

맥상기를 통한 요골동맥 맥진법의 맥파분석 - 좌관부위 맥파요인을 중심으로 -

김경철* · 이정원 · 류경호 · 박동일 · 신우진 · 강희정¹

동의대학교 한의과대학, 1: 대요메디(주) 한의기술연구소

Study on the Waveform Analysis of Radial Artery Pulse Diagnosis Using Pulse Meter and Analyzer - the Waveform Analysis of Left KWAN Pulse Dignosis -

Gyeong Cheol Kim*, Jeong Won Lee, Kyeong Ho Ryu, Dong Il Park, Woo Jin Shin, Hee Jung Kang¹

College of Oriental Medicine, Dongeui University, 1: DaeyoMe Co., Ltd

In the study on the waveform analysis of radial artery pulse diagnosis, we need to establish fundamentals of contemporary pulse diagnosis research. As we will to do experimental research on the difference of pulse waveform on the radial artery with applied variations of pressure(5 stage-pressure) and measuring position(CHON, KWAN, CHEOG). First of all, in this research, we did the experiment of the study on the waveform analysis of radial artery(left KWAN) pulse dignosis by using 3 dimension pulse meter and analyzer (3D MAC). As a result, we extracted the seven measurement fluents : energy(E), size of cycle(h1), size of reflection cycle(h2), time of rlfction cycle(t2), time of contraction(t4), width of cycle(w), area of waveform(A) by the statistically reasonable differences. We expect that the seven measurement fluents contribute to divide the situation through the results of waveform analysis of radial artery.

Key words : waveform analysis

서 론

脈診은 四診중 切診에 속하며, 韓醫學에서 가장 특색있는 診斷 방법 중의 하나이다. 診斷을 통해 疾病의 요인과 자료를 수집하여 綜合의 分析을 통해, 이를 토대로 치료 원칙과 구체적 치료 방법을 확정하는 根據를 마련하게 된다. 그러므로 脈診은 韓醫學의 理論體系와 臨床에서 매우 중요한 자리를 차지하고 있다. 그러나 脈診의 특성상 理論體系와 方法의 객관적 전달이 어려울 수 밖에 없는 이유로 최근 각국에서 脈診의 客觀化 작업이 활발히 진행되고 있다¹⁾. 중국의 脈診 연구는 1970-80년대의 전성기 이후 거의 40년 넘게 醫學을 포함한 여러 분야를 접목한 다각적인 研究를 통하여 發展하여 왔다. 脈象을 정량적으로 診斷하고 客觀化시키기 위한 脈診器의 개발은 중국의 국가 중점 과제로서 대대적으로 研究되기도 하였다. 하지만 많은 研究가 아날로그 맥

진기 자료로 이루어지고 있다는 점과 脈診器의 현장보급이 충분하지 않고, 量產品이 아닌 試製品 수준의 기기들을 이용한 연구라는 限界를 드러내고 있다²⁾.

우리나라에서도 脈診의 客觀化를 위한 연구가 활발히 진행되었다. 醫史學 研究^{3,5)}와 原典 研究^{6,7)}가 주를 이룬 상황에서, 1960년대 후반 변환기를 이용한 맥파검출시스템이 개발된 이래로 脈診器 개발을 비롯하여⁸⁾ 脈診器와 臨床의 연관성에 대한 研究^{9,13)}등의 실험적 研究들도 적극적으로 이루어졌다. 하지만 이러한 研究가 센서의 한계, 재현성의 문제, 측정방식의 문제 등으로 限界를 나타내는 경우가 많았다.

이런 현실의 바탕에서 寸關尺 三部位의 脈象波形은 파형의 크기만 다를 뿐 동일한 파형이고 浮中沈의 3候도 脈象波形이 같으므로, 寸關尺 6部位의 臟腑 配屬과 區別은 의미가 없다는 주장이 등장하여 맥진의 기본이론에 문제를 제기하고 있다. 이는 바로 요골동맥 맥진의 기본이론인 측정 가압력과 부위에 따른 脈象 變化에 대한 現代의이고 客觀的인 자료의 부족에서 비롯된 현상이라고 생각된다.

* 교신저자 : 김경철, 부산시 진구 양정동 동의대학교 한의과대학

· E-mail : kimkc@deu.ac.kr, · Tel : 051-850-8649

· 접수 : 2008/12/19 · 수정 : 2008/12/26 · 채택 : 2008/12/30

이에 본 저자는 脈診의 現代的 客觀的 研究을 위한 기반을 구축하기 위하여, 1 g 이하의 정밀도로 가압 압력을 측정할 수 있는 3차원 맥상기인 3D-MAC¹⁴⁻¹⁶⁾을 이용하여 測定加壓力에 따른 浮中沈과 부위에 따른 구분인 左右手 寸關尺의 의미를 담을 수 있는 완관절 요골동맥상의 입력과 부위 변화에 따른 맥파를 측정 분석하고자, 먼저 좌관부위 맥파를 측정하고 맥파요인에 대한 통계상 유의미한 차이가 있음을 확인하여 이에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 좌관부위 맥파측정 실험방법

1) 실험의 목적

첫째, 脈象器에서 제공하는 모든 변수에 대해 주요 성분을 분석함으로써 사람이 脈象의 변화를 감지하는데 기여하는 변수들로 분석대상을 축소할 수 있는데, 이를 위한 요인분석을 한다.

둘째, 깊이의 구분에 의해 5단계로 측정된 左關脈 데이터에 대해 동일인의 脈波가 가압 단계에 의해 변화하는가를 확인한다.

2) 실험 프로토콜(Protocol)

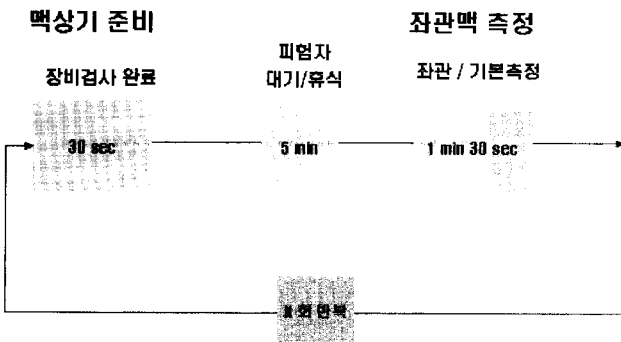


Fig. 1. Experiment protocol for left-kwan

3) 실험대상

실험대상은 특별한 疾患을 호소하지 않는 健康人을 대상으로 총 113명을 대상으로 하였다.

4) 실험방법 (Method)

실험은 Fig. 2의 순서에 따른다.

5) 통계분석(左關部位 測定을 통한 脈波 요인 분석)

통계분석은 Minitab R14. 한글판을 사용하였다. 분석데이터는 1차 실험 데이터를 사용하였다.

(1) 기초 통계분석

각 파라미터별 히스토그램을 통해 데이터의 분포를 확인하고, 정규성을 벗어난 파라미터의 경우에는 분석대상에서 제외하였다.

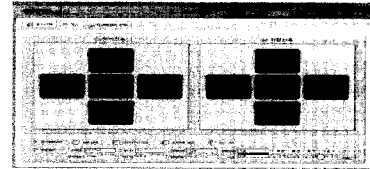
(2) 상관분석

상관계수는 구하는 과정에서 측정단위의 영향을 없애므로, 측정단위가 서로 다른 측정값을 해석하기 위해서 공분산방법을 사용하지 않고 상관행렬을 사용하였다.

(3) 요인분석

통계적 방법에서 다변량분석의 요인분석방법을 사용하였다¹⁹⁾. 서로 다른 측정단위를 가지고 있기 때문에 주성분 분석에서 측

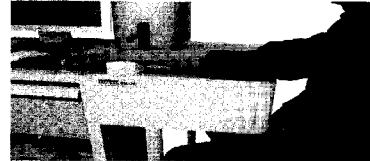
정단위의 영향력을 없애기 위해 상관행렬을 사용하였다. 주성분 분석을 실시한 후 몇 개의 성분을 사용할 것인가를 결정하여야 하는데, 고유값이 약 1 이상인 성분을 주성분으로 보았다. 요인 분석은 위의 주성분분석에서 결정된 요인으로 Varimax 회전을 사용하였으며, 상관행렬을 사용하였다.



1. 환경설정
측정부위 선택메뉴에서 '좌관' 부위만을 선택하고, 나머지 항목은 그대로 유지한다.
단계 : 5단계, 측정시간 : 5초



2. 장비 초기 위치로 센서부를 로봇의 중심부를 향하게 옮겨놓고 측정하기 위한 왼손을 측정을 위한 거치대에 위치한다.



3. 센서를 왼손측정 거치대로 왼손이 거치대에 안정되게 놓인 이후에 센서를 거치대쪽으로 회전시켜 위치한다.



4. 關부 설정 및 측정 측정하기 위한 關部位를 확인 하고 측정을 위한 준비 후 '측정시작' 버튼을 눌러 측정을 시작한다.

Fig. 2. Flow of experiment for left-kwan

결 과

1. 실험대상 분석

실험대상은 특별한 疾患을 호소하지 않는 健康人을 대상으로 총 113명을 대상으로 하였다. 대상 분포는 Table 1과 같다.

Table 1. Statistical distribution of 1st experiment

	Count	Age(mean)	Height(mean)	Weight(mean)
Male	39	46.97	167.85	66.69
Female	74	47.42	157.96	56.24

2. 左關部位 測定을 통한 脈波 요인 분석 결과

1) 기초 통계분석

가압력(g), 에너지(E), 박동수, 탄성계수, 맥의길이, 주파폭(h1), 중박전파협곡(h2), 중박전파폭(h3), 강중협곡(h4), 중박과폭(h5), 급성사혈기(t1), 중박전파협시간(t2), 중박전파시간(t3), 수축기시간(t4), 중박파시간(t5), 맥동주기(t), 주파너비(w), 파의면적(A) 등 각 파라미터별 히스토그램을 통해 데이터의 분포를 확인 하였다. 히스토그램은 Fig. 3과 같았고 남녀별 파라미터에 대한 기술 통계량은 Table 2와 같았다. 중박전과폭(h3), 중박전파시간(t3), 중박파시간(t5)은 표준분포를 따르지 않으므로 제외시킨다. 중박과폭(h5)도 중박파시간(t5)에 의해 나오는 데이터이므로 제외시킨다.

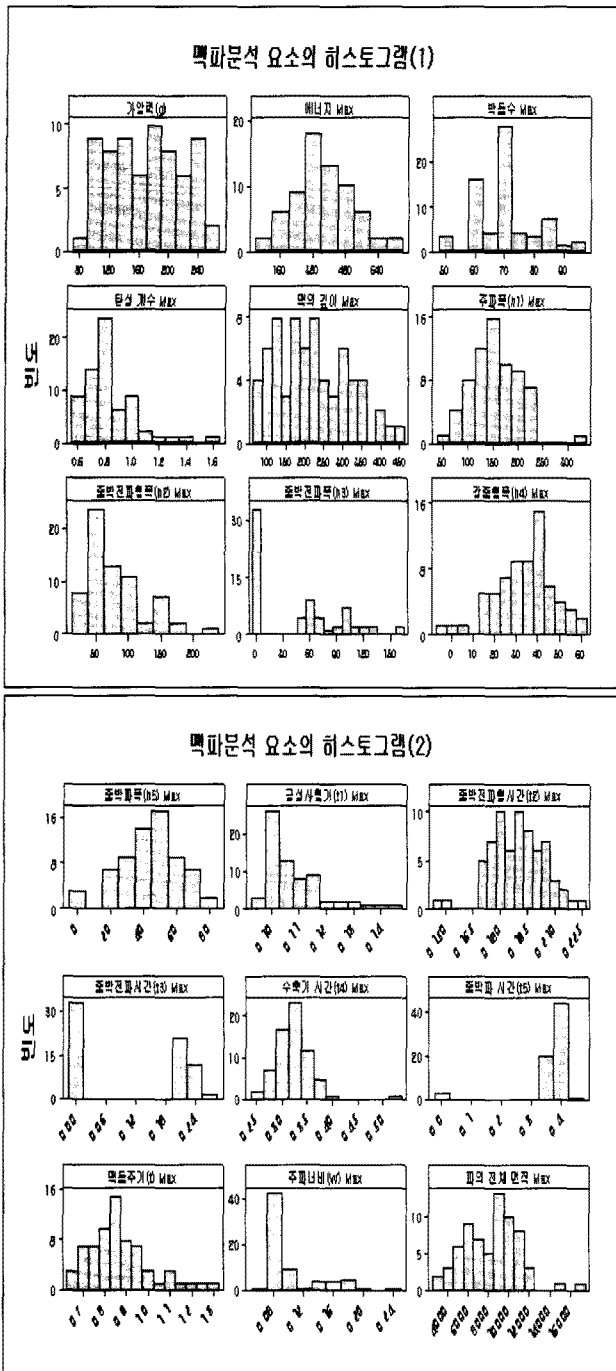


Fig. 3. Histogram of waveform parameters

2) 상관분석

기초통계 분석을 통해 걸러진 주요 파라미터에 대해 상관분석을 실시하면 Table 3과 같다.

3) 요인분석

14개 측정 파라미터에서 주성분은 Table 4와 같다. 주성분 분석을 실시한 결과 위의 고유값 5.1167, 2.4030, 1.8411, 1.3909, 0.9151 까지가 약 1 이상이므로 5개의 성분을 찾을 수 있다. 이의 누적 퍼센트는 83.3%였다. Scree graph는 Fig. 4과 같다. 요인분석은 주성분분석에서 5개의 주성분을 보았으므로 5개의 요인으로 정하고, Varimax 회전을 사용하였으며, 상관행렬을 사용하였

다. 그 결과는 Table 5와 같다.

4) 맥상 구분 요소로서의 요인의 해석과 주요 파라미터 추출

數에 해당하는 요인 2와 4에 해당하는 요인 4를 제외한 주요 변수는 Table 6과 같다. 이로서 맥상 구분 요소로서의 주요 파라미터로 에너지(E), 주파의 크기(h1), 중박전파협곡(h2), 중박전파협곡시간(t2), 수축기시간(t4), 주파너비(w), 파의면적(A)등 7개의 변수를 추출할 수 있었다.

Table 2. Description statistics of pulse parameters

변 수	성별	Count	평균	표준편차	최소값	중위수	최대값
나 이	남	39	46.97	17.52	15.00	46.00	83.00
	여	74	47.42	12.31	26.00	46.00	90.00
신 장	남	39	167.85	7.35	150.00	168.00	183.00
	여	74	157.96	4.77	144.00	158.00	170.00
체 중	남	39	66.690	8.490	47.00	65.00	85.00
	여	74	56.243	6.485	40.00	56.00	74.00
가압력(g)	남	39	137.28	30.17	94.00	135.00	190.00
	여	74	132.95	38.25	43.00	130.00	227.00
에너지(E)	남	39	594.4	222.1	247.0	564.0	1077.0
	여	74	457.6	201.8	162.0	418.0	981.0
박동수(BP)	남	39	69.28	10.78	48.00	72.00	96.00
	여	74	71.14	12.63	5.00	72.00	105.00
탄성계수 (EC)	남	39	0.9903	0.4319	0.2900	0.9200	2.6800
	여	74	0.7511	0.2782	0.0000	0.7250	1.9200
맥의길이(D)	남	39	154.90	71.00	61.00	148.00	418.00
	여	74	187.70	83.96	0.00	182.50	366.00
주파폭(H1)	남	39	199.44	58.16	87.00	199.00	371.00
	여	74	162.55	48.09	15.00	158.50	301.00
중박전파협곡(H2)	남	39	126.67	52.79	25.00	129.00	309.00
	여	74	115.45	45.51	14.00	110.00	251.00
강중협곡(H4)	남	39	47.59	20.21	2.40	45.80	101.60
	여	74	39.30	14.66	3.70	39.30	67.10
급성사혈기(T1)	남	39	0.12082	0.01537	0.09800	0.12100	0.16000
	여	74	0.11973	0.01855	0.08600	0.11700	0.18000
중박저파협곡 시간(T2)	남	39	0.20054	0.02269	0.14500	0.19900	0.25800
	여	74	0.19645	0.03033	0.13700	0.18800	0.29700
수축기시간(T4)	남	39	0.33608	0.03566	0.27700	0.33200	0.40600
	여	74	0.35657	0.05529	0.28100	0.34800	0.63300
맥동주기(T)	남	39	0.8713	0.1273	0.6130	0.8550	1.1020
	여	74	0.8440	0.1169	0.5740	0.8535	1.1760
주파너비(W)	남	39	0.13128	0.05130	0.07000	0.12500	0.25400
	여	74	0.15334	0.05225	0.07400	0.16400	0.26200
파의면적(A)	남	39	11856	3827	3990	11649	23010
	여	74	10253	3241	1547	9797	18805

Table 3. Result of correlation analysis of pulse parameters

	(g)	(E)	(BP)	(EC)	(D)	(H1)	(H2)	(H4)	(T1)	(T2)	(T4)	(T)	(W)
(E)	0.088												
(BP)	-0.103	-0.020											
(EC)	0.049	0.315	-0.120										
(D)	0.521	-0.130	0.192	-0.686									
(H1)	0.142	0.812	0.122	0.239	0.027								
(H2)	0.088	0.686	-0.126	0.337	-0.056	0.746							
(H4)	0.122	0.397	-0.261	0.304	-0.073	0.486	0.532						
(T1)	0.062	0.599	-0.017	0.158	-0.009	0.496	0.660	0.236					
(T2)	0.090	0.477	0.116	0.149	0.024	0.395	0.217	0.136	0.721				
(T4)	0.058	0.335	-0.285	0.074	0.075	0.219	0.486	0.019	0.539	0.285			
(T)	0.044	0.084	-0.871	0.254	-0.140	0.006	0.271	0.418	0.155	-0.008	0.357		
(W)	0.046	0.168	-0.444	0.147	-0.084	-0.040	0.492	0.224	0.487	0.139	0.514	0.455	
(A)	0.175	0.754	-0.206	0.374	-0.037	0.837	0.896	0.713	0.644	0.395	0.478	0.336	0.376

Table 4. Result of principle component analysis

변수	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
(g)	0.155	0.052	-0.427	-0.407	-0.392
(E)	0.355	-0.230	0.101	-0.046	0.075
(BP)	-0.122	-0.566	-0.003	0.024	0.099
(EC)	0.148	0.072	0.474	-0.065	-0.356
(D)	0.047	-0.112	-0.648	-0.269	-0.058
(H1)	0.349	-0.274	0.095	-0.194	0.226
(H2)	0.392	-0.045	0.001	-0.042	0.392
(H4)	0.279	0.118	0.197	-0.405	-0.088
(T1)	0.339	-0.127	-0.074	0.327	-0.230
(T2)	0.187	-0.312	0.012	0.318	-0.608
(T4)	0.221	0.098	-0.268	0.481	0.121
(T)	0.167	0.540	0.036	-0.031	-0.133
(W)	0.230	0.318	-0.184	0.318	0.143
(A)	0.422	-0.010	0.048	-0.100	0.114

Table 5. Result of Factor analysis

변수	요인1	요인2	요인3	요인4	요인5	공통성
(g)	0.173	0.273	-0.081	-0.838	-0.152	0.836
(E)	0.831	-0.061	0.102	-0.009	-0.308	0.800
(BP)	0.028	-0.893	-0.204	0.013	-0.126	0.855
(EC)	0.294	0.402	-0.342	0.390	-0.379	0.661
(D)	0.031	-0.185	0.158	-0.924	0.069	0.918
(H1)	0.934	-0.142	0.009	-0.063	-0.143	0.918
(H2)	0.892	0.112	0.352	-0.040	0.012	0.933
(H4)	0.647	0.489	-0.269	-0.079	-0.068	0.739
(T1)	0.481	0.051	0.456	-0.065	-0.621	0.833
(T2)	0.183	-0.187	0.110	-0.035	-0.900	0.892
(T4)	0.166	0.118	0.809	-0.068	-0.197	0.740
(T)	0.069	0.906	0.191	-0.003	0.053	0.865
(W)	0.179	0.465	0.696	-0.038	-0.017	0.734
(A)	0.882	0.275	0.216	-0.087	-0.188	0.943

분산	4.0023	2.5069	1.8390	1.7394	1.5791	11.6668
% Var	0.286	0.179	0.131	0.124	0.113	0.833

Table 6. Result of Factor analysis

변수	요인1	요인3	요인5	공통성
(g)	0.173	-0.081	-0.152	0.836
(E)	0.831	0.102	-0.308	0.800
(BP)	0.028	-0.204	-0.126	0.855
(EC)	0.294	-0.342	-0.379	0.661
(D)	0.031	0.158	0.069	0.918
(H1)	0.934	0.009	-0.143	0.918
(H2)	0.892	0.352	0.012	0.933
(H4)	0.647	-0.269	-0.068	0.739
(T1)	0.481	0.456	-0.621	0.833
(T2)	0.183	0.110	-0.900	0.892
(T4)	0.166	0.809	-0.197	0.740
(T)	0.069	0.191	0.053	0.865
(W)	0.179	0.696	-0.017	0.734
(A)	0.882	0.216	-0.188	0.943

고찰

寸關尺診脈은 內經에서 시작되어 難經이후 宣揚하고 王叔和의 脈經으로부터 비로소 널리 퍼져 後世醫家들이 診斷에 이용하였다³⁾. 이러한 역사적 과정을 거쳐온 左右手 診脈法은 현재 한의계에 가장 보편적인 脈診法으로 사용되고 있다. 하지만 이러한 脈診法이 한의사의 경험과 주관적 판단에 의존하게 되므로 객관성과 호환성 및 재현성에 문제가 있다. 최근 한의계에서는 脈診에 대한 객관적이고 정량적인 방법을 도입하여 이를 체계화하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 하지만 이러한 研究가 센서의 한계, 재현성의 문제, 측정방식의 문제 등으로 限界를 나타내는 경우가 많았다¹⁷⁾. 이런 현실의 바탕에서 左右手 6部位의 脈象波形은 파형의 크기만 다를 뿐 동일한 파형이고 浮中沈의 3候도 脈象波形이 같으므로, 寸關尺 6部位의 臟腑 配屬과 區別은 의미가 없다는 주장이 등장하여 맥진의 기본이론에 문제를 제기하고 있다. 이는 바로 요골동맥 맥진의 기본이론인 측정 가압력과 부위에 따른 脈象 變化에 대한 現代적이고 客觀적인 자료의 부족에서 비롯된 현상이라고 생각된다.

이에 저자는 脈診의 現代의 客觀的 研究를 위한 기반을 구축하기 위하여 測定加壓力에 따른 구분인 浮中沈과, 부위에 따른 구분인 寸關尺의 의미를 담을 수 있는 완관절 요골동맥상의 압력과 위치 변화에 따른 맥파를 측정 분석하고자, 먼저 左關部位 測定을 통한 脈波 요인을 분석하였다. 脈象을 결정짓는 변수가 과연 무엇인가에 대해서는 지금까지 다양한 논의가 되어 왔으나 아직까지는 임상결과와의 결합을 통한 검증단계를 가질 수 없었기 때문에 임상적 연구는 아직 진행되지 못하였다. 때문에 본 연구에서는 전통적인 맥상구분 요소인 位數形勢 각각을 임상과의 비교연구를 실시하기 전의 사전연구 개념으로 실제 측정된 脈波로부터 추출하고자 하였다. 位에 해당되는 측정요소는 加壓力로 가정하였다. 즉, 脈象의 浮沈 결정요소는 加壓力에 의해 변화하는 脈壓 및 기타 요소의 변화로 파악하도록 한다. 따라서 位는 실험조건으로 조절하는 값이므로 位의 변화를 전제하여 데이터를 측정하는 것으로 하며, 脈象을 구분하는 요소에서는 고려하지 않는다. 數의 경우도 심장의 박동에 관계하는 것으로 위치나 깊이에 의해 변화하지 않는 값이므로 고려하지 않는다. 位와 數를

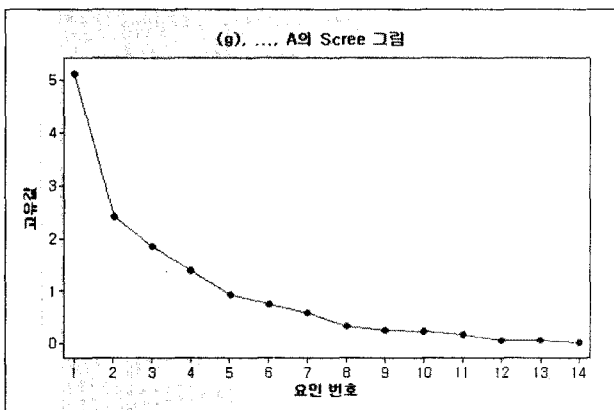


Fig. 4. Scree graph for factor analysis

제외한 形과 勢와 관련된 맥상구분 요소의 추출은 측정된 맥파 데이터의 통계적 처리방법을 이용하였다.

통계적 처리 방법으로 요인 분석을 한 결과 5가지 요인으로 83.3%의 脈波의 정보를 담을 수 있음을 확인하였다. 그 중 요인 1은 맥파의 에너지, 맥파크기, 파의 면적 등 맥파의 세기 혹은 크기와 관련된 항목들로 구성된 것을 알 수 있다. 요인 2는 박동수, 박동주기로 이루어진 것으로 맥의 오고 감의 빠르기라는 것을 알 수 있다. 요인 3은 이완기시간, 고압이 유지되는 시간인 w와 연계된 것으로 보아 맥의 탄성성분과 연계가 있음을 알 수 있다.

요인 4는 가압력과 가압깊이로 구성되어 맥을 측정할 때의 취맥압의 성분임을 알 수 있다. 요인 5는 반사파가 돌아온 시간인 t2로 역시 맥파의 유연성 혹은 경화도와 연관 있음을 알 수 있다. 여기에서 요인 2는 박동수, 맥의 빠르기이므로 位數形勢중에서 數에 해당하는 것임을 알 수 있다. 또한 요인 4 역시 취맥압, 취맥 깊이이므로 位에 해당하고 이에 따라 부중침을 구분할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 나머지 요인 1과 요인 3, 요인 5의 경우에는 맥의 형태나 세기, 즉 形勢를 나타내는 요인이라고 볼 수 있다.

이처럼 脈象을 구분 짓는 감각요소 4가지를 실제 측정한 맥파데이터의 통계적 분석을 통해 맥을 특징짓는 주요 요소 5가지로 분석하였고 각각을 位數形勢로 구분하여 보았다. 특히 위와 수를 제외한 형세를 구분하는 주요 요소로 요인 1, 요인 3, 요인 5를 분석해내었고, 그 측정변수로 에너지(E), 주파의 크기(h1), 반사파의 크기(=중박전과협곡, h2), 중박전과협곡시간(t2), 수축기 시간(t4), 주파너비(w), 파의면적(A)등 7개의 변수를 추출할 수 있었다.

우리는 앞으로 각 가압단계별로 가압단계별 맥상 특성 비교와 좌우 촌관척 6부위 대표맥파를 연구 비교하기 위한 맥파분석 파라미터는 위의 요인분석을 통해 얻어진 결과를 활용하고자 한다. 그래서 이후에 좌관부위 맥파요인 분석에 대한 연구를 재확인하는 실험을 시행하고, 재확인된 자료를 바탕으로 좌우수 촌관척 요골동맥 부위와 5단계 가압에 따른 맥상의 차이성에 대한 기반 연구를 시행하고자하며, 이를 바탕으로 다양한 질환에 대한 맥상연구를 계속하고자 한다.

결 론

본 연구에서 맥상기를 통한 요골동맥 맥진법의 맥파분석적 연구의 기반을 마련하고자, 먼저 좌관부위의 맥파 요인 분석을 시도하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

左關부위 측정을 통한 맥파 요인 분석 결과, 形勢를 구분하는데 기여하는 것으로 기대되는 측정변수로 에너지(E), 주파의 크기(h1), 중박전과 협곡(반사파의 크기, h2), 중박전과 협곡시간(t2), 수축기 시간(t4), 주파 너비(w), 맥파의 면적(A)의 7개 변수를 추출하였다.

앞으로 좌관부위 맥파요인 분석에 대한 연구를 재확인하는 실험후에, 좌우수 촌관척 요골동맥 부위와 5단계 가압에 따른 맥상의 차이성에 대한 기반 연구를 시행하고 이를 바탕으로 다양

한 질환에 대한 맥상연구를 계속하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 한방치료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(과제고유번호: B080011).

참고문헌

1. 白貞義. 脈診의 起源과 《內經》의 脈診에 관한 研究(I). 大韓韓醫診斷學會誌 2(1):225, 1998.
2. 신상훈, 박영배, 임혜원, 김기왕. 中國의 脈診 객관화 연구 동향. 大韓韓醫診斷學會誌 8(2):45-56, 2004.
3. 羅慶燾, 朴炫局. 黃帝內經의 脈 理論과 診脈法의 變化에 關한 研究. 東國韓醫學研究所論文集, 2(1):73-105, 1993.
4. 任韓帝, 尹鍾和. 經脈脈診法인 十二經脈脈診, 三部九候診, 人迎氣口診의 寸口脈으로의 演變에 關한 研究. 大韓醫藥氣功學會誌 6: 150-180, 2002.
5. 李相日, 李文宰. 內經上의 脈診理論. 경산대학교 제한동의학술원 6(1):46-53, 1981.
6. 黃元德, 金重漢. 氣口脈診法의 臟腑配屬에 關한 研究. 大韓原典醫史學會誌, 112(1):226-254, 1999.
7. 申尙玪, 金楨汎. 《傷寒雜病論》의 診斷體系에 關한 研究. 대한동의병리학회지 12(1):1-18, 1998.
8. 이봉교. 脈診計에 의한 八要脈의 波形기록 판별에 關한 실험적 연구. 최신의학, 13(7):103-109, 1970.
9. 이영화, 김경철, 이용태. 腰痛 및 腰脚痛의 희수식 전자막진기에 의한 尺脈 관찰. 동의·경산 한의학 학술대회, 2: 165-192, 1998.
10. 남동현, 박영재, 박영배. 經皮 電鍼刺戟이 成人男性의 脈波傳達時間에 미치는 影響. 大韓韓醫診斷學會誌 4(2):85-89, 2000.
11. 李始炯, 申秉澈. 脈診器를 이용한 中風患者의 臨床的 考察. 大韓東醫病理學會誌 13(2):123-127, 1999.
12. 박재성, 박영배, 김민용, 박영재. 脈率과 體成分 分析의 相關性 研究. 大韓韓醫診斷學會誌 10(2):132-150, 2006.
13. 남동현, 박영배. 연령증가에 따른 가속도맥파 연령지수의 변화에 관한 연구. 大韓韓醫診斷學會誌 6(2):96-114, 2002.
14. Pickering et al. Recommendation for Blood Pressure Measurement in Humanx and experimental animals : Part1 : Blood Pressure Measurement in Humans, A statement for professionals from the subcommittee of professional and public education of the Americal Heart Association Council on high blood pressure, Hypertension. 45: 142-161, 2005.
15. 대요메디쥬. 다채널맥파계의 경혈측정을 통한 한의진단 Wizard 개발. 정보통신부 우수신기술지정지원사업 결과보고서, 2005.
16. 신순식. 한의 맥진용 반도체 어레이 센서(Semiconductor

array sensor)를 이용한 3-D 맥상 연구. 신기술실용화기술개발사업 1단계 보고서, 2004.

17. 김종열, 김경요, 고기덕. 맥진기의 문제점과 개선방안에 관한 연구. 大韓韓醫診斷學會誌 3(1):28-36, 1999.