

# [Bio-Medical Engineering(BME)]

## 특집 1

Special Edition

# Biomedical Engineering (BME) 기술 소개

글 \_ 전용태 세종대학교 기계공학과 \_ ytjun@sejong.ac.kr

## 1. BME 정의 및 연구분야

### 1.1 BME 정의

Biomedical engineering (BME) 은 우리 말로 '의공학' 또는 '의용생체공학' 이라는 용어로 사용되고 있다. BME는 의학과 공학의 협동적인 학문 분야로서 공학원리와 방법을 의학분야에 적용하여 의학분야에서의 새로운 현상 및 사실을 규명하고 이를 임상적 진료에까지 응용하고 있다. 한편으로 생체 및 인체 시스템의 원리를 공학분야에 활용하는 학문분야로도 정의할 수 있다.

### 1.2 BME 연구분야

BME는 여러 공학원리를 다양한 의학분야에 적용하는 것이기 때문에 보는 관점에 따라서 여러 연구분야로 분류할 수 있다. 공학적 관점에서는 적용되는 공학기술에 따라 분류하는 경향이 있으며, 의학적 관점에서는 그 기술이 어떤 의학분야에 응용되는가에 따라서 분류되고 있다. 의학적 관점에서의 분류는 일반적으로 의학분류와 비슷하므로, 여기에서는 BME 분야에서 응용되고 있는 공학기술을 중심으로 하여 분류한다.

### 1.2.1 각 학문분야와 관련 내용

공학분야	BME 세부분야
전자공학	medical instrumentation, signal/image processing
전기공학	computer-aided diagnosis
정보공학	medical informatics
기계공학	biomechanics, FEA, rehabilitation
화학공학	biochemistry, cell engineering, clinical laboratory
전산공학	computer application in medicine, information system
제어공학	biofeedback, biological simulation
통신공학	medical networks, telemedicine
금속공학	biomaterial(hard tissue)
재료공학	biomaterial(soft tissue)
섬유공학	biopolymer
원자핵공학	nuclear medicine, magnetic resonance technique

### 1.2.2 의학적 관점에서 BME 활용분야

- 질병의 조기발견 및 정확한 진단
- 적절한 치료 및 치료 후 상태의 정확한 판단
- 의료용 소재 및 의료기기 개발
- 의료시스템 구축을 통한 병원업무 효율화
- 업무 및 정보 유통의 원활화
- 의료기술의 질적 향상 및 고도화

### 1.2.3 공학적 관점에서 BME 활용분야

- 생체내에서의 정보처리, 기억능력, 자동제어 기전 등은 대표적인 공학분야 모델
- 인체 및 생체는 오랜 기간의 진화 과정을 거쳐 최적화된 시스템이므로 의학분야의 연구에서 밝혀진 생체의 기능들이 공학분야에서 최적의 모델로 이용 가능

## 2. BME분야의 분류

### 2.1 생체신호처리 (Computer-Aided Diagnosis) 분야

생체에서 발생하는 여러 가지 형태의 신호를 검출하여, 이를 처리하고 분석하여 진단에 사용하는 분야이다. 생체에서 측정되는 신호의 종류는 심전도, 뇌전도 등의 전기적 신호, 혈류속도, 유량 등의 기계적 신호, 산소포화도, 폐하 등의 화학적 변수 등 여러 가지가 있다. 일차적으로는 이 측정변수들을 얼마나 정확하고 쉽게 측정하는가에 대한 연구와 측정된 결과로부터 의미있는 결과를 얻기 위하여 어떤 종류의 신호처리 및 분석방법이 적용되어야 하는가에 대한 연구가 진행되고 있다. 현재는 측정방법 및 처리 분석하는 방법들이 발전되어 의료기기 형태로 의학의 임상분야에 사용되고 있다.

#### 2.1.1 전기적 신호처리

심전도는 그림 1과 같이 심장기능을 알아보는 비관혈적 검사법으로서 심방과 심실근이 흥분하고 회복하는 동안 심장에서 발생하는 심기전력을 전극을 통해 유도, 증폭과정을 거쳐 시간적 경과에 따라 주기적인 도형으로 기록하는 장치다.

뇌전도는 머리표면에서 발생하는 전위차를 계속하여 간질, 뇌종양, 뇌염, 뇌혈관 장애, 두부외상 등을 진단하는데 사용한다 (그림 2).

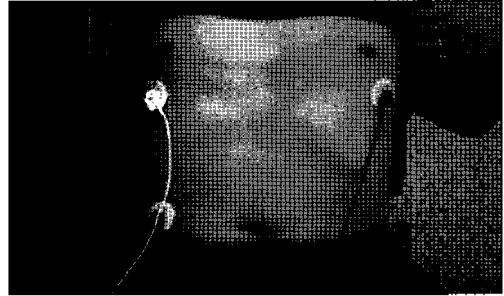


그림 1. 심전도 (ECG)

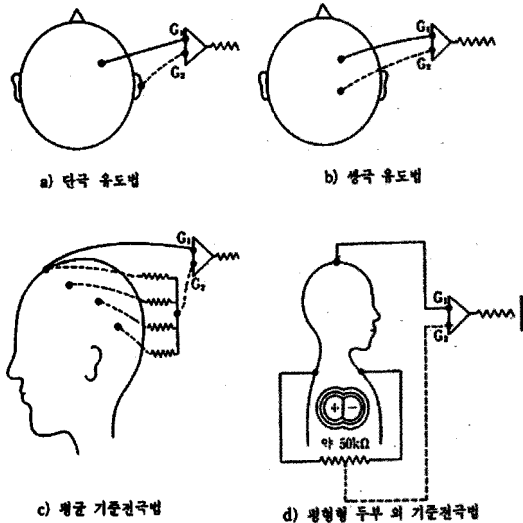


그림 2. 뇌전도 (EEG)

#### 2.1.2 기계적 신호처리

초음파가 임상에 사용된 이후 관상동맥을 관찰하고자 하는 연구가 진행되어 왔다. 최근에는 초음파검사 기술이 향상되어, 관상동맥의 해부학적, 생리학적 관찰이 매우 보편화 되어 혈류신호(flow signal)를 관찰할 수 있는 수준으로 올라섰다. 또한, 분당 S대학교병원 뇌졸중센터는 국내에서 처음으로 MRA(자기공명 혈관)촬영에 접목해 뇌혈류를 측정할 수 있는 소프트웨어를 설치하고 치료에 활용하기 시작했다. 그림 3은 혈류를 측정하는 원리를 보여준다.

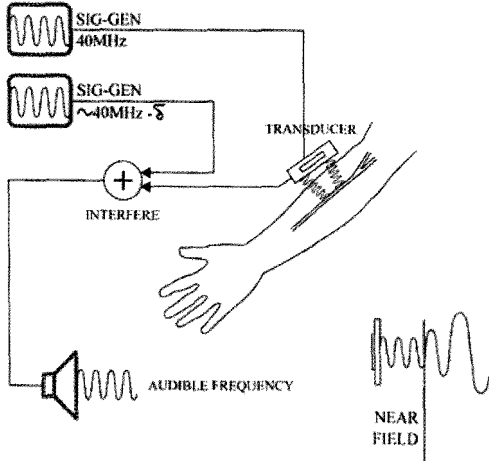


그림 3. 초음파를 이용한 혈류 측정원리

### 2.1.3 화학적 신호처리

인체혈액 내에 적혈구와 산소가 결합해 포화되는 정도를 백분율로 나타낸 것이 산소포화도인데, 이는 호흡순환기능을 보여주는 중요한 생리적 지수이다. 산소포화도 측정기는 인체의 혈액이 함유하고 있는 산소량을 체혈 없이 측정하는 의료상비이다. 주로 분광측정의 원리를 이용하는데 자외선과 적외선이 농도가 다른 물질을 통과할 때 나타나는 흡광도 차이를 이용한다. 즉, 산소가 많이 포함되어 있는 선홍색의 혈액을 통과할 때는 자외선 빛을, 산소가 적게 포함되어 있는 암적색의 혈액을 통과할 때는 적외선 빛을 더 많이 흡수하는 성질을 이용한 것이다.

## 2.2 의학영상처리 및 분석

의료영상시스템을 이용하여 인체를 촬영하여 질병을 진단/치료하는 연구분야로서, 초음파, X선영상, MRI영상, 핵의학 영상 및 현미경 영상 등의 다양한 의료영상의 있다. 인체를 촬영하는 방법은 다음과 같은 종류가 있다.

### 2.2.1 표면을 보는 방법

광학카메라를 이용하여 인체외부 피부를 관찰하거나 내시경을 이용하여 인체 내부장기의 표면을 관찰하는 방법으로 X-선 촬영장치, 감마카메라, 초음파 스캐너 등이 있다.



그림 4. 대장 내시경 영상

### 2.2.2 내부를 보는 방법

생체내부를 비침습적으로 2차원 또는 3차원 영상 형태로 나타내 정확한 질병진단에 필요한 정보를 제공하는 방법이다. 현재 널리 사용되는 단층영상 획득 기기는 X-선 전산화 단층촬영(computed tomography, CT), 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)과 핵의학 영상 기기를 들 수 있다. CT와 MRI는 인체의 상세한 해부학적 영상을 제공하는 반면, 방사성동위원소를 이용하는 핵의학 영상은 인체 내 생리학적 현상을 나타내는 영상을 제공한다. 핵의학 영상 기기 중, 양전자방출단층촬영기(positron emission tomography, PET)는 연구와 진단 대상이 되는 생체 내에 양전자를 방출하는 방사성의약품을 정맥주사 또는 흡입으로 주입한 후 이물질의 체내 분포를 영상화한다. PET은 여러 가지 생리적, 병리적 기분이 되는 생체 내 생화학

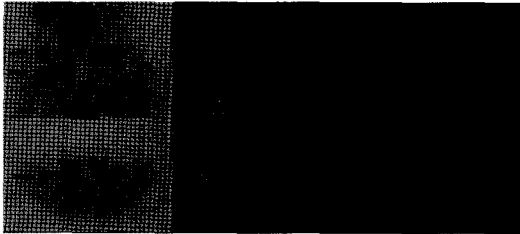


그림 5. PET 영상

적 현상을 비침습적으로 간단하고 정확하게 영상화하고 정량화 할 수 있는 도구로써 사용된다. PET 영상을 이용하여 혈류량, 기저대사율 및 합성율과 같은 생화학적 현상을 측정할 수 있을 뿐만 아니라, 신경수용체와 전달체 농도 그리고 더 나아가 유전자의 영상화도 가능하다. 이러한 생화학적 현상의 영상화로 PET 영상은 기능영상을 제공하며, 이것은 CT나 MRI로 얻어지는 형태학적 영상과 구별된다.

### 2.3 M&S (Modeling and Simulation)

생체내의 여러 가지 현상에 대하여서 그 특성을 분석하기 위하여, 알려져 있는 사실과 관측된 결과를 이용하여서 모델을 설정하고, 그 모델의 타당성을 입증하는 분야다. 타당성이 입증된 모델을 이용하여서, 실제의 상황에서는 구현이 불가능하거나, 어려운 여러 가지 조건에 대하여 시스템의 반응과 결과를 분석하여 실제 생체 시스템의 결과를 예측한다. 입증 실험은 생체내 실험(in vivo)과 생체 외 실험(in vitro) 실험으로 구분된다.

최근 들어 M&S 과정을 거쳐 얻어진 수술계획을 실제 수술에 정확히 적용하기 위하여 영상유도 수술(image-guided surgery)이 크게 주목 받고 있다. 영상유도수술이란 항법장치(navigation)를 이용하여, 수술 전 획득한 CT/MRI 등의 영상 혹은 수술 중 획득한 X-ray 영상을 이용하게 된다. 이를 위하여 환자의 수술 부위 및 수술 도구의 3차원 위치를 실시간으로 추적하여 컴



그림 6. Image-guided surgery (IGS)

퓨터상의 인체 내부 영상에 수술 도구 및 인공 관절의 위치를 정합/재구성한 뒤, 보이지 않는 인체 내부의 병소의 위치와 수술 도구의 상대적 위치를 실시간으로 확인하면서 수술할 수 있도록 하는 컴퓨터 기반 첨단수술기법이다.

의료영상데이터를 기본으로 하는 물체를 표현하는 방법으로는 1) 복셀(voxels) 기반과 2) 다각형(polygons) 기반을 들 수 있겠다. 복셀은 의료영상의 기본 단위로 볼륨 데이터를 이루는 기본 요소이다. 따라서 이를 이용하여 물체를 표현하게 되면 비균질의 물체도 자연스럽게 정보를 보존한 상태에서 나타낼 수 있으므로 많은 장점을 갖는다. 충돌 감지도 단순한 점거(occupancy)검사를 통해서 할 수도 있으며, 물체를 절단할 경우에도 볼륨 정보를 가지고 있기 때문에 절단 부위에 대하여 특별한 처리를 요구하지 않을 수도 있다. 또한 실시간 볼륨 렌더링 기법의 발전에 의하여 고급 정보를 포함한 시각화도 가능하다.

### 2.4 생체역학 (Bio-Mechanics)

생체내의 유체 및 고체에 대하여서 역학적인 분석을 하는 분야로서, 생체내 유체 흐름에서의 압력, 속도, 유량의 상호 상관관계 및 이들의 기계적 특성을 연구한다. 유체 이외의 뼈 등의 고체에 가해지는 기계

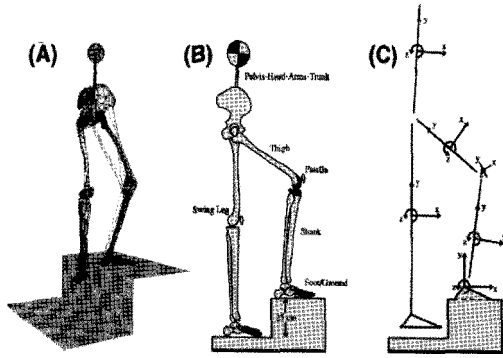


그림 7. Bio-Mechanics

적인 응력을 예측하여 인공관절 등의 설계에 이용할 수 있는 결과를 도출하기도 한다.

생체역학은 또한 인체운동 및 체육장비의 운동, 이들 물체에 적용하는 힘과 운동 분야도 포함하므로 인체 등에 작용하는 여러 가지 효과를 분석, 예견할 수 있다. 인체에 작용하는 힘들은 서로 평형을 이루거나 비평형에 의한 운동상태의 변화를 유발하므로 생체역학은 평형과 비평형 분야로 분류해 볼 수 있으며, 세부적으로 동력학, 고체역학(FEM), 운동학, 운동역학 등으로 분류된다.

## 2.5 생체재료 (Bio-Material)

생체재료는 생체의 연조직(soft tissue) 및 경조직(hard tissue)을 대신하여 사용된다. 또한, 생체에 삽입하는 기구의 생체내의 접합성을 증가 시키기 위하여 생체 조직과 접하는 부위에 사용할 목적으로 인공재료에 대하여 연구되고 있다.

즉, 생체재료란 인체에 적용하여 질병을 치료하고 손상된 조직이나 장기를 대신하는 목적으로 사용되는 재료를 통틀어 말할 수 있다. 현재 생체재료로는 간단한 1회용 주사기로부터 인공장기인 심장에 이르기까지 매우 다양하게 사용되고 있으며, 생체재료를 “인체의 조직, 장기 및 기능을 치료, 개선 및 대체하는 목

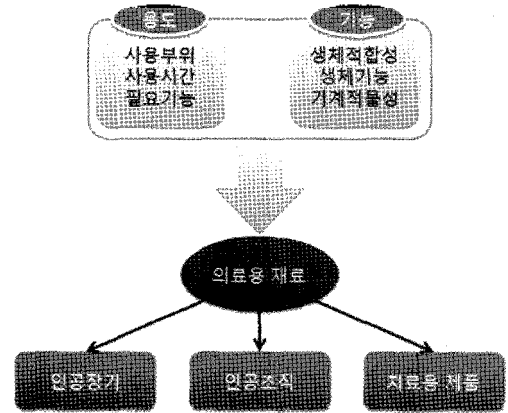


그림 8. 생체재료 용도

적으로 단기 및 장기간 동안 시스템의 일부 및 전부에 사용되는 모든 천연물과 합성물질 및 이 물질들의 조합”으로 정의할 수 있다. 따라서 생체재료의 이해를 통해 이의 사용은 물론 개발을 위한 정보를 획득할 수 있으며 생명과학, 재료공학을 바탕으로 화학공학과 전자공학을 융합한 지식이 요구된다. 최근에는 인공뼈, 인공관절, 인공치아 등을 제작하는 생체 재료에 사용되는 금속, 플라스틱 그리고 제3의 소재라고 불리는 세라믹 재료 등의 기계적, 전기적, 열적, 자기적 성질 및 생체 거부반응의 최소화를 위한 생체 적합성 등을 학습, 분석하며 이를 바탕으로 새로운 생체 재료에 대한 연구가 활발한 상황이다.

## 2.6 재활공학 (Rehabilitation)

재활공학은 생체의료공학에 포함된 기술 중 하나로써 임상의학이 연계된 공학적 방법을 이용해 손상 내지는 상실된 인체 기능을 원래의 상태에 가깝도록 복원시키거나 보조하는 기술을 말한다. 재활공학은 약 10년 전부터 비약적으로 발전했으며 최근 들어 기존 재래식 보조기구를 대체하고 발전시키는 새로운 개념의 연구개발이 진행되고 있다. 이미 2000년에 고령사회(65세 이상의 노인인구가 전 인구의7%)로 진입한 국

내에서도 노인인구의 증가와 산업화에 의한 장애인구 (현재 지체 장애인 100만명, 노인 인구 300만명) 증가는 점차 사회적 문제로 부각되기 시작했다. 따라서 우리나라 역시 재활공학산업은 무한한 시장잠재력을 갖고 있고 노동력 복원, 독립생활 보장 등 사회적인 측면에서도 큰 중요성을 갖는다고 하겠다. 현재 미국, 유럽, 일본 등과 같은 복지 선진국에서 수행중인 재활공학 연구에 대한 내용은 그 종류가 매우 다양한 것으로 파악되고 있다. 재활공학 기술 확보는 장애인복지 관련 예산을 감소시킬 수 있음은 물론 노인 인구 증가에 따른 경제활동 인구의 감소를 예방할 수 있는 중요한 분야라고 할 수 있다.

### 3. 결 언

본 원고를 통하여 BME 분야의 범주에 대하여 소개하였으며 아울러 BME 기술이 응용되고 있는 관련 공학기술에 대하여 간단하게 언급하였다. 성공적인 BME 기술의 발달을 위해서는 의학기술뿐만 아니라 생체재료, CAD/CAM, 컴퓨터, 의료기기 등 수 많은 분야들의 긴밀한 협조가 필수적이라 할 수 있다.

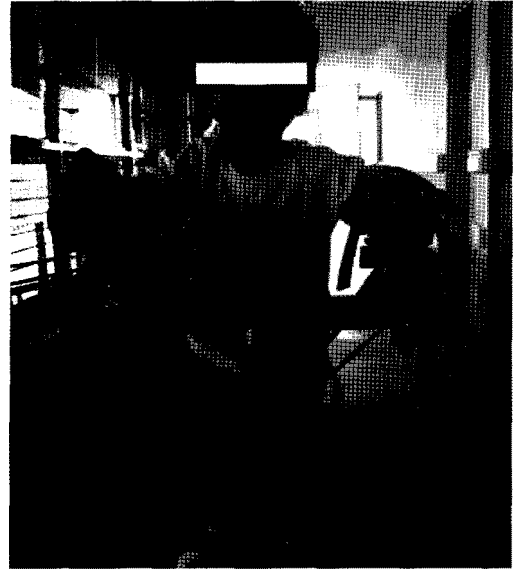


그림 9. 재활기구의 예

### 참고문헌

- [1] <http://eeg.knu.ac.kr/~bme/intro.htm>
- [2] [www.ablesw.com/3d-doctor/3dhome.html](http://www.ablesw.com/3d-doctor/3dhome.html)
- [3] [www.medmedia.com](http://www.medmedia.com)
- [4] <http://bme.dsu.ac.kr/?mid=sub020503>
- [5] [www.endotek.com](http://www.endotek.com)
- [6] [www.ablesw.com/3d-doctor/3dhome.html](http://www.ablesw.com/3d-doctor/3dhome.html)
- [7] <http://vega.kaist.ac.kr/~jinah/medsim200510.pdf>