

폐쇄성수면 무호흡 환자의 자세변환 시스템 구현

예수영¹ · 엄상희^{2*}

Implement the system of the Position Change for Obstructive sleep apnea patient

Soo-young Ye¹ · Sang-hee Eum^{2*}

¹Department of Radiological Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan, 46252, Korea

^{2*}Department of Electricity and Electronic, Dognju College, Pusan, 49318, Korea

요 약

본 연구에서는 폐쇄성 수면 무호흡증을 개선하기 위하여 환자의 자세를 변환 시킬 수 있는 시스템을 구현하고자 한다. 폐쇄성 수면 무호흡증의 원인이 되는 기도 폐쇄는 수면 중 세로로 누운 자세로 변경 시켜 줄 경우 무호흡 증상을 완화 시켜 줄 수 있다. 이러한 자세 변환 시스템을 구현하기 위하여 어레이 형태의 FSR 402 압력센서를 사용하였고, 에어 실린더는 자세변환 시스템인 침대를 들어 올리는데 사용하였다. 본 연구에서 구현된 시스템을 이용하여 누운 자세와 세로로 변경된 자세에서 압력센서 값의 차이를 계산하여 자세변환을 확인하였다. 그 결과 누운 자세에서 센서값이 차이는 0.41 ± 0.30 이고 세로로 자세를 변경하였을 때는 1.09 ± 0.73 로 나타났다. 즉, 자세를 변경하여 세로로 누운 자세에서는 센서값의 차이가 크게 나타났다. 그러므로 본 연구에서 제시한 폐쇄성수면 무호흡 환자의 자세변환시스템은 기도를 확보하여 무호흡 증상을 완화시켜 줄 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

In this study, we developed a system that can change position to improve obstructive sleep apnea. Blocking of the breathing airway caused by obstruction of the apnea, lateral position is provided by the airway to improve the apnea. We used a pressure sensor (FSR402) in the form of an array to determine the position of patient. The air cylinder was controlled to raise and lower the bed. As a result of calculating the pressure difference between the supine position and the lateral position, it was 0.41 ± 0.30 and 1.09 ± 0.73 . In other words, when the patient is lateral position, the difference between the sensor values on the right and left side is large. Therefore, it is confirmed that the system can maintain airway to breath for improvement of obstructive sleep.

키워드 : 폐쇄성, 수면, 무호흡, 침대

Key word : Obstructive, Sleep, Apnea, Bed

Received 23 May 2017, Revised 25 May 2017, Accepted 31 May 2017

* Corresponding Author Sang-Hee Eum(E-mail:nyx2k@naver.com, Tel:+82-51-200-3448)

Department of Electricity and Electronic, Dognju College, Pusan, 49318 Korea

Open Access <https://doi.org/10.6109/jkiice.2017.21.6.1231>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

폐쇄성 수면무호흡증(Obstructive sleep apnea ; OSA)은 잠자는 동안 숨 쉬는 통로가 완전히 막혀 호흡 장애를 일으키며, 10초 이상 숨이 멎는 현상이 반복적으로 일어나는 증상을 말한다[1,2]. 이러한 호흡 정지는 수면 중 잦은 각성 상태를 유발하게 되어 수면의 질을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 졸음, 피로, 집중력 저하와 같은 증상을 유발된다. 수면 무호흡은 인후두 부위가 좁은 비만을 가진 남녀노소 누구에게서나 일어 날 수 있는 질환이며, 나이가 들수록 수면 무호흡을 앓고 있는 환자의 비율이 높아지는 경향을 가진다고 보고되어 지고 있다 [3,4].

폐쇄성수면 무호흡증은 중년 성인 남성에서 4~5%가 앓고 있으나 대부분 모르고 지내고 있는 실정이다. 이러한 수면무호흡증은 고혈압, 심부정맥, 협심증, 심근경색 등 심장질환이나 뇌졸중, 간기능 이상 등 성인 병등을 유발할 수 있으므로 정확한 진단과 치료가 필요하다. 폐쇄성 수면무호흡증의 원인으로서는 수면 중 상부 호흡기의 공기 통로가 막히면서 발생하는데, 이는 인두의 연조직이 이완되면서 공기의 흐름을 차단하기 때문이다[5-7].

이때 나는 소리가 코골이 소리로 들리게 된다. 폐쇄성수면 무호흡 환자들을 위한 외과적 수술법들과 레이저 치료등의 방법이 개발 되었으나 고가의 비용과 치료율이 낮아 이용 빈도가 낮은 편이다. 또한 기계적 치료로 기도 양압술, 구강치료요법, 수면무호흡 배개, 약물 치료 등의 방법이 있으나 사용의 불편감과 관리 등의 어려움으로 사용하기가 힘든 실정이다[8-10].

본 연구에서는 폐쇄성수면 무호흡증 개선을 위하여 자세를 바꿀 수 있는 시스템을 제작하고자 한다. 숨 쉬는 공기 통로가 막혀 유발 되는 무호흡증은 누워 있는 자세를 세로로 변환시켜 주게 되면 기도가 확보되어 무호흡증이 개선된다[11,12]. 이를 위하여 어레이 형태로 제작된 압력센서(FSR402)를 이용하여 누워있는 환자의 자세를 판별하고, 에어 실린더를 제어하여 실린더 상단에 연결된 침대를 상승, 하강 할 수 있도록 침대를 제작하였다. 수면 중 환자가 깨지 않도록 자세를 변화시켜 수면 무호흡 치료에 도움을 주고자 한다.

II. 실험 방법

2.1. 시스템 구현

압력센서 FRS (force sensing resistor) 402를 이용하여 수면 중 무호흡 환자의 자세를 파악하였다. 파악된 위치 정보를 기반으로 하여 에어실린더 (ACM-N B50-S400) 2개와 무소음 콤프레샤(LX110PDP)를 사용하여 환자의 자세를 변환시키는 시스템을 개발하였다.

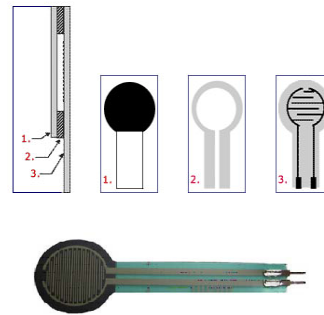


Fig. 1 FSR Sensor

그림 1 은 압력센서 FRS 402의 구조를 나타내었다. FRS은 얇은 필름 형태로 값이 저렴하고, 가벼우며 사용하기 쉬운 장점을 가지고 있다. 센서의 구성은 그림 1과 같이 3개의 층으로 구성되어 있다. 3번째 층에서 실제 측정이 이루어지는 활성영역(Active Area)을 보여주고, 2번째 층은 가운데 부분이 개방된 상태이며 실제 접촉 면은 1번이 된다. 센서의 두께는 0.46mm이고 100 g~10 Kg까지의 무게를 측정할 수 있다. FRS은 위치 정보를 얻기 위하여 사용하였고 40개의 센서를 환자의 어깨와 심장 부근에 배치하여 누워 있는 사람의 자세를 알 수 있도록 하였다.

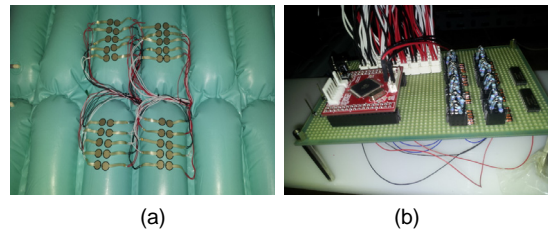


Fig. 2 Acquisition the signal from the FSR on the matt a) Sensor on the matt, b) ATmega 128 to acquire the signal

그림 2 (a)는 공기압으로 적당히 부풀린 매트 위에 센서를 부착 하여 누워 있는 환자 상태에 따른 자세를 알아 보기 위한 실험 장치를 나타내었다. 위치 정보를 얻기 위하여 측정된 신호는 압력에 따른 저항 값의 변화량을 전압값으로 변환하여 계측하였다. 그림 2 (b)는 공기압 매트 위에 부착된 압력센서 배열과 압력신호를 계측하는 ATmega 128 모듈을 나타내었다.

계측된 압력 신호는 Visual Basic 6.0을 이용하여 그림 3과 같이 소프트웨어 프로그램을 제작하였다.

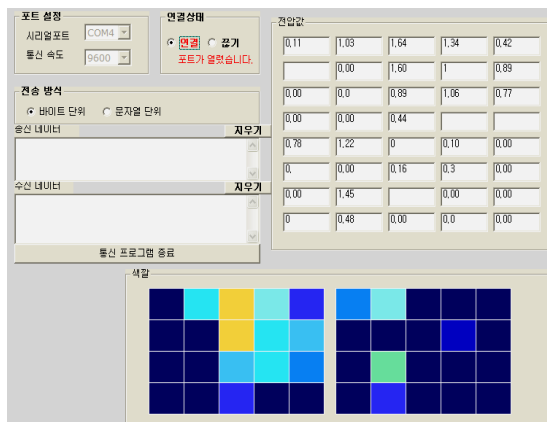


Fig. 3 Software Program to know the position

입력된 전압 값은 압력 정도에 따라 숫자와 색깔로 나타내었으며, 색깔 정보를 이용하여 누워 있는 자세를 파악할 수 있도록 하였다. 그림 4와 같이 오른쪽·왼쪽에 5*4 매트릭스 형태로 센서들을 배열하였다.

그림 4는 센서들의 위치에 따른 번호를 지정한 그림을 나타내었다.

1	5	9	13	17	21	25	29	33	37
2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
3	7	11	15	19	23	27	31	35	39
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40

Fig. 4 Number of the FSR

센서에 입력되는 압력값의 최고치를 2[V]로 설정하고, 0.4[V] 간격으로 5등분하여 해당하는 압력값에 따라 색깔별로 표시하였다. 압력이 낮은 색깔은 파란색이고 높을수록 밝은 색인 노란색으로 나타내었다.

그림 5는 무호흡 구간에서 환자의 자세를 바꾸기 위하여 에어실린더 (air cylinder : ACM-N B50-S400) 2개로 무소음 콤프레사(LX110PDP)를 이용하여 침대의 상판을 제어하는 시스템의 구성을 나타내었다.

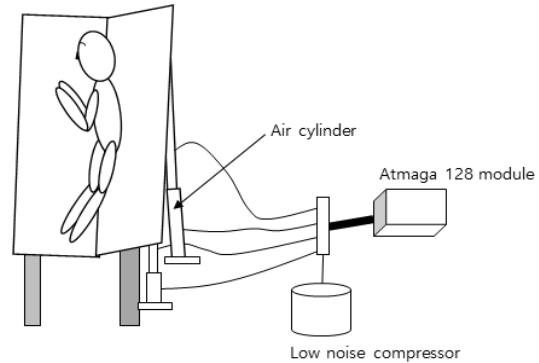


Fig. 5 Configuration of the OSA bed

에어 실린더로 들어갈 공기를 솔레노이드 밸브와 ATmega 128 모듈을 이용하여 제어 하였다. 환자가 누울 수 있는 침대는 상판을 두 개로 나누어 경첩을 이용하여 연결하고 한쪽이 올라 갈 수 있도록 하였다. 실린더의 하단에 공기를 주입하여 환자가 누워 있는 판을 올려 주고, 실린더의 상단에 공기를 주입해주면 실린더가 하강하여 환자의 자세를 변경할 수 있게 된다. 실린더가 상승·하강 하면서 경첩으로 연결된 2개의 판자 중 한쪽을 상승·하강 할 수 있도록 해주어 환자의 자세를 바꿀 수 있는 침대를 제작하였다.

제작된 시스템의 상승·하강 속도는 수면 중의 환자가 깨지 않을 정도로 느리게 하였고 무소음의 콤프레사를 사용하였다.

그림 6은 사람이 누워 있을 때 실린더 침대의 한쪽이 상승하여 사람의 자세를 변경시켜 주는 실험 장면을 나타내었다.

제작된 침대를 이용하여 10명의 지원자들을 대상으로 실험을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

폐쇄성수면 무호흡 환자의 자세를 변화시켜 무호흡 상태를 개선시킬 수 있는 침대를 제작하였다.



Fig. 6 Position change using air cylinder

10명의 실험대상자들은 총 40개가 배치된 침대에 누워 실험을 진행하였다.

표 1은 오른쪽·왼쪽 20개씩 배치된 센서들로부터 얻어진 압력값의 차이를 나타내었다. 환자가 바로 누워 있을 때와 세로로 누웠을 때를 용이하게 파악하기 위하여 오른쪽·왼쪽의 5*4 매트릭스의 각 센서에 해당하는 값들의 차이를 수치화 하였다. 즉, 왼쪽 센서 1번과 오른쪽 21번 센서 값의 차이, 2번과 22번 센서 값의 차이, 마지막으로 왼쪽 20번 센서 값과 오른쪽 40번 센서 값의 차이를 나타내었다.

표에서 알 수 있듯이 바로 누워 있는 상태와 세로로 누워있는 상태의 압력차를 계산한 결과 바로 누워있을 때 보다 세로로 누워있을 때 센서 1-20번까지의 값들이 크게 나타내었다. 센서 2, 3번과 12, 13번 그리고 17, 18이 압력 값이 가장 큰 차이를 보였다. 이 들 압력 센서의 값을 확인하여 실험자들의 자세를 확인 할 수 있었다.

에어 실린더를 이용하여 실험자들의 자세를 변환 하는 실험에서 실험자의 자세 변환은 air cylinder의 압력을 조절하여 수면 중 깨지 않고 수행 할 수 있었다.

그림 7은 바로 누워 있을 때의 평균값이 0.41이고 표준 편차의 값이 0.30으로 나타났고, 세로로 누워 있을 때는 평균값이 1.09이고 표준 편차는 0.73로 나타났다.

즉 바로 누워 있을 때 보다 세로로 누워 있을 때 오른쪽과 왼쪽의 센서 값 차이가 많이 나타났고 표준 편차 또한 크게 나타났다.

Table. 1 The result of sensors values

FSR Number	Supine	Lateral
1	0.62 ± 0.39	1.20 ± 0.79
2	0.66 ± 0.80	1.28 ± 0.79
3	0.66 ± 0.43	1.29 ± 0.70
4	0.81 ± 0.76	0.93 ± 0.92
5	0.2 ± 0.22	0.48 ± 0.64
6	0.33 ± 0.35	0.83 ± 0.97
7	0.37 ± 0.27	1.02 ± 0.89
8	0.45 ± 0.27	0.86 ± 0.73
9	0.67 ± 0.25	0.63 ± 0.63
10	0.61 ± 0.33	1.52 ± 0.59
11	0.02 ± 0.04	1.06 ± 1.06
12	0.15 ± 0.14	1.40 ± 0.56
13	0.23 ± 0.26	1.28 ± 0.58
14	0.29 ± 0.14	0.69 ± 0.68
15	0.48 ± 0.32	1.21 ± 0.54
16	0.05 ± 0.03	0.89 ± 1.00
17	0.04 ± 0.04	1.78 ± 0.49
18	0.67 ± 0.5	1.73 ± 0.53
19	0.54 ± 0.32	1.08 ± 0.81
20	0.42 ± 0.27	0.64 ± 0.80
Average	0.41 ± 0.30	1.09 ± 0.73

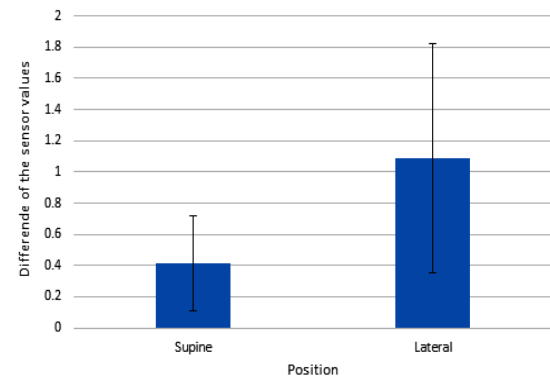


Fig. 7 The result on the position changes

IV. 결 론

본 연구에서는 폐쇄성수면 무호흡증 개선을 위하여 자세를 바꿀 수 있는 침대를 제작하였다. 에어실린더 (air cylinder : ACM-N B50-S400) 2개를 제어하기 위하여 무소음 콤프레샤(LX110PDP)를 이용하였다.

40개의 센서가 척추를 중심으로 오른쪽 · 왼쪽으로 20개씩 배치되어 있는 상태에서 환자의 자세를 검출하기 위하여 20개씩 대칭되는 센서들의 압력 차이를 계산하였다. 바로 누워 있는 상태와 세로로 누워있는 상태의 압력차를 계산한 결과 바로 누워있을 때는 0.41 ± 0.30 이고, 세로로 누워있을 때는 1.09 ± 0.73 으로 나타났다. 즉 세로로 누워 있을 때가 오른쪽 왼쪽의 센서 값의 차이가 많이 나타나므로 폐쇄성 수면 무호흡 개선을 위한 기도 확보 자세를 유지 할 수 있는 시스템을 확인하였다. 추후 폐쇄성 수면 무호흡 환자들을 대상으로 본 연구에서 제작한 시스템을 이용하여 실험을 할 필요성이 있다

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by in-school Research Grant of Catholic University of Pusan(2015 year)

REFERENCES

- [1] S. Alagheband, P. Valestra, L. Quintos, A. Tse, M. Weinstein, "Process improvement initiative to increase recognition of obstructive sleep apnea(OSA) in the primary care setting," *Sleep*, vol. 40, pp. 181-185, April 2017.
- [2] T. Kendzerska, R. Leung, C. Atzema, G. Tomlinson, G. Hawker, A. Gershon, "Cardiovascular consequences of obstructive sleep apnea in women: A clinical cohort study," *Sleep*, vol. 40, pp. 166-171, April 2017.
- [3] A. Dalmar, M. Singh, Z. Heis, M. Katzoff, T. Chua, A. Tajik, A. Jahangir, "The risk of adverse cardiovascular outcomes after bariatric surgery in patients with morbid obesity with and without obstructive sleep apnea," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 67, pp.1885-1885, April 2016.
- [4] R. Heinzer, S. Vat , P Marques-Vidal et al, "Prevalence of sleep-disordered breathing in the general population: the HypnoLaus study," *Lancet Respiratory Medicine*, vol.3, pp. 310-318, Feb. 2015.
- [5] N. Dewan, FJ Nieto, V. Somers, "Intermittent hypoxemia and OSA: implications for comorbidities," *Chest* vol.147, pp.266-274, Jan. 2015.
- [6] I. Erdim , O. Erdur, F. Oghan, F. Mete, M. Celik, "Blood count values and ratios for predicting sleep apnea in obese children," *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, vol.98, pp. 85-90, May 2017.
- [7] C. Weng, J. Chen, P. Lee, C. Huang, "Implementation of a Wearable Ultrasound Device for the Overnight Monitoring of Tongue Base Deformation during Obstructive Sleep Apnea Events," *Ultrasound in Medicine & Biobym*, vol. 17, S0301-5629, May 2017.
- [8] P. Cistulli, D. Celermajer , "Endothelial Dysfunction and Obstructive Sleep Apnea: The Jury Is Still Out!," *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol.195, no.9, pp. 1135-1137, May 2017.
- [9] J. Hui, J. Ong, J. Herdegen, H. Kim, C. Codispoti, V. Kalantari, M. Tobin, R. Schleimer, P. Batra, P. LoSavio, M. Mahdavinia, "Risk of obstructive sleep apnea in African American patients with chronic rhinosinusitis.," *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, vol.118, no. 6, pp.685-688, April 2017.
- [10] N. Goldstein, M. Gorynski, C. Yip, J. Harounian, H. Huberman, J. Weedon, "Developmental delay in young children with sleep-disordered breathing before and after tonsil and adenoid surgery," *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* , vol.85, pp. 107-111, Jun. 2016.
- [11] R. Sevilla Berrios, P. Gay, "Advances and New Approaches to Managing Sleep-Disordered Breathing Related to Chronic Pulmonary Disease," *Sleep Medicine Clinics*, vol.11, no.2, pp. 257-264, March 2016.
- [12] D. Hwang, "Monitoring Progress and Adherence with Positive Airway Pressure Therapy for Obstructive Sleep Apnea: The Roles of Telemedicine and Mobile Health Applications.," *Sleep Medicine Clinics*, vol.11, no.2, pp. 161-171, March 2016.



예수영(Soo-Young Ye)

부산대학교 전자공학과 공학석사
부산대학교 의공학협동과정 공학박
부산가톨릭대학교 방사선학과 교수
※관심분야 : 영상처리, 신호처리, 의공학, 방사선과학



엄상희(Sang-Hee Eum)

동아대학교 전기공학과 공학석사
부산대학교 전자공학과 공학박
동주대학교 전기전자과 교수
※관심분야 : 영상처리, 신호처리, 의공학, IT융합