로 현재까지의 연구결과로 볼 때 RAI/t와 w/t는 현맥보다는 오히려 노화와 관련성이 높다고 할 수 있으며, 현맥을 구성하는 요소는 RAI/t와 w/t 등, 혈관의 노화 및 저항상태를 나타내는 요소 이외에 또 다른 분석요소를 필요로 할 것이다.

고혈압군에서는 RAI/t, w/t 모두 연령에 따른 차이를 나타내지 않았다(Table 4). 즉, 고혈압 환자의 실제 말초의 저항이나 동맥압력의 증대정도 및 혈관내 압력값은 30대와 40대 50대가 거의 동일한 수준을 보이고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에 참여한 고혈압 환자는 모두 혈압강하제를 복용하고 있었으며, 정상군과 고혈압군의 측정혈압에는 차이가 없었다. 따라서, 본 연구에서의 정상군과 고혈압군의 차이는 혈압에 의한 차이이기보다는 과거의 고혈압 병력과 현재의 혈압강하제 복용의 복합적 요인에 의한 차이라고 할 수 있다. 고혈압군에서의 RAI/t와 w/t의 연령별 분석 결과는, 혈압강하제가 연령의 증가에 따른 생리적 혈관저항 증가를 억제한 것으로 해석된다. 혈관의 저항상태를 현맥의 구성요소의 하나로 가정한다면 혈압강하제를 복용하는 고혈압환자의 경우 현맥이 나타나지 않을 수도 있다는 주장이 나올 수 있다. 또한, 기존의 연구⁸⁻¹⁴⁾에서 보고되고 있듯이 고혈압의 맥관 상태를 현맥으로 분류한다면 혈압강하제의 복용 여부에 따라 여러 종류의 현맥이 나타날 수도 있다는 것이다. 고전에는 나타나고 있지 않는 혈압강하제를 복용하는 고혈압 환자의 맥상에 대한 학술적 논의가 필요한 시점이라고 본다.

정상군과 고혈압군의 RAI/t와 w/t를 비교해 보면 40대와 50대에서는 유의한 차이가 없었으나 30대 고혈압환자에서는 RAI/t와 w/t가 정상군에 비하여 유의하게 높았다 (Table 5). 특히 30대 고혈압환자의 RAI/t와 w/t는 40대와 50대에 비하여 오히려 더 높게 나타나고 있었다.

RAI/t와 w/t는 노화에 의한 혈관의 저항과도 유관하나, 혈관내 압력과도 유관하다. 혈압강하제에 의한 혈압의 조절을, 혈관내부의 압력과 혈관의 저항, 양자간의 타협과 조정의 결과로 볼 때, 30대에는 4,50대에 비하여 혈관내 기혈이 충영(充盈)하므로 혈압강하제에 의하여 혈관의 저항은 감소되었으나 기혈(氣血)이 아직 실(實)하여 RAI/t와 w/t가 높게 나타난 것이 아닐까 추정된다.

t2/t는 가압과의 상관성을 보였으나, 연령에 따른 변화는 $p=0.066$ 으로 경계적 유의성을 나타내었다. 통계적 유의성은 부족하나 t2/t의 노화와의 연관성을 완전히 배제하기는 어려울 것으로 보인다. t2/t 역시 가압의 증가에 따라 감소하고 연령의 증가에 따라 증가하는 경향성을 보였으며, 고혈압군에서는 이러한 경향이 교란되어 나타났다.

탄성계수는 연령과의 관련성은 낮았으며, 가압에 따른 변화는 외부압력이 증가함에 따라 탄성계수가 증가하다가 이후 감소하는 경향을 보였다. 고혈압군에서는 마찬가지로 이러한 특성이 깨져 있었다.

이상에서 혈관긴장도, 혈관저항, 조직탄성, 외부의 가압, 혈관내 압력 등을 고려하여 추출한 몇 가지 요소들을 연령과 가압력에 따라 분석한 결과, 혈압강하제를 복용하고 있

는 고혈압환자의 맥은 연령이 낮을수록 이들 요소와의 관련성이 높았으며 연령이 높아질수록 이들 요소와의 관련성이 낮아지는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 결과에 따르면, 30대에서는 RAI/t, w/t, t2/t를 이용하여 정상인과 고혈압환자의 맥을 구분할 수 있고, 40대에서는 탄성계수를 이용하여 정상인과 고혈압환자의 맥을 구분할 수 있다. 50대에서는 정상인의 맥과 고혈압환자의 맥을 구별할 수 있는 요소를 찾아내지 못하였다.

본 연구에서는 혈압의 상승과 맥관의 긴장이 유관할 것으로 가정하고 이를 한의 맥진의 현맥(弦脈)과 관련지어 고혈압 환자의 현맥(弦脈)을 객관화하고자 하였으나, 혈압강하제를 복용하고 있는 환자의 혈압은 이미 조정되어 있는 상태로 인위적인 혈압강하로 인해 발생하는 맥관의 변화를 고려해야만 하였다.

본 연구 결과, RAI/t, w/t, t2/t, 탄성계수 등은 고혈압과 유관한 요소로 보이나, 연령 및 혈압강하제 복용 여부가 변수로 작용하므로, 향후 혈압강하제 종류에 따른 맥과 및 맥상의 특성 분석과, 혈압강하제를 복용하지 않는 고혈압환자를 대상으로 한 연령별 주요요소의 분석 연구가 요구된다.

또한 혈관긴장도를 나타내는 맥과요소들을 현맥(弦脈)의 요소로 규정한다면 30대의 고혈압 환자는 현맥의 특성을 반영하나 고령의 고혈압환자는 현맥의 특성을 반영하지 않는다. 고혈압환자의 혈관긴장도를 나타내는 맥과요소들을 현맥(弦脈)의 요소로 규정하거나, 고혈압 환자에서 현맥(弦脈)을 구성

하는 맥파요소들을 찾기 위해서도, 혈압강화제를 복용하지 않는 고혈압환자군을 대상으로 한 추가 연구가 필요하다.

고혈압환자 분석 대상수가 작아 특성반영이 온전하다고 판단하기 어려운 부분도 있어, 향후 더 많은 피험자를 대상으로 데이터를 비교분석할 필요가 있다.

V. 결론

정상인과 혈압강화제를 복용하고 있는 고혈압환자의 맥 데이터를 연령과 가압단계에 따라 분석한 결과 아래의 결론을 얻었다.

1. 정상군에서는 RAI/t, w/t, t2/t가 가압의 증가에 따라 감소하고 연령의 증가에 따라 증가하였으나, 고혈압군에서는 이러한 경향이 나타나지 않았다.
2. 30대에서는 정상군에 비하여 고혈압군에서 RAI/t, w/t, t2/t가 유의하게 높았으며, 40대에서는 정상군에 비하여 고혈압군에서 탄성계수가 유의하게 높았다.
3. 고혈압환자의 혈관긴장도를 나타내는 맥파요소들을 현맥(弦脈)의 요소로 규정하기 위해서는 혈압강화제를 복용하지 않는 고혈압환자군을 대상으로 한 추가 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 보건복지가족부의 지원에 의해 이루어졌음을 알립니다. [과제고유번호 : B080011]

참고문헌

1. Nichols W, O'Rourke MF. McDonald's blood flow in arteries. London: Arnold; 1998.
2. Nurnberger J, Keflioglu-Scheiber A, Opazo Saez AM, Wenzel RR, Philipp T, Schafers RF. Augmentation index is associated with cardiovascular risk. J Hypertension 2002 ; 20 : 2407-14.
3. Weber T, Auer J, O'Rourke MF, Kvas E, Lassnig E, Berent R, Eber B. Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease. Circulation 2004 ; 109 :184-9.
4. London GM, Blacher J, Pannier B, Guerin AP, Marchais SJ, Safar ME. Arterial wave reflections and survival in end-stage renal failure. Hypertension 2001 ; 38 : 434-8.
5. Weber T, Auer J, O'Rourke MF, Kvas E, Lassnig E, Lamm G, et al. Increased arterial wave reflections predict severe cardiovascular events in patients undergoing percutaneous coronary interventions. Eur Heart J 2005 ; 26 : 2657-63.
6. 신순식 외. 한의 맥진의 현대적 객관화 연구 - 맥파 추출 정보의 분석기법에 관한 연구. 대한의료정보학회. 2004. 10 ; 126-9.
7. HeeJung Kang, etc. A Comparative study of methods on measurement of

- peripheral pulse waveform. The journal of Korean Oriental Medicine. 2009 ; 30(3) ; 98-105.
8. 朱文鋒. 中醫脈診與鑑別診斷學. 北京 : 人民衛生出版社. 1999. 110-3.
 9. 郭輝. 現代中醫臨床學, 北京 : 中醫醫藥科技出版社. 1998. 152-9.
 10. 張洪義. 中醫臨床診斷全書. 中國 天津 : 天津科學技術出版社. 2002. 846-9.
 11. 郭子光. 現代中醫治療學. 中國 成都 : 四川科學技術出版社. 1995. 120-5.
 12. 楊思樹. 陳遺廷. 胡國臣 實用中西醫結合臨床診斷治療. 서울 : 의성당. 1993. 196-205.
 13. 채인식. 한방임상학. 서울 : 의성당. 2005. 230-45.
 14. 유지윤. 중의임상특강. 서울 : 서원당. 1986. 156-63.
 15. Kohara K, Tabara Y, Oshiumi A, Miyawaki Y, Kobayashi T, Miki T. Radial augmentation index: a useful and easily obtainable parameter for vascular aging. Am J Hypertension 2005 ; 18 : 11S-4S.
 16. 강희정, 김경철. 맥의공학연구방법론. 2009. 대요메디, 83-6.
 17. 費兆馥, 中國脈診研究. 서울 : 의성당. 1993. 114-5.