Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 13, No. 12 pp. 6013-6021, 2012

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.12.6013

냉증을 진단하고 치료하는 산소챔버 시스템의 설계

조면균[1*], 최효선[2]
[1]세명대학교 정보통신학부, [2](주)에프디크리에이트

Design of Oxygen Chamber System for Diagnosis and Treatment of Cold Hypersensitivity

Myeon-Gyun Cho[1*] and Hyo Sun Choi[2]
[1]**School of Information and Communication Systems, Semyung University**
[2]**FD Create Ltd.**

요 약 냉감을 느끼지 않을만한 온도에서 신체부위에 차가움을 느껴 일상생활이 곤란함을 호소하는 냉증환자가 늘어남에도 불구하고, 정확한 진단기구와 뚜렷한 치료기기가 없는 것이 사실이다. 그러므로 본 논문에서는 다양한 센서를 통하여 냉증을 측정 및 진단하고 환자의 냉증정도에 맞게 적응적으로 산소압과 치료시간을 조정할 수 있는 산소챔버를 냉증치료용 의료기기로 제안·설계한다. 특히 의사의 진찰과 문진을 통해 경험에 의존하던 기존의 주관적인 냉증 진단 방법에서 벗어나, 첨단 복합 생체센서의 측정데이터를 임상실험에 근거한 임계치를 바탕으로 비교함으로써 냉증을 정확히 진단하는 방법을 소개한다. 최종적으로 냉증의 진단 단계에 따라 적응적으로 산소량을 제어함으로써 냉증을 효과적으로 치료하는 산소챔버를 구현하여 한의학 의료기기의 과학화와 대중화에 기여하고자 한다.

Abstract Although there are many patients who suffer from cold hypersensitivity and have a difficult time in living daily lives due to feeling cold at room temperature, it is about true that an accurate diagnostic method and an effective remedy for a cold hypersensitivity have not been developed yet. Therefore, in order to develop traditional medicine equipment for cold hypersensitivity, we have designed new oxygen chamber system which can diagnose cold hypersensitivity with multiple bionic sensors and supply a patient optimum amount of oxygen adaptively to the extent of their illness. In particular, diverging from conventional diagnosis based on the experience of doctor and subjective statements of patient, we introduced accurate method for diagnosis in comparing between output of multiple sensors and threshold derived from clinical trials. After all, the proposed oxygen chamber system will contribute to achieving scientific evidence and manufacturing of korean traditional medicine.

Key Words : Cold Hypersensitivity, Oxygen Chamber, Bionic Sensor, Automatic Diagnosis, Adaptive Oxygen Control

1. 서론

냉증은 냉각 과민증의 일종으로 일반적으로 추위를 느끼지 않을 만한 온도에서도 신체의 특정 부위가 차고 시려서 일상생활을 유지하기 곤란한 상태를 일컫는다[1,2]. 특히 냉증은 인종과 성별에 따라 유병율의 차이가 많이 나는데 서양인에게는 거의 없고 동양인에게 주로 나타나며 남성보다는 여성에게 2배 이상 많이 발병하여 전체여성의 30~50%인 다수가 냉증을 호소한다[2,3].

냉증과 여성의 상관관계를 한방적으로 살펴보면, 부녀

본 연구는 보건복지부 한의약선도 기술개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임 (과제번호: B110052)
*Corresponding Author : Myeon-Gyun Cho (Semyung University)
Tel: +82-10-6335-8043 email: mg_cho@semyung.ac.kr
Received October 4, 2012 Revised November 5, 2012 Accepted December 6, 2012

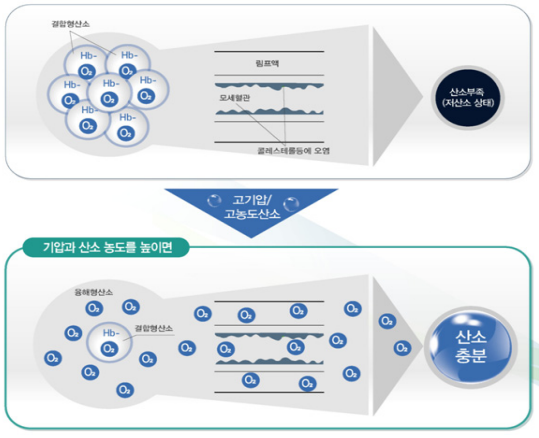
는 한냉사(寒冷邪)에 상하기 쉬우며 소체양허(素體陽虛)하므로 혈이 한냉의 사기를 감수하거나 소체양허한데 과식생랭(過食生冷)하여 한종내생(寒從內生)하면 혈이 응결하고 응체불통하여 월경후기, 월경과소, 통경, 폐경 등의 증상을 발한다고 하였다[4-6]. 이로써 냉증이 직접 간접으로 여성 질환의 주된 원인으로 작용하여 부인과 질환의 주된 발병인자이며 여성에게 많이 동반되는 병으로 알려지게 되었다[7,8].

냉증 진단의 특징은 주관적인 감각이므로 진단 및 평가가 환자의 주관적인 호소(통증, 냉감, 열감 등의 불편한 정도)에 의존하여 이루어져 왔다. 하지만 진단에 있어 환자의 주관에만 의존하여 정확성이 떨어진다는 단점이 있으므로, 이를 보완하고, 객관적으로 진단하기 위하여 컴퓨터 적외선 체열 촬영(Digital Infrared Thermographic Imaging, 이하 DITI)을 사용한다. 추가로 더 정확한 냉증의 진단과 치료효과를 확인을 위해서 냉부하를 가한 후 회복되는 상태에서 DITI를 이용하여서 국소적인 온도변화를 관찰을 통한 냉증을 진단하는 냉부하 검사법(Cold Stress Test, 이하 CST)이 사용된다 [9-11]. 위에 소개된 방법 외에도 심박변이도, SpO_2(산소포화도) 및 CO_2 대사량 측정 등의 다양한 생체센서를 통한 다각적인 분석이 정확한 냉증의 진단을 위해 채택되고 있다[12-15].

최근 냉증의 한방치료에 대한 연구로는 자궁 적출술 후의 냉증완화를 위한 쑥뜸요법 효과의 연구[16], 냉증에 대한 한의학적 치료 전후 체표온도 비교 논문 [17] 등과 근위부 혈위와 원위부 혈위의 침 치료가 냉증에 대한 어떤 치료 효과 차이가 있는지에 관해 비교한 임상 논문이 있었다[18-19].

산소챔버를 이용한 고압산소의 제공방법은 Fig. 1과 같이 대기압보다 높은 환경에서 산소를 흡입하여 산소가 체내의 혈액에 침투하도록 유도하고 모세혈관을 통해 체내에 고순도의 산소를 공급하는 산소치료요법으로 최근 연구가 활발히 진행되고 있다[20-23]. 이러한 고농도의 산소흡입은 헤모글로빈과 결합하는 산소량을 증가시킴으로 골절, 인대손상들의 정형 외과적 질환, 급성발작, 질식성 뇌증, 시신경염등의 신경질환뿐 아니라, 화상, 일산화탄소 중독 등의 응급질환에도 치료효능을 나타내는 것으로 알려져 있다[24-26].

하지만, 점차 치료기구 및 치료방법의 다각화가 요구되는 한방 의료기기 시장의 확대를 위해서, 복수개의 생체센서를 이용하여 냉증을 자동 진단하고 밀폐된 산소챔버안의 환자에게 압축산소를 제공하여 냉증을 완화하려는 시도가 있어, 그 원리와 효과에 대한 한의학적 검증이 필요하게 되었다. 그러므로 본 논문에서는 냉증의 검진 및 치료기기로서의 산소챔버를 구현하기위해 요구되는 냉증의 측정센서 및 정확한 검진 알고리듬, 그리고 냉증의 정도에 따른 한의학적 산소치료 방법과 IT 접목방안에 대해서 구체적으로 제안하고자 한다.



[Fig. 1] The principle of absorbing Oxygen in the body using low pressure Oxygen chamber

2. 기존의 냉증판별을 위한 진단방법과 그 치료방법 및 한계

지금껏 냉증의 진단은 환자의 주관적인 표현에만 의존하여 의사가 경험적으로 판단하므로 객관성과 과학적 근거가 부족하였는데 최근 적외선 체열촬영을 통한 냉증의 객관화작업이 시도되고 있다. 그리고 냉증의 한방치료를 위해 쑥뜸, 침치료 및 수지침(지압)의 방법들이 제안되기도 했다.

2.1 종래의 냉증 진단 및 치료 기술

국내에서 현재까지 진행된 냉증에 관한 연구내용을 살펴보면, 냉증에 대한 문헌적 고찰과 실태연구가 있었으며[4-8], 적외선 체열촬영(DITI)과 냉부하검사(CTS)를 이용한 진단의 객관화 및 표준화의 연구가 있었다[9-11].

냉증의 한방치료에 대한 연구로는 쑥뜸을 이용한 부인과 치료방법, 혈위의 침 치료가 냉증에 미치는 영향을 임상실험으로 비교한 논문, 그리고 수지침과 지압이 냉증치료에 미치는 효과에 대한 연구 결과도 있었다[16-19].

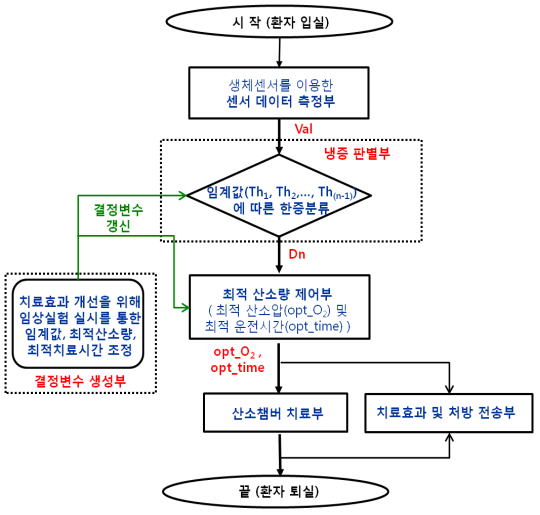
최근 산소챔버를 사용하여 저압산소를 밀폐된 챔버에 제공함으로써, 환자로 하여금 대기압보다 높은 환경에서 산소를 흡입시켜 모세혈관을 통해 체내에 고순도의 산소를 공급하는 산소치료요법의 연구가 활발히 진행되고 있다[20-26]. 이러한 고농도의 산소흡입은 헤모글로빈과 결

합하는 산소량을 증가시킴으로 몸 전체의 혈액순환을 촉진시키고 신진대사를 증진시키어 체온을 상승시키는 작용이 기대됨으로써, 냉증의 치료에 도입하는 방안을 적극적으로 고려하게 되었다.

2.2 종래기술의 문제점 및 한계

기존에 발표된 논문은 주로 DITI만을 활용한 여러 가지 냉증의 진단방안에 대해 다루었다. 하지만 냉증을 더욱 정확하게 진단하기 위해서는 DITI외에 심박변이도, 산소포화도 및 CO_2 대사량등의 복합 센서로 다각적인 접근이 필수적이다.

특히 기존에 제안된 쑥뜸, 침등의 제한적인 방법으로는 냉증을 치료하는데 한계가 있으므로 산소챔버를 통한 새로운 치료방법의 모색이 필요하게 되었다.



[Fig. 2] System block diagram of oxygen chamber to estimate, diagnose and treat the cold hypersensitivity

3. 제안하는 냉증측정 방법 및 적응적 산소챔버를 이용한 냉증치료 방법

Fig. 2는 환자의 냉증을 측정, 판단 및 치료하기 위한 산소챔버를 이용한 냉증치료기의 전체 시스템 블록도 그림이다. 먼저 냉증의 센서데이터 측정부는 다양한 생체센서를 사용하여 환자(사용자)를 측정한 값을 수집, 저장 및 분류한다. 이때 임상실험을 통해, 유효한 생체센서에 가중치를 주어 총괄적인 냉증 판별값(Val)을 도출한다.

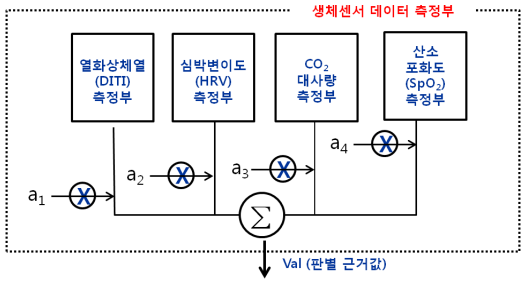
두 번째로 냉증 진단의 지표가 되는 임계값을 임상실험과 문헌분석을 통해 제시하는 결정변수 생성부의 도움을 받아 임계값(Th_k)을 기준으로 냉증 정도(D_n)를 분류하는 냉증 판별부를 거친다

세 번째로 판별된 냉증 정도에 따라, 최적 산소량을 결정하는 최적 산소량 제어부를 거치게 하여 결정된 산소압과 산소량에 따라 저압산소를 제공하는 산소챔버 치료부가 동작한다.

마지막으로 산소치료의 효과와 그 처방전을 사용자의 단말기로 자동 전송하는 치료효과 및 처방 전송부를 거침으로써 냉증으로 고생하는 사용자에게 한의학적 산소치료를 제공하는 한의학 의료기기로서의 산소챔버 시스템이 완성된다.

3.1 생체센서를 이용한 정확한 냉증의 판단용 데이터 수집

Fig. 3는 정확한 환자의 냉증을 측정하기 위하여 다양한 종류의 생체센서를 활용하여 냉증의 판별 근거값(Val)을 도출해 내는 생체센서 데이터 측정 부를 나타낸 그림이다.



[Fig. 3] Estimation block of cold hyper- sensitivity using multiple bionic sensor

각각의 생체센서로부터 최종의 판별 근거값(Val)을 최종 생성하는 과정을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

•열화상체열 측정방법

(DITI-Digital infrared thermal imaging)

- DITI는 컴퓨터 적외선 체열 영상진단으로서 인체표면에서 자연적으로 방출되는 미세한 적외선을 감지하여 촬영, 동통부위나 질병부위의 미세한 온도변화와 체온변화를 컴퓨터 그래픽화해 통증을 정확히 진단하는 것으로 감지기가 인체 표면의 온도변화를 관찰함으로써 천연색 영상으로 나타내주는 비침투성 검사방법이다[9-11].

- 손, 발 및 복부의 온도차를 이용하여 냉증의 정도를 파악하는 방법으로 3가지 상세 방안이 있다.

[1] 수부의 냉증진단을 위한 수장부위와 전상완중심부의 온도차가 0.3도 이상 일때 및 족부의 냉증 진단을 위하여 족배부전면과 전대퇴중심부의 온도차를 조사하여 0.4도 이상 일때 수족냉증으로 판별하는 방법 (1안)

[2] 여성의 복토혈과 태충혈 사이의 온도가 2도 이상인 경우를 냉증으로 판별하는 방법 (2안)

[3] 찬물에 손을 10분간 담근 후에 꺼냈을 때 일정시간 후에 수장부위와 정상완 중심부의 온도 회복정도로 파악하는 냉부하 측정방법 (3안)

이때 온도 차이의 최대값을 100(냉증 심각), 차이의 최소값(정상상태)을 0점으로 정규화 하여 활용한다.

•심박변위도 측정방법

(HRV–Heart Rate Variability)

- HRV는 시간에 따른 심박의 주기적인 변화를 측정하는 방법으로 내외적인 환경요인, 스트레스에 대한 자율신경계의 항상성 조절 메커니즘을 추적할 수 있는 평가수단이다.

- 연속적으로 심전도를 맥파계를 이용하여 심장 박동 사이의 간격을 시간에 따라 측정한다. 이 신호의 주파수 영역을 분석하여 total power의 평균값이 755.06 ± 844.85 이거나, VLF(very low frequency)의 평균값이 340.27 ± 392.16 이하일 때로 측정한다. 이때 평균값이 지정된 값(정상상태)과 같을 때는 0점, 지정된 값 이하로 차이가 최대가 될 때(냉증심각)를 100점으로 하여 점수를 정규화 하여 사용한다.

•CO_2 대사량 측정방법

(CO_2 Basal metabolic rate)

- 사용자(환자)의 CO_2 배출량을 측정하고 데이터를 저장함으로써 기초 대사량이 얼마나 많은지를 기록한다.

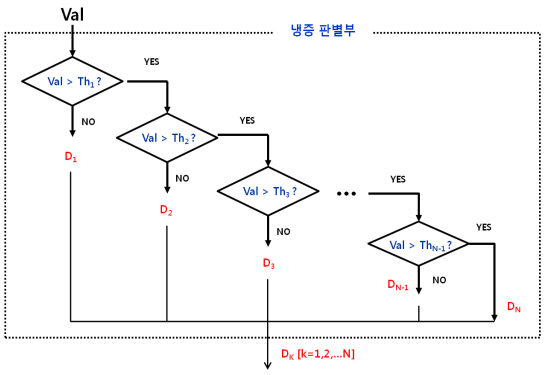
- 평균적인 사람이 하루에 배출하는 이산화탄소는 134리터이므로 시간당 약 5.6리터의 이산화 탄소를 배출한다. 정상범위를 0점, 정상보다 낮은 최댓값일 때(냉증심각)를 100점으로 점수를 정규화 하여 사용한다.

•산소포화도 측정방법

(SpO_2 – Saturation of partial Pressure Oxygen)

- 산소포화도란 혈액내 산소와 결합한 헤모글로빈의 양이 전체 헤모글로빈의 양과 비교하여 차지하는 비율을 말한다. 산소포화도는 우리 몸의 신진대사 정도를 측정하는 척도이다.

- 산소포화도의 정상인 범위는 95%이상이고 92% 이하로 내려가면 산소공급이 추가로 필요한 상태임을 말한다. 보통 손까락에 끼우는 형태의 센서로 구성되어 있는데 맥박도 같이 측정할 수 있고 60~80이 정상이다. 정상범위를 0점, 가장 낮은 때를 100점으로 정규화 하여 사용한다.



[Fig. 4] Diagnosing block of cold hypersensitivity using multiple bionic sensor output

3.2 수집된 생체센서의 데이터 결과를 이용한 냉증의 판단

Fig. 4는 생체센서 데이터 측정부의 최종 결과값(Val)을 임상실험에서 결정된 임계치(Th_k)와 비교함으로써 냉증의 정도를 판단하는 냉증 판별 부를 그린 그림이다.

예를 들면 냉증의 심각정도를 4개의 단계(D_n, n=1,2,3,4)로 나눈다면 임상실험에서 결정해 주어야할 냉증의 임계치는 3가지(Th_1, Th_2,Th_3)이다. 최종 판별된 냉증의 단계에 따라 산소챔버에서 제공해야할 산소압 및 산소량이 결정된다. Fig. 3에서의 결정변수 생성부의 역할은 다양한 생체 센서를 적용한 임상실험의 실시 및 결과분석을 통해 Fig. 3의 센서별 가중치나 Fig. 4의 임계값을 지속적으로 갱신하는 것이다.

본 논문에서는 냉증치료기로서의 산소챔버의 구현을 용이하게 하기 위하여 냉증의 심각정도를 4개의 단계로만 나누었다. 이것은 구현의 용이성과 분석의 편리성을 위한 것으로 앞으로의 임상실험 결과에 따라 추가적으로 여러 단계로 확장될 수 있다.

결정변수 생성부가 제공하는 3개의 냉증판단용 임계치에 따라,

- D_1 단계 : 정상단계
- D_2 단계 : 경증의 냉증 단계
- D_3 단계 : 중증의 냉증 단계
- D_4 단계 : 심각한 중증의 냉증 단계로 분류된다.

[Fig. 5] Oxygen chamber medical device with oxygen generator from optimum O2 controller

3.3 냉증정도에 적응적으로 최적 산소량을 공급하는 산소챔버

본 절에서는 3.2절에서 결정된 4단계의 냉증의 정도에 따라 최적의 산소량을 공급하는 산소챔버의 동작 알고리즘에 대하여 설명한다.

Fig. 5는 환자의 냉증치료를 위하여 냉증의 정도(D_n)에 따라 최적의 산소량 (산소압과 치료시간)을 최적산소량 제어부에서 결정하고, 산소발생기에서 이에 대응하는 산소를 발생시켜서 밀폐된 산소챔버로 전달하는 과정을 그린 그림이다.

아래의 Table 1 은 냉증의 단계에 따른 산소압과 산소치료 시간을 대응시킨 표이다. 향후 추가적인 임상실험을 통해 냉증단계별 최적의 산소압과 치료시간을 도출하고, 시스템에 적용하여 산소치료 효과를 극대화할 예정이다.

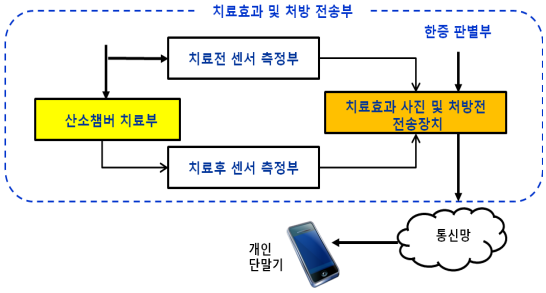
[Table 1] Pressure and treatment time according to the extent of hypersensitivity

냉증의 단계	산소압(ATA)	치료시간	비고
정상: D_1	1.1	30 min	피로회복
경증: D_2	1.3	40 min	냉증완화
중증1: D_3	1.4	60 min	냉증치료
중증2: D_4	1.6	90 min	냉증치료

3.4 IT 융합을 통한 산소치료 효과 및 처방전 자동발송 장치

Fig. 6은 환자를 위한 냉증진단 결과 및 산소챔버 치료 전후의 결과의 데이터를 사용자의 핸드폰으로 전송하는 서비스를 제공하는 블록이다.

이렇게 무선송수신의 IT 기술을 산소챔버에 적용함으로써 정확한 냉증진단 결과 및 병증 치료를 위한 처방을 자동 전송할 뿐 아니라, Fig. 6의 산소챔버 치료를 하기 전후의 DITI(열화상 체열측정) 데이터를 사진으로 비교해주어 치료효과를 시각화 한다. 산소챔버에서 저압산소 치료를 받아서 냉증이 완화된 경우라면, 치료 전 DITI의 사진보다 치료 후의 DITI(적외선 촬영) 사진에서 더욱 붉은 색으로 표시될 것이다.



[Fig. 6] Automatic transmission device of curative power of Oxygen chamber and prescription of patients to their smart phone

산소챔버를 사용하는 의료기관은 치료효과 및 처방전의 자동 전송을 통하여 환자에게 산소챔버의 치료효과를 홍보할 수 있으며 의사와 진찰한 것 이상으로 환자의 병증 정도를 그림으로 전달함으로써 명확히 설명해 줄 수 있다. 추가로 치료에 도움이 되는 처방전에 대한 내용을 환자의 핸드폰에 전송함으로써 환자가 자신의 병증을 이해하고 그 치료를 위한 의사의 처방 및 당부를 자신의 핸드폰에 저장하여 잊지 않도록 도와준다. 예를 들면 냉증을 악화시킬 수 있는 음식이나 생활습관에 대한 주의를 주고, 냉증에 좋은 음식이나 약 먹는 시간에 대한 알람 및 복약지도를 제공한다.

4. 모의실험 및 고찰

본 장에서는 3장에서 소개한 냉증의 측정 및 진단, 그리고 그 진단결과에 따라 적응적으로 산소량을 조절하여 냉증을 치료하는 산소챔버의 상세한 동작방법을 기술하고 제안 시스템이 올바르게 동작함을 시뮬레이션을 통하여 보인다.

4.1 다중 생체센서를 이용한 데이터 측정

먼저 냉증을 측정하기 위해 실용적인 3 가지의 센서들로부터 데이터를 측정 및 수집을 위한 실제적이고 구체적인 방안을 열거하고자 한다.

•E_1 : DITI를 이용한 정규화 측정값

먼저 적외선 체열측정기를 이용하여 상온의 대기실에

서 10분간 기다린 환자의 왼쪽 손등을 첫 번째로 측정 (T_1)

두 번째로 20°C의 찬물에 1분간 팔꿈치까지 담근후 꺼내어 바로 왼손 손등의 온도를 측정 (T_2)

세 번째로 2차 촬영 후 10분을 상온에서 대기한 후 왼손 손등의 온도를 측정 (T_3)

$$E_1 = \frac{\nabla T_2}{\nabla T_3} \times T_{norm} = \frac{T_1 - T_2}{T_3 - T_2} \times T_{norm} \qquad (1)$$

여기서 T_{norm}은 냉부하 검사로부터 회복율이 가장 늦을 때가 100점이 될 수 있게 조정하는 값이다.

•E_2 : HRV를 이용한 정규화 측정값

먼저 피검자를 심박에 영향을 줄 수 있는 다른 요인을 제거하기 위하여 조용한 실내에서 5분간 안정하며 환경에 적응할 수 있도록 한다. 그리고 심박변이 측정용 맥박계에 좌우 손목부위와 좌측 발목 부위에 각각 전극을 부착하고 5분간 측정을 한다.

냉증을 호소하는 환자의 HRV 데이터를 공개한 논문[12]을 바탕으로 전개하면, 측정신호의 정상인의 TP(total power) 평균값이 1,235이고 냉증군의 TP평균값이 755이므로 측정된 HRV 신호의 TP값인 x_{tp}는 정상인의 평균보다 크면 '0'점, 냉증환자의 평균에서 '50'점, 냉증의 평균전력(755)보다 낮아지면 50+추가분의 점수가 매겨지어 아래의 식 (2)와 같이 정규화 된 E_2가 된다.

$$\begin{cases} E_2 = 0 & , when\ x_{tp} > 1235 \\ E_2 = \dfrac{1235 - x_{tp}}{(1235-755)\times 2} \times 100 & , when\ 755 < x_{tp} \le 1235 \\ E_2 = \left(0.5 + \dfrac{755 - x_{tp}}{755}\right) \times 100 & , when\ x_{tp} \le 755 \end{cases} \qquad (2)$$

여기서 x_{tp}는 HRV센서의 출력신호의 총 전력을 구한 값을 말한다. 여기서 E_2는 HRV를 이용한 출력값을 나타내는데 냉증의 심각한 정도는 x_{tp}.에 반비례하는 특성이 있으므로 식(2)와 같은 정규화 과정을 통해서 정상인은 '0'에 가까운 값이 나오고 냉증이 심각한 환자는 '100'에 가까운 수가 나오도록 하였다.

•E_3 : SpO_2를 이용한 정규화 측정값

손까락에 간단히 끼워서 사용하는 산소포화도 측정기를 이용하여 환자의 SpO_2의 값을 측정한다. 문헌에 의하면 산소포화도의 정상치는 97%이상이며 허용범위는 95%이상, 가벼운 저산소증은 90 ~ 94 %, 중증의 경우는 75~89%, 매우 심각한 중증은 75%이하로 알려져 있다. 그러므로 식 (3)과 같은 정규화 과정을 통하여 SpO_2를 이용한 한증의 측정값을 도출해 낸다.

$$\begin{cases} E_3 = 0 & , when\ x_{SpO_2} > 0.97 \\ E_3 = \dfrac{0.97 - x_{SpO_2}}{(0.97 - 0.70)} \times 100 & , when\ x_{SpO_2} \le 0.97 \end{cases} \qquad (3)$$

여기서 x_{spo2}는 산소포화도 측정기의 출력 값을 나타낸다.

•E_4 : CO_2대사량을 이용한 정규화 측정값

CO_2 대사량은 문헌의 연구가 거의 없으며 측정기구의 확보 또한 쉽지 않아서 본 실험에서는 냉증 진단을 위한 생체센서로 사용하지 않는다.

최종적으로 3개의 생체센서를 바탕으로 k번째 사용자의 최종 결정변수는 식 (4)와 같이 표시 된다.

$$Val_k = \sum_{n=1}^{3} a_n E_n \qquad (4)$$

여기서 a_n은 n번째 생체센서에 대한 가중치를 나타낸 것이며 이러한 총합을 통해 좀 더 정확한 냉증의 판별을 가능하게 만들었다.

4.2 결정변수에 따른 냉증의 단계 판별

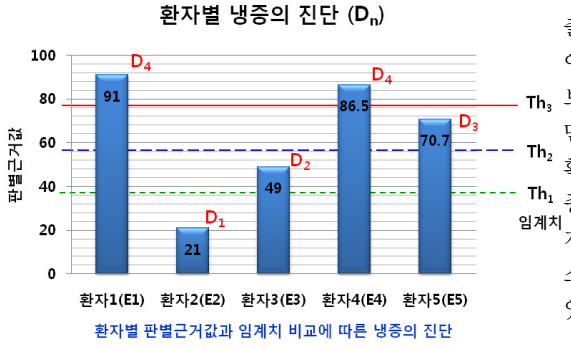
Fig. 7은 Table 2에서 제시된 환자별 판별 근거값(Val_k)을 임상실험을 통해 결정변수 생성부에서 제시한 임계치(Th_1, Th_2, Th_3)와 비교하여 냉증의 정도(D_n)를 판별한다. 여기서 Th_1, Th_2, Th_3는 각각 임의로 40, 60, 80으로 하였고 그로인해 환자1과 환자4는 심각한 중증의 냉증(D_4), 환자 5는 중증의 냉증(D_3), 환자3는 경증의 냉증(D_2), 마지막으로 환자2는 정상으로 판별되었다.

[Table 2] Decision value of k-th user for cold hypersensitivity from 3 bionic sensors

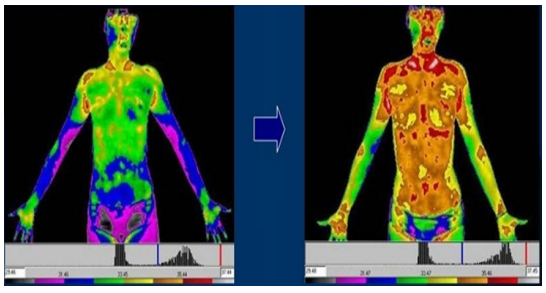
다중센서	DITI(E_1)	HRV(E_2)	SpO_2(E_3)	총합(Val_k)
가중치	0.5	0.3	0.2	**1**
환자1(Val_1)	95	90	85	**91**
환자2(Val_2)	10	40	20	**21**
환자3(Val_3)	50	50	45	**49**
환자4(Val_4)	85	90	85	**86.5**
환자5(Val_5)	70	75	66	**70.7**

4.3 냉증 판별에 따른 적응적 산소공급

Fig. 7에서 결정된 환자별 냉증의 정도에 따라 Table 1에서 제시된 산소량(산소압, 치료시간)을 적응적으로 환자에게 제공한다. 예를 들면 정상범주인 환자2 에게는 피로회복을 위해 1.1기압의 산소를 30분간 챔버로 제공하는 반면에 심각한 중증으로 판단된 환자1과 환자4에 대해서는 산소 공급장치의 안전성 한계인 1.6기압의 산소를 90분에 걸쳐서 공급하여 냉증의 치료효과를 극대화 한다.



[Fig. 7] Oxygen chamber using oxygen generator according to optimum O_2 control device



[Fig. 8] Example of DITI figure comparison between before and after treating oxygen chamber.

4.4 IT접목을 통한 치료효과 극대화 방법

마지막으로 냉증의 자동검진 및 치료기능의 산소챔버 시스템에서 환자로 하여금 산소치료의 효과를 시각적으로 알려주어 치료 후의 만족감을 극대화 시킬 수 있다[17]. 예를 들면, Fig. 8과 같이 사용자의 핸드폰으로 산소치료 전후의 DITI 환부 사진을 자동 전송함으로써 환자로 하여금 치료효과의 믿음을 주고 자신의 병증을 더 잘 이해할 수 있는 정보를 제공하게 된다.

추가적으로 환자의 병증에 알맞은 냉증 완화 방법 및 차후치료 및 복약시의 주의사항 등을 환자의 핸드폰에 문자로 전달하는 방법이 있을 수 있으며, 다음번 진료예약시간과 준비사항 등을 같이 보내 줄 수가 있다.

이처럼 산소챔버 시스템을 이용하면 냉증을 자동측정 및 진단하고 그 병증에 따라 적응적으로 산소량을 환자에게 제공하여 냉증을 치료할 수 있고, 여기에 IT를 접목시킴으로써 환자의 만족감을 극대화 시킬 수 있다.

5. 결론 및 토의

최근 여성의 사회진출과 그로인한 스트레스 및 생리, 출산, 육아 등으로 인한 호르몬의 변동과 자율신경계의 이상으로 손발에 심한냉기를 느끼어 시리고 저린 증세를 보이는 냉증으로 사회생활에 지장을 초래하고 있다. 하지만 환자의 주관적인 호소에만 의지한 냉증의 진단은 정확도가 떨어지고 과학적인 근거도 부족하였다. 더욱이 냉증의 치료방법으로써의 한방을 이용한 의료기기의 연구개발 또한 미비하였다. 그러므로 최근 건강요법으로 많이 소개되는 산소챔버를 한의학적 냉증치료에 도입하게 되었다.

본 논문에서는 DITI, HRV 및 SpO_2의 생체센서 측정 데이터를 바탕으로 환자의 판단 근거값을 도출하고 임상실험에 의한 임계값과 비교하여 냉증의 정도를 4개 단계로 진단하였다. 냉증에 단계에 따라 적응적으로 산소압과 치료시간을 조정함으로써 환자 맞춤형 저압산소 치료시스템을 설계하였다. 추가적으로 IT와 접목함으로써 산소치료 전후의 DITI 사진 및 치료방법을 휴대폰으로 전송하여 환자의 편의와 만족감을 극대화 하도록 했다.

본 논문은 산소치료기기의 구현 및 임상실험을 위한 산소챔버 시스템의 상세설계를 목적으로 작성되었다. 그러므로 향후 진행될 예정인 병원에서의 냉증환자를 제안한 산소챔버로 임상 실험한 결과, 임계값 산정 및 산소챔버 시스템 자체의 오류를 분석하고 수정요구를 적극 반영함으로써 한의학의 과학화 및 한의학에 기반을 둔 우수한 냉증치료 의료기기 개발에 기여하리라 믿는다.

References

[1] J. Y. Han, J. H. Joe, J. B. Jang, Y. S. Kim, "Cold stress test for the diagnosis of cold hypersensitivity on hands", Journal of oriental medical thermology Vol. 2 No. 1, pp 17 - 23, 2003.

[2] Jin-Han Kim, H. j. Jang, D. S. Hwang, J. M. Lee", Review of Cold Hypersensitivity in Study of Korean Traditional Medicine", Journal of oriental medical

thermology, Vol. 9, No. 1, pp. 8-21, 2011..

[3] S. Y. Choi, Mi-joo Lee., E. K. Kim, J. M. Lee “A Study on the Correlation of Cold Hypersensitivity and Common Health Indexes in Young Women”, The Journal of Obstetrics & Gynecology, Vol. 24, No. 4 pp. 62-70, 2011.

[4] Myung-Ja Kang, Clinical Trial in Gynaecology, Seoul, Sung-bo publisher, 1980.

[5] Won-kae Na, Science of Chinese Medicine., Seoul, Ji-um publisher, 1988.

[6] Su-Lim Lee, K. S. Lee, B. K. Song, "Review of cold hypersensitivity in study of Gynecology", The journal of oriental obstetrics & gynecology, Vol. 9, No. 1, pp 55-80, 1996.

[7] Jun-Bok Jang, K. S. Lee, B. K. Song, "Study on the definition of the Female's Part-Coldness Syndrome", The Journal of Korean Oriental Medicine, Vol. 15, No. 2, pp. 397-411, 1994.

[8] Jun-bok Jang, K. S. Lee, B. K. Song, "Epidemiologic study of female's part-cold hypersensitivity syndrome", The Journal of Korean Oriental Medicine, Vol. 16, No. 1, pp. 21-35, 1995.

[9] E. K. Kim, D. S. Hwang, C. H. Kim, "A Clinical case study for the diagnosis and assessment of abdominal cold hypersensitivity treatment by DITI", Journal of oriental medical thermology, Vol. 7, No. 1, pp.55-65, 2009.

[10] Yoon-Jea Lee, K. S. Lee “ Effect of far-infrared radiating products on cold hypersensitivity of lower limbs using Cold Stress Test (CST) : A pilot study”, Journal of Oriental Medical Thermology, Vol. 6, No.1, pp.69-75, 2008.

[11] Kyung-Sub Lee, "A Clinical Evaluation of DITI and Neurometer for the Diagnosis of Cold Hypersensitivity" Journal of oriental medical thermology, Vol. 3, No. 1, pp. 60-66, 2004.

[12] Mi-Joo Lee, Eun-Kyung Kim, Jin-Moo Lee, Jung-Hoon Cho, Jun-Bock Jang, Kyung-Sub Lee, Chang-Hoon Lee, “Analysis of Heart Rate Variability in Cold Hypersensitivity Females Visiting Gangnam Kyung-Hee Korean Hospital”, The Journal of Oriental Obstetrics and Gynecology, vol. 24, no. 3, pp.109-115, 2011.

[13] Min-Sook, Seo, Kyung-Sook Park, "A Comparison of the Opened Versus Closed-System of Suctioning In Oxygen Saturation, Vital Signs and Suction Time", Korean Journal of Adult Nursing, Vol. 21, No. 2, pp. 141-154, 2009.

[14] Han-Wook Lee, Ju-Won Lee, Joen-Hoe Lee, Gu-Ki Lee, "A Development of Pulse Oximeter module for Measurement of SpO2", The journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences, Vol. 4, No. 3, pp. 575-583, 2000.

[15] Su-Jin Kim, Sang-Won Shin, Ho-jun Kim, "Obesity from the viewpoint of metabolic rate", Journal of society of Korean medicine for obesity research, Vol. 3, No. 1, pp. 95-105, 2003.

[16] K. L. Shin, S. Y. Kwak, S. J. Shin, “The Effects of Hand Moxibustion Therapy on Decreasing Pain and Relieving Coldness of Hysterectomy Women”, Promotion of Health of Specific Sex and Age Groups, Vol. 2, No.1, pp.227-250, 2001.

[17] Jin-Moo Lee, Kyung-Sub Lee, Byoung-Key Song, "Comparative Study on Pre and Post- treatment of Cold Hypersensitivity using DITI", Journal of Oriental Medicine, 1996.

[18] Deok-Sang Hwang, Jung-Hoon Cho, Chang- Hoon Lee, Jun-Bock Jang, Yong-Seok Kim, Kyung-Sub Lee, Yoon-Jae Lee, “Effects of Acupuncture on patients with cold hypersensitivity by Cold Stress Test : pilot study”, Journal of oriental medical thermology, Vol. 5, No. 1, pp. 69–77, 2006.

[19] K.R. Shin, "The effectiveness of hand acupunture and moxibustion in decreasing pain and coldness in Korea women who have had hysterectomy: a pilot study", Nursing Research, Vol. 1, No. 19, pp. 22–30, 2006.

[20] Ki Chang Nam, Ju Hwan Lee, S. M. Kim, S. Y. Lee, B. Y. Lee, “Performance & Safety Test of Hyperbaric Chamber”, in Proc.,CICS 2009, pp. 117-118, 2009.

[21] Jung-Ho Lyoo, K. H. Um, Jun-Su Bae, J. Y. You, M. J. Jang and Yongkwan Kim, "A Study on Clinical Use of Hyperbaric Oxygen Theray of the Oral and Maxillofacial Region", Journal of the Korean association of oral and maxillofacial surgeons, Vol. 27, No. 5, pp. 447-452, 2001.

[22] S. R. Thom, D. Fisher, J. Zhang, V. M. Bhopale, S. T. Ohnishi, D. G. Buerk, "Stimulation of Perivascular Nitric Oxide Synthesis by Oxygen", Am, J, Physiol., Heart circ. Physical, Vol.284, No. 4, pp.1230-1290, 2003.

[23] Ki-Chang Nam, Ju-Hwan lee, Jae-Hoon Jeong, Sung-Min Kim, “The Study of Safety and Performance Test Methods for Hyperbaric Chamber”, Regulatory Research on Food, Durg and Cosmetic,

Vol. 5, No. 2, pp. 29-35, 2010.
[24] Suk-Kee Tae, Keun-Woo Kim, Su-Hun Cho, Pil-Gu Lee, "Hyperbaric Oxygen Therapy In Orthopaedic Surgery", Korean Journal of Orthopaedic Surgery, Vol. 24, No. 2, pp. 557-564, 1989.
[25] K. J. Kim, "Diving and Hyperbaric Medicine", Korean J Anesthesiol, Vol.54, No. 5, pp. 479-485, 2008, Article(CrossRefLink)
[26] J. Daruwalla, C. Christophi, "Potential Effects of Hyperbaric Oxygen Therapy in Acute Pancreatitis", ANZ journal of Surgery, Vol. 76, No. 7, pp. 625-630, 2006, Article(CrossRefLink)

조 면 균(Myeon-yun Cho) **[정회원]**

- 1994년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 졸업 (학사)
- 1996년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 석사 졸업 (석사)
- 1996년 3월 ~ 2008년 2월 : 삼성전자 통신연구소 책임연구원
- 2006년 9월 : 연세대학교 전기전자공학과 박사졸업 (박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 정보통신학부 조교수

<관심분야>
이동통신, 감성공학, 임베디드 시스템, Smart Grid

최 효 선(Hyo Sun Choi) **[정회원]**

- 1997년 2월 : 국립충주대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 2006년 2월 : 한세대학교 IT 대학원 졸업(석사)
- 2009년 2월 : 한세대학교 IT 대학원 졸업(박사)
- 2009년 11월 ~ 현재 : (주)에프디크리에이트 대표이사

<관심분야>
New IT(Arduino & Smart Phone), Ubiquitous, Capstone Design