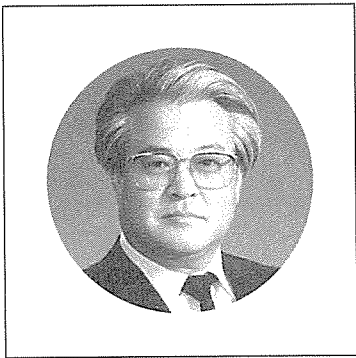


인공臟器의

현황과 발전방향



金 炯 黥

고려大 의과대학교수

의공학은 인간의 장기조직이 더이상 기능을 못할 정도로 되었을 때 이를 대신하는 인공장기와 그 기능정도를 알아내는 여러가지 모니터를 포함하는 분야로 최근에는 세계 각국에서 급격히 발전되는 현실이다. 인공장기의 시초는 팔다리 손상에 대신하는 의수, 의족이나 안경으로 시력을 보정하거나 보청기로 청력을 도와주는 것으로 생각된다. 이런 인체의외기관의 기능보조에 더해져 의학의 발전으로 인체내부기관의 기능이 밝혀지면서 내부기관의 기능을 대신하는 좁은 의미에서의 인공장기가 첨단과학의 발달과 신소재의 개발로 놀라운 발전을 이룩해 왔다.

거기에 발맞춰서 전자공학의 발달은 우리 신체속의 비밀을 하나씩 벗겨내고 있는 현실이다.

1992년 한국과학기술자학술회의 추계워크숍을 맞이하여 그동안의 국내외 현황과 앞으로의 발전방향에 대하여 실제로 인공장기를 사용하고 있는 외과의사의 입장에서 설명하고자 한다.

첫째, 인공심장에 대해서 알아보면,

1982년 12월, 미국의 유타대학에서 처음으로 못쓰게 된 환자의 심장을 도려내고 인공심장을 이식하여 112일 동안 생존한 기록을 보고 세계각국에서 인공심장에 대한 관심이 갑자기 높아졌다. 그렇게 된 첫번째 원인은 1950년대만 해도 심장병 사망이 전체 사망원인의 10%에 그쳤으나 1980년대가 되면서 급격히 늘어나 전체사망원인 가운데 가장 높은 질병으로 되었기 때문이다. 또 하나 관심이 끌린 것은 심장은 다른 내장기관에 비해 단순한 혈액펌프 기능으로 혈액순환을 할 수 있으므로 기능이 약해진 심장에 대해서는 심실보조장치를, 그리고 아주 못쓰게 된 심장에 대해서는 해부생리학적으로 그 기능을 완전히 대신할 수 있는 인공심장을 흉곽속에 대신 이식하여 줄 수가 있게 된 것이다. 따라서 현재 우리나라를 포함하여 세계각국에서 이러한 인공심장을 만들기 위하여 의학, 공학, 물리, 화학 등 자연과학분야의 여러 학자들이 연구를 계속해서 환자에게 대치 이식하였을 때 얼마나 오랫동안 고장없이 완전하게 사용할 수 있는 것을 완성하느냐에

대한 연구를 계속하고 있고, 멀지않아 임상에서 요구하는 그러한 인공심장이 개발될 것으로 기대된다. 심장은 1분에 70번정도 수축과 이완을 반복하면서 5리터의 혈액을 체내에 순환시키므로 하루에 6천리터, 평균수명동안 약 7만톤의 탱크를 채울 수 있는 양이 박출된다. 이렇게 박출된 혈액은 전신순환계를 돌면서 산소와 영양을 공급하고 세포계에서 생긴 탄산가스와 노폐물을 처리하여 생명을 유지할 수 있게 한다. 혈액순환이 일시에 중단되면 10초후에 의식을 잃고, 20초후에 전신경련이, 그리고 3분이 지나면 대뇌기능이 돌이킬 수 없는 손상을 일으키므로 평생동안 잠 시도 설 수가 없는 기관이다. 이러한 심장기능을 돕거나 대신하는 인공심장에는 현재까지도 개발된 것으로 몇가지 종류가 있다. 우선 심장기능을 돕는 장치는 본래 기능이 약해진 심장기능을 돕는 방법으로 대동맥 안에 풍선관을 밀어 넣어 심장수축확장기능과 반대로 확장수축을 반복하는 대동맥내 풍선펌프(IABP), 심실기능을 대신해주는 심실보조장치(VAD)가 있는데, 심실보조장치에는 심실수축력이 약해진 것을 심장표면에서 도와주는 부분박동 보조장치와 심실유입 혈액을 빼내어 수축기능을 대신해주는 보조장치(Bio-pump, 부분체외순환)가 있다. 이런 도움으로 심장기능 회복이 불가능하면 전체심장기능을 대신하는 소위 인공심장(TAH)을 대치이식하는 방법을 사용하여 혈액순환기능을 대신할 수가 있다.

인공심장은 구동방식에 따라서 공기압축식과 전기기계식으로 나눌 수 있는데, 모두가 심근수축기능을 대신해서 혈액이 드나드는 심장심실구조의 수축과 확장을 조절하는 것이다. 공기구동식은 최초로 사용된 인공심장으로 구동방식이 간단하고 안전하지만 구동장치가 크게 체외에 있어서 공기전송관으로 체내와 연결되어 있으므로 환자의 활동에 제한을 받고 감염등의 문제가 크게 대두되어 있다. 전기기계식은 전기에너지를 운동에너지로 바꾸어서 박출구동을 시키는 방법으로 우리나라를 포함하여 세계적으로 여러가지 모형이 개발되어 연구실험중에 있다.

인공심장은 역사적으로 1953년에 Gibbon이

체외순환용으로 개발한 인공심폐기가 있는데 현재도 심장수술을 하는동안 몇시간동안 심장을 정지시키고 수술을 하고나서 다시 심장기능을 되돌려 주는데 사용되고 있고, 1957년에 Kolff와 Akutsu가 개발한 인공심장으로 동물실험에 성공한 이래 1969년 Cooley가 심장이식을 기다리는 환자에게 일시적으로 사용하여 68시간동안 생존시킨 기록이 있다. 인공심장만으로 장기생존이 기록된 것은 1982년 Devries가 Jarvik VIII을 이식하여 Clark가 112일동안 생존케 하였고 그후 20명에게 같은 시술을 하여 최장 620일을 기록하였다.

인공심장을 개발하려는 이유는 사회환경의 변화에 따라 평균수명이 늘어남과 동시에 심장질환 사망이 사망원인의 첫째를 차지하게 되면서 임상 의학에서 관심이 높아지게 되었기 때문이다.

가장 효과적인 치료방법은 뇌사상태에 있는 다른환자의 심장을 대치이식하는 방법이지만 제 공받을 심장은 드물고 수요는 많기 때문에 심장이식 중간교량 역할이나 대치방법으로 인공심장이 연구대상이 되었다. 인공심장의 현상은 1982년에 임상에 사용된 이래로 대단한 관심을 끌었으나 혈액접촉면의 혈전발생, 반복기능의 내구성, 구동장치의 크기와 에너지공급문제, 자동제어장치문제 등 아직도 해결되어야 할 많은 문제점이 있다. 심실보조장치는 임상에서도 서로 사용되어 어느정도 성공을 거두고는 있으나 현재 단계로는 2년 이상 사용한 예가 없는 정도이다.

앞으로는 인공심장이나 심실보조장치는 영구 사용을 목표로 하고는 있으나 당분간은 못쓰게 된 심장기능을 대신하여 일정기간 심장이식제공자가 나타나서 심장이식을 받을 수 있을 때까지 대기하는 동안의 교량역할을 하는 것으로 연구 방향을 전환하여 나아갈 것으로 전망된다.

둘째, 인공판막에 대해서는,

심장안에서 심근수축으로 생긴 혈압을 유지하고 역류를 막아서 혈액이 정해진 방향으로 흘러가도록 만드는 역할을 맡아 기능을 유지하는 것이 심장판막이다. 이러한 판막에 병변이 생기면

좁아져서 혈액박출이 방해를 받거나 늘어져서 박출된 혈액이 되물려 역류되는 상태가 되어서 정상혈액순환을 할 수가 없게 된다. 이렇게 못 쓰게 된 심장판막을 대신할 수 있는 인공판막이 개발되기 시작한 것은 이미 30여년전 부터이며 현재까지 60여종이 개발되었고, 세계적으로 연간 약 7만5천에, 국내에서만도 이미 7천에이상의 판막치환 수술이 시행되었다. 인공판막은 1960년에 실리크구형판막(Starr-Edwards)이 개발되어 승모판치환이식에 성공한 이래로 장기간 사용에 따르는 내구성, 혈전형성, 출혈, 세균감염 등의 문제점이 나타나기 시작하여 재료, 구조, 개폐방식 등 여러가지 면에서 개선변형되어 오늘날에 이르고 있다.

인공심장판막의 종류는 크게 기계판막과 조직판막으로 나눌 수 있다. 기계판막은 열림판막의 모양에 따라 구형, 판형, 렌즈형으로 개폐운동방식에 따라 수직부동형, 경사형, 경첩형, 판막의 개수에 따라 단엽형, 쌍엽형, 3엽형 등으로 세분될 수 있다. 구형이나 판형판막은 수직부동형에 사용될 때는 일정한 등우리속에서 여닫히게 만들었고, 판형이나 렌즈형판막을 경사개폐방식으로 사용할 때는 빠져나가지 않도록 걸개를 만들었다: 경첩형 개폐방식은 렌즈형이나 판형판막이 판륜의 경첩구조에 끼어서 여닫히게 만든 것으로 운동폭이 작고 소음이 낮아서 임상에서 흔히 사용된다.

기계판막의 문제점으로 되어온 혈전발생과 세균감염 등을 예방하기 위하여 여러가지 재료가 개발되고 표면처리 방식이 개선되면서 중심혈류를 유지할 수 있고 내구성이 우수한 피로티카본으로 만들어진 쌍엽 경첩형 경사판(SJM판막 1977)이 현재로는 임상결과가 가장 훌륭하다고 인정받고 있다.

인공판막가운데 조직판막은 기계판막의 단점인 혈전형성과 이를 예방하기 위해 사용하는 항응고제에 의한 출혈, 기계판막의 소음과 세균감염 등을 줄이고 자연재료를 이용하므로 중심혈류가 유지되어 혈액학적으로 가장 바람직스러운 판막이다. 1962년 Ross가 다른 환자의 기증판막을 이식한 이래로 1969년 돼지판막을 이용한

생체판막을 소개한 이후로 여러종류의 돼지생체판막이 시판되게 되었다.

1971년 Ionescu에 의해 송아지심막을 이용하여 심염조직판막이 개발되어 임상에 널리 사용되었으나 석회화가 되면서 내구성에 문제가 생겨서 현재는 사용이 중지되고 돼지판막을 이용한 Crpentier-Edwards 판막만을 고령자 및 가임여성에게 선택적으로 사용하고 있다. 그밖에 최근에 개발이 시작된 것으로 고분자재료판막이 있다. 이 판막은 제조가 쉽고 값이 싸며 원하는 모양을 만들어서 항혈전성 및 항칼슘화 표면처리가 가능하여 항응고제 없이도 사용할 수 있는 장점이 있는 반면에 내구성 문제가 해결되지 못하여 단기간에 사용되는 인공심장부속품으로 사용되고 있다. 현재까지 개발된 것으로 단엽, 쌍엽, 3엽, 켈리퍼쉬 등이 있다.

이상 인공심장판막의 개발역사와 종류를 살펴본 것처럼 인간의 생명을 연구개발하려는 끊임없는 노력끝에 현재로는 반영구적인 인공심장판막이 임상에서 사용되고 있다. 그러나 인공심장판막 가운데 기계판막은 아직까지 이식후 항응고제 투여가 필수적이며, 조직판이나 폴리머판은 칼슘화를 예방하는 문제와 함께 내구성에 문제가 있어서 일정기간 사용한 다음에는 재치환해야 하는 문제가 남아 있다. 이런 문제해결을 위해 첨단산업분야에서 응용되고 있는 화학중착도금법, 세라믹소결, 레이저용접 등 여러 첨단기술을 도입하고 있다. 국내에서도 몇몇 연구자들에 의해 기계판막, 폴리머판막 및 생체판막에 대한 연구가 계속되고 있으므로 몇년안에 임상에서 사용될 수 있는 판막으로 개발되기를 기대한다.

셋째, 심폐보조기의 현황을 보면,

신체에서 격리된 장기를 살아있는 상태로 보존하려고 시도되었던 심폐보조기는 일시적으로 심장과 폐기능을 대신할 수 있는 장치로 개발되어 오늘날 심폐수술에 가장 널리 이용되고 있다. 그밖에 심장기능이나 호흡기능이 약해진 환자에게 회복할 여력을 돕기 위하여 필요한 상당기간 심폐보조기를 사용하기도 한다.

인공심폐기는 1953년 Gibbon에 의하여 고안되어 일시적인 체외순환 상태에서 심장을 정지시키고 심장속안의 수술(ASD)에 성공한 이래로 여러가지로 개선되어 오늘날 심장수술에 필수기구가 되어 버렸다.

인공심폐기는 환자의 정맥혈을 탈혈시켜 가스교환기를 거쳐서 온도조절을 하고난 다음 혈액펌프로 환자의 동맥계통으로 송혈하는 장치이며 그 과정에서 필요한 제어장치가 전체 시스템을 제어하도록 되어 있다. 현재 사용되는 인공심폐기는 가스교환방식에 따라 기포형, 스크린형, 디스크형, 막대형 등이 있으나 간단한 심상수술에는 기포형이, 복잡한 심상수술에는 분리막을 이용한 막형가스교환기가 흔히 사용된다.

분리막을 이용한 막형가스교환기의 모양에 따라 판막형, 코일형, 중공섬유형이 있는데, 모양에 따라 기능과 장단점이 다소 차이가 있다. 인공심폐기의 펌프장치는 동맥혈압과 필요한 혈류를 유지하기 위한 장치로 과거에 사용되던 시그마모터는 폐기되고 오늘날에는 롤러펌프와 원심펌프가 주로 사용된다. 혈류량은 평균 2.4L/mm²/M² 표면적이고 최고 180mmHg 혈압이 10L/mm² 혈류를 유지할 수 있게 만들었다. 열교환장치는 혈액온도를 조절하여 저체온 상태를(17~32℃)에서 심장수술이 끝난다음 재가온하여 정상체온을 만들어 주는 것으로 심장수술을 할 때 여러가지 장점이 있는 저체온 상태를 유지하기 위한 것이다. 그밖에 체온순환중에 생길 수 있는 혈전제거를 위한 필터, 공기방울제거장치, 전체시스템기능의 감지와 조절장치 및 필요한 안전장치들이 포함되어 있다. 심폐보조기는 1959년 이래 국내에서 심장수술이 시작되면서 전량 외국에서 장비와 소모품을 수입해서 사용되어 왔으나 국내기술진과 생산업체의 공동노력으로 인공심폐장비를 제외한 소모품인 가스교환장치와 순환라인 등은 1991년부터 개발에 성공하여 현재 국내사용은 물론 수출까지 하기에 이르렀다.

넷째, 인공혈관은,

혈액이 흐르는 통로인 환자의 혈관에 질병이

생기거나 사고로 손상되었을 때 대치이식하는데 사용되는 것이다. 인공혈관을 만드는 재료에 따라 생체혈관과 인공혈관으로 나눌 수 있다. 생체혈관은 환자자신에게 얻는 자가혈관, 다른 환자에게 얻는 동종혈관, 그리고 다른 동물에서 얻는 이종혈관이 있다. 인공혈관에 사용되는 재료에는 비닐, 테크론, 테프론, 폴리우레탄, 폴리테트라플리에틸렌 등인데 각각의 장단점에 따라 그리고 편직방식에 따른 장단점에 따라 필요한 부분에 사용된다. 특히 이들 인공재료의 생체적합성을 높이기 위하여 알부민, 콜라겐, 젤라틴을 이용한 내피표면처리에 대한 연구와 내피세포의 피복연구 등은 외국은 물론 국내에서도 몇몇 연구기관에서 실험을 계속하고 있다.

다섯째, 인공뼈와 관절에 대해서 알아보면,

골절로 신체유지가 불가능한 상태에서 고정방법으로 부목을 대거나 골절접합부를 고정하는 치료방법은 오래전부터 이용되었지만 자체치유가 불가능한 골절이나 기능이 손상된 관절등에 대한 치료방법으로 인공뼈와 인공관절에 대한 연구개발이 활발하게 진행되어 왔다. 인공뼈는 그 기능에 따라 특수스테인레스강, 코발트소재 합금과 같은 생체융합금들이 조성비를 달리하면서 지금까지 하중지지대로 사용되고 있고, 1947년 이후 티타늄합금을 이용한 인공관절이 개발되다가 1970년에 들어오면서 알루미늄, 바이오글래스, 카본, 인산칼슘화합물 등 생체요업재료가 개발되어 각각의 물리화학적 특성에 따라 기능에 맞게 사용되고 있다. 최근에 보다 생체적합한 소재를 개발하기 위한 생체불활성재료 또는 정상골성장을 촉진하는 생체활성재료나 복합재료 등 여러 측면에서 활발히 연구하고 있어서 그 성과가 기대된다. 인공관절은 1960년대 초 찬니가 인공관절을 개발한 이래 무릎, 어깨, 팔꿈치, 발목, 손가락관절 등 등뼈관절외의 대부분의 관절이 인공관절로 대치이식되고 있는 형편이다. 인공관절은 아직까지도 기능상의 문제와 내구성 등에 문제는 있으나 여러가지 재료개선과 고정재료 및 방법에 대해 끊임없는 연구를

해오고 있다. 인공관절은 형태와 기능에 따라 고관절이나 어깨관절처럼 볼-소켓형과 무릎이나 팔꿈치관절과 같은 경첩형으로 나눌 수 있다. 이런 형태와 기능에 맞춰서 바이탈륨, 스텐레스강, 아크릴, 테프론을 거쳐서 현재는 마모에 강한 초고밀도 폴리에틸렌이 인공관절에 사용되고 이를 고정하기 위한 골시멘트를 사용해 왔으나 골시멘트자체의 파괴, 독성 등을 고려하여 시멘트를 사용하지 않는 고정법을 쓰고 있다. 이때 뼈와 접촉하는 비구컴표면과 대퇴줄기 표면을 미세구멍구조로 만들었는데 인공관절 표면에 작은 금속구슬을 화학적 또는 팔르사마분사법으로 특수도금하는 방법이 이용된다. 1970년 Bautin이 마모저항이 높고 생체불활성인 알루미나(Al_2O_3)를 개발하여 고관절 등에 사용하여 훌륭한 효과를 보았으나 충격흡수도 할 수 있으면서 마모문제를 완전히 해결할 수 있는 완전한 인공관절 개발을 하는 것이 앞으로의 과제다. 인공무릎은 단순한 경첩형으로는 큰 하중때문에 마모등의 영향으로 해리현상이 생기므로 이중칸막이를 이용한 Freeman-Swanson이나 Duocondylar 인공무릎관절, 또는 단일 칸막이를 이용한 Marmor 인공무릎관절 등이 있다.

기타 인공발목관절도 여러가지로 개발되어 왔으나 아직도 임상에 사용되는데 문제가 있고, 인공어깨관절은 회전운동을 크게 하고 안전성을 높이기 위한 연구끝에 임상에 더러 사용되고 있다. 손목과 손가락관절 등 인체의 척추관절외에는 거의 대부분의 인공관절이 개발되어 어느정도 성공적으로 사용되고 있으나 반영구적인 인공관절을 개발하려면 앞으로 더욱 생체에 적합하고 내구성이 있는 재료를 이용한 합리적인 연구가 있어야 할 것이다. 인공치아는 1958년 스웨덴의 브레카트가 개발한 턱뼈속에 티타늄합금으로 된 인공치근을 고정시킨 다음 골유착이 완성되면 그위에 인공의치를 만들고 고정시키는 방법을 사용하고 있다. 티타늄합금의 문제점을 해결하기 위하여 카본이나 세라믹스로 코팅하거나 소결하여 더욱 뼈와 친화력이 좋으면서 견고한 인공치아를 만들어 사용하고 있다. 국내에서

도 비슷한 방법으로 인공치아를 개발하여 현재 임상에 사용하고 있다.

여섯째, 인공신장을 보면,

신장은 세포의 대사산물이 세포밖으로 배출된 것을 세포활동이 최적상태로 유지되도록 체외로 배출시키는 기능을 담당하고 있는데, 이때 신장은 단순히 대사산물과 기타 노폐물을 배설시킬 뿐만 아니라 체액량의 조절, 체액성분의 항상성을 유지하고 그밖에도 생체에 필요한 여러가지 물질을 분비하는 중요기관이다. 이런 기능이 나빠져서 신장기능부저에 빠지면서 체노폐물의 축적으로 요독증을 일으켜 치명상태에 이르르게 된다. 이렇게 되기전에 신장기능을 되돌릴 수 있는 방법은 타인의 신장을 이식하거나, 혈액투석기로 혈액속의 노폐물을 걸러내어야 한다. 인공신장은 1854년 Granham의 삼투압에 관한 연구에서 인공신장의 기본원리인 투석개념이 정립된 이후로 여러가지 분리막을 이용한 투석방법이 시도되었으나 1955년에 이르러 Kolff에 의해 최초로 일회용 트윈코일투석기가 1948년 아르월의 최초 완전인공신장의 개발에 이어 사람에게 사용되게 되었다. 현재 사용되고 있는 인공신장은 투석액전달장치, 투석기, 혈액펌프와 연결관, 그리고 이들 장치의 모니터계통으로 구성되어 있다. 인공신장은 투석과 여과에 의한 원리를 이용하여 요소는 혈액에서 투석액쪽으로, 중탄산은 그 반대방향으로 농도차이에 의한 확산이동이 될 수 있는 반투과막을 사용하므로 혈구, 혈장단백, 세균 등은 통과가 되지 않는다. 투석액의 유량은 보통 500ml/min이며 4시간동안 투석하면 혈액과 접촉되는 투석액의 양은 120리터에 달하여 보통 한주일에 3회 정도면 소기의 목적을 달성한다. 인공투석기의 종류는 평판형과 모세관형으로 나눌 수 있으나 최근에는 대부분 이중공사분리막을 이용한 모세관형을 흔히 사용한다. 신부전환자에 대한 혈액투석기의 사용은 장기간 사용하게 되므로 합병증이 큰 문제가 된다. 특히 혈액내 인산칼슘이 증가하여 심혈관계질환이 생기고, 신성골이양증(Osteo-

dystrophy), 빈혈, 감염 등의 문제다가 혈관 확보를 위한 동적매루조성수술을 해야 하는 등 임상적으로 계속해서 치료를 해야 하는 것이다. 인공신장은 다른 장기에 비하여 일찍 개발되어 임상에 이용되었고 최근에는 투석효율 증진과 투석액 성분변화로 부작용을 감소시키는데 대한 연구가 진행되고 있다. 국내에서도 일찍부터 개발되어 임상에서 이용되고 있는데, 앞으로는 인공신장이 효율이 높고 크기가 작으면서 장시간 혈액투석에서 오는 부작용을 극소화할 수 있는 방향으로 개선되어야 할 것이다.

일곱째, 인공췌장은,

인체의 분비기능을 담당하는 췌장의 내분비호르몬인 인슐린 분비기능을 인공적으로 대체시킨 장치를 말한다. 당뇨병환자의 혈중당도를 정상으로 유지하는데는 인슐린피하주사와 식이요법으로 조절이 가능하지만 일상생활에 불편하고 생리적인 정확한 조절이 불가능하여 여러가지 합병증을 일으킬 수 있으므로 이런 불편과 부작용을 조절하기 위하여 인공내분비췌장(인슐린펌프)이 개발되었다. 인슐린펌프에는 체외형과 체내형이 있고 각각 장단점이 있다.

여덟째, 인공귀는,

청각장애자에서 소리진동을 전기신호로 바꾸어주는 달팽이관 속의 감각세포기능이 마비된 감각성 청각장애자에게 이용되는 방법으로 인공귀를 개발했다. 이것은 외부에서 들려오는 소리를 마이크로폰을 이용해서 받아들여서 여기서 소리인식에 필요한 파라메타를 뽑아내어 달팽이관 속에 삽입한 전극을 통해 청각신경에 직접 전기자극을 주어 신경자극을 일으켜 인식하게 하는 장치이다. 전도성 청각장애자는 감각세포기능이 남아있으므로 소리전달만 제대로 될 수 있도록 음량을 증폭시켜주는 보청기를 이용하면 소리를 들을 수 있다. 보청기와는 달리 인공귀는 마이크로폰 음성처리부-신호전송부 등 신체외부기관과 피부를 사이에 두고 무선전송방식에 의해 몸속에 심어놓은 신호수신 및 자극발생부

를 거쳐서 전극으로 자극이 전달되어 청각신경세포를 자극하는 방식으로 만들어진 것이다. 다만 인체내에 이식하는 전극부의 문제가 생태적합성과 기능유지면에서 몇가지 해결되어야 할 앞으로의 과제이다.

아홉째, 인공간은,

간장기능이 약해져서 에너지 저장, 발생기능, 소화보조기능, 해독기능 등 수많은 기능이 제대로 유지되지 못하면 생명이 유지될 수 없게 된다. 이러한 기능저하를 회복시키기 위하여 1950년대 초반에 Hori, Nose 등에 의하여 시작되었다. 우선 개의간을 이용하거나 간장조직 절편을 이용한 혈액투석, 이어서 활성탄을 이용한 혈액투석형인공간에서 투석막을 이용한 인공간 실험을 거쳐서 하이브리드형 인공간 등이 개발되었으나 간세포배양이 힘들고 배양된 세포를 사용될 때까지 보관하는데 어려움이 많기 때문에 아직 임상에 사용하여 성공한 일이 없다. 앞으로 인공간의 개발은 혈액과 접촉하여 대사물질의 교환이 제대로 될 수 있도록 투과성 좋고 면역학적으로 혈액과 접촉했을 때 부작용이 없는 고분자분리막을 개발하고 세포배양과 보관을 필요한 기간동안 충분히 할 수 있는 방법을 개발해야 하는 등 많은 문제가 해결되어야 한다.

끝머리에

이상 설명한 인공장기 이외에 인공눈이나 인공피부, 인공식도, 인공기관 등이 연구대상으로 계속 진행중에 있는 것이 있다. 이들 가운데 우리가 해야되고 할 수 있는 것은 우리나라에서 특히 문제가 되는 심장혈관과 간장, 신장체통의 인공장기 개발이 될 것이다. 현재까지 인공심폐기에 사용되는 인공폐, 인공심장 등은 개발이 끝나서 계속 사용할 수 있는 것이고, 인공판막, 인공치아, 인공심장 등은 거의 완성단계에 있으며 나머지는 우리도 관심을 가지고 연구에 시간과 연구비를 투자하면 우수한 연구진들이 많기 때문에 충분히 활용되는 훌륭한 인공장기 분야의 성과를 얻을 것으로 확신한다.