

## 技術解説-2

# 생체공학에 대한 고찰

## A Review of Research in Biomedical Engineering

남 문 현\*

(Nam, Moon Hyun)

### 1. 머릿말

최근 공학의 분야는 세분화 됨과 동시에 대형화 되고있다. 특히 레이저(laser), 전자선, 초고주파, LSI 회로, 극저온등 여러가지 기술의 고도화와 전자계산기가 급진적으로 발전함에 따라 새로운 공학이 탄생되고있다. 근년에 갑작스러운 개발을 보게된 분야의 하나로서 생물학, 의학 또는 공학과의 경계 영역에 속하는 학문으로 생체계통을 다루는 생체공학이 많은 대학과 정부기관 및 연구기관에서 급속한 발전을 보고 있다.

Bioengineering, Biomedical Engineering 또는 생물학과 의학에 대한 공학은 생물학, 의학 및 공학 사이의 상호관계를 취급하는 학문이다. 본문에서는 생체공학을 Biomedical Engineering에 해당하는 용어로 사용하기로 한다. 왜냐하면 이 학문 분야가 그리 오래된 것이 아니므로 사람에 따라 여러가지로 사용되고 있으므로 혼란을 가져오기 때문이다.

여기서는 지금까지 생체공학이 취급해 온 분야인 생체정보의 측정과 기기, 인간-기계 계통과 환경조절, 전자계산기와 정보계통, 생체계통의 해석, 생체상황의 진단 및 치료 Cybernetics와 계통과학(Systems Science), 및 교육방향에 대하여 고찰하기로 한다.

### 2. 생체공학의 취급 분야

생체공학의 연구대상은 인간이나 생체 계통의 공학 응용이 식물에는 없는 동물 특유의 기능을

다루는데서 다음과 같이 정의하고 있다.

“생체공학은 생체계통에 대하여 생물학적, 의학적 지식과 공학기술을 응용하여 이들 개개의 계통의 조화, 생체계통과 공학계통간의 기능의 조화 또는 양계통과 그것에 존재하는 환경의 조화를 추구하는 학문이다.”

공학이 과학 원칙을 사용하여 구성하는 분야와 복합기구를 해석하는 두 분야가 있는 것과 같이 생체공학도 두 분야로 나눌 수 있다. 즉, 생물학과 의학을 위한 기구 특히 기기와 자료처리 계통의 개발에 관련된 기구를 구성하는 분야와 또 하나는 공학을 응용하여 복잡한 생체계통을 해석하는 분야가 있게 되므로 그런 의미에서 위의 정의는 타당성이 있다고 본다.

이렇게 볼 때 생체공학이 다루는 분야를 들면 아래와 같이 된다.

1) 생체계통 정보의 측정과 처리에 의한 진단 및 그 결과에 의한 생체 치료에 공학적 수법(수단, 기술, 장치)를 사용하는 분야.

2) 생체계통의 측정 결과를 주로 하여 생체계통을 공학적으로 해석하고 생체계통의 미지 부분을 예측 또는 해명하는 분야.

3) 생체계통의 해석 결과를 주로 하여 생체계통의 우수한 기능을 모방해서 새로운 공학계통을 창조하는 분야.

4) 공학적 수법을 사용하여 생체기능에 적합한 공학계통 또는 환경을 개량하는 분야.

각 분야는 다음과 같이 취급되고 있다.

그릴 1에 나타낸 것과 같이

1)에 속하는 분야는 의용전자공학(Medical Electronics)이라고 부르는데, 집중관리실의 다수 환자

\*연세대학교 전기공학과 제어 연구실

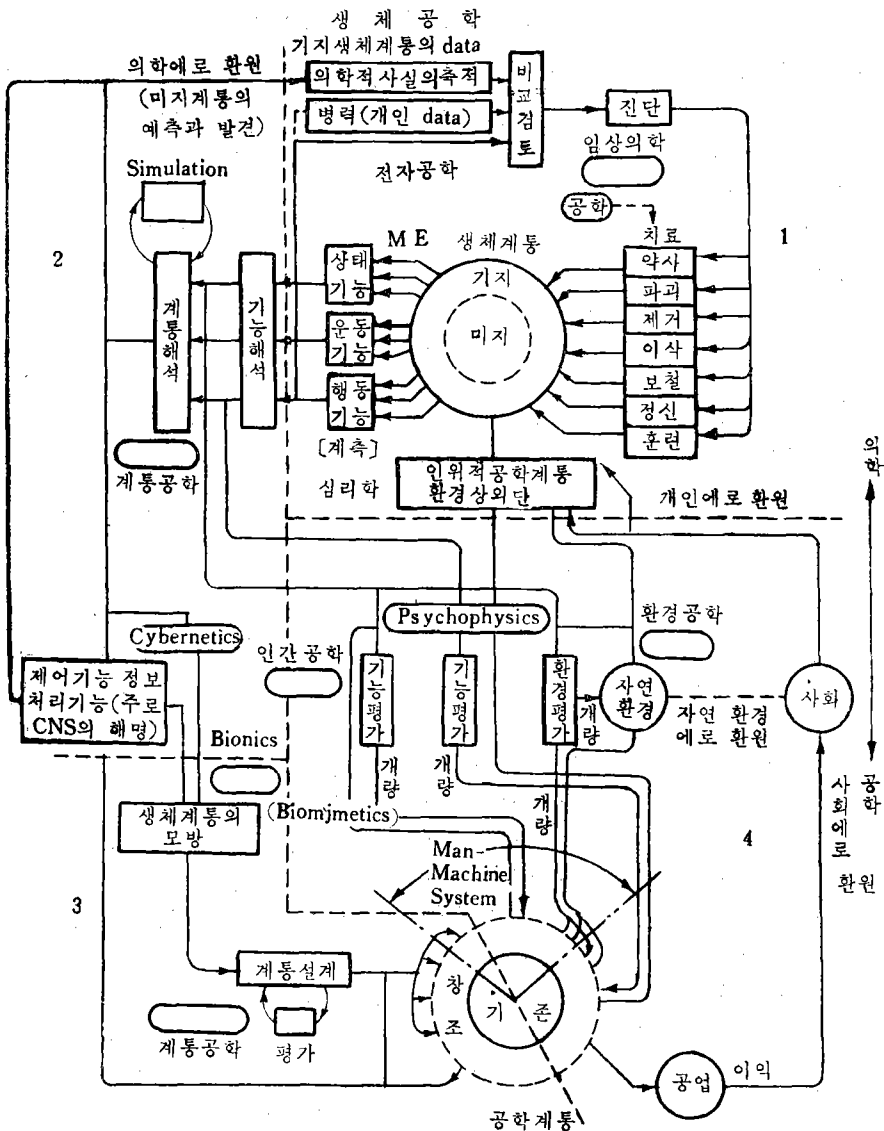


그림 1. 생체공학의 개념도

를 일괄 monitoring 하거나 전자계산기를 사용해서 자동진단, 레이저, 전자선등에 의한 암치료, 인공심장, 인공신장, 의수족 등의 보철법(Prosthetics)등이 있고 일반적인 임상의학의 응용공학이라 할수 있다.

2) 에 속한 분야는 homeostasis 라고 불리우는 체온, 혈류등 항상성 유지 기능의 제어공학적인 연구, 눈, 귀, 입, 손, 발등 감각기계의 neurological servomechanism 의 연구, 뇌의 중추신경계통(CNS, Central Nervous System)의 기능에 대한 해명등 Cybernetics 라고 총칭할 수 있는 분야(협의의 생체공학)를 다룬다.

3) 에 속하는 분야는 Bionics 라고 할수있는데

neuro model 을 써서 설계한 전자 계산기, Pattern 인식, 학습기계, 자기증식기계등을 다룬다.

4) 에 속한 분야는 인간을 계통의 한 요소로 생각하며 인간-기계 계통, 인간 공학과 시칭각 기기의 질을 취급하는 Psychophysics, CAD (Computer Aided Design)와 계산기와 인간의 상호 문제, 학습기계의 최적설계문제, 환경정화에 따르는 환경공학등을 다룬다.

### 3. 생체정보의 계측과 기기

#### 3-1. 생체정보 계측의 목적과 대상

그림 1에서 보는 것과 같이 생체기능의 측정

으로 진단을 목적으로한 정보계측과 생체의 미지 부분을 이해하기 위한 생체계통의 해석을 목적으로한 정보계측 즉, Process identification 이 있다. 계측의 대상으로 되는 양에는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 상태기능 : homeostasis 라고 불리우는 항상성 유지 기능으로 온도, 압력, 속도, 유량, 음, 주파수, 성분등 생체 process 의 상태가 계측의 대상이 된다.

(2) 운동기능 : 생체 각 기관의 위치, 길이, 형, 힘, 임피던스와 같은 형상, 동작에 관련된 모든 양이 계측의 대상이 된다.

(3) 행동기능 : 고도의 정신활동을 나타내는 양 즉, 판단, 인지, 인식의 정도 또는 개체로서의 행동들이 계측의 대상이 된다.

### 3-2. 변환기

위의 대상들을 측정하는 데는 각종의 변환기(transducer)가 쓰인다. 이것들은 청진기와 같이 숙련을 필요로 하며, 행동기능을 제외한 대부분의 생체정보는 변환기를 거쳐서 최종적으로 전기신호로 변환할 수 있으므로 연속 장시간 계측이 가능하고, 순간적인 정보 변화도 빠짐없이 볼 수 있으며 수술중, 수술후에 생체의 관리도 충분히 할 수 있다. 변환기에는 기계적, 광학적, 음향적, 전기적및 화학적인 것들이 있다. 그리고 생체 내부에 일시적 혹은 항구적으로 이식될 수 있는 것과 생체 표면에 접촉할 수 있는 것, 생체의부에서 무접촉으로 측정할 수 있는 것등 여러가지 형태가 있다. 변환기 출력은 전기신호로 계측기에 이끌려 정량적으로 측정된다. 이렇게 의학용을 목적으로 하는 변환기와 계측기를 다루는 분야를 Medical Electronics 라고 부른다. 최근에는 이것은 생체로부터 계측된 정보를 계산기로 처리하고 자동으로 진단할 수 있는 것도 많다.

### 3-3. 계측기술

생체정보의 계측을 위하여 각종 공학기술이 응용되고 있는데 구체적으로 보면 아래와 같이 나눌 수 있다.

(1) 능동적 계측 (active transducers)

a) X-선-폐, 위장, 심실의 형상 측정

b) 방사선-Na<sup>24</sup> tracer 에한 의 표면 혈류 측정.  
c) 고주파 진류-폐의 체적변화 측정  
d) 레이저-세균수의 감정, 세포질의 분자 구조

e) 광학 섬유-위내벽, 고막, 이(耳)내골, Eustachian tube 의 관찰

f) 초음파-폐암, 간장경변, 각막 부식, 내부출혈등 내부의 조사, 혈액유량, 심장위치, 운동의 측정 (echosonography, doppler, Shift ultrasonic microscope, ultrasonic holography)

g) 초고주파, 적외선 에너지 기타

(2) 수동적 계측 (passive transducers)

a) Piezo 소자-이내골 진동, 근력, 심장변위의 측정

b) 열전대, thermistor 등의 감온 소자-피부, 골, 혈액등의 열전달 계수, 신체 각부의 온도분포(thermography)

c) 기타 변환기 (capacitive, resistive, inductive 등)-터, 인두벽의 발성시에 작용, 생체 전기현상 계측(심전도, 뇌파, 근전도, 망막전도등)

이 상에서 능동적 계측이란 체내에 에너지를 보내는 계측을 의미하고 보통은 그 에너지의 생체내에서의 각종 형태의 변화(반사, 흡수, 산란, 변조)를 이용한 것이다. 이 계측은 생체정보의 시각에 관련이 많고 통상시는 2차원 pattern 으로 계측된다. 특히 레이저 등은 계측에 응용이 기대되며 레이저 holography, 초음파 holography 등에 의한 3차원 관측이 실현될 것이다. 현재의 X-선 사진의 2차원 pattern 을 색채화 또는 3차원화 함으로서 진단 하는데 더 좋은 정보를 얻으려고 한다.

수동적 계측에서는 변환기의 소형화와 이식가능화가 추구되며 고체화도 요구된다.

### 3-4. 생체정보의 계측에 대한 개발 전망

생체정보의 계측 기술은 앞으로 고도화될 것이고 그 방향은 다음과 같이 될 것으로 보인다.

(1) 진단을 목적으로한 계측

(a) 정량적인 계측으로 정확도, 감도및 안정성등을 향상 시키고, 관측 pattern 을 수치화 하게

될 것이다.

b) 관찰 결과의 더 좋은 display 를 기할 것이다.

c) IC와 디지털 기술에 의한 정보계측, 처리, 기억 및 display 의 총괄화로 ME에서 MDP (Medical Data Processing)로 이행하게 될 것이다.

(2) 생체계통 해석을 목적으로한 계측 분자 생물학적 계측기의 개발 진전으로 세포내외와 세포간 준위의 생체 process 를 해명하게 될 것이다. 계측의 극한은 디지털 계산을 사용할 것이며 고속도 on-line 의 data acquisition, decision & Control 로 생각되며 MDP 의 진전에 의한 계측, 진단, 치료, 관리등 복합계통으로 진전될 것이다.

#### 4. 인간—기계 계통과 환경 조절

##### 4-1. 인간—기계 계통과 인간공학

(man-machine system hand human factors engi-

neering) 전통적으로 인간과 기계는 분리해서 취급되어 왔으며 생리학과 심리학에서는 인간의 신체와 행동에 관한 집중적인 연구를 하였다. 이것을 공학에서는 재료, 구조 및 계통에 대하여 총체적으로 다루게 되어서 인간을 전 계통의 한 요소로 생각하여 그 가운데서 인간 특성을 고찰하고 인간에 합당한 계통의 설계, 개량을 해왔다. 인간—기계 계통의 주 연구 대상은 항공기—파일롯트 계통이었고 휴먼·오퍼레이터의 개념은 1943년 영국의 응용심리학자 Craik 등에서 출발하여 매우 높은 정확도를 요하는 군사 목적에 쓰도록 개발되었다.

그림 2에 보인 바와 같이 인간에 최적인 계통의 설계와 개량을 목표로한 공학을 인간공학이라 한다. 또 이러한 계통을 인간—기계 계통이라 한다. 인간—기계 계통에서는 휴먼·오퍼레

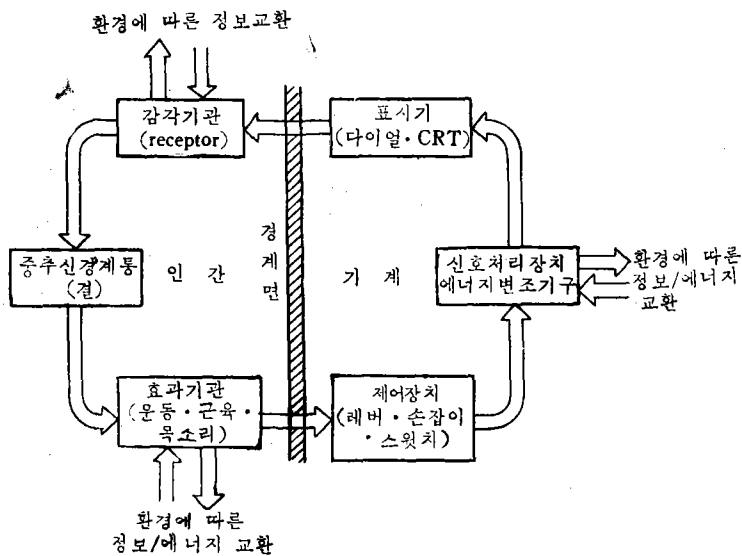


그림 2. 인간—기계 계통의 개념

이터의 특성 연구와 동특성을 추정하는 것이 주이며 이 방면에 연구가 계속되고 있어 기여한다.

(1) 인간—기계 계통의 대표적인 예

- a) 파일롯트—항공기 계통
- b) 파일롯트—우주선 계통.
- c) 운전자—자동차 계통
- d) 작업자—반자동 생산계통

e) 조작자—계산기 계통.

(2) 인간공학에서 취급하는 분야

- a) 해석 (analysis) : 인간특성(주로 운동기능)의 측정과 해석
- b) 합성 (synthesis) : (i) 안전설계  
기계→인간으로 작용하는 위험도를 배제 시키는 것으로 예를 들어 자동차의 안전 벨트, 강한 타이어 등에 대한 것을 다룬다.

## (ii) 기능(機能) 설계

인간 기능의 최적 이용 및 인간기능과의 적합성을 다루게 되는데 예를 들어 각종 지시기의 배치, 좌석 형상등의 문제에서 양자간이 잘 합치된설계를할 경우가 된다.

(3) 인간 성능에 영향을 주는 인자 인간의 기능은 아래와 같은 여러가지 인자가 변화 되므로 이에 대응하여 인간-기계 계통을 설계 하여야 한다.

a) 인간의 정보처리 근원이 되는 감각기의 종류

b) 입력의 형태 및 외란의 형태

c) 일의 교대 cycle

d) 하루의 작업 cycle

e) 피로, 주의력, 동기 (motivation), 지식도, 최근에는 고속 교통기관의 발달, 우주 개발, 해양개발등 여러가지 연구가 이루어지고 있다. 예를 들면 비행하는 물체의 안전 탈출을 목적으로 한 척추의 동적응답 연구, 신체회전에 따르는 원인의 연구, 신체 충격시의 동작연구, 신체 경사에 따른 맥박수의 응답, 우주 공간을 가정한 진공 상태에서 체내 현상 연구등이 있다. 앞으로는 우주 공간과 해저에 따른 거주성과 관련된 인간특성의 해명이 연구될 것이며, 또한 초고속교통시대, 정보시대에 따른 인간과 교통기관, 정보기계의 적합성이 주로 연구될 것이다.

## 4-2. 환경조절 (Environmental Control)

생물체의 안녕 복리는 그것에 처한 환경에 달려 있다. 이것은 단지 자연의 문제인데 현대 과학기술은 생물체가 처한 환경을 변화시켜 가고 있다. 특히 인간은 공학계통을 이용하여 그 환경 속에서 활동하고 환경을 보다 살기에 편리하도록 개선 하려고 노력하여 왔다. 그러나 활동의도가 지나쳐 부적합한 환경에 직면하고 있다. 예를 들면 교통전쟁이라 일컫는 자동차 배기, 공장매연, 공장폐수, 방사선 물질, 살충제, 제초제등에 따르는 물과 공기의 오염이 있다. 이러한 환경속에서 건전하여야 할 인간이 생활을 해독하므로 물, 공기의 청정화와 새로운 수자원 개발은 시급하고 중대한 사회문제로 되어 있다. 건강한 인간 생활의 유지를 위하여 환경의 정화와 정비

를 목적으로 하는 공학을 환경공학이라 한다. 앞으로 공학이 발전함에 따라 점차 새로운 기술과 재료가 생길 것이며 그 때마다 인간에게 악영향을 주는 요소를 제거하는 수단이 필요하게 된다. 현상태로서 생체가 따르지 못하는 여러 요인(방사선, 냉온방, 압력 변동, 소음, 진동, 레이저광, 각종 가스 및 유기물질등)에 따라서 의학적인 입장에서 그 영향을 조사 하는데 불과하여, 환경을 악화하는 것을 방지하는 입장에서 검토 하는 것은 되어 있지만, 이미 악화된 환경을 적극적으로 치료하려는 태도가 결여 되어 이방면의 연구 검토가 필요한 것이다.

## 5. 전자계산기와 정보계통

생체공학의 중요한 분야는 생체계통의 진단, 치료를 위한 해석에 있는데 전자계산기는 위의 목적을 위하여 큰 역할을 할 것이다. 이러한 역할의 타당성을 구체적인 방향에서 검토를 하고자 한다.

## 5-1. 생체현황과 Pattern 인식

생체계측의 결과를 그 생체의 과거의 계측결과(병력, 病歷) 및 일반 생체의 평균적인 결과(의학적 사실)와 비교하여 어떻게 치료를 하여야 하는가를 판단 하는 것을 진단이라 부른다. 진단의 과정은 일부 자동화를 피하고 다만 의사의 경험과 숙련도에만 의존하고 있다. 정확한 진단에는 많은 종류의 병을 개개의 증상에 따라 명확한 지식과 방대한 인상력, 의학상의 일반 지식을 필요로 하고 탁월한 직감력과 복잡한 사고력을 요한다. 진단할 때는 의사의 머릿 속에 떠오르는 정보처리의 algorithm 이 명확하게 일반화 되지 않은 점이 진단 자동화에 커다란 어려움이 되고 있다.

진단은 Pattern 인식의 일종인데, 계측된 상태량을 벡터의 원소로 잡으면 n차원 공간에 따라 환자는 하나의 벡터로 표현 된다. 이 벡터가 다음 n차원 공간에있는 영역(정상영역) 밖이 될때(우위일때) 질환이 된다. 이런 영역의 설정은 보편적이 아니고 연령, 성별, 개체차 등 커다란 난점이 개제하게 되어 자동적, 획일적 진단을 어렵게 하고 있다. 이것을 해명하기 위하여 공학적

으로는 계통이론(system theory) 면에서 보다 광범위한 연구가 이루어져야 한다.

질병과 진단에 대한 연구가 장래성 있게 진전되고 진단의 algorithm 이 해명되면 완전한 자동진단의 실현이 기대된다. 그때는 전자계산기가 총칭으로 사용하게 되어 생체의 자각증상, 각종 계측결과 및 병력을 입력으로 하고 질병의 증상 및 임상 예에 대한 기억 file 을 중심으로 정보 검증과 진단 algorithm 에 따른 처리에 의해 진단 결과를 출력으로 한다. 또한 적절한 치료지시와 예측치료 경과까지가 나타나게 될 것이다. 자동진단으로 의사의 숙련도에 의존하지 않고 보편적 진단, 정량적 진단 및 오진의 감소를 가져올 것이고 임상 의사는 진단보다 치료에 전념할 수 있게 될 것이다. 진단에 전자계산기가 이용되는 분야는 다음과 같다.

a) 전자계산기에 의한 보조진단, CAD (Computer Aided Diagnosis) (이것의 궁극적인 목적은 자동진단 이다)

b) 전자계산기에 의한 진단법과 의학교육

c) 진단 Process 의 통계적 해석

진단 이외의 목적으로서 전자계산기가 의학에 관련된 분야는 hospital automation (혹은 hospital information system)이 있는데 다음과 같은 것이 있으며 일부 선진국에서는 실용화 되고 있다.

a) 진찰 위한 환자의 정보 handling

b) 환자의 요금 계산, 청구서 작성, 종업원 급여 계산 등 병원 사무

c) 약의 재고관리, 혈액의 재고관리

d) 진찰실, 치료실의 환자의 할당 계획조정

e) 입원실의 침대 사용 상황 관리

f) 병원의 의학적 활동(출판물 등)의 기록

### 5-2. 생체의 치료 및 관리

이미 질환에 걸린 환자 벡터를 n 차원 특성 공간에 조작을 가하여 정상영역에 돌아올 수 있는 작업을 치료라 한다. 생체공학에 관련된 것으로서는 특히 높은 에너지를 사용한 파괴적, 제거적 및 인공적으로 사용된 장치의 생체기관의 기능을 보존하고 필요할때는 완전히 치료 하려고 하는 보철적인 경우가 있다. 또한 치료에는 몇가지 조작에 계열 현상이 나오는 것이 있다. 표본화된

생체정보로부터 다음에 무엇을 치료하여야 하는가를 판단하고 다음 새로운 계열 조작이 이루어져야 하는데, 이러한 일련의 치료 process 에 따른 생체 현상의 계측 관찰을 생체관리라 부른다. 특히 수술중 또는 수술후의 생체 monitoring 이 가장 필요하다. 또한 생체의 저항력을 부여해서 질환에 걸리지 않도록 하는 것을 예방이라 하며 이면에서도 공학적 기술 수법이 응용될 가능성이 있다. 예를 들면 계산기에 의한 전염병의 모의화(Simulation)의 연구가 그것이다.

#### (1) 치료에 응용되는 공학 기술

a) 방사선, X-선-암치료, 종양치료

b) 전기적 외란-마취, 경동맥신경 외란에 따르는 고혈압의 치료, 방광 외란에 따른 배뇨, 직장제어, 팔의 제어

c) 초음파-임상 무릅에 따른 폐내 출혈의 치료

d) 레이저-암치료, 피부 수술(피부암), 안과 수술(각막 열상의 수리), 치과 수술

e) 플라즈마 아아크-무혈 수술의 칼

f) 저온-국부 저온 파괴에 따른 뇌종양, 편도선염, 자궁내 이상 출혈의 치료

g) 자계-펄스 자계에 따른 정신병 치료

h) 고압-심장 수술, 파상풍, 동맥경화증 치료, 뇌일혈에 따른 혈행부전의 회복

#### (2) 보철법치료

보철법은 목적에 따라 영구 보철, 일시적 보철, 착탈자매 보철등이 있다. 생명 유지에 필요한 생명 기관을 인공품으로 대용하는 것을 영구 보철이라 하고 생체기능의 일부를 보조하는 것을 일반적으로 일시적 또는 자재 보철이라 한다. 보철의 예로는 다음과 같은 것이 있다.

a) 심장-인공밸브, pass maker, 보조 심실(혈류 pump), 인공 심장

b) 간장-인공간장

c) 폐장-인공 폐, 산소 교환기

d) 사지-인공 사지(의수, 의족, 장구)

e) 감각기-인공 코막, 내이 부품, 안경, 콘

텍트렌즈, 장님 지팡이.

이 중 인공 장기가 쓰이고 있으며, 심장관계로서 수술중, 수술후의 심장 기능 보존을 위한 각종 장치가 있고 현재 쓰이고 있다.

## 6. 계통 과학

### 6-1. Cybernetics

N. Wiener 에 의하여 제창된 Cybernetics 는 다음과 같이 정의 되고 있다.

“Cybernetics 는 동물과 기계에 있어서 소통과 제어를 다루는 학문이다” 이것은 생체공학 분야에서 공헌한 바 지대하며, 모든 생체 제어계통중에서 신경 제어계통(neurological control systems)은 계통해석의 요구조건을 형성해 주었다. 고전적인 예로서는 동공(pupillary) servomechanism 이 있으며, 이에 따라 생체계통에 대한 여러가지 공학 model, 수학 model이 제안되고 생체계통의 교란 모의화가 시도 되었다. 그러나 최종적으로 이것이 의학으로 환원되는데 그 목적이 있다. 생체계통의 해석에는 생체기관 또는 생체로부터 뽑아낸 기관 이외에 인위적 교란을 가하고 여기에 대한 응답을 측정, 그처리 결과에서 모델을 작성, 실용화 하여 각 퍼라미터를 선정해서 고찰 하는 수법이 있는데 요즘은 전자계산기가 많이 쓰이고 있다.

#### (1) 생체계통의 모델에 필요한 사항

a) 기능, 동작면에서 될 수 있는한 기지의 생리학적 사실과 모순이 없어야 한다.

b) 기능, 동작면에서 될 수 있는한 기지의 해부학적 사실과 대응 되어야 한다.

c) 착안하는 특성을 잘 표현 하도록 해야 한다.

위의 전부를 만족해야만 생체계통 각요소의 기능, 동작을 통찰할 수 있고, 실험이 불가능한 조건에서 생체응답을 예측 할 수 있으며 모델로부터 판단의 기능, 요소의 생리, 해부학적 발견 등이 기대된다.

따라서 의학에 있어 새로운 치료법의 발견 또는 생체계통의 기능을 주입 시킨 새로운 공학계통의 창조에도 연관을 갖는다. 생체계통 해석의 연구대상 으로서는 neurological servomechanism

이외에 눈, 뇌, 심장이 있으며 대상계통은 개개의 단위계통으로 부터 복합계통으로 이행하는 경향이 있다.

이러한 예의 하나로서 눈의 제어계통이 있으며 장래는 눈에 대한 최적제어 모델의 발견에도 연관성이 있다.

#### (2) 생체계통 해석에 대한 예

##### a) 감각, 신경, 효과기 계통

- 기억, 망막 모델, 뇌파와 발작 모델
- 근육 모델, 신경 모델 (neuro model)
- 동공 렌즈 조절, 안구 응답계의 성질
- 각막상의 상(像) 상대 운동의 필요성 이론
- 대퇴골의 응력 해석과 계산기 모델등

##### b) 순환기 계통

- 폐동맥지중에 혈액 파동의 전기적 모델
- 혈관내 결절, 밸브의 혈류의 영향
- 좌심실의 계산기 모의화

##### c) 호흡기 계통

- CO<sub>2</sub> 흡입시의 호흡 응답과 안정성
- 폐, 모세 혈관중의 가스 교환 이론
- 비공에 따른 수분과 열의 이동 모델

##### d) 배설및 내분비 계통

- 간장의 노 형성 기능
- 부신 피질의 내분비 응답 모델
- 난소 내분비 기계의 모의화

이러한 것들은 서서히 해명되어가나 남은 것은 뇌(CNS) 뿐이다. 따라서 생체 제어계통의 해석에 뇌의 해명이 중점적으로 다루게 되고 있다. 현재로서 생체현상을 전기신호로 보고 있으나 생체반응의 근원은 전부터 화학변화이고 장래에는 화학적으로 되돌아가 하나의 세포간 준위의 미시적 특성 연구로 이행될 것으로 보인다.

### 6-2. Bionics

Cybernetics 제창 이래 소통과 제어의 기능을 해명 하려고 한즉, 필연적으로 뇌(CNS)라는 것이 난관에 걸림으로서 해석의 주안점을 Cybernetics 에 두게 되었다, 여기에 대해서 합성에 주안 점을 둔것이 Bionics 이다. 이것은 McCulloch 가 말한바와 같이 Biomimetics 로서 변경되는 것이며 바꾸어 말하면 생태모방공학 이다. 생체계통

을 지배하는 원리를 이용하여 인공적인 장치를 창조하는 것이며 대상이 무엇이든 뇌에 국한 한 것은 없다.

현재에는 pattern 인식장치, 학습기계, 자기증식기계, 인공지능, 로버트등의 분야에서 연구가 진행되고 있다.

(1) Cybernetics 의 장래

- a) 정보이론을 생체계통 현상 해석에 응용, 특히 유전(遺傳) 기구
- b) 계통적 시도에 따른 생체계통 해석
- c) Cybernetics 의 관점에서 질병의 기본적인 기구 해명.

(2) Bionics 의 장래

- a) 인공지능과 이것을 이용한 로버트발진
- b) 적응 능력, 병렬연산능력, 연산능력을 포함한 계산제어 장치와 pattern 인식의 고도화
- c) software 적 handling 장치와 이를 이용한 각종 공정의 자동화 진전

7. 생체공학의 교육 방향

생체공학 교육 program 은 의학, 생체학 그리고 공과대학에서 많은 영향을 갖는다.

그 실례를 미국에서 검토 되어 온 것을 여기에 소개하기로 한다.

7-1. 보건학 (Health Sciences)

현시점에서 의료계는 위기에 처해 있다. 수학, 물리학, 공학에 있어서 발전은 일반 기술자, 의과 학생, 의과 교수들의 이해를 훨씬 앞서고 있다. 그러한 이유로 Washington 에 있는 National Institute of Health 와 같은 기관에서는 이미 업적을 남긴 고위 의학자들에게 재교육이란 명분으로 의학자들의 계속적인 과학 발전에 주의를 환기 시키고 있다. 이러한 재교육, 생체공학, 생체수학, 물리학은 위협이 되고 있으며 많은 대학에서 이것은 취하고 있다. 따라서 의학 교육의 재구성의 필요가 있으며 많은 연구 보고서가 이를 입증 하고 있다. 1900 년대에 화학이 의학에 도입된 것과 같이 1970 년대에는 공학이 의학에 도입 되도록 의학 교과 과정의 조정이 중요하게 될 것이라고 여러 보고서가 지적 하고 있다. 생리학적 연구와 교수에 기본적인 역할을 하고 있

는 생체공학은 멀지 않아 의과대학의 교과 과정에 나타날 것이며 그 방향은 두 가지가 될 것이라고 보고 있다.

하나는 의과 학생들에게 대학원 수준의 수학, 공학, 물리학을 취하게 하는 것과 다른 하나는 기기나 전자계산기, 계통공학의 기술적인 면을 취하게 하여 병원이나 사회의 환자들에게 큰 여향력을 주는 방향이다.

7-2. 생체공학 교육

생체공학은 현재 아주 어려운 교육적 임무를 갖는데, 대부분 아래와 같은 3가지 궤도를 갖게 된다.

- 1) 수학, 물리학, 공학의 배경을 가진 생물학자의 재교육
- 2) 기술자들에 대한 생물학 기초원리의 생체계통의 다양한 실험적 시도
- 3) 과거 15년간의 이 분야를 배경으로 하여 필수적인 생물학과 공학의 지식 습득

생체공학 분야에 있어서 대학원 교육은 생체공학의 연구에 적합한 생체공학자 양성을 목적으로 하는 것으로 생체공학자는 전문적인 기술자와 제휴할 수 있는 생물학자나 의사와 생리학의 배경을 갖고 기초나 응용연구를 할 수 있는 기술자를 양성하며 이 수준에는 석사학위 소유자가 많으며, 많은 수요를 요하고 있다.

또한 NIGMS 의 후원 아래 이미 많은 수의 박사학위 소지자가 독립된 연구와 교수로서 정부나 산업기관에서 지도자로서 활약할 수 있도록 시행되고 있다. 이들은 독립된 과학자로서 생물학에 충분한 배경을 갖고 이를 공학에 응용할 수 있어야 하며 생체공학의 모든 문제를 해결할 수 있는 두 분야의 전문가를 목표로 하고 있다. 이에는 어려움이 많으므로 대부분은 열성적인 학생들이 학부 과정에서 윤곽을 공부하여 대학원 과정(전기공학, 정보 공학)에서 두 과정을 수료할 수 있도록 많은 배려를 하고 있다. 따라서 논문의 소재를 일찍부터 발견하여 연구에 임할 수 있도록 많은 초치가 취하여 지고 있다.

생체공학은 공학의 이론을 생체에 응용하는 것이므로 수학적 해석이나 현대적 이론을 공학계통의 학생들이 연수한 후에 생체공학에 갈수 있



도록 요망되며, 생체공학연마의 희망적인 면은 공학과 계통공학(특히 제어이론, 통신공학, 정보이론에 있어서)의 더 앞선 발전에 있다고 보고 있다.

### 8. 맺 음 말

위와 같이 생체공학은 의학, 생물학 및 공학간에 상호 존재하는 학문이며, 거기에 따르는 취급 분야들이 언급 되었다. 특히 생체정보 계측을 위한 기기와 그것의 구성에 대한 면과 이를 위한 생체계통의 해석으로 나누어 기술 하였다. 지금까지 가능한 넓은 현상을 다루는데 노력하였고, 장래의 발전 방향에 대하여 관찰한데 불과하다. 따라서 앞으로 더욱 의학의 발전에 공헌하고 새로운 공학계통의 창조에도 많은 기여가 있을 생체공학에 대한 연구를 계속할것을 약속하면서 글을 맺는다.

끝으로 이것은 연세대학교 이공대학장 한만춘 박사님의 지도하에서 대학원 세미나에서 발표된 것을 발췌 한 것으로 한박사님께 깊은 감사를 드립니다.

### 참고 서적

1. L.A. Geddes; Advances in Biomedical Engineering and Instrumentation. 1966.
2. Proc. of IRE. Special Issues of Biomedical Electronics, Nov. 1959
3. Pro. 20th Annual Conf. on Engineering in Medicine and Biology, Boston, Nov, 1967
4. Trans. on Biomedical Engineering, "Status of Research in Biomedical Engineering, Jul, 1968.
5. L. L. Sutro; Information Processing and Data Compression for Exobiology Missions, MIT, Instr. Lab. 1966
6. Journal of the Society of Instr. and Control. Vol. May 1969
7. F.S. Grodins; Control Theory and Biological Systems, Columbia University Press, 1963
8. N. Wiener; Cybernetics, 2nd ed. MIT Press 1961
8. J.H. Milsum; Biological Systems Analysis, McGraw-Hill 1966
9. H.T. Milhorn, Jr., The Application of Control Theory T. Physiological Systems, W.B. Saunders. 1966,