

증기직접가열방식의 비염치료기 개발

Development of a Direct-Vapor Heating Inhalator

전 창 완*, 강 태 삼
(Chang-Wan Jeon¹ and Taesam Kang²)

¹Soonchunhyang University

²Konkuk University

Abstract: Recently many people have been troubled with perennial allergic rhinitis. But there is no way to cure for root of it until now. Therefore many medical treatments to release symptoms of perennial allergic rhinitis have been researched. One of them is localized aerosol hyperthermia, which injects 42°C~43°C vapor into nasal cavity. Vapor inhalator for localized aerosol hyperthermia has been researched in foreign country. But on the other hand it has rarely been researched inside of the country. Since most clinics and hospitals have used imported vapor inhalator, it is needed to develop domestic vapor inhalator. In the paper, a superior vapor inhalator compared to former developed one is developed. The superiority of it comes from direct-vapor heating instead of water heating to control vapor temperature. The developed vapor inhalator has shorter rising time than the existing one because of direct-vapor heating. Furthermore vapor generation part and control part of the vapor inhalator developed as one piece mock-up. It enables the vapor inhalator to have smaller size. Many laboratory tests are performed and compared to existing results to prove its performance.

Keywords: vapor inhalator, allergic rhinitis, hyperthermia, direct-vapor heating

I. 서론

알레르기 비염은 미국에서 가장 흔한 알레르기 질환으로 4천만 명이 앓고 있으며 영유아 에서도 발생할 수 있으나 그 유병율은 4세 이후부터 차차 증가하기 시작한다. 어떤 전국적인 설문 조사에서는 우리나라의 초등 및 중학생의 7.5-15.2%가 알레르기비염으로 진단을 받았으며[1], 서울과 청주에 거주하는 7-19세의 초등학교, 중학교, 고등학교 학생 3,219명을 대상으로 시행한 조사에서는 비염의 유병율은 13.0%였으며 만성비염은 최근 수십 년 사이에 기관지 천식과 더불어 전 세계적으로 증가추세에 있다[2]. 따라서 초등학생 및 중학생 중 7.5%에서 15.2%에 이르는 수많은 어린이들이 알레르기 비염으로 고생하고 있음을 알 수 있다.

알레르기 비염에 사용되는 약물들은 즉효성이 있으나 지속효과가 떨어지며, 계절성 알레르기성 비염에는 효과가 우수한 편이나 통년성비염인 경우에는 기대에 미치지 못하는 경우가 많다. 이것은 만성화에 따른 비점막의 조직학적변화로 인해 약물요법만으로는 불충분하기 때문으로 생각되며, 따라서 통년성 알레르기 비염의 치료에서는 약물요법의 효과를 높이기 위하여 비점막을 정상으로 회복시켜 주기 위하여 약물의 치료방법을 사용해야할 필요성이 대두된다[3,4]. 그동안 사용되어오는 비약물성 수술외적인 방법으로는 국소 온열요법, 광선 치료, 성상 신경절 차단술이 있다.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수: 2013. 1. 5., 수정: 2013. 1. 24., 채택확정: 2013. 2. 14.

전창완: 순천향대학교 전기공학과(jeoncw@sch.ac.kr)

강태삼: 건국대학교 항공우주정보시스템공학과(tskang@konkuk.ac.kr)

※ 이 논문은 2011학년도 순천향대학교 교수 연구년제에 의하여 연구하였음.

의학 분야의 연구자들은 알레르기 비염을 고생하며 여러 가지 약물에도 증상이 쉽게 개선되지 않으며 수술의 적응증이 되지도 못하는 어린 환자들을 치유하고자 고심하던 중 국소온열요법이 접근성과 효율성의 측면에서 알레르기 비염에 적용해 볼 수 있는 적절한 치료방법으로 고려하게 되었다.

이러한 국소 온열요법은 바이러스증식과 알레르기반응에 대하여 작용함으로 알레르기성 비염의 치료에서 약물요법 이상의 증상개선 효과를 보인다고 하여 유럽과 일본에서 널리 사용되는 치료법[5]으로 감기[6,7]나 알레르기성 비염[6,7-11], 통년성 알레르기성 비염[5], 계절성 알레르기성 비염[9], 운동유발성 천식[12], 부비동염[13], 수술후 관리요법[13], 임신부의 비염[14] 그리고 동물모델에서의 급성 폐손상에도 효과가 있다고 알려지고 있다. 우선 약물치료에 제한이 많은 임신부, 수험생과 같이 통원치료가 어려운 경우에 용이하게 사용할 수 있다. 또한 약물요법의 경우 국소온열요법을 함께 사용하면 약물의 용량을 줄일 수 있으며 치료상승의 효과를 기대할 수 있다[4]. 이렇게 알레르기 비염 뿐만 아니라 여러 호흡기 질환에 사용할 수 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 연구를 바탕으로 1982년에는 Yerushalmi등이 Localized aerosol hyperthermia를 고안하였다[5]. 이 기계는 직경이 4-8 μ m되는 수증기 분자를 2개의 노즐을 통하여 콧구멍 안쪽 약 1.5cm 부분에 분사하는 형태로 코 속의 압력을 증가시키지 않았고, 환자에게 불쾌감도 초래하지 않았다. 이 연구에서 콧구멍 안쪽 약 2.5cm지점의 온도를 43oC로 유지하면서 매 2시간마다 30분씩 세 번 흡입시키면, 알레르기성 비염환자의 증상이 1주에 75%, 1달에 68%에서

호전됨을 보였다. 1994년에는 Fruta등이 온증기를 이용하여 57명의 환자를 대상으로 43도와 32도의 수증기를 4주동안 1주에 2-3회씩 한번에 15분씩 쉰어서 비교하였더니 efficiency가 2주 동안 각각 46.4%, 3.7%였고, 4주 동안은 53.3%, 7.7%였음을 발표하였다[14]. 이 외에도 많은 연구가 있었고 그 연구 결과들을 종합해 보면 약 42°C-43°C 정도 되는 수증기가 코 속에 일정 주기로 분사되면 감기나 알레르기 비염으로 인한 코막힘 현상이 현저히 완화된다는 것이다. 현재에는 이러한 연구를 바탕으로 개발된 온증기를 이용하여 이비인후과 등에서 온증치료요법이 광범위하게 사용되어지고 있다.

외국에서는 이 분야의 연구가 많이 진행되고 있으나 국내에서는 거의 이루어지지 않고 있으며 사용되어지는 온증기는 주로 들고 다닐 수 없는 거치식의 수입 온증기가 사용되어지고 있다. 가정에서 온증 치료를 하고자 할 때에는 전기 포트나 가습기를 이용하여 하는 사람들이 있으나 나이가 어린 환자들의 경우 화상의 위험이 따르고 수증기의 온도가 적절치 않은 불편함이 있다. 국내에서는 컴퓨터를 이용하여 온증기를 개발한 적이 있고[15], 이를 발전시켜 마이크로프로세서를 이용하여 포트블한 형태로 개발한 연구가 있다[16]. 이 두 가지 연구는 물을 가열하는 방식으로 스위치를 켜 후에 초기 가열시간이 있다는 단점이 있었다. 형태와 크기 면에서도 컴퓨터를 이용한 방식은 거치식으로 컸고, 포트블한 방식도 본 논문의 개발품 보다는 더 크고 디자인도 떨어졌었다. 형태였다. 이 두 연구는 기능에 초점이 맞추어진 개발이었다고 할 수 있다.

본 논문에서는 이전 연구의 단점이었던 긴 초기가열시간을 줄이기 위하여 물을 가열하지 않고 수증기를 직접 가열하는 방식을 고안하여 사용하였고 상품화를 목적으로 크기와 형태를 실물 크기의 형태(mock-up)로 개발하였다. 온증기의 물의 온도는 상온이므로 상온에서 42-43°C로의 빠른 가열과 온도편차를 $\pm 1^\circ\text{C}$ 이내로 하였고, 적어도 30분 이상 일정한 온도를 유지하도록 했으며 적절한 양의 증기가 환자의 양비공을 향해 분사 될 수 있도록 제작하였다. 기존의 제품들처럼 병원에서만 사용할 수 있었던 크고 고가의 장비가 아닌 가정에서도 부담 없이 사용할 수 있는 저가형을 목표로 하였다. 또한 마이크로프로세서를 사용하여 작고 휴대가 가능하며 PC에서의 제어가 가능하도록 하였다.

II. 새로운 온증기의 개발

그림 1은 이전 연구에서 개발된 온증기의 모습이다. 이전 연구에서는 시중의 복합 가습기를 구입하여 가습 부분으로 활용하였다. 가습기를 분해하여 물속에 온도센서를 설치하여 물의 온도를 읽은 후 그 온도를 개발된 제어부에 입력하여 물의 온도를 제어하는 방식으로 개발되었다. 수증기의 온도를 일정 온도(42°C)로 유지하기 위하여 실험에 의하여 물의 온도를 얼마로 하여야 할까를 정해야하는 번거로움이 있었다. 이전 연구에서는 수증기의 온도를 42°C로 유지하기 위해서는 물의 온도를 58°C로 유지해야했다.

새로운 온증기는 물을 가열하지 않고 수증기를 직접 가열하는 방식을 사용하였다. 이와 같이 함으로써 수증기의



그림 1. 가습기를 이용한 온증기.

Fig. 1. Vapor inhalator using humidifier.

온도를 일정하게 유지하기 위하여 물의 온도를 얼마로 해야할까하는 실험적 과정을 생략할 수 있게 되었다. 또한 일정 온도까지 도달하는 가열시간이 물보다 짧은 수증기를 직접 가열하는 방식을 고안함으로써 초기 가열 시간을 현격히 줄일 수 있었다. 이전 온증기에 비해 새로운 온증기의 장점은 가습부분과 제어부를 일체형으로 하여 상품화 전 단계인 실물 크기의 형태(mock-up)로 개발하였다는 점이다. 마이크로프로세서를 사용하여 자체적 동작하도록 한 것은 동일하지만 컴퓨터로 제어 및 내부 상태를 모니터링하기 위한 인터페이스로 USB 통신 기능을 추가된 점도 이 전 연구보다 뛰어난 점이다.

이번 장에서는 하드웨어와 소프트웨어 부분으로 나누어 새로운 온증기의 개발 과정 및 특징을 기술한다.

1. 하드웨어 개발

하드웨어 개발의 목적을 기존의 온증기에 비해 향상된 성능 및 상품화에 두고 설계 시부터 다음의 사항을 고려하였다.

- 초기 온도 상승 시간 단축: 기존의 온증기는 물을 가열하는 방식이어서 물의 양에 따라 원하는 온도까지 가열하는데 긴 시간이 소모되는 단점이 있다. 이를 개선하기 위하여 물을 가열하는 대신 수증기를 가열하는 방식의 아이디어를 내어 수증기를 가열하는 설계를 하였다.
- 이동성: 병원에서 많이 사용되어지는 거치식 온증기는 가정에서 사용할 수 없기 때문에 가정에서 손쉽게 사용할 수 있는 이동성이 좋은 소형으로 개발한다.
- 편리성: 전원이 없는 곳에서도 사용할 수 있도록 배터리로 동작하도록 개발한다.
- 인터페이스: PC에서도 제어가 가능하고 성능 분석 및 동작 모니터링을 할 수 있도록 USB 통신 기능을 갖도록 개발한다.

본 논문에서 개발한 온증기의 구성도는 그림 2와 같다. 구성도에서 보듯이 본 시스템은 물을 공급해주는 물통, 수량을 측정하는 수량센서, 물을 초음파로 수증기로 만들어주는 초음파 가습부, 초음파 가습된 수증기를 온증기의 입구까지 분무해주는 분무기, 분무기의 통로에서 수증기를 가열해주는 가열부, 가열된 수증기의 온도를 측정하는 온도센

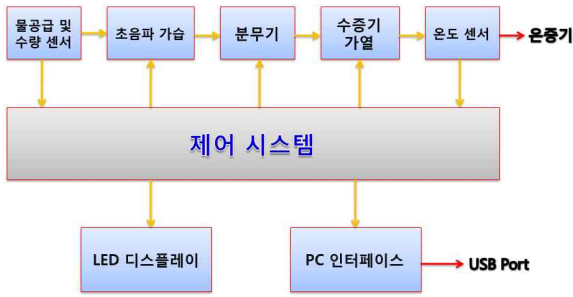


그림 2. 시스템 구성도.

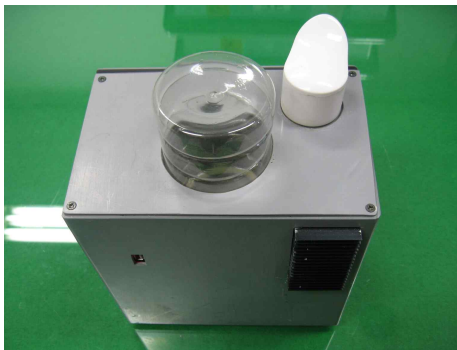
Fig. 2. Block diagram of the vapor inhalator.

서, 수증기의 설정 온도 및 현재 온도 등 시스템의 상태를 보여주는 LED 디스플레이, PC와의 인터페이스를 위한 USB 포트, 그리고 이 모든 부분을 제어하는 마이크로프로세서가 장착된 제어부로 구성되어 있다.

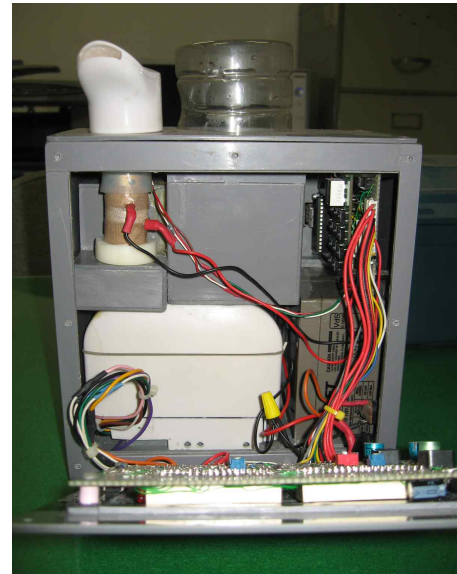
하드웨어 개발의 핵심 아이디어는 물이 아닌 수증기를 가열하는 것이다. 이를 위하여 고안한 아이디어 중의 하나는 수증기가 통과하는 관을 열선으로 감고 수증기가 관을 통과하는 시간이 길게 하기 위하여 관 내부를 나선형으로 하였다. 이렇게 함으로써 수증기가 열선으로 뜨거워진 나선형 구조의 관을 통과하면서 가열이 된다. 물론 관의 재질은 단시간 내에 가열되는 재질로 해야만 한다. 개발된 온증기의 사진은 다음과 같다.



(a) Front side view



(b) Top and rear side view



(c) Inside view

그림 3. 개발된 새로운 온증기의 모습.

Fig. 3. Appearance of the developed vapor inhalator.

디스플레이 부분 왼쪽은 현재 수증기의 온도를 나타내고 오른쪽 부분은 설정온도를 나타낸다. 네모난 STEAM 버튼은 초음파 진동자를 on/off 시키는 버튼이며 ON 상태에서만 수증기가 나오도록 하였다. 아래 등근 버튼 중 왼쪽 VAPOR 버튼은 가습량을 조절하는 버튼으로 회전 방식으로 가습량을 조절할 수 있다. 이고 오른쪽 TEMP 버튼은 수증기의 목표 온도를 설정해 주는 부분이다. 이 버튼 역시 회전 방식으로 수증기의 온도를 원하는 온도로 설정할 수 있다. 이 기능은 임상시험을 위한 것으로 환자에 따른 적정 온도를 알아낼 수 있는 용도로 사용할 수 있다. 제일 오른쪽의 POWER 스위치는 전체 시스템을 on/off하는 스위치이다. 후면부에는 USB 포트를 위치시켜 PC와 인터페이스하도록 하였다.

2. 소프트웨어 개발

소프트웨어는 마이크로프로세서 보드에서 온도제어를 실행하는 제어 소프트웨어 부분과 PC에서 모니터링하고 간단한 명령을 내릴 수 있는 모니터링 소프트웨어 부분으로 나누어 개발되었다.

제어 방식은 설정온도와 현재온도를 비교하여 수증기를 가열하는 열선의 스위치를 on/off하는 방식의 on/off제어를 사용하였다[17]. 다음 장에서 기술한 것처럼 이 시스템은 느린 시스템이므로 온도제어를 on/off 방식으로 하여도 충분히 원하는 성과를 거둘 수 있었다.

PC측의 모니터링 소프트웨어는 LabVIEW를 사용하여 개발하였다[18]. 개발된 모니터링 프로그램의 프론트 패널은 그림 4와 같다.

첫 번째 블록의 x, y축으로 되어있는 그래프는 시간에 따른 온도변화를 나타내는 것으로 초록색(아래 그래프)은 현재온도를 뜻하며 분홍색(위 그래프)은 설정온도를 뜻한다. 그래프 옆 온도계는 현재온도의 온도 값을 뜻하는 것이다.

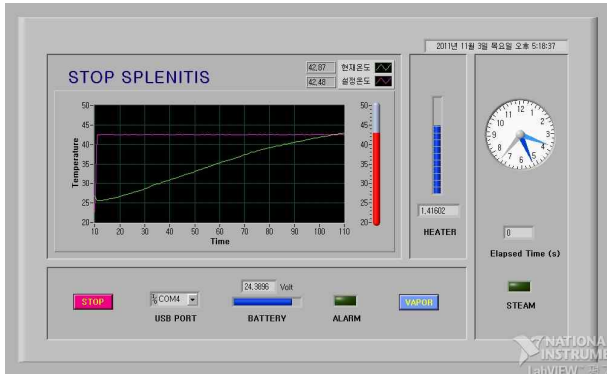


그림 4. 모니터링 소프트웨어의 프론트 패널.

Fig. 4. Front panel of monitoring software.

아래 두 번째 블록의 STOP은 모니터링 소프트웨어로 온증기의 동작을 제어하는 버튼이다. 이 STOP 버튼을 누르면 온증기가 정지된다. 옆 USB PORT 버튼은 컴퓨터와 하드웨어의 연결 시 이어주는 포트이다. 그 옆의 BATTERY 버튼은 배터리전압을 알려주는 것이고 옆의 알람 버튼은 현재 온도가 55도 이상이면 알람이 울리게 되어 있다. VAPOR 버튼은 온증기의 VAPOR 버튼과 같은 기능을 하는 것으로 썬수증기가 나오는 것을 on/off 하는 기능을 한다. 세 번째 블록의 슬라이드는 히터가 동작하는 정도를 그림과 숫자로 나타내는 것이다.

네 번째 블록의 시계는 현재시간을 알려주고 Elapsed Time (s)는 경과 시간을 알려주며, 스팀은 밝은 초록이 되었을 때에는 스팀이 나오고 있음을 알려주는 기능을 한다.

III. 시험 결과 및 분석

새로 개발한 온증기의 성능을 시험하기 위하여 실험을 실시하였다. 26°C~27°C의 상온에서부터 시작하여 목표온도인 42.5°C까지 온도가 상승되는 것과 목표온도에 도달하여 그 온도로 얼마나 잘 제어가 되는가를 살펴보았다. 데이터의 신뢰도를 높이기 위하여 총 10회의 실험을 실시하여 평균을 내었다. 그림 5는 10회의 결과를 종합한 것을 평균치와 함께 나타낸 그래프이고 그림 6은 실험 결과를 이전 연구와 비교하기 위하여 이전 연구 결과를 나타낸 그래프이다. 그림 7은 실시한 10회의 실험 결과를 각각 볼 수 있도록 그래프로 나타낸 것이다.

그림 5의 그래프에서 볼 수 있듯이 10회의 실험에서 모두 원하는 상능을 보이는 것을 볼 수 있다. 그림 6의 평균적인 그래프로 볼 때에 상승시간(rising time)은 약 86초이고 정상상태에 도달해서도 목표온도에서 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 정도의 범위 안에서 변하는(ripple) 것을 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 그림 7에 나타난 이전 연구의 상승시간 약 200초 보다 훨씬 빠른 상승시간을 나타내고 있다. 그리고 이전 연구에서는 물의 온도를 제어하기 위하여 실험적으로 물의 온도를 58°C에 맞추어야함을 알아냈어야만 했는데 본 논문에서는 수증기의 온도를 직접 제어함으로써 그와 같은 과정을 제거하였다.

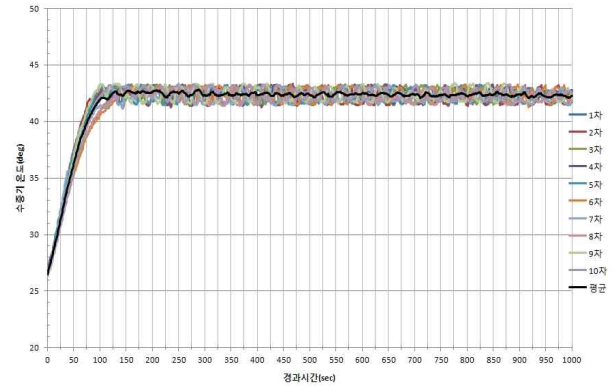


그림 5. 새로운 온증기의 실험 결과 종합.

Fig. 5. Experimental results of the vapor inhalator with average.

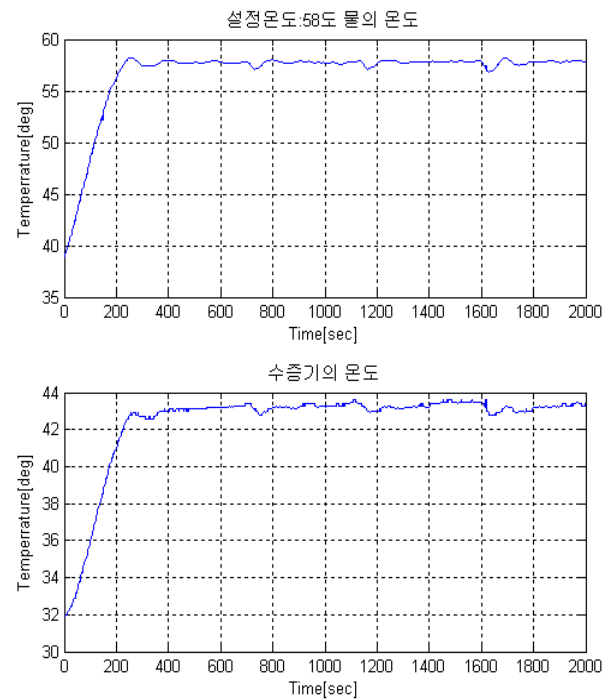


그림 6. 물을 가열하는 방식의 온증기 실험 결과.

Fig. 6. Experimental results of water heating vapor inhalator.

IV. 결론

본 논문에서는 어린이의 15%가 앓고 있는 것으로 나타나고 있으나 아직 근원적 치료법이 아직 개발되지 않은 알레르기성 비염의 증상 개선을 위한 국소 온증기를 개발하였다. 본 논문에서는 수증기의 온도를 직접 제어하는 방식을 고안하여 개발에 적용하였고 가슴부분과 제어부를 일체형으로 하여 상품화 전단계인 실험 크기의 형태(mock-up)로 개발하였다. 마이크로프로세스와 배터리를 사용하여 이동성을 확보하였고 전원이 없이도 자체적으로 동작하면서도 필요할 경우 USB 통신을 이용하여 컴퓨터로 제어 및 내부 상태를 모니터링 할 수 있도록 개발하였다. 소프트웨어는 마이크로프로세서 부분과 PC 부분이 각각 개발되었으며 PC 부분은 LabVIEW를 이용하여 사용자 인터페이스가 효율적으로 이루어지도록 개발하였다.

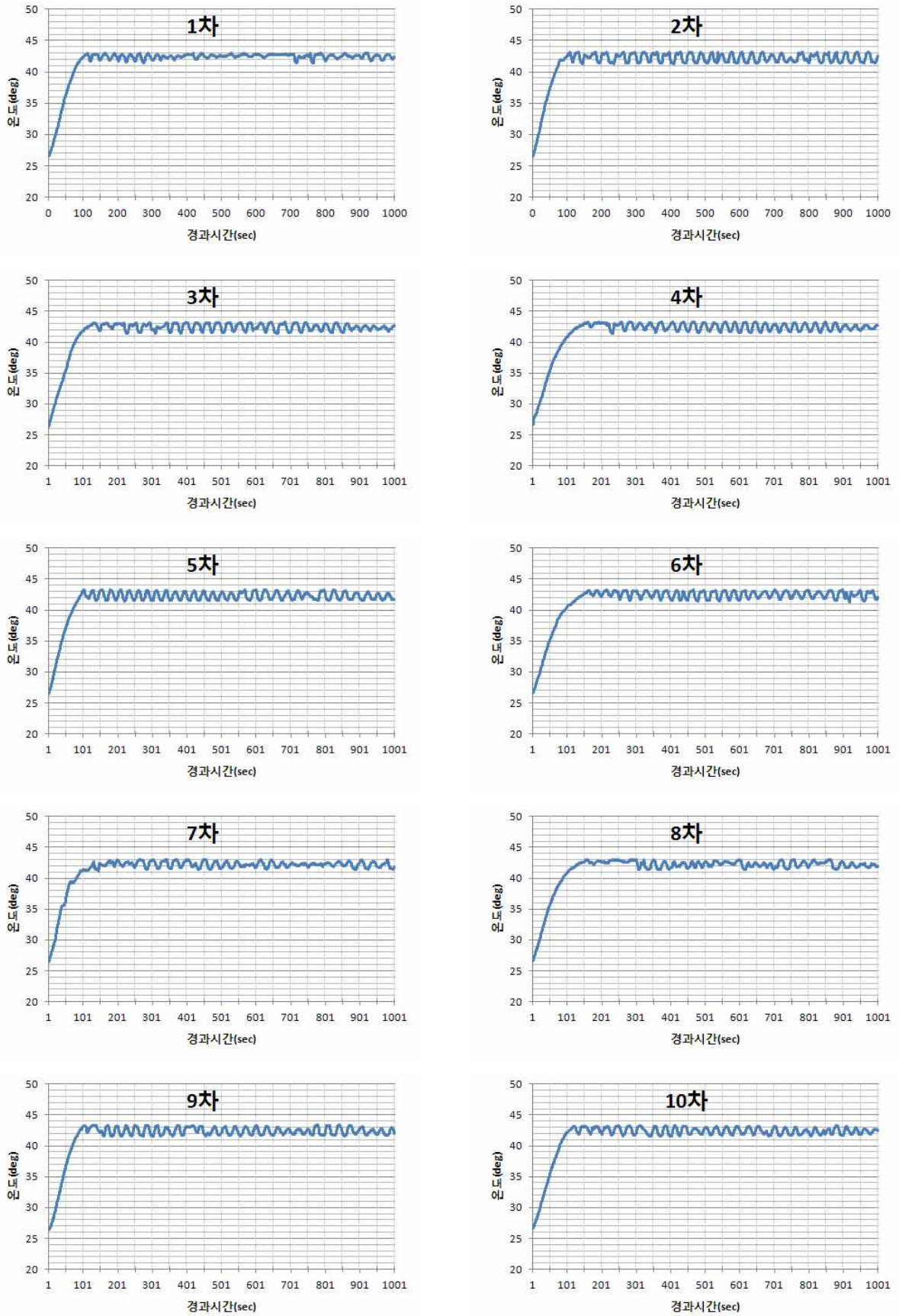


그림 7. 새로운 온증기의 10회 실험 결과.
Fig. 7. 10 experimental results of the vapor inhalator.

개발된 국소 온증기는 실제 실험을 통하여 기존의 연구와 비교하였다. 실험 결과 기존의 물의 온도를 제어하는 방식보다 상승 시간이 상당히 개선된 것을 볼 수 있었으며 부피와 이동성 등의 기능면에서도 탁월함을 볼 수 있었다. 향후에는 수증기 관의 구조와 관의 재질이 온증기 성능에 미치는 영향을 분석하여 온증기의 성능을 더 향상시키는 것이 필요하다[19,20].

참고문헌

- [1] Y. H. Na, "Epidemiological investigation of allergic rhinitis and conjunctivitis of Korean pediatry and youth," *Allergy Symposium, The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease (in Korean)*, 7, S21-S22, 1997.
- [2] S. H. Cho, Y. G. Kim, J. W. Son, B. J. Lee, W. K. Kim, S. R. Lee, J. K. Park, K. U. Min, M. N. Ha, Y. O. Ahn, Y. G. Jee, S. I. Lee, and Y. Y. Kim, "Epidemiological research of rhinitis prevalence rate for Korean pediatry and youth," *Journal of The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology (in Korean)*, 19, pp. 452-458, 1999.
- [3] B. G. Oh, A historical study on the treatments of rhinitis, Ph.D. Dissertation (in Korean), WonKwang University, 2011.
- [4] J. K. Lee, "Treatment of allergic rhinitis without medicine," The 5th Yonsei Allergic Conference (in Korean), pp. 69-78, 2000.
- [5] A. Yerushalmi, S. Karman, and A. Lwoff, "Treatment of perennial allergic rhinitis by local hyperthermia," *Pre Nat Acad Sci USA*, 79, pp. 4766-4799, 1982.
- [6] A. Lwoff, "Death and transfiguration of a problem," *Bacteriol Rev.*, 33, pp. 390-403, 1969.
- [7] D. Tyrrell, I. Barrow, and J. Arthur, Local Hyperthermia Benefits Natural and Experimental Common Colds. *Br Med J* 298: 1280-1283, 1989.
- [8] D. Ophir, Y. Elad, A. Fink, E. Fishler, and G. Marshak, "Effects of elevated intranasal temperature on subjective and objective findings in perennial rhinitis," *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 97, pp. 259-263, 1988.
- [9] J. Grossman, R. Ball, D. Shulan, and J. Porcella, "Treatment of seasonal allergic rhinitis with water vapor induced nasal hyperthermia (Abstract)," *J. Allergy Clin. Immunol.*, 81, p. 175, 1988.
- [10] S. L. Johnston, J. N. Price, L. C. K. Lau, A. F. Walls, C. Walters, L. H. Feather, S. T. Holgate, and P. H. Howarth, "The effect of local hyperthermia on allergen-induced nasal congestion and mediator release," *J. of Allergy Clin. Immunol.*, 92, pp. 850-856, 1993.
- [11] K. Naito, S. Miyata, R. Baba, T. Mamiya, Y. Senoh, S. Iwata, N. Yokoyama, S. Yamakawa, and K. Ibata, "The alteration of nasal resistance before and after local exposure to heated aerosol in perennial allergic rhinitis," *Rhinology*, 37, pp. 66-68, 1999.
- [12] S. L. Johnston, O. Perry, S. O'Toole, and O. A. Summers, "Holgate ST: Attenuation of exercise-induced asthma by local hyperthermia," *Thorax*, 47, pp. 592-597, 1992.
- [13] J. W. Georgitis, "Local hyperthermia and nasal irrigation for perennial allergic rhinitis: effect on symptoms and nasal airflow," *Ann Allergy*, 71, pp. 385-389, 1993.
- [14] S. Furuta, M. Ohyama, Y. Sakakura, Y. Harada, I. Furuichi, K. Baba, S. Baba, and G. Mogi, "Localized aerosol hyperthermia in patient with nasal allergy," *Rhinology*, 32, pp. 195-197, 1994.
- [15] J. S. Park and C. W. Jeon, Development of the heated vapor inhalator for pediatric allergic rhinitis, Report (in Korean), Soonchunhyang University, May 2001.
- [16] C. W. Jeon and J. Y. Maeng, "Development of a portable heated vapor inhalator for allergic rhinitis treatment," *Soonchunhyang J. Instit. Technol. (in Korean)*, vol. 11, no. 2, pp. 121-126, 2005.
- [17] Nise and Norman S., *Control Systems Engineering*, 5Ed., Wiley, 2008.
- [18] Larsen and Ronald W., *LabVIEW for Engineers*, Prentice Hall, 2010
- [19] H. S. Han, "Stability bounds of time-varying uncertainty and delay time for discrete systems with time-varying delayed state," *Journal of Institute of Control, Ronotics and Systems (in Korean)*, vol. 18, no. 10, pp. 895-901, Oct. 2012.
- [20] Y. S. Lee, J. H. Yang, S. Y. Kim, W. S. Kim, and O. G. Kwon, "Development of a rapid control prototyping system based on matlab and USB DAQ boards," *Journal of Institute of Control, Ronotics and Systems (in Korean)*, vol. 18, no. 10, pp. 912-920, Oct. 2012.

전 참 완



1986년 서울대학교 제어계측공학과 졸업. 1988년 동 대학원 석사졸업. 1992년 동 대학원 제어계측공학 박사. 1998년 3월~현재 순천향대학교 전기공학과 교수. 관심분야는 GPS 응용, 제어기 설계, System Identification.

강 태 삼



1986년 서울대학교 제어계측공학과 졸업. 1988년 동 대학원 석사졸업. 1992년 동 대학원 제어계측공학 박사. 2001년 9월~현재 건국대학교 항공우주정보시스템공학과 교수. 관심분야는 항공 제어, 소형무인비행체 제어, 관성센서, 지능소자 개발 및 활용, 강인제어 이론 및 응용.