

인 공 장 기

민 병 구

I. 서 론

옛부터 사지의 결손, 시력장애, 난청 등과같이 생체외적인 장애의 보완은 쉽게 이행되어 왔으나 생체 내부의 환경에 직결하는 장기나 조직의 기능을 인공적으로 보완하여 주는 것은 매우 어려운 일이었다. 그러나 현대는 고분자화학이나 메카트로닉스(mechanics), 마이크로일렉트로닉스(Micro-electronics), 그리고 세포배양이나 세포융합의 바이오테크놀로지(biotechnology)의 진보가 매우 놀라우며 생체장기 이상의 인공장기를 만들어낼 가능성이 충분하다. 바야흐로 21세기는 인공장기의 시대가 도래할지도 모르는 일이다.

결손장기의 보완에는 크게 두가지로 대별되는데 그것이 생물학적 장기로 그 기능을 대신하는 '장기 이식'이고 다른 하나는 인공기술로 개발한 기계로 장기의 기능을 대신케하는 '인공장기'이다. 현시점에서 볼때 이미 인공연구, 인공췌장, 좌심실보조장치등이 임상에 활발히 응용되고 있으며 내장형 완전인공심장은 세계의 첨단연구소에서 동물실험 및 임상적용을 시도하는 수준에 와있는바, 장기이식의 경우 제공자(donor)의 장기입수가 어렵다는 단점을 고려할때 더욱 발달된 인공장기에의 개발은 매우 중요한 의미를 갖는다.

이에 인공장기의 과거, 현재, 미래를 살펴보고 이에따른 우리의 연구방향을 설정해보자.

II. 본 론

1. 인공심폐

인공심폐장치(pump-oxygenator)는 인공의 '심장'과 '폐'로서 생체순환과 호흡을 대행하는 장치이다. 인공심폐장치는 현재 개심술 보조수단으로 필수 불가결한 장치가 되고 있다. 최근에는 장시간의 체외순환연구로 인공의 심장부분은 '보조심장'과 '완전인공심장'으로, 인공폐는 ECMO(extra corporeal membrane oxygenator), ECLA(extra corporeal lung assist)로 발전하여 임상응용이 본격적으로 행해지는 단계에 있다. 인공심폐장치는 인공폐와 혈액펌프 그리고 기타 부속장치로 이루어져 있다.

인공폐는 생체의 폐에서 행해지는 가스교환의 기능을 대신하는 것으로 가스·혈액 접촉방식에따라 필름형과 기포형이 있고, 이들의 문제점을 보완한 막형인공폐가 현재 임상에 사용되고 있다. 혈액펌프의 경우는 혈액의 박동유무에 따라 무박동류와 박동류로 나뉘며 이들 두가지 장치외에도 저혈조(reservoir), 기포제거기(air-trap), 열교환기(heat exchanger), 혈액필터등의 부속기기들이 개발되고 있다.

2. 인공신장

보통 인공신장이라함은 투석형 인공신장을 나타내며 그 응용이 보편화되고 있다. 현재 연구대상이 되는 것에는 소형화, 투석액농도의 제어, 멸균, 막의 재질 및 구조, 항응고성, 생체적합성 등이며 항응고제의 개발 등이 큰 과제의 대상이다.

3. 인공췌장

유효인슐린의 부족으로인한 높은 혈당농도를 보이고 소변으로 포도당이 소실되는 당뇨병은 그 치료 방법으로 식이요법, 운동요법, 경구용 저혈당제제의

<접수: 1989년 7월24일>

서울대학교 의과대학 의공학과 교수

사용 및 주사요법 등이 있다. 1일1회 주사예의한 인슐린의 공급은 많은 합병증을 유발시켰다. 이에 환자에게 장시간 정상적인 혈당을 유지해주는 장치를 개발하기에 이르렀다. 인공췌장은 제1세대인 대형인 공췌장과 제2세대인 bedside형 인공췌장이 개발, 임상에 응용되고 있다. 현재는 장기간의 혈당치의 안전한 생리적 제어로 합병증을 억제하기위해 피이드백(feedback)이 가능한 초소형인공췌장의 개발필요성이 대두되고 있다. 이에 당센서용 초소형 침형의 센서와 인슐린주입 캐놀라를 이용하여 환자에 부착시키는 식입(植込)형 인공췌장이 개발되었다. 이외에도 diffusion chamber형, ultrafiltrate chamber법, encapsulated cells가 시험되고 있으며, Selfregulating insulin delivery system은 혈액중에 약제를 서서히 방출해내는 장치로 기대를 모으고 있다.

4. 인공심장

심장병은 전세계의 산업화된 국가에서는 어느곳에서든지 사망률이 높은 질병중의 하나이다. 모든 심장병은 심장의 네가지 시스템중의 하나를 손상시키게 되는데 관상동맥, 전기자극 전도시스템, 심장밸브, 심장근육자체가 그것들이다. 처음 세가지에 대한 처리는 잘 개발되어있으나 근육에대한 처리는 아직 초보단계에 머무르고 있다.

심각한 심근손상에대한 치료방법으로는 IAB(intraaortic balloon pumping)와 VAD(ventricular assist device) 그리고 완전인공심장인 TAH(total artificial heart)등으로 분류할 수 있다.

IAB는 일시적 순환기능보조장치로 간단한 수술로 삽입이 가능하다. VAD와 TAH는 심장병의 종류나 정도, 동작이 가능한 심근정도에 따라 구별해 사용하게 되는데 회복될 가능성을 가진 환자의 경우 또는 영구적인 심장병이나 일부 심근기능이 살아있는 환자는 TAH로 대체하거나 심장이식을 하게된다. 또한 VAD는 질환부위에 따라 좌측(LVAD), 우측(RVAD) 혹은 좌우모두의 심실기능을 보완한다. 이 VAD는 또한 심장이식의 교량역할로도 사용된다. TAH는 자연심장의 기능을 완전히 대체해야하는 내장식 혈액펌프로 자체 제어시스템을 가지고 있어야 하며, 장시간의 신뢰성이 요구된다.

제어기로는 압축가스에 의한 방식이 많이 이용되

고 있으며, 전기모터를 이용하거나 솔레노이드(Solenoid)를 이용한 전기기계식이 소형화가 가능하고 동작상태나 제어면에서 전망이 밝다. 이외에도 핵에너지나 열에너지를 이용한 방식등 많은 구동장치들이 연구되고 있으며 이러한 연구는 미국, 일본, 중공등에서 활발히 진행되고 있다.

5. 인공귀

인공내이와 인공중이가 있으며 1957년 내이성 청각장애자에게 전극을 심어 전기적 청각을 유발시키는데 성공한 이후 연구가 급속화되고 있다. 앞으로 전극의 개량, 신호처리법의 발전, 청각능력 훈련 프로그램의 충실등이 과제이다.

6. 인공간장

여러가지 대사기능을 가진 간장의 기능을 대신하는 인공간장의 실현은 인류의 꿈이지만 현재 일시적인 보조기능을 하는 장치가 있어 간부전치료에 응용되고 있다.

인공 간보조법은 살아있는 간세포조직의 이용여부에따라 생물학적·미생물학적 두가지 그리고 그 혼합형인 하이브리드형으로 분류된다. 미생물학적 인공간장은 비교적 역사가 오래로 막을 이용한 혈액투석을 시점으로 양이온 교환수지의 이용으로 발전되어 왔다. 그외에도 혈장교환, 혈액교환, 흡착제로 혈액관류 등의 방법이 시도되어 있다.

Ⅲ. 결 론

이상에서 몇가지 중요한 인공장기의 역사 및 현상과 앞으로의 연구과제들을 서술하였다. 인공장기는 장기이식에 비해 많은 잇점이 있으나 생체에 내장해서 장기간 동안에 동작에대한 신뢰성을 갖게하기위한 기술적인 문제, 사회적, 윤리적인문제 그리고 환자 자신의 정신적문제, 경제적문제 등 여러가지 어려운 점을 가지고있는 것이 사실이다. 그러나 인공장기외에 어떤 다른 방법으로도 환자를 구할 수 없는 경우 최후의 처치수단으로서의 필요성은 부인할 수 없는 것이다. 의공학의 눈부신 발전과 모타구동형 내장형 인공심장(TAH)의 동물실험의 단계에까지 와있는 현재, 금후의 인공장기분야의 발전과 인류에의 공헌은 더욱 기대해 볼만하다.