

비접촉식 광생체단층촬영 기술을 이용한 맥진 연구

-맥의 빠르기, 크기 및 맥력을 중심으로-

나창수¹, 윤대환¹, 김영선¹, 이창호², 정운상², 김지현², 최찬현³

¹동신대학교 한의과대학 경락경혈학교실, ²경북대학교 전자전기컴퓨터학부, ³동신대학교 한의과대학 생리학교실

The study of non-contact/non-invasive pulse analyzing system using Optical Coherence Tomography (OCT) for oriental pulse diagnosis

Chang-Su Na¹, Dae-Hwan Youn¹, Young-Sun Kim¹, Chang-Ho Lee², Woon-Sang Jung²
Jee-Hyun Kim², Chan-Hun Choi³

Dept. of ¹Meridian and Acupoint, ³Physiology, college of Oriental Medicine, Dongshin University
²School of Electrical and Computer Engineering, Kyungpook National University

Abstract

Objective: Optical Coherence Tomography (OCT) has emerged as an important optical imaging modality in non-invasive medical diagnostics. Hence, the aim of this study is to measure the similarity of the diagnosis by a traditional method using doctor's hand for feeling of pulse and by the non-contact/non-invasive pulse analyzing system using OCT on Chon(寸), Kwan(關), Chuk(尺).

Method: Four korean medical doctors and the non-contact/non-invasive pulse analyzing system using OCT have measured the rapidity, the dimension, and the power of pulse waves of 25 volunteers. First, four korean medical doctors measured pulse waves of volunteers. During measuring, four doctors were separated from each other and so were volunteers. And then, the pulse waves of volunteers were measured by OCT. This was performed on the right Chon(寸), Kwan(關), Chuk(尺).

Results: The study showed that the traditional method and the OCT based method had the 88% matches on the values of the slow and rapid pulse condition (遲數), 64% matches on the values of the small and big pulse condition(微細弱緩大[洪]), and 72% matches on the values of the weak and strong pulse condition(虛實).

Conclusions: Based on the high similarities of the measurements of two approaches, we suggest that the OCT based pulse diagnosis method is useful for compensating the traditional method for the pulse diagnosis.

Key words : Optical Coherence Tomography, pulse analyzing system, slow and rapid pulse condition (遲數), small and big pulse condition(微細弱緩大[洪]), weak and strong pulse condition(虛實)

1. 緒 論

한의학의 사진 중 하나인 切診은 診脈이

라고도 하며 脈象을 살피는 방법으로 경맥의 발견과 그것이 형성되는 과정에서 경맥 순진을 통하여 비롯된 것으로 보고 있다¹⁾. 診脈은 고대로부터 사용되어진 진단법으로서 초기에는 三部九候의 遍診法과 人迎, 寸口, 趺陽의 三部診法과 寸口診法 등으로 다양하게 사용되어 왔지만 근래에는 寸口診法

· 교신저자: 나창수, 전남 나주시 대호동 252 동신대학교 한의과대학 경혈학교실, Tel. 061-330-3522, Fax. 061-330-2900, E-mail : nakugi@hanmail.net

· 이 논문은 2008년도 보건복지가족부 한의약연구개발사업 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 : B080033)

· 투고 : 2009/06/12 심사 : 2009/06/16 채택 : 2009/06/20

로 통일되어 사용되고 있으며, 맥진법과 脈象은 문헌별, 시대별로 다양한 異見 들이 존재하고 있다²⁻⁶⁾.

맥진을 객관화하고 정량화하여 진단의 재현성을 높이기 위한 맥진기의 개발이 꾸준히 이루어져 왔으나 임상에서 많은 호응을 받지 못하고 있는 실정이다. 임상에서 맥진기가 광범위하게 활용되지 못하고 있는 이유로는 기존의 맥진기들에 사용되는 압전 센서는 원리상 맥파신호의 같은 초저주파 대역에 대해서는 그 신호 특성을 반영할 수 없어 측정 자세에 따라, 측정자의 숙련도에 따라 결과 값이 달라지고, 맥진기군의 standard form이 설정되어 있지 않아 결과 값이 각각 달라지는 등의 문제점들이 발생하고 있기 때문이다.

기존의 맥진기는 대부분이 접촉식으로 전통 맥상 이론과의 차이와 재현성의 부족 등으로 임상에서 활용성이 낮은 편이나, 접촉식 맥진기의 문제점을 보완한 비접촉식 맥진 시스템이 개발되어 활용성이 확보된다면 임상에서 활용이 크게 증가될 것으로 보여지며, 이러한 비접촉식 맥진 시스템에 적용될 수 있는 기술 중 하나가 광생체단층촬영 기술이다.

광생체단층촬영(Optical Coherence Tomography, OCT) 기술은 광대역 광원은 이용하여 생체조직에 대한 단층촬영 영상을 획득하는 기술로써 인체에 무해하고 비침습적이며, 초음파와 달리 비접촉식 작동이 가능할 뿐 아니라 빠른 영상 획득이 가능하여 기존의 영상 진단 시스템 보다 여러 장점을 겸비하고 있어서⁷⁾, 의료분야에서 많은 학술

적 연구가 활발하게 진행되고 있다⁸⁻¹²⁾.

광생체단층촬영 기술을 사용하여 맥진 부위에 대해 단층촬영을 실시할 경우 맥의 움직임을 영상화할 수 있고 이 움직임의 다양한 변화를 측정할 수 있으며, 특히 광생체단층촬영 기술은 비접촉식으로 맥에 외부적인 영향을 주지 않고 있는 그대로를 측정이 가능하여 재현성을 높일 수 있는 유리한 기술이다.

이에 저자들은 기존에 개발된 맥진기의 특성과 문제점을 분석하고 이를 보완한 비접촉식 광생체맥진 시스템을 개발하였으며, 개발 맥진기의 한방 적용성을 위해 맥의 빠르기(遲緩數), 맥의 크기(微細弱緩大[洪])와 맥력(虛實)에 대한 내용을 중심으로 전통 맥진법과 개발 맥진기간의 상관성을 검증해보았다. 이를 위해 복수의 한의사가 전통맥진을 시행하여 수치화한 후 이들 소견과 개발 맥진기의 소견과의 일치 여부를 조사하여 개발된 맥진기의 유효성을 검증한 바 유의한 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 실험대상

본 연구에서는 광생체단층촬영맥진(이하 광생체맥진)의 유효성 검증을 위하여 지원자를 모집하였으며, 본 연구의 취지를 듣고 이에 동의한 총 25명이 참여하였다. 연구 대상자들에게 서면으로 동의서를 받았으며, 남녀의 성비는 남자 15명, 여자 10명이었고, 평균 연령은 31.1±1.7세이었다. 대상자들은 간편한 차림의 옷을 입고 25℃ 온도, 70%

습도 에서 5분 이상 적용하도록 한 후 전통 맥진과 광생체맥진을 연속적으로 시행하였다.

2. 사용기기

본 연구에 사용한 광생체맥진 시스템은 prototype으로 제작하였다. 본 시스템의 기본 구성은 광원부, 실시간 영상 처리를 위한 고속 광 경로 지연부의 기준단, 측정하고자 하는 샘플을 스캔하는 샘플단, 빛을 검출하기 위한 광수신부, 검출된 빛을 데이터 처리해서 영상 처리를 하는 영상 처리부로 크게 다섯 부분으로 나누어져 있으며, 기본적인 OCT 시스템은 시간 가간섭성(coherence)이 매우 짧은 광원을 이용한 마이켈슨 간섭계로 본 시스템의 개념도는 아래 그림과 같다 (Fig. 1). OCT시스템은 촌, 관, 또는 척에서 반사되어 오는 빛을 분석하여 단층 촬영하여 영상을 제공한다.

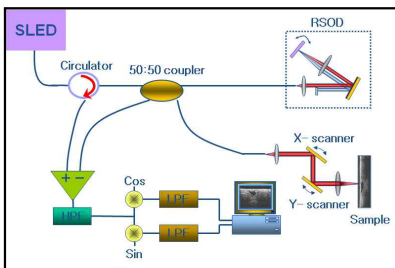


Fig. 1. Scheme of OCT system for measuring pulse diagnosis

3. 전통맥진법

전통맥진은 4명의 한의사가 맥진에 관한 문헌¹³⁻¹⁶⁾을 기준으로 맥의 간격(遲緩數), 크기(微細弱緩大[洪]), 맥력(虛實)에 대한 사항

을 수치화한 후 시행하였고, 상호영향을 최대한 배제시킨 후 맥진을 실시하고 이를 평균하여 나타내었다.

4. 광생체맥진 측정법

실험지원자의 맥부위에 촌, 관, 척을 표시한 후 측정프로브의 지지대 위에 올려놓고 IR카드를 이용하여 프로브가 정확히 위치하였는지 확인한 후에 반복 측정하여 재현성을 확보하였다. 측정시 촌, 관, 척 각각 따로 측정하였으며, 연구대상자는 측정하는 15초 동안 측정자세의 움직임이 최소화하도록 하였고, 호흡 또한 고르게 조절하였다. 측정 후에는 컴퓨터 저장장치에 각각의 데이터를 저장한 후에 맥측정 신호처리 결과를 확보하였다. 측정된 실험지원자의 촌, 관, 척 데이터 중 가장 해상도가 좋은 하나를 선정하여 전통맥진과 비교 관찰하였다.

촌, 관, 척의 맥신호를 분리하기 위하여 OCT시스템의 출력 영상에 대하여 이미지 처리를 실시하여 신호처리 후 각각의 맥에 대한 신호를 추출하였다. 이 과정으로는 먼저 출력 영상(Fig. 2)에 대하여 median filter를 수행하여 노이즈에 대한 성분을 제거하였고 이후 이미지상에서 peak 검색 알고리즘을 개발하여 일정 크기 이상의 peak를 검색하였다. 검색된 신호에 대하여 bandpass filter를 수행하여 background 노이즈를 제거(Fig. 4)하였고 이후 여러 개의 맥신호를 산술 평균을 취하여 하나의 맥신호(Fig. 5)를 추출하였다. Area값을 계산하기 위하여 각각의 맥 신호에 대하여 면적

적분을 계산하여 산술 평균을 취하여 맥의 크기를 나타내는 area값을 구하였다.

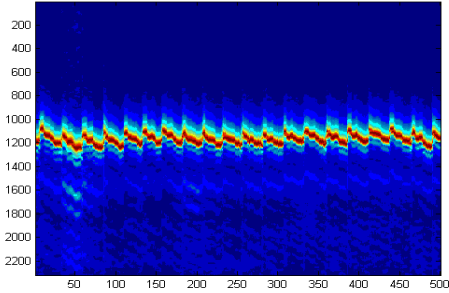


Fig. 2. Layer of optical coherence tomography in Chon region of case 1.

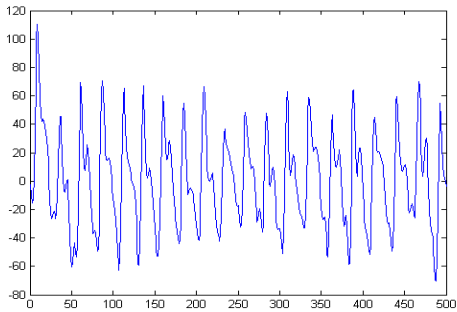


Fig. 3. Filter of optical coherence tomography in Chon region of case 1.

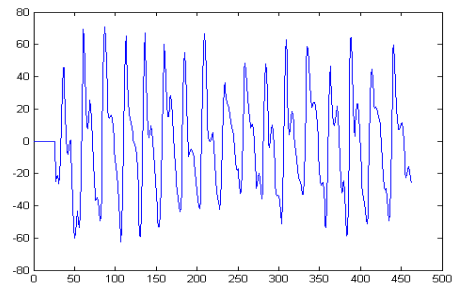


Fig. 4. Match of optical coherence tomography in Chon region of case 1.

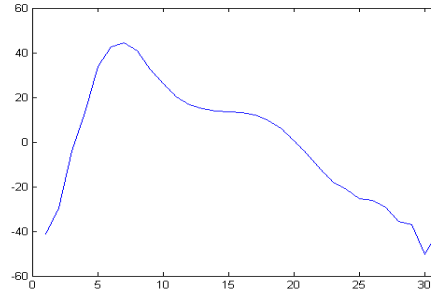


Fig. 5. Evg of optical coherence tomography in Chon region of case 1.

5. 맥의 빠르기 관찰법

맥의 빠르기는 전통맥진법과 광생체맥진 모두 지, 미지, 완, 미삭, 삭으로 기준하였다. 전통맥진은 지를 1점, 완을 3점, 삭을 5점으로 하여 빠르기에 대해 지수화 한 후 4인의 평균을 아래와 같은 기준에 맞춰 맥의 빠르기를 결정하였으며, 광생체맥진은 15초의 측정시간 중 검출된 펄스의 횟수를 아래와 같은 기준에 맞춰 맥의 빠르기를 결정하였다 (Table 1).

Table 1. Standard of slow & rapid pulses condition of traditional pulse palpation and optical coherence tomography

맥진방법 \ 맥의 빠르기	지	미지	완	미삭	삭
전통맥진법 (지완삭 지수)	15미만	1.5이상-2.5미만	2.5이상-3.5미만	3.5이상-4.5미만	4.5이상
광생체맥진 (15초당회수)	15회/15초 이하	-	16-20회/15초	-	21회/15초 이상

6. 맥의 크기 관찰법

맥의 크기는 전통맥진법과 광색체맥진 모두 미, 세, 약, 완, 대(홍)으로 기준하였다. 전통맥진은 미를 1점, 세를 2점, 약을 3점,

완을 4점, 대[홍]을 5점으로 하여 크기에 대해 지수화 한 후 4인의 평균을 아래와 같은 기준에 맞춰 맥의 크기를 결정하였으며, 광생체맥진은 15초의 측정시간 중 검출된 layer pulse peak의 평균을 아래와 같은 기준에 맞춰 맥의 크기를 결정하였다(Table 2).

Table 2. Standard of small & big pulses condition of traditional pulse palpation and optical coherence tomography

맥진방법 \ 맥의 크기	미	세	약	완	대[홍]
전통맥진법 (미세약완대[홍] 지수)	1.5미만	1.5이상 -2.5미만	2.5이상 -3.5미만	3.5이상 -4.5미만	4.5이상
광생체맥진 (Layer_pulse_peak)	50미만	50이상 -75미만	75이상 -100미만	100이상 -350미만	350이상

7. 맥력 관찰법

맥력은 전통맥진법과 광색체맥진 모두 허, 정상, 실로 기준하였다. 전통맥진은 허를 1점, 실을 5점, 정상을 3점으로 하여 맥력에 대해 지수화 한 후 4인의 평균을 아래와 같은 기준에 맞춰 맥력을 결정하였으며, 광생체맥진은 averaging data의 area를 아래와 같은 기준에 맞춰 맥력을 결정하였다(Table 3)

Table 3. Standard of weak & strong pulses condition of traditional pulse palpation and optical coherence tomography

맥진방법 \ 맥력	허	정상	실
전통맥진법 (맥력 지표지수)	2.0미만	2.0이상-4.0미만	4.0이상
광생체맥진 (Area)	1,500미만	1,500이상-4,500미만	4,500이상

III. 結 果

1. Case 1의 전통맥진과 광생체맥진 결과

1) 전통맥진 데이터

전통 맥진에 의한 맥진지수화 지표에서 Case 1의 촌부위에서 맥의 빠르기 지수(지완삭)는 3.0이었고, 맥의 크기 지수(미세약완대)는 3.7이었고, 맥력(허실) 지수는 3.0이었다(Table 4).

Table 4. Values of data processing after traditional pulse palpation in Chon region of Case 1

脈種類 \ 脈位	맥의 빠르기 지수 (遲:1, 緩:3, 數:5)	맥의 크기 지수 (微:1, 細:2, 弱:3, 緩:4, 大[洪]:5)	맥력 지수 (虛:1, 正常:3, 實:5)
寸	3.0	3.7	3.0

2) 광생체맥진 데이터

광생체맥진에 의한 맥진 결과에 있어서, Case 1의 촌부위의 layer 값은 균일한 상태로 나타났고, layer 값을 수치화하기 위하여 filter 값과 match 값으로 나타내었으며, 또한 각 파형들의 평균값을 구하여 하나의 파형인 Evg 값으로 나타내었다. 맥의 빠르기를 나타내는 pulse count는 19회/15초로 나타났으며, 맥의 크기를 나타내는 layer_pulse_peak는 103±18.0 pixel, 106±17.9 pixel, 맥력을 나타내는 area는 1,538 integral로 나타났다(Table 5).

Table 5. Values of data processing after optical coherence tomography in Chon region of case 1

Pulse count (times/15 sec.)	Layer_pulse_peak (pixel)		Area (Integral)
19	72	106	1,538
	130	119	
	120	133	
	128	125	
	127	120	
	113	104	
	99	97	
	108	109	
	79	69	
	81	84	
	84	99	
	114	96	
	92	112	
	100	105	
	123	116	
	96	94	
	109	85	
96	141		
	103.9±18.0	106.3±17.9	

3) 분석

맥의 빠르기(遲緩數)의 경우, 전통맥진 맥진지수화 지표는 3.0으로 緩脈에 해당하고, 광생체맥진의 pulse count가 19회/15초로 緩脈에 해당하였다. 맥의 크기(微細弱緩大[洪])의 경우, 전통맥진 맥진지수화 지표 3.7로 緩脈에 해당하고, 광생체맥진의 layer_pulse_peak가 103± 18.0 pixel, 106± 17.9 pixel로 緩脈에 해당하였다. 맥의 맥력(虛實)의 경우, 전통맥진 맥진지수화 지표 3.0으로 정상맥에 해당하고, 광생체맥진의 area가 1,538 integral로 虛 혹은 實에 속하지 않았다.

2. Case 1-25 전통맥진과 광생체맥진 결과

1) 맥의 빠르기(지완삭)

전통맥진에 의한 지완삭 지수는 Case 18에서 가장 낮은 지수인 2.7을 보였고, Case 12, 22, 23에서 가장 높은 지수인 4.3을 나타내었으며, 광생체맥진에 의한 pulse count는 Case 20, 24에서 가장 낮은 15회/15초를 나타내었고, Case 12, 22에서 가장 높은 23회/15초를 나타내었다(Table 6).

Table 6. Values and Correspondence of slow & rapid pulses condition by measuring traditional pulse palpation and optical coherence tomography in 25 cases

맥진내용 Case No.	전통맥진 지완삭 지수	광생체맥진 Pulse count (회/15초)	전통 맥진	광생체 맥진	일치여부 (일치:○, 불일치:×)
Case 1	3.0	19	완	완	○
Case 2	3.0	18	완	완	○
Case 3	3.0	18	완	완	○
Case 4	3.0	16	완	완	○
Case 5	3.0	16	완	완	○
Case 6	3.0	16	완	완	○
Case 7	3.0	16	완	완	○
Case 8	3.3	19	완	완	○
Case 9	3.3	20	완	완	○
Case 10	3.3	17	완	완	○
Case 11	3.3	17	완	완	○
Case 12	4.3	23	삭	삭	○
Case 13	3.7	19	완[미삭]*	완	○
Case 14	3.3	17	완	완	○
Case 15	3.3	20	완	완	○
Case 16	3.0	19	완	완	○
Case 17	3.0	18	완	완	○
Case 18	2.7	20	완	완	○
Case 19	3.0	18	완	완	○
Case 20	3.5	15	완[미삭]*	지	×
Case 21	3.5	17	완[미삭]*	완	○
Case 22	4.3	23	삭	삭	○
Case 23	4.3	18	삭	완	×
Case 24	3.0	15	완	지	×
Case 25	3.5	17	완[미삭]*	완	○
일치도	22/25(88%)				
* 전통맥진의 미삭은 완으로 판정하여 광생체맥진과 비교함					

2) 맥의 크기 (미세약완대[홍])

전통맥진에 의한 미세약완대[홍] 지수는 Case 14, 15, 24에서 가장 낮은 지수인 2.5를 나타내었고, Case 10, 11에서 가장 높은 지수인 4.4를 나타내었으며, 광생체맥진에 의한 layer_pulse_peak는 Case 24에서 가장 낮은 83.8±19.7 pixel, 81.6±18.3 pixel을 나타내었고, Case 5에서 가장 높은 414.0±157.2 pixel, 419.8±69.3 pixel을 나타내었다(Table 7).

Table 7. Values and Correspondence of small & big pulses condition by measuring traditional pulse palpation and optical coherence tomography in 25 cases

맥진내용 Case No.	전통맥진 미세약완대 [홍] 지수	광생체맥진 Layer_pulse_peak (pixel)		전통 맥진	광생체 맥진	일치여부 (일치:○, 불일치:×)
Case 1	3.7	103.9±18.0	106.3±17.9	완	완	○
Case 2	3.7	105.1±18.4	107.8±17.2	완	완	○
Case 3	4.0	208.8±65.4	210.7±70.4	완	완	○
Case 4	3.8	178.2±53.7	173.1±59.4	완	완	○
Case 5	3.8	414.0±157.2	419.8±69.3	완	대	×
Case 6	4.0	178.2±53.7	173.1±59.4	완	완	○
Case 7	4.2	357.8±43.2	369.9±63.9	완	대	×
Case 8	4.0	192.1±29.4	191.3±28.1	완	완	○
Case 9	4.0	304.2±50.1	303.5±56.8	완	완	○
Case 10	4.4	213.4±48.9	210.3±51.1	완	완	○
Case 11	4.4	171.6±72.5	169.4±48.2	완	완	○
Case 12	3.0	173.8±56.0	176.9±72.0	완	완	○
Case 13	3.8	175.2±63.3	178.9±73.6	완	완	○
Case 14	2.5	191.6±86.9	198.8±82.3	약	완	×
Case 15	2.5	317.8±166.6	309.2±95.7	약	대	×
Case 16	3.8	134.3±37.9	135.9±39.1	완	완	○
Case 17	3.2	209.1±48.0	219.8±39.6	약	완	×
Case 18	4.0	222.8±97.8	218.1±55.7	완	완	○
Case 19	3.8	157.3±24.9	162.0±31.3	완	완	○
Case 20	3.0	271.7±20.6	281.0±39.4	약	완	×
Case 21	3.0	257.2±27.6	248.4±30.1	약	완	×
Case 22	4.0	294.7±83.8	312.7±46.5	완	완	○
Case 23	3.3	240.6±43.3	233.7±46.9	약	완	×
Case 24	2.5	83.8±19.7	81.6±18.3	약	세	×
Case 25	4.3	103.1±6.0	105.1±11.7	완	완	○
일치도	16/25(64%)					

3) 맥력(허실)

전통맥진에 의한 허실 지수는 대부분에서 3.0을 나타내었고, Case 8, 9, 10, 11에서 4.0을 나타내었으며, 광생체맥진에 의한 area는 Case 1, 24, 25에서 1538 integral, 1551 integral, 1533 integral로 낮은 수준을 나타내었고, Case 5, 7에서 6,250 integral, 6,201 integral로 높은 수준을 나타내었다(Table 8).

Table 8. Values and Correspondence of weak & strong pulses condition by measuring traditional pulse palpation and optical coherence tomography in 25 cases

맥진내용 Case No.	전통맥진 맥력(허실) 지수	광생체맥진 Area (Integral)	전통 맥진	광생체 맥진	일치여부 (일치:○, 불일치:×)
Case 1	3.0	1,538	-	-	○
Case 2	3.0	1,673	-	-	○
Case 3	3.0	4,664	-	실	×
Case 4	3.0	3,669	-	-	○
Case 5	3.0	6,250	-	실	×
Case 6	3.0	3,669	-	-	○
Case 7	3.0	6,201	-	실	○
Case 8	4.0	2,978	실	-	○
Case 9	4.0	2,957	실	-	×
Case 10	4.0	4,498	실	-	×
Case 11	4.0	2,787	실	-	×
Case 12	3.0	2,978	-	-	○
Case 13	3.7	2,600	-	-	×
Case 14	3.0	3,493	-	-	○
Case 15	3.0	4,975	-	-	○
Case 16	3.0	2,575	-	-	○
Case 17	3.0	3,732	-	-	○
Case 18	3.7	3,442	-	-	×
Case 19	3.0	2,900	-	-	○
Case 20	3.0	4,362	-	-	○
Case 21	3.0	4,459	-	-	○
Case 22	3.0	3,573	-	-	○
Case 23	3.0	2,875	-	-	○
Case 24	3.0	1,551	-	-	○
Case 25	3.0	1,533	-	-	○
일치도	18/25(72%)				

IV. 考 察

의학의 목적인 질병의 치료를 위해서는 정확한 진단이 선행되어야 한다. 한의학에 있어서의 진단은 수 천년에 걸쳐 완성되어 왔으며 특히 切診의 경우 지금의 寸口脈法으로 정착되기까지 遍診法, 三部九候法, 氣口人迎脈法, 趺陽脈法 등의 다양한 절진의 방법들의 단계를 거쳐 완성되어 왔다^{1,3,17)}. 맥진의 발전은 《內經》에서부터 기원을 잡지만 실제적으로는 王叔和의 《脈經》에서 脈象을 24맥으로 정리하면서 맥의 形狀을 명확하게 설명하고, 脈象의 감별에 대해 중시하였으며 寸關尺 삼부맥위의 확립 이후부터 큰 전환기를 맞았다고 할 수 있다⁴⁾. 그 후 많은 의가들에 의해 맥진의 발전이 이뤄졌으며 한의학 진단의 중요한 부분으로 자리매김 하게 되었지만 맥진은 의사의 오감과 주관에 의지하는 면이 많아 이를 정량화하거나 객관화시키기가 매우 어려운 분야로 인식되어 왔다.

전통맥진을 현대적 맥진으로 전환시키려는 시도가 많이 행해졌으며 임상에서도 수종의 맥진기가 보급되어 있는 실정이다¹⁸⁻²⁰⁾. 하지만 이들 맥진기가 많은 호응을 받지 못하는 것은 기존 맥진기가 태생적으로 몇 가지 한계점을 가지고 있기 때문이다.

맥진기 중 많이 보급되어 있는 회수식맥진기(H.S. ELECTROPUL SEGRAPH, Jung Jin, Korea)의 경우 맥진 센서가 고정되어 있어 寸關尺 부위를 정확하게 접촉하기 어려우며, 시술자가 직접 가압을 한 후 압력을 감해주는 과정에서 정확한 기작을 하기가

어려워 재현성을 현저히 감소시키는 것으로 본 연구의 예비실험 결과 나타났다. 황제맥진기(MAXMAC-27, UMAX Medical, Korea) 역시 3개의 맥압 센서가 한 기관에 일정한 간격으로 고정되어 있어 환자 개인별 寸關尺의 각각의 위치에 상응하게 맥압 센서를 위치시킬 수 없으며, 기기에 의해 검출된 신호를 가공하여 보여주므로 실시간으로 맥진 데이터를 확인할 수 없다는 단점이 있다.

현재 상용맥진기에 사용되고 있는 압전 센서는 PZT(압전고체) 센서로 제작되어 있어 고주파 측정에는 용이하나 피하에서 발생하는 저주파 진동을 검출하기에는 부적합하다. 특히 회수맥진기의 센서는 condenser-Mic로서 본래 이는 음파를 감지하기 위해 고안된 것으로 이 센서가 측정해내고자 하는 물리량은 심박출량의 시간에 따른 변동 상황이 아니라 인체의 혈류가 심장에서 박출된 후 상호 간섭에 의하여 요골동맥에서 형성되는 25Hz범위의 와류음으로 맥과 신호와 같은 초저주파대역에 대해서는 그 신호 특성을 완벽하게 반영할 수 없다²¹⁾. 이러한 기존 맥진기의 문제점을 개선하기 위한 연구^{19,20)}가 진행되어 제품(DMP-3000, DAEYO MEDI, Korea)으로 제작되어 임상에 보급되었지만 본 연구를 위한 예비실험에서 만족할 만한 재현성을 나타내지 못하였다.

본 연구에서는 이러한 기존의 맥진기의 단점들을 보완하여 비접촉식이며 실시간으로 맥진신호를 관찰이 가능한 광생체 단층촬영(Optical Coherence Tomography :

OCT)를 이용한 새로운 맥진 방식을 구상하였다. OCT는 저가간섭 또는 백색광 간섭계의 원리와 공초점 현미경 방식의 조합으로 생체조직내부의 미세구조를 획득할 수 있는 기술로서 인체에 무해하며 비침습적이고 비접촉식 작동이 가능할 뿐 아니라 빠른 영상 획득이 가능하여 기존의 영상 진단 시스템보다 여러 장점을 겸비하고 있어 OCT를 활용한 의료 분야에서의 연구가 활발하게 진행되고 있다⁷⁻¹²⁾.

OCT 시스템은 광대역 광원의 광신호는 50:50 광섬유 결합기의 입력 포트에 입사되어 두 경로로 나누어지며 한쪽의 경로는 샘플의 깊이 정보를 취득하는데 사용되는 샘플단이며 다른 한쪽은 샘플단의 신호에 맞추어 간섭신호를 만드는데 사용되는 기준단이 된다. 샘플단에 입사된 광은 조직내부에 존재하는 세포나 상이한 조직층 사이에서 발생하는 굴절률 차이에 의해 산란이나 반사를 일으키게 되고 조직에 의해 산란된 빛 중에서 대물렌즈의 초점 심도 안에서 산란된 빛만이 시스템으로 역 입사되며, 광섬유 결합기에 의해 기준 거울에서 반사된 빛과 결합하며 사용된 광원의 저가간섭성에 의해, 기준 거울에 의해 반사되어 나온 광과 산란광 사이에 광 경로차가 가간섭 거리 안에 있을 경우에만 두 광이 보강 또는 상쇄 간섭을 일으키게 되고 기준 거울을 이송하여 기준광의 광 경로를 선형적으로 증가시킬 경우, 조직 내부의 미세구조에 의해 반사되는 광에 의한 간섭무늬를 깊이 별로 얻어낼 수 있게 된다. 이를 통해 입사광이 집광되는 부위에서 깊이별 불연속성의 분포를 얻어낼

수 있으며, 궁극적으로 얻고자 하는 단면이미지는 입사광의 초점을 횡 방향으로 이송하고 위와 같은 과정을 반복함으로써 구현하게 된다²²⁾.

이에 본 연구에서는 압전 형식의 접촉식 맥진기 방식을 개선한 광생체 단층 촬영 기술을 활용한 비접촉식 맥진법의 상용화를 위하여 전통 방식의 맥진을 복수의 한의사가 시행하고 또한 맥진을 측정에 적합하게 제작된 광생체 단층촬영기를 사용하여 맥진을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

본 연구에서는 맥의 빠르기에 대하여 전통맥진의 지원삭으로 표현되는 바, 복수의 한의사에 의하여 진단된 맥에 관하여 지맥을 1, 완맥을 3, 삭맥을 5로 지수화하여 정량화 하였으며, 복수의 한의사에 의하여 측정된 각 Case의 값을 평균하여 1.5미만이면 지, 1.5이상 2.5미만이면 미지, 2.5이상 3.5미만이면 완, 3.5이상 4.5미만이면 미삭, 4.5이상이면 삭으로 정하였다. 한편 광생체맥진에 의하여 측정된 Pulse count가 15회/15초 이하이면 지로, 16-20회/15초이면 완으로, 21회/15초 이상이면 삭으로 정하였다. 단 광생체맥진의 값들이 지, 완, 삭으로 구분되는 바, 전통맥진의 미지 혹은 미삭은 완맥으로 보아 광생체맥진 값들과 비교하였다.

맥의 빠르기에 관하여 전통맥진과 광생체맥진을 비교한 결과, 전통맥진의 지원삭에 일치한 광생체맥진의 결과는 25 case 중 22 경우로서 88%의 일치도를 보였다. 전통맥진과 광생체맥진 값에서 Case 1-11, 13-19, 21, 25 경우 등 총 20 Case에서 모두 완맥으로 나타나 일치된 상태를 나타내었고,

Case 12와 Case 22의 경우에서 전통맥진에서 삭맥으로 나타났는데, 광생체맥진에서도 삭맥으로 측정되어 의미있는 일치성을 보여 주었다. 다만 Case 20의 경우 전통맥진은 완맥이었으나 광생체맥진은 지맥을 나타내었고, Case 23의 경우 전통맥진은 삭맥이었으나 광생체맥진은 완맥을 나타내었으며, Case 24의 경우 전통맥진은 완맥이었으나 광생체맥진은 지맥을 나타낸 점 등은 서로 상이한 면을 보여주었다(Table 9).

이것으로 보아 지완삭의 경우 전통맥진의 수치에 근접하게 광생체맥진은 측정할 수 있을 것이며, 오히려 기기적 수치 값이 전통맥진 값보다 정확하게 측정할 수 있는 장점을 지니는 것으로 본 기기의 pulse count는 지완삭을 측정하는데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 맥의 크기에 대하여 전통맥진의 미세약완대[홍]으로 표현되는 바, 복수의 한의사에 의하여 진단된 맥에 관하여 미맥을 1, 세맥을 2, 약맥을 3, 완맥을 4, 대[홍]맥을 5로 지수화하여 정량화 하였으며, 측정된 각 Case의 값을 평균하여 1.5미만이면 미, 1.5이상 2.5미만이면 세, 2.5이상 3.5미만이면 약, 3.5이상 4.5미만이면 완, 4.5이상이면 대[홍]으로 정하였다. 한편 광생체맥진에서 Layer_pulse_peak가 50 pixel 미만이면 미로, 50 pixel 이상 75 pixel 미만이면 세로, 75 pixel 이상 100 pixel 미만이면 약으로, 100 pixel 이상 350 pixel 미만이면 완으로, 350 pixel 이상이면 대[홍]로 정하였다.

맥의 크기에 관하여 전통맥진과 광생체맥진을 비교한 결과, 전통맥진의 미세약완대[홍]에 일치한 광생체맥진의 결과는 25 case 중 Case 1-4, 6, 8-13, 16, 18-19, 22, 25 등 16경우로서 모두 완맥으로 나타나 일치된 상태를 나타내어 64%의 일치도를 나타내었다. Case 5, 7, 15의 경우 광생체맥진에서 대맥으로 측정되었는데 전통맥진에서는 완혹은 약맥으로 진단되어 다르게 판정되었고, Case 14, 17, 20-21, 23 등 5경우에서 광생체맥진에서 완맥으로 측정되었는데 전통맥진에서는 약맥으로 진단되어 다르게 판정되었으며, Case 24의 경우에는 광생체맥진에서 세맥으로 측정되었는데 전통맥진에서는 약맥으로 나타나서 다르게 나타났다(Table 10).

이것으로 보아 미세약완대[홍]의 경우 광생체맥진의 결과에 대하여 전통맥진의 수치에 광생체맥진을 활용하여 측정함으로써 나타낼 수 있으리라고 사료되며, 향후 광생체맥진의 Layer_pulse_peak 값이 보다 안정된 균일화된 과형을 보여줄 수 있는 것으로 보완된다면 맥의 크기를 파악하는데 광생체맥진의 결과는 유용하게 활용될 수 있으리라고 사료된다.

본 연구에서는 맥력에 대하여 전통맥진의 허실로 표현되는 바, 복수의 한의사에 의하여 진단된 맥에 관하여 허맥을 1, 정상맥을 3, 실맥을 5로 지수화하여 정량화 하였으며, 측정된 각 Case의 값을 평균하여 2.0미만이면 허, 2.0이상 4.0미만이면 정상, 4.0이상이면 실로 정하였다. 한편 광생체맥진의 경우

area 값이 1,500미만이면 허로, 4,500이상이면 실로, 1500이상 4,500미만이면 정상으로 정하였다.

맥력에 관하여 전통맥진과 광생체 맥진을 비교한 결과, 전통맥진의 허실에 일치한 광생체맥진의 결과에서 허 혹은 실에 속하지 않는 정상인 경우가 25 case 중 18경우로 72%의 일치도를 나타내었다. 본 연구에서 허맥은 전통맥진과 광생체맥진 모두에서 관찰되지 않았으며, 전통맥진에서 실한 경우가 4경우에서 나타났고, 광생체맥진에서 실한 경우가 3경우에 나타났으며, 상호 중복되는 경우는 나타나지 않은 것으로 보아 전통맥진에서 보여지는 실의 경우를 광생체맥진에서 나타내지 못하고 있으며, 맥력을 나타내는 허실의 경우에 있어서는 좀더 많은 사례와 전형적으로 실한 맥이나 허한 맥의 경우의 사례가 필요하리라고 사료된다(Table 11).

이상의 결과로 보아 전통맥진에 근접한 기기로서의 의의를 갖추기 위하여 비접촉식 광생체맥진 기술을 적용하는 것은 맥의 빠르기의 경우 88%, 맥의 크기의 경우 64%, 맥력의 경우 72%의 일치도를 각각 나타내어 광생체맥진을 활용하는 것은 전통맥진을 상당부분 반영하여 나타낼 수 있을 것으로 사료되며, 향후 맥진에 적합한 광생체맥진 기술이 향상된다면 효과적으로 한의학의 임상에 비접촉식 맥진기술을 적용하여 진단을 높일 수 있을 것이며, 한의학에 필요한 기기로서의 의의를 갖출 수 있으리라고 사료된다.

V. 結 論

전통맥진을 기기적으로 접근하고자 하여 비접촉식 광생체맥진 기술을 활용하여 개발된 기기의 활용성을 검증하기 위하여 전통맥진과 광생체맥진에 의하여 측정된 맥의 빠르기, 맥의 크기, 맥력 등을 비교 관찰한 결과, 다음과 같은 결론은 얻었다.

1. 맥의 빠르기에 있어서 전통맥진의 지원삭 지수는 2.7에서 4.3 사이의 수준을, 광생체맥진의 pulse count는 14회/15초에서 23회/15초의 수준을 각각 나타내었으며, 전통맥진의 지원삭에 일치한 광생체맥진의 결과는 25 case 중 22경우로서 88%의 일치도를 보였다.
2. 맥의 크기에 있어서 전통맥진의 미세약완대[홍] 지수는 2.5에서 4.4 사이의 수준을, 광생체맥진의 layer_pulse_peak는 72±19.3 pixel에서 451±132.0 pixel 수준을 각각 나타내었으며, 전통맥진의 미세약완대에 일치한 광생체맥진의 결과는 25 case 중 16경우로서 64%의 일치도를 보였다.
3. 맥력에 있어서 전통맥진의 허실 지수는 3.0에서 4.0 사이의 수준을, 광생체맥진의 area는 1,533 integral에서 6,250 integral 수준을 각각 나타내었으며, 전통맥진의 허실에 일치한 광생체맥진의 결과는 25 case 중 18경우로서 72%의 일치도를 보였다

이상의 결과로 볼 때 비접촉식 광생체맥진 기술 활용은 한의학 임상에 활용되어 전

통맥진을 보완하는 기술로서 의의를 가질 수 있으리라고 사료된다.

參考文獻

1. 임한제, 윤종화. 經脈診斷의 脈診法이 氣口脈의 寸關尺 六部定位脈診法으로 演變된 緣由에 관한 研究. 대한침구학회지. 2004 ; 21(1) : 1-20.
2. 秦景明. 症因脈治. 서울 : 의성당. 2006 : 37-46.
3. 이흥구, 윤창렬. 明代의 診斷學 發展史에 관한 연구. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 2003 ; 12(1) : 51-69.
4. 최환수, 김용진, 윤창열. 중의진단학의 사적 고찰. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 1996 ; 5(1) : 47-63.
5. 金晶圭, 尹暢烈. 晉·隋·唐代的 診斷學 專門書籍에 관한 考察. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 1999 ; 8(1) : 73-95.
6. 金晶圭, 尹暢烈. 漢代以前的 診斷學 專門書籍에 관한 考察. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 1999 ; 7(2) : 203-26.
7. 전지혜, 나지훈, 양윤기, 이병하, 이창수. 쥐 눈과 인간 치아의 정밀한 단층정보 분석을 위한 OCT 3-D 영상 재구성. 정보처리학회논문지B. 2007 ; 14(6) : 423-30.
8. 정희진, 현재훈, 김영일, 윤일한. 광간섭단층촬영 (OCT3)의 Macular Map 으로 측정된 정상인의 황반부 두께. 대한안과학회지. 2004 ; 45(6) : 962-8.
9. 이덕구, 최시환. Visante OCT를 이용한 한국 성인의 전안부 계측. 대한안과학회지. 2009 ; 50(4) : 542-50.
10. Kyoung Tak Ma, Sang Hyup Lee, Sa Min Hong, Kyoung Soo Park, Chan Yun Kim, Gong Je Seong, Young Jae Hong. Relationship between the Retinal Thickness Analyzer and the GDx VCC Scanning Laser Polarimeter, Stratus OCT Optical Coherence Tomograph, and Heidelberg Retina Tomograph 2 Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy. Korean Journal of Ophthalmology. 2008 ; 22(1) : 10-7.
11. Eun Jee Chung, Young Ju Lew, Hyo Lee, Hyoung Jun Koh. OCT-guided Hyaloid Release for Vitreomacular Traction Syndrome. Korean Journal of Ophthalmology. 2008 ; 22(3) : 169-73.
12. In Ha Shin, Sung Yong Kang, Samin Hong, Seung Kab Kim, Gong Je Seong, Ma Kyung Tak, Chan Yun Kim. Comparison of OCT and HRT Findings Among Normal, Normal Tension Glaucoma, and High Tension Glaucoma, Korean Journal of Ophthalmology. 2008 ; 22(4) : 236-41.
13. 이근춘. 李家脈診. 서울: 이가출판사. 2007 : 205-7, 212-3, 253-5.
14. 맥진학회. 난치병과 암의 진단과 치료의 실제. 서울 : 논장. 1996 : 26-41.
15. 백희수. 운기와 맥진과 치료. 서울: 고려의학. 1993 : 21-49.
16. 임양근 편저. 맥진. 서울 : 정담. 2003 :

- 133-72.
17. 황원덕, 김중환. 기구맥진법의 장부배속에 관한 연구. 대한원전외과학회지. 1999 ; 12(1) : 226-54.
 18. 박영배. 맥진기의 현황과 전망. 대한한의진단학회지. 1997 ; 1(1) : 86-94.
 19. 윤영준, 강희정, 류경호, 김경철, 신순식. 3D 맥진 시스템. 東義韓醫研. 2004 ; 8 : 10-3.
 20. 강희정, 김경철. 전통맥진의 현대적 객관화를 위한 3차원 맥파 진단시스템 개발. 東義韓醫研. 2005 ; 9 : 19-24.
 21. 조명래, 유충열, 김무신, 최찬현, 장경선, 소철호, 박영배. 인영·기구 비교맥법의 정량화에 관한 연구. 대한침구학회지. 2002 ; 19(2) : 149-63.
 22. Tuan Vo-Dinh. Biomedical Photonics Handbook I. Bellingham WA USA : SPIE Press. 2003 : 13.1-29.