

무구속 생체계측 [無拘束 生體計測]

박 광 석

(서울대학교 의과대학 의공학교실)

1. 무구속 생체 계측 이란

무구속 생체계측(無拘束 生體計測)은 계측 대상자인 환자 또는 정상인이 가능한 계측 시스템에 구속됨이 없이, 나아가서는 사람이 생체 정보의 계측을 위하여 의도적인 노력을 전혀 할 필요 없이 저절로 계측되는 생체 계측 방법이라고 할 수 있다.

인체로부터 각 기관의 정상 또는 비정상적인 활동 상태를 알아내기 위한 생체 계측은 현재 병원 및 의료기관등에서 질병의 유무와 그 정도를 진단하기 위한 의학적인 목적으로 사용하는 것이 가장 대표적인 경우이다. 이 경우에 환자는 근무시간 내에 병원을 방문하여 진단을 위한 생체계측을 시행하게 된다. 진단을 위하여 환자를 의료기기 가까이에 위치시키고 케이블로 기기에 연결된 전극을 통하여 생체내의 정보를 계측하는 것이 일반적이다. 즉 환자는 의료기기에 케이블로 연결로 시간적 공간적으로 구속적 상태에서 진단을 받는 것이다.

환자의 지속적인 관찰 또는 감시와 질병의 조기 진단 및 응급상황에의 신속 대처 등을 위하여서는 진단을 위한 생체 계측의 범위가 병원 밖으로 확대되지 않을 수 없다. 이러한 목적으로 의료의 범위가 병원의 범위를 벗어나 집과 회사 등으로 확대되기 위하여서는 현재 진단을 위한 생체 계측 방법이 갖고 있는 시간적 공간적 구속성의 탈피가 선행결과제이다. 이러한 구속성을 탈피하기 위하여, 그림 1에 나타낸 것과 같이, 환자의 활동범위를 넓혀주면서 환자에게 부착된 센서로부터 계측된 생체 신호를 수신하는 무선 생체 계측기술, 측정 및 기록 시스템을 일체화하고 소형화하여 환자가 휴대하거나 쉽게 이동하면서 생체에서 발생된 정보를 측정할 수 있게 하는 휴대형 생체 계측 기술, 집에서 가능한 범위의 생체 신호를 측정하여 병원으로 전송하여주는 재택 생체 계측 기술들이 이 범주의 기술이라고 할 수 있다.

인간을 기기에서부터 해방시키는 생체계측의 최고 단계는 무차속 생체 계측 기술이다. 생체 계측을 위하여 신경

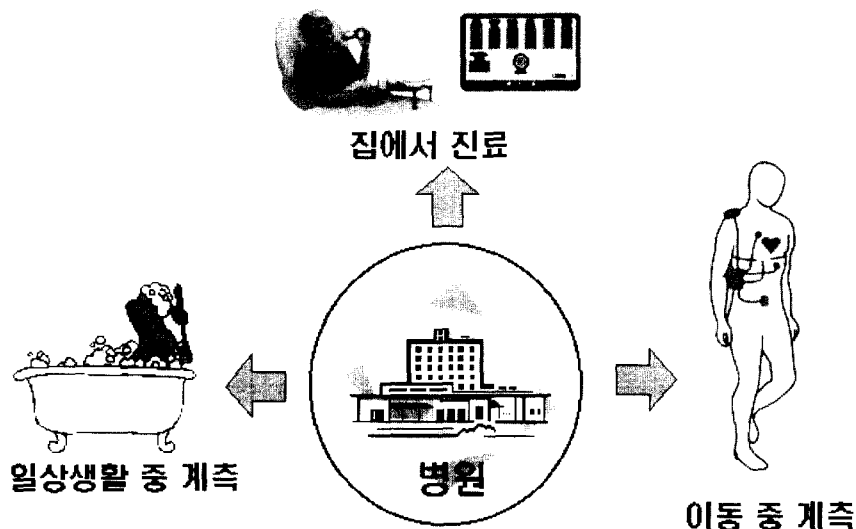


그림 1. 무구속 생체 계측의 개요

쓰는 사전 준비, 절차상의 여러 가지 과정 및 노력이 전혀 필요 없이 우리 몸으로부터 생체 정보가 자연스럽게 측정되어진다면 얼마나 편하겠는가? 이러한 생체 계측 기술은 어렵기는 하지만 환상 속의 이야기는 아니다. 우리가 일상 생활에서 접하게되는 여러 생활용품 및 생활기구를 통하여 자연스럽게 생체 정보의 계측이 가능한 것이다.

무구속 생체 계측기술의 발전이 필요로되는 중요한 이유 중의 하나는 우리사회의 급속한 노령화이다. 우리나라도 이미 2000년에 65세 인구가 7%가되는 고령화사회(Aging Society)에 진입하였으며, 고령화가 다른 어느 나라보다도 급속하게 진행되어 2020년경에는 세계에서 가장 짧은 기간 내에 65세 인구가 14%에 이르는 고령사회(Aged Society)로 진입할 것으로 예상된다[그림 2]. 이러한 노인 인구의 증가와 함께 이들을 관리하고 진료할 활동성 인구의 감소는 급격한 노인인구 부양비를 초래하고 있다. 많은 시간 집에서 머물거나 활동성이 저하된 노인성 인구에 대한 지속적 건강관리와 진료를 위하여서는 병원 및 의료기관 이외에서 지속적 관리와 진료를 가능하게 하는 의료 수급체계가 필요하고, 예상되는 의료 및 간호 인력의 감소를 고려할 때 이를 기술적으로 지원하고 보완하여 줄 수 있는 의료 신기술인 무구속 계측 기술의 개발이 필요한 것이다.

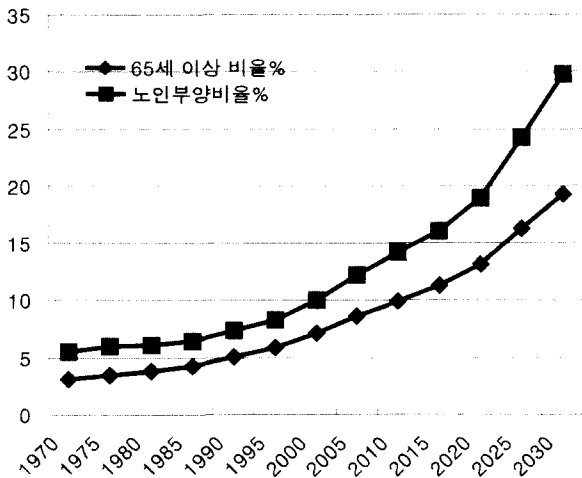


그림 2. 노인 인구비율 및 부양비 변화

2. 해외 연구 및 기술 개발 동향

미국, 일본, 유럽 등 이미 고령사회에 접어든 선진국을 중심으로 무구속 생체 계측 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 정부 및 민간에서 여러 가지 형태로 기술 개발을 위한 지원을 시행하고 있다. 주요 선진국의 동향을 보면 다음과 같다.

1) 일본

일본은 세계에서 가장 고령화가 많이 진행된 국가로 이미 오래 전부터 고령인구의 재택 개호를 위하여 무구속 생

체 계측 분야 연구를 진행하고 있어 이 분야에서 여러 가지 선진 기술을 보유하고 있다. 생체전위 측정용 소형 센서 및 소형 무선전송시스템을 개발한 바 있으며, 이를 기반으로 하는 당뇨병 환자 관리를 위한 시스템, 임산부 모니터링 시스템, 심장계 질환을 가진 사람의 심전도 신호를 측정하는 시스템 등 세부 분야에까지 무구속 측정 기술이 응용되고 있다. 이러한 것들 중에는 수면 중 자세와 체온 변화를 연속적으로 측정하는 침대, 욕탕 안에서 무접촉으로 심전도를 측정하는 방법, 화장실의 변기에서 체중, 배설량, 심장진동 등을 무자각적으로 측정하는 좌변기 등 다양한 제품들이 개발되고 있다.[그림 3, 4] 수면 중 침대를 이용하여 수면 상태를 분석하기 위하여 수면중 발생하는 여러 가지 생체 변수를 계측할 수 있다. 이를 위하여서는 특별히 설계된 매트리스와 계측 기술이 필요하다. 그림5 는 ‘공기 매트리스를 이용하여서 심장 박동의 변화를 계측한 것이다. 심전도를 이용하여 구속적으로 계측한 경우에 나타나는 변화와 같은 변화를 환자에게 특별한 구속을 가하지 않고 계측할 수 있음을 보여주고 있다.

일본 정부에서는 1990년에 시작한 고령자 복지 10개년 계획의 일환으로 총 사업비 6조엔의 많은 부분을 시설중심의 복지 정책에서 **제가(在家) 의료 서비스를 위한 기술 개발**에 투자하였으며, 1994년에는 총 사업비 9조엔의 “New Gold Plan”에 재가 의료서비스 강화, 요양환경정비, 복지용구의 연구개발 및 보급 추진의 목적으로 지원되어 집에서의 환자의 건강 및 질환 관리를 위한 무구속 생체 계측 기술 개발에 많은 진전을 이루었다.

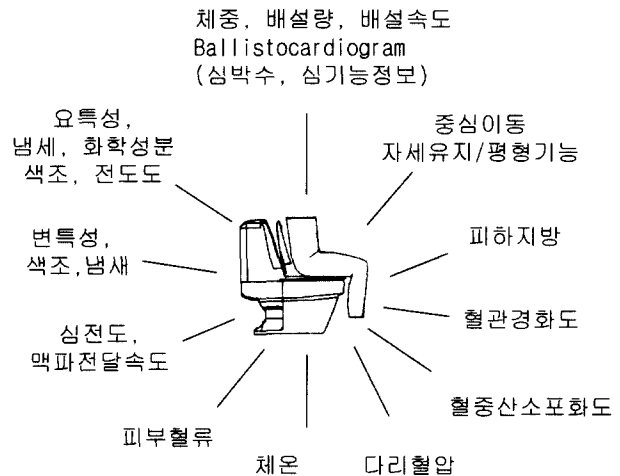


그림 3. 변좌를 이용한 무자각 생체 정보 계측

2) 미국

미국의 경우에는 대표적으로 MIT Alex d'Arbeloff 연구소에서 추진하고 있는 ‘Home Automation and Health Care’ Project를 예로 들 수 있다. 현재 phase III의 연구 단계에 접어들고 있는 이 프로젝트에서는, 센서 개발, mobility assistance 개발, health monitoring system 개발 및 home automation system 개발 등에 관한 연구를 수행



Data processing & display unit

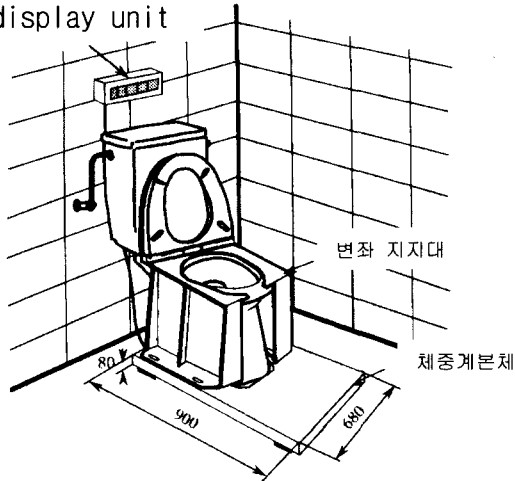


그림 4. 개발된 시제품

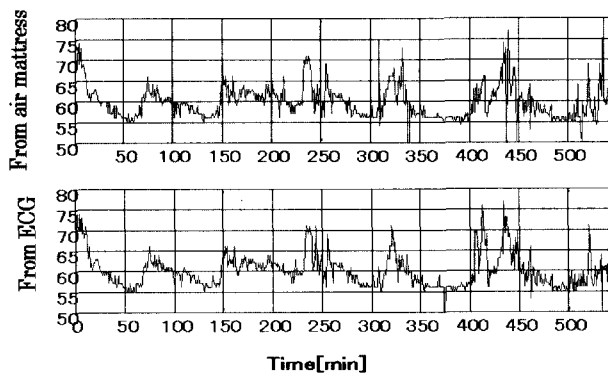


그림 5. Air mattress 및 심전도를 이용하여 측정한 심박동 변화의 비교

하고 있으며, 특히 맥박, 혈중 산소 농도, 혈류, 혈압 등을 잴 수 있는 반지형태의 센서[그림 6.]를 개발하여 이목을 끌고 있다. 크기가 3×3×3cm정도의 working sample을 구성하여 기본성능과 움직임 보상, 환경극복, 저전력 전송에 대한 성능을 검증 중이며, 이를 초소형화 하는 작업과 물, 땀 등에 견딜 수 있는 하우징 시스템에 대한 연구도 진행 중이다. 또한 opto-chemical sensor를 이용한 혈중성분의 비관혈적인 측정장치의 개발에 대한 연구 및 conducting polymer를 이용한 bio-chemical sense and dispense system에 대한 연구 등이 진행되고 있다.

이 이외에도 미국방성을 중심으로 원격진료 및 원격 수술 등 다양한 형태의 원격 의료기술에 대한 연구가 지원되고 있으며, 원격 생명 보조 시스템에 대한 연구도 진행되고 있다. DARPA(Defence Advanced Research Project Agency)에서는 최근 3년간 1억 1백만불의 연구비를 21개의 원격 의료 프로젝트에 첨단 의료기술관리 사무국을 통하여 지원하고 있다.

민간 회사에서의 연구도 활발하여 Cardiac event monitor,

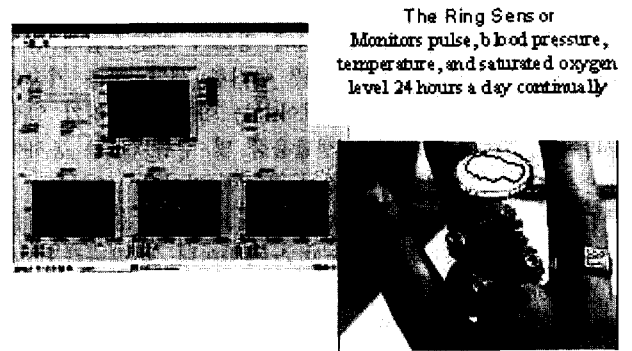


그림 6. 무구속 생체 계측 반지

호흡 기능 감시기, 휴대용 혈압계, 임산부 모니터링 시스템, 건강 모니터링 시스템 등 이미 몇 개의 품목에 대하여서는 제품화된 수준으로 발전하였다.

3) 유럽

영국에서는 Ulster University에서 소형화된 무선전송 시스템에 대한 연구를 시행하고 있다. 산부인과 영역에서의 질 내의 온도를 계속적으로 측정하기 위한 시스템, 신생아 등의 환자에서 무구속 온도 측정장치 등을 개발하였다. 또한 크기가 1.7×5.0×2.5cm인 신생아용 심박측정 및 전송 장치를 개발하여 임상시험을 시행하였다.

독일의 Berlin대학의 Institute of Micro electronics에서는 ASIC 기법을 이용한 의료용 무선전송시스템을 개발하여, 센서를 체내에 이식한 후 센서로부터의 신호를 무선으로 측정하는 시스템에 대한 연구를 시행하여, 인공관절 응력 측정, 뇌압 측정, 이동중인 비둘기 심장의 심박 측정에 활용하고 있다.

3. 국내의 기술 개발 현황

무구속 계측 기술의 수준은 그 나라의 생체 계측 기술의 척도라고 할 수 있다. 우리나라는 일본이나 미국과 같이 첨단 무구속 생체 계측 기술에 대한 연구는 미흡하지만, 그동안 발전된 각종 의료기기 기술개발 및 산업에 근거하여 재택의료기기 기술개발을 중심으로 활성화 되어가고 있다. 국내에서의 재택 의료기기 기술 개발의 활성화는 부분적으로 잘 발전된 인터넷 전송망 등 데이터통신망에 근거한다고 볼 수 있다.

재택 무구속 생체 계측기술은 재택 진료를 위한 센서 기술을 포함하여 다양하게 발전되고 있다. 심전도, 무침습 혈압, 체온, 청진, 산소포화도 등 기본적으로 중요한 생체 지표들을 집에서 계측할 수 있는 센서 기술이 개발되고, 이를 바탕으로 병원 이외에 집이나 사무실에서 생체 계측을 시행할 수 있는 단말 시스템이 개발되어 제품화가 추진되고 있다. [그림 7].

4. 발전 전망 및 결론

무구속 생체 계측은 급속하게 진행되고 있는 사회전반의 정보화에 맞추어, 현재의 의료체계를 미래의 개방형 의료 체계로 발전시키는 중요한 역할을 담당할 것이다. 의료의 전달 체계의 변화 및 발전에 대한 욕구를 기술적으로 지원하고, 노인 및 장애자의 개호를 위한 활동 인력의 부족을 보완하여 줄 수 있는 기반이 될 것이다.

또한, 이러한 무구속 생체 계측 기술은 그 범위가 질병의 진단을 위한 의학적 울타리로 제한되지 않고, 그 범위가 생활제품의 제어 및 산업환경의 개선 등 여러 분야로 확대 시킬 것으로 예상된다. 인간의 감성적/생리적 상태와 반응하는 제품 및 시설은 인간 친화적인 제품으로 그 부가가치를 크게 높일 것이다.

보다 자유스러운 상황에서 인체의 기능을 측정하고자하는 "무구속 생체 계측 기술"은 컴퓨터기술 및 무선통신기술 등의 발전과 함께 세계적으로 급속하게 발전하고 있다. 국내에서의 무구속 생체 계측 기술 개발에 대한 집중적인 연구와 개발이 필요한 시점이라고 할 수 있다.

Web Doctor® - ver 1.0 개념도

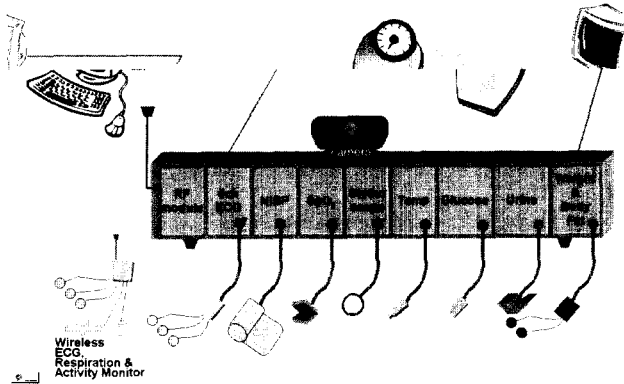


그림 7. 다양한 생체 계측 센서를 이용한 재택 생체 계측 시스템

심전도, 심박수, 산소포화도 등 기본적으로 중요한 생체 지표들을 계측할 수 있는 센서 기술과 함께, 응급상황 발생 시 경보 할 수 있는 기능 및 대화 기능을 포함하여 정보 전송 기능이 가능한 종합 재택 원격 건강 단말기로 발전하고 있다. 이 밖에 휴대형 심전계, 전자 청진기, 재택 산모 관리 시스템 등에 대하여 연구 및 개발이 추진되고 있다. 국내에 이미 4-5개의 회사가 관련된 기술을 보유하고 있으며, 제품화 및 지속적인 기술 개발을 추진하고 있다.

저 자 소개



박 광 식 (朴 光 錫)

1957년 5월 21일생. 1980년 서울대 공대 전자공학과 졸업. 1982년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1985년 동 대학원 전자공학과 졸업(공학박). 1994년-1998년 서울대학교 병원 의공학과 의무장. 1994년-1995년 미국 UCSF 방문교수. 1987년 1988년 미국 UCLA 방문교수. 1985년 1996년 서울대학교 의과대학 의공학교실 전임강사, 조교수. 1998년 7월-현재 서울대학교 의과대학 의공학교실 주임교수. 1998년 7월-현재 서울대학교 병원 의공학과 과장. 1996년 10월-현재 서울대학교 의과대학 의공

학교실 부교수. 2000년 1월-현재 대한의용생체공학회 감사. 1997년 1월-현재 대한전자공학회 편집이사, 학술이사. 1997년 1월-현재 대한PACS학회 편집이사, 편집위원장. 1997년 1월-현재 대한의료정보학회 편집이사. 1996년 1월-1999년 12월 대한의용생체공학회 전무이사. 1998년 1월-1998년 12월 제4차 아시아 태평양지역 의공학술대회 학술위원장. 1995년 8월-1995년 12월 보건복지부 보건의료기술 연구기획 평가단중장기 의료기술 기획 의료기기분과 위원. 1994년 1월-1995년 12월 대한의용생체공학회 총무이사. 1990년 1월-1993년 12월 대한의용생체공학회 편집위원장.