

# 노인을 위한 건강 모니터링 기술

• 박 광 석 / 서울대학교 의과대학 의공학교실, 교수  
e-mail • kspark@snuvh.snu.ac.kr

이 글에서는 노인들의 건강 상태를 모니터링하기 위한 재택 모니터링 기술, 이동 중 건강 모니터링 기술, 무자각적 건강 모니터링 시스템 등 기술의 현황에 대하여 소개한다.

우리나라는 2000년에 65세의 인구가 7%를 초과하여 이미 고령사회에 진입하였고, 2019년경에는 65세 이상의 인구가 14%에 도달하는 고령사회로의 진입이 예상되고 있다. 특히 최근의 서구 선진국을 능가하는 급속한 출산율 감소는 우리 사회의 고령화를 더욱 가속 시키고 있다. 사회의 고령화는 단순한 고령인구의 증가로 인한 사회의 활동성 감소뿐만 아니라, 고령 인구를 지원하기 위한 사회적 비용의 증가를 의미한다. 이러한 사회적 비용의 증가는 결국 20대부터 60대까지의 활동성 인구의 부담으로 돌려지게 된다.

이 중에서 대표적인 것이 노인들의 건강에 관련된 문제들이다. 노인들의 건강 유지와 질병의 치료를 위하여서는 경제적인 비용과 함께 많은 인력적 지원을 요구하고 있다. 노인들의 경우 만성적 질환을 갖고 있는 경우가 대부분이기 때문에 건강에 대한 지속적인 관리와 점검이 요구되고 있다. 이러한 질환의 관리를 위해서는 노인들이 병원을 수시로 방문하든지, 의료 인력이 노인이 거주하는 가정을 방문하든지, 가정에서 누군가가 노인의 건강을 지속적으로 점검하든지 하여야 한다. 어떠한 경우에든지 활동성 인력의 참여 없이 수행되기는 어렵기 때문에, 노인의 수는 증가하고 활동성 인구의

수는 감소하는 사회적 상황 하에서는 다가오는 고령사회에 대비하여 보다 적극적인 대처방안이 요구되고 있는 부분이다.

이에 대한 방안으로 대두되고 있는 것이, 노인을 위한 건강 모니터링 기술이다. 집안에서 거주하는 노인의 건강 상태를 지속적으로 모니터링 할 수 있다면, 노인들이 정기적으로 병원을 방문하지 않고도, 의료 인력이 수시로 가정을 방문하지 않고도, 집안에 노인의 건강관리를 위한 가족이나 인력이 없어도 노인들의 건강 상태를 유지할 수 있으며, 건강 상태의 이상 및 응급상황을 조기에 진단할 수 있을 것이다. 이러한 기술은 노인들의 건강관리에 요구되는 많은 의료 인력을 대체할 수 있으며, 노인들의 병원 방문이나 의료 인력의 가정 방문을 최소화하여 의료 시스템의 효율화를 실현할 수 있을 것이다. 특히 급속한 고령화와 함께 나타나고 있는 혼자 사는 노인 인구의 증가는 특별한 관심을 요구하고 있으며, 노인의 건강 모니터링 기술의 발전은 혼자 사는 노인들에게도 유용한 방법으로 적용 될 것이다.

## 재택 모니터링 기술

노인의 건강 상태를 지속적으로 관리하기 위한 방법 중의 하나는 별도의 재택진단시

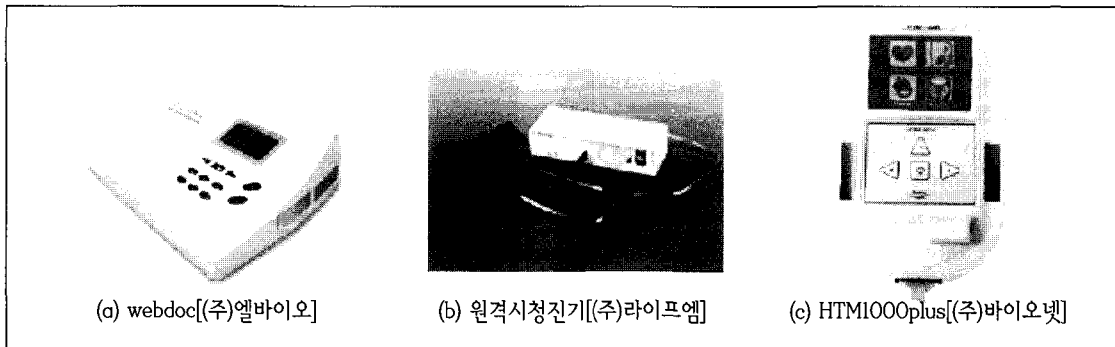


그림 1 국내에서 생산되고 있는 재택진단 의료기기

시스템을 이용한 모니터링이다. 재택진단시스템은 소형화되고 일반적으로 반적으로 복합화된 진단용 의료기기로, 쉽게 가정 내에 설치하여 거주자의 건강 상태를 주기적으로 기록하고 이를 병원 또는 의료센터에 전송하여 주는 형태의 의료기기이다. 따라서 재택진단시스템은 노인뿐만 아니라, 집에서 지속적이고 집중적인 관리와 모니터링을 요구하는 환자 군에 대하여 일반적으로 적용할 수 있는 기술이다. 태아와 산모의 건강관리를 위하여 임신부 전용 재택 시스템도 있으며, 일반인의 정기적인 건강을 모니터링하기 위한 기본적인 재택진단시스템들도 있다. 그러나 이러한 재택진단시스템이 가장 유용하고 활용될 수 있는 대상은 고혈압, 당뇨병 등의 만성적 질환을 갖고 있거나 발생률이 높은 노인층이라고 할 수 있다.

재택진단시스템에서 측정할 수 있는 생체 변수들은 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 심전도

세 개의 전극을 팔과 다리에 부착하여, 6

채널의 심전도를 기록하여 주며, 심전도로부터 심박수 등의 심기능 파라미터를 도출하여준다. 심장관련 질환자의 진단 및 상태 모니터링에 유용하게 사용된다.

(2) 혈압

팔의 윗부분에 커프를 이용하여, 압력을 가한 후 압력을 점차 감소 시켜가며, 수축기 혈압과 이완기의 혈압을 기록하여 준다. 그밖에 평균 혈압과 심박동수를 도출하여 주기도 한다. 고혈압 환자의 관리를 위하여서는 필수적인 측정 신호이다.

(3) 혈당

측정 대상자로부터 최소한의 혈액을 추출하여, 혈액 내의 혈당 수준을 측정한다. 당뇨병 환자의 재택 관리를 위하여선 필수적인 측정 신호이다.

(4) 체지방

신체 내부로 미세한 전류를 흘려주어 신체 내의 체지방의 비율을 측정하여준다. 비만도를 관리하기 위하여 측정하는 생체 신

호이다.

#### (5) 산소 포화도

광학적인 방법을 이용하여서 혈액 내의 산소의 포화 정도를 계측하여준다. 정상적으로 호흡기의 기능이 이루어지고 있는가를 판단하는 중요한 생체 신호이다.



그림 2 반지형 건강 모니터링 시스템

#### (6) 시·청진기

병원에서 의사가 환자를 진찰하는 것과 같이 환자의 상태를 직접 보고, 청진기를 통하여 확인하기 위하여 디지털 카메라와 디지털 청진기를 통하여 환자의 상태를 측정하여 전송한다.

현재 국내에서도 재택 진단용 의료기기가 개발되어 상품화되어 있으며, 지속적으로 연구와 개발이 진행되고 있다. 그림 1은 국내에서 생산되고 있는 재택진단 기기들을 보여주고 있다.

### 이동 중 건강 모니터링 기술

집안에서의 건강관리뿐만 아니라, 일반적인 사회활동 중에 생체시스템의 상태를 모니터링하기 위한 기술들이 개발되고 있다. 노인 및 환자의 건강 상태를 모니터링하기 위하여 대상자를 진단기에 연결하여 구속시키지 않고, 정상적인 활동하게 하며, 활동 중의 건강 상태를 연속적으로 모니터링 하여 더욱 정확하게 대상자의 상태를 파악할 수 있게 하여 준다. 이러한 이동 중의 건강 모니터링을 위해서는 휴대하기 간편하게 개

발된 각종 소형의 생체 신호 계측 센서 및 측정장치와 함께, 측정된 생체 신호 데이터를 신속하고 정확하게 전송하여주는 무선 전송 시스템 및 기술의 개발이 필요하다. 최근에 급속하게 기술이 발전하고 있는 무선 휴대전화와 PDA는

소형의 휴대형 생체 신호 측정 센서들의 제어를 담당하고, 측정된 대상자의 건강 신호들은 무선망을 통하여 전송하기의 일차적인 처리를 담당하기에 적절한 수준까지 발전하여 있다. 국내에서도 이 분야의 연구가 성숙된 단계는 아니나 점차 활성화 되어가고 있다. 이동 중의 건강 상태를 모니터링하는 대표적인 기술들은 다음과 같다

#### (1) 배회방지 모니터링 시스템

치매 등 노인성 질환에 의하여 집밖으로 외출하였다가 제대로 돌아오지 못하고 배회하는 환자들을 대상으로, 현재의 위치를 파악하여주는 시스템이 개발되고 있다. 환자가 휴대하는 무선전화, PDA 또는 기타의 송신장치에 대상 환자를 인식할 수 있는 ID를 부여하고, 무선 전화망 또는 GPS망을 통하여서 환자의 현재의 위치를 파악할 수 있다. 대상자의 위치 파악의 오차가 점차 감소하고 있으며, 현재에는 수미터의 오차 범위 안에서 위치를 추적하여 낼 수 있는 정도까지 발전 하였다.

#### (2) 반지형 건강 모니터링 시스템

신체의 상태를 모니터링할 수 있는 센서들을 초소형화하여 반지 형태로 건강 모니터



링 시스템을 개발한 것이다. 미국 MIT 대학의 연구소에서 수행하고 있는 프로젝트로 손가락에서 혈압, 맥박, 산소 포화도 및 체온 등을 측정하고 이를 무선으로 전송하여 주기까지 한다. 특히 반지형 센서인 경우에는 24시간 반지를 끼고 있는 동안에 지속적으로 건강 상태를 모니터링 할 수 있는 것이 가장 큰 특징으로 제시하고 있으나, 무선 송신을 해야 하기 때문에 소모되는 전력을 최소화하여야 하는 문제점을 갖고 있다.

### (3) 셔츠형 건강 모니터링 시스템

손가락에서 측정하는 생체 신호가 오차가 있기 때문에, 보다 정확한 환자의 상태를 모니터링하기 위해서는 센서들을 신체 내의 활동 장기에 가까운 위치에 부착하여 생체 신호들을 측정하는 것이 필요하다. 이러한 목적으로 각종 센서들을 셔츠에 장착하고, 이 셔츠를 입고 활동하면 활동 중의 대상자의 신체 활동 상태가 지속적으로 모니터링 되도록 개발된 것이 셔츠형 건강 모니터링 시스템이다. 이러한 시스템을 이용하여서 활동 중의 심전도, 호흡, 산소 포화도를 지속적으로 측정할 수 있다. 선진국에서는 셔츠형 건

강 모니터링 시스템이 몇 개의 회사에서 제품으로 출시하기 시작한 수준이고 국내에서도 이와 관련된 연구들이 진행되고 있다.

### (4) PDA를 중심으로 한 휴대형 건강 모니터링 시스템

휴대형 정보 통신 장비 중 대표적인 PDA를 이용한 휴대형 건강 모니터링 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 Body Area Network(BAN)의 개념을 도입하여 신체 내에 부착된 각종 센서와의 유선 또는 무선망을 소규모로 구성하고 PDA를 통하여 측정된 신호를 처리하고 다시 중앙의 병원이나 의료정보 관리 센터로 전송하는 형태로 발전하고 있다. 모니터링

을 위한 센서 이외에 약물의 지속적인 주입을 위한 액추에이터를 포함하여 모니터링 시스템을 지속적 치료 시스템의 수준까지 발전시키고 있다.

### 무자각적 건강 모니터링 시스템

재택진단시스템과 휴대형 또는 이동형 모니터링 시스템은 병원 바깥의 범위에서 노인들의 건강 상태를 모니터링해 줄 수 있는 기능은 보유하고 있지만, 환자에 전극



그림 3 셔츠형 건강 모니터링 시스템

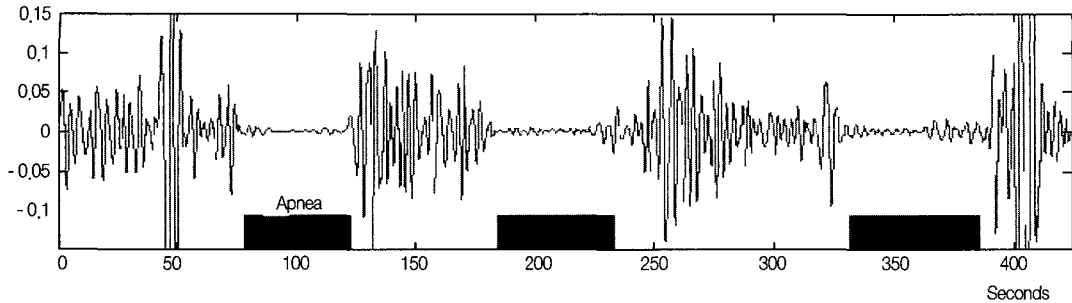


그림 4 침대 위에 장착한 전도성 시트를 이용하여 측정된 심전도로부터 추출된 호흡신호

또는 센서를 부착하여 측정하여야 한다. 정기적으로 신체 상태를 모니터링하는 경우에는 이러한 신체 상태의 모니터링 방법들은 대상이 되는 노인 또는 환자의 적극적인 의지와 참여 없이는 정상적으로 수행되기 힘들다. 이점에 착안하여 최근에는 생체 계측의 기술을 한 단계 높게 발전 시켜 대상자가 의식하지 않는 상황에서 생체의 신호를 측정하는 무자각적 생체 계측 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 다음에는 이 중에서 대표적인 몇 가지의 사례에 대하여 설명한다.

(1) 침대에서의 무자각적 생체 신호 계측

우리는 시간의 1/3 정도를 수면으로 보낸다. 수면시 생체 신호를 계측할 수 있다면, 수면과 관련된 질환은 물론 환자의 건강 상태를 모니터링 하는 데에 매우 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 이를 위하여 침대에 전도성이 있는 시트를 이용하여 심전도 전극을 대체하면 수면 중의 환자로부터 심전도를 모니터링 할 수 있다. 환자는 평상시와 같이 침대위에 누워서 잠만 자면 되고, 신호를 환자 밑에 깔려 있는 시트형 전극을 통하여서 측정되게 된다. 물론 환자가 측정에 전혀 신경을 쓰지 않는 상황이기 때문에 접촉이 좋지 않은 경우도 있으며, 움직임 등으로 인한 잡음도 많이 발생하나, 수면 중의 대부분의 시간 동안에는 양질의 심전도신호를 기록하여 낼 수 있으며, 이를 바로 처리하여 병원이나 의료정보 센터로 보낼 수 있다. 또한 호흡시 생기는 가슴부분에서의 움직임은 측정되는 심전도 파형에 변화를 주어, 측정된 심전도 신호로부터 호흡 신호를 추출하여 낼 수도 있다. 그림 4는 이와 같은 방법으로 무자각적으로 추출된 호흡 신호이며, 수면 중에 환자가 호흡



그림 5 욕조 내 설치된 전극

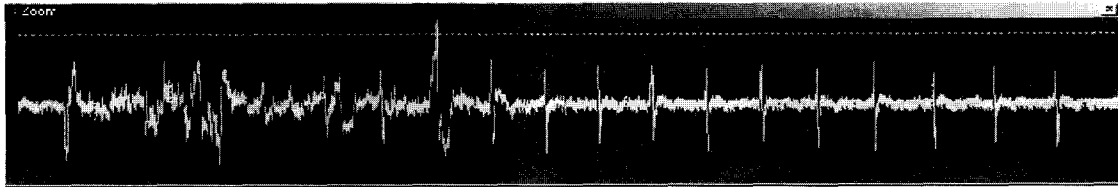


그림 6 욕조에서 목욕 중 기록된 심전도 신호. 전반부에 움직임에 의한 잡음, 후반부에는 목욕시 기록된 심전도를 보여주고 있다.

을 하고 있지 않는 무호흡 구간을 잘 나타내어 주고 있다.

#### (2) 변좌를 이용한 생체 신호 모니터링

변좌는 우리가 일상생활 중에서 매일 접하는 것이고, 신체를 노출시켜 변좌 표면에 접하게 하기 때문에 무자각적으로 신체의 상태를 정기적으로 점검하기 매우 좋은 장치이다. 실제로 변좌에 로드셀을 장착하여 매일 매일 환자의 체중 및 대소변량을 모니터링하기도 하고, 미세한 전류를 흘려주어 체지방 분석도 가능하며, 배뇨 또는 배변 중의 심전도, 호흡, 체온, 산소 포화도 등을 측정할 수 있다. 또한 소변 내의 혈당의 양과 같이 소변 중에 포함된 각종 성분들을 분석하기 위한 기술이 개발되는 경우에는 당뇨병 환자 등 만성질환자의 소변 내 주요 성분도 정기적으로 모니터링할 수 있다. 변좌에서 혈압을 무자각적으로 측정하는 기술에 대한 연구도 시도되고 있다.

#### (3) 욕조에서의 생체 신호의 모니터링

욕조에 설치된 전극(그림 5)을 통해서 환자의 심전도 및 호흡 상태 등이 모니터링 될 수 있다. 신체에서 발생된 생체 전위는 욕조 내의 물을 통하여 전극까지 전달되게 된

다. 그림 6은 욕조에 들어가는 과정에서의 움직임에 의한 잡음과 목욕을 하고 있는 동안의 심전도 상태를 보여주고 있다.

#### (4) 집안에서의 활동도 모니터링 기술

집안에서 활동도를 모니터링하기 위하여서 다양한 방법들이 적용되고 있다. 적외선 움직임 센서를 이용한 침실과 거실에서의 움직임 모니터링, CCTV 카메라를 이용한 거실에서의 활동 모니터링, 마그네틱 센서를 이용한 문의 열림과 닫힘 확인, CO<sub>2</sub> 센서를 이용한 침실 등 폐쇄된 공간에서의 사람의 존재 확인, 마이크로폰을 이용한 응급 상황 검출 및 환경 모니터링 등의 기술이 개발되어 적용되고 있다.

### 맺음말

노인들의 건강 상태를 모니터링하기 위한 기술들의 현황에 대하여 소개하였다. 앞으로도 노인을 위한 건강 모니터링 기술은 우리 사회의 변화와 함께 변화할 것으로 예상되며, 건강한 삶을 유지하고자 하는 욕구와 부합하여 더욱 발전하여 미래의 노인들의 건강을 유지하고 향상 시켜주는 중요한 역할을 담당할 것이라고 판단된다.