

한국바이오협회 국제협약부문 (BWC) (전화 : 031-628-0026 이메일 : bwc@koreabio.org)
생물무기금지협약 정보망 www.bwckorea.or.kr



생물무기금지협약이 팬데믹을 해결하는 또 다른 도구가 될 수 있을까?

이번 팬데믹이 시작된 이후로 세계보건기구(WHO)는 사람들에게 최신 정보를 제공하고, 신종 코로나바이러스의 유래를 조사하며, 전세계 공중보건 조치를 장려하는데 중심적인 역할을 해왔다. 하지만 WHO는 코로나 19 초기 대응 및 지금도 계속되고 있는 바이러스의 유래에 관한 조사를 비롯해 여러 가지 면에서 비평가들과 씨름해왔다. 아마도 WHO에 집중된 스포트라이트의 이면을 들여다보면, 어떤 점에서는 이 보건기구의 안내자 역할을 하는 규정 - 의도적인 생물학적 공격을 방지하거나 이 문제를 해결하는데 중대한 역할을 할 수 있는 조약 - 과 비슷하며, 그 자체로 팬데믹을 촉발할 수도 있는 생물무기금지협약이라는 별도의 국제 협약이 있었다는 사실을 잊고 있을지도 모른다.

생물무기금지협약은 WHO를 뒷받침하는 국제보건규정과 관심사가 서로 중복된다. 국제보건규정은 모든 국가에게 “공중보건 사고를 탐지, 평가, 보고하고, 이에 대응할 수 있는 능력”을 갖추도록 요구한다. 생물무기금지협약의 목적은 “생물작용제와 독소가 무기로 사용될 가능성을 완전히” 차단하는 것이다. 이 두 가지는 모두 정부가 질병을 감시하고, 개인용 보호장비와 대응의약품을 제공하며, 실험실의 생물안전과 생물보안을 보장할 수 있는 능력을 갖고 있느냐에 좌우된다. 그리고 이러한 능력과 자원은 자연적으로 발생하는 사고나 의도적인 공격에 대응하거나 이를 완화하는데 중요한 것이다. 하지만

팬데믹 기간 중에 대중이나 전문가 집단 그 누구도 생물무기금지협약의 역할에 관심을 기울이지 않았다.

하지만, 코로나 19에 비추어볼 때, 지금이야말로 46년 된 이 조약에 대해 재논의해서 이를 의도적인 생물학적 공격과 팬데믹 등의 생물학적 위협을 방지할 수 있는 더 좋은 도구로 만들 수 있는 적기인 것 같다. 생물무기금지협약의 회원국들은 이번 가을에 5년마다 열리는 평가회의에 참석할 예정이다. 이번 포럼은 코로나 19가 의도적인 생물학적 공격에 대한 대비와 대응 가능성에 어떤 영향을 주는지를 살펴보는 중요한 기회가 될 수 있다.

코로나 19, 인식, 생물무기. 전문가 전부는 아니더라도 대부분은 코로나 19가 의도적인 행동에서 유발된 것이라는 증거를 찾지 못했다. 일부 전문가들은 이번 팬데믹이 시작된 중국 우한에서 코로나바이러스 연구를 하던 기관들을 철저하게 조사해야 한다고 요구하고 있지만, 바이러스가 실험실에서 유출되었다는 확실한 증거는 없다. 하지만 이번 가을에 있을 생물무기 평가회의의 논의는 각국 정부가 팬데믹 대응 조치를 통해 알게 된 점을 살펴보고, 코로나 19의 완전한 종식을 위한 공동의 노력을 배가할 수 있는 장을 제공할 수 있을 것이다.

이번 팬데믹은 생물무기금지협약의 회원국들이 함께 살펴보고 논의해야 할 관련 분야가 여러 개 있음을 시사한다. 예를 들어, 코로나 19는 의도적인 공격의 한계에

어떤 영향을 주었을까?

어떤 국가들은 국경 안에서 코로나 바이러스의 확산을 놀라울 정도로 잘 막아온 반면에, 감염의 유행을 거친 후에 감염자가 폭증한 국가도 있다. 미국의 코로나 19 확진자 수는 2천9백만 명 이상이다. 반면에, 팬데믹이 시작된 중국은 미국보다 인구수가 더 많은데도 확진자 수가 10만 명에 불과하다.

이번 평가회의에서 생물무기금지협약의 회원국들은 이처럼 코로나 19에 대한 대응이 불균등하게 이루어지면서 생물무기의 위협이 어떻게 변하게 되었을 지를 검토해야 한다. 국가나 어쩌면 테러단체들이 코로나 19로 인한 사망자와 혼란을 지켜보면서 생물무기를 자신의 목표를 달성할 수 있는 더욱더 강력한 수단으로 여기게 된 것은 아닐까? 아니면 코로나 19같은 질병은 표적화하거나 통제하기가 힘들어 보이니 공격 의사를 단념하게 되었을까? 각국 정부는 미래에 생길 수 있는 대규모의 생물학적 공격이나 자연적으로 발생하는 팬데믹의 위협을 줄이기 위해 무엇을 할 수 있을까?

생물무기금지협약의 역할 전환? 팬데믹을 퇴치하는 데는 정부, 기업, 비영리기관, 학계의 국제 협력이 매우 중요한 역할을 하는데, 이 사실은 백신의 빠른 개발로 명확히 드러났고 대부분은 민간 파트너십을 통해 이루어진다. 하지만 각국 정부는 전세계의 많은 국가에 대한 예방접종 분배를 적절히 지원하지 못했다. 실제로, 개발도상국의 일부 국민들은 백신 접종을 위해 2024년까지 기다려야 할 수도 있다. 안타깝게도 정보 전달, 정책과 지침, 백신 분배의 부족으로 바이러스가 더 확산되고, 부정확한 정보가 퍼져나갔으며, 개인용 보호장비 접근에 대한 전세계 경쟁이 심화되고, 백신 국가주의가 초래되었다. 생물무기금지협약의 회원국들은 이러한 문제들을 해결하는데 힘을 합칠 수 있을 것이다.

몇몇 정부가 과학기술 분야에 했던 투자 덕분에 특히 백신 제조업체들은 효과적인 백신을 빠르게 생산할 수 있게 되는 등, 생물의학 연구에서 훌륭한 성과가 나타났다. 인간게놈 프로젝트와 메신저 RNA 연구 같은 프로젝트들은 과학자들이 결국 미국에서 처음으로 긴급사용 허가를 받은 두 개의 백신을 생산해낼 수 있도록 하는데 중요한 역할을 했다. 생물무기금지협약의 회원국들은 앞으로 생길 수 있는 팬데믹이나 생물학적 공격을 대비하는데 도움이 될 수 있는 미래의 연구개발 분야를 찾기 위해 노력해야 한다.

하지만, 이와 같은 투자가 성공적인 백신 개발의 발판이 되긴 했으나, 다른 분야의 연구개발 부족으로 미국과 다른 국가들의 코로나 19 대응은 미진했고 이는 의도적인 생물학적 공격에서도 그렇게 될 가능성이 있다. 생물감시는 정부의 투자와 실제로 필요한 것이 일치하지 않는 분야임이 확실하다. 생물감시에는 환경시료 채취(예. 공기와 하수도 시료 채취), 정확하고 신속한 현장진단검사, 바이러스 대변이와 소변이를 정확하게 판단하기 위해 수많은 검체의 유전자 염기서열을 신속하게 분석하는 능력, 접촉자 추적조사 역량, 환경 감시와 의사결정권자에 대한 지원을 도울 수 있고 직원이 충분한 공중보건기관 등, 여러 가지 요소가 있다. 생물감시처럼 성과가 부진한 분야가 무엇인지를 파악해서 노력을 배가한다면 도움이 될 것이다.

난제를 해결할 시점? 생물무기금지협약에는 중대한 생물학적 공격이 발생했을 때 활용할 수 있는 인력이 부족하며, 이는 회원국들이 이번 가을에 회의에 참석해서 다루어야 할 문제이다. 이 협약의 이행지원국은 규모가 작아 - 정규직 직원이 3명에 불과함 - 정기적인 모임과 회의를 준비하는 것 이상의 역할을 하지 못하고 있다. 지원 직원들은 아마 생물학적 공격이 발생하더라도 이에 대응하는데 어떠한 역할도 하지 못할 것이다.

반면에, 화학무기협약에는 가령 시리아에서 신고된 화학무기가 제거되었는지를 모니터링할 수 있는 화학무기 금지기구가 있다. 하지만 생물무기협약의 이행지원국은 이러한 역할을 하는 게 불가능할 것이다. 생각해보라. 몇몇 정부가 코로나 19가 의도적인 공격에서 비롯되었다는 생각에 의심이 가는 연구실이 어디인지를 파악했다면, 화학무기금지기구와 유사한 전문 기구가 수상쩍은 시설을 조사하는 게 도움이 되지 않겠는가?

생물무기금지협약 초창기부터 몇몇 국가는 이 협약에 서 가장 많은 비판을 받고 있는 것 중의 하나인 투명성과 검증 규정의 부재 문제를 해결하기 위해 조약을 수정해야 하는 것은 아닌지 의문을 제기해왔다. 이 협약이 1975년에 발효된 이후로 무기통제 공동체는 이 점을 논의해왔다. 5년마다 열리는 평가회의에서 참석자들은 이 문제를 자주 논의한다. 이것은 논쟁이 뜨거운 사안이라, 심지어 미국 대표단은 검증 의정서 초안에 못마땅한 표현이 들어 있는 것 같으며 2001년 회의장을 박차고 나갔다. 다수의 국가들이 여전히 검증 의정서의 문구를 거부할 수도 있겠으나, 지금과 같은 코로나 19 시대는 투명성을 높이는데 일부 한계가 있는 이 체제가 타당한 것인지를 재고하는데 적기일 것이다.

코로나 19 팬데믹은 모든 국가가 적절하게 백신 접종을 받고 대응의약품을 구비하기 전까지는 그 어떤 국가도

안전하지 못하다는 것을 보여주었다. 그때까지 바이러스는 계속해서 사람들을 감염시키고 변이되면서 전세계의 위협으로 남아있게 될 것이다.

미국의 조 바이든 대통령은 다음 휴가철이면 “모든 것이 다시 정상화될 것”이라고 말했는데, 이는 미국을 지칭한 것이었다. 전세계의 얘기가 아니다. 다른 국가와 백신을 나누면 모든 국가에게 도움이 된다. 생물학적 공격으로 집단발병이나 팬데믹이 촉발한다면, 생물무기금지협약의 한 조항에서 회원국은 생물공격을 받은 다른 당사국을 위해 “원조를 제공하거나 지원해야 한다”고 규정하고 있듯이 회원국들은 자원을 함께 나눠야 할 것이다. 현 체제를 통해 그렇게 되도록 한다면, 각국 정부는 이와 같은 팬데믹에 보다 잘 대응하고 미래를 대비할 수 있을 것이다.

생물무기금지협약의 회원국들은 이번 가을에 있을 평가회의를 활용해서 미래의 생물학적 공격이나 팬데믹 대비와 관련된 난제를 마침내 해결하는 작업에 착수해야 한다. 코로나 19 사태는 오히려 이처럼 심각한 논의를 하는데 필요한 유인책이 되어야 한다.

(Bulletin of the Atomic Scientists : 2021. 3. 12)

생물무기 연구는 국제협약에 의해 금지되어 있으나, 누구도 위반 사항을 확인하지 않아

과학자들은 생물의 유전자 구성을 변형시키는 “유전자 스플라이싱(gene splicing)” 기술로 엄청난 발전을 이루고 있다.

이 기술은 의학연구용으로 생명공학을 이용해서 병원체를 조작하는 것으로 치명적인 생물무기를 제작하는데 쓰일 수도 있다. SARS-CoV-2 코로나바이러스가 중국

의 우한 바이러스 연구소에서 생물공학 기술을 통해 조작되었으며, 이후 실험실 사고로 “유출되어” 코로나 19 팬데믹을 일으키게 되었다는 가설을 부추기는데 일조했다는 점이 이와 겹치는 부분이다.

전세계는 이미 유전자 스플라이싱 기술이 전쟁에 쓰이는 것을 방지하는 법적 토대를 갖고 있다. 1972년 생물무

기금지협약이 그것이다. 하지만 안타깝게도 각국은 이 협약의 강화 방안을 두고 합의에 이르지 못하고 있다. 심지어 일부 국가에서는 이 협약을 위반하고 생물무기 연구와 비축을 계속해왔다.

1996년~2001년에 빌 클린턴 대통령 당시 국가안전보장회의의 일원이었던 나는 이 협약을 강화시키는데 실패한 이유에 대해 나만의 관점을 갖게 되었다. 2009년~2013년에는 버락 오바마 대통령의 백악관 대량살상무기 조정관으로서 나는 국제적으로 강력한 규칙과 규정이 없는 상황에서 잠재적으로 위험한 생물학 연구와 관련된 규제 문제를 해결하고자 애쓰던 팀을 이끌었다.

생물무기금지협약의 역사는 생물작용제의 연구개발을 통제하려는 국제적인 시도에 한계가 있다는 것을 보여준다.

1960년대~1970년대: 생물전을 금지하는 국제 협약

영국은 1968년에 국제적 차원의 생물무기 금지를 처음으로 제안했다.

핵무기의 가공할만한 위력으로 볼 때 생물무기는 군사적으로나 전략적으로 유용한 목적이 없다는 이유로 영국은 1956년에 자국의 공격용 생물무기 프로그램을 중단했다. 하지만 다른 국가들이 가난한 자의 핵폭탄으로 생물무기 개발을 고려할 수도 있다는 위험이 남아있었다.

원래 영국은 각국에게 생물무기가 활용될 수 있는 시설과 활동을 파악해달라고 제안했었다. 또한, 이런 시설들이 평화적 목적으로 이용되고 있는지를 검증하기 위해 각국에서 국제기구의 현장 사찰을 수용해야 한다고 제안했다.

이 협상은 1969년에 닉슨 행정부가 미국의 공격용 생물무기 프로그램을 중단하고 영국의 제안을 지지하면서 속도가 붙었다. 1971년에는 구 소련이 이 제안을 지지한다고 발표했으나, 검증 규정은 제외시켰다.

구 소련의 동참을 이끄는 게 중요했으므로 미국과 영국은 검증에 대한 요구사항을 제외시키는데 합의했다.

이 조약은 1972년에 이르러 최종 타결되었고, 필요한 서명을 얻은 후에 1975년에 발효되었다.

이 협약에 따라, 183개 국가가 생물무기로 쓰일 수 있는 생물학적 물질을 “개발, 생산, 비축 또는 기타 방법으로 획득하거나 보유”하지 않는데 합의했다. 또한, 이러한 물질을 사용하기 위한 “수송 수단”을 비축하거나 개발하지 않는데에도 합의했다. 이 협약은 의학 연구를 포함하여 “질병예방, 보호, 또는 기타 평화적 목적”의 연구개발은 허용하고 있다.

하지만, 이 협약에는 각국이 의무를 준수하고 있는지를 검증할 수 있는 체계가 없다.

1990년대: 협약 위반 사실이 드러나다

검증 체계가 없다는 것은 20년 뒤에 구 소련이 많은 것을 숨기고 있는 것으로 밝혀지면서 이 협약의 근본적인 결함으로 드러났다.

1992년에 러시아 보리스 옐친 대통령의 시인으로 구 소련의 대량 생물무기 프로그램이 세상에 드러났다. 이 프로그램에서 보고된 실험들 중에서 일부는 바이러스와 박테리아를 더 치명적으로 만들고 치료제에 강한 저항력을 갖게 하는 것이었다. 구 소련은 또한 탄저와 천연두 바이러스 및 페스트를 일으키는 페스트균 등, 자연적으로 발생하는 위험한 바이러스 상당수를 무기화해서 대량 생산했다.

옐친 대통령은 1992년에 이 프로그램을 중단하고 프로그램의 모든 물질을 폐기하도록 명령했다. 하지만 명령이 제대로 이행되었는지는 여전히 의문이다.

1991년 걸프전에서 미국이 이라크를 물리친 뒤에 또다시 협약 위반 사례가 알려졌다. UN 조사관들은 이라크에서 탄저균 포자 1,560 갤런(6,000 리터)과 보툴리눔 독소

3,120 갤런(12,000리터) 등, 생물무기 비축물을 발견했다. 이 두 가지 물질은 항공 폭탄, 로켓, 미사일 탄두에 장착되어 있었으나 이라크가 이 무기들을 사용한 적은 없었다.

1990년대 중반에 남아공이 다수지배의 원칙으로 전환하면서 이전의 아파르트헤이트 체제 하에서 생화학무기 프로그램이 있었다는 증거가 나왔다. 남아공의 진실화해 위원회가 밝힌 바와 같이, 이 프로그램은 암살에 초점이 맞춰진 것이었다. 담배와 초콜릿에 탄저균 포자를 묻히고, 설탕에 살모넬라균을 넣고, 보툴리눔 독소로 초콜릿을 오염시키는 기법이 사용되었다.

이와 같은 폭로 및 북한, 이란, 리비아, 시리아도 조약을 위반하고 있다는 의혹에 대해, 미국은 다른 국가들에게 검증 절차를 줄이자고 촉구하기 시작했다. 하지만 7년간 24차례의 회의를 가졌음에도 불구하고, 국제 협상가들로 구성된 특별 그룹은 격차 해소 방안과 관련해 합의에 도달하지 못했다. 문제는 실질적이며 정치적인 것이었다.

생물작용제 모니터링

생물무기에 대한 검증은 다음의 몇 가지 요인으로 인해 어려워지고 있다.

첫째, 백신, 항생제, 비타민, 생물학적 살충제, 특정 식품과 같은 생물작용제를 연구하고 생산하는 시설에서도 생물무기를 생산할 수 있다. 의료용과 산업용으로 합법적으로 쓰일 수 있는 일부 병원체는 생물무기용으로도 쓰일 수 있다.

둘째, 특정한 생물무기는 적은 인력과 상대적으로 소규모의 시설로도 빠르게 대량 생산이 가능하다. 이런 이유로 인해 생물무기 프로그램은 보통 대규모 시설, 많은 인력, 다년간의 운영이 필요한 핵이나 화학 프로그램에 비해 국제 조사관들이 탐지하기가 더 힘들다.

그래서 효과적인 생물무기 검증 절차를 구축하려면 각국이 수많은 민간 시설을 확인해야 한다. 그리고 나서 조

사관들이 이를 정기적으로 모니터링하면 된다. 모니터링은 침습적(intrusive)이 되어야 하며, 그러면 조사관들이 “강제사찰(challenge inspection)”, 즉 알려진 시설과 의심스러운 시설에 대한 불시방문을 요구할 수 있을 것이다.

마지막으로, 현 조약에 따라 허용 범위 내에서 생물무기 방어 시스템을 개발하려면 보통 위험한 병원체와 독소 외에 전달 시스템까지도 취급해야 한다. 그렇기 때문에 합법적인 생물방어 프로그램과 불법 생물무기 활동을 구분하려면 대개는 의도를 파악해야 하는데, 의도는 검증하기가 힘들다.

이러한 어려움이 내제되어 있어 검증 문제는 극심한 반대에 부딪혔다.

생물무기 검증에 대한 정치적 반대

백악관에서 미국의 협상 입장을 조정하는 관리로서 나는 보통 중요 정부기관들로부터 우려와 반대의 목소리를 들었다.

미 국방부는 생물방어 시설에 대한 사찰이 국가안보를 위태롭게 하거나, 협약을 위반했다는 허위고발로 이어질 수 있다며 우려를 표명했다. 상무부는 제약 및 생명공학 기업들을 대신해서 침습적인 국제사찰에 반대했다. 이러한 사찰은 영업비밀을 위태롭게 할 수도 있다고 관리들은 주장했고, 의학연구나 산업생산에 지장을 줄 수도 있다.

제약 및 생명공학의 산업 규모가 큰 독일과 일본도 이와 유사한 이유로 반대했다. 중국, 파키스탄, 러시아 등은 거의 모든 현장사찰에 반대했다. 협상단의 운영 규칙은 합의가 필요한 것이므로 단 한 개 국가만 반대해도 협정이 저지될 수 있었다.

1998년 1월에 클린턴 행정부는 교착상태를 타개하고자 다음과 같이 완화된 검증 요구사항을 제안했다. 각국이 백신 생산시설처럼 생물무기 용도에 “특히 적합한” 시

설에 국한해서 신고를 하도록 제안하는 내용이었다. 이런 시설들에 대해서는 무작위 사찰이나 정기사찰 대신에 “자발적” 방문이나 제한적인 강제사찰을 실시하게 되나, 단 생물무기금지협약의 모니터링을 위해 신설하게 될 국제기구의 집행위원회로부터 승인을 받도록 하자는 것이었다. 하지만 이 조차도 국제 협상가들의 합의를 도출하는데 실패했다.

2001년 7월에 이르러 조지 W. 부시 행정부는 아이러니하게도 이 제안이 속임수를 발각해낼 정도로 강력하지 않다는 이유로 클린턴 대통령의 제안서를 거부했다. 이렇게 해서 협상은 완전히 실패로 돌아갔다.

그 이후로 각국은 생물무기금지협약의 검증 시스템 수립에 대해 진지한 노력을 기울이지 않았다.

1970년대 이후로 과학자들이 유전공학에서 엄청난 발전을 이루었음에도 불구하고, 각국이 관심을 갖고 이 문제를 다시 제기하려는 징후는 거의 찾아볼 수 없다.

이것은 특히나 현재 중국을 비난하는 분위기 속에서 중국이 코로나 19 팬데믹의 기원을 규명하는데 전적으로 협조하지 않는 것을 보면 맞는 말이다.

(The Conversation : 2021. 7. 19)

규제가 느슨한 바이러스 실험실에 대한 생물보안 경고

이제 바이러스가 우리의 통제를 벗어나게 되면 인구가 밀집된 상호 연결된 이 지구상에 어떤 일이 생길 수 있는지를 우리는 똑똑히 지켜보았다. 고작 18개월 만에 1억6천6백만 명이 바이러스에 감염된 것이다.

공식적으로 코로나 19로 인한 사망자 수는 340만 명이나, 세계보건기구(WHO)는 실제로는 아마 8백만 명이거나 그 이상일 거라고 말한다.

미국은 바이러스가 우한의 실험실에서 유출되었을 가능성을 포함해서 바이러스의 유래를 재논의할 거라고 발표했다. 물론, WHO는 올해 초에 이러한 유출설은 “가능성이 거의 없다”고 말했다. 하지만 치명적인 병원체라면 그렇게 될 위험이 있다는 사실을 우리는 언제나 잘 알고 있다.

지금, 한 독보적인 생물전 전문가는 G7 주요 선진국 지도자들에게 보다 엄격한 규제조치를 고려해달라고 요청하면서 규제가 느슨한 실험실은 테러리스트의 출입경로가 된다고 경고했다.

Hamish de Bretton-Gordon 대령은 군인이었다가 학

자가 된 사람으로 예전에 영국의 화생방과 핵 합동 연대를 지휘했다. 그는 특히 이라크와 시리아에서 생화학전의 영향을 직접 검토한 바 있다.

“안타깝게도 나는 사람들에게 해를 끼치고 싶어하는 깡패 정부가 있는 곳에서 인생의 상당부분을 보냈다. 테러리스트 같은 사람들에게 이런 실험실은 거침 없는 목표물이 될 것이므로, 가능한 한 이들이 실험실에 도달하기 힘들게 만드는 것이 우리가 해야 할 일이다”라고 그는 말했다.

위험한 바이러스를 제작하고 연구하는 기관에 대한 국제사회의 통제는 불안할 정도로 취약한 것으로 나타났다.

다양한 유형의 병원체를 취급하는 기관들은 그 잠재적인 생물위해 위해성 수준에 따라 1에서 4(최고 등급)로 등급이 매겨진다. 전세계에서 약 50개의 실험실이 4등급에 해당하며, 이 중에는 생화학연구를 수행하는 영국의 기밀정보 기관인 솔즈베리 인근의 포턴다운(Porton Down) 실험실이 있다.

포턴다운은 대개 최고의 생물안전 기준에 해당하는 것

으로 여겨지고 있으며, 4등급 실험실은 매우 엄격하게 규제된다. 하지만 훨씬 더 흔하게 볼 수 있는 실험실은 통제가 다소 느슨한 3등급 실험실이다. de Bretton-Gordon 대령은 전세계에 3천 개 이상의 3등급 실험실이 있다고 말한다.

대부분은 의학 연구용이지만, 코로나 19같은 바이러스를 보유해서 시험하는 경우도 있다. 일부 실험실들은 이란, 시리아, 북한 같은 국가에 있는데, 외부 세계에서는 이들 정권의 동기를 예의주시하고 있다.

생물학적 위협에 비해 화학무기 연구는 규제가 훨씬 더 잘 되고 있다. 1997년에 화학무기금지협약에 따라 화학무기금지기구(OPCW)가 설립되었고, 이 기구에는 193개의 회원국이 있다. OPCW는 불법 연구개발이 진행되지 않도록 현장사찰을 수행할 권한을 갖는다.

시리아 사건에서 알 수 있듯이, OPCW는 화학무기의 제조와 사용을 근절시키진 못했으나 여전히 활동을 하고 있으며 유효하다.

이에 비해 생물학 연구와 생물무기에 대한 통제는 덜 엄격하게 이루어진다. 실제로 생물무기와 독소무기를 금지하는 생물무기금지협약(BWC)은 1975년에 발효되었다. 하지만 BWC 가입국의 수는 OPCW보다 더 적고, BWC는 회원국들이 전체 규정을 준수할 수 있도록 하는 적절한 검증 제도에도 합의하지 못했다.

de Bretton-Gordon 대령은 6월에 있을 G7 정상회의의 아젠다에 전세계 생물학 실험실의 위해성문제가 올라가기를 바라면서 영국정부의 각료들에게 더 엄격한 통제를 요구해달라고 영향력을 행사해왔다. 그를 지지하는 사람 중에는 CIA의 David Petraeus 전임 국장이 있다.

“사실 미국의 어느 대통령이건 이 제안을 지지하고 싶어 거라고 생각한다. 전세계 지도자들은 이 제안을 추진해야 한다. 북한처럼 자체적인 이유로 이 제안에 반대할 국가도 있을 것이다. 하지만 대부분은 이를 원할 거라고

생각한다”고 Petraeus 장군은 말했다.

Petraeus 장군은 2007년 8월부터 이라크에서 미국 주도의 다국적군 사령관이었다. 이라크는 2003년 미국 주도의 공격 이후로 생화학무기가 발견되진 않았지만 사담 후세인 정권 하에서 생화학무기를 개발한 것이 확실시되는 국가이다. Petraeus 장군은 CIA 국장으로 재직하던 시절에 캄페 정부의 통제하에 있는 생물무기가 매우 심각한 위협을 일으킬 수도 있다며 거듭 우려를 나타냈다.

각국은 수십 년간 핵무기와 최근에는 화학무기, 그리고 이러한 무기를 만들어내는 연구를 강력하게 통제할 것을 요구해왔다. 이러한 무기는 많은 사람의 목숨을 앗아갔다. 1988년에는 화학무기로 인해 이라크에서 수천 명의 쿠르드족이 목숨을 잃었고, 시리아에서는 얼마나 되는지는 모르지만 현재 진행형인 내전에서 화학무기로 인해 수 많은 사망자가 발생했다.

코로나 19로 인한 사망자 수가 8백만 명으로 추정되는 가운데, 철저히 통제되지 않고 있는 3천 개 이상의 실험실 중 한 곳에서 바이러스가 유출된다면 생물학적 위협은 훨씬 더 위험해질 것이다.

(BBC : 2021. 5. 31)

포스트 코로나 19 시대에 어떻게 하면 생물의학 연구의 위험도는 낮추고 윤리성은 높일 수 있을까

우리의 운은 다했다. 한 세기 만에 맞는 최악의 팬데믹으로 전세계에서 370만 명 이상이 목숨을 잃었다. 미국에서는 약 60만 명의 사람들이 코로나 19로 인해 목숨을 잃었다. 전세계 사회들이 이미 초토화되었고, 이중 다수가 계속 그러한 상태이다.

바이러스가 실험실에서 유출되었다는 정황 증거가 늘어나면서 바이러스의 근원지에 관한 논란이 계속되고 있다. 이러한 재난의 재발을 막고 싶다면 SARS-CoV-2의 유래를 아는 게 중요하다.

우리는 삼림 파괴, 야생동물 거래와 소비, 집약적인 육농업과 같은 인간의 활동이 치명적인 팬데믹의 위험을 높인다고 확실하게 말할 수 있다.

자연적으로 발생하는 인수공통감염병의 발생을 억제하려면 사람의 건강, 동식물 보건, 환경 보건, 생태계 보전이 통합된 원 헬스(One Health)의 접근방식이 필요하다. 나는 이전 칼럼에서 원 헬스 방식이 왜 중요한지에 대해 광범위하게 설명한 바 있다.

그런데 기능획득 연구, 생물안전과 생물보안에 관한 느슨한 감독, 기초과학 연구에 대한 미흡한 수준의 생명윤리 검토는 팬데믹 위험에 어느 정도나 일조하는 걸까?

논쟁의 편의상 이번 팬데믹이 실험실에서 유래된 감염으로 인해 생긴 것이라고 가정해보자. 손가락질을 하거나 책임을 떠넘기는 건 도움이 되지 않는다. 특히 바이러스처럼 활성화된 생물작용제를 취급하는 실험실은 그 어떤 곳도 사고에 있어서 완전무결하지 않다. 실험실 유출 사고는 과거에 이미 여러 번 발생했고, 앞으로도 계속 생길 것이다. 문제는 이러한 위험을 어떻게 줄일 수 있는냐이다.

기능획득 연구. 2004년에 전미 과학공학의학 한림원은 하면 안 되는 “우려되는 일곱 가지 실험” 목록이 기재된 “테러시대의 생명공학 연구”라는 보고서를 발표했다. 우려되는 실험은 다음과 같다.

- 백신을 무력화시키는 방법을 입증하는 실험
- 항생제나 항바이러스 약물에 대해 내성을 부여하는 실험
- 병원체의 독성을 강화하거나 무독성 미생물을 유독성으로 만드는 실험
- 병원체의 전염성을 증대시키는 실험
- 병원체의 숙주 범위를 변형시키는 실험
- 병원체가 진단제나 탐지 체계를 회피할 수 있게 만드는 실험
- 생물작용제나 독소를 무기화할 수 있는 실험

이 보고서에 대한 조치로 국립보건원은 생물안보국가 과학자문위원회(NSABB)를 신설했으나, 논란이 되는 기능획득 연구는 지속될 수 있도록 허용했다.

기능획득 연구는 병원체의 질병 야기 능력을 증대시킨다. 이러한 연구를 지지하는 사람들은 이것이 전염성 물질의 팬데믹 가능성을 가늠하는데 도움이 되고, 정부 관리들이 공중보건 대응 조치를 수립하는 데에도 도움이 된다고 주장한다. 반대자들은 이런 연구는 본질적으로 위험하며, 한림원의 우려되는 일곱 가지 실험의 기준에 명확하게 부합한다고 말한다.

질병통제예방센터에서 일련의 실험실 사고들이 발생하자 2014년에 국립보건원은 인플루엔자와 코로나바이러스처럼 팬데믹 가능성이 있는 바이러스(사스와 메르스)를 취

급하는 기능획득 연구에 대한 재정지원을 중단시켰다. 하지만 이런 실험은 공공 안전에 거의 위험을 유발하지 않는다고 NSABB가 결론 내리자, 2017년 1월에 지원 중단 조치가 해제되었다. 참고로, NSABB의 위원들은 다수가 “경력이 많고 매우 적극적으로 연구에 참여”한 사람들이다. 다시 말해서, 이들은 이러한 연구를 감독하고 승인하는데 이해충돌이 있었다.

국립보건원의 재정지원서에는 에코헬스 얼라이언스(EcoHealth Alliance)의 “박쥐 코로나바이러스 출현의 위해성에 대한 이해”에 대한 연구가 신종 코로나바이러스의 유전체를 만들어 동물종에서 인간화 생쥐(humanized mice)에 이르기까지 실험적으로 다양한 세포 배양물을 감염시키는 기능획득 연구라고 분명하게 설명되어 있다. 이 연구 프로젝트는 2014년 6월에서 2019년 5월까지 예산이 수립되어 있었고, 의학저널인 Nature Medicine에 게재된 논문에 따르면 생물안전 3등급(BSL 3) 시설에서 수행되었다.

생물안전과 생물보안에 관한 이야기. 신생 재조합 DNA 기술이 보건에 대한 위험을 초래할 수 있다는 우려가 생기자, 과학자들은 1975년에 캘리포니아 퍼시픽 그로브의 아실로마 회의장에서 회의를 가졌다. 이들은 공공 보건에 대한 위해성이 최소 수준이라는 확신이 생길 때까지 특정 실험들을 자발적으로 중단시켰다. 아실로마 회의의 성과 중 하나는 알려진 바와 같이 해당 연구의 위해성 정도에 따라 다양한 등급의 안전성 가이드라인을 수립한 것이었다. 생물안전 1등급(BSL 1) 연구는 최소한의 위해성을 보이는 연구로서 개방형 작업대에서 수행할 수 있으며, 반면에 생물안전 4등급(BSL 4) 연구는 최고의 위해성 수준을 보이며 에어로크가 필요하고 우주복을 착용해야 한다. 생물안전 2등급과 3등급은 각각 높은 등급의 전문 장비와 시설이 필요하다.

아실로마 회의 이후, 미국생물안전협회가 설립되고 미생물 실험실과 생물의학 실험실의 생물안전이라는 가이드 문서가 제작되면서 1984년에 생물안전 분야가 생겨났고, 그 결과 우수관리기준을 장려하게 되었다. 뿐만 아니라, 국립보건원의 재정지원을 받는 모든 기관에서 이루어지는 재조합 DNA 연구의 생물안전을 감독하기 위해 기관생물안전위원회가 설치되었다. 생물안전 위원회에는 과학자, 실험실 직원, 기관과 관련이 없는 두 명의 지역사회 일원이 있어야 한다. 이들은 매달 모여서 연구 프로토콜을 검토하고 연구 수행 시 적용되는 생물안전 등급을 결정해야 한다.

하지만, 생물안전 제도에는 단점이 하나 있다. 실험실 획득 감염에 대한 감시 시스템이 없어서, 감염이 발생했을 때 주와 지역의 보건 관리들에게 감염 사실을 알려줄 수 있는 의무적인 시스템이 없다는 점이다. 실험실 획득 감염은 질병통제예방센터의 가이드라인에 따라 “신고를 해야 하는” 질병이 아니라서, 주와 현지 보건 관리들에게 보고되지 않는다. 질병통제예방센터는 실험실 획득 감염을 업무 중 노출로 간주해서 관련 데이터를 수집하지 않고 있다(<https://www.cdc.gov/surveillancepractice/data.html>). 미 국립 산업안전보건연구소(NIOSH)는 살충제와 화학물질에 대한 노출을 포함해서 근무지와 관련된 부상과 질병, 의료종사자의 부상, 혈중 납 수치 감시에만 주력할 뿐, 실험실 획득 감염은 신경 쓰지 않는다.

다시 말해서, 실험실 획득 감염은 정부 감시 시스템에서 간과되고 있다.

생물보안에 관한 우려로 인해 연구 실험실에서 취급하고 있는 미생물들은 주와 지역의 보건 관리들과 공유되지 않고 있다. 본질적으로, 보건 관리들은 자신의 관할 하에 있는 실험실 획득 감염 가능성과 관련해 무지한 상태이다. 이러한 인식 부재로 인해 지역사회에 확산될 가능성이 있는 고위험 실험실 획득 감염이 생겼을 때 공중보건

대비 조치를 취하지 못하게 된다.

실험실 사고와 실험실 획득 감염이 생기는 건 불가피한 일이나, 지역, 국가, 국제적 차원의 우수한 감시 시스템이 없다면 재앙이 덮칠 때까지 문제의 범위나 심각성을 알기가 힘들다. 참고로, 우한 바이러스 연구소에는 SARS-CoV-2가 나타나기 훨씬 전부터 생물안전에 관한 우려가 있었다.

생명윤리. 2차 세계대전 중 독일에서 자행된 나치의 실험에서부터 1932년~1972년에 수행된 미국의 터스키기 매독 실험에 이르기까지 비윤리적인 의학연구의 오랜 역사로 인해, 의회는 피실험자를 대상으로 한 모든 연구의 기저가 되는 원칙을 확인하는 국가 위원회를 설치하기 위해 1974년 7월에 국가연구법을 통과시켰다.

생물의학 연구와 행동 연구의 피실험자를 보호하기 위한 국가 위원회는 피실험자를 대상으로 한 모든 연구의 기저가 되는 기초적인 윤리 원칙들이 설명되어 있는 벨몬트 보고서를 발표했다. 이에 따라 의학윤리 분야가 탄생하게 되었다.

하지만 생물의학 연구 윤리 분야는 없다. 이해충돌이 확실한 과학자들은 차치하더라도, 생물의학 연구 제안서가 윤리기준에 부합하는지를 평가할 수 있는 전문가 조차도 없다. 실험을 해도 된다고 해서 실험을 해야 한다는 의미는 아니다. 코로나 19가 발생할 때까지 사회는 연구 지원 결정을 대체로 과학계에 일임했지만,

이 과정에서 과학자들의 의견에 동의하지 않을 수도 있는 인본주의자, 윤리학자, 공중보건 전문가의 감독이나 조언은 거의 없었다. 그리고 과학자들이 SARS-CoV-2가 실험실에서 유래되었을지도 모른다는 일개 가설을 금기시했다는 것은 이들이 스스로 방침을 정할 능력이 없다는 사실을 보여주는 것이다.

다음 단계들. 윈스턴 처칠(과 많은 사람들)은 “위기는 곧 기회다”라는 말로 명성을 얻었다. 우리에게

생물의학 연구를 더 안전하고 윤리적으로 만들 수 있는 기회가 있다.

실험실 획득 감염이 발생하면 주와 지역의 보건 부처에 반드시 신고하도록 만들어야 한다. 연구자와 실험실 종사자는 일단 감염이 되면 자신들이 생물의학 임상시설이나 연구시설에서 생물작용제를 취급한다는 사실을 의료종사자에게 알려야 하며, 신고를 의무화하도록 연방 규정을 바꿔야 한다. 의료종사자는 현지 공중보건 관리에게 이 사실을 통지해야 하며, 공중보건 관리는 해당 주 및 산업 안전보건연구소와 협업하는 질병통제예방센터에 최종 보고를 하게 된다. 생물의학 임상시설과 연구시설이 있는 모든 국가에도 이와 유사한 감시 시스템이 구축되어야 한다.

국제적 차원에서는 세계보건기구가 국가적 차원에서 수집되고 보고된 데이터를 기반으로 실험실 획득 감염 감시 시스템을 구축할 수 있도록 생물무기금지협약의 이행 지원국과 협업해야 한다. 생물의학 연구는 원래 이중용도의 성격을 띤다. 이러한 연구는 사회에 상당한 유익성을 제공해줄 수 있으나, 부정적으로 쓰일 수도 있다. 세계보건기구와 생물무기금지협약이 협력한다면 국제사회가 이러한 문제를 심각하게 여기고 있다는 메시지를 전달하게 될 것이다.

생물의학 연구 윤리 분야를 새로 만들 필요가 있다. 인간 피실험자를 대상으로 하는 연구에서처럼, 의회는 모든 생물의학 연구의 기저가 되는 원칙을 확인하는 위원회를 설치해야 한다. 미국 한림원의 “우려되는 일곱 가지 실험”이 이 위원회가 하는 작업의 뼈대가 되어야 한다.

이번 팬데믹이 기능획득 연구로 인한 것인지, 아니면 자연적으로 발생한 것인지는 아직 모른다. 하지만 기능획득 연구에 대한 찬성 여론은 두 가지 점에서 반박될 수 있다.

첫째, 이번 팬데믹에 대한 대응으로 매우 빨리 개발된 mRNA 백신은 사전연구에만 수십 년이 걸렸고, 바이러스에 있는 스파이크 단백질의 유전물질 염기서열을 필요로 했다. 기능획득 연구가 필요한 게 아니었다.

둘째, 공중보건에 대한 투자는 기능획득 연구에서 제공할 수 있는 정보에 비해 대응 역량을 훨씬 더 크게 개선시켜준다.

과학에 대한 공공의 신뢰가 저하된 상황에서 생물학 과학자들은 사회의 연구 지원 의지를 되살릴 수 있도록

동기부여가 되어야 한다. 자만심, 그리고 명예와 영광을 위해 과학의 한계를 넘어서려는 마음을 버리고 겸손함을 갖고 자연을 존중해야 한다. 공중보건을 향상시키는데 있어서 잘못된 방식을 사용해서 자연에서 더 치명적인 병원체를 만들려고 하는 과학자는 필요하지 않다. 투명성, 공공소통과 아웃리치, 실험실 획득 감염의 감시, 공중보건 파트너십, 윤리의 제도화가 공공의 신뢰를 회복하는데 큰 도움이 될 것이다.

(Bulletin of the Atomic Scientists : 2021. 6. 8)

전세계 59개 실험실에서 가장 치명적인 병원체 취급

코로나 바이러스인 SARS-CoV-2는 잘못된 고위험 연구로 인해 생긴 것일까? 답이 어떠하든 간에, 앞으로 위험한 병원체를 취급하는 연구로 인해 팬데믹이 생길 위험은 실제로 존재한다.

이러한 실험실 유출 논란의 중심점은 우한의 언덕진 외곽지에 소재한 우한 바이러스 연구소이다. 이 곳은 전세계에서 운영 중이거나 건설 중이거나 예정되어 있는 최대 59개의 밀폐 실험실 중 한 곳에 불과하다.

이 실험실들은 생물안전 4등급(BSL4)으로 알려진 곳으로 연구자들이 지상에서 가장 위험한 병원체 - 치료제나 백신이 없는 심각한 질병을 야기할 수 있는 병원체 - 를 안전하게 취급할 수 있도록 설계 및 건설되어 있다. 연구자들은 이 곳에서 산소공급장치가 달린 전신 가압복을 착용해야 한다.

BSL4 실험실은 23개국에 퍼져있으며, 가장 많이 집중되어 있는 곳은 유럽으로 이 곳에 25개가 있다. 북아메리카와 아시아는 각각 14개와 13개로 거의 비슷하다. 호주에는 4개, 아프리카에는 3개가 있다. 전세계적으로 우한 바이러스 연구소 같은 BSL4 실험실의 사분의 삼은 도심지에 있다.

면적이 3,000m² 인 우한 바이러스 연구소가 전세계에서 가장 규모가 큰 BSL4 실험실이나, 미국 캔자스 주립대학교의 국가생물농업방어시설이 이를 곧 추월하게 될 것이다. 이 BSL4 실험실이 완공되면 4,000m² 이상의 면적을 자랑하게 된다.

대부분의 실험실은 이보다 규모가 훨씬 더 작고, 시중의 데이터로는 면적이 200m² 이하인 44개 실험실 중 50%가 프로 배구장의 절반에도 미치지 못하거나 테니스장 크기의 약 사분의 삼에 해당한다.

BSL4 실험실 중 약 60%가 정부가 운영하는 공공보건 기관이며, 20%는 대학이, 나머지 20%는 생물방어 기관이 운영한다. 이러한 실험실들은 매우 치명적이며 전염성이 높은 병원체의 감염 여부를 진단하는데 쓰이거나, 이런 병원체들이 어떻게 기능하는지를 과학적으로 이해함으로써 신약, 백신, 진단검사를 개발할 수 있도록 병원체를 연구하는데 쓰인다.

하지만 이 모든 실험실은 안전성과 보안 점수가 높지 않다. 이와 관련해, 각국에 생물안전과 생물보안에 관한 법률, 규정, 감독기관, 정책과 교육이 있는지를 측정하는 글로벌 보건안보 지수가 도움이 된다.

미국의 핵위협방지구상에서 주도하는 이 지수를 보면, BSL4 실험실이 있는 국가 중에서 약 사분의 일만이 생물 안전과 생물보안에서 높은 점수를 받았다는 것을 알 수 있다. 이는 각국이 포괄적인 생물위해 관리 시스템을 개발하는데 있어서 개선의 여지가 많다는 것을 시사한다.

생물안전과 생물보안 규제기관으로 구성된 국제전문가 그룹은 국가 규제당국이 이 분야의 우수실천사례를 공유하고 있는 곳으로 이 그룹의 회원국이라는 것은 국가 생물안전과 생물보안의 실천을 보여주는 또 다른 지표가 된다.

BSL4 실험실이 있는 국가 중에서 이 포럼의 회원국은 호주, 캐나다, 프랑스, 독일, 일본, 싱가포르, 스위스, 영국, 미국 등 40%에 불과하다. 생물안전과 생물보안 위해성을 줄이는 관리 절차를 수립하기 위해 2019년에 도입된 자발적인 생물위해 관리 시스템(ISO 35001)에 서명한 실험실은 아직 하나도 없다.

최고 등급의 밀폐 실험실이 있는 국가들은 대부분 평화적 목적으로 수행되지만 해를 야기하는 쪽으로 조정될 수 있는 실험을 지칭하는 이중용도 연구나, 또는 병원체의 질병 야기 능력을 증대시키는데 초점이 맞춰진 기능획득 연구를 규제하지 않고 있다.

BSL4 실험실이 있는 23개 국가 중에서 국내 이중용도 연구 감독 정책이 있는 국가는 3개국(호주, 캐나다, 미국)에 불과하다. 그 외에 최소 3개국(독일, 스위스, 영국)에

는 가령 재정지원 기관이 지원금 수혜자에게 연구의 이중용도 영향을 검토하게 하는 일종의 이중용도 감독 시스템이 있다.

BSL4 실험실에 대한 수요 증가

상황이 이러하다 보니 코로나바이러스에 관한 과학연구는 대부분 여전히 이중용도 연구나 기능획득 실험에 관한 감독 체계가 없는 국가에서 이루어진다.

과학자들이 코로나바이러스에 대한 이해를 증대시키고 어떤 바이러스가 동물에서 사람으로 감염되거나 사람 간에 전파될 가능성이 높은지를 확인하려고 하면서, 코로나바이러스를 취급하는 기능획득 연구가 늘어날 것으로 보여 특히 우려가 된다. 이번 팬데믹으로 인해 팬데믹의 대비와 대응에 대한 중요성이 강조되면서 더 많은 국가들이 BSL4 실험실을 찾으려고 할 것이다.

코로나 19 팬데믹은 감염병으로 인한 위험 및 생명을 구하기 위해 강력한 생물의학 연구를 시도해야 할 필요성이 있음을 적나라하게 상기시키는 역할을 했으나, 이러한 연구는 그 자체로 위해성이 있을 수 있다는 점도 염두에 두어야 한다. 하지만, 우수한 과학과 뛰어난 정책이 있다면 이러한 위해성을 계속 억제하면서 인류가 연구의 유익성을 누릴 수 있도록 해줄 것이다.

(The Conversation : 2021. 6. 14)

미국 NBACC, 과거의 생물작용제 연구가 현재와 미래의 팬데믹 대응에 영향을 줘

미국의 많은 연구개발 기관처럼 국토안보부의 과학기술국은 코로나 19 팬데믹으로 인해 거의 하룻밤 만에 최우선사항을 변경해야 했다.

처음부터 과학기술국 생물방어분석대응센터(NBACC)의 연구원들은 미국이 코로나 19라는 치명적인 감염병과

싸우고 이를 통제하고 퇴치하는데 보다 잘 대비할 수 있도록 코로나바이러스에 관해 가능한 한 더 많은 정보를 알고자 충격을 다투며 고군분투했다.

당신이 일생의 도전에 직면에 있다면, 어디에서부터 시작하겠는가?

기본으로 돌아가서 탄저균으로 시작하다

국토안보부 최초의 국가 연구실인 NBACC는 2001년 탄저균 공격이 발생한 뒤에 특히 미국의 국토안보를 위해 돕게 하는 생물테러리스트의 위협에 관한 연구를 수행하기 위해 신설되었다.

“우리는 탄저균 공격이 발생했을 때 탄저균에 대한 우리의 이해도에 많은 틈이 보이는 바로 그 지점에서부터 시작했다”고 과학기술국의 위해인식분석기술센터(HAC-TC)를 이끈 Lloyd Hough 박사는 말했다. HAC-TC는 과학기술국 프로그램인 국가위협 위해요소와 위해성에 대한 확률론적 분석(PANTHR)과 NBACC를 비롯한 과학기술국의 실험실에 기술적 지원과 지침을 제공해준다. “우리는 이러한 틈을 어떻게 메우고, 연구의 우선순위를 어떻게 정해야 할지를 빠르게 알게 되었다. 감염량을 알아내고, 탄저균이 실내 환경에서 분말로 있을 때 얼마나 오랫동안 안정적인지를 확인해야 했다. 이 모든 실험과 교훈은 SARS-CoV-2 같은 오늘날의 신종 생물학적 위해요소를 평가할 때 어떤 접근방식을 취해야 할지를 가르쳐주었다.”

이런 실험실은 ‘hot’ lab으로 알려져 있으며, 이는 고위험 미세 생물체를 취급하기 위해 생물안전 최고 등급(BSL)의 장비가 갖춰진 곳이라는 의미이다. 중증급성호흡기증후군의 코로나바이러스 2(SARS-CoV-2), 페스트균, 웨스트나일 바이러스 연구는 모두 BSL-3 실험실에서 이루어지고, 탄저균 및 에볼라와 마버그 출혈열 바이러스는 BSL-4 실험실에서 취급한다.

“탄저균이나 페스트균처럼 알려진 물질의 경우엔 생물방어 측면에서 연구를 한다”고 NBACC의 국가생물위협 분석센터의 부센터장인 Victoria Wahl 박사가 말했다. “SARS-CoV-2처럼 무언가 새로운 것이 생기면, 이 바이러스가 공기 중에 있을 때 얼마나 안정적이며, 어떻게 전파되는지와 같은 기본사항을 연구한다. NBACC가 생물

방어 연구를 위해 구축한 역량은 SARS-CoV-2같은 새로운 물질에도 동일하게 적용될 수 있으며, 이를 통해 해당 바이러스를 보다 잘 이해하는데 도움이 될 수 있다.”

에볼라와 인플루엔자에서 배운 교훈이 오늘날의 사태 대응에 도움이 되다

위해성 평가는 과학기술국이 심층 연구용의 탄저균 뿐만 아니라, 그 외에 에볼라 바이러스 같은 질병 야기 물질을 찾는 데에도 도움이 되었다.

“PANTHR 프로그램을 통해 수행되는 과학기술국의 위해성 평가 활동은 테러리스트가 미국에 해를 끼칠 목적으로 사용할 가능성이 있는 다양한 화학, 생물, 방사능, 핵 물질로 인해 어떠한 위해성이 생길 수 있는지를 살펴보는 것”이라고 Hough 박사는 말했다. 이러한 활동을 통해 위해성에 영향을 주는 요소들, 즉 적이 특정 유형의 공격을 시도할 가능성이 얼마나 되는지, 그 영향은 어떠한지, 이런 일이 생겼을 때 국가가 항생제와 백신이나 기타 대책으로 사건을 완화시킬 능력이 있는지도 살펴본다.”

2014년~2015년에 서아프리카에서 에볼라가 발생했을 때, 과학기술국에는 국토안보부의 기관들과 기타 연방기관들로부터 안전과 관련된 질문이 쇄도했다.

- 발병 지역의 제품을 미국으로 수입해도 되나?
- 공항의 지문 인식기가 감염된 승객에 의해 오염될 가능성이 있는가?
- 국제선 비행 중에 환자가 발생하면 어떻게 대응해야 하나?
- 스테인레스 스틸, 폴리프로필렌 플라스틱, 비행기 카펫 같은 특정 표면이 감염자의 체액(예. 혈액, 토사물, 타액, 배설물)에 오염되었을 때, 전염성 에볼라 바이러스가 얼마나 오래 생존하나?
- 이런 경우에 바이러스 사멸에 효과적인 살균제는 무엇인가?

이에 대해, 과학기술국은 신뢰할 수 있고 검증을 거친 공개 출처에서 가져온 수준 높은 연구 문제(research questions)로 구성된 주요 질문 목록(MQL)을 만들었다. NBACC는 이 목록에서 최적의 질문에만 답변을 하는데 주력했다.

“우리는 똑같은 노력을 되풀이하고 싶지 않았다”고 Hough 박사는 말했다. “MQL은 질병에 대한 우리의 이해도에 생긴 최우선적인 틈을 메우거나 질병 대응 계획을 수립하는데 도움이 되는 추진동인이 되었다.”

처음에 사람들은 에볼라 바이러스가 서아프리카의 고온 다습한 환경에서는 대체로 불안정하다고 추정했다. NBACC는 건강상의 반응과 살균 작업에 영향을 줄 수 있는 이러한 가정을 시험해보았다. 이는 바이러스가 우글거리는 체액 중에서 어떤 것이 가장 위험하고, 어떤 것이 가장 안정적이며, 가장 안정적인 체액은 어떻게 처리해야 하는지를 알기 위한 것이기도 했다.

“우리는 에볼라 바이러스가 높은 열과 습도에서 건조 혈액 시료에 있을 때 예상보다 훨씬 더 오래 생존한다는 사실을 알게 되어 놀라움을 금치 못했다. 또 다른 연구에서 우리는 더 효과적인 살균 방법을 실증했다”고 NBACC의 George Korch 센터장은 말했다.

최근에 추가적으로 실시된 환경 연구에서 NBACC는 햇빛이 에어로졸에 있는 인플루엔자 바이러스에 어떤 영향을 주는지를 연구했다. 수년간 인플루엔자 연구가 이루어졌음에도 불구하고, 인플루엔자 바이러스가 서로 다른 환경 조건에서 어떻게 생존하는지에 관해서는 여전히 알려지지 않은 점들이 있었기 때문이다. 이러한 연구 경험은 코로나바이러스에 관한 유사한 연구에 영향을 주었다.

“잘 알려진 위험인 에볼라와 비교해볼 때, SARS-CoV-2는 신종 바이러스라서 도대체 무엇을 기대해야 할지 알 수 없었다. 양질의 데이터를 신속하게 입수해야 한다는 압박감이 엄청났다”고 Wahl 박사는 말했다. “팬데믹

과 마찬가지로 이처럼 강도 높은 압박감은 사라지지 않았다. 이것은 이미 1년간이나 꼬박 지속되었다. 단거리 경기일 거라고 생각했는데 알고 보니 마라톤이었다.”

에볼라와 인플루엔자 연구는 미국에 바이러스가 상륙하기도 전인 2020년 1월에 코로나 19에 관한 NBACC의 초기 연구의 토대를 갖추는데 도움이 되었다. 이것은 신종 병원체이므로 NBACC는 처음에 다음의 두 가지 주요 질문에 답하고자 했다. 첫째, 우리가 이미 알고 있는 것은 무엇인가? 둘째, 우리가 알고 있는 것과 차이가 있거나 알려지지 않은 것은 무엇인가? 그 뒤에 NBACC는 코로나 19 전용 MQL에 관한 작업을 하기 시작했고, 이 질문 목록은 그 이후로 매주 업데이트되고 있다. 이 새로운 MQL에는 우리가 알고 있는 것이 무엇인지, 어떠한 추가 정보가 필요한지, “감염량은 얼마인가?”, “바이러스는 환경 안에서 얼마나 오래 생존하는가?”, “지리적으로 균주 간에 차이가 있는가?”와 같은 기초적인 질문을 누가 다루게 될 것이냐가 신속하게 요약되어 있다.

SARS-CoV-2에 관해 올바른 질문을 하기 위해 SARS-CoV-1를 살펴보다

“흥미로운 점은 의료계가 이 새로운 균주의 이름을 붙일 때 바이러스의 예전 균주명을 본떠서 만든 것을 보면 이전 바이러스를 토대로 이 신종 바이러스의 특징을 추정한 것으로 보인다는 것이다. 이것은 실제로 중증도, 전파 경로, 기타 요소들에 대한 우리의 접근방식에 있어서 문제가 있는 것으로 드러났다”고 Korch 센터장은 말했다.

이 두 가지 코로나바이러스는 유전적으로 밀접한 관련이 있으나, 그럼에도 불구하고 환자에게 발병하는 방식에는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 예를 들어, SARS-CoV-2의 잠복기는 SARS-CoV-1에 비해 거의 두 배나 더 길고, 경증 환자의 수는 훨씬 더 많으며, 입원과 집중 치료가 필요한 환자의 수는 SARS-CoV-1 환자보다 엄

청나게 더 많다.

“또한, SARS-CoV-1은 제한된 수의 국가에서만 단기간에 문제를 야기했기 때문에 SARS CoV-2에서와 같은 결과를 관찰할 기회가 많지 않았다”고 Korch 센터장은 말했다.

NBACC는 에어로졸과 표면을 통한 전파, 환경 안정성 요소, 살균 효과, 감염량과 관련된 MQL의 질문에 답변하고자 했다. 이러한 질문들은 NBACC에서 구축된 과학 기술국 고유의 역량을 토대로 선정되었다.

미래의 팬데믹을 대비하는데 주력하다

NBACC는 탄저균에서 코로나 19에 이르기까지 이 모든 연구 경험에서 배운 교훈을 통해 실험실의 계획과 업무흐름을 개선하면서 간소화하려고 하는데, 이렇게 하면 미래에는 집단발병에 대한 대응이 처음부터 신속하게 이루어질 것이다.

최근 몇 개월간, 동료평가를 거친 NBACC의 코로나 19 연구가 몇 건 공개되었고, 다른 것들은 준비 중에 있다. 현재, NBACC의 과학자들은 감염을 일으키는데 필요한 최소한의 바이러스 입자가 얼마나 되는지를 연구하고 있다.

“이것은 반드시 답변해야 하는 기본적인 질문이다”라고 Korch 센터장은 말했다. “많은 것이 이런 유형의 정보에 달려있다. 높은 환기율, 단일 방향의 공기 흐름, 냉난방장치 안의 자외선 살균 같은 개선책들은 실내에서 바이러스를 줄이거나 제거하는데 도움이 될 수 있다. 이 모든 것들이 바이러스 입자의 수를 조금씩 감소시킨다.”

또한, 이 실험실은 더 쉽게 확산될 것으로 생각되는 신종 코로나바이러스 분리주 여러 개를 입수했다. NBACC의 과학자들은 변이 바이러스와의 잠재적 차이를 평가하기 위해 습도, 햇빛, 온도가 어떤 영향을 주는지를 연구하는 예전 환경 검사를 되풀이하고 있다.

NBACC는 전세계에서 무슨 일이 벌어지고 있는지를 계속해서 지켜보면서 새로운 감염병 보고에 주의를 기울이고 있다. 코로나 19 팬데믹이 맹위를 떨치는 중에도 서아프리카에서는 에볼라 환자가 계속 생기고 있다. 과학기술국의 목표는 국가의 니즈를 항상 예측하려고 하는 것이다.

“이번 팬데믹에 대한 대응을 통해 우리는 어떻게 하면 정보의 격차를 신속하게 발견해서 이를 해소할 수 있는지를 알게 되었다”고 Korch 센터장은 말했다. “이러한 역량을 기반으로 한다면 어떤 일이 닥쳐도 이를 이겨내는데 도움이 될 것이다.

신종 바이러스나 박테리아가 지역사회에 어떻게 퍼져나갈 수 있는지, 서로 다른 환경조건에서 어떻게 활동하는지, 질병을 일으키는데 병원체가 얼마나 많이, 혹은 적게 필요한지에 영향을 주는 기본 원칙들은 대부분이 우리가 미래의 위협과 관련해 고심하게 될 문제와 동일한 것일 것이다. 우수한 시스템, 인력, 역량이 준비되어 있다면, 이와 같은 미래의 위협을 해결하는데 있어서 훨씬 더 나은 상황에 처하게 될 것이다.”

(Global Biodefense : 2021. 3. 19)

크리미안콩고 출혈열 바이러스의 새로운 치료제

국제 컨소시엄에 참여하고 있는 미 육군 전염병의학연구소(USAMRIID)의 과학자들은 진드기로 전염되며 감염자의 60%가 사망에 이르는 크리미안-콩고 출혈열 바이러스(CCHFV)의 항체 기반 치료제를 개발해서 검사를 마쳤다.

학술지인 셀에 온라인으로 공개된 새로운 연구 결과는 자연적인 CCHFV 감염에 대한 인체의 면역반응을 분석한 것이다. 연구자들은 병의 진행에 핵심적인 역할을 하는 바이러스의 구성요소인 당단백질을 표적으로 삼는 강력한 중화항체 몇 개를 확인할 수 있었다. 이 중 몇 가지 항체는 생쥐가 바이러스에 노출되기 전에 단독으로나 병용으로 투여했을 때 효과가 있었다.

이미 감염된 쥐를 치료하기 위해 연구팀은 CCHFV의 당단백질에서 두 개의 별도의 부위에 결합하는 능력과 효능을 결합시킨 “이중특이(bispecific)” 항체를 만들었다. 이 이중특이 항체 중 하나인 DVD-121-801은 살아있는 바이러스의 공격을 받은 뒤 24시간 후에 1회만 투여해도 쥐의 CCHFV 감염을 막을 수 있었다.

USAMRIID의 제1 공동저자인 Andrew H. Herbert 박사에 의하면, 사람에 대한 잠재적 치료제로서 DVD-121-801

을 개발하려는 노력이 진행되고 있다.

CCHFV는 진드기를 매개로 사람에게 병을 일으키는 가장 흔한 바이러스이며, 유럽, 아시아, 아프리카 전 국가의 풍토병이다. 이 바이러스는 치명률이 높고 광범위하게 확산되어 있는데도 불구하고, 백신이나 특정한 치료제가 없다. 세계보건기구에 의해 최우선 순위의 병원체로 지정되어 있다.

“CCHFV에 감염된 설치류 모델은 중화항체를 검사하고 선별하는데 유용하다”고 Herbert 박사는 말했다. “하지만, 치료 용도의 선도적인 후보물질을 개발하려면 인체 질병을 더 정확하게 보여주는 대형 동물 모델을 대상으로 연구를 수행할 필요가 있을 것이다.”

이번 연구는 CCHFV와 치사율이 높은 다른 바이러스들에 대한 항체 기반 치료제를 개발하기 위해 협업 중인 학계, 기업, 정부 파트너 컨소시엄인 프로메테우스 중개 연구 우수기관에 대한 국립보건연구소의 지원금을 일부 지원받아 이루어졌다.

(Global Biodefense : 2021. 6. 6)

어떻게 하면 중요한 박테리아 개체군의 바이러스 감염 여부를 알 수 있을까

팬데믹은 몇몇 바이러스가 사람에게 어떠한 위협이 될 수 있는지를 명확히 보여주었다. 하지만 바이러스는 살아있는 박테리아도 감염시킬 수 있으며, 존스홉킨스 대학교 연구팀은 사람에 대한 코로나 19 검사와 마찬가지로 박테리아의 감염 여부를 확인할 수 있는 검사를 개발했다.

“중요한 박테리아 개체군에 코로나 19 같은 팬데믹이

발생했다고 해도, 실제로 그렇다고 말하긴 힘들 것이다.

왜냐하면 이번 연구를 하기 전에는 비배양성 박테리아 개체군을 대상으로 바이러스 감염을 연구하고 싶어도 적절한 가격의 정밀한 도구가 없었기 때문이다”라고 연구자인 존스홉킨스 대학교의 Sarah Preheim 환경보건공학 조교수가 말했다.

연구 결과는 최근에 *네이처 미생물학자*에 발표되었다.

박테리아는 일단 감염이 되면 분해자로서의 역할과 체서피크 만과 기타 수로에서 먹이그물의 토대가 되는 역할을 하지 못한다. 원래 박테리아의 바이러스 감염 여부를 확인하려면 박테리아와 바이러스를 모두 배양해야 하는데, 자연에 있는 박테리아의 99%는 배양되지 못하므로 이를 놓치게 되는 것이라고 Preheim 교수는 말한다. 그러면서, 비배양성 박테리아의 바이러스 감염 검사는 코로나 19 검사의 초기 단계와 마찬가지로 비용이 많이 들고 광범위하게 적용하기가 힘들다고 덧붙여 말했다.

비배양성 박테리아의 바이러스 감염 여부를 더 빠르고 합리적인 비용으로 검사할 때 핵심 포인트는 단일 박테리아 세포들을 하나의 작은 버블(즉, 에멀전 입자) 안에 분리시켜서 그 안에서 바이러스와 박테리아의 유전자들을 결합시키는 것이었다.

“이렇게 결합된 유전자는 박테리아와 바이러스의 꼬리표 역할을 하게 된다”고 주저자이자 현재 마운트세인트 메리 대학교의 조교수이며 Preheim 교수 연구실의 박사 후 연구원이었던 Eric Sakowski 교수가 말했다. “유전자들을 모두 결합하면 어떤 박테리아가 감염되었는지를 알 수 있고, 감염을 일으키는 바이러스의 변이를 확인할 수 있다.”

이렇게 실시된 검사는 일부 박테리아 개체군의 바이러스 감염을 확인할 수 있는 새로운 방법을 제시해준다. 연구자들은 이러한 검사를 통해 환경조건과 방선균류 감염의 관련성을 확인할 수 있다. 방선균류는 체서피크 만에서 가장 많이 서식하는 박테리아 집단 중 하나이며, 식물

과 광합성 조류에 영양분을 제공하며 유기물을 분해하는데 중요한 역할을 하는 박테리아이다.

연구자들은 체서피크 만을 연구하기 위해 이 도구를 개발한 것이지만, 자신들의 연구방식은 수중 생태계 전반에 광범위하게 적용될 수 있으며 이를 통해 바이러스 생태학을 밝혀주어 환경에 대한 파괴적인 영향을 예측하고 심지어는 이를 방지하는데 도움이 될 수 있다고 말한다.

“우리는 이 검사 도구 덕분에 바이러스 감염 여부를 보다 쉽게 추적할 수 있게 되어서, 감염을 모니터링해서 환경상의 영향이 가장 커질 수 있는 시점이 언제인지를 확인할 수 있게 되었다”고 Preheim 교수는 말했다.

Sakowski 교수는 이 새로운 검사 방식은 언젠가는 박테리아 감염 치료 방법에도 영향을 줄 수 있을 거라고 말했다.

“바이러스는 항생제 내성균 감염을 치료할 수 있는 가능성을 제시해준다”고 그는 말했다. “이러한 치료를 하려면 어떤 바이러스가 박테리아를 가장 효과적으로 감염시키는지를 아는 것이 매우 중요할 것이다.”

(Global Biodefense :2021. 3. 11)