

바이오 기술의 현황과 비전

조 영 일 · 미국 Drexel 대학교 기계공학과, 교수
박 북 춘 · 전북대학교 기계항공시스템공학부, 교수

_e-mail : choyi@drexel.edu
_e-mail : bcpak@chonbuk.ac.kr

이 글에서는 바이오 기술의 의미와 21세기 바이오 기술의 현황과 기술 개발의 방향, 특히 심혈관 질환과 관련된 바이오 기술에 대해서 소개하고자 한다.

바이오 기술의 의미

많은 미래학자들은 21세기의 세계경제는 바이오산업이 주도할 것으로 보고 있고 새로운 수많은 일자리가 바이오산업을 통해 창출 될 것으로 보고 있다. 미국에서는 바이오산업 분야의 일자리가 벌써 연 30%씩 증가하고 있어서 연 5% 미만으로 증가하고 있는 대부분의 산업분야를 훨씬 앞지르고 있다. 또한 인구의 고령화로 인해 60~90세의 인구가 폭발적으로 증가하면서 미국과 유럽의 선진국에서는 전 인구의 30% 정도가 심장병, 뇌졸중, 당뇨병 등 생활습관병으로 인해 고

통을 당하고 있다. 또 21세기의 세계화의 물결로 인해 모든 분야에서 국경을 초월한 무한경쟁시대에 접어들고 있는데, 의료산업도 마찬가지로 훌륭한 의료서비스를 보다 저렴한 가격에 공급하려는 무한경쟁체제로 돌입하고 있다. 예를 들어 미국에 있는 환자들이 싱가포르, 인도, 말레이시아에 가서 수술을 받는 것인데 이로 인해 미국 내 의료산업이 초긴장하고 있다. 이와 비슷하게 조만간 한국에 있는 환자들이 일본이나 싱가포르, 혹은 인도에 있는 병원에서 치료받게 될 수도 있고, 거꾸로 이들 나라의 환자들이 한국에 와서 치료받게 될 수

도 있다. 이렇게 급변하는 글로벌 의료산업계에서 주도권을 잡기 위해서 미국과 유럽의 국가들, 일본, 중국 등에서는 첨단바이오 기술개발을 위해 현재 많은 연구개발비를 쓰고 있다.

이제까지 의료행위는 의사가 병 때문에 고생하는 환자를 치료하는 것으로 생각해왔다. 이 과정에서 의사는 환자치료의 대가로 보통사람들보다는 약간 많은 수입을 갖게 되었다. 이제까지 대부분의 의사들은 어려운 처지에 있는 환자들을 돌본다는 사명감과 환자들에 대한 사랑을 갖고 환자 치료에 일생을 바치고 있다. 그런데 갑자기 21세기에 와서 의료산

업이 앞으로 국가의 신성장동력이라고 하면서 정부차원에서 본격적으로 연구개발을 지원하고 있는 것이다. 그래서 우리가 바이오 기술이라고 할 때 이것은 환자치료라는 의사개인의 활동을 벗어난 국가차원에서 그리고 글로벌경쟁이라는 차원에서 생각해 보아야 하고 특히 앞으로 바이오 기술을 공부하겠다는 학생들의 입장에서는 더욱 이런 측면을 신중해 고려해보아야 한다. 이런 점에서 각국은 바이오 기술을 국가의 다른 기반산업과 연결시키면서 큰 그림을 그리고 있다. 예를 들어 종합의료단지를 형성하여, 관광산업, 노인들을 위한 실버산업, 글로벌의료허브의 기능을 할 수 있도록 계획하고 있다. 더 나아가 의료서비스를 자국의 경계를 넘어서 수출하는, 즉 병원의 해외진출을 적극적으로 준비하고 있는 것이다.

바이오 기술의 방향

21세기 바이오 기술의 방향은 다음의 셋으로 크게 나누어 볼 수 있다. 즉, 줄기세포를 중심으로 한 기술들, 유전자조작을 바탕으로 하는 기술들, 그리고 현재 사용하고 있는 현대의학의 점진적인 향상 등으로 분류할 수 있다. 줄기세포와 유전자 조작을 바탕으로 한 기술들이 약 20년 후에 본격적으로 환자치료에 적용될 것으로 기대하고 있다. 줄기세

포와 유전자 조작이 난치병의 치료에 획기적인 공헌을 할 것으로 기대하고 있다. 그러나 줄기세포나 유전자조작을 이용한 기술들이 현대인의 생활습관병들을 치료하는 데는 문제가 있다고 본다. 예를 들어 당뇨환자들의 경우 체장에서 망가진 베타세포를 줄기세포를 이용해서 바꿔준다고 해도 베타세포가 곧 다시 망가질 것이기 때문이다. 즉 베타세포가 망가진 근본 원인은 몸속에 계속 남아 있는데 이를 해결하지 않고 베타세포만 바꿔주는 것은 일시적인 미봉책일 뿐이기 때문이다.

결국 현재 우리가 사용하고 있는 현대의학의 점진적인 발전이 가장 현명한 방법이라고 본다. 현대의학의 오늘이 있기까지 수많은 의사들의 헌신적인 노력으로 세균감염으로 인한 모든 질병들이 거의 박멸되었다. 우리가 잘 알고 있는 파스퇴르와 Koch같은 젊은 의사들은 1830년경에 병의 근본원인이 무엇일까? 하고 생각하면서 아마도 바이러스나 박테리아 등의 세균들의 감염 때문에 병이 생긴다는 세균이론을 처음으로 주장하기 시작하였다. 점차 이 세균이론이 의학계에 인정되면서 그 후 약 170년이 지난 지금까지 모든 병은 세균에 의한 것이라는 전제하에 우리 몸속에 들어온 세균을 죽이기 위한 약물 치료가 현대의학의 주종을 이루고 있다. 즉 세균으로 인한 질병들의 치료를 위해 필요한 약물들

을 개발한 것이 20세기 의학의 가장 큰 공헌이라고 말할 수 있다. 또 이것을 한마디로 생화학적 치료법이라고 할 수 있는데 문제는 현대인들이 앓고 있는 생활습관병들은 세균의 감염과는 별 상관없이 없다는 데 있다.

생활습관병

현대인들이 갖고 있는 병들은 대개 나쁜 생활습관 때문에 생겼다고 할 수 있는데 나쁜 습관의 예는 다음과 같다. 과식, 특히 고혈당탄수화물과 고지방음식, 물을 충분히 마시지 않는 것, 혹은 운동 부족, 혹은 심한 스트레스, 과로, 또 지나친 소금 섭취, 또 많은 가공식품 섭취(이로 인한 중금속의 누적), 열악한 주거환경에서 오는 곰팡이(moldspathogen) 들로서, 실제 대부분의 생활습관병의 근본원인이라 할 수 있고 세균의 감염과는 거리가 먼 것들이다. 이런 것들 때문에 생기는 증상들이 혈관염증(Inflammation), 고콜레스테롤, 비만 혹은 고혈압 등이고 이런 증상들이 10~20년 계속될 때 혈관질환, 심장마비, 뇌졸중, 당뇨, 허리통증, 관절염 등의 병증이 생기게 된다. 그래서 앞으로는 생화학적인 방법보다는 생물리화적인 방법으로 접근해야 이들 생활습관병들을 원인을 찾아내고 이때 이들 병들을 원천적으로 치료할 수 있다고 본다. 이런 점에서 21세

기의 바이오 기술 개발을 위해 기계공학을 전공한 사람들이 할 일이 많다고 본다. 풍부한 물리학 지식과 유체역학지식을 바탕으로 Bio-MEMS 기술을 임상에 적용함으로써 생활습관병의 진단과 치료에 획기적인 돌파구를 열 수 있다고 본다.

생활습관병 중에서 가장 무서운 것이 혈관질환이다. 심장근육에 혈액을 공급하는 관상동맥(심혈관)과 뇌와 눈에 혈액을 공급하는 경동맥이 부분적으로 막히는 것이 가장 위험한 동맥경화인데 혈관이 가지를 치는 분지혈관이 주로 막힌다. 분지혈관이 주로 막히는 것을 볼 때, 동맥경화의 근본원인은 생화학적인 이유보다는 유체역학적인 이유 때문임을 알 수 있다. 뇌혈관의 분지가 막히게 되는 것을 뇌졸중이라고 하고 다리에 있는 커다란 대퇴동맥분지가 막히면 발에 피가 제대로 흐르지 못해서 발가락부터 썩게 되어 다리를 절단해야 하는데, 이 때문에 현재 전 세계적으로 50초에 한 명씩 다리를 절단하고 있다. 특히 폐경기에 있는 여자들의 경우 미국에서는 모든 암 때문에 사망한 것을 다 합친 것보다 심혈관질환 때문에 사망하는 숫자가 더 많다.

혈관 질환을 “20세기 후반에 인류에 내려온 재앙이다”라고 얘기할 수 있다. 놀라운 사실은 2차 세계대전 전에는 미국이나 유럽에서 혈관질환이라는 병이 거의

없었다는 점이다. 그런데 2차 세계대전이 끝난 지 약 20년이 지난 1965년경부터 미국과 유럽에서 전 인구에서 약 30% 정도의 사람들이 심혈관질환, 당뇨 혹은 뇌졸중을 앓기 시작했다. 우리나라에서도 1960년대에 의과대학에 다니는 분들은 자기들이 대학 다니는 동안 당뇨환자나 혈관질환 환자를 한 명도 못 봤다고 한다. 그러나 21세기에 들어서 한국에서도 생활습관병은 미국 못지 않게 심각한 사회문제가 되었다.

혈관질환 - 동맥경화

혈관질환은 크게 두 가지 문제로 볼 수 있다. 첫째는 혈관이 분지에서 부분적으로 막혀간다는 것이다. 분지혈관이 부분적으로 막히는 1차적인 이유는 혈액 속에 콜레스테롤의 양이 너무 많기 때문이다. 그런데 동맥경화가 아주 심한 환자의 경우도 분지관 전후에 있는 혈관들은 아주 깨끗한 경우가 대부분이다. 이는 분지혈관에서의 혈류동의 특성에 분지혈관 벽에 염증이 생기고 그 결과 산화된 LDL분자들이 분지혈관 벽에 달라붙게 되기 때문이다. 혈관이 부분적으로 막혀서 혈액이 제대로 흐르지 못하는 것을 허혈(Ischemia)이라고 부른다. 이는 산소가 부족한 상태인데, 예를 들어 심혈관에서 허혈이 생기면 심장벽을 이루고 있는 세

포들이 서서히 죽게 되어 결국 심장이 멈추게 된다. 한국표준과학연구소의 이용호 박사팀은 이렇게 죽어가는 심근세포들을 측정하는 기술(MagnetoCardiography)을 개발해서 세계시장에 진출하려 하고 있다. 혈관이 부분적으로 막히는 과정은 열교환기에 생기는 파울링과 거의 같은 물리-화학적 현상(Physico-chemical process)으로 볼 수 있다. 콜레스테롤이 생성되는 과정, 활성산소로 인해 LDL이 산화되는 과정, 혈액의 점성, 적혈구의 응집력과 변형률 등을 이해하고 측정함으로써 분지에서의 산화된 LDL분자들이 분지벽에 달라붙는 현상을 보다 잘 이해하고 또 나아가 억제할 방안을 찾을 수 있다.

둘째 문제는 이 막힌 혈관이 어느 순간에 갑자기 터진다는 것이다. 예를 들어 우리 혈관이 20~50% 정도 막혀 있다고 가정해보자. 이 경우 우리는 아무런 혈관질환의 증상을 느끼지 않는다. 이 정도 막혀도 산소가 충분히 흘러 갈 수 있기 때문에 평소에는 아무런 문제가 없다. 그런데 심한 운동을 한다든가 혹은 상당한 스트레스를 받았을 경우에 심혈관에 흐르는 혈류량이 3~5배 갑자기 증가하면서 이제까지 잘 붙어있던 플라그(plaque-혈전)가 갑자기 파열될 수 있다. 이때 혈관 벽세포들이 혈액에 갑자기 노출되면서 혈액이 응고되면

서 순식간에 혈관이 완전히 막히게 되어 급성심장경색 혹은 뇌졸중으로 이어지게 된다. 급성심장마비와 뇌졸중을 막기 위해 혈전증에서 쉽게 터질 수 있는 플라그(Vulnerable plaque)를 어떻게 알아낼 수 있는지에 관한 연구에 큰 관심이 모아지고 있는데 기계공학에서 많이 사용하고 있는 비파괴기술과 가시화기술들을 적용해서 이 문제를 해결할 수 있으면 세계시장을 석권할 수 있을 것으로 본다.

신성장동력으로서의 바이오 기술

새로운 바이오 기술을 개발해서 환자를 효과적으로 치료하겠다는 것과, 이를 이용해서 21세기 국가경쟁력을 향상시키고 국가의 신성장동력으로 삼겠다는 것은 전혀 다른 이슈라고 본다. 이런 점에서 엔지니어들은 바이오 기술 개발 사이클을 정확히 이해하여야 할 것이다. 우선 바이오 기술에서 제일 중요한 요인은 새로운 기술이 이제까지 진단하지 못했던 것을 측정할 수 있어야 하고 또 이제까지 고치지 못했던 병을 고칠 수 있어야 한다는 것이다. 이때 바이오 기술에 경제적 가치가 주어지게 되고 부의 창출이 가능해진다.

또 바이오 기술을 개발할 때 누가 이 기술을 사용할 것인가? 누가 이 기술을 살 것인가에 대

한 확실한 답을 갖고 있어야 한다. 대부분의 경우 사용자는 의사이지만 돈을 내는 사람은 환자이고 기술을 구입하는 자는 병원일 경우가 많다. 즉 바이오 기술을 개발하는 엔지니어는 의사, 환자, 병원 세 부류의 소비자 중에서 누가 내 소비자인지 정확히 파악하고 있어야 한다. 또 병원은 500병실 이상인 대형병원(3차병원)과 가정의(Family doctor-1차병원), 또 중간크기의 2차병원으로 나눌 수 있는데, 이들 병원 중에서 바이오 기술의 개발이 어떤 병원을 위한 것인지 연구초기부터 명확히 정의할 필요가 있다. 또 세계 의료시장에 대한 이해가 있어야 하는데 미국을 제외한 거의 대부분의 나라들은 소위 사회주의적인 건강보험시스템을 갖고 있다. 한국, 영국, 캐나다 등이 그 좋은 예인데 각종 의료서비스에 일정한 보험수가가 미리 정해져 있어서 새로운 바이오 기술로 부를 창출하기 쉽지 않은 구조를 갖고 있다. 반면에 미국에서는 자본주의적인 건강관리시스템을 갖고 있어서 새로운 바이오 기술로 엄청난 부를 창출할 수 있는 기회가 주어져 있다.

바이오산업은 고부가 산업으로 원천기술을 확보하고, 임상실험을 성공적으로 마치면 한국시장과 동남아시아는 물론 글로벌시장까지 장악할 수 있는 좋은 분야다. 이를 위해 첨단의료 기술의 개발이 필요하다. 세계 최초로 이제까

지 해결하지 못했던 생활습관병의 새로운 진단과 치료를 할 수 있을 때, 상업화할 수 있는 바이오 기술이 될 수 있고, 엄청난 부의 창출을 실현할 수 있다. 물론 세계시장, 특히 미국시장에서 마케팅을 하기 위해 미국 FDA 승인과 미국특허를 받는 절차를 통과할 수 있어야 한다. 이러한 첨단의료기술 개발을 통해 한국을 생활습관병의 진단과 치료의 본산지로 세계에 알릴 수 있다.

또 한국의 대부분의 병원에서 사용하는 수많은 의료기기들은 대부분 수입에 의존하고 있다. 이들의 국산화를 위한 연구-개발을 통해 수입대체와 일자리 창출이라는 두 마리의 토끼를 잡을 수 있다. 또 나아가 품질개선을 통해 장치 미국과 유럽에 역수출을 할 수도 있다. 바이오 기술의 성공적인 연구개발과 소규모의 초기투자를 통해 한국시장과 세계시장을 독점할 수 있는 의료산업체들을 한국에서 키울 수 있다. 해외에서 글로벌 마케팅을 담당해 줄 수 있는 회사와 전략적 제휴를 통해, 한국에서 원천기술을 소유하고 또 생산하게 될 바이오 관련 제품과 기술들을 해외시장에 소개할 수 있을 때 한국에 엄청난 부를 가져오는 동시에 수많은 일자리를 창출할 수 있고, 한국에서 바이오산업이 뿌리내릴 수 있을 것이다.