

맥진기를 활용한 대사증후군 대상 임상연구 고찰

김지혜, 전영주
한국한의학연구원 미래의학부

A Review on Clinical Studies on Metabolic Disease Using a Pulse Tonometry Device

Ji-hye Kim, Young-ju Jeon
Future Medicine Division, Korea Institute of Oriental Medicine

ABSTRACT

Objective: The aim of this research was to investigate the current status and limitations of the clinical use of a pulse tonometry device (PTD).

Methods: We searched online medical databases, including Oriental Medicine Advanced Searching Integrated System (OASIS), Research Information Sharing Service (RISS), DataBase Periodical Information Academic (DBpia) and PubMed, for clinical studies of metabolic diseases that used PTD. We selected articles on the clinical application of the PTD but excluded duplicate articles, clinical studies without the PTD, and non-clinical studies. In the first screening, 551 articles were selected. Ultimately, we found 10 articles and classified the articles according to the following diseases: hyperlipidemia, diabetes, overweight and obesity, hypertension, and metabolic disease.

Results: Of the 10 selected articles, 4 were focused on hypertension. Two articles were focused on overweight or obesity and two articles were focused on the metabolic disease.

Conclusions: This study was the first attempt to conduct a systematic review on clinical studies of metabolic disease using the PTD as a primary outcome. We suggest that the standard of pulse wave parameters and operating procedures for the PTD should be further developed. The results of this study are expected to be used as basic information for the planning and progression of clinical studies of metabolic syndrome using PTD.

Key words: systematic review, metabolic disease, pulse diagnosis, pulse wave, pulse tonometric device

1. 서 론

대사증후군(metabolic disease)이란 신진대사와 관련된 다양한 질환이 함께 동반되는 것을 말하며, 복부비만과 함께 고혈압 및 고중성지방혈증, 낮은 고밀도콜레스테롤, 당대사 이상 등의 성인병이 동

시에 나타난다¹. 후후 2형 당뇨 또는 심혈관계질환 등의 합병증 발생 가능성이 매우 높은 질환으로², 발병 원인은 잘 알려져 있지 않지만, 일반적으로 인슐린 저항성(insulin resistance)이 근본적인 문제라고 추정하고 있다³.

한의학에서 대사증후군 및 이와 관련된 비만, 당뇨, 고혈압 등의 질환과 일대일로 대응되는 질환은 없다. 다만 유사한 의미로 한의학에서는 <<영추(靈樞), 역순비수편(逆順肥瘦篇)>>에 비수(肥瘦), 비귀인(肥貴人), 비인(肥人) 등으로 표현하였으며, <<동의보감(東醫寶鑑)>>에서는 비만한 사람은 안색이

· 투고일: 2018.09.03, 심사일: 2018.10.05, 게재확정일: 2018.10.08
· 교신저자: 전영주 대전광역시 유성구 유성대로 1672
한국한의학연구원 미래의학부
TEL: 042-868-9306 FAX: 042-868-9480
E-mail: jyj92@kiom.re.kr

회고 마른 사람은 안색이 검다는 의미의 비백흑수(肥白黑瘦)로 유형을 구분하였다. 또한 《소문(素問)·기궐론(氣厥論), 기병론(奇病論)》에 소중(消中), 풍소(風消), 격소(膈消), 식역(食亦), 폐소(肺消) 등이 처음 언급되었으며, 정지실조(情志失調)로 간화울결(肝火鬱結)해지면서 음허후손(陰虛虧損), 신수폐음모손(腎水肺陰耗損)되어 소갈(消渴)이 나타난다고 하였고, 특히 소갈이 오래되어 나타나는 소갈전변증(消渴傳變症)은 당뇨병의 만성합병증에서 나타날 수 있는 증상들과 비슷하다고 하였다. 고혈압이라는 현상이 유발할 수 있는 한의학적인 증상에는 두훈(頭暈), 두통(頭痛), 정충(怔忡) 등이 있으며, 질병 발생 패턴이 음허양항(陰虛陽亢), 간양상항(肝陽上亢)의 변증 유형과 유사하다^{4,6}.

한의학의 주요 진단방법 중 하나인 맥진은 치료법을 선정함에 있어 가장 핵심적이고 중요한 진단 지표가 된다⁷. 맥진을 보다 객관적으로 평가하기 위해 다수의 연구들이 수행되었고, 그 중 맥진기 개발도 상당 부분 차지하고 있다⁸. 상용화된 혹은 연구용으로 개발된 맥진기는 여러 임상연구에 투입되어 임상 효용성을 검증해가며 발전하고 있다. 최근에는 ISO/TC249에서 국내 연구자들의 주도하에 맥진기와 관련된 국제 표준이 제안되는 등 표준화 작업도 진행되고 있고, 맥상과 물리량 속성 총의 형성을 위한 델파이 연구도 수행되고 있다⁹⁻¹¹.

또한 소화기 질환¹², 호흡기 질환¹³, 사상체질^{14,15}, 부인과 질환¹⁶ 등 다양한 적응증과 변증을 대상으로 맥진기를 활용한 진단 연구는 점차 증가하는 추세이다. 다만 임상적 중요도와 유병률에 비해서는 다른 질환에 비해 대사증후군 대상 맥진기 임상연구는 양적인, 질적인 측면에서 아직 미흡한 편이다.

최근 식습관과 생활방식의 서구화로 대사증후군의 유병률이 급격하게 증가하고 있으며, 근래 들어 대사증후군에 대한 예방과 관리에 대한 관심이 높아지면서 한의계 내에서도 대사증후군에 대한 임상적 중요도가 대두되고 있는 상황에서 이에 저자

는 심뇌혈관질환 및 암과 연관성이 높아 사회적 부담을 가중시킬 가능성이 높은 대사증후군을 대상으로 진행된 국내외 맥진기 임상연구의 동향을 파악하고자 하였다. 또한 한의임상에서 대사증후군을 모니터링하고 평가할 수 있는 진단도구 혹은 한의사 진단 시 참고할 수 있는 보조도구의 맥진기의 활용 가능성과 맥진기 개발의 한계점 등을 파악하고 향후 진행될 연구 방향을 모색해보고자 본 연구를 실시하게 되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상은 무작위 배정 임상연구와 비무작위 임상연구(코호트연구, 단면연구, 전후비교 연구)로 한정하고, 증례연구는 포함하지 않았다. 언어는 제한하지 않았으나 국내외 학술대회에서 초록의 형태로 발표된 자료나 기타 보고서, 뉴스 및 홍보 기사는 제외하였다.

본 연구에서는 대사증후군과 관련된 적응증을 대상으로 맥진기를 활용한 임상연구만을 선정하였고 호흡기계 질환, 소화기계 질환, 부인과 질환 등 다른 질환들을 대상으로 한 맥진기 연구는 모두 배제하였다.

본 연구의 주요 목적인 대사증후군 연구에 초점을 맞추기 위해 당뇨, 비만, 고혈압, 고지혈증을 검색어로 선정하였고, 조사된 전체 논문 중 관련 논문을 1차적으로 재 선별한 후 연구 현황 및 연구방법의 적절성을 살펴보았다. 2차적으로 조사된 모든 논문의 전수조사를 통해 연구에 적합한 논문만을 최종 선별하였다.

2. 연구기간 및 방법

검색어 선정 및 검색전략을 위한 사전검색을 포함하여, 2018년 1월부터 5월까지 5개월간 연구가 진행되었다.

연구논문은 전통의학포털 오아시스(Oriental Medicine

Advanced Searching Integrated System, OASIS)와 학술연구정보서비스(Research Information Sharing Service, RISS), 누리미디어의 디비피아 (DataBase Periodical Information Academic, DBpia), PubMed의 데이터베이스를 이용하여 검색하였다. 검색 시 2000년에서 2017년 12월까지 발행된 논문만 조사하였다. 1차 선정된 논문은 총 551건으로 각 데이터베이스에 따라 정리된 논문 건수는 Table 1과 같으며,

전체적으로 논문 선정제의 과정은 Fig. 1과 같다.

Table 1. First Search Results

DataBase	No. of studies
OASIS	64
RISS	187
DBpia	173
PubMed	127

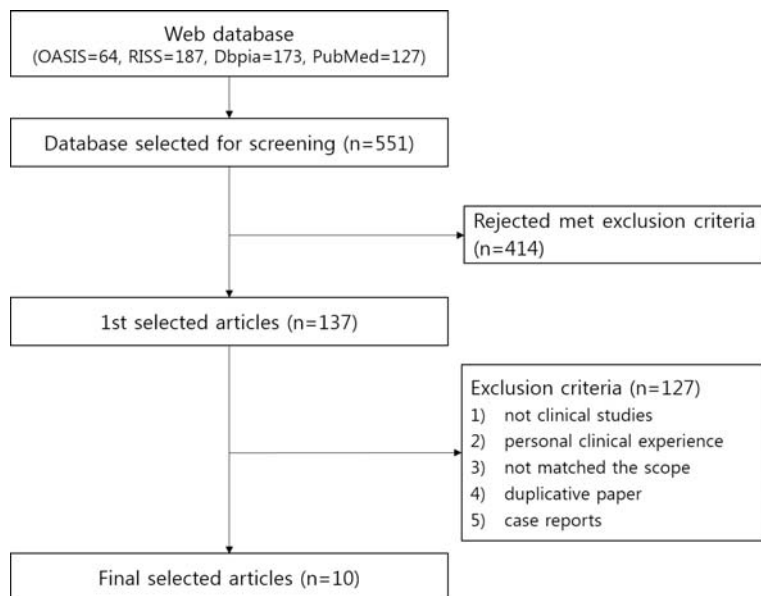


Fig. 1. Flow chart of this study.

III. 결 과

1. 최종 선정된 논문

각 데이터베이스에서 중복 검색된 논문과 맥진기를 활용하지 않은 임상논문, 연구 목적 및 주제에서 벗어난 논문을 제외한 결과 최종적으로 총 10편의 논문을 선정하였다. 선정된 논문은 미국 국립콜레스테롤 교육프로그램(National Cholesterol Education Program, NCEP)이 제시한 대사증후군의 진단 기준에 따라¹⁷ 5가지 지표 별로 재분류되었고(Table 2),

재분류 결과에 따라 연구를 분석하였다. 지표 별로 정리된 표는 Appendix 1로 제시하였다.

Table 2. Classification of the Articles According to the Disease and Condition

Disease and condition	No. of studies
Hyperlipidemia	1
Diabetes	1
Overweight and obesity	2
Metabolic disease	2
Hypertension	4
Total	10

2. 지질 이상 환자 대상 임상연구

2002년 남 등¹⁸은 경희대학교 한의과대학 부속한방병원 침구과를 방문한 45세 이상 64세 이하의 성인 남녀 80명을 대상으로 혈중 지질농도와 가속도 맥파 변수 간의 상관성을 살펴보았다. 시험대상자는 심전도 소견 상 심각한 이상이 없고 기질적 질환이 없는 사람들을 대상으로 하였으며 혈중 중성지방농도에 따라 건강대조군(≤ 130 mg/dl), 경도의 과중성지방혈중군(131-200 mg/dl), 중도의 과중성지방혈중군(≥ 201 mg/dl)으로 분류하였다. 지침용 적맥파측정은 기개발된 맥파기(PT-300, Fukuda Denshi, 일본)를 이용하였다. 분석결과 경도/중도의 과중성지방혈중군이 건강대조군에 비해 가속도맥파 연령지수(Aging index of the second derivative of photoplethysmography, SDPTG AI)와 Sano 연령지수(Sano Aging Index, Sano AI)가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 또한 가속도맥파 연령지수는 혈중 중성지방, 콜레스테롤, 총 지질, 인지질, 고밀도지단백질 콜레스테롤 농도와 모두 유의성 있는 상관관계를 보였고, 연령과 평균 혈압 보정 후에도 가속도맥파 연령지수는 혈중 중성지방, 총 지질,

고밀도지단백질 콜레스테롤과 유의성 있는 상관관계를 보였다.

3. 당뇨 환자 대상 임상연구

2007년 박 등¹⁹은 당뇨에 대한 한의학적 진단지표 개발과 유효성 검증을 위한 기초연구의 일환으로 기질적 질환이 없는 50세 이상의 건강한 성인 53명과 당뇨 환자 30명을 대상으로 맥진기(3D-Mac, 대요메디, 한국)를 활용하여 맥파를 수집하였다. 3D-Mac의 주요 맥파 변수는 그림과 같다(Fig. 2). 총 31개의 변수를 분석한 결과 손 부위에서는 당뇨 환자 그룹이 건강한 그룹에 비해 중복파 시간(t_5)은 유의하게 낮았고 충격파 시간/총 시간(t_1/t)은 통계적으로 유의하게 높았다. 또한 관 부위에서는 당뇨 환자 그룹이 건강한 그룹에 비해 맥압총합(energy)이 유의하게 높았고, 척 부위에서는 당뇨 환자 그룹이 건강한 그룹에 비해 중복파의 높이(h_5), 중복파 높이/충격파 높이(h_5/h_1), 중복파 시간(t_5)은 유의하게 낮거나 작게 나타났다. 반면에 이완기 면적비율(이완기 면적/전체 맥파면적, Ad%)은 당뇨 환자 그룹이 더 넓었다.

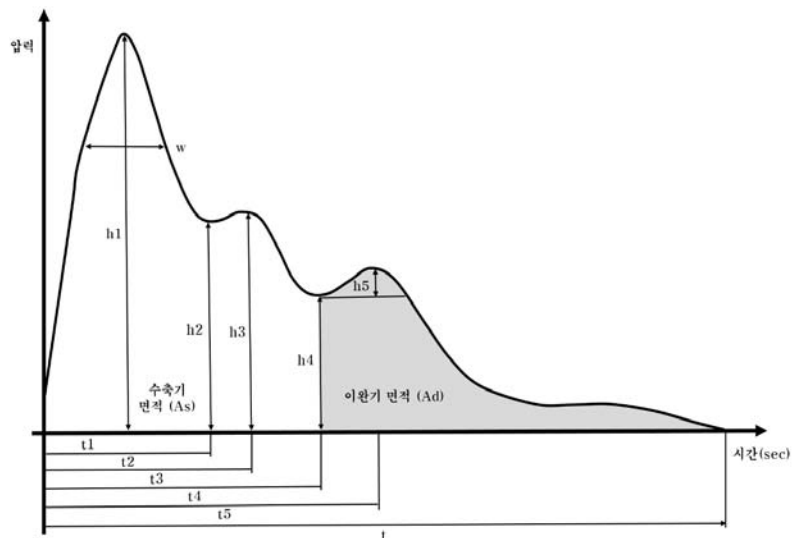


Fig. 2. Pulse waveform parameters of DAEYOMEDI device.

4. 과체중 또는 비만 대상 임상연구

2011년 송 등²⁰은 자각적 타각적 증상이 없는 동일한 연령대의 여대생 69명을 대상으로 인영, 촌구의 맥 크기 및 인영/촌구의 맥 크기 비율과 체질량지수 간의 상관성을 확인하고자 관찰 임상연구를 실시하였다. 체중과 신장의 측정에는 인바디(InBody 520, 바이오스페이스, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체질량 지수는 WHO 아시아태평양기준에 기반하여 18.5 kg/m² 미만인 경우 저체중, 18.5-22.9 kg/m²인 경우 정상, 23-24.9 kg/m²인 경우 과체중, 25-29.9 kg/m²인 경우 비만으로 분류하였다. 인영 촌구맥의 측정은 요골동맥 부위와 인영 맥이 위치하고 있는 경동맥 맥위와 접촉이 잘 이루어질 수 있도록 자체 제작한 마이크로폰 방식의 센서를 적용한 기기를 이용하였다. 측정된 신호의 분석은 생체신호분석 시스템(MP100, Biopac, USA)을 이용하였다. 분석결과 과체중 그룹에서 인영 맥의 크기가 가장 높은 경향을 보였고 촌구 맥은 정상 그룹이 다른 그룹에 비해 높은 경향을 보였다. 또한, 인영/촌구의 비율은 과체중군이 다른 군에 비해 높은 경향을 보였고, 촌구/인영의 비율은 비만군이 높은 경향을 나타내었다. 하지만, 비만도 및 체질량지수별 인영맥, 촌구맥, 인영/촌구, 촌구/인영의 비율 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 기기를 활용한 인영촌구맥 크기 및 비율과 체질량지수와의 상관성 분석에 대해 최초로 시도된 연구라는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

2012년 정 등²¹은 대구한의대 부속 대구한방병원에 내원한 30세 이상 60세 미만의 71명의 남녀를 대상으로 맥진기의 맥상과 비만도 등의 요인들과의 연관성을 살펴보고자 임상연구를 수행하였다. 맥상 및 혈관 노화도 측정은 시판된 맥진기(DMP-1000, 대요메디, 한국)를 이용하였으며 좌측과 우측의 관맥 위치에서 측정하였다. 분석된 맥상은 주맥과 겸맥으로 구분되어 기록되었는데 정상 범위에서 가장 큰 차이로 벗어나는 맥을 주맥, 두 번째로 벗어나는 맥을 겸맥으로 제시되었다. 혈관의 노화도는

A부터 F(혈관노화가 가장 많이 진행된 상태)로 기록되었다. 임상데이터 분석결과 저체중, 정상 체중, 과체중 그룹 모두에서 주맥으로는 지맥이 가장 높은 빈도로 나타났으며, 평맥이 두 번째로 높은 빈도로 나타났다. 그러나 세 군 간의 통계적 유의성을 확인할 수 없었다. 겸맥의 빈도를 살펴 본 결과 과체중군에서 삼맥이 나타나는 빈도가 다른 군에 비해 높게 나타남을 확인할 수 있었지만 통계적인 유의성은 없었다. 혈관 노화도에 따른 주맥과 겸맥의 빈도 분포를 비교한 결과에서도 통계적인 유의성은 확인할 수 없었다. 그러나 과체중 그룹에서 고혈압이나 동맥경화 등 혈액 순환 장애가 있을 때 나타나는 삼맥의 비율이 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 표본수가 크지 않아 일반화하기는 어려우나 대규모 연구를 기초정보를 제공한다는 점에서 의미 있는 연구로 사료된다.

5. 대사증후군 환자 대상 임상연구

2011년 김 등²²은 동맥경화가 주요 원인이 되어 발생하는 허혈성 뇌 질환으로 진단된 뇌경색 환자들 중 대사증후군을 동반한 환자들을 대상으로 맥파 속도에 영향을 미치는 대사증후군 인자와 성별의 차이를 알아보고자 연구를 수행하였다. 뇌경색으로 진단된 환자 중 National Cholesterol Education Program(NCEP) 기준에 따라서 5가지 항목 중 3개 항목 이상을 만족하는 대사증후군 환자 30세 이상 성인 61명(남성 22명, 여성 39명)을 대상으로 연구가 수행되었다. 다만, 복부 비만은 환자 특성을 반영하여 체질량지수를 적용하였다. 맥파 측정은 자동파형 분석기(VP-1000, Colin, Co. 일본)를 활용하였고 좌우측 상완 발목 맥파속도(baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity)를 측정 후 큰 값을 최대 상완 발목 맥파속도로 정하여 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석을 실시한 결과 대사증후군을 동반한 뇌경색 환자의 max baPWV는 나이, 이완기 혈압, 수축기 혈압, 공복혈당과 유의한 양의 상관관계를 보이는 것을 확인할 수 있었지만 대사증

후군의 위험인자와 상완 발목 맥파속도 간의 뚜렷한 연관성을 확인할 수는 없었다. 대조군 비교 및 치료 경과에 따른 맥파속도 비교 등의 대규모 기전연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

2012년 하 등²³은 한방건강검진을 위해 내원한 피험자 중 혈액검사와 맥파검사를 시행한 10세 이상 80세 미만의 남녀 1,056명을 대상으로 임상연구를 수행하였다. 맥파 측정은 좌측 관 부위를 측정하였고(DMP-1000, 대요메디, 한국), 분석항목은 맥압 변수, 시간 변수, 면적 변수를 포함하여 총 30개를 분석하였다. 대사증후군의 진단은 International Diabetes Federation(IDF) definition을 기준에 따라 필수 항목을 만족하고 기타 항목 중 2가지 이상을 만족하는 경우 대사증후군으로 진단하였다. 19세 이상 45세 미만 집단에서 대사증후군과 건강인 간의 맥파를 비교 분석한 결과 맥파 시간 관련 이차변수(충격파폭/총 시간, w/t)와 맥파 면적 관련 이차변수 Aw/At, angle of percussion wave, 수축기 면적비율(수축기 면적/전체 맥파면적, As%)이 통계적으로 유의하게 높았고, Ad는 유의하게 낮게 나타났다. 60세 이상 집단에서 대사증후군과 건강인 간의 맥파를 비교 분석한 결과 대사증후군의 경우 전절흔 높이(h2), 조랑과 높이(h3), 맥압 이차변수(R-AI, h2/h1, h3/h1), 총면적(At), 충격파 면적(Aw)이 통계적으로 유의하게 높게 나타났다.

6. 고혈압 환자 대상 임상연구

2007년 최 등²⁴은 자동 측정형 로봇 맥진기를 이용하여 고혈압 환자와 건강인의 맥진 데이터를 수집하고 비교분석하여 고혈압의 맥파 특징 분석의 연구를 수행하였다. 기질적 질환이 없는 50세 이상의 건강한 성인 53명과 본태성 고혈압 환자 69명을 대상으로 5개의 압저항 센서가 장착된 자동 로봇 측정 맥진기(3D-Mac, 대요메디, 한국)를 이용하여 총 31개의 맥파 변수를 획득하였다. 분석결과 고혈압 유무에 따라 손 부위의 맥파 차이는 전혀 없었으나 관 부위에서는 고혈압 그룹의 맥압이 더 크

게 나타났고 척 부위에서는 고혈압 그룹의 주파의 평균과 높이가 크게 나타났다. 고혈압의 예측과 모니터링에 있어 맥진기의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

2010년 강 등²⁵은 30세 이상 59세 미만의 고혈압으로 판정받고 혈압강화제를 복용 중인 남성을 대상으로 고혈압과 관련있는 맥상 구성요소를 확인하고자 연구를 수행하였다. 맥파검사를 위해 맥진기(DMP-3000, 대요메디, 한국)를 이용하였고 좌우 관맥에서 데이터를 수집하였다. 현맥은 취맥 시 가해지는 압력과 유관할 것으로 판단하여, 가압에 따라 변화하는 요소들을 주요 평가변수로 선정하였다. 정상인 그룹과 고혈압 그룹 간의 주요 맥파 요소를 비교한 결과 30대에서는 RAI(반사파의 크기(h3)/주파의 크기(h1)/t, w/t, t2/t 변수에서 유의한 차이를 확인할 수 있었고, 40대에서는 탄성계수에서 유의한 차이를 나타내었다. 고혈압 환자의 혈관 긴장도를 나타내는 맥파 요소들을 현맥의 요소로 규정하기 위해서는 혈압강화제를 복용하지 않는 고혈압 환자군을 대상으로 한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2014년 정²⁶은 자동차 제조회사 근로자 22,646명을 대상으로 맥파검사(DMP-1000, 대요메디, 한국)를 시행하여 고혈압군과 정상 혈압군 간의 측정값의 비교를 통해 고혈압 환자의 맥파 및 맥상 특성을 파악하고, 고혈압 평가에 맥진기의 임상 활용 가능성을 타진하고자 임상연구를 수행하였다. DMP-1000에서 제공하는 정보는 주맥(主脈)과 겸맥(兼脈)으로 구분되어 기록되며, 평맥(平脈), 부맥(浮脈)과 침맥(沈脈), 지맥(遲脈)과 삭맥(數脈), 실맥(實脈)과 허맥(虛脈), 활맥(滑脈)과 삼맥(澁脈)으로 표현된다. 연구결과 고혈압군이 정상 혈압군보다 침맥, 삭맥, 삼맥이 통계적으로 유의하게 높은 빈도로 나타났다. 맥파 관련 변수에서는 통계적인 유의성을 확인할 수 없었다. 비록 맥파 관련 변수에서는 통계적으로 유의한 결과는 확인할 수 없었지만 다수의 인원을 대상으로 맥진기를 활용하여 고혈압

군의 맥상 및 맥파의 특성을 살펴본 첫 번째 연구로, 한의학적 병리기전에 대한 이해 및 맥진을 통한 고혈압 환자 진단과 치료에 이용할 수 있다는 맥진기의 임상 활용 가능성에 대해 생각해볼 수 있는 의미있는 연구로 사료된다.

2015년 이 등²⁷은 46세 이상 73세 이하의 393명 여성을 대상으로 고혈압 환자의 맥파 특성을 살펴보는 연구를 수행하였다. 맥파검사는 한국한의학연구원에서 개발된 맥진기(KIOM-PAS, 한국한의학연구원, 한국)를 활용하였고, 좌우 관맥에서 데이

터를 수집하였다. 측정된 맥파에서 맥력지수 또는 최대압맥파(pulse pressure index, PPI), 맥박지수(heart rate, HR), 맥심지수(pulse depth index, PDI), 맥실지수(pulse volume index, PVI) 등을 추출하고, 추출된 변수들(Fig. 3)을 활용하여 두 군 간의 비교 분석을 실시한 결과 좌측 관 부위에서 측정된 맥력지수가 통계적으로 유의하게 나타났고 고혈압 환자를 예측함에 있어 가장 강력하다고 제안하였다.

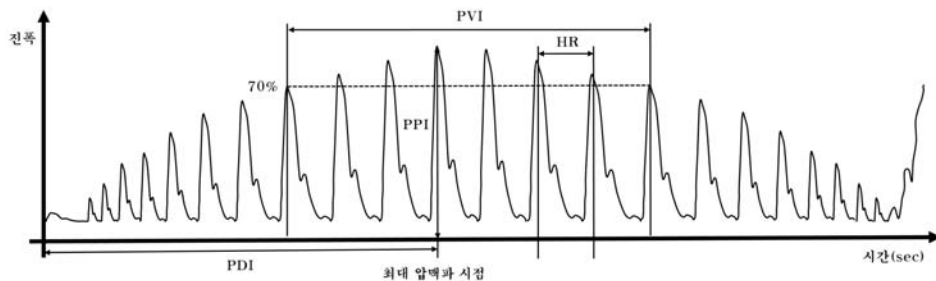


Fig. 3. Pulse waveform parameters of Korea institute of oriental medicine device.

IV. 고찰

대사증후군은 복부비만과 함께 고혈압 및 고중성지방혈증, 낮은 고밀도콜레스테롤, 당대사 이상 등의 성인병이 동시에 나타나는 질환으로¹, 복강 내 내장지방세포의 염증반응 물질의 분비 증가는 혈관과 인슐린 기능에 악영향을 주어 혈압 상승을 야기하고, 혈당 조절 호르몬을 방해하여 고인슐린 혈증 및 인슐린저항성을 초래한다. 또한 분비된 물질들은 여러 기전으로 혈관 내 염증이나 혈액 응고를 유도하여 동맥경화를 촉발한다^{2,3,28}.

수 년 전부터 한의계 내에서는 맥진 객관화의 일환으로 맥진에 대한 표준화 연구 및 진단의료기기 개발이 진행되고 있다. 그러나 국내외 많은 연구자들의 노력에도 불구하고 개발된 맥진 콘텐츠 및 맥진기의 임상 유효성, 유용성 검증에 대한 필

요는 지속적으로 요구되고 있다⁸⁻¹¹.

이에 저자는 맥진기의 임상적 활용 가능성을 높이기 위한 사전연구의 일환으로, 유명률이 급격하게 증가하고 있는 대사증후군을 대상으로 2000년부터 2017년 최근까지 수행된 국내외 맥진기 임상 연구를 조사하였다. 조사결과를 바탕으로 임상연구의 동향을 파악하고 모니터링 또는 보조도구로써 맥진기의 임상 활용 가능성과 맥진 콘텐츠 개발의 필요성을 파악해보고자 본 연구를 실시하게 되었다.

연구대상을 2000년부터 2017년 사이에 발표된 논문으로 제한을 둔 이유는 2000년 이전에는 의료기기 임상연구에 대한 기반이 구축되지 않았으며, 의료기기 임상연구의 개념과 관리 규정 및 가이드라인의 이해가 충분하지 않았기 때문에 개정된 이후의 연구를 위주로 조사하는 것이 타당하다고 판단하였다.

본 연구에 사용된 문헌은 최종적으로 10건으로 국외 학술지에 게재된 논문은 단 한 건에 불과했으며, 그 외 9건은 국내 학술지에 게재된 논문으로 구성되었다. 총 10건의 논문은 적응증 별로 분류되어 분석되었는데, 지질 이상 1건, 당뇨 1건, 과체중 또는 비만 2건, 대사증후군 2건, 고혈압 4건으로 나타나 고혈압 관련 임상연구가 가장 많이 이루어진 것을 확인할 수 있었다.

또한 한의 맥학 서적에서는 경맥편진맥법(經脈遍診脈法), 3부9후맥법(三部九候脈法), 3부맥법(三部脈法), 인영촌구맥법(人迎寸口脈法) 등 다양한 맥진법이 기술되어 있지만 현재 임상에서 주로 이용되고 있는 맥진법은 좌우 요골동맥의 고골을 중심으로 寸關尺 3부분의 맥을 측정하는 촌구맥법(寸口脈法)이다²⁹. 이에 촌구맥법에 기반하여 개발된 맥진기가 가장 높은 빈도로 임상연구에서 활용되었음을 확인할 수 있었다.

세부적으로 적응증 별로 맥파 특성을 살펴보면 경도/중도의 지질 이상 환자의 경우 건강대조군에 비해 가속도 맥파 연령지수가 높음을 확인할 수 있었다. 이는 혈중 지질 농도 증가가 혈압상승 요인으로 작용하여 가속도 맥파의 영향을 주었을 것으로 판단된다. 혈중 지질 농도의 변화와 혈관 변성 정도를 가속도 맥파의 분석 변수로 예측 가능성을 보여주는 결과이며, 건강상태의 변화를 맥진을 통해 살펴볼 수 있다는 맥진 이론과도 부합하는 결과이다. 당뇨 환자의 경우 건강대조군 간의 맥파 변수 비교결과 맥진기를 통해 동맥의 순응도 저하, 대동맥판의 개폐 기능 이상 및 대동맥판의 조기 폐쇄와 심실 수축시간 단축을 파악할 수 있었다. 과체중 또는 비만 환자와 건강대조군 간의 인영맥, 촌구맥, 인영촌구맥에서의 비율을 비교한 결과에서는 통계적으로 유의한 차이가 전혀 없었으나, 다른 연구에서는 비만도가 높을수록 혈액 순환 장애가 있을 때 나타나는 삼맥의 비율이 높게 나타났는데 이는 비만이 심혈관계질환의 위험성을 높인다는 기존 연구 결과와 일치하는 것을 확인할

수 있었다. 대사증후군 환자의 경우 복합요인으로 동맥이 좁아지는 동맥경화가 나타나고 이로 인해 파형의 변화가 나타나 맥파 시간과 관련된 변수들이 통계적으로 유의하게 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 또한 연령대가 높아짐에 따라 맥압의 증가하고 맥압과 관련 변수들이 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 이는 압저항 센서를 활용한 맥진기가 혈관 경화도 평가에 유용하게 활용될 수 있음을 확인할 수 있는 연구로 사료된다. 고혈압 관련 연구는 맥압 및 혈관탄성도 지수에서 유의한 차이가 보였다. 고혈압 환자의 맥파 특성을 살펴보는 조사연구에서는 침맥, 삭맥, 삼맥이 통계적으로 유의하게 높은 비율로 나타났다. 이는 모집된 고혈압 환자의 병리특성이 간신음허(肝腎陰虛), 음양양허(陰陽兩虛), 기허혈어(氣虛血瘀), 기혈양허(氣血兩虛) 등으로 인한 고혈압으로 예상할 수 있으며, 간화치성(肝火熾盛), 음허양항(陰虛陽亢), 담음(痰飲) 등으로 인한 고혈압 환자의 맥파 특성을 살펴보는 추가적인 조사연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

앞서 기술한 연구들이 1건에서 많게는 4건에 불과하여 각 적응증 별로 맥파의 특징을 일반화하기에는 근거가 부족하기 때문에 향후 다양한 연구디자인의 심도있는 연구가 더 필요할 것으로 사료된다. 또한 맥파 분석변수에 대한 표준화가 진행되지 않았기 때문에 측정변수와 분석 결과에 대해 종합적으로 평가하고 통합하기에는 한계점이 있으나 대사증후군과 관련된 질환 또는 건강상태의 변화가 있을 때 인체 내 상태가 맥파에 영향을 주고 맥상 또는 맥파 변수가 높아지거나 낮아지는 등의 경향성이 나타남을 확인 할 수 있었다. 측정 절차와 측정 변수의 단일화가 이루어진다면 보다 의미 있는 임상적 지표와 결과들을 기기를 통해 제공할 수 있을 것이다.

본 연구에서 분석된 논문들은 모두 단순 비교연구 혹은 관찰연구 수준이었고, 분석변수도 각 연구마다 상이하어 향후 대사증후군을 대상으로 맥진

임상 콘텐츠 개발을 위한 연구를 진행 시 참고할 만한 기초자료를 확보하고 근거자료를 마련하기에는 질적, 양적으로 부족한 부분이 많았다. 따라서 표준화된 분석변수를 도출하고 이를 기반으로 단수 비교연구에서 더 나아가 부하실험, 중재연구 등 다양한 연구 수행의 필요성을 확인할 수 있었다.

최근 17년 동안 맥진기를 활용한 다수의 임상연구들이 진행되었으나 대사증후군의 연구는 미미한 상태이다. 최근 연구 경향을 살펴보면 2011년에 다수 진행된 것으로 확인되었다. 이는 식생활의 서구화 경향이 높아짐에 따라 콜레스테롤 수치, 비만의 정도, 당뇨, 고혈압 질환의 발병률이 높아진다는 보고서가 발표되었고, 이와 더불어 한국대사증후군 포럼에서 대사증후군의 위험과 예방법을 알리는 범국민적인 캠페인의 일환으로 국내에서 처음으로 “2011년 제 1차 대사증후군세미나”가 개최된 것이 배경으로 작용한 것으로 판단된다. 이 세미나에서 한국의 대사증후군 유병률이 급격하게 증가하고 있음을 알렸다. 또한 여성환경연대는 2011년부터제로제로 대사증후군 사업을 진행하면서 건강 관리 및 삶의 질 향상과 대사증후군에 대한 관심과 중요도가 높아짐에 따라 대사증후군과 관련된 임상연구도 더불어 증가하였다.

본 논문은 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 먼저 국내외 전자저널에 발표된 논문에 기반하여 선행연구들이 조사되었으나 PubMed 데이터베이스에서 조사된 맥진기를 활용한 대사증후군 임상연구는 2건에 불과했다. 총 10건밖에 안 되는 논문들로 분석이 수행되었기 때문에 획득한 정보의 양적, 질적 부족과 같은 한계점이 존재한다. 또한 상기 내용처럼 맥진기의 측정항목, 분석변수가 각 제조사 별로, 연구자 별로 동일하지 않기 때문에 종합적인 판단 및 해석이 용이하지 않았다. 적응증에 맞춘 맥진 임상 콘텐츠의 개발도 매우 중요하지만 그 전에 맥과변수에 대한 국제 또는 국가 표준의 개발과 맥과 측정에 대한 표준화된 측정절차 및 변수 추출 방법 등이 선행되어야 할 것이다. 그 다

음 단계로 다수의 일반인 맥과 데이터 수집과 다수의 임상데이터를 기반으로 한 맥진 임상 콘텐츠 개발이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

하지만 최초로 시도된 대사증후군 관련 질환 대상 맥진기 임상연구의 문헌고찰이라는 점에서 의미가 있다고 사료되며, 데이터베이스를 추가하여 상기 한계점들을 보완한 대규모의 체계적인 문헌고찰을 진행할 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 결과는 향후 진행될 맥진기를 활용한 대사증후군 임상연구의 기획 및 진행에 있어 기초자료로서 활용될 수 있을 것이며, 또한 맥진기의 활용 가능성과 콘텐츠 개발에 있어 의미 있는 정보로 제공될 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결 론

대사증후군을 포함하여 이와 관련된 당뇨, 고지혈증, 고혈압 등의 질환까지 확대하여 해당 질환을 대상으로 수행된 맥진기 임상연구의 문헌고찰이 수행되었다. 2000년도부터 2017년도까지 발표된 논문들을 선정제외기준에 따라 총 10건의 논문을 선별하여 고찰해 본 결과 아래와 같은 지견을 얻었다.

전 세계적으로 증가하고 있는 주요 환자군인 대사증후군에 대한 한의학적 진단의 객관화와 과학화를 위하여 진단도구 및 진단도구를 활용한 콘텐츠의 개발은 불가피하다. 나날이 성장하는 한방 의료기기 산업의 규모와 국민 보건에 있어서 한의학 적 진단기기의 중요성을 고려할 때 단순 비교연구를 진행할 것이 아니라 맥과 측정절차와 분석변수에 대한 표준화를 바탕으로 다양한 맥진 임상 콘텐츠 도출을 위한 다양한 디자인의 대규모 임상연구가 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 주요사업 맥진 임

상콘텐츠 구축을 위한 맥상 판별 기술 개발(K18023) 과제의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

This study was supported by a grant of the Korea Institute of Oriental Medicine, republic of Korea (K18023).

참고문헌

1. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. *Lancet* 2005; 366(9491):1059–62.
2. Rutter MK, Meigs JB, Wilson PW. Cardiovascular risk and the metabolic syndrome. *Metabolic syndrome and related disorders* 2006;4(4):252–60.
3. Kadowaki T, Yamauchi T, Kubota N, Hara K, Ueki K, Tobe K. Adiponectin and adiponectin receptors in insulin resistance, diabetes, and the metabolic syndrome. *J Clin Invest* 2006;116(7):1784–92.
4. Moon JS, Kang BG, Ryu EK, Choi SM. A study of syndrome index differentiation in obesity. *J Korean Med Obes Res* 2007;7(1):55–69.
5. Review of Domestic Experimental Studies of Korean Medicine Treatment for Diabetes Mellitus Since 2013. *J Int Korean Med* 2017;38(1):10–9.
6. Yea SJ, Kim CS, Kim C, Kim YE, Kang HC, Kim SK, et al. Implement Traditional Korean Medical Information System of Hypertension through Building Database of Advanced Research Articles. *Korea Journal of Oriental Medicine* 2012;18(1):35–42.
7. Lee BG. The diagnostics of Korean Medicine. Seoul: Songbosa; 1992, p. 162–5.
8. Kim EH, Kim BS, Kang JS. Study on Reillumination of Hi-soo type Electronic Manometer. *The Journal of College of Oriental Medicine, Daejeon University* 2009;18(2):37–45.
9. Lee YJ, Lee J, Kim JY. Suggestion on an Innovative Pulse diagnosis System based on Technical Trend Analysis. *J Physiol & Pathol Korean Med* 2009;23(1):174–9.
10. Kim HH, Kim JY, Park YJ, Park YB. Development of pulse diagnostic devices in Korea. *Integrative Medicine Research* 2013;2(1):7–17.
11. Lee H, Kim H, Park YJ, Park YB. Delphi Study for Developing Consensus of Physical Attribute in Pressure Pulse Waveform. *The journal of the Korea institute of oriental medical diagnostics* 2014;18(3):137–48.
12. Kim HK, Ryu JM, Jang SY, Lee JS, Eom GH, Lee SY, et al. Association of Skin Sympathetic Tone or Cardiovascular Reactivity on the Fatigue Index in Patients with Functional Dyspepsia. *The Society of Internal Korean Medicine* 2005; 26(2):390–7.
13. Hwang JH, Jung SY, Jung SK. The Diagnostic value of Ryodoraku and Pulse Analysis for Respiratory Disease Patients. *The Journal of Internal Korean Medicine* 2007;28(3):560–9.
14. Lee HY, Jung AR, Son HB, Hwang MS, Lee JW, Kim GC, et al. Study on the Correlation between Sasang Constitution and the Data of Pulse Diagnosis Device - A Systematic Review in Korean Articles -. *Korean J Oriental Physiology & Pathology* 2012;26(5):621–9.
15. Kim JU, Kim SH, Lee YJ, Jeon YJ, Kim KH, Kim JY. Improvement and Limitations in the Sasang Constitution Diagnosis by the Instrument-based Pulse Diagnosis. *The Journal of Korean Institute of Oriental Medicine* 2009;15(2):93–100.
16. Kim J, Kim JY. A Review on Clinical Studies on Gynecological Disease by Using a Pulse Diagnosis

- Device. *The Journal of Oriental Obstetrics and Gynecology* 2016;29(3):23-34.
17. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002;106(25):3143-421.
 18. Nam TH, Koh HK, Park YB. Elevated Levels of Serum Lipids Accelerate Biological Vascular Aging Evaluated by the Second Derivative of Photoplethysmogram Waveform in the Middle-Age Adults. *The Journal of Korean Acupuncture and Moxibustion society* 2002;19(3):126-37.
 19. Park SJ, Kim KY, Lee SW, Kwon YM, Kil EY, Joo JC. Comparative Study on the Pulse Wave Variables and Sasang Constitution in Diabetes Mellitus Patients and Healthy Subjects. *J Physiol & Pathol Korean Med* 2007;21(6):1601-10.
 20. Song MS, Park HS, Kim OY, Kim BS, Yang DH, Choi CH. Relationship of Inyoung-Chongu Pulse, BMI and Sasang Constitution Using Pulse Diagnosis Device. *J Physiol & Pathol Korean Med* 2011;25(2):339-44.
 21. Jung HJ, Yun SH, Kang WS. A Study on Personal and Lifestyle Factors that Affects Pulse Types. *The Journal of The Koran Institute of Oriental Medicine Diagnostics* 2012;16(3):11-22.
 22. Kim DW, Park BR. Determinants of the Branchial-ankle Pulse Wave Velocity in Patients with Metabolism Syndrome and Ischemic Stroke. *J Physiol & Pathol Korean Med* 2011;25(3):552-7.
 23. Ha YJ, Cho MY, Yun JM, Jun KS, Park SJ, Shin SH. Characteristics of Pulse Waves in Various Age Categories and Applicability of Pulse Wave to Metabolic Syndrome Using Pen-type Piezoresistive Sensor. *The Journal of Internal Korean Medicine* 2012;33(3):257-71.
 24. Choi YS, Kim KY, Hwang SY, Choi CW, Kim HH, Joo JC. A Comparative Study on the Pulse Wave Variables and Sasang Constitution in Hypertension Patients and Healthy Subjects. *J of Sasang Constitutional Medicine* 2007;19(2):127-42.
 25. Kang HJ, Kwon YS, Kim DL, Kim KC, Yim YK. A study on wiry pulse in hypertensive patients analyzed at 5 levels of applied pressure using 3 dimensional pulse imaging analyzer. *Journal of Meridian & Acupoint* 2010;27(1):1-12.
 26. Jung HJ. A Study on the Pulse Wave Parameter in Hypertension Patients. *The Journal of The Koran Institute of Oriental Medicine Diagnostics* 2014;18(2):51-62.
 27. Lee BJ, Jeon YJ, Ku B, Kim JU, Bae JH, Kim JY. Association of hypertension with physical factors of wrist pulse waves using a computational approach: a pilot study. *BMC Complement Altern Med* 2015;15:222.
 28. Yang KM. Relationship between the Assessment of Obesity and Cardiovascular Diseases. *Food Industry and Nutrition* 2002;7(2):1-8.
 29. Kang JH, Lee HB, Kim KW, Kwon JN, Lee BR. A research of characteristics of left/right pulse wave and blood vessel using Korean medicine pulse diagnosis. *J Korean Med* 2014;35(3):155-65.

【Appendix 1】

Summary of Selected Research Articles about Metabolic Syndrome By Using Pulse Tonometric Device in Traditional Korean Medicine

Author Year	Disease	Age (years)	Sample size (controls/patients)	Device	Outcome
Nam 2002	Hyperlipidemia	45-64	80	PT-300 (Fukuda Denshi)	가속도맥파 연령지수
Park 2007	Diabetes	Over 50	30	3D-Mac (Daeyomedi Co. Ltd)	촌맥 31개 변수
Song 2011	Overweight and obesity	20-29 (F)	69	자체 제작된 인영촌구맥진기	인영 맥, 촌구 맥 인영/촌구 맥 비율
Jeong 2012		30-60	71	DMP-1000 (Daeyomedi Co. Ltd)	맥상 혈관 노화도
Kim 2011	Metabolic disease	Over 30	61	VP-1000 (Colin. Co)	상완 발목 맥파속도
Ha 2012		10-80	1,056	DMP-1000 (Daeyomedi Co. Ltd)	좌측 관맥 30개 변수
Choi 2007	Hypertension	Over 50	122 (53/69)	3D-Mac (Daeyomedi Co. Ltd)	촌맥 31개 변수
Kang 2010		30-59	981 (946/35)	DMP-3000 (Daeyomedi Co. Ltd)	촌맥 31개 변수
Jeong 2014		고혈압 49.63±5.00 정상 45.53±6.78	22,646	DMP-1000 (Daeyomedi Co. Ltd)	맥상
Lee 2015		46-73	393	KIOM-PAS	좌우 관맥 맥력지수(PPI), 맥심지수(PDI), 맥실지수(PVI)