



人工臟器 연구개발 현황

—— 6백만불의 사나이 가능한가

<필 진>

- 한국의 인공장기 연구개발 현황 김 형 뮤
- 연구개발의 현재와 미래 민 병 구
- 인공장기 연구개발의 문제점 김 영 곤
- 인공장기...사회적 윤리와 법적 문제 고 한 우
- 인공장기 어디까지 가능한가 서 활

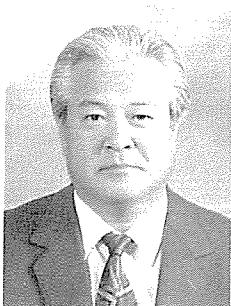
초인간 6백만불의 사나이가
하나의 과학소설(SF)에 등장하는
가공인물이 아니라 현실로 다가오고 있다.
현대의학의 눈부신 발전에 힘입어
병들거나 고장난 인체부위를
인공장기나 다른 사람의 장기로 갈아끼우는
본격적인 인간개조시대가 열리고 있기 때문이다.
6백만불의 사나이는 가능한 것일까?
인공장기 연구개발 현황과 문제점을
총점검해 본다.

내장식 인공심장 동물실험 성공 인공심장·폐 실용화, 췌장 연구중

한국의 인공장기 연구개발현황

기획 특집 <1>

김 형 목
<대한의용생체공학회장/
고려대 의대 교수>



79년 의용생체공학회 발족

인공장기가 선진외국에서 개발되기 시작한 것은 1960년부터였는데, 주변 과학기술이 진보되면서 인공장기 개발을 위한 기술이 차츰 발전되어 왔다. 그 가운데 특히 인공장기개발에 크게 영향을 준 것은 나일론, 데크론, 테프론 같은 고분자합성섬유가 개발되어 인조혈관을 만들었고, 염화비닐로 인공폐를, 실리콘으로 인공판막을, 그리고 고분자 분리판막을 이용한 혈액투석으로 인공신장 등이 그것이다. 1970년대에 들어와서는 더욱 여러 가지 고분자막이 개발되어 인공 투석은 흡착, 여과를 거쳐 혈장교환기술까지 발전했다.

우리나라에서는 1970년대 말에 이러한 기술이 도입되면서 전자공학과

재료공학을 중심으로 한 과학자들이 정보교환과 세계의공학과의 발맞춤을 위해 1979년에 대한의용생체공학회가 발족되어 의학, 생물학에 대한 공학의 적용과 공학에 대한 의학, 생물학 지식을 응용하는데 필요한 학술진흥과 지식교류에 더하여 산업계로 연계시켜 사업을 확장해 오고 있다.

이와 함께 한국과학기술연구원(KIST)을 중심으로 각 대학에 의공학과가 개설되기 시작하여 의공학을 전공하는 연구진과 학생들이 의공학 기초와 임상에 사용될 수 있는 여러 가지 연구를 해와서 오늘날 상당한 성과를 이룩하였다.

현재까지 인공장기분야에서 개발연구되어 온 몇몇 분야에 대한 실용성과에 대하여 설명하고자 한다. 다만 설명을 확실히 하기 위해서 선진 외

국에서 시행하고 있는 인공장기 연구 분야의 성과와 비교하면서 설명하는 것이 이해가 쉬울 것으로 생각되어 참고로 하기로 한다.

인공장기에 대한 이야기를 할 때 다음 몇 단계로 나누어서 설명하는 것이 필요할 것이다. 첫째로, 인공장기로 개발된 것을 개량하는 것, 둘째로 혼합형(hybrid) 인공장기를 발전시키는 것, 셋째로 새로운 인공장기를 연구개발하는 것, 그리고 마지막으로 인공장기를 연구개발하는데 필요한 지원 시스템과 사회문제 같은 것이다.

현재까지 만들어진 인공장기로는 인공위장, 인공내분비기관 및 인공뇌를 제외하고는 거의 대부분이 연구개발되었다. 다만 인공장기의 기능을 완전하고 오래가며 소형화하여 체내에 심을 수 있도록 하는 문제가 남아 있다. 인공신장은 아직까지 체외형으로 장비가 필요하고 노폐물이 완전히 제거되지 못하면서 빈혈, 골수기능장애 및 아밀로이드 증상 같은 문제점이 남아 있다. 국내에서도 KIST와 한양대학 교 연구진의 협동으로 녹십자의공(주)에서 이미 만들어 오랫동안 임상에 사용 중이나 개량할 점이 많다.

인공폐도 역시 1회 소모용이기는 하지만 심장수술에서 필수적인 체외 순환용으로 KIST 연구진과 서울대학

교 및 고려대학교 임상의사들의 공동 연구결과 녹십자의공(주)에서 개발하여 3년전부터 임상에서 사용중이며, 앞으로 더욱 개량하여 소형화 하려고 연구중이다.

인공심장은 선진 외국에서는 임상에서까지 사용되어 상당한 성과를 얻은 것으로 보도되었지만 아직도 혈전색전과 말초순환장애같은 어려운 문제가 많고 체외형으로 커다란 장비 곁을 떠날 수 없는 형편이다. 국내에서는 서울대학교의 의공학연구그룹을 중심으로 꾸준히 연구하여 심실보조장치와 함께 전기구동식 체내이식형 인공심장을 개발하여 동물실험에서 매우 놀라운 성과를 얻은 바 있다.

인공심장은 어디까지나 단기 사용을 목표로 하고 결국은 다른 사람의 심장을 이식 받을 수 있을 때까지 잠시 사용하는 것이 목적이기는 하지만 우리나라 연구진에 의해서 체내이식이 가능한 독특한 인공심장이 개발 실험중에 있다는 것은 특기할 만한 일이다. 인공심장에 사용되는 혈액흡축내면은 폴리우레탄으로 어느 정도 해결되었으나 심장기능에 필요한 인공심장판막에 대한 것은 단기성적 밖에는 내놓을 수가 없는 형편이다.

인공판막 전량 수입의존

인공심장 이외에 심장판막질환에 사용되는 인공판막은 아직까지 임상에서는 전량 수입하여 사용하고 있다. 국내 개발을 위해 고려대학교 임상팀과 대원강업에서 공동으로 몇년 동안 연구해 왔으나, 아직까지 실험

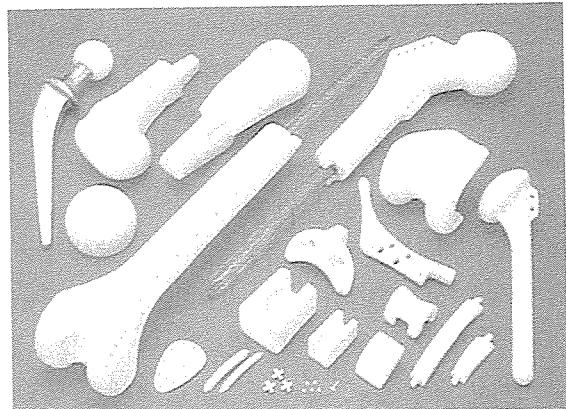
동물에서도 문제점이 발견되어 계속 연구개량하는 형편이다. 인공심장판막을 개발하는 과정에서 흑연이나 그라파이트에 카본파이로라이트를 코팅하는 기술은 정착되어 새로운 기술로 인정을 받아 실제로 사용되는 실정이다.

기계판막과 함께 생체판막에 대한 연구도 꾸준히 진행되어 왔으나 역시 내구성이 문제가 있어서 폴리우레탄을 도포하는 새로운 방법으로 개량하여 동물실험단계에 있다. 앞으로 좋은 성과가 기대된다.

인공간장에 대한 국내연구는 아직 별로 연구된 바가 없는 형편이다. 선진국에서는 3차원 인공고분자 등에 간세포를 삽입하여 그물구조가 되도록 하는 유기결합체를 만들려고 시도하고 있다.

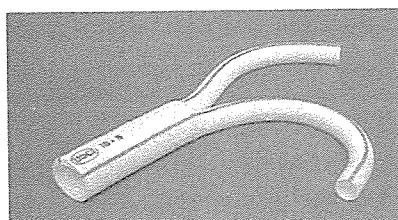
인조혈관은 대혈관을 대체이식하는

고 있다. 국내에서도 서울대학교 의공학과 같은 곳에서 동맥의 중막에 폴리우레탄 같은 탄성고분자를 입히고 겉면에 생체적합성고분자막을 덮어준 데다가 내막을 혈관내피세포를 배양접착시키는 3층구조혈관을 만들어서 동물실험으로 성격을 관찰중이나 앞으로 연구결과를 지켜봐야 할 것이다.



◇세리믹스와 스테인레스로 조합된 인공뼈와 인공관절

인공췌장은 췌장의 베타세포를 마이크로캡슐에 감싼 다음 생체적합성 고분자 상자에 넣거나 중공사 겉에 배양시키는 방법으로 환자 몸속에 이식하여 혈당을 조절하려는 노력이 학연구소를 중심으로 진행되고 있으나 아직 임상에 직접 사용하기에는 이른 단계에 있다.



◇인공혈관

데는 혈액누출을 막을 수 있으면 쉽게 사용할 수 있으나 소혈관에서 혈전형성을 예방하려는 노력을 계속하

치료에서 사용되는 여러 가지 재료 가운데 악골속에 심어서 보철지주를 사용되는 임플란트는 인공심장판막을 만드는 기술에 따라 만든 것으로 현재 국내에서 만들어 임상에 사용하고 있다. 내구성이 좋은 생체에

이물부작용이 없어서 좋은 결과를 얻고 있다.

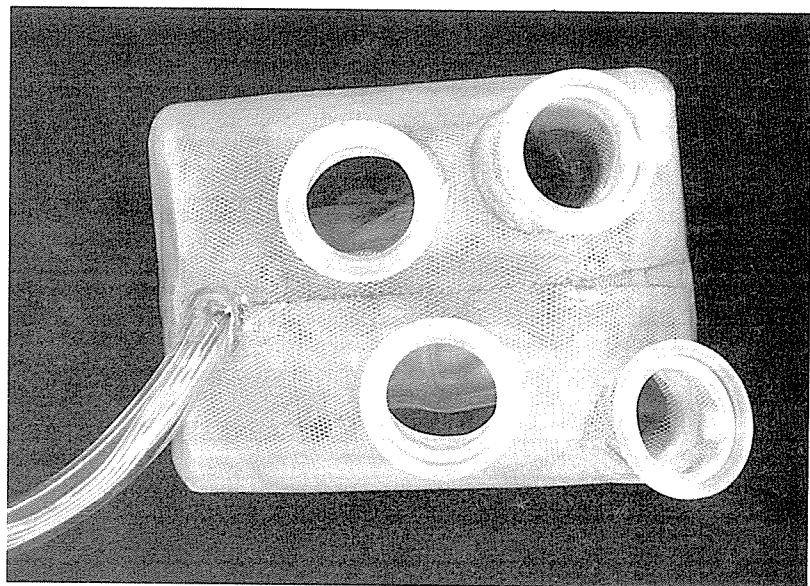
그밖에 인공관절에 대해서는 고려대학교 정형외과팀과 솔고산업사 같은 곳에서 기초연구에 따라 제작 실험을 하고 있어서 앞으로 임상에 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

이상을 종합하면 우리나라에서 개발되어 임상에 사용되는 인공장기는 단순한 지지구조물이나 체외에서 일회용으로 사용되는 인공신장이나 인공폐를 제외하고는 아직까지 별다른 성과가 없는 형편이다. 최근에 서울대학병원 연구진이 세계최초로 사람 심장크기로 전기구동식 인공심장을 양에게 이식하는데 성공하여 국내외에 관심을 끌고 있으나 아직 임상에 사용하기에는 상당한 기간이 필요한 것이다.

산·학·연 협동연구 절실

인공장기를 개발하여 임상에 사용하도록 하고 있는 선진외국에서는 심장박동기, 심장판막, 인조혈관 같은 전기공학을 이용한 인공장기 뿐만 아니라 더욱 생물학적인 인공장기를 만들기 위해 생체세포기능을 이용하여 인공장기에 결합하는 혼합형 인공장기개발에 노력하고 있다.

여기에서 나타난 결과로 인조혈관, 인공적혈구, 인공피부, 인공신장, 인공간장은 물론 더욱 새로운 인공장기 연구분야로 인공말초신경, 인공감각기, 인공중추신경계, 인공안구, 인공중이에 인공내분비기관까지 만들려고 연구노력을 계속중이며 이것이 산업



◇전기식 인공심장(KOTAH)

계와 연계되어 막대한 외화수입원이 되고 있는 것도 사실이다. 이런 현실을 감안 할 때 우리나라에서 앞으로 어떤 방향으로 인공장기에 관한 연구를 계속해 나가야 할 것 인지를 알아보자 한다.

의공학은 성격에서 의학과 공학이 복합되어 기초연구를 이루한 데다가 산업체가 연계되어야 온전한 발전을 이룩할 수 있다. 이런 의공학분야가 제자리를 잡도록 하려면 현재까지 거의 대부분이 공학자들에 의해서 외국 기술모방에 의한 연구에 매달렸던 현실을 탈피하여 임상의학자들이 적극 의공학에 관심을 가지고 방향을 잡아 나가야 할 것이다.

최근 10년 전후로 각 대학에 의공학과가 설치되어 전문 인력도 집중되면서 차츰 성과가 나타나기 시작했다. 정부에서도 이런 상황을 알고 지난해 9월에 KIST내에 의과학센터를

발족하고 인공장기와 재료개발연구를 진행하도록 하였으나 너무나 부족한 예산편성 때문에 인건비를 겨우 충당 할 정도다.

각 대학에 설립된 의공학과도 거의 대부분이 전자공학이나 재료공학을 전공한 과학자들이어서 생체신호모니터링, 방사선 및 초음파를 이용한 진단기기, 병원전산화 시스템 같은 것에 상당한 연구개발이 이루어져서 실제로 임상에 사용되는 것도 사실이다. 따라서 초음파를 이용한 진단기기로 메디슨(주), 신호처리를 이용한 환자감시기기로 세인전자, 재료를 이용한 수술기구로 솔고산업사, 분리막을 이용한 인공신장이나 인공폐를 개발한 녹십자의공(주) 같은 산업체 발전이 어느 정도 성과를 보이고 있는 것도 사실이다.

그러나 미비한 국산개발품보다는 몇십 배나 많은 외화를 써 가면서 선

진 외국의 인공장기를 수입해서 사용하고 있는 현실을 감안하면 대단히 낙후되고 미비한 국내 인공장기 산업이라고 할 수 밖에 없는 현실이다. 의공학이 학문으로서 기반확보와 발전이 중요한 만큼 그 결과를 현실화하는 과정도 중요하다. 의공학이 의학과 공학의 접목으로 이루어져야 하는 것은 당연한 일이지만 더욱 중요한 것은 산업체와 연결이 되어야 한다.

그것은 국내에서 사용되고 의료기기는 물론 인공장기까지 90% 이상이 선진 외국에서 수입되어 사용되고 있는 현실을 파악할 때 더욱 그러한 생각이 든다. 도대체 우리 국민의 건강을 언제까지나 다른 나라 기술에만 의존해서 살아가야 하는 것인가.

물론 10여년 전 의공학관련산업체가 전혀 없었을 때를 비교하면 많은 발전을 이루했다고 할 수 있으나, 반도체 산업이나 컴퓨터관련기술같은 의공학관련기술이 급속히 발전되어 있는 현실에서도 의공학관련산업이 제대로 성장되지 못하고 있는 점은 더욱 아쉬운 일이다. 앞으로 인공장기는 물론 의공학발전방향을 위한 몇가지 문제점을 찾아보자.

첫째로 의공학에 관련된 기초기술이나, 학문기반이 부족하기 때문이다. 단순한 외국기술의 모방에서 탈피하여 새로운 연구를 할 수 있도록 학자를 모으고 연구비를 지원하여 산업체로 연결이 될 수 있는 분위기를 만들어야 한다.

둘째로 산업화의 정확한 방향설정

이 필요하다. 국내 의료기기나 인공장기 산업체들이 수출지향으로 발전해 나갈 때는 외국의 대기업체들과 경쟁을 해서 충분히 경쟁가능한 품목을 골라서 집중 투자해야 한다. 의공학의 기본기술은 선진기술에 직결되고 그 기술은 곧바로 산업체에 연결되어서 선진국기술과 경쟁을 할 수 있는 품목을 선정해야 한다. 적어도 20년정도 장기계획을 세워서 어떤 것을 어느 방향으로 이끌어 나아가야 할 것인지 결정하고 거기에 집중 투자하는 것이 바람직하다.

셋째로 이런 모든것을 관장하는 일관된 정부기관이 필요하다. 의과학센터에서 할 수도 있고 과학기술처에서 도 할 수 있겠지만 장기간에 걸친 올바른 방향설정과 그에 따라 단계별 지원방식으로 선택된 품목을 꾸준히 지원하는 계획이 수립되어야 한다.

넷째로 우리나라의 건강은 우리가 지킨다는 신념을 가져야 한다. 외국에서 만든 것보다 좀 부족한 점이 있어도 될수록 국내의료기기를 사용하여 산업체가 발전되도록 애써야 한다. 자기는 쓰지 않으면서 외국 수출을 꿈꾸는 것은 너무 몰염치한 짓이다. 게다가 우리나라에서 만든 것은 써보지도 않고 외제만 고집하는 것은 극단의 이기주의 일 뿐만 아니라 사대주의에 젖은 마음이기 때문이다.

이번 글을 쓰기 위해서 국내 각 대학에 있는 의공학과를 통해 개발 현황과 앞으로 계획하고 있는 전망에 대한 조사를 해보았다. 의공학의

개설시기와 그동안 연구한 내용, 그리고, 앞으로 연구할 방향에 대한 간단한 내용을 조사한 바에 의하면 거의 대부분이 생체신호 모니터 하는 환자감시 장치와 환자의 진단시스템, 그리고 병원전산화 시스템에 관한 것이었다. 소수 대학에서 인공재료에 대한 연구와 실험이 계속되고 있었고 극히 드물게 인공장기 특히 인공심장과 심실보조장치에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는 현실이었다.

이러한 우리의 인공장기 개발연구에 대한 현실을 감안할때 우리가 앞으로 해나가야 할 방향을 개략으로 짐작할 수 있을 것이다.

우선 기술집약으로 세계를 상대로 할 수 있는 것은 의용전자산업분야이고, 특히 초음파를 이용한 진단 및 치료기기에 중점을 두어 지원해야 할 것이다. 두번째로는 우리 나름대로 의료용 인공장기 가운데 인공심장판막이나 인조혈관, 그리고 의료용 소모품인 봉합사나 패치같은 의료용 소모품에 대한 연구개발이 계속되어야 할 것이다.

이와 더불어 의용기초기술의 개발을 위해서 기초연구과제에 대한 정부나 산업체의 끊임없는 연구비 지원이 병행되어 앞으로 10여년이나 20여년 뒤에는 우리의 건강을 우리의 기술로 지키는 분명한 세대가 오기를 기대하는 마음 간절하다. 이러한 연구개발의 성공은 관련학문을 전공하는 우리 과학자들의 의지에 달려있다고 확신한다. ST