

진공압을 이용한 한방 하이브리드 멀티 전동 부항 콘텐츠에 관한 연구

김종찬[†], 위통순^{**}, 고재섭^{***}, 최흥국^{****}, 탁명자^{*****}, 김치용^{*****}

A Study on Oriental Medicine Hybrid Multi-cup Electric Cupping Contents using Vacuum Pressure

Jong-Chan Kim[†], Tung-Shuen Wei^{**}, Jae-Sub Ko^{***}, Heung-Kook Choi^{****},
Myung-Ja Tak^{*****}, Kim Cheeyong^{*****}

ABSTRACT

In this study, a hybrid multi-cup electric cupping system (HMECS) was proposed, based on the ancient cupping method. HMECS consisted of several cups that could be used simultaneously to treat different areas of the patient's body. Each cup was equipped with its own pump and pressure-monitoring system. Moreover, the vacuum pressure of the cups was controlled using fuzzy logic. Through automated control of the vacuum pressure, long-term relief of muscle tightness was achieved. To develop a scientific foundation for this alternative treatment, we compared the VAS(Visual Analog Scale) and ODI(Oswestry Disability Index) scores from conventional basic cupping to the VAS and ODI scores for our proposed HMECS. The improvement rate in the VAS and ODI scores using HMECS after three treatments was higher than that achieved by basic cupping. These results, combined with the convenience offered by enhanced IT capabilities, should increase the popularity of this device among an aging society, and facilitate the opportunity to further explore the potential of Oriental medical practices.

Key words: HMECS, Fuzzy Control, VAS, ODI, Oriental Medicine, Vacuum Sensor

1. 서 론

인구의 고령화라는 수요 측면과 기술의 발전이라는 공급 측면의 요인들에 힘입어 대부분의 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development) 국가들에서는 보건의료산업이 국가

경제에서 차지하는 비중이 증가하고 있다. 또한, 기존 산업과 IT(Information Technology)·BT(Bio Technology)·NT(Nano Technology)·ET(Environment Technology)의 융합이 차세대 핵심기술로 떠오르고 있으며 그에 따라 의료 분야와 연계된 u-헬스케어에 대한 관심과 수요 역시 증가하고 있다[1,2].

※ Corresponding Author: Kim CheeYong, Address: (614-714) 176 Eomwangro, Busan, Korea, TEL: +82-10-4584-4036, FAX: +82-51-890-2265, E-mail: kim-chee@deu.ac.kr

Receipt date: Sep. 24, 2014, Approval date: Oct. 19, 2014

[†] Dept. of Computer Engineering, Sunchon National University

(E-mail: seaghost@sunchon.ac.kr)

^{**} Dept. of Acupuncture & Moxibustion Medicine, College of Oriental Medicine, Dongshin University

(E-mail: tiger-tung@hanmail.net)

^{***} Dept. of Electric Control Engineering, Sunchon National University

(E-mail: kokos22@naver.com)

^{****} Dept. of Computer Engineering, Inje University (E-mail: mjtak@hanmail.net)

^{*****} Dept. of Visual Information Engineering, Dongeui University (E-mail: cschk@inje.ac.kr)

^{*****} Dept. of Visual Information Engineering, Dongeui University

※ This work was supported by Dong-eui University Grant.(2014AA136)

최근 양방의료기기는 u-헬스(Ubiquitous Health) 시장에서 ICT(Information and Communication Technology), 의료와 관련된 대형 기업을 중심으로 성장하고 있지만 한방치료기술은 한의학에 대한 이해 부족으로 사업화가 미비한 실정이다. 그러나 대부분의 한방치료기기가 첨단기술이나 고도의 의학적 원리를 기기의 핵심적 원리로 하지 않으며 한방진단 및 한방치료기기의 수요자층이 두터우며, 국민들 간에 생체 에너지에 대한 거부감이 별로 없기 때문에 양방치료기에 비해서 시장 진입이 용이하다. 한의학은 수천 년간의 임상에 기초한 우수성에도 불구하고, 양의학의 과학적 검증체계에 못 미치고 있다는 의구심이 사회적인 환경에서 지속적으로 제기되고 있다 [3-5]. 반면, 주요 선진국은 보완대체의학의 일환으로 기초 및 임상연구를 통한 안정성, 유효성에 대한 과학적 검증체계 구축에 힘을 쏟고 있다. 이러한 한의학의 문제점을 개선하기 위해서는 표준화 및 세계화 시키는 노력이 필요하다. ICT 기술의 발전과 새로운 의료 서비스에 대한 요구가 u-헬스케어(Ubiquitous Health Care)의 원동력으로 작용하고 있다 [6-8].

본 논문에서는 u-헬스케어 의료서비스가 실용화될 경우 1차적인 자가진단과 환자가 치료 가이드에 의해 기본적인 치료가 이루어 질 수 있는 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 다수의 부항컵을 동시에 사용할 수 있으며, 부항컵 내부의 압력은 각각 독립적으로 제어된다. 이러한 부항컵 내부의 압력 조절은 솔레노이드 밸브를 통해 이루어지며, 펌프모터를 이용하여 부항컵 내부에 공기를 입력하여 압력을 조절한다. 부항컵 내부의 공기를 입력하는 펌프모터는 압력의 정확한 제어를 위해 하이브리드 PI 제어를 적용하였다. 그리고, 부항요법과 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템을 이용하여 VAS(Visual analog Scale)와 ODI(Oswestry Disability Index)에 의한 개선지수 호전율을 비교하였다. 그 결과 치료 3회, 5회 점수 개선율은 제안하는 시스템이 부항요법보다 유의하게 높게 나타났다. 본 시스템을 이용하여 한방 수요층이 많은 고령화 사회에 IT 콘텐츠 산업과 연계되어 사용자 편의성 증대 및 치료의 효율성 향상이 기대된다. 향후 양·한방 융합콘텐츠 산업분야에서 국제경쟁력을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

2. 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템 설계

2.1 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템의 구성

하이브리드 멀티 전동 부항 시스템의 구성도는 크게 전원부, 제어부 및 구동부로 이루어진다. 전원부는 시스템의 전원공급을 조절하는 스위칭 부와 전력 변환부로 나눈다. 스위칭부는 시스템 전원 스위치와 동작 시간을 조절하는 타임 스위치를 포함한다. 전력 변환부는 제어기 및 솔레노이드 밸브의 구동전원 공급을 위한 AC/DC 컨버터로 구성된다. 제어부는 압력 센서값에 따라 제어 신호를 출력하여 솔레노이드 밸브 및 흡입 펌프의 구동을 제어한다. 구동부는 흡입 펌프와 노즐에 연결된 솔레노이드 밸브의 구동에 따라 흡기 및 배기 동작을 통해 부항컵의 진공압을 조절한다. Fig. 1은 하이브리드 멀티 전동 부항시스템 구성도를 나타낸다.

Fig. 2는 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 전력변환부, 제어부, 구동부로 구성되어 있다. 입력된 AC 220[V]는 변압기와 다이오드 브리지 회로를 통해 DC 12[V], 24[V]로 변환된다. 또한 제어부에서는 입력된 전압과 사용자 입력부에서 입력되는 압력값에 의해 부항컵 내의 압력을 제어하게 된다.

본 시스템에서 사용되는 제어부는 DC를 사용하기 때문에 공급되는 AC 전압을 DC로 변환하는 전력 변환부가 필요하다. 전력 변환부에서는 입력된 AC 220[V]를 제어기에 사용되는 DC 12[V]와 솔레노이드 밸브에 사용되는 DC24[V]로 전력을 변환시킨다. 센서는 대상(Target) 시스템으로부터 특정한 에너지 형태의 신호를 감지하여 전기형태의 신호로 변환

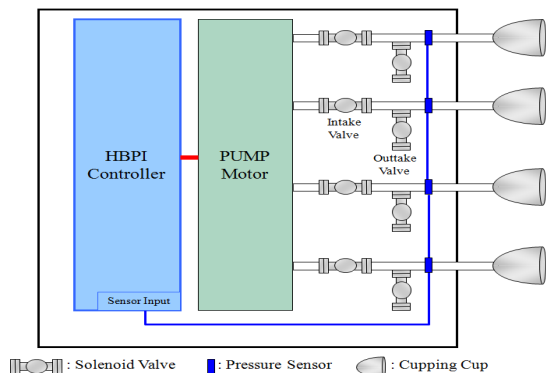


Fig. 1. Schematic configuration of the hybrid multi-cup electric cupping system.

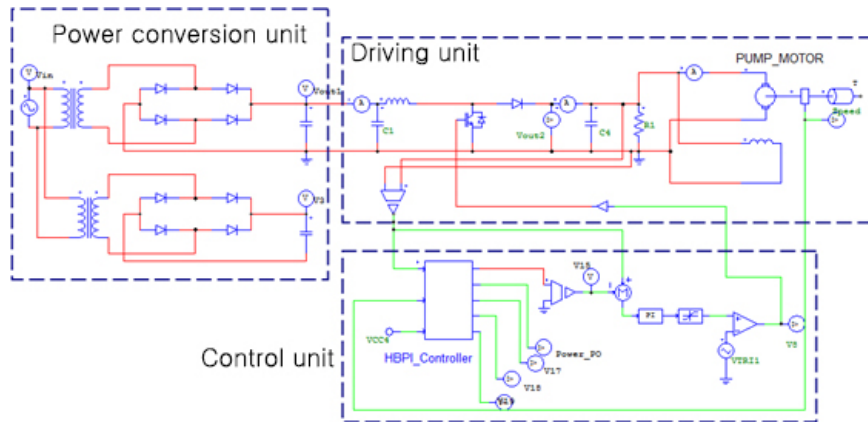


Fig. 2. Circuit diagram of hybrid Multi-electric cupping system.

해주는 변환기(Transducer)를 의미한다. 의료기기를 포함한 모든 의료용 계측시스템은 센서(Sensor), 처리기(Processor), 작동기(Actuator)의 세부분으로 구성되며, 여기서 센서는 인체로부터 생명현상과 관련된 정보를 포함하는 각종 에너지 형태의 신호를 감지하여 전기신호로 변환하여 처리기로 제공해주는 역할을 한다. 따라서 센서는 진단용 계측시스템과 폐루프형(Closed-loop) 치료기기 모두에서 필수적인 구성요소가 되며, 전체 시스템의 성능을 결정짓는 중요한 역할을 하는 소자이다.

2.2 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템의 특징

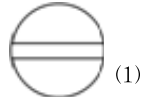
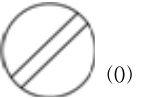
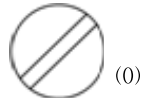
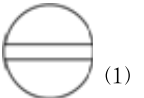
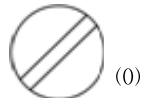

하이브리드 멀티 전동 부항 시스템을 사용하기 위해 첫 번째로 시스템에 사용되는 변수인 설정시간(Set_Time)과 설정압력(Set_Pressure), 부항기 작동시간(Time), 부항컵 내의 입력(Pressure)을 초기화한다. 두 번째로는 전동 부항 시스템의 설정된 프로시저에 맞게 동작하기 위해서 전동 부항컵의 설정시간 및 설정압력을 입력하고 부항컵의 동작시간 및 내부 압력을 센싱한다. 세 번째로는 부항컵의 설정시간과 동작시간을 비교하여 동작시간이 설정시간보다 큰 경우에는 부항컵의 작동을 중지시키고 설정시간이 동작시간보다 큰 경우에는 흡기밸브(Intake Valve)와 배기밸브(Exhaustion Valve)를 제어한다. 흡기 밸브와 배기 밸브 동작에 따라서 흡기 동작(Intake Valve : OPEN, Exhaustion Valve : CLOSE), 배기동작(Intake Valve : CLOSE, Exhaustion Valve : OPEN) 및 압력유지(Intake Valve : CLOSE, Exhaustion Valve : CLOSE)를 수행하여 부항컵이

프로시저에 따라 동작한다[9].

본 시스템에서는 각 노즐의 전(前)단에 두 개의 솔레노이드 밸브(흡기 밸브, 배기 밸브)가 장착된다. 이 두 솔레노이드 밸브를 제어하여 각 노즐에 연결된 부항컵 내부의 진공압을 조절할 수 있다. Table 1은 노즐에 장착된 흡기 및 배기 밸브의 동작에 따른 부항기 동작을 나타낸다. 흡기 밸브가 열리고 배기 밸브가 닫히면 노즐을 통해 부항컵 내부의 공기를 흡입한다. 흡기 밸브가 닫히고 배기 밸브가 열리면 노즐을 통해 부항컵 내부의 공기를 배출한다. 흡기 밸브와 배기 밸브가 모두 닫히면 노즐에 장착된 부항컵 내부의 진공압을 유지시켜준다.

진공 펌프 모터가 동작하여 공기를 흡입할 때 각 노즐의 흡기 및 배기 밸브의 제어를 통해 노즐의 흡기, 배기 및 압력 유지 동작을 수행한다. Fig. 3에서

Table 1. Operating conditions of the intake and out-take valves

Intake valve	Exhaustion valve	Cupping machine behavior
 (1)	 (0)	Intake mode
 (0)	 (1)	Out-take mode
 (0)	 (0)	Pressure maintenance

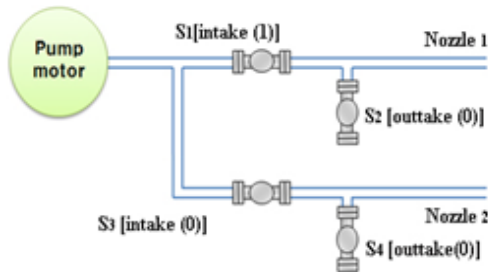


Fig. 3. Intake, out-take, and pressure maintenance of hybrid multi-cup electric cupping system.

노즐 1은 흡기 밸브가 열리고 배기 밸브가 닫혀있으므로 노즐 1에 장착된 부항컵 내부의 공기를 흡입한다. 노즐 2는 흡기 밸브와 배기 밸브가 모두 닫힌 상태이므로 노즐 2에 장착된 부항컵 내부의 진공압을 유지시켜준다. 흡기 밸브가 닫히고 배기 밸브가 열리면 노즐에 장착된 부항컵 내부의 공기를 배출한다. 이와 같이 솔레노이드 밸브의 제어를 통해 흡기, 배기 및 유지함으로써 각 노즐의 압력을 조절할 수 있다. 압력 센서에서 인지된 압력에 의해 각 노즐에 장착된 부항컵의 압력을 조절하여 환부의 근육 응결을 이완시키는 효과가 있다.

3. 하이브리드 PI 제어를 이용한 멀티 전동 부항 시스템

PI 제어기는 구조가 간단하고 제어와 제어변수 사이에 응답이 명확하기 때문에 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 이러한 PI 제어기는 비례이득 K_p 와 적분이득 K_i 를 이용하여 제어를 수행한다. PI 제어기의 성능은 두 개의 이득값에 따라 좌우되기 때문에 최적의 이득값 선정은 PI 제어기에서 매우 중요하다. 종래의 PI 제어기의 이득값은 시행착오법으로 사용자에 의해 입력된다. 또한 두 개의 이득값은 고정되어 있기 때문에 동작상태가 변화할 경우 응답특성이 저하되는 문제점을 가진다. 따라서 PI 제어기의 성능을 개선하기 위해서는 고정된 이득값을 동작상태에 따라 조절할 수 있는 제어기법이 필요하다. Fig. 4는 HBPI 제어기의 구조를 나타낸다.

PI 제어기의 2개 이득은 사용자의 입력값에 의해 초기화하고 동작상태에 따라 PI 제어기의 이득을 조절하기 위한 퍼지 적응 메카니즘(Fuzzy Adaptation Mechanism: FAM)은 동작조건이 변동할 경우에 양

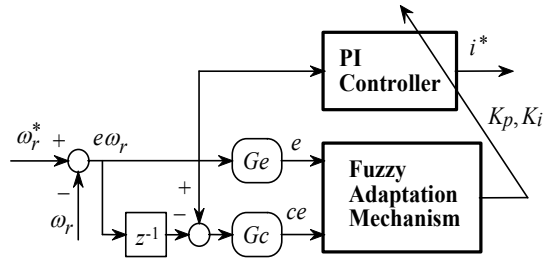


Fig. 4. The structure of HBPI controller.

호한 성능을 유지하기 위하여 사용한다. FAM은 ΔK_p 와 ΔK_i 를 발생시키기 위하여 퍼지 룰을 사용한다. FAM에서 입력은 속도 오차 e 와 속도 오차의 변화 ce 이고 출력은 두 개의 이득 K_p 와 K_i 이다. K_p 와 K_i 를 조절하기 위한 퍼지 룰은 Table 2와 Table 3에 나타낸다. Fig. 5, 6은 입력과 출력 변수를 위한 멤버십 함수를 나타낸다.

FAM은 두 개의 출력값을 얻기 위하여 무게중심법을 사용한 비퍼지화를 통해 PI 제어기의 이득의

Table 2. Rule base to update gain K_i

$ce \backslash e$	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
NB	Z	NS	NM	NB	NM	NS	Z
NM	PS	Z	NS	NM	NS	Z	PS
NS	PM	PS	Z	NS	Z	PS	PM
Z	PB	PM	PS	Z	PS	PM	PB
PS	PM	PS	Z	NS	Z	PS	PM
PM	PS	Z	NS	NM	NS	Z	PS
PB	Z	NS	NM	NB	NM	NS	Z

Table 3 Rule base to update gain K_p

$ce \backslash e$	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NM	NS	Z
NM	NB	NB	NB	NM	NS	Z	PS
NS	NB	NB	NM	NS	Z	PS	PM
Z	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
PS	NM	NS	Z	PS	PM	PB	PB
PM	NS	Z	PS	PM	PB	PB	PB
PB	Z	PS	PM	PB	PB	PB	PB

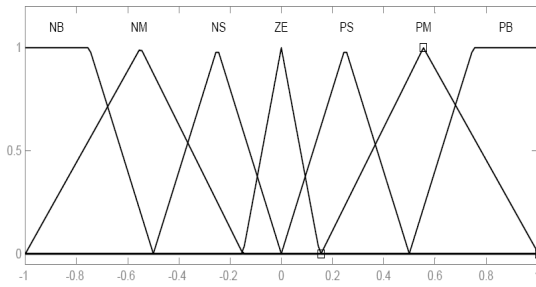


Fig. 5. Input membership function (e).

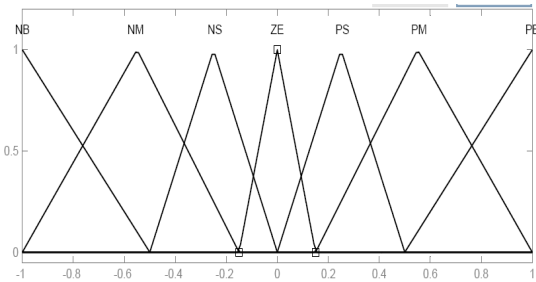


Fig. 6. Input (ce) and output membership function.

적절한 변화를 얻는다. 이 두 개의 이득은 다음과 같이 경신한다.

$$K_p = K_p + K_{kp}f_1(e_n, \Delta e_n) \quad (1)$$

$$K_i = K_i + K_{ki}f_1(e_n, \Delta e_n) \quad (2)$$

드라이브의 안정화를 위하여 이득 K_p 와 K_i 는 정상 상태에 도달하면 제한하고 지령속도가 변화할 경우에는 초기화한다. PI 제어기는 식(3)에 의해 제어를 수행한다.

$$i(k) = i(k-1) + K_p \{E_{\omega_r}(k) - E_{\omega_r}(k-1) + K_i\} \times T_s \times E_{\omega_r}(k) \quad (3)$$

여기에서 i 는 속도제어에 사용되는 전류, $E_{\omega_r}(k)$ 는 속도오차를 나타낸다. 두 개의 이득값에서 K_p 는 제어의 정확도, K_i 는 제어속도와 관련된다. 첫 번째는 퍼지룰 표에서 이득 K_i 는 속도오차를 정 방향으로 크게 하거나 부 방향으로 경우에는 더욱 증가시키고 속도의 오차변화를 정 방향으로 크게 하거나 부 방향으로 경우에는 더욱 감소시킨다. 이는 속도의 상승시간이 개선되지만 오버슈트에 의한 속도응답이 지연된다. 두 번째는 이득 K_i 는 오차와 오차변화가 정 방향으로 클 경우에는 증가시키고 부 방향으로 작을 경우에는 감소시킨다. 이는 속도의 오버슈트와 정상상태

의 오차를 감소시킨다. 따라서 FAM을 통해 PI 제어기를 두 개의 이득값을 동작상태에 따라 제어하면 PI 제어기의 응답성능을 개선할 수 있다. Fig. 7, 8은 HBPI 제어기의 PI 제어기의 응답특성 비교를 나타낸다. Fig. 4는 부항컵의 압력제어를 위해 펌프모터를 일정속도 제어를 수행했을 때 응답특성으로 HBPI 제어기가 정상상태에서 오버슈트 없이 양호한 제어가 이루어지고 있다. Fig. 7은 펌프모터의 속도가 정 방향으로 증가/감소, 역방향으로 증가/감소 했을 때 응답특성 결과를 나타낸다. 본 논문에서 제시한 HBPI 제어기의 속도오차가 종래의 PI 제어기보다 매우 작게 나타나고 있다.

본 논문에서 제시하는 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 펌프 모터를 이용하여 부항컵의 진공압을 조절한다. 따라서 펌프 포터의 속도제어를 통해 부항 컵 내부의 진공압을 제어할 수 있다. Fig. 9는 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템의 제어 순서도를 나타낸다.

4. 비교분석

4.1 연구대상 및 평가 방법

본 연구는 2013년 3월 1일부터 2013년 8월 31일까지 D대학 침구과 외래에 내원한 20세 이상 65세 이하의 환자 중 요통의 자각증상, 이학적 검사소견 및 요추부단순방사선 촬영·CT, MRI 등에 의하여 단순 요통 환자 85을 연구대상으로 하여 1주일에 2회, 총 5회 이상 치료 후 증상평가를 받은 부항요법 33명과 제안한 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템을 병행한

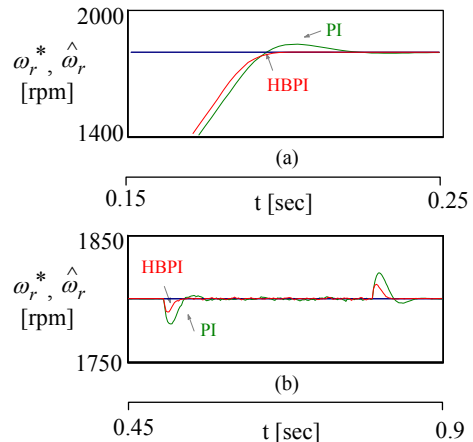


Fig. 7. Response characteristic with constant.

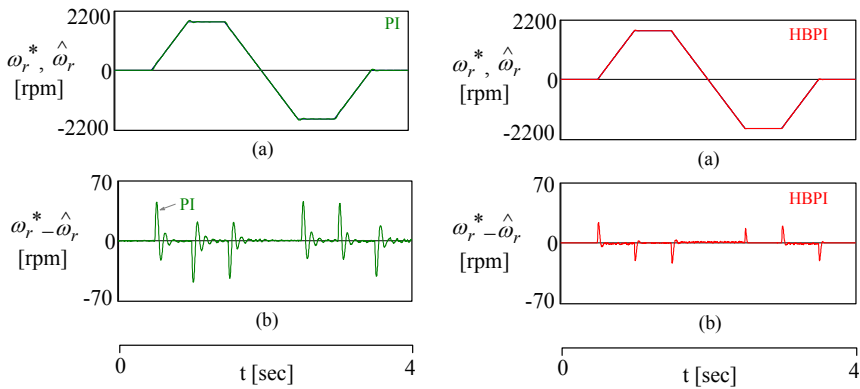


Fig. 8. Response characteristic with speed changing.

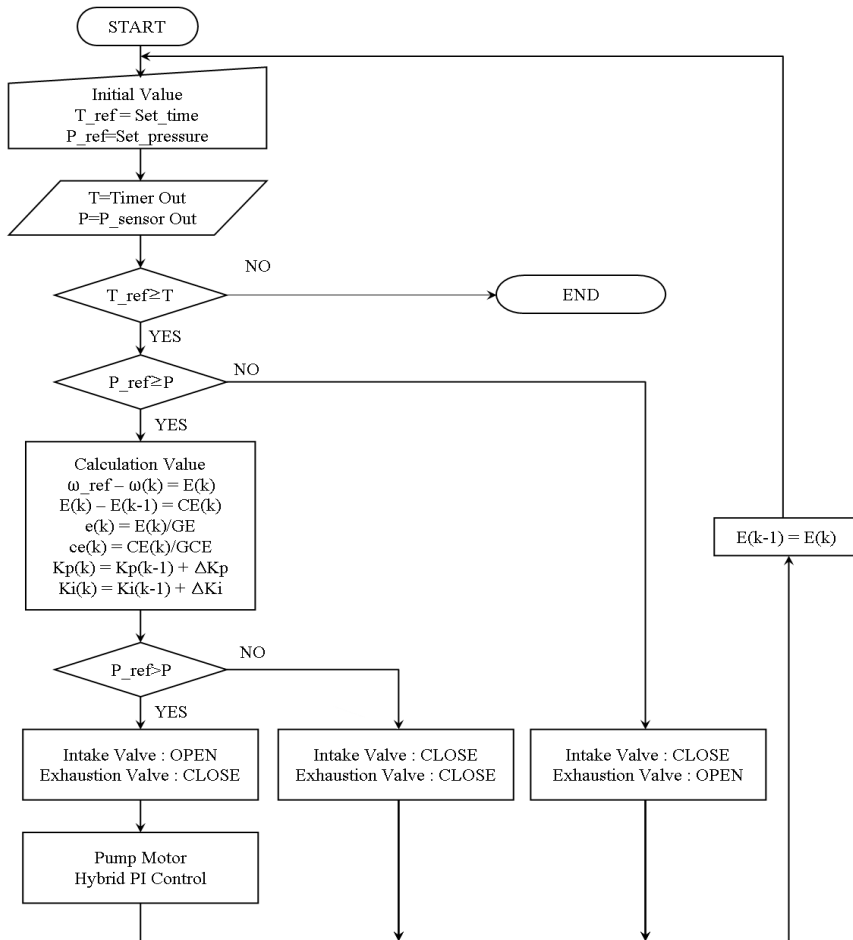


Fig. 9. Control flowchart of hybrid multi-cup electric cupping system.

환자 52명을 구분하였다. 환자 분류는 성별, 연령, 병력기간에 따라 분류하여 VAS(Visual analog Scale)와 ODI(Oswestry Disability Index)변화에 대한 분

석을 하였다.

VAS는 환자가 느끼는 주관적인 통증의 객관화를 위해 현재 가장 많이 이용되고 있다. 통증이 없는 상

Table 4. The distribution of sex and age (M: Male, F: Female)

Age		18~29	30~39	40~49	50~59	60~95	Total	
Cupping therapy	M	4	3	4	4	2	17	33
	F	3	2	6	4	1	16	
Hybrid Multi-cup electric cupping system	M	6	10	6	7	4	33	52
	F	1	6	4	5	3	19	

태를 0, 참을 수 없는 통증을 10으로 하고, 통증 강도에 따라 해당하는 숫자를 환자에게 지정하게 하여 통증을 평가하는 방법이다. 통증의 경감 정도를 파악하기 위한 평가 기준으로 식 4와 같은 VAS 호전율을 설정하여 산정하였다.

$$\text{VAS 호전율} = (\text{시술 전의 VAS} - \text{시술 후의 VAS}) / \text{시술 전의 VAS} \times 100 \quad (4)$$

ODI는 Fairbank 등에 의해 발전된 것으로 만성 불치요통환자를 평가하기 위하여 고안되었다. 일상생활의 동작과 관련된 10개의 항목으로 구성되어 통증 정도, 수면 방해, 자가 치료, 걷기, 앉기, 서 있기, 옮기기, 성생활, 사회적인 활동, 여행 등을 포함하는 각 항목을 일상생활의 장애를 0-5점으로 6가지 단계로 기술하고 점수가 높을수록 장애의 정도가 심한 것을 나타낸다. 치료 중 치료 시작 전 표현한 ODI를 ODI 0, 3회 치료 후 표현한 ODI를 ODI 3, 5회 치료 후 표현한 ODI를 ODI 5라 하였다. 또한 ODI 개선율을 파악하기 위한 평가 기준으로 식 5와 같은 ODI 개선율을 설정하여 산정하였다.

$$\text{ODI 개선율} = (\text{시술 전의 ODI} - \text{시술 후의 ODI}) / \text{시술 전의 ODI} \times 100 \quad (5)$$

4.2 분석 방법 및 결과

분석하기 위하여 통계처리는 SPSS 12.0 for Windows를 이용하였고, 모든 자료는 평균값 ±표준편차 (mean±standard deviation)로 나타내었다. 군간 성별 및 발병일 차이에 따른 검정은 피어슨의 카이제곱

Table 5. Duration of low back pain

	Acute	Subacute	Chronic	Total
Cupping therapy	17	7	9	33
Hybrid Multi-cup electric cupping system	33	9	10	52

검정(Pearson's chisquaretest)을 사용하였다. 군내 VAS와 ODI 변화에 대한 분석은 반복측정 일원배치 분산분석(one-way repeated-measures ANOVA)을 이용하였고, 군간 연령에 따른 차이 및 군간 치료횟수에 따른 VAS와 ODI 지수는 비모수 검정인 Mann-Whitney test를 시행하였다. 모든 검정은 p값이 0.05 미만인 경우 유의한 것으로 간주하였다. Table 4는 성별과 연령에 대한 구분, Table 5는 통증의 구분, Table 6은 환자에 대한 연령 및 병력에 대한 분포를 나타낸다.

VAS에 의한 치료성적 분석은 부항요법과 멀티전동부항시스템을 이용하여 치료 전과 3회 치료 후, 5회 치료 후의 성적을 VAS로 평가하면 멀티전동부항시스템의 경우 3회 치료 후 4.18±1.36, 5회 치료 후 1.08±1.17으로 감소하는 것을 알 수 있다. Table 7, Table 8은 두 군의 VAS에 의한 점수 개선율은 3회 치료 후 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 59.25±10.71%, 부항요법은 49.58±13.16%로 나타났으며, 5회 치료 후 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 89.81±11.86%, 부항요법은 80.65±16.79%로 나타났으며, 치료 3회, 치료 5회 후의 모두 제한하는 시스템

Table 6. The general characteristics of patients

	Sex(M/F)	Age(years)	Duration of onset (acute/ subacute/chronic)
Cupping therapy	17/16	41.4±11.82	17/6/7
Hybrid Multi-cup electric cupping system	33/19	43.5±12.23	33/9/10
p-value	0.025*	0.522**	0.785***

Table 7. The change of VAS Score after treatment

	VAS 0	VAS 3	VAS 5	p-value
Cupping therapy	10±0	5.78±1.52	1.94±1.67	0.000*
Hybrid Multi-cup electric cupping system	10±0	4.18±1.36	1.08±1.17	0.000*

Table 8. Improvement rate of VAS score after treatment

	VAS 3'	VAS 5'
Cupping therapy	49.58±13.16	80.65±16.72
Hybrid Multi-cup electric cupping system	59.25±10.71	89.81±11.86
p-value	0.000*	0.022*

Table 9. The change of ODI Score after treatment

	ODI 0	ODI 3	ODI 5	p-value
Cupping therapy	12.00±1.71	6.13±2.16	2.45±1.93	0.000*
Hybrid Multi-cup electric cupping system	11.71±1.61	4.81±1.48	1.87±1.63	0.000*

Table 10. Improvement rate of ODI score after treatment

	ODI 3'	ODI 5'
Cupping therapy	49.33±15.21	80.51±13.98
Hybrid Multi-cup electric cupping system	59.25±10.71	84.81±12.41
p-value	0.003*	0.146*

이 부항요법보다 유의하게 높게 나타났다($p < 0.05$).

Table 9, Table 10은 ODI에 의한 치료성적 분석은 부항요법과 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템을 이용하여 치료 전과 3회 치료후, 5회 치료 후의 성적을 ODI로 평가하면 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템의 경우 치료 전 11.71±1.61, 3회 치료 후 4.81±1.48, 5회 치료 후 1.87±1.61으로 유의하게 감소하는 것을 알 수 있다. 두 군의 ODI에 의한 점수 개선율은 3회 치료 후 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 59.25±10.71%, 부항요법은 49.33±15.21%로 나타났으며, 5회 치료 후 하이브리드 멀티 전동 부항시스템은 84.81±12.41%, 부항요법은 80.51±13.98%로 나타났으며, 치료 3회 후의 점수 개선율은 제한하는 시스템이 부항요법보다 유의하게 높게 나타났다($p < 0.05$).

5. 결론 및 향후과제

의료수요의 증가와 고령화 사회, 그리고 전반적인 의료서비스에 대한 기대수준 향상 등의 사회적 변화

와 IT 기술의 발전으로 정보통신 인프라의 확대, 첨단 센서, 칩 기술의 발전, 유전체학이후(post-genomics)의 의료지식의 확대 등의 기술적 변화는 미래의 의료환경을 결정된다. 유비쿼터스 시대에 양방 의료기기는 헬스 시장에서 IT, 통신, 의료와 관련된 대형 기업을 중심으로 성장하고 있다. 하지만 한방치료 의료시스템은 한의학의 이해 부족으로 사업화가 미비한 실정이다. 따라서 보다 더 체계적이고 과학적으로 한의학에 기대에 부응할 수 있는 연구와 개발이 필요하다.

본 논문에서는 환자가 치료가이드에 의해 기본적인 치료 할 수 있는 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템을 제안하였다. 대부분의 부항기는 부항컵을 하나 하나 신체의 필요한 부위에 대고 시술하는 것으로 여러 부위를 동시에 시술 할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 여러개의 부항컵을 사용하고 이러한 부항컵의 진공압을 제어하는 펌프모터를 하이브리드 PI 제기로 제어하는 시스템을 제안하였다. 펌프모터를 제어하는 하

이브리드 PI 제어기는 부항컵의 압력제어를 위한 펌프모터의 속도를 제어하며 속도의 오차(E)와 오차의 변화값(CE)에 따라 PI 제어기의 두 개의 이득값인 비례이득 k_p , 적분이득 k_i 를 자동으로 조절하여 PI 제어기의 성능을 개선한다. 본 연구에서는 부항요법과 하이브리드 멀티 전동 부항시스템을 이용하여 VAS와 ODI에 의한 개선지수 호전율을 비교하였다. VAS에 의한 점수 개선율은 3회 치료 후 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 59.25±10.71%, 부항요법은 49.58±13.16%로 나타났으며, 5회 치료 후 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템은 89.81±11.86%, 부항요법은 80.65±16.79%로 나타났다. ODI에 의한 치료성적 분석은 치료 전과 3회 치료후, 5회 치료 후의 성적을 ODI로 평가하면 하이브리드 멀티 전동 부항 시스템의 경우 치료 전 11.71±1.61, 3회 치료후 4.81±1.48, 5회 치료 후 1.87±1.61으로 유의하게 감소하는 것을 알 수 있다. 그 결과 치료 3회 후의 점수 개선율은 제한하는 시스템이 부항요법보다 유의하게 높게 나타났다.

본 시스템은 여러 개의 부항컵을 동시에 사용할 수 있고, 압력 센서를 이용해 환부의 통증을 완화 시키며, 신체 특성에 맞는 적절한 진공압을 유지할 수 있다. 제안한 시스템은 다수의 부항컵을 동시에 사용할 수 있으며, 각각의 부항컵은 독립적으로 진공압을 제어하여 종래의 부항기의 통증이나 근육융결 문제를 해결하기 위해 사용자가 적절한 진공압 및 시간 조절 가능하며, 이 시스템을 이용하여 부항시스템 및 다른 한방 분야의 의료기기에 적용이 가능하고, 한방 의료기기 대중화를 선도할 것으로 사료된다. 또한 사용자의 건강에 대한 지속적인 관리와 의료기기의 기능 점검 및 업그레이드의 용이성을 향상시키기 위하여 기기를 온라인 시스템으로 확장하는 연구도 필요할 것이다.

REFERENCE

- [1] J.H. Park and H.Y. Park "Economies of Scale in the Korean Medical Device Industry," *Journal of Health Economics*, Vol. 15, No. 1, pp. 21-40, 2009.
- [2] S.J. Eun, J.H. Do, K.H. Kim, and T.K. WB, "A Implementation of Oriental Medicine U-Healthcare Service Model using CDSS," *Korean Society for Internet Information Journal of Internet Computing and Systems*, Vol. 11, No. 5, pp. 59-70, 2010.
- [3] S.H. Yi, E.J. Kim, K.H. Shin, D.W. Nam, J.W. Kang, S.D. Lee, et al., "Study of Mechanical Characteristics of Electric Cupping Apparatus in Korea for Suggestion of its Assessment Guideline," *Journal of The Korean Acupuncture & Moxibustion Society*, Vol. 27, No. 1, pp. 1-10, 2010.
- [4] S.B. Kim, N.R. Lee, T.K. Shim, S.W. Lee, and Y.H. Lee, "Muscle Fatigue Evaluation using the Micro-electromagnetic Stimulation - On Acupoints & Trigger Points," *International Journal of Information and Communication Engineering*, Vol. 14, No. 5, pp. 1231-1239, 2010.
- [5] D.G. Cho, G.J. Lee, S.B. Kim, S.M. Kwon, T.M. Shin, K.J. Lee, et al., "Development of Pains Therapy System using Focused Variable Electromagnet," *International Journal of Information and Communication Engineering*, Vol. 13, No. 6, pp. 1157-1166, 2009.
- [6] K.T. Park, C.H. Park, J.H. Hong, and K.J. Jeon, "Intelligent Home-Care System," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 21, No. 2, pp. 7-13, 2004.
- [7] H.J. Lee, S.J. Kang, H.G. Jang, C.W. Jeong, and S.C. Joo, "Implementation of u-Care System based on Multi-Sensor in u-Home Environment," *Korean Society for Internet Information Journal of Internet Computing and Systems*, Vol. 12, No. 2, pp. 135-147, 2011.
- [8] J.S. Park, G.R. Lee, and J.S. Cho, "uPerCare: Ubiquitous Pet-Care System using Web 2.0," *Journal of KIISE*, Vol. 15, No. 4, pp. 260-264, 2009.
- [9] J.C. Kim, C.O. Yang, K.J. Ban, K.E. Lee, and C.Y. Kim, "A Study on Portable Multi Electrical Cupping System," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 15, No. 2, pp. 250-

- 257, 2012.
- [10] C.S. Lee and M.H. Wang, "A Fuzzy Expert System for Diabetes Decision Support Application," *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, Vol. 41, No. 1, pp. 139-153, 2011.
- [11] Y.J. Horng, S.M. Chen, and Y.C. Chang, "A New Method for Fuzzy Information Retrieval based on Fuzzy Hierarchical Clustering and Fuzzy Inference Techniques," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 13, No. 2, pp. 216-228, 2005.
- [12] J. Galindo, A. Urrutia, R.A. Carrasco, and M. Piattini, "Relaxing Constraints in Enhanced Entity-relationship Models Using Fuzzy Quantifiers," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 12, No. 6, pp. 780-796, 2004.



김 종 찬

2000년 2월 순천대학교 컴퓨터과
학과 학사
2002년 2월 순천대학교 컴퓨터과
학과 석사
2002년 3월~2007년 8월 순천대
학교 컴퓨터과학과 박사

2012년 9월~2013년 8월 서울대학교 자동화시스템연구
소 선임연구원
관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 디지털클로딩, 증
강현실, 얼굴인식, 게임, HCI.



최 흥 국

1988년 8월 Linkoping Univ.
Sweden 공학사
1990년 8월 Linkoping Univ.
Sweden 공학석사
1996년 9월 Uppsala Univ.
Sweden 공학박사

관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 영상처리 및 분석



위 통 순

2000년 2월 동신대학교 한의예과
2002년 2월 동신대학교 한의예과
석사
2005년 2월 동신대학교 한의예과
박사
2014년 현재 동신대학교 한의예
과 교수

관심분야 : Acupuncture, Pharmacopuncture, Chuna
manual medicine



탁 명 자

2004년 2월 학점은행제 컴퓨터공
학과 학사
2006년 2월 동서대학교 디자인학
석사
2013년 8월 동의대학교 대학원 디
지탈미디어공학과 박사

2006년~2014년 동의대학교, 동서대학교, 동부산대학 출강
2006년~현재 (주)월드ENG 디자인 & 관리부 부장
관심분야 : 3D Animation, 증강현실, 3D 가상피팅시스
템, Web Design.



고 재 섭

2005년 2월 순천대학교 전기공학
과 학사
2007년 2월 순천대학교 전기공학
과 석사
2007년 2월~2012년 8월 순천대
학교 전기공학과 박사

관심분야 : 퍼지제어, Neural Network, Motor Control,
영상처리, PV System



김 치 용

1991년 인제대학교 물리학과 졸
업
2000년 인제대학교 대학원 전산
물리학과(이학박사)
2000년~2006년 부산정보대학 정
보통신계열 및 동서대학교
디지털디자인학부 조교수

2007년 6월~7월 영국 옥스퍼드대학교 Harris Manchester
College Visiting Fellow
2012년~2013년 서울대학교 자동화시스템공동연구소
디지털클로딩센터 객원교수
2006년~현재 동의대학교 영상정보공학과 교수
관심분야 : 3D Animation, Multimedia Design, Chaos &
Fractal Design, VR Contents Design, 가상피
팅시스템