

## 의공학 : 의학과 공학의 만남

김인영 | 한양대 의과대학 교수

### 1. 첨단 융합 기술로의 의공학 기술

20세기까지의 과학 발전은 각 학문 분야의 개념 정립, 원리 규명, 규명된 원리의 적용 및 산업화로 대변할 수 있다. 21세기가 시작되는 시점에서 기존의 학문 분야의 틀을 깨는 새로운 학문 분야가 대두되고 있다. 소위 요즘 자주 언급되는 BT(생명 과학), IT(정보통신), NT(나노 기술), ET(환경 기술), ST(우주과학 기술), CT(문화 기술) 등의 6T가 바로 그것이다. 또한 새로운 분야의 이 기술들이 합쳐진 융합 기술(fusion technology)이 강조되고 있다. 지난 7월초 신문지상 대담에서 전 미국 대통령 과학 정책 담당 보좌관인 존 기본스(John Gibbons) 박사는 "21세기엔 과학 영역의 경계가 무너질 것"이라고 예측하였다. 그는 앞으로의 과학 기술의 연구 단위는 원자 및 분자 수준이 될 것이라는 것과, 인간 생명과 관련된 분야에 집중될 것이라고 예측하였다. 특히 과학 영역 상호간의 경계가 무너질 것이라고 강조하면서, 예로 뇌(腦) 연구의 경우 의학은 물론 분자생물학, 컴퓨터, 전기전자, 심리학까지 총 동원되어야 하는 분야임을 설명하였다. 뇌 연구뿐만 아니라, 생명에 대한 연구, 질환의 진단 및 치료에 대한 연구에서 이제 공학적인 기술의 접목은 필수적이라 할 수 있다. 이러한 생명 의학과 공학이 접목된 분야가 바로 '의공학'이란 학문 분야이다.

의공학이 다루는 학문 분야는 병원에서 쉽게 볼 수 있는 각종 진단 및 치료 기기의 개발뿐만 아니라 인공 심장·인공귀 등의 인공 장기에 대한 연구, 막대한 양의 환자 및 유전자에 대한 정보를 처리하는 생명 의료 정보 분야 등이다. 의공학이 적용되는 분야는 거의 모든 임상 및 기초의학 분야이며, 이에 필요한 요소 기술은 거의 모든 공학 및 자연과학 분야를 포함하고 있는 아주 폭넓은 학문 분야이다.

앞에 언급한 대담에서 기본스 박사는 "21세기 과학은 대학 연구실과 산업 현장의 긴밀한 협조가 없다면 아무 의미가 없음"을 또한 강조하고 있다. 이제는 개인 연구실에서 새로운 지식이 탄생하는 것이 아니라 기업의 연구소와 대학의 연구소가 공동으로 기술을 주도하고 있으며, 과학 기술의 연구가 연구 자체로 독립된 것이 아니라 산업과 긴밀한 관계를 맺고 있기 때문이다. 학제간 공동 연구뿐만 아니라 산·학·연 공동 연구가 반드시 필요한 분야가 의료 기기 산업이다. 1997년 OECD는 의과학, 생명과학, 정밀화학, 반도체 기술 등과 더불어 의료 기기 산업을 첨단 과학기술을 필요로 하는 22개 산업 부문 중 5위에 해당하는 고위 기술 산업(high tech industry)으로 분류하고 있다. 선진 각국은 의료 기기 산업에 첨단 기술인 BT, IT, NT 기술을 융합하여 고부가가치 산업 개발에 착수하였지만 아직 초기 단계라 할 수 있다. 아직까지 이 분야는 기술 격차가 크지 않으므로 의공학 기술은 우리나라의

국가 산업 경쟁력을 주도할 기반 기술로의 가능성이 무궁하다고 볼 수 있다.

## II. 의공학의 학문적 특성

의공학은 의학과 공학의 협동적인 학문 분야이다. 의공학은 '공학적 원리와 방법을 의학 분야에 적용하여 의학 분야에서의 새로운 현상 및 사실을 탐구하고 이를 임상적 진료에까지 응용' 하는 학문적 성격을 가지고 있다. 의공학은 기초 및 임상의학의 여러 분야에 걸쳐서 질병의 조기 발견, 정확한 진단, 적절한 치료, 그리고 치료 후 상태의 정확한 평가를 위하여 활용되고 있다. 또한 의료 시스템 구축을 통한 병원 업무의 능률화, 업무 및 정보 흐름의 원활화, 의료의 질적 향상 및 고도화, 의료 시체의 지역차 해소 등 여러 가지 의학 분야의 발전에 공헌하고 있다.

한편 의공학은 '생체 및 인체 시스템의 원리를 공학 분야에 활용' 하는 학문 분야라고 할 수 있다. 인체를 포함한 생체는 오랜 기간 진화의 과정을 거쳐서 개선된 최적화된 시스템으로 볼 수 있는 것이다. 즉, 생체 내에서의 정보 처리, 기억 능력, 자동 제어 기전 등은 공학 분야의 정보처리 및 제어 등의 알고리즘 개발에 응용할 수 있다. 또한 생체 내에서의 에너지 활용 등 의학 분야의 연구에서 밝혀진 생체의 기능들이 로봇 공학 등에서 최적의 모델로 이용될 수 있다.

이처럼 의공학은 의학과 공학의 특성을 모두 띠고 있는 학문 분야로서 양쪽 학문 분야의 이해 및 조화가 필요하다고 할 수 있다. 양쪽 학문 분야의 조화는 여러 가지 각도에서 이루어질 수 있으나, 바람직한 패턴은 의학 분야에서 그동안의 경험을 바탕으로 어떠한 'NEED'를 발생시켜 주는 것이다. 즉, '이러한 기능을 갖는 진단 방법 또는 의료 기기

가 있었으면 좋겠다' 하는 필요성과 요구 사항을 발생시켜 이것을 공학자에게 넘겨주면 공학자는 이것을 'SEED'로 하여서 요구된 사항을 만족시키는 개발을 추진하는 것이다. 개발된 결과를 다시 의학자에게 넘겨서 그 성능을 확인하여 보고 추가적인 부분을 보완하는 형태로 발전시키는 것이다. 이러한 'NEED'에 근거하여 출발하지 않은 경우에는 대부분의 연구 개발이 연구 개발 그 자체에 머무르고 마는 경우가 많다.

앞에서 언급한 바와 같이 의공학의 학문적 발전을 이루기 위하여서 의학과 공학간의 조화로운 협조 및 서로 상대방 분야에 대한 어느 정도의 이해가 필요하다. 의학과 공학자의 단순한 교류로만으로는 의학과 공학의 조화를 이루기 부족하기에 의학과 공학을 접목시키기 위한 새로운 형태의 학문 체계로서의 '의공학'이 필요하며, 의공학 기술을 가진 전문인을 양성하기 위한 교육과정이 필요한 것이다.

## III. 현대 의학에서 의공학의 필요성

의공학은 의공학을 전공으로 하는 사람뿐만 아니라 의학을 전공으로 하는 사람에게도 필수적인 학문 영역이다. 의공학 기술은 임상적 진료의 과정에 필수적인 요소로, 현대 의학에서의 진료 과정은 진단 정보를 제공하여 주는 의료 기기를 제외하고는 생각하기 어렵다. 간단하게는 체온계와 청진기에서부터, 크게는 자기 공명 영상 장치(MRI)와 양전자 방출 단층 촬영기(PET) 등의 대형 첨단 의료 기기에 이르기까지 그 종류가 다양하고 폭이 넓다. 환자에 대한 진료는 의사에게 제공된 정보들에 대하여, 의사가 최종적으로 그 정보들을 종합하여 진단을 내리고 치료 계획을 세우는 것이라고 할 수 있다. 환자의 소견에 따라서 적합한 검사를 처방하고,

“

의공학은 '생체 및 인체 시스템의 원리를  
공학 분야에 활용' 하는 학문 분야라고 할 수 있다.  
의학자와 공학자의 단순한 교류로만으로는 의학과 공학의 조화를  
이루기에는 부족하기에 의학과 공학을 접목시키기 위한  
새로운 형태의 학문 체계로써의 '의공학' 이 필요하며,  
의공학 기술을 가진 전문인을 양성하기 위한 교육과정이 필요한 것이다.

”

그 결과를 정확하게 판단하기 위하여서는, 진단 방법의 개념 및 동작 원리의 이해, 정상적인 검사 결과의 범위, 가능한 오차의 범위와 실수 등을 구별할 수 있는 능력이 있어야 한다.

현대 의학에서 발생되는 환자에 대한 정보는 점차 그 양이 많아지고, 형태도 다양해지고 있다. 이러한 환자의 데이터가 한 사람의 것이 아니고 여러 사람의 것인 경우에는 점차 취급하기 어려워지게 된다. 따라서 현대 의학에서는 진료 과정에서 발생된 정보의 처리 및 분석 능력이 필요하게 된다. 이러한 관점에서 컴퓨터가 의학 분야의 여러 각도에서 적용되고 있으며 점차 그 응용의 폭을 넓혀 가고 있다. 정보 기술의 의학적 응용은 병원 내의 행정 업무 및 회계 업무 등에서 시작하였지만, 환자의 데이터 관리, 처방전의 관리 등 점차 의학적 데이터의 관리로 체계적으로 발전하고 있으며, 자동 진단의 방법을 이용한 진단 보조 장비의 개발 및 의료 정보 공유 시스템 개발 등으로 점차 발전하고 있다.

또한 첨단 의학 연구에는 많은 실험적 방법이 요구되고 있으며, 발생된 연구 결과의 처리 및 분석에 공학적인 방법이 반드시 필요하다. 직접적인 실험이 불가능하거나, 실험 전에 미리 실험의 범위를 정하거나, 대강의 정보를 얻기 위하여서는 모델링이나 시뮬레이션 방법 등이 효과적으로 사용될 수 있

다. 이러한 모든 분야가 바로 의공학의 학문 분야에서 다루어지는 것이므로 의학의 발전에 능동적인 역할을 할 의학자에게 의공학은 필수적인 학문이라고 할 수 있다.

#### IV. 의공학의 연구 분야

의공학은 공학의 여러 분야가 의학의 여러 분야에 응용되는 것이기 때문에 보는 관점에 따라서 여러 가지로 분류할 수 있으나 여기에서는 의공학 분야에서 응용되고 있는 기술을 중심으로 하여 다음과 같은 분야로 나눌 수 있다.

1) 생체 신호 처리 분야 : 생체에서 발생하는 여러 가지 형태의 신호를 검출하여, 이를 처리하고 분석하여서 진단에 유용한 정보를 제공하는 의공학 분야이다. 일차적으로는 이 측정 변수들을 얼마나 정확하고 쉽게 측정하는가에 대한 연구와, 측정된 결과로부터 유용한 결과를 얻기 위하여 어떠한 신호의 처리 및 분석의 방법이 적용되어야 하는가에 대하여 연구하는 분야이다.

2) 의학 영상 처리 및 분석 분야 : 최근 컴퓨터의 의학에로의 이용이 활발해지면서 출현한 초음파,

X선 영상, MRI 영상, 핵의학 영상 및 현미경 영상 등의 의학 분야의 영상에 대하여 새로운 영상 촬영 방법, 처리 방법 및 분석 방법 등에 관하여 연구하는 분야이다.

3) 의료 기기 분야 : 의공학적인 기술들을 임상적인 응용 목적으로 기기화하여 개발하는 분야이다. 의료 기기의 핵심적인 기술 이외에 안전성, 신뢰성, 경제성 등이 고려되어 임상적인 활용도가 높은 시스템으로 개발되도록 해야 한다.

4) 생체 모델링 및 시뮬레이션 분야 : 생체 내의 여러 가지 현상에 대하여서 그 특성을 분석하기 위하여 알려져 있는 사실과 관측된 결과를 이용하여서 모델을 설정하고, 그 모델의 타당성을 입증하는 연구 분야이다. 타당성이 입증된 모델을 이용하여서 실제의 상황에서는 구현이 어렵거나 불가능한 여러 조건에 대하여 시스템의 반응과 결과를 분석하여 실제 생체 시스템의 결과를 예측하게 된다.

5) 생체 역학 분야 : 생체 내의 유체 및 고체에 대하여서 역학적인 분석을 시도하는 연구 분야이다. 생체 내 유체 흐름에서의 압력, 속도, 유량의 상호 상관 관계 및 이들의 기계학적 특성을 연구한다. 유체 이외의 뼈 등의 고체에 가해지는 기계적인 스트레스의 추정을 통하여서 인공 관절 등의 설계에 이용할 수 있는 결과를 도출한다.

6) 생체 재료 분야 : 생체 내에서 생체의 연조직 및 경조직을 대신하여 사용하거나, 생체에 삽입하는 기구의 생체 내의 적합성을 증가시키기 위하여 생체 조직과 접하는 부위에 사용할 목적의 인공적인 재료의 개발에 관하여 연구하는 분야이다.

7) 재활 공학 분야 : 질병이나 사고로 인하여 기능이 정지된 인체의 기능을 회복시키기 위하여 시도하는 여러 가지 형태의 연구이다. 근육 마비 환자에게 전기 자극을 주어서 그 기능을 회복시키거나 절단된 팔이나 다리의 기능을 대행해 주는 의수 및 의족에 대한 연구를 예로 들 수 있다.

8) 인공 장기 분야 : 기능이 저하되거나 상실된 장기에 대하여서 그 기관의 기능을 대신할 수 있는 인공적인 생체 장기에 대한 연구 분야로 인공 심장, 인공 판막, 인공 신장 등의 여러 가지 인공 장기에 관한 연구가 진행되고 있다.

9) 의료 정보 분야 : 병원 등 의료 환경에서 발생하는 의료 정보의 체계적인 관리와 처리를 위하여 시스템을 구성하고 이로 인한 의료 정보를 분석적으로 활용할 수 있게 한다.

10) 진단 보조 시스템 분야 : 컴퓨터 기술의 발전으로 인하여서, 전문가 시스템, 자동 진단 시스템 등 컴퓨터의 논리를 이용한 진단 시스템을 개발하고 이것을 의학의 진단에 보조적인 방법으로 사용하는 연구 분야이다.

앞에서 언급한 의공학의 분야 이외에 의공학의 교육에 관한 분야, 안전성 및 신뢰도에 관한 분야, 의료 기기의 규격에 관한 분야 등이 있다.

## V. 의공학 연구의 미래

지나온 20세기에 인류의 문명은 발전에 발전을 거듭하여 우리가 상상할 수 없었던 놀라운 기술 개발을 이룩하였다. 첨단 과학 기술이 이끌었던 이러한 발전으로 여러 가지 문명의 이기들이 개발되어 우리는 좀더 편리하고 풍요로운 삶을 영위하게 되

었다. 특히 의학 분야에서는 인체에 관한 지식이나 질병을 다스리는 치료 수준이 놀랍게 발전하였다. 21세기에는 인류의 과학 문명이 더욱 찬란한 발전을 지속할 것이며 전자 공학과 컴퓨터, 신소재 및 의학, 분자생물학 등이 접목된 의공학 분야의 첨단 과학 기술의 발전은 지금의 우리가 상상할 수 없는 놀라운 일들을 우리 앞에 실현시킬 것이다.


앞으로 기존의 진단이나 치료법들도 그것이 안고 있는 여러 가지 부작용이나 제한 요소들이 사라져 환자가 일반인들이 쉽고 안전하게 검사와 치료를 받게 될 것이다. 현재 KIST 등에서 개발하는 소형 캡슐 타입의 진단용 원격 측정 장치는 그냥 입으로 삼키면 소화관을 따라 나아가면서 여러 가지 생체 내의 영상 및 현상을 측정하여 체외로 송신하게 되어 매우 불편했던 내시경 검사가 간편해질 것이다. 이러한 진단 장치가 더욱 발전되면 인체의 각종 부위별 이상 유무를 종합적으로 진단할 수 있는 종합 검진 장치가 개발되게 될 것이다. 불과 몇 분 사이에 체내외의 이상이 각 부위 별로 정확히 진단되므로 자기도 모르게 질병을 장기간 안고 사는 일이 없어지게 되는 날도 도래할 것이다. 또한 이제껏 적절한 치료 방법이나 조기 진단 방법이 없었던 암이나 에이즈 같은 난치성 질환에 대한 조기 진단 및 치료법의 개발에 의공학의 공헌이 기대된다.

질환의 치료 측면에서는 효능이 높으면서도 안전한 약제의 개발로 대부분의 질병이 치료될 것이다. 부득이한 경우의 수술도 내시경 및 레이저 등을 로봇이 조종하는 자동화 시스템이 도입되어 실수나 부작용 없이 이루어질 것이다. 또한 각종 인공 장기의 개발로 손상되거나 노화된 장기를 언제나 손쉽게 대체할 수 있게 되어 인류의 수명이 훨씬 연장될 것이다.

정보화 시대인 21세기를 맞아 병원의 모습도 크게 달라질 것이다. 제일 먼저 가정에서의 자가 진단

시스템이 여러 가지 형태로 도입될 것으로 생각된다. 신체 상태에 대한 각종 정보를 각 가정에서 쉽게 측정하고 분석하여 그 결과를 환자에게 직접 알려 주거나 또는 병원의 담당 의사에게 바로 보내 주는 형태의 시스템이 가능해질 것이다. 병원에서는 개개인의 병력이나 기타 정보들이 데이터로 저장되어 있고 전 세계의 모든 병원이 개인의 의료 정보를 공유하게 됨에 따라 세계 어느 곳에 있더라도 동질의 의료 서비스를 받을 수 있게 될 것이다.

물론 이러한 것들은 단지 예측에 불과한 것이지만 오늘날 의공학 분야의 연구 동향이나 기술 발전 추이로 미루어 볼 때 상당 부분 실현 가능하며 게다가 매우 빠른 시일 안에 달성될 것이다. 아마도 '바이센테니얼맨'이나 'AI' 라는 영화에 보았던 인조 인간들이 꿈이 아닌 현실로 다가오게 될 날도 머지않을 것이다. 이러한 일들을 이루는 것이 앞으로 의공학 분야의 연구자들이 해결해야 할 목표이며 그들에게 부과된 의무이다.

이러한 꿈들을 실현시키고, 우리나라가 '의공학'이라는 새로운 학문 분야에서 세계적으로 기술적 우위를 차지하고, 첨단 의료 기기 산업에 국가 경쟁력을 갖추기 위해서는 지금이 체계적인 인력의 양성과 국가적인 차원에서 연구 투자가 마련되어야 할 시점이라고 생각한다. 

#### 김인영

서울대 의과대학을 졸업하고, 동 대학원에서 의공학 석·박사 학위를 취득하였다. 삼성생명과학연구소, 삼성종합기술원의 수석연구원을 역임하였으며, 현재 한양대 의과대학 교수로 재직 중이다. 저서로는 「인공장기」, 「보건의료정보」 등과 "발작성 심방세동 환자의 신호평균 P파 분석", "위전도에 의한 위수축 측정방법 : 주파수 영역 분석 및 벡터분석" 등 100여 편의 논문이 있다.