

## 흉부유도형 심전도 검출을 위한 밀착형 의류 설계에 관한 연구

### The Sthdy for seamless garment design for detection of precordial leads of electrocardiography

정재훈, 류지현, 조진황, 김홍제

한국봉제기술연구소

#### ABSTRACT

체력이나 건강을 위한 트레이닝이나 심장 질환자의 생체신호 모니터링을 위해 다양하게 사용되는 심전도는 현재 여러가지 장비형태로 사용되고 있다. 최근에는 착용자가 인식하지 않고 손쉽고 편안한 방법으로 측정하거나 모니터링 할 수 있는 형태의 생체신호 모니터링 의복에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 본 연구에서는 20대 남성의 체표면 분석을 통해 심전도 검출이 가능한 일체형 의복을 설계하고 제작된 시제품의 착의평가를 진행하였다. 심전도 측정이 가장 효과적인 흉부 부분을 중심으로 심전도 데이터 추출 정확성을 위해 다층구조로 센서를 설계하고, 흉부의 움직임을 최소화하여 노이즈를 감소할 수 있는 디자인을 제안한 결과, 심전도 데이터 추출 정확성 및 편의성은 향상되고 노이즈는 감소하는 결과를 도출하였다.

*Keyword:* 심전도, 밀착형 의류, 흉부유도형, 텍스타일 센서, 심리스

### 1. 서론

최근 인간의 삶의 질 향상에 관심이 높아지면서 과거와는 달리 질병의 예방, 진단, 치료 등 의료행위와 깊은 관련이 있는 식습관, 운동습관 등의 일상생활 습관을 관리하는 전반적인 라이프케어 기술을 도입함으로써 보다 효율적인 건강관리 서비스에 관한 관심이 높아지고 있다[1]. 이와 관련하여 의료산업, 헬스케어, 스포츠 산업 등으로 점차 시장이 확대되고 있으며 감성적이고 경량화되며, 인간 친화적인 섬유산업에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그 중 헬스케어 시장과

관련하여 인간의 생체신호를 습득하여 전반적인 생활에 도움을 줄 수 있는 Vital 모니터링 시스템이 유비쿼터스 환경에 부합하여 빠르게 확대되고 있다. 종래 Vital 신호측정 의복을 살펴보면 의복의 내면 일측에 결합되어 착용자의 신체 부분에 접촉하도록 된 생체신호 감지 센서와 생체신호 감지센서에 의해 수집된 생체신호를 분석하거나 근거리 통신이 이루어지는 디스플레이어로 이루어진다[2,3]. 이러한 생체신호 감지 센서는 전자전극의 사용으로 신체부분에 부착하여야 하는 번거로움이 있었으며, 그 형태가 전도성의 금속, 실리콘 고무 등으로 이루어져서 의복과 생체신호 센서간의 이질감, 생체신호

획득을 위한 IT 연결 부분의 구성 복잡화뿐만 아니라 완제품의 디자인 적용성도 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 Knit 의류의 특성인 유연성과 탄력성, 밀착성을 적용하여 생체신호 데이터 추출 정확성, 감도, 쾌적성을 높일 수 있는 섬유기반 Vital 센서 및 일체형 의류에 관해 연구하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 체표면 분석

#### 2.1.1. 피험자

생체신호 측정시 움직임에 따라 발생하는 노이즈를 감소시키기 위하여 20 대 남성을 대상으로 체표면의 움직임을 관찰하여 체표면의 움직임에 따른 의복 설계를 하고자 하였다. 피험자는 제 5 차 한국인 인체치수조사사업(size Korea) [4]의 직접계측을 통해 도출된 표준 사이즈에 해당하는 남성 5 인을 대상으로 실험하였다.

#### 2.1.2. 측정방법

체표면 움직임은 고속카메라를 이용하여 측정하였으며, 측정시 피험자는 상의를 탈의한 후 체표면에 계측점을 마킹하고, 계측점을 연결하여 그레이딩 한 상태에서 측정하였다. 계측 동작은 본 제품을 사용할 환경과 동일하게 가볍게 뛰는 동작으로 설정하였다. 4 초간 가볍게 달리는 동작을 취하고, 고속카메라로 전면, 측면, 후면으로 나누어 촬영하였다. 고속카메라는 1 초간 200 프레임의 촬영을 하여 총 800 프레임의 촬영자료를 분석하게 된다.

### 2.2. 의복설계

선행연구를 통해 도출된 심전도 검출의 가장 효과적인 흉부부분의 체표면을 분석하여 움직임이 많은 부분의 의복 구조 변경을 통해 노이즈를 제거할 수 있도록 의복을 설계하였다.

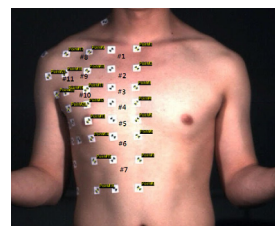
### 2.3. 착의평가

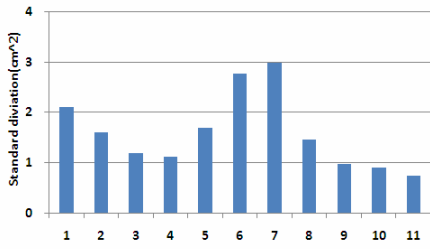
체표면 분석을 한 피험자와 동일 인물 중 3 인을 대상으로 제작된 시작품에 대한 착의평가를 진행하였다. 가슴부위, 견갑골 및 허리부분 등 흉부 유도형 심전도 검출 밀착형 의류제작에 영향을 미치는 7 부위에 대해 센서 압력측정기기를 이용하여 1 분간격으로 3 회 의복압을 측정하여 평균값을 분석하였고, 시작품의 데이터와 시판되고 있는 Vital 측정기기(Polar 사의 심박계)의 데이터를 비교하여 움직임에 대한 심전도 데이터 추출 정확성 및 심박수에 대해 평가하였다. 또한 착의 쾌적감을 일본 공조학회에서 제안한 4 단계의 쾌적지수를 이용하여 착용자의 주관적인 쾌적감을 평가하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1. 체표면 분석 결과

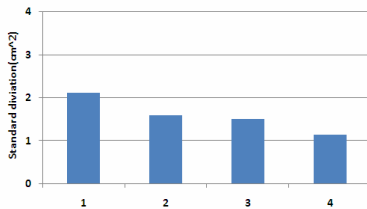
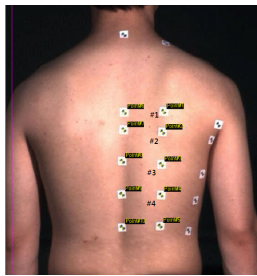
고속카메라를 이용한 체표면 분석결과는 아래와 같다. [그림 1]에 나타난 것과 같이 1, 2, 6, 7 번 부분의 변위가 비교적 높게 나타났다. 몸의 가장자리 변위는  $0.8\sim 1.4\text{cm}^2$  범위로, 안쪽의 변위  $102\sim 3\text{cm}^2$  보다 큰 것으로 나타났다. 특히, 6 번부분은 직물센서가 닿는 부위로, 변위가 가장 크게 나타나 시제품 제작시 센서부분의 움직임에 대한 심전도 데이터 추출 정확성에 대한 방안이 요구되었다.



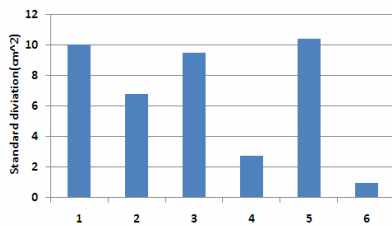
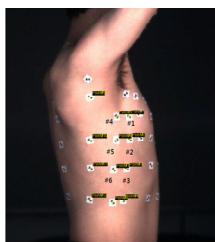


[그림 1] 전면 동작 분석

후면 동작 분석 결과 견갑골 부위인 1 번 부분이 2.1 cm<sup>2</sup> 로 가장 높은 변위를 보이는 것으로 나타났다. 이는 견갑골이 돌출되면서 그 주변부위의 흔들림으로 인한 체표면 변화로 유추되어진다. 이에 이부분의 근육을 지지해 줄 수 있는 디자인이 요구되어진다.



[그림 2] 후면 동작 분석

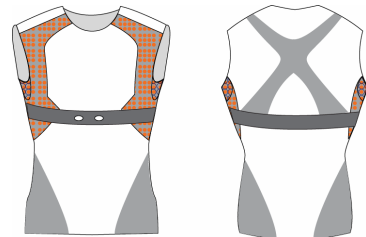


[그림 3] 측면 동작 분석

몸의 측면은 몸의 전후면보다 변위가 높게 나타났다. 이는 측면의 움직임이 전면에 미치는 영향력을 최소화 할 수 있는 디자인이 요구된다는 것이다.

### 3.2. 의복디자인

본 시제품은 제작 공정을 간편하게 하고 착용감 향상을 위해 전도성 원사가 흉부부분에 연 이어져 한번에 편직되어 직물 전극을 의류에 포함하는 일체형으로 제작되었다. 센서부분은 심전도 데이터 전달 정확성을 위해 다층 구조로 설계하였다. 1 층은 신체와 밀착하여 심전도 데이터를 수집하는 기능을 하고, 2 층은 1 층 센서와 연결되어 수집된 심전도 데이터를 IT 기기와 연결하여 주는 커넥터 구조이다. 이러한 구조는 심전도 데이터 추출 정확성을 증대시키고, 다층 구조부분을 봉제함으로 가슴벨트가 위치하는 체표면의 움직임에 대한 영향력을 최소화한 설계이다.

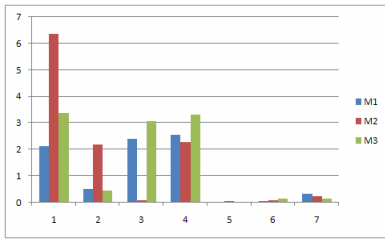


[그림 4] 시제품 디자인

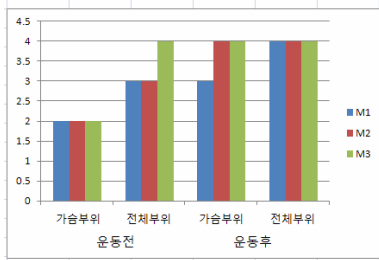
### 3.3. 착의평가 결과

시제품에 대한 착의시 의복압은 아래 그림과 같다. 가슴벨트 부분(1, 2, 3, 4)의 압박감이 다른 부분보다 좀 더 높게 나왔다. 쾌적감에 대한 주관적인 평가 결과를 볼 때 가슴부위에 대한 의복압이 주관적인 평가에서도 높게 느껴졌으나, 쾌적감을 주는 범위안에서 좋은 것으로 나타났으며, 운동 후 쾌적감은 더 좋게 나타났다. 이는 운동시에 근육에 밀착되어 근육을 일부 지지해 주어 시간이 지속될 시 편안함을 느끼게 해 주는 밀착형 니트

의류의 특성 때문으로 보여진다.

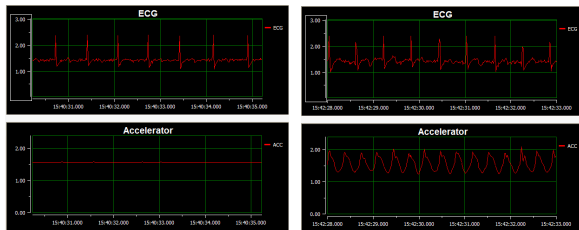


[그림 5] 착의시 의복압



[그림 6] 착의시 쾌적감

움직임에 따른 심전도 그래프를 보면 운동량 (Accelerator) 변화에 따라 파고는 변하지만, 정지상태와 동작시의 심전도(ECG) 파형은 일정하게 나옴을 알 수 있었다. 즉, 시제품 착의 후 동작시 노이즈 없이 심전도 데이터가 잘 추출되고 있음[5]을 알 수 있다.



-정지상태-      -동작 후 90 초 후-

[그림 7] 심전도 데이터 추출 평가 그래프

#### 4. 결론 및 제언

본 연구를 통해 도출된 결과는 다음과 같다.

1. 동작시 체표면 분석 결과 직물센서가 닿는 가슴부위의 변위가 가장 크게 변화되는 것으로 나타났으며, 후면의 견갑골 부분과 몸의 측면부분의 체표면 변화가 큰 것으로

나타나 이 부분의 근육 지지 디자인이 요구되었다.

2. 시제품 설계시 체표면의 움직임에 바탕으로 센서부분을 다층 구조로 하여 심전도 데이터 추출 정확성을 증대시키고, 다층 구조 부분을 가슴전체적으로 봉제함으로 가슴벨트가 위치하는 체표면의 움직임에 대한 영향력을 최소화하였다.
3. 시제품 착의시 가슴벨트 부분의 의복압이 다른 부분의 의복압보다 좀 더 강한 것으로 나타났으나, 쾌적감을 주는 범위 안에서 의복압이 높은 것으로 나타났으며, 운동 후 쾌적감이 더 좋은 것으로 평가되었다.
4. 심전도 평가에서는 움직임에 따라 파고는 변하지만, 정지상태와 동작 시의 심전도 (ECG) 파형이 일정하게 나타남으로 본 시제품의 디자인이 동작시에도 심전도 데이터가 잘 추출된다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 참고문헌

- [1] 성건용, 장문규, 정문연, 김승환, 박수준, 박선희(2007). 유비쿼터스 라이프케어 기술 동향, 전자통신동향분석, 22(5), ETRI, 21-34
- [2] 백승재, 이철희, 정동현, 최용석, 김준영, 최종무(2004). 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 위한 센싱 단말기 구현, 한국정보과학회 춘계 학술발표 논문집(A), 한국정보과학회, 124-126
- [3] 육형민, 전명훈, 이희승, 성지하, 황신웅, 노윤진(2003). 지능형 자켓 디자인을 위한 사용성 요인 추출, 감성과학, 6(3), 한국감성과학회, 89-99.
- [4] Size Korea(2004). 제 5 차 한국인 인체치수 조사사업 보고서.
- [5] 최윤식(2008). 임상심전도학제 4 판, 서울대학교 출판부(서울), 166-171