

의공학이란?

1. 의공학의 정의 및 특징

의공학(醫工學)이란 인간 질병의 진단, 치료, 재활 및 예방 수단의 개발을 위한 의학, 공학 및 관련 과학기술을 말한다. 영어로는 Bioengineering이 적합한 표현이 될 것이다.

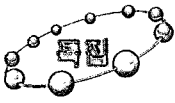
전기, 전자 공학, 기계공학, 재료공학 등 제반 공학기술의 최종 응용 및 적용이 의학적인 목적이 될 때 그러한 모든 공학기술을 의공학이라고 할 수 있을 것이다. 따라서 의공학 분야는 인체 적용의 목적에 따라 다양하게 분류되며, 각 분야는 독특한 학문적, 기술적인 특성을 지니고 있다. 우리가 흔히 병원에서 접하는 CT 및 MRI 기술 및 기기는 영상을 이용한 진단 분야로 분류되며, 인공심장이나 인공관절 및 재활기기 관련 분야는 인체기능 회복기술 분야로 구분된다. 상기의 두 분야는 의공학의 대표적인 분야로 간주되지만 세부적인 학문이나 기술은 서로 상관이 없는 독특한 분야이다. 의공학을 다학제간 협동이 필수적인 Multi-disciplinary 학문이라고 부른다. 선진국이나 국내에도 의공학 교육 및 연구가 대부분 협동과정으로 대학원 중심으로 진행되고 있는 것이다.

의공학은 인간의 보건복지를 도모하는 기술로



최귀원

한국과학기술연구원
의과학연구센터 책임연구원



삶의 질 향상에 직접적으로 기여하는 분야인 동시에 21세기 핵심산업기술로도 간주된다. 2010년 국내의 의공학 관련 시장은 약 30조원으로 예상되며, 세계시장은 약 500조원 규모로 막대한 시장 잠재력을 보유한 분야이다. 현재 국내 첨단 의료기기의 대부분이 외국산을 수입하여 사용하고 있는 상황을 고려할 때 이 분야의 연구 및 기술 개발은 시급하다고 할 수 있다. 또한 의공학은 여러 분야간의 광범위한 융합을 통한 새로운 기술의 창출이 가능한 두뇌 집약적인 특성을 지니고 있고, 타 첨단 산업기계 분야에 비해 최소 10배 이상의 고부가가치를 창출할 수 있어 우리나라의 실정에 부합하는 산업기술 분야로도 간주된다. 현재 우리나라는 인구의 노령화 및 소득수준의 증대에 따른 건강한 생활에 대한 욕구의 고조로 의료수요가 급증하고 있으며, 이미 국제적인 경쟁력을 갖춘 의료산업 관련 중소기업군이 창출되고 있다.

2. 의공학 분류 및 내용

2.1 대분류 및 내용

필자에 따라 차이는 있겠지만 의공학은 크게 다음과 같이 5 분야로 대분할 수 있다.

(1) 첨단 영상진단 및 치료기술:

질병의 진단을 목적으로 인체에 인위적인 손상을 입히지 않고 내부를 영상의 형태로 관찰할 수 있는 기술 및 첨단 과학기술을 이용하여 인체의 질병을 수술 또는 기타의 방법으로 치료하는 제반 기술을 말한다. 이 분야 연구의 궁극적인 목표는 질병의 빠르고 정확한 진단

및 효과적인 치료방법을 개발하는 것이다.

(2) 인체현상 정량화기술:

인체에서 발생하는 생체현상을 계측, 처리 및 분석하여 데이터의 정량화, 가시화, 종합화를 통한 임상진단 보조용 지능형 정보시스템을 개발하는 기술을 말한다.

(3) 의료정보 표준화/체계화기술:

첨단화 컴퓨터화 하는 의료진료 환경과 정보화 사회에서 환자중심의 진료와 수준높은 진료 서비스를 지원하기 위하여 의료영상을 비롯한 제반 의료정보를 체계적으로 통합하여 진료에 응용하는 기술 분야를 말한다.

(4) 인체기능 회복기술

질병이나 노화 또는 사고에 의해 그 기능의 일부 혹은 전체를 상실한 인체기관의 기능을 회복시키기 위한 의료장치의 개발 기술 분야를 말한다. 그리하여 환자의 조속한 사회복귀를 목적으로 하는 분야이다.

(5) 의료용 소재화기술

의학과 공학적 기술을 이용하여 질병의 진단, 치료 및 예방수단의 개발, 개선을 목적으로 하는 소재의 개발 및 응용기술 분야를 말한다.

2.2 세부분류 및 내용

2.2.1 첨단 영상진단 및 치료기술

본 분야는 크게 영상진단 및 치료기술 분야로 나눌 수 있다. 영상진단기술 분야는 다시 X-선 진단기, 초음파 진단기, CT(Computer Tomograph), MRI(Magnetic Resonance Imaging), SPECT(Single Photon Emission Computed Tomograph) 그리고 PET(Positron

Emission Tomograph) 등이 있고 치료기술로는 레이저 치료, 방사선 치료 및 방사선 수술 분야가 있다.

현재 X-선 진단기의 경우는 digital기술의 접목으로 기존의 film을 사용하는 기기를 대체하는 digital X-선 기기의 사용이 증대되고 또한 편리성 신뢰성을 고려한 원격제어 시스템을 개발하여 사용하고 있다. 초음파 진단기 분야는 저가의 복부용에서부터 심장용 까지 상품화 되어 있으며, 도플러시스템의 도입으로 혈류의 형태 및 변환속도를 측정할 수 있는 기술도 개발되어 있다. 128 채널의 진단기까지 생산되고 있으며 10억원의 고가의 초음파 기기도 판매되고 있다. CT의 경우 고해상도 실험을 위한 detector의 개발에 주력하고 있으며, 전력전자를 이용한 소형화된 generator 및 data 획득의 고속화로 3차원 영상획득 단계에 있다. 그리고 나선형 scanning 방법에 의한 고속도 scanner의 개발도 진행중이다. MRI는 1973년 처음으로 개발된 후 초전도 마그네트를 이용한 고자장화의 성공으로 인체세포의 신진대사를 추적하여 임상에 응용하는 기술이 개발 중이며, Echo Planar Imaging(EPI)기법을 이용한 고속촬영도 가능하다. 현재 인체기능현상(Functional Imaging)과 MR Spectroscopy에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

레이저 치료기술은 고출력 레이저 제작기술, 빔 전송기술, 출력 제어기술로 분류된다. 현재 기본 기술은 확보된 상태이나 한 대의 레이저에서 동시에 다중 파장을 발진하는 다중파장 발진기술은 개발 중이다. 레이저 굴절률 교정에 사용되는 광원으로 소형 엑시머 레이저의 개발이 요구되고 있다. 방사선 치료기술은 방사선

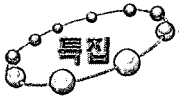
치료계획, 방사선 조사량 측정기술 및 방사선 조사 부위 확인 기술로 구분된다. CT, MRI등 영상data 및 3차원 영상 재구성을 이용한 3차원적 방사선 치료계획시스템이 최근 개발된 상태이다.

방사선 수술기술은 현재 감마나이프를 이용한 수술최적화계획을 위해 방사선 조사 방향의 일부를 차단시키는 플러깅 방법과 방사선 조사 중심점을 2개 이상 사용하는 다 중심점 치료기법등이 개발되고 있다. 선형가속기를 이용한 방사선 수술이 상용화 되고 있다.

2.2.2 인체현상 정량화기술

인체현상을 정량화하기 위한 기술은 방사선과 같이 의학영상 또는 대형 치료기기를 사용하는 일부 임상의학 분야를 제외하고 거의 모든 임상의학 분야에 걸쳐 사용되는 의료기기를 포함하고 있기 때문에 그 분류가 어렵고, 분류하는 관점에 따라서 여러 가지 형태로 분류되고 있다. 여기에서는 인체현상 정량화 기기들의 적용기술 보다는 임상적 환경에서 사용되는 점을 고려하여 임상활용 시 적용 분야를 기준으로 분류하였다.

그림 1에서 보는 바와 같이 정량화 하려는 측정 대상이 인체 내부에 있어서 전극 등을 접촉시켜 측정해야 하는 기술 분야와 인체로부터 표본을 취하여 그 표본에 대하여 검사 및 분석을 수행하는 분야로 우선 나누었다 (인체현상 계측기술과 임상시료 분석기술). 전자는 각종 생체전기신호 측정 장치를 비롯하여 신체기관의 기능을 측정하는 기술이 포함되고, 후자는 주로 임상검사 및 병리학적 검사에 사용되는



기술이 포함된다.

순환계에 해당되는 기술을 세부적으로 살펴 보면 심전도 계측기술 (심전계, 심박계 등), 심음 계측기술 (심음계), 자장 측정기술 (Magnetocardiogram), 혈압 측정기술 (전자혈압계, 관혈적 혈압계), 혈류 측정기술 (심박출량 측정계, 국소혈류 측정계) 등과 맥파기록계 등이 해당된다. 호흡계로는 폐활량 측정기술 (호흡기류 측정기, Impedance Plethysmography), 폐역학 측정기술 (whole body Plethysmography), 분포능/확산능 측정기술 (호흡가스 분석기, 종합 폐기능 검사기), 운동부하 측정기술 (운동부하 폐기능 검사기) 등의 기술이 있으며, 신경근육계에서는 뇌파 측정기술 (EEG, EP, MEG), 신경 및 근전도 측정기술 (EMG, ENG, 위전도 측정기술), 청각계 (Audiometry), 시각계 (ERG, EOG, Tonometry), 평형기능 측정기술 (Posturegraphy) 등이 있다. 또한 복합계측 진단기술로 Central/peripheral monitoring system, fetal monitoring system, polysomnography, laryngeal diagnostic system, urodynamic system 등이 존재한다.

임상시료 분석을 위한 기술의 세부적인 체계를 살펴보면, 혈액 분석기술 분야에서는 spectrophotometry, fluorometry, flame photometry, chromatography, chemistry analyzer, hematology analyzer, electroporesis, radioimmunoassay 및 면역반응 분석장치 및 비침습 계측기술 등이 있다. 또한 체액 분석 기술에는 뇨분석 검사기술 및 CSG 분석기술을 생각할 수 있다. 생체조직 분석기술에는 염색체 분석기술 및 현미경 영상 분석기술 등이 세부 기술분야이다.

의공학 분야는 인체 적용의 목적에 따라 다양하게 분류되며, 각 분야는 독특한 학문적, 기술적인 특성을 지니고 있다.

우리가 흔히 병원에서 접하는 CT 및 MRI 기술 및 기기는 영상을 이용한 진단 분야로 분류되며, 인공심장이나 인공관절 및 재활기기 관련 분야는 인체기능 회복기술 분야로 구분된다.

상기의 두 분야는 의공학의 대표적인 분야로 간주되지만 세부적인 학문이나 기술은 서로 상관이 없는 독특한 분야이다. 의공학을 다학제간 협동이 필수적인 Multi-disciplinary 학문이라고 부른다.

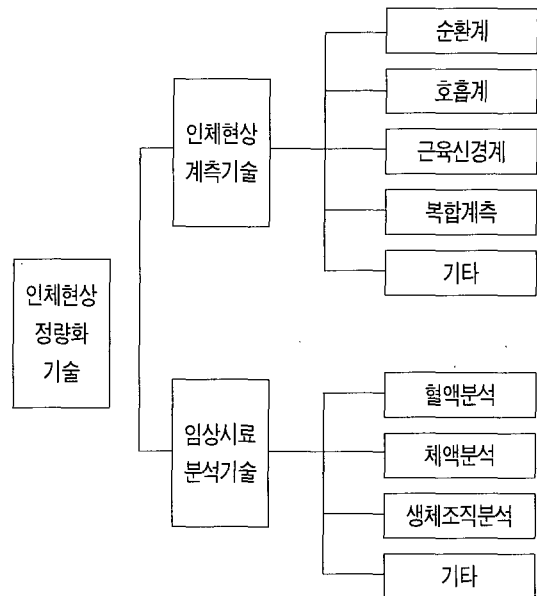


그림1 : 인체현상 정량화 기술 체계도

2.2.3 의료정보 표준화/체계화기술

본 분야는 multimedia 기술의 가장 특징적인 응용 분야의 하나로써, 환자관리 및 병원관리를 위한 text와 graphics 위주의 정보관리, 임상진단을 위한 영상과 신호처리 및 관리, 환자 chart를 디지털 파일로 관리하는 광파일 시스템 등의 기술이 접목되는 분야이다. 이는 병원간 협동진료체계의 구축에 필수적이며, 방대한 의료영상정보의 진단활용에도 필요하다. 본 분야는 크게 의료영상 전송기술, 의료영상 처리기술, 의료정보 관리시스템 및 진단정보 분석시스템 분야로 나누어진다.

의료영상 전송기술은 PACS (Picture Archiving and Communication Systems)로 표현되는데 1983년 미국에서 시작되어 현재 3번째 표준안인 DICOM 3.0 (Digital Image Communication in Medicine)이 완성되어있다 (그림

2). 본 기술의 분야에는 다중매체 의료정보 서버시스템 기술, 방사선 치료 전산화망 구축기술, 의료용 고해상도 영상장치 개발 기술 등도 포함된다. 현재 국내에도 서울대학병원, 삼성의료원, 중앙병원을 비롯하여 중소규모 병원에서도 PACS의 설치가 가속화되고 있다.

의료영상 처리기술 분야에는 3차원 의료영상 시스템 개발, 가상현실을 이용한 의료영상 표현 시스템 개발 및 진료지원 영상 database 구축 등이 포함된다.

의학영상의 3차원적 처리 및 분석 software로는 Analyze 와 3DViewNIX가 대표적이며 널리 사용되고 있다. 또한 2차원 영상분석으로는 NIH image가 많이 사용되고 있으며, 각 연구기관 및 실험실에서 연구용으로 자체 개발하여 사용하고 있는 software도 흔하다. 그 예로 한양대학교에서는 Analyze를 이용한 모의수술시스템을 개발하였으며, 충북대학교에서는 음영분석을 통한 내시경 영상의 3차원적 형체 추정을 3DViewNIX의 소스코드를 수정하여 독자적으로 연구하고 있다.

의료정보 관리시스템 분야에는 심장데이터 관리시스템, 수술 의료정보 시스템 및 개인용 건강정보 시스템 개발 기술 등이 있다. 현재 광카드를 이용하여 환자를 관리하고 진료하는 국내 병원은 을지병원을 시작으로 널리 보급되고 있는 실정이다.

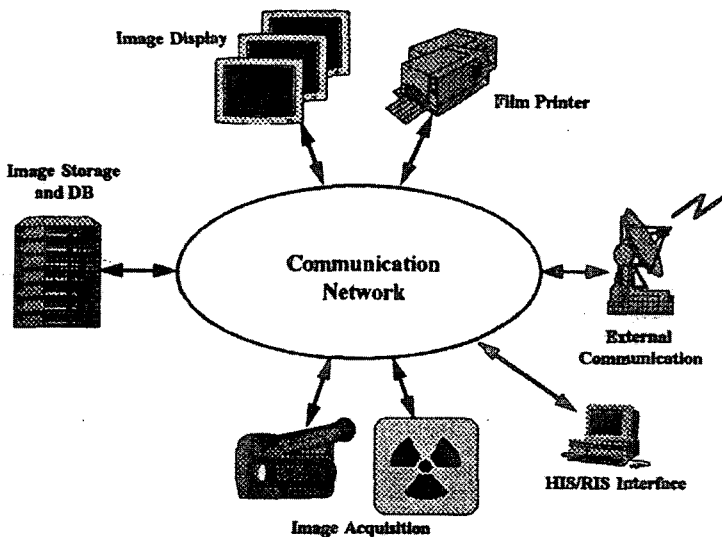


그림2 : PACS (Picture Archiving Communication System)의 구성도

진단정보 분석시스템 분야에는 가상현실을 이용한 뇌혈관 분포와 국소 뇌기능 추적 시스템 개발, 의료영상의 컴퓨터 보조진단 시스템 개발, 지능형 혈구화상 분석시스템, 범용 의료 영상 display 및 분석 software 개발 등이 포함된다.

2.2.4 인체기능 회복기술

인체기능 회복기술의 분류를 임상적용 분야 별로 분류하면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

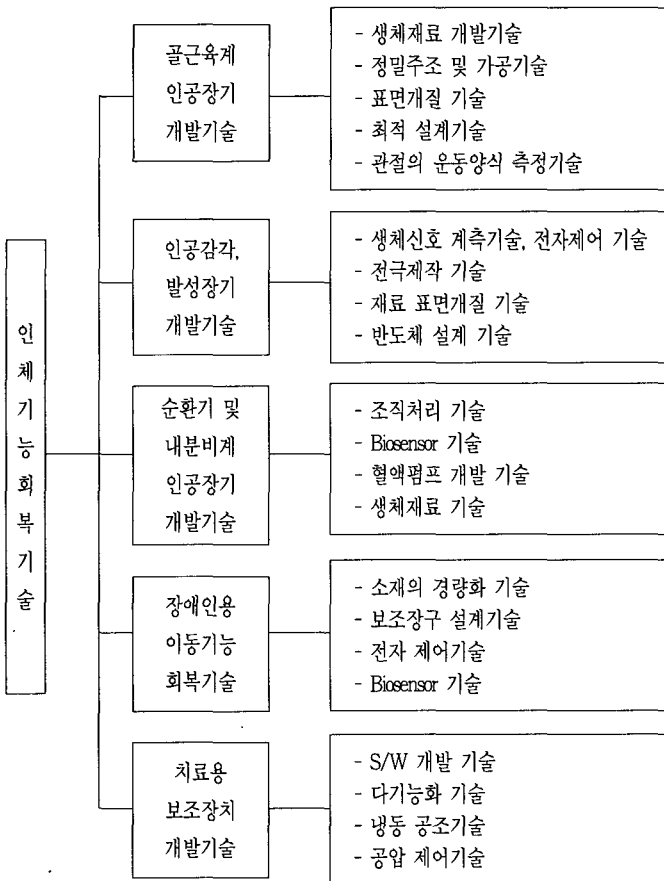


그림3 : 인체기능 회복기술 체계도

골근육계 인공장기 분야로는 인공관절, 인공치아 및 골절치료용 implants, 인공골, 인공인대 등의 개발이 포함된다. 인공감각 발생장기 분야는 인공후두, 인공와우, 디지털 보청기 및 인공각막, 인공수정체 등의 분야를 들 수 있으며, 순환기 및 내분비계 인공장기로는 인공체장, 인공심장, 인조혈관, 인공혈액, 혈액산소공급기 및 혈액 접촉면의 처리를 위한 조직공학 기술 등이 포함된다. 또한 인공식도, 인공비뇨생식기, 인공간 등도 인체기능 회복기술 분야에 포함된다.

장애인용 이동기능 회복장치로는 인공지능형 대퇴의지, 전동 wheel chair, FES (Functional Electrical Stimulus) 기술, 시각 장애자를 위한 보행보조기 및 각종 보조기의 개발이 포함된다. 치료용 보조장치 분야로는 각종 골절치료용 기기 및 고정기기, 산소농축기 및 인지재활 시스템, 물리치료기 등의 치료기기가 포함된다.

본 연구분야는 환자나 장애자의 기능을 회복시켜주는 기술 뿐만 아니라 이미 노령화 사회 구조로 접어든 우리나라의 노인 인구를 위한 silver engineering 분야도 포함한다.

현재 국내에서는 robotics를 이용한 인체친화적인 로봇의 개발도 진행 중에 있다. 전자, 전기 공학 및 제어공학, 기계공학, 재료공학 등의 다 분야간 긴밀한 조화가 요구되는 분야이기도 하다.

2.2.5 의료용 소재화 기술

그림 4는 의료용 소재화 기술의 분류도이다. 실제적으로 의료용 재료 분야는 그 범위가 의학의 분야만큼 방대하여 이를 체계적으로 분류하는 작업이 쉽지 않다. 모든 의료기기 및 인공장기, 약물, 진단시약 등이 포함되는 분야로

그림 4 : 의료용 소재화 기술 체계도

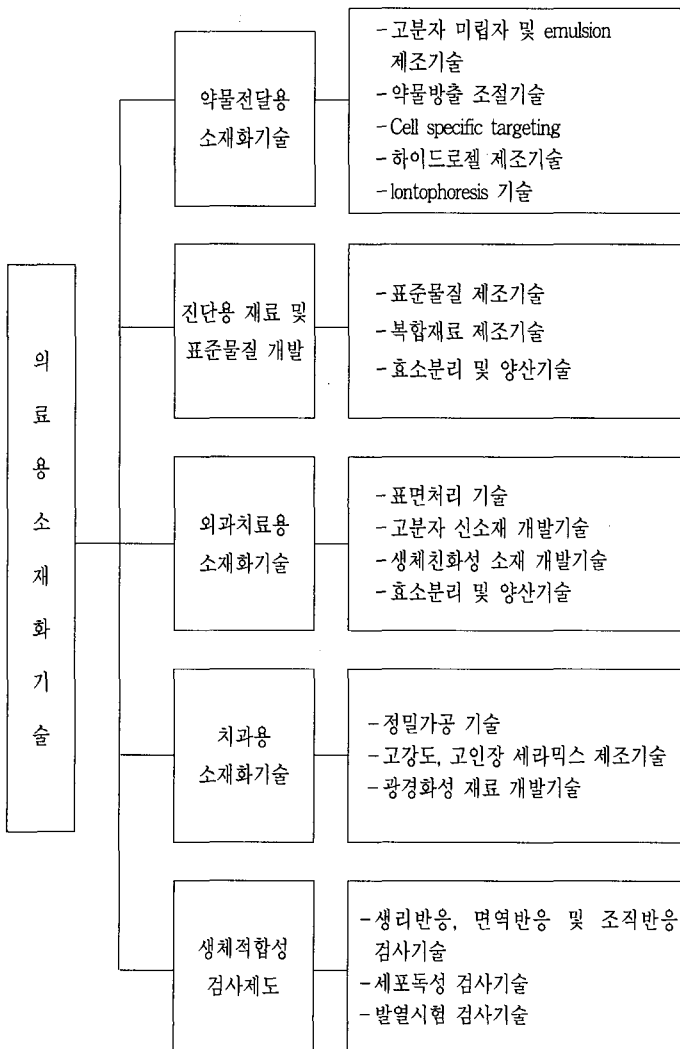


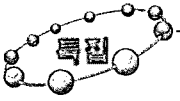
그림 4의 분류가 정확하지 않을 수도 있다. 또한 최근에 연구활동이 활발한 조직공학 (Tissue Engineering) 분야도 넓게는 의료용 소재화 기술에 포함시킬 수도 있다.

인체의 조직 및 장기를 인공재료로 대체하는 것이 아니라 환자의 신체에서 세포 및 조직을 적출하여 배양시켜 인공적으로 조직 및 장기를 생산하는 조직공학기술은 인체기능 회복기술 분야의 인공장기에 일부는 포함되기도 할 것이다.

또한 인공관절 등에 사용되는 금속, 고분자, 세라믹 재료의 개발은 소재화 기술이지만 최종 제품은 인체기능 회복기술에 포함되기 때문에 본 글에서 제시된 분류는 하나의 제안으로 간주함이 타당할 것이다.

생체적합성 검사 기술을 의료용 소재화 기술 분야에 포함시킨 것은 인체에 사용되는 모든 재료는 상품화에 앞서 재료의 생체적합성 및 각종 독성 검사를 필해야 하기 때문이다.

약물전달용 소재화 기술에는 부위선택적 항암제 함유 약물전달시스템, 감염억제 및 치료가 가능한 기능성 카테타 및 스텐트, 부위선택적 항생제 함유 약물전달시스템, 지속성 약물전달시스템 개발 등이 포함되며, 진단용 재료 및 표준물질의 개발 분야에는 생체성분 진단용 표준물질 개발, 암전이능 측정재료 개발, RIA kit 개발, 자동면역분석기 대체물질 개발, 의료용 영상 필름 개발 등을 생각할 수 있다.



또한 외과치료용 소재화 기술 분야에는 그 범위가 방대하지만, 혈관조영 및 중재적 시술재료 개발, 생체친화성 bone cement 개발, biogluce 개발, tissue patch 개발, 조직공학을 이용한 인공뼈 및 인공연골의 개발 등이 포함된다. 치과용 소재화 기술 분야는 치과용 수복재 및 세라믹 인공치관 개발 그리고 각종 치과용 재료의 개발이 있다.

3. 결론

의공학의 분야는 공학 및 의학의 다양한 분야만큼 그 범위가 넓고 다양하다. 그리하여 이를 체계적으로 분류하는 것이 매우 어렵다. 본문에서 제시된 대분류 및 세부 기술 내용은 나

름대로의 장점과 한계점을 지니고 있다. 의공학은 다양한 기술이 복합적으로 조합되어 이루어진 분야이다. 따라서 개별적인 연구보다는 다학제간 연구시스템을 구성하여 하나의 치료기술, 의료기기를 개발하고 있다.

협동연구의 어려움이 큰 반면, 이러한 복잡한 각 분야의 기술이 서로 긴밀하게 연결되어 기존의 개념을 뛰어넘는 창조적인 신기술이 창출되기도 하는 분야이기도 하다.

국내의 의학기술은 선진국 수준이라고 한다. 또한 제반 공학기술도 상당한 수준에 도달해 있다. 국내외 모든 환경변화는 의공학 발전을 기다리고 있다.

20년의 역사에 불구하고 최근어야 의공학 분야의 국가적인 지원과 국민적 관심이 고조되고 있다. 다양한 기술의 창조적인 접목은 의공학의 생명이며 이는 단시일 내에 국내 의공학 수준을 세계적인 수준으로 상승시키는 원동력이 될 것이다.

