

무선 생체신호 모니터링 시스템

김도경*, 이인광, 차은중, 김경아

충북대학교 의과대학 의공학교실, 충북대학교 차세대 선도 의과학전문인력양성사업단

Wireless Bio-signal Monitoring System

Do-Kyoung Kim*, In-Kwang Lee, Eun-Jong Cha, Kyung-Ah Kim

Biomedical Engineering Department, and BK21 CBSC, School of Medicine, Chungbuk National University

Abstract - As rapid aging and high economic level, people are interested in their wellness. And it needs to examine the condition of their health constantly. Proposed device can measure bio-signal by connecting several measurement modules such as spirometric module, blood glucose measurement module, uro-flow measurement module and temperature measurement module. These modules can be chosen as occasion demands. In addition, developed user program enables patients to monitor bio-signal at their own place via the personal computer.

1. 서 론

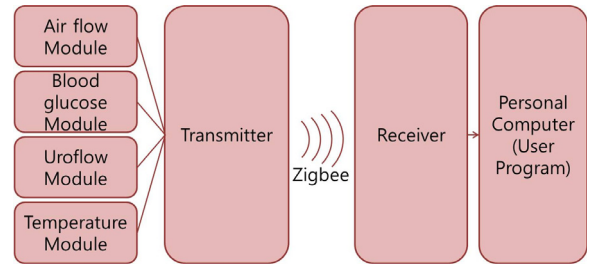
급속한 고령화 및 경제수준의 향상에 따라 삶의 질이 중요한 관심사로 부상하고 있으며 이를 위해서는 특정 질병에 걸리지 않더라도 지속적인 건강관리가 필요하다[1]. 특히 천식, 당뇨, 전립선 비대증과 같은 만성질환을 가지고 있는 환자의 경우 정기적인 생체신호 측정을 통해 자신의 건강상태를 모니터링하고 관리하는 것이 매우 중요하다. 그 중에서 전세계적으로 높은 유병율을 나타내고 있는 천식은 국내에도 서구화된 생활양식과 산업화에 따른 공기오염 등으로 인해 환자의 수가 증가하여 소아 및 청소년과 노년층에서 약 12% 이상의 유병율을 보이고 있다[2]. 천식환자는 약물 관리 뿐만 아니라 최대호식기류계라는 기구를 사용하여 최대호식기류(PEF, peak expiratory flow rate)를 측정함으로써 자신의 기도 상태를 관리하는 것이 일반적이다. 또 다른 대표적인 만성질환인 당뇨병은 우리나라의 경우 1970년에 1%미만이었던 발병률이 2005년에 7.3%로 크게 증가하였다. 최근에는 노년층 뿐만 아니라 젊은 연령대의 당뇨병환자가 급격히 증가하고 있다. 당뇨병환자는 각종 합병증을 예방하기 위해 적절한 수준의 혈당을 유지하는 것이 필수적이다[3]. 통상 혈당검사는 하루 최소 2회, 엄격히는 4회 실시하여 혈당의 변화 등을 확인하는데 이를 통해 당뇨 관리를 해야 한다. 마지막으로 전립선 비대증은 남성의 연령이 증가할수록 비례하여 발병 빈도가 증가하는데 60대 이상의 남성의 60%~90%에서 발병하고 있다[4]. 전립선 비대증을 진단하는 여러 검사 방법 중에서 요류검사는 비침습적이며 검사방법이 간단하여 가장 많이 사용되고 있다[4]. 이러한 만성질환의 관리를 위해 필요한 의료시스템은 최근 유비쿼터스 헬스케어 기술을 활용하는 방향으로 발전하고 있는데, 기존에 병원에서만 가능했던 의료서비스를 때와 장소를 가리지 않고 받을 수 있도록 전환되고 있는 추세다[5]. 따라서 본 연구에서는 개개인이 가정에서 다양한 생체신호를 계속하여 자신의 건강상태를 모니터링하고 관리 할 수 있는 장치를 개발하였으며, 그 유용성을 실험적으로 검증하였다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구성

시스템에서 측정하고자 하는 생체신호로는 개인이 가정에서 꾸준히 자가관리를 해야 하는 질환을 대상으로 하여 호흡, 혈당, 요속, 체온으로 선정하였다. 호흡 및 혈당 측정 모듈은 본 연구팀에서 개발한 모듈을 사용하였으며[6,7], 요속 및 체온 측정 모듈을 추가로 개발하였다.

측정 모듈은 한 개의 송신 모듈에 각각 체결 가능하도록 체결부위를 동일하게 제작하였으며, 체결과 동시에 송신 모듈로부터 전원을 공급받아 동작하도록 하였다. 수신 모듈은 RS232C로 PC에 연결되도록 하였으며, 신호 측정을 하지 않는 동안 송신 모듈을 충전하기 위한 거치대의 형태로 제작하였다. 측정된 생체신호의 무선 송수신은 지그비 방식을 채택하였다. 측정모듈에서 측정된 신호는 무선으로 송신모듈에서 수신모듈로 전송되고 수신모듈과 연결된 PC에서 사용자 프로그램을 통해 생체신호를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 이에 대한 시스템 전체 구성도를 그림 1에 나타내었다.



<그림 1> 시스템 구성도

2.1.1 호흡 측정 모듈

호흡 측정 모듈에 장착된 기류 센서는 호식기류가 가지는 운동 에너지를 동압력으로 변환하는 속도계측형 호식기류센서로서 기류방향에 수직으로 세워놓은 내경이 약 0.7[mm]인 작은 감지관에 5개의 구멍을 뚫어 각 계측지점에서의 동압력을 물리적으로 평균하여 계측할 수 있도록 하였다. 감지관에 연결한 실리콘 튜브에 범용 압력센서가 연결되어 동압력이 측정된다[6].

2.1.2 혈당 측정 모듈

적은 혈액으로 검사가 가능하고 측정방법이 편리하다고 알려진 전기화학 전극법[8]을 이용하여 혈당 측정 모듈을 제작하였다. 혈액 속의 글루코오스 양에 따라 전자가 생성되고 전극을 통해 흡수되는 전류를 측정함으로써 혈당 값을 측정하게 된다. 측정값의 정확도를 향상시키기 위해 온도 측정 회로를 내장하여 온도에 따라 측정값을 보정하였다.

2.1.3 요속 측정 모듈

요속 측정은 배뇨 과정 중의 요 무게를 로드셀(load cell)로 측정하는 무게 측정 방식을 사용하였다[9]. 이때 로드셀은 바닥에 위치하며, 그 위에 놓인 요 수집용기에 사용자가 배뇨를 한다. 요 수집용기를 올려놓고 피검자가 배뇨하므로 요는 용기 상부에서 떨어지게 된다. 따라서 요는 배뇨용기에 충격을 가하여 측정 잡음을 발생시켜 검사의 신뢰도를 하락시킨다. 이러한 충격잡음을 최소화하기 위해 본 연구팀에서 개발한 삼점 평균기법을 적용하여 계측잡음을 제거하였다[10].

2.1.4 체온 측정 모듈

온도 측정용 서미스터를 사용하였으며 지식경제부 기술표준원에서 지정한 일반용 전자체온계의 표시범위[11]인 35℃~45℃에서 선형적인 동작을 하도록 회로를 구성하였다.

2.1.5 사용자 프로그램

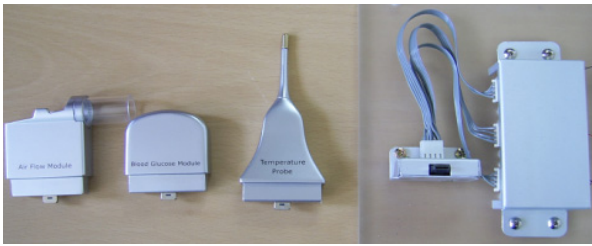
측정되는 생체신호를 그래프로 실시간 디스플레이하기 위해 범용 프로그램인 Visual Studio 2008(Microsoft, USA)를 사용하여 사용자 프로그램을 제작하였다. 측정된 데이터 값은 프로그램에서 그래프 형태로 나타나게 된다.

2.2 실험방법

20대의 정상 성인 남성 1인을 대상으로 호흡 측정 모듈을 사용하여 노력성 폐활량검사를 수행하였으며, 동일인을 대상으로 혈당 측정도 시행하였다. 체온 측정 모듈의 동작 상태를 확인하기 위해 36℃의 항온 수조에 모듈을 담가 시간에 따라 온도가 증가하는지 확인하였다. 요속 측정 모듈의 경우, 150mL의 물을 요 수집용기의 상부에서 부으면서 용기의 무게신호 변화를 계속하였다.

2.3 결과

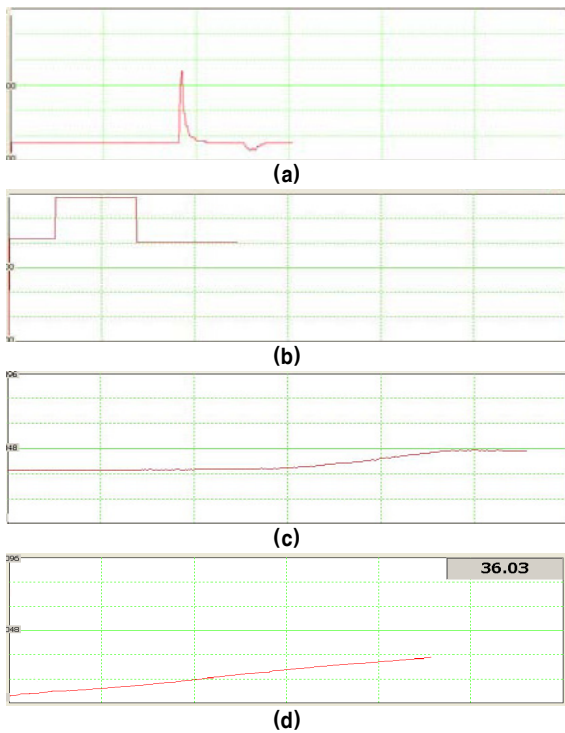
제작한 각 모듈의 실물사진을 그림 2와 그림 3에 나타내었다. 송신모듈과 수신모듈의 통신가능거리 성능실험 결과, 장애물이 없는 환경에서 15m까지 데이터 수신이 가능했다. 모듈의 성능검사 실험 결과를 그림 4에 나타내었다. 각 모듈의 측정값은 이상 없이 전송되어 사용자 프로그램에서 그래프와 측정값으로 출력되는 것을 확인 할 수 있었다.



〈그림 2〉 측정 모듈 (왼쪽부터 호흡, 혈당, 체온, 요속 측정모듈)



〈그림 3〉 수신모듈(왼쪽)과 송신모듈(오른쪽)



〈그림 4〉 각 측정 모듈의 측정신호 (a) 호흡 측정 모듈 (b) 혈당 측정 모듈 (c) 요속 측정 모듈 (d) 체온 측정 모듈

3. 결 론

본 연구에서는 호흡, 혈당, 요속, 체온 등 다양한 생체신호를 무선으로 전송받아 PC에서 실시간으로 모니터링 할 수 있는 시스템을 구현하였다. 사용자는 가정에서 자신에게 필요한 측정 모듈을 선택하고 그 결과를 제공받으므로, 보다 원활한 건강관리가 이루어 질 수 있다. 뿐만 아니라 생체신호를 무선으로 수집함으로써 사용자에게 편리성을 제공할 수 있다. 특히 요속 측정의 경우 환자와 측정자가 독립된 공간에서 측정이 이루어지므로 환자의 불편함을 해소할 수 있게 되고, 그 결과 좀 더 정확한 측정이 이루어 질 것이라 기대한다. 향후에는 송신모듈과 PC의 연결을 USB 방식으로 변경하여 별도의 전원을 사용하지 않고자 한다. 또한 사용자 프로그램을 개선하여 다양한 진단 매개변수를 자동으로 산

출하여 디스플레이 할 수 있도록 보완할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 고유상, 최진영, 이준환, “헬스케어산업의 메가트렌드와 한국의 기회”, 삼성경제연구소, CEO인포메이션 제 788호, 2011.
- [2] 조상현, 김윤근, 장윤석, 김선신, 민경업, 김유영, “우리나라 기관기전식에 대한 인지 및 실태조사”, 대한내과학회지, 제 70권, 1호, pp. 69-77, 2006.
- [3] 대한당뇨병학회, “당뇨병학”, 고려의학, 2006.
- [4] 대한전립선학회, “전립선비대증”, 일조각, 2004.
- [5] 지경용, “유비쿼터스 시대의 보건의료”, 진한엠엔비, 2005.
- [6] 이인광, 최성수, 김도경, 한순화, 한정수, 정재관, 이수옥, 차은종, 김경아, “무선 폐활량검사 모듈 개발”, 제 42회 대한의용생체공학회 춘계 학술대회, P-204, 2010.
- [7] 최성수, 이인광, 김도경, 박미숙, 박경순, 정아름, 이한나, 차은종, 김경아, “무선 혈당 측정 및 전송 모듈 개발”, 제 42회 대한의용생체공학회 춘계 학술대회, P-204, 2010.
- [8] 우재은, 이도훈, 황유성, “전기화학전극법을 이용한 자가 혈당측정기, Companion™의 평가”, 대한임상병리학회지, 제 14권, 제 3호, pp. 309-316, 1994
- [9] 정도훈, 조성택, 남기곤, 정문기, 전계록, “로드셀을 이용한 요류검사의 구현 및 평가”, 한국센서학회지, 제13권, 제6호, pp.436-445, 2004.
- [10] 최성수, 이인광, 이상봉, 박준오, 이수옥, 차은종, 김경아, “삼점 신호 평균기법에 의한 요속신호의 잡음 축소 기법”, 전기학회논문지, 제 58권, 제 8호, pp. 1638-1643, 2009.
- [11] 지식경제부 기술표준원, “전자체온계:KS P 6002”, 2009.