

# 의 용 생 체 공 학

朴 相 暎\*

■ 著

■ 者

- 1. 머리말
- 2. 생물전기의 역사적배경
- 3. 의용생체공학에 관련분야
- 4. 생체시스템의 특징
- 5. 맺음말

## 1. 머 리 말

오늘의 학문은 너무나 세분화되고 있으며 또한 그 경계가 불확실해지고 있다. 이러한 환경에서 생명활동과 전기현상에 관계를 가지고 있는 학문 분야가 점차로 체계화되고 의용생체공학(biomedical engineering)으로 집약되어 가고 있다.

그러면 여기서는 의용생체공학을 이해하는데 도움을 주기 위해 생체의 전기현상을 몇가지 소개하고 이것을 배경으로 의용생체공학에서 취급하고 있는 분야를 살펴봄으로써 이 학문의 위치를 확인하고자 한다.

## 2. 생물 전기의 역사적 배경

생물 전기라고 하면 동물 전기와 식물 전기로 나누어 생각할 수 있는데, 여기서는 주로 동물 전기를 중심으로 한 역사적 배경을 다루어 보기로 한다.

Aristoteles(B.C. 384~322)는 동물의 전기현상에 관하여 최초로 기록을 남긴 과학자이다. B.C. 340년경 지중해에 살고 있던 전기물고기에 대하여 다음과 같이 설명하였다.

「전기물고기는 그가 잡고자 하는 생물들에게 자신은 견뎌낼 수 있는 어떤 강한 충격을 주어서 정신을 잃게 만든다. 그리하여 전기물고기는 충격으로 실신한 물고기를 집어삼킨다. 전기물고기의 충격은 인간도 마비시킬 수 있는데 나 자신이 직접 체험한 바 있다」

그러나 전기물고기의 충격이 전기현상이라는 사실을 오랫동안 모르고 있었음이 분명하다.

또한 인체가 전기를 흘릴 수 있다는 사실이 18세기에는 무척 신기하였던 모양이다. John Walsh가 1774년 친구인 Benjamin Franklin에게 보낸 편지에서 당

시의 분위기를 짐작할 수 있다.

「금속과 물등 전기의 도체를 써서 전기회로를 구성하여 보고 또 부도체인 유리나 밀랍 등을 그 회로의 중간에 끼어 넣어 봄으로써 전기물고기의 충격이 순간간 전기현상임을 당신에게 최초로 알리게 되어 기쁩니다. 이와 같은 지식을 근거로 네사람으로 구성된 전기회로를 거쳐서 전기물고기의 충격을 전달할 수 있었을지나 떨어져 있는 두 사람은 각기 상당한 길이의 전선을 잡고 한 사람은 전기물고기의 등쪽에 다른 한 사람은 배에 접촉시켰더니 그들 모두 충격을 받았습니다!」

이어 1776년 경에 그는 전기뱀장어의 방전을 통하여 눈으로 직접 볼 수 있는 스파아크를 일으켰다. 따라서 어떤 물고기는 그들이 발견하는 전기 때문에 충격을 준다는 Henry Cavendish(1731~1810)의 추론이 옳았음을 증명한 셈이다. 그러나 John Walsh의 실험은 출판되지 않았는데 William Henry는 1776년에 Willim Canton에게 보낸 편지에서 또 Tiberio Cavallo는 1795년에 출판된 그의 책에서 이와 같은 사실을 설명하고 있다.

진정한 의미에서 생물전기의 연구는 Luigi Galvani(1737~1798)에서 비롯하였다고 볼 수 있다. Galvani는 1780년경부터 전기에 관한 실험을 시작하였다. 그는 개구리의 신경계에 미치는 방전의 효과에 관심을 갖고 있었다. 몇해가 걸린 갖가지 실험에서 Galvani는 구리로 만든 갈구리에 개구리를 꿰어 철체에 매달거나 방전이 일어나고 있는 부근에 해부한 개구리의 뒷다리를 놓아 두면 심한 경련이 일어난다는 사실을 잘 알게 되었다. 두가지 서로 다른 금속으로 개구리의 다리를 건드리면 근육의 경련을 유발시킬 수 있다는 사실에서 Galvani는 경련의 원인이 전기이며, 그 전기는 개구리의 근육에서 생긴다는 결론을 내렸다. 동물전기(animal electricity)로 표현된 Galvani의 생각은 그뒤 사실과 다르다는 점이 밝혀지긴 하였어도 그의 실험들은 중대한 발전의 계기가 되었다.

Alessandro Volta(1745~1827)도 Galvani의 실험에 큰 자극을 받아서 신경과 근육 사이에는 어떤 종류의 전기적인 불균형이 있으며, 이들을 금속으로 이어

\* 正會員; 延世大 工大 電氣工學科教授(工博)

주변 평형을 다시 잡을 수 있다고 생각하였다. 그러나 동물전기를 더욱 연구하면서 여기에 의문을 제기하게 되었다. 드디어 그는 동물전기보다 개구리의 뒷다리에 연결된 금속의 역할에 더 큰 관심을 가지게 되어, 그는 금속에서 생긴 전기가 개구리의 다리를 통하여 흐를때 근육을 자극시켜 경련을 일으킨다고 주장하기에 이르르게 되었다. Volta는 자신의 주장을 증명하기 위하여 1796년 최초로 전기-화학적인 전지를 만들었다.

Galvani와 Volta의 연구가 뒤이은 과학의 발전에 이바지한 공로라든가, 인류의 생활에 끼친 영향은 이루 헤아릴 수 없을 만큼 크다.

Emil Dubois-Reymond(1818~1896)는 학창시절에 전기물고기에 관한 논문을 쓴 일이 계기가 되어 평생 생체의 전기현상연구에 몰두하였다. 그는 1840년에 근육과 신경에서 나타나는 미약한 전류의 흐름을 검출하여 보려고 새로운 장치를 고안하는 일에 착수하였다.

그는 신경의 전기신호 즉 신경 임펄스(nerve impulse)가 생기는 것은 신경의 전기적 조건이 변하기 때를 입을 알게 되었다.

1875년에 Richard Caton은 두뇌에서 일어나는 전기활동은 일하고 있을 때나 쉬고 있을 때를 막론하고 항상 진행됨을 증명하였다. 심장에서도 비슷한 전기적 활동이 있다는 사실이 밝혀졌는데, Augustus Desire Waller는 1887년에 모세관검류계를 써서 확인하였다.

심장과 같이 규칙적으로 수축하고 있는 근육인 경우 전기적 변화 역시 규칙적이다. 1903년 Willem Einthoven(1860~1927)은 극히 미약한 전류도 검출할 수 있을 만큼 민감한 현검류계(String galvanometer)를 고안하였다. 그는 피부에 접촉한 전극을 이 장치에 연결하여 심장에서 오는 전위의 변화를 기록할 수 있었다.

1906년에는 전위변화를 보고 심장의 어디에 이상이 있는지를 알 수 있게 되었다. 이것이 심장의 전기신호를 기록하는 현대 심전계의 시작이다.

이와 때를 같이하여 몇몇 생리학자들은 두뇌에서 전기신호가 발생하여 밖으로 흐른다는 생각을 갖고 있었다.

Hans Berger(1873~1941)는 두뇌가 「아주 작은 전기회로의 덩어리」라고 믿었다. 심장의 고동을 기록하는 방법에서 암시를 얻어 두뇌의 전기신호를 포착하기로 작정한 그는 두뇌의 여러 부분에서 전기신호를 기록할 수 있는 장치를 제작하였다. 이것이 뇌파계의 효시이다.

1937년에 Schmitt는 신경충격성 신호 전파에 관한 방식의 역학적인 해석이란 논문을 발표하였는데, 이것은 전자 신경 모델을 기술한 것이다. 그가 발명한 이

회로의 일부는 오늘날까지도 사용되고 있으며 그 이름을 슈미트 트리거 회로라 한다.

이와 같이 수 많은 여러가지 방법에서 생명과학과 전기공학은 긴밀한 관계를 유지하면서 생체의 전기현상을 규명하고 새로운 사실의 발견에 공헌하여 온 것이다.

### 3. 의용생체공학에 관련 분야

생물전기의 역사적 배경에서 나타난 바와 같이 생명의 신비에 구주한 도전으로서 우리생활에 도움을 줄 수 있는 사실이 속출된 것이다.

현대 기술 문명의 발달은 인공적으로 만든 시스템을 보다 잘 제어하는 것을 필요로 하고 있으며, 여기에는 생체 시스템의 훌륭한 제어기에서 얻어진 것이 도움을 주고 있는 실정이다. 또 자연과 인공 시스템과의 부조화를 해결하는 방법에 대해서도 생체시스템으로부터 좋은 시사점이 얻어질 수 있으리라는 기대속에서 연구가 계속되고 있는 것이다.

그러면 의용생체공학이란 무엇을 다루고 있는 학문인가를 간단히 소개하여 보기로 한다.

의용생체공학은 생명과학(life science)과 공학의 경계 영역에 속하고 있는 학문으로서, 그 연구대상은 인간이나 생체시스템의 기능을 공학에 응용하게 하고 또한 생체의 기능을 보완할 수 있게 필요한 기술을 개발하는 것이다. 따라서 다음과 같은 정의로 의용생체공학을 생각하기로 한다.

“의용생체공학은 생체 시스템에 생물학, 의학등의 지식과 공학 기술을 응용하여 이들로 구성된 시스템의 조화, 생체 시스템과 공학시스템간의 기능에 대한 조화, 그리고 이러한 시스템에 존재하는 환경의 조화를 추구하는 학문이다.”

공학이 과학 원칙을 사용하여 구성하는 분야와 복합 시스템을 해석하는 두 분야가 있는 것과 같이 의용생체공학도 크게 두 분야로 나눌 수 있다. 즉 생물학과 의학을 위한 기구, 특히 기기와 자료처리 시스템의 개발에 관련된 기구를 구성하는 분야와 또 하나는 공학을 응용하여 복잡한 생체 시스템을 해석하는 분야가 있게 되므로 그런 의미에서 볼 때 위의 정의는 타당성이 있다고 본다.

오즈음은 의용생체공학이 하나의 학문체제로 많이 발전되어, 특히 의학과 공학의 가교적인 역할을 담당하고 있다. 예를 들면 증폭에 맥진, 타진, 청진에 의하여 환자들을 주관적으로 진단되고 경험적으로 치료하여 오던 것을 이러한 분야의 학문 연구결과로 이제는 각종 전자 장치와 전자계산기를 이용하여 보다 충분한 객관

적인 자료로 정확한 진단과 치료를 시행하고 있는 것이다. 또한 환자의 상태를 정확한 정보의 측정, 조절로 자동화하고 합리화하여 인간을 질병으로부터 고통을 덜어 주고 수명을 연장시키는 역할까지 연구하고 있다.

이렇게 볼때 의용생체공학과 관련된 분야를 요약하여 본다면 아래와 같이 된다고 본다.

(1) 의용전자공학(Biomedical Electronics)

이 분야는 생체로부터 발생하는 전기적 또는 물리적 현상을 측정하며, 이와같은 측정 기술에 의하여 얻어진 정보를 처리하고 진단과 치료에 필요한 자료를 얻을 수 있게 전기, 전자의 기술을 개발하는 것이다.

예를 들면 의료분야에서 집중관리실의 다수 환자를 일괄 모니터링한다면, 전자계산기를 이용해서 자동진단한다면, 레이저 및 전자선 등에 의한 치료 장치, 또 인공심장, 인공신장 등의 자동 측정 장치에 대한 개발 연구를 다룬다.

(2) 바이오사이버네틱스(Biocybernetics)

이 분야는 생체 시스템의 측정 결과를 주로 하여 생체 시스템을 공학적으로 해석하고 생체정보의 작용기구를 해명하는 등 생체 시스템의 미지 부분을 예측 또는 해명하는 연구를 하는 것이다.

예를 들면, 체온, 혈류 등 항상성 유지기능의 제어 공학적인 연구라면 감각기관계의 신경 조직의 연구 등 뇌의 중추신경계에 대한 기능을 해명하는 연구를 하는 것이다.

(3) 바이오닉스(Bionics)

이 분야는 생체 시스템의 해석 결과를 주로 하여 생체 시스템의 우수한 기능을 모방해서 새로운 공학 시스템을 창조하도록 연구하는 것이다.

예를 들면, 중추신경계의 모델 연구에서 얻어진 결과를 공학적으로 새로이 실현시킨 것들이 전자계산기라면 패턴인식장치 그리고 학습기계 같은 것이다.

(4) 인간-기계시스템(Man-Machine System)

이 분야는 공학적인 방법을 사용하여 인체 기능에 적합한 공학 시스템을 구성하거나 또는 환경을 개량하는 연구를 하는 것이다.

전통적으로 인간과 기계는 분리해서 취급되어 왔으며, 생리학과 심리학에서는 인간의 신체와 행동에 관한 집중적인 연구를 하였다. 이것을 공학에서는 재료, 구조 및 시스템에 대하여 총체적으로 다루게 되어서 인간을 전 시스템의 한 요소로 생각하여 그 가운데에서 인간 특성을 고찰하고 인간에 합당한 시스템의 설계, 개량을 해왔다. 특히 인간에 최적인 시스템 설계와 개량을 목표로한 공학을 인간공학(Human Engineering)이라 한다.

또한 인간은 공학 시스템을 이용하여 그 환경 속에서 활동하고, 환경을 보다 살기에 편리하도록 개선하려고 노력을 하고 있다. 건강한 인간 생활의 유지를 위하여 환경의 정화와 정비를 목적으로한 공학을 환경공학(Environmental Engineering)이라 한다.

이상과 같이 의용생체공학에서 다루어지고 있는 관련관계를 나누어 보았으나, 보는 관점에 따라서는 생물전자공학(Bioelectronics), 생물기계공학(Biomechanics) 및 생물재료공학(Biomaterial Science)등으로 나누어 생각하는 경우도 있다.

4. 생체시스템의 특징

의용생체공학에서 주 대상으로 되는 생체 시스템은 공학 시스템에 비하여 어떠한 특징을 가지고 있는가를 알아 보기로 한다.

생체 시스템의 첫째 특징은 적응성(adaptive)이다. 동적 평형이 생물의 기초가 되어 있는 이상 생체의 형태나 행동이 아주 광범하게 함목적성을 나타내고 있는 것은 주목할 가치가 있으며, 이 생체 시스템이 최적의 상태를 향하여 다양하게 그 구조도 기능도 변해가는 성질을 가지고 있는 것이다.

또 둘째 특징은 여유성(redundancy)이 있다. 인공 시스템에서는 경제성이 중요한 문제이므로 여유를 두지 않고 꼭 맞게 설계를 하는 것이 많다. 그렇지만 생체 시스템에서는 경제성에 관한 아주 낭비가 많아서 생체의 구성요소가 상당수 파괴되어도 그 기능을 유지할 수 있고, 더우기 경우에 따라서는 재생이 이뤄지고 있다.

세째 특징으로는 비선형성(nonlinearity)을 들 수 있는데, 반드시 생체 시스템만의 고유성질은 아니지만 빼놓을 수 없는 중요한 것이다. 예를 들면 신경세포의 흥분이나 기타 생체 일반에 자주 보이는 주기적인 현상도 비선형성의 성질이 없이는 성립하지 않는다. 또 발생, 분화, 형태, 형성 등의 문제도 일반적으로 비선형을 고려하지 않고는 이해할 수 없다.

네째 특징은 계층성(hierarchy)이 있다. 이것은 구조적으로도 기능적으로도 존재하며 발전단계를 대응하여 보면 분자-세포내구조-세포-조직-기관-기관계-개체-집단이라는 레벨로 생각할 수 있다.

다섯째 특징으로 특이성(uniqueness)이 있다. 이것은 범용성의 기반에 세워진 특이성이 있고, 구조의 특이성에 따른 것이 있다. 예를 들면 생식기관계는 생식을 위해 쓰여지고 있는 것이며, 소화기관계는 직접 관계가 없다. 즉 생체내의 여러가지 시스템은 독립성을 가지고 있고, 동일 계층속에서 병렬적으로 존재한다.

그리고 워드백에 의한 정보가 생체의 유지에 더 없이 중요하므로 생체시스템은 다중의 제어회로로 결합되어 있는 것을 또한 잊어서는 안된다.

### 5. 맺 음 말

이상에서 살펴본 바와 같이 의용생체공학은 전기공학의 발달과 더불어 하나의 학문 체계화를 하고 있으며, 생체 시스템의 고유한 특성을 만족할 수 있게 공학과 의학의 가교적 역할을 하는 학문으로 점차 형성되고 있는 것이다.

이미 외국에서는 이 방면의 교육이 많이 확대되고있

으며 여러 부면에 걸쳐 활발한 연구가 진행되어 그 성과가 나타나고 있으나, 아직 우리나라에서는 초기 단계에 있어 미약한 형편이고 일부에서 기초적인 연구를 시도하고 있다.

따라서 앞으로 이 방면의 학문 분야의 발전이 우리나라에서도 가속할 것으로 예상되며, 80년대를 향한 기술집약적인 공업기술의 개발을 위하여 단계적으로 기술전환을 할 때, 그 일익을 담당하게 될 분야가 되리라 생각한다.

앞으로 이 방면에 관심을 가질 수 있고 연구할수 있는 계기가 된다면 다행으로 생각하면서 끝을 맺는다.

## 1979年度 夏季 電氣 · 電子聯合學術會議 및 產學協同 심포지움 開催案内

會員여러분의 健勝하심을 仰祝합니다.

當學會에서는 今年度에도 大韓電子工學會와 IEEE Korea Section과 共同主權로 夏季 電氣 · 電子聯合學術會議 및 產學協同심포지움을 오는 8月 3日~4日에 慶北大學校(大邱)에서 開催합니다.

지난해 昌原工團에서 開催時에는 全國에서 學界, 產業界, 研究所 등에서 300餘名이 參席하여 大盛況을 이루었습니다

따라서 今年度에는 大韓電子工學會가 主管이 되어 行事を 準備하오니 當學會 會員의 많은 發表와 參與를 바라면서 다음 事項을 案内 합니다.

### 다 음

- 1. 日 時 : 1979. 8. 3(金)~4(土):2日間
- 2. 場 所 : 慶北大學校(大邱)
- 3. 行 事 日 程 : 8. 3(金) 產學協同 심포지움  
(慶北大)  
學術發表 ( " )  
8. 4(土) 特別講演 ( " )  
產業視察見學  
(구미工團)

### 4. 發表抄錄募集

- ① 發表申請 : 1979. 7. 2
- ② 抄錄提出 : 1979. 7. 10까지
- ③ " 原稿 : 별도 양식(FORMAT)에  
作成  
(樣式 : 當學會에 備置)

- 5. 其他 詳細한것은 當學會(電話 260-2253  
267-0213)로 문의하시기 바랍니다.

大韓 電氣 學 會 長