

논문 2011-06-27

욕창 방지를 위한 체압 모니터링 시스템 개발

(Development of The Physical Pressure Monitoring System to Prevent Pressure Ulcers)

이 아 라, 장 경 배*

(Ah-Ra Lee, Kyung-Bae Jang)

Abstract : This study suggests a Healthcare System for elderly and disabled who have mobility impairment and use a wheelchair for long time. Seating long time in a wheelchair without reducing pressure causes high risk of developing pressure sores. Pressure sores come with great deal of pain and often lead to develop complication. Not only it takes time and effort to treat pressure sores but also increases medical expenses. Therefore, we will develop a device to help to prevent pressure sores by measuring pressure distribution while seating in a wheelchair and wirelessly send information to user device to check pressure distribution in real time. The equipment to measure body pressure is composed of FSR sitting mat which is a sensor measuring part and an user terminal which is a monitoring part. The designed mat is matrix formed FSR sensor to measure pressure. The sensor send measured data to the controller which is connected to the end of the mat, and then the collected data are sent to an user terminal through a bluetooth. Developing a pressure monitoring system will help to prevent those who have mobility impairment to manage pressure sores and furthermore relieve their burden of medical expenses.

Keywords : Disabled, Body pressure, Wireless communication, Displayed in real-time

1. 서 론

휠체어는 이동장애인을 위한 이동 수단 외에도 적절한 처방을 통해서 근긴장도의 정상화, 병적반사 활동의 감소, 자세 대칭성의 증진, 운동범위의 증진, 피부상태의 호전, 편안함 등에 대한 기능의 증진을 가져올 수 있다. 그러나 잘못 처방된 휠체어는 장애와 관련된 문제를 사실상 더 악화시킬 수 있으며, 압력 집중의 경감 없이 오랜 시간 지속적으로 앉아 있을 경우 피부조직이 손상되어 욕창을 발생시킬 수 있다 [1].

욕창이 발생하면 통증을 경험하게 되고 감염성,

합병증 등으로 인해 입원과 재활기간이 연장되고, 치료와 검사로 의료비 지출을 증가시키며 증상이 심할 경우 사망의 위험성도 증가된다.[2] 일반적으로 욕창 발생은 압력, 응진력, 마찰 같은 연조직에 가해지는 외적요인인 기계적인 힘 때문이며, 개인의 민감도에 따라 욕창발생의 정도가 다르게 나타난다 [3].

미국의 경우 욕창방지와 자세교정을 위해 병원에서 최적의 쿠션을 선택하게 도와줌으로써 욕창방지 및 바른 자세 유도하기 위한 개인 맞춤형 시트를 제작하고 있다. 국내에서는 매트, 쿠션, 연고, 파스 등의 욕창관련 용품이 주를 이루고 있으며 체압 측정 및 자세교정 등의 기술개발은 극소수에 불과하다 [4]. 기존의 욕창방지 매트는 휠체어 사용시에 지속적인 바른 자세를 유도하기 어려우며 체압에 대한 정보를 제공할 수 없어 욕창의 근본적인 예방이 어렵다.

또한, 압력센서를 이용한 앉은 자세의 압력분포를 측정하기 위한 Xsensor Tech사의 Xsensor와

* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2011. 6. 14., 수정일: 2011. 07. 11.,

채택확정 : 2011. 7. 30.

이아라, 장경배 : 국립재활원

※ 본 논문은 국립재활원의 내부연구사업(과제번호:10-A-01, 09-D-02)으로 수행되었음.

Tekscan사의 Medical Pressure, 그리고 Vista Medical사의 FSA장비와 같은 장비들이 일부 개발되어 있다. 하지만 매우 고가여서 개인이 휴대하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 FSR(Force Sensing Resistor) 방식의 센서 매트리를 사용하여 저가격의 고정밀 이동형 측정 장치를 개발하였고 휴대용 단말기를 통해 지속적인 체압 분포의 정보를 제공할 수 있도록 설계하였다.

체압 측정 장치는 기존의 욕창방지매트에 적용될 수 있도록 47×47cm의 면적에 400개의 FSR센서 매트와 39×39cm의 면적에 289개의 FSR센서 매트로 압력을 측정하도록 2가지 사이즈로 설계하였다. 체압 분포는 휴대용 단말기를 통하여 제공되며 지속적인 정보를 제공함으로써 압력 편중 현상으로 인한 욕창을 예방할 수 있다.

II. 배경 지식

1. 욕창(pressure ulcer)의 정의

욕창은 신체의 뼈와 같은 골성 돌출부에 지속적이거나 반복적인 압력 또는 마찰 등에 의해 조직의 혈액 순환 장애로 인한 국소적인 조직 괴사 또는 궤양을 뜻한다 [5]. 보통 돌출부위에 발생하며, 주로 천추, 미추, 좌골결절, 전자, 외측 복사뼈에서 발생하게 되며, 특히 척수 손상을 입은 사람은 감각이 떨어지고 손상부위 이하로는 움직임이 제한적이기 때문에 욕창에 대한 높은 위험 수준을 가지고 있다.

척수 손상을 입은 사람 중 50% 이상이 일생 동안 어느 정도의 조직 손상을 겪은 것으로 나타났다. 또한 신경조직이 손상되거나 노화에 의해 퇴화된 장애인, 노인, 수술 전후 환자, 당뇨병자들에게 빈번히 발생된다.

2. 욕창의 발생 원인

욕창이 발생하게 되는 원인은 다양하게 나타나며 국소 부위에 외부적 힘이 가해지는 것을 일차적 원인으로 여긴다. 외부 압력이 작용하는 부위는 정상적인 혈액과 산소의 흐름이 감소하게 되고 이러한 상황이 지속되면 조직세포에 변화가 일어나게 되고 결국 세포 괴사가 일어난다 [6].

제한된 움직임만 가능한 사람과 침대에 누워 지내는 사람 그리고 휠체어에 장시간 앉아 있는 사람은 혈액 공급이 저하되어 압축력이 발생하기 때문

에 욕창에 걸리기 쉬우며, 주로 체중을 지지하는 뼈 돌기 부분에 욕창이 많이 발생한다 [7].

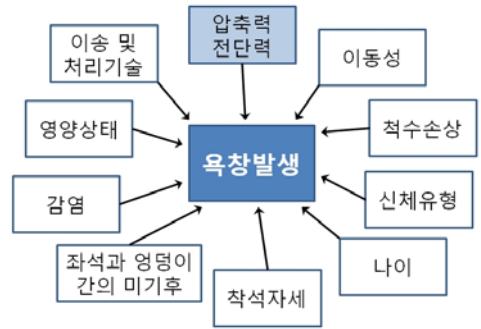


그림 1. 욕창 발생 요인

Fig. 1. Pressure ulcers occurrence factors

3. 욕창의 위험성

욕창이 발생하면 통증을 경험하게 되고 감염성 합병증 등으로 입원과 재환기간이 연장되고, 치료와 검사로 인한 의료비 지출을 증가시키며 치유되지 않으면 사망의 위험성도 증가하게 된다.

욕창 발생자는 욕창이 없는 사람보다 입원 기간이 보통 35일 이상 길어지고, 욕창 치유 경비가 건당 \$3,000~30,000로 입원 경비 또한 욕창이 없는 환자보다 2배 이상 필요하며, 간호 시간도 욕창 환자에 대해 50% 증가한다. Fife(2001)의 연구에서도 욕창으로 인한 평균 비용 증가로 건당 \$15,229와 8.2일의 입원기간 연장을 보고하였다.[8][9]

건강보험 수가에 의하면 욕창 한 부위 당 드레싱 비용이 7,20원 정도가 추가 발생되며(Kim, 2000), 욕창 단계가 3, 4단계 이상이거나 부위가 다발성일 경우는 치료비용이 더 증가될 수 있다.

III. 관련 연구

1. VISTA MEDICAL

휠체어에 탄 환자의 압력 상태를 수집 분석하는 FSA 시스템을 개발하였다. FSA 시스템은 휠체어를 탄 환자와 휠체어 쿠션 사이의 압력을 구하여 그에 적합한 최적의 쿠션을 선택하게 도와준다. 또한, 최적의 자세를 선정할 때도 도움을 준다.

2. XSENSOR TECHNOLOGY

시간에 따라 휠체어의 압력 분포의 분석 및 모

니터링을 고려한 Pressure imaging system을 개발하였다. Pressure imaging system은 두 표면 사이의 압력을 동적으로 측정하는 것이며, 이러한 Pressure mapping 기술은 현재 산업 전 분야에서 빠르게 확산되고 있으며 다양한 어플리케이션을 가지고 있다.

3. UNIVERSITY of WASHINGTON

현재 휠체어를 타는 환자의 둔부 압력을 센싱하여 그 압력을 mapping하여 욕창이나 다른 합병증에 대한 대비를 할 수 있는 연구를 진행하고 있다. 휠체어 사용자들의 불편 중의 하나인 압력과 그에 따른 여러 가지 합병증에 대한 대비를 위한 압력 분포 센서를 통하여 알아내는 연구 실시한다.

4. TEKSCAN

TEKSCAN사에서 개발한 Medical Pressure 측정 시스템은 응급 환자에 대한 pressure와 관련된 문제에 대한 관리와 예방에서 효율적인 솔루션을 제공하는 시스템. 측정 시스템은 자료 획득, 디스플레이, 분석 기능을 포함하고 있으며 측정 장치는 정확하고 신뢰성 있는 데이터를 제공함으로써 pressure와 관련된 상처의 형성에 대한 중요한 단서를 제공할 수 있다.

IV. 디자인 및 구성

1. 체압 모니터링 알고리즘

제안한 체압 모니터링 알고리즘 구성은 크게 FSR(Force Sensing Resistor) 센서 방식, 컨트롤러, 디스플레이 장치로 나눌 수 있다. 먼저 FSR 센서로 이루어진 체압 측정 방식에서 사용자의 체압 데이터를 방식의 끝단에 연결된 컨트롤러에 보내면, 컨트롤러 내의 A/D 변환기를 통하여 디지털 값으로 변환이 되고 이 신호는 컨트롤러에 내장된 블루투스 모듈로 디스플레이 장치로 전송하게 된다. 디스플레이 장치로 전송된 체압 데이터는 체압 모니터링 프로그램에 의해 실시간으로 사용자의 체압 정보를 볼 수 있게 한다. 만약에 방식에 압력이 가해지게 되면 체압 모니터링 프로그램에 의해 사용자 단말기 화면에 압력의 크기에 따라 다른 10여가지의 색깔을 출력하게 된다. 또한 체압 모니터링 프로그램에 있는 압력값 크기와 지속 시간의 설정을 통하여 일정 압력값이 일정 시간 이상으로 지속될 경

우에 경고음과 경고 표시 메시지를 띄우도록 하였다.

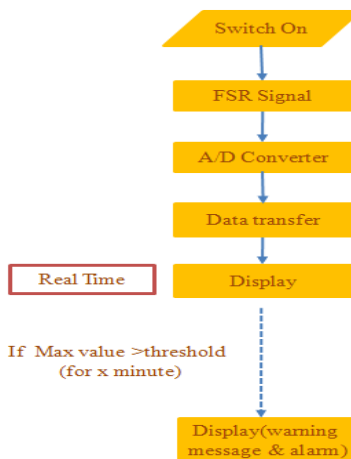


그림 2. 체압 모니터링 알고리즘

Fig. 2. Physical pressure measuring algorithm

2. 체압 측정

1.1 FSR 센서 방식

현재 국내외적으로 압력 센서를 이용하여 압력 분포를 측정하기 위한 장비가 일부 개발되어 있으나 매우 고가여서 개인이 휴대하기 어렵다.

FSR 센서는 굽힐 수 있는 필름체로써 전도성의 고무와 비교해볼 때 전기적 이력현상이 거의 없고 가격이 저가라는 장점을 가지고 있다.

고안한 체압 방식은 두가지 사이즈로 20x20과 17x17의 센서로 매트릭스의 형태로 이루어져 있으며, 센서는 방식의 끝단과 연결된 컨트롤러로 신호를 전달한다.



그림 3. 체압 모니터링 시스템 구성

Fig. 3. Structure of physical pressure monitoring system

1.2 컨트롤러

FSR 센서 방식과 연결되어 사용자의 체압 신호를 수집할 수 있고, 전원 스위치 하나로 간단하게 체압 방식을 on/off 할 수 있도록 설계하였다.

각 컨트롤러에 부여된 코드 ID를 이용해 사용자 단말기와 1:1 연결할 수 있다. 체압 신호를 A/D 변환을 하고, 블루투스를 통하여 사용자 단말기로 전송한다.

3. 디스플레이 장치

1.1 PDA

모바일 6.1 OS 기반으로 사용이 간편하고 화면이 큰 장점을 가지고 있으며 최근 실생활에 잘 사용되지 않는 기기라는 것이 단점이 있다.

실시간으로 체압 정보를 모니터링 할 수 있으며, 체압의 크기와 지속시간을 설정할 수 있게 하여 임계치 이상이 지속될 경우 경고음 및 메시지를 출력한다.

체압 데이터를 저장하여 개인용 컴퓨터의 체압 분석 프로그램에 이용할 수 있다.

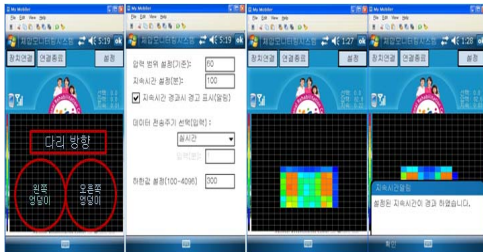


그림 4. PDA에서 체압 모니터링 프로그램 Fig. 4 PDA analysis program

1.2 스마트폰

안드로이드 OS 기반으로 화질이 선명하고 부분적 압력의 크기를 볼 수 있으며, 실시간으로 체압 정보를 모니터링 할 수 있다. 체압의 크기와 지속시간을 설정할 수 있게 하여 임계치 이상이 지속될 경우 경고음 및 메시지를 출력할 수 있도록 설계하였다 (그림 5-(c)).

스마트폰의 특징인 터치패널을 이용하여 하나의 센서 셀에서의 압력 값을 볼 수 있다. 기존의 스마트폰 사용자는 기기 구매 부담을 줄일 수 있지만, 스마트폰 미사용자는 기기 구입비용 부담 및 사용의 어려움이 있을 수 있다.



그림 5. 스마트폰에서 체압 모니터링 프로그램 Fig. 5. smartphone analysis program

1.3 개인용 컴퓨터

사용자 단말기가 실시간으로 사용자의 체압 정보와 위험 상황에 대한 경고를 알려준다면 개인용 컴퓨터를 이용한 체압 분석 프로그램은 체압의 크기와 접촉 면적, 이미지의 해상도 등 이미 취득된 체압 데이터에 대한 파라미터 분석을 도와줄 수 있다. 또한, 임계치 설정에 따라 체압 크기에 따라 색깔의 변화 조절이 가능하다.

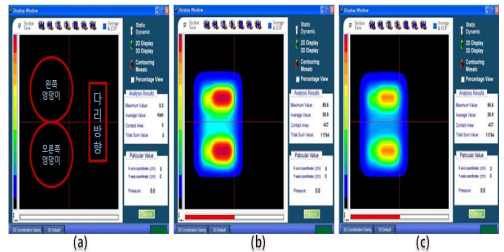


그림 6. 개인용 컴퓨터의 체압 분석 프로그램 Fig. 6 PC analysis program

V. 성능 평가

1. 같은 실험자, 다른 환경

바닥이 평편한 전동 휠체어 위에 동일한 실험자의 둔부에 접촉하는 부분을 다른 환경으로 구성하여 본 연구에서 개발한 체압 측정 시스템으로 체압을 측정한다. 좌석 환경과 PDA의 디스플레이, 개인

용 컴퓨터의 데이터 분석 프로그램으로 비교할 수 있다. 전동 휠체어의 맨바닥(그림 7-(a), 그림 7-(d)) ROHO 방식(그림 7-(b), 그림 7-(e)), 젤 방식(그림 7-(c), 그림 7-(f)) 위에서 체압을 측정하였다.

모니터링 되는 압력의 분포가 전체적으로 좁게 나타난 맨 바닥보다 압력의 분포가 넓게 나타난 ROHO 방식과 젤 방식의 체압 분산 효과가 뛰어난 것을 볼 수가 있고, 젤 방식보다는 ROHO 방식이 모니터링 되는 셀의 색깔이 푸른색을 띄는 것으로 보았을 때 압력의 분산 효과가 좋음을 알 수 있다.

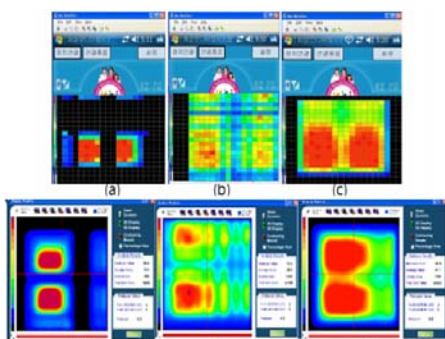


그림 7. 각 환경별 체압 측정

Fig. 7. physical pressure measure for each environment-specific

2. 같은 환경, 다른 디스플레이 장치

동일 사용자와 동일한 조건에서 서로 다른 사용자 단말기인 PDA와 스마트폰의 체압을 비교하였다.

PDA(그림 8-(a))와 스마트폰(그림 8-(b))은 기본적인 디스플레이 방법이 같지만 스마트폰은 드래그가 가능하기 때문에 각 셀 하나의 압력 값도 관찰할 수 있는 장점이 있다.



그림 8. PDA와 스마트폰의 체압 비교
Fig. 8. PDA vs smartphone

VI. 결론

이미 질환 또는 장애를 가진 사람들에게 욕창은 2차적인 고통뿐만 아니라 금전적 부담도 주게 된다. 따라서 욕창은 장애인들에게 가장 큰 장애이며 꼭 예방해야 하는 질환 중 하나이다.

욕창을 예방하기에 가장 좋은 방법은 욕창이 발생하기 이전에 욕창이 발생할 수 있는 환경을 만들지 않는 것이다. 환자의 욕창 방지 및 체형 교정을 위해 시판되는 국내외의 체압 측정 장치는 정밀한 대신에 고가이며 장비의 이동성에서 불편함이 있었다. 우리는 체압 모니터링 시스템에 있어서 사용자가 압력의 크기와 압력 분포를 잘 인지할 수 있느냐와 측정 장비의 가격과 이동성에 중점을 두었다.

또한 통신기기의 급속적인 발전으로 인해 현재 많이 사용되는 스마트폰과 PDA, PC로 다양한 디스플레이 장치를 구성하였다. 스마트폰과 PDA는 기능이 큰 차이를 보이지는 않는다. 하지만 스마트폰은 기존의 PDA의 몇배 이상의 해상도를 가지고 있기 때문에 과거와 비교해 더 선명하고 시각적으로 부분별 압력차를 느낄 수 있다.

우리가 개발한 체압 모니터링 시스템은 현재 국내외에 시판되는 체압 측정 장치들과 가격적인 측면에서 큰 강점을 가진다. 이미 사용자 단말기를 구비하고 있는 경우라면 30만원 이하, 설령 사용자 단말기가 없는 경우 모두 구입하였을 때 100만원 이하의 비용으로 체압 모니터링 시스템을 구매할 수 있을 것이라 예상된다.

본 연구에서 개발한 체압 모니터링 시스템은 몸이 불편한 사람들에게 욕창 예방을 위한 체압 관리에 도움이 될 뿐만 아니라 금전적 부담감도 줄일 것이라 생각된다.

참고문헌

[1] H. Rosalind, A. Pasty, P. David, "Wheelchair users and postural seating", New York, Churchill Livingstone, 1998.
 [2] Korean Research Group for Wound Care, "Advances in wound care", Korea Medical, 2002.
 [3] Davis K., "Pressure sores: Etiology, risk factors and assessment scales", BR J Nurs, Vol.3 Issue.6, pp. 256-262, 1994.
 [4] 강동원, 김경명, 장경배, "욕창 예방을 위한 체압

측정 장치 및 교정용 의자 개발,” 대한전기학회
하계학술대회 논문집, Vol.1, No.1, pp.
1974-1975, 2009.

- [5] Kartes S. K., "A team approach for risk assessment, prevention and treatment of pressure ulcers in nursing home patients", J Nurs care Qual, Vol.10 Issue.3, pp. 34-45, 1996.
- [6] 정동훈, 공진용, 권혁철, "휠체어 착석과 욕창 발생 관련 요인의 고찰", 대한물리치료학회지, Vol.12, No.2, pp. 229-238, 2000.
- [7] Porreca RC, Chagares RM, "A treatment for pressure sores in the orthopaedic patient population", Orthopaedic Nursing 2, pp. 30-36, 1983.
- [8] Pugliese G., Favero M., "Pressure ulcers; Impact on hospital costs and length of stay", Infection Control and Hospital Epidemiology, Vol.20 Issue.7, pp. 472, 1999.
- [9] 윤재석, 김재호, 이상신, 안일엽, 송민환, 원광호, "가속도 센서 노드 기반 활동량 모니터링 애플리케이션", 대한임베디드공학회 논문지, Vol.1, No.1, pp. 323-324, 2010.
- [10] 김경원, 임태범, 이윤주, 문재원, "상황인지형 스케일러블 애플리케이션 인터페이스 설계", 대한임베디드공학회 논문지, Vol.1, pp. 437-438, 2010.

저 자 소 개

이 아 라 (Ahra Lee)



2011년 : 대구대학교
재활공학과 학사.
2011년~현재, 보건복지부
국립재활원 재활연구소
연구원.

관심분야 : 재활공학, 의용시스템, 어플리케이션.
Email : yiara1004@naver.com

장 경 배 (Kyungbae Jang)



2006년 : 고려대학교
전기공학과 공학박사.
1997~2008년 : 현대오토넷
전장연구소 선임연구원.
2008년~현재, 보건복지부
국립재활원 재활연구소
연구원.

관심분야 : 재활보조기술, 이동보조기술, 장애인
건강관리기술
Email : kbjang@korea.kr