

“진단의학이 개인별 맞춤형의학의 필수적인 도구 될 것”

글 | 전수진 박사 _ 보스톤 총영사관 qsoojinchun@yahoo.com

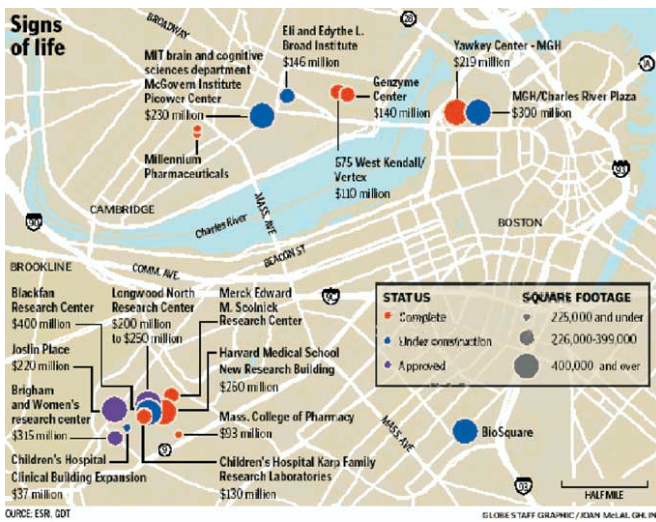
매사추세츠주의 수출 통계(<http://www.mass.gov/export/stats.htm>) 자료에 따르면, 2005년도에 약 220억 달러의 총 수출액 중 바이오산업 분야인 의리기산업과 제약업 분야 수출이 각각 1위와 4위를 차지하였다. 이중 제약업 분야는 지난 몇 년간에 걸쳐 연간 약 30%라는 놀라운 성장세를 보이고 있다. 매사추세츠주 특히 보스톤 및 케임브리지 지역이 바이오산업분야의 국제적 장으로 성장하게 된 원인으로는 크게 생명과학 분야의 훌륭한 아카데미 환경을 중심으로 한 지적 자본, 비즈니스의 원동력이 되는 투자자본, 그리고 기업가도 투자가도 위험을 무릅쓰고서라도 도전해 보겠다는 모험 정신 등의 삼박자가 잘 맞아 떨어진 경우라 볼 수 있다. 그 외에도 성공한 기업가 및 투자자들이 다른 비즈니스를 새롭

게 창출함으로써 순환형 경제사회를 잘 구축해 나아가고 있다는 점을 들 수 있다.

세계적 제약회사인 노바티스사의 케임브리지 소재 생명의학연구소에서 전략제휴와 사업기획 디렉터로 활약하고 있는 크리스토퍼 김(한국명 김병수) 박사와의 인터뷰를 통하여 보스톤 바이오산업의 국제화 전략을 들어보았다. 김 박사는 미국 알바인 소재 캘리포니아대학에서 생물학 및 경제학을 전공한 후 텍사스 엠디 앤더슨 암 연구센터에서 발달생물학으로 박사학위를 받았으며, 카네기 메론 대학 경영대학원에서 MBA를 받았다.

Q: 우선, 스위스계 제약회사인 노바티스사가 2002년도에 생명의학 연구소를 미국 보스톤 지역에 설립하게 된 배경과 현재 김 박사님이 하고 있는 역할에 대해서 설명해 주십시오.

A: 노바티스사가 현재 과학자를 비롯하여 약 1천200명의 고용 인들로 구성된 생명의학 연구소를 케임브리지에 세우게 된 동기는 하버드 대학 및 매사추세츠공과대학 등 훌륭한 아카데미의 우수한 인력 확보 및 혁신적인 기술이전을 할 수 있다는 점에 있습니다. 더불어 보스톤 지역자체가 학술활동, 비영리단체활동, 그리고 바이오산업 활동이 잘 조화를 이루고 있다는 점입니다. 미국내 또 다른 주요 바이오산업지역인 보스톤과 뉴저지, 필라델피아를 비교해 보면, 흥미롭게도 두 지역은 상반된 성향을 띠고 있습니다. 보스톤은 큰 제약회사를 끌어오기에 바쁜 반면 뉴저지, 필라델피아는 뛰어난 학술적·기업가적 환경을 조성하길 원함으로써 서로의 갖지 못한 부분을 보충하고자 노력하고 있습니다. 2000년도를 기점으로 노바티스를 비롯하여 머크, 와이어스, 애보트 등 글로벌 차원의 제약기업들이 보스톤 지역으로 이주해 들어왔으며 크고 작은 바이



보스톤 및 케임브리지 일원의 바이오산업 지도(2003년도에 완공된 노바티스사는 그림에서 강북쪽의 밀레니엄 제약회사 근처에 위치, 2005년도 1월 기점, 출처: 보스톤 글로벌)

오텍 회사들과 더불어 보스턴은 대규모의 바이오 클러스터를 형성 하는데 성공해 왔다고 볼 수 있습니다.

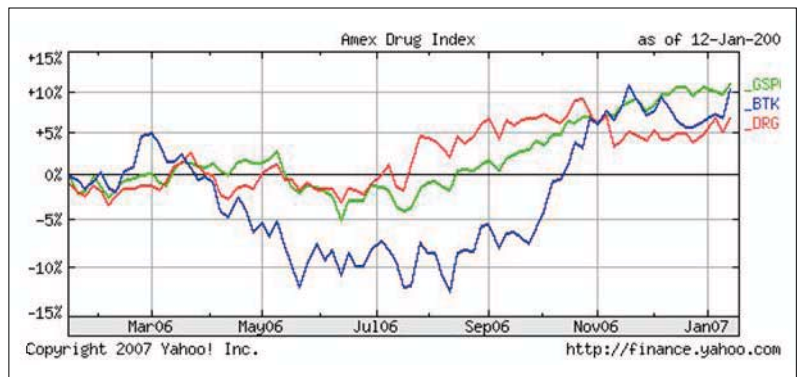
케임브리지에 위치한 노바티스 생명화학연구소는 특히 신약개발 분야를 커버하고 있으며 주요 연구분야로는 감염성 질환, 종양학 등을 비롯하여 자가면역질환, 심장혈관계, 당뇨병 및 대사 분야, 위장계, 근골격계 질환, 신경과학, 시신경계 질환, 호흡계 질환 등이라 볼 수 있습니다. 저는 노바티스에서 전략제휴와 사업기획 관련 분야를 담당하고 있는데, 바이오 제약산업에서의 비즈니스 개발은 정보기술 회사나 일반 생산품회사에서의 비즈니스 개발 매니저의 역할과 좀 다르다고 볼 수 있습니다. 즉, 일반적인 비즈니스 개발 매니저는 자체 개발 또는 생산된 제품에 대한 외부로의 홍보 활동, 마케팅 및 세일즈 성향이 강하다고 볼 수 있는 반면, 바이오 제약산업에서의 비즈니스 개발은 기업간의 파트너십, 동업, 합병, 기술 이전 및 라이선싱 등과 관련된 프로젝트를 성공적으로 추진시키기 위하여 세부 분석적인 연구를 통해 전략적, 구체적으로 계획을 세우는 활동을 하고 있다고 볼 수 있습니다. 효과적인 접근방법으로서 외부적으로는 시장동향을 파악함과 동시에 관심 있는 타 회사의 파이프라인을 정밀 분석하여 약품으로서 개발할 수 있는 잠재성을 찾고 재정적, 경제적 측면에서의 비즈니스 가능성을 평가하며, 내부적으로는 진행중인 프로젝트에 대한 방향 제시 및 새로운 계획 등 보다 구체적인 계획을 장기적, 미래 지향적인 측면에서 개발시키는 역할을 하고 있다고 볼 수 있죠. 이외에도 외부의 잠재적 파트너들과의 상호작용을 통해 서로의 장점을 개발하고 단점을 보완하는데 힘을 기울이고 있습니다.

Q: 좀 더 범위를 넓혀 최근 몇 년 동안의 미국내 바이오 산업 분야 추세에 대해 설명해 주시겠습니까?

A: 2006년도 한해 미국 바이오텍과 제약산업에 나타난 큰 추세 중의 하나가 기업 인수합병입니다. 라이선싱 거래를 제외하고 합병 및 인수과정에서 거래된 비용만 약 300억 달러에 달한 것으로 추정되고 있습니다. 과거 바이오산업이 한창 호황일 때는 전 임상실험 데이터가 제대로 없는 업체들도 주식공개 상장(IPO)이 가능하였으나 지난 몇 년 동안에는 임상실험 단계로까지 충분히 이끌어 갈 수 있는 프로젝트를 가지고 있었던 바이오텍사들도 IPO하기 힘든 시장 동향을 보이고 있습니다.

지난 한해 바이오산업 전체의 자금조달이 약 260억 달러에 달하지만 이 자금 대부분이 이미 상대적으로 잘 구축된 바이오텍사인 암젠, 질리드, 메드이문 등 채권금융이나 유상증자라 볼 수 있으며 실제적으로 IPO가 필요한 소규모 회사들로는 자금이 몰리지 않았다고 볼 수 있습니다. 이러한 현실에서 임상실험 파이프라인을 향상시키고자 하는 대기업 바이어들은 높은 프리미엄을 지불하고자 하더라도 소규모 바이오텍사들을 인수하거나 라이선싱-인 거래를 선호하는 추세로 나아갔다고 볼 수 있습니다.

예를 들어 아스트라제네카는 아테로제닉스로부터 아테롬성 동맥 경화증 치료약품 후보물질을 총지불액이 약 10억 달러에 달하는 라이선스-인 거래에 들어갔습니다. 또한, 지에스케이사는 에픽, 키모센트릭, 진맵과 총 48억 달러를 투자하여 파트너십을 시작하였으며, 머크사는 RNAi 회사인 시르나를 11억 달러에 구매하였고, 제넨텍은 회사설립 30년 만에 처음으로 합병을 시도하였습니다. 그 외에도 화이자사는 2010년초에 특허권 유효기간이 끝나는 심혈관질환계 블록버스터약품 리피톨의 후속타로서 콜레스테롤 치료약인 토세트라핌의 연구 개발에 약 8억 달러를 투자하였으나 최근 약품의 최종임상단계에서 그 효능성 입증에 실패하였습니다. 많은 전문가들은 화이자가 이러한 파이프라인 위기를 극복하기 위해서는 다른 바이오텍사들을 인수합병하거나 그 회사들의 유망한 프로젝트를 라이선스-인을 하는 것이 유일한 방법이라고 지적하고 있습니다. 또한, 투자자본가들은 바이오텍사가 주식시장에서 IPO되었을 경우 바이오텍사의 미래주가변동에 민감한 반면, 인수합병 바이어들은 그들이 관심있는 화합물질의 임상적 효능 가치성을 더 중요시한다고 볼 수 있습니다. 올 2007년도 한해도 큰 제약회사들의 바이오텍사에 대한 인수합병 추세는 지속될 전망입니다.



(그림 1) BTK ; 20개의 대기업 및 중기업 바이오텍사 종합 지수, DRG ; 15개의 제약회사 종합지수, S&P500 종합지수.(출처 : 야후 파이낸스)

Q: 그럼, 제약업계 대기업들과 바이오텍사간의 실질적인 거래는 어떠한 단계에서 이루어지고 있나요?

A: 바이오텍 산업은 초기단계부터 약품을 연구 개발하는데 필요한 큰 재정적인 부담, 장기적인 개발 타임라인 등 여러 가지 도전에 직면하게 됩니다. 바이오 창업회사들로서는 자본 투자자들로부터의 벤처자금 및 정부자금이 초기자본으로서 사업을 시작하는 큰 원동력이 되고 있는 반면, 공개시장 투자자들 또는 큰 제약회사의 바이어들로부터 재정적인 지원을 받기가 쉽지 않은 것이 현실입니다. 그러나 최근 몇 년간에 걸쳐 제약회사들은 바이오텍사들과 기존의 인식에서 벗어난 초기단계의 프로젝트에 대해서도 거래를 해오고 있으며 임상 1상의 신약후보물질에 대하여 평균 약 1천만~2천만 달러를, 임상 2상 및 3상의 프로젝트에 대해서는 평균 약 5천만 달러를 계약 선불금으로 지불하고 있습니다. 이러한 선불금 액수는 지난 몇 년 동안 거의 같은 수준에 머무르고 있으나 마일스톤(임상 단계별로 자금이 결제되는 방식), 로열티, 이윤공여 등을 포함한 총거래 액수는 점점 증가하고 있습니다.

이러한 상황에서 작은 바이오텍사들은 딜레마에 빠지게 됩니다. 즉 지금 당장 라이선싱 아웃을 해야 하는지 아니면 물질이 임상시험단계까지 가도록 기다릴지 고민을 하게 됩니다. 만일 기다리는 시간이 너무 길어지면 연구개발에 필요한 자본이 딸리게 되며, 너무 빨리 라이선싱 아웃을 하다보면 거래자체의 규모가 작아지면서 손해를 보는 경우가 발생할 수 있습니다. 바이오텍사 입장에서 보면 연구 및 개발 초기단계에서 발생할 수 있는 모든 위험부담을 독단적으로 감수할지라도 임상 후기단계에서의 거래가 공동 시장 권리, 빌트-인 전략 및 재정적인 옵션, 공동주식지분 등 부가 혜택이 수반될 가능성이 높아지기 때문에 좀 더 나은 조건에서 계약이 맺어진다고 봐야겠죠. 제약회사 및 바이오텍사들은 서로 신약후보물질에 대한 투자 및 거래가치를 정확히 판단하기 위하여 위험 반영 가치 등을 포함한 다양한 재정적인 모델을 통하여 개별적 및 복잡한 거래 시나리오를 창출해 내고 있습니다. 예를 들어 최근 노바티스는 SGX 제약회사와 만성 골수성 백혈병(CML) 관련 항암제인 BCR-ABL 억제제의 개선된 신약품을 개발하는 조건으로 SGX 제약회사에 선불 현금 지급, 주식매입 뿐만 아니라 몇 년간의 연구자금 등을 제시하였습니다.

Q: 바이오산업계에서 파이프라인의 위기는 항상 도사리고 있다고 생각합니다만 이러한 파이프라인의 위기를 최소화하기 위해

서는 어떠한 전략이 있을까요?

A: 바이오 산업계에서 말하는 파이프라인을 개발하기 위해서는 좋은 프로젝트들을 많이 가지고 있는 것이 중요하지만 우리가 미래의 혁신적인 신약후보물질이라 믿어 의심치 않았던 좋은 프로젝트가 상당히 진행된 후에야 인체에 투여할 수 없을 만큼 독성이 강하거나 임상적인 효용이 떨어지는 등 신약으로서 승인받을 수 없는 경우가 비일비재합니다. 하나의 신약을 개발하기 위해서는 연구개발비 문제는 물론이거니와 자칫하면 환자들의 생명이 위협에 빠지게 할 수 있다는 가장 중요한 사실을 염두에 두어야 한다는 것이죠.

미국 제약업계는 지난 30년간 수많은 시도와 실패 및 성공 케이스를 토대로 제한된 자본 안에서 과학과 기술의 혁신을 이루어 낼 수 있는 방법을 배워오고 있습니다. 최근 바이오산업계에서 넓게 받아들여지고 있는 전략 중의 하나가 바로 '실험대로부터 환자용 침대로'란 의미로 임상의학과 기초의학간의 교류체계를 구축하는 번역의학 또는 중개의학입니다. '쥐는 거짓말을 하고 원숭이들은 과장을 한다'는 말이 있듯이 동물실험에서 관찰된 연구결과가 환자를 대상으로 한 임상실험에서는 기대와는 전혀 다른 결과를 초래하는 경우가 많은 만큼 임상전단계의 연구 결과가 실제적으로 환자에게 안전하고 효과적인 치료요법으로 번역되는 것은 상당히 중요하다고 생각합니다. 이러한 전략이 현실화되기 위해서는 IT분야, 모델링 및 시뮬레이션 기술, 유전학/단백질학, 바이오마커, 시스템 생물학 등의 새로운 기술 및 도구들이 큰 도움이 될 것으로 봅니다. 또한, 제약업계의 궁극적인 목표라 하면 바로 환자에게 최소한의 부작용과 최대한의 치료효과를 볼 수 있는 약품을 개발하는 것이라고 할 수 있습니다. 그러므로 개개인에 초점을 맞춘 맞춤형 의학이 새로운 제약 모델로서 각광을 받기 시작하였으며, 불특정 다수를 타겟으로 하는 블록버스터 약품의 개념은 바이오산업계를 떠나고 있다고 해도 과언이 아닙니다.

다양한 분야들이 이러한 개인별 맞춤형 의학의 발달에 영향을 미칠 것으로 생각되는데 그 중에서도 특히 진단의학 분야가 개인별 맞춤형 의학에 큰 변화를 가져올 것으로 기대합니다. 지금까지 치료의학과는 달리 진단학 분야는 투자한 만큼의 실소득이 적다는 재정적 이유에서만 만 아니라 분자 진단학 기술 자체에 대한 입증 및 특허권 문제들로 인하여 바이오산업계에서 서기 어려웠던 것이 사실입니다. 그러나 최근 개인별 맞춤형 의학에 대한 관심이 높아지기 시작하면서 진단학 분야로도 관심이 모아지고 있으며 그 예로 허셉틴, 어비투스, 글리벡과 같은 효과적인 항암제의 경우에는 일

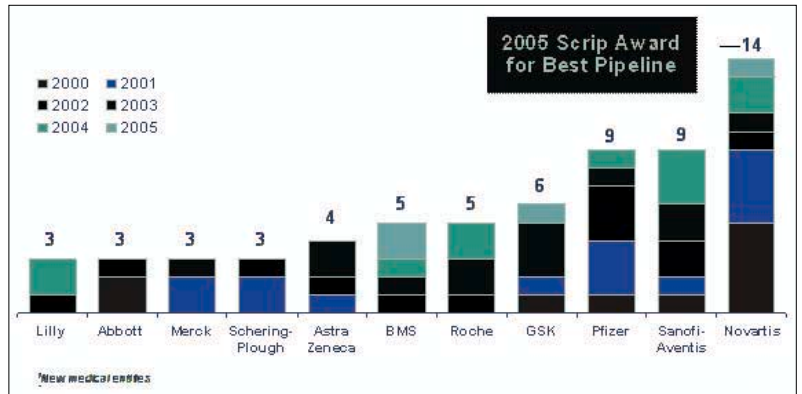
부 특정 환자들에게 효과적이기 때문에 진단테스트가 환자 치료에 선행되고 있습니다. 이는 단지 임상적 차원에서만이 아니라 비용면에 있어도 중요하며 현재 혈전증을 치료하는 와파린만 하여도 진단 테스트인 CYP 450 테스트에 의해 그 약품의 특성이 보다 잘 규명됨으로써 연간 5억 달러 이상을 벌어들이고 있습니다. 이러한 현실을 감안할 때 앞으로 혁신적인 진단의학 창업회사들이 자본투자자들이나 큰 회사들로부터 자금을 후원 받는 것이 용이해질 수 있을 것으로 예상됩니다.

이렇듯, 진단의학이 개인별 맞춤의학의 필수적인 도구가 될 이유로 몇 가지를 꼽을 수 있는데, 먼저, 임상연구 및 약품승인단계에서의 특정환자 선택용이, 의료보험회사 배상가능성 증가, 예방의학기술 발달 등이 있습니다. 이외에도 바이오텍스들이 진단 테스트를 이용하여 기존의 약품을 보다 특수화함으로써 추가적인 특허권을 받는 등의 여러 가지 혜택이 있을 것으로 봅니다.

Q: 노바티스사의 파이프라인 현황은 어떠하며 특히 최근 중국 상하이연구소 설립 관련계획에 대해 간단히 설명해 주십시오.

A: 1996년 시바가이와 산도스사를 합병함으로써 탄생한 노바티스는 꾸준히 성장을 계속해오고 있습니다. 저희는 의학 및 치료차원에 볼 때 큰 시장성을 내다보는 전략을 포함하여 보다 좋은 기초과학 연구 전략을 염두에 두고 있습니다. 노바티스는 분자 및 분자 경로를 타겟으로 하는 접근방법인 표적형 의학의 시초로서 만성 골수성 백혈병 표적 항암제인 글리벡을 첫번째로 승인받아 제약업계에 표적분자치료요법의 혁신을 가져온 회사입니다. 특정 환자들을 대상으로 함으로써 약품시장 규모는 감소되었는지 모르지만 그에 반해 임상 효용성 및 안정성은 상대적으로 증가하였다고 봅니다. 중요한 것은 바로 올바른 접근방법을 취함으로써 환자에게 최고의 약물을 제공할 수 있도록 노력하고 있으며, 그 노력의 성과로 현재 훌륭한 파이프라인을 구축하고 있다고 봅니다.

최근 노바티스사는 중국 상하이에 1억 달러를 투자하여 2008년도까지 400여 명의 과학자들로 구성된 새로운 연구소 단지를 설립할 계획에 있습니다. 상하이연구소 설립계획 프로젝트는 단순히 인건비가 싼 중국의 장점을 이용하여 연구개발비의 절감만을 목표로 하기보다 글로벌 차원에서의 인류건강증진이라는 목표의 장기



(그림 2) 신분자구조물질(NME) 및 생물 라이선스신청(BLA)승인 집계에 따른 대기업들의 파이프라인 평가자료(2000~2005) (출처 : 미 식약청과 노바티스사)

적 안목의 비즈니스 확립이라 볼 수 있습니다. 즉, 국내외로 뛰어난 연구과학자들을 보유하고 있는 중국의 장점을 이용하여 첨단산업과 비즈니스의 중심지로 알려진 상하이에 연구소를 설립하고 중국을 비롯한 아시아 국가에 만연하는 질환을 치료할 수 있는 약품을 개발하자는 데 그 의의가 있습니다. 이 연구소의 첫번째 신약개발 대상 질환은 환경적 요인인지 유전적 요인인지는 잘 알려져 있지 않지만 중국에서 만연하는 간염 또는 간암입니다. 중국은 이러한 질환들의 원인 규명을 위한 임상실험 대상 차원뿐만이 아니라 치료약품 개발에 따른 마케팅 차원에서 큰 가능성을 제공한다고 생각합니다.

Q: 앞으로의 미국 바이오산업의 전망에 대해서는 어떻게 평가하십니까?

A: 앞서 바이오산업계에 있어서 2006년도를 파이프라인의 위기를 모면하기 위한 인수와 합병이 큰 추세를 보였던 한해로서 언급하였지만 긍정적인 면도 크게 부각되는 한해이기도 했습니다. 예를 들어 의사들은 전세계적으로 여성 사망원인 2위를 달리고 있는 자궁경부암을 예방할 수 있는 백신을 환자들에게 처방할 수 있게 되었으며, 성인 당뇨병을 앓고 있는 환자들은 주사용 인슐린 대신에 흡인용 인슐린인 액주베라를 이용할 수 있게 되었습니다. 또한, 역사상 처음으로 서로 다른 두 종류의 암에 대하여 이중으로 억제 효과를 보이는 항암약품들이 미 식약청의 승인을 받았으며, 습성 노화 연관성 황반퇴행에 대하여 시력감퇴예방뿐만 아니라 시력을 호전시키는 루센티스를 비롯하여 30여 개에 달하는 양질의 신약품이 미의 승인을 받은 한해였습니다.

2006년도 미 식약청 승인을 받은 대표적인 신약품들(출처 : 미 식약청)

승인 약품	제약 회사	성분	치료 효능
스프라이셀 (Sprycel)	브리스톨-마이어스 스쿼브 (Bristol-Myers Squibb)	타이로신 키나아제 억제제	만성 골수성 백혈병 치료제 (Chronic myeloid leukemia)
비비트롤 (Vivitrol)	알커메스, 세팔론 (Alkermes, Cephalon)	아편 중독 치료 약물인 날트렉손(naltrexone)을 경구 투여 대신 주사약으로 대체	알코올 중독증 치료제
루센티스 (lucentis)	제넨텍(Genentech) 노바티스 (Novartis)	VEGF-A 제해제(항체)	습성 노화 연관성 황반퇴행질환 치료제
마이오자임 (Myozyme)	젠자임(Genzyme)	글리코겐을 분해하는 효소인 알파-글리코시다제	근육에 악영향 초래 소아 희귀질환 폼페병 치료제
수텐 (Sutent)	화이자(Pfizer)	다발성 키나제 억제제	말기 신장암 치료제 [소화기 기질성 종양(GIST) 이라는 희귀성 내장암 치료제로 승인받은 적 있음]
엑주베라 (Exubera)	화이자, 넥타 테라퓨틱스사 (Pfizer, Nektar Therapeutics)	흡입식 인슐린 파우더	제1형 및 제2형 당뇨병
갈다실 (Gardasil)	머크 (Merck)	유두종 바이러스 백신	자궁경부암 예방

또한 아베스티, 휴미라, 레미케이드는 특정 표적 의학의 힘으로 다른 질병에서도 그 치료 효과를 인정받았으며, 이 모든 새로운 치료요법은 바로 암, 감염성질환 등에 효과적인 특정 표적 저분자 약물, 생물체제 등 최첨단 기술의 산물들입니다. 인간 생리가 우리가 인식하고 있는 것보다 더 복잡하다는 인식이 우리를 여기까지 이끌고 왔다고 생각합니다. 2007년도에도 이러한 발전은 계속될 것으로 기대되며, 미 식약청도 크리티컬 패스 이니셔티브라는 새로운 전략을 마련하여 개선된 임상시험 디자인 및 평가에 직접 관여함으로써 이러한 새로운 변화와 혁신에 발맞춰 나아가고 있습니다.

Q. 한·미간의 성공적인 비즈니스 전략은 무엇이라 생각하십니까?

A: 현재 미국 바이오산업회사들이 아시아 나라들과 임상시험, 제약제조업, 기술 협력 및 거래, 파트너링, 기술전이, 상업화에 관심이 많은 것이 사실입니다. 미국회사들 관점에서 본 한국의 바이오산업은 초기단계라고 할 수 있을지 모르지만 과학 및 기술력, 지적 인력, 산업적 추진력과 더불어 앞으로 발전시킬 수 있는 무한한 가능성이 있는 것입니다. 그리고 많은 외국 회사들, 특히 충분한 자본을 가지고 있는 회사들은 장기적 측면에서의 접근방법을 가지고 있기 때문에 국내회사들은 그들의 비즈니스 문화를 잘 이해하면서 접근을 시도해야 한다고 생각합니다. 하나의 약품을 시장에 진출시

키기 위해서는 평균 10~12년이라는 시간과 약 8억 달러에 달하는 비용이 들며 이러한 성공은 하루아침에 이루어지는 것이 아니기 때문입니다.

Q: 마지막으로 바이오산업 분야에 종사하는 여러분들과 특별히 공유하고 싶으신 점이 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

A: 바이오 전반에 걸친 다양한 분야에 진정한 흥미를 갖는다면 홍수와 같은 많은 정보를 흡수하는데 큰 도움이 될 것이며, 궁극적으로 장기적 안목과 가치를 창출해 낼 수 있다고 생각합니다. 그리고 무엇보다도 과학의 정직성 및 높은 윤리적인 가치 판단력을 가지는 것이 인간의 생명을 다루는 바이오산업 및 약품개발에 있어서 필수적인 요건이라 생각합니다. 제가 대학원에서 발달생물학을 전공한 후 비즈니스 세계에 뛰어들어 지금 이 시점까지 올 수 있었던 것은 좋은 스승들과 동료들의 덕이 컸다고 생각합니다. 좋은 인간 관계를 갖도록 노력하는 것이 바로 비즈니스의 성공의 지름길이 아닐까 싶습니다. **ST**



글쓴이는 일본 오사카 대학의 신경과학분야에서 박사학위를 받았으며, 하버드 의대 연구원 과정을 거쳐 현재 주 보스턴 총영사관에서 생명과학 및 BT 전문가로 활동하고 있다. 현재 관련 바이오 웹사이트(http://www.kcgboston.org/index_bio01.asp)를 운영중이다.