

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



### 위험한 생물학 연구를 어떻게 통제할 것인가?

그 어떤 군대도 적이 자신과 맞먹는 역량을 갖게 되기를 바라지 않는다. 실제로, 미국 합참의장은 단 한번이라도 미군이 공정한 싸움을 하게 되기를 바라지 않는다. 그렇다면 어떻게 적보다 앞설 수 있을까? 미국은 기술 혁신에 상당한 투자를 해서 어떤 적이 되었건 적보다 “우세” 해지려고 노력하며, 현재 이러한 투자의 상당 부분이 생명과학에 투입되고 있다.

DARPA(미군에서 연구의 주축이 되고 있는 국방고등연구계획국)에서 “생물학을 기술로서 활용” 하려는 목표는 전략적 투자를 위해 주력하고 있는 네 가지 핵심 분야 중 하나이다. 생명과학은 미래의 충돌과 하이브리드전(hybrid warfare)에서 중요한 역할을 하게 될 것으로 기대되며, DARPA의 활동에서는 유전 물질의 염기서열을 분석하고 이를 합성해서 조작하는 기술이 두드러진 특징이다. 공격용으로 합성생물학 기술을 대놓고 채택한 국가는 없지만, 미국 정보국은 이러한 기술이 국가안보에 위협이 된다고 말하고, 합성생물학의 위협을 체계적으로 평가하기 위해 미국 국방부의 지원을 받는 국립과학원위원회는 “합성생물학이 악의적으로 쓰일 수 있는 무궁무진한 가능성을 상상해볼 수 있다” 고 말했다.

미국은 적이 이런 방법을 활용하고 있을지도 모른다고 하며 이에 우려를 표명하며 방어 역량에 투자하고 있다. “우리는 합성생물학이 우리를 상대로 쓰이게 될까 봐

우려하고 있으며, 바로 이 동일한 도구를 실험실에서 사용하면서 대응책을 개발하도록 지원하고 있다” 고 작년에 있었던 의회 증언에서 생화학자 핵 방어 프로그램의 국방부 차관보 대행인 Arthur T. Hopkins는 말했다.

러시아도 적이 합성생물학을 공격용으로 이용할 수 있다며 우려하고 있다. 2012년으로 거슬러 올라가, 블라디미르 푸틴 대통령은 미래의 위협으로 “유전자 무기” 를 강조했다, 작년에는 미군이 현재 러시아의 생물학적 물질을 비밀리에 수집하고 있다고 주장했다.

미국, 러시아, 기타 정부들은 “방어용” 생물안보 활동에만 주력하고 있다고 말하지만 이 영역에서는 “방어” 와 “공격” 의 경계가 모호하며, 걱정스럽게도 군이 합성생물학에 주력하면 사람들은 생물학의 무기화를 억제할 수 있는 방법이 과연 있는 건지 알고 싶어 것이다. 실제로, 바로 이러한 목적으로 1972년에 생물무기금지협약(BWC)이 체결되었다. 이 협약은 러시아와 미국을 비롯해 180개국의 당사국을 갖고 있으며, 자연발생적인 것이건 유전적으로 변형된 것이건 화학적으로 합성된 것이건, 의도적으로 질병이나 사망, 또는 인체의 기능에 장애를 일으킬 목적으로 생물작용제를 개발하는 행위를 명백하게 금지한다.

하지만, BWC는 급속하게 발전하는 생물학 연구로 인해 초래될 안보 상의 잠재적 영향을 다룰 준비가 되

어있지 않다. 그 이유를 알려면 부분적으로는 BWC가 체결된 당시로 돌아가야 한다. 기술 세계에서 “연구와 개발”은 보통 연달아 말하지만, 실제로 이 두 가지는 별개의 것이며, 협약에서는 이 중 한 가지만을 다룬다. BWC는 “개발”을 명백하게 금지하나, 연구 활동의 경우에는 훨씬 더 모호하다. 여기엔 이유가 있다. 1960년대 말과 1970년대 초에 조약을 협상하던 사람들은 초기 단계의 생물학 연구가 다양하게 쓰일 수 있다는 사실을 알고 있었다. 사람의 건강에 긍정적인 돌파구가 될 수도 있고, 방어용 대응조치나, 공격용으로 악용될 가능성이 많은 발견에 쓰일 수도 있었던 것이다. 협상가들은 BWC 하에서 어떤 류의 연구는 허용되고 어떤 것은 안 되는지를 정확하게 결정해야 하는 일을 피하기 위해 발견의 연구 후 단계, 즉 생물무기를 실제로 개발하거나, 제조하거나, 획득하려는 활동만을 취급한 것이다. 제조가 아닌 연구를 금지하는 건 훨씬 더 힘든 일이므로, 협상가들은 연구의 특정 부분을 어떻게 파악해서 이를 어떻게 관리해야 할지를 논의하는 어려움에 빠지고 싶지 않았던 것이다. 그래서 그들은 이 주제를 회피했다.

현재 생물학이 발전해나가는 것을 보면 더 이상 이 주제를 피할 수 있는 상황이 아니다. 지금이 국제사회가 생물학 연구의 안보와 거버넌스로 초점을 바꿀 수 있는 적기이다. 이것은 시급한 문제이다. 왜냐하면 개념검증(proof of concept), 기술적 돌파구, 또는 과학의 게임 체인저가 예기치 않은 군사적 유용성을 가진 것으로 드러날 때마다, BWC의 의무사항을 준수했을 때의 유인책과 역유인책의 균형이 대폭 바뀔 수 있기 때문이다. 문제는 일부 연구자들로 하여금 국제 규범과 법적 프레임워크에 위반되는 이 같은 위기를 추구하게끔 만드는 실험이나 연구 방향을 어떻게 경계할 수 있을 것인가이다.

안보정책과 과학정책 모두 해야 할 역할이 있다. 하나의 간단한 답이 있는 건 분명 아니다. 부분적으로는 정부와 정책입안자들이 국제안보에 초점을 맞춰 노력해야 하며, 이러한 활동은 악용을 방지하는 규범을 강화하고 인도주의적인 정책을 지원하며, BWC의 현대화를 통해 이 협약이 점점 무관해지는 상황을 막고, 악용을 방지하고 악용 의혹을 조사할 수 있는 역량을 증대시키며, 생물방어 프로그램의 투명성, 자신감, 신뢰를 구축하는 것이다. 하지만 이와 마찬가지로 생물학과 생명과학 연구의 안보에 대한 인식을 높이고, 연구의 진실성을 함양하며, 타당한 책임 관행을 발전시키려면 과학정책에 있어서도 정부와 정책입안자들이 해야 할 일이 많다.

이 중에서 어떤 것이건 실현시키려면 악용 가능성이 높은 생물학적 연구의 특징을 파악해서 연구를 평가할 수 있어야 한다. 이것은 굉장히 어려운 일이라서 국제사회와 국가의 정책입안자들은 이를 계속 피해가고 있다. 미국은 심의에 있어서 대부분의 국가보다 더 멀리 나아갔고, 2012년에는 10여 년간 지속된 까다로운 절차를 거친 뒤에 “우려되는 이중적 사용 연구(DURC)” 정책을 시행하기 시작했다. 이 정책들에는 특정 유형의 병원체와 독소를 다루는 특정 유형의 연구를 검토하는 절차가 수립되어 있다. 안타깝게도 이 정책들에는 상당한 취약점이 있다. 이 중 다수는 무(無)에서 마두 바이러스를 합성한 최근의 실험에서 부각되었고, 지난 몇 개월간 그 세부내용이 서서히 알려져 왔다.

실험은 주로 개념검증 연구였고, 캐나다 앨버타 대학교의 바이러스학자인 David Evans 팀이 이를 수행하고 뉴욕시에 본부를 둔 제약회사인 Tonix사가 재정 지원을 했다. 이들의 목표는 실험실에서 마두 바이러스를 합성하는 게 가능하며, 더 나아가 장기적으로는 동시대의 백신보다 더 안전하고 더 효과적인 마두 기반의 천

연두 백신을 개발하는 게 가능할 거라는 것을 입증하는 것이었다. 이를 위해 연구팀은 DNA 합성 회사에 우편으로 유전자 절편을 주문해서 이를 입수한 뒤에 절편들을 마두 바이러스 유전체의 염기서열에 끼어 맞춰 전부 연결시켰다. 그 결과 만들어진 바이러스는 세포를 감염시키고 증식할 수 있는 것으로 나타났다.

Evans는 2016년 11월에 처음으로 세계보건기구에 이 실험에 대해 논의했다. 2017년 3월에 Tonix사의 언론보도가 있었고, WHO 회의 보고서가 2017년 5월에 공개되었고, 사이언스지가 2017년 7월에 이 스토리를 대서특필했다. 두 개의 주요 과학저널이 연구에 대한 논평 기사를 거절했고, 그 이후인 2018년 1월에 PLOS One 저널이 결국 기사를 게재했다.

실험으로 인한 안보 상의 우려는 매우 간단하다. 마두 바이러스는 사람에게 질병을 야기하지 않으며, 그 자체로는 위험한 바이러스로 간주되지 않는다. 자연적으로는 더 이상 존재하지 않는 것으로 여겨지고 있으며, 유일하게 알려진 샘플은 미국의 질병통제예방센터(그런데 동 센터는 Evans 팀이 상업적으로 샘플을 사용하도록 허가하지 않을 것이다)에 보관되어 있다. 하지만, 이 실험을 “우려가 되는” 것으로 분류하는 이유는 마두 바이러스를 합성으로 제작하기 위한 개념검증과 방법이 이보다 훨씬 더 위험한 마두의 사촌격으로 천연두를 야기하는 두창 바이러스에도 적용될 수 있기 때문이다. 전염성이 높고 치명적인 인간 질병인 천연두는 대규모의 글로벌 캠페인을 통해 40년 전에 근절되었다. 남아있는 두창 바이러스 균주는 보안이 철저한 WHO 실험실 두 곳에 보관되어 있고, 동 바이러스의 폐기에 동의하고 마지막 작별을 고하려는 노력이 계속되고 있다. 마두 실험은 잘못된 방향으로 한 걸음 나아가면서 천연두가 세계 보건 안보에 위협으로 재출현할 수 있는 가능성을 적극적으로 높여주었다.

마두 실험은 미국 DURC 정책에 세 가지 취약점이 있다는 사실을 부각시켜주었다. 첫 번째는 마두 바이러스는 검토를 요하는 병원균으로 분류되어 있지 않기 때문에 Evans 팀이나 그들의 기관이 마두 실험을 수행하기 전에 잠재적인 안보상의 우려가 있는지를 평가할 필요가 없었다는 점이다.

두 번째는 마두 바이러스가 목록에 있었다고 해도, 검토 의무는 미국 정부가 재정지원하는 연구에만 적용되고 마두 실험은 민간 부문에서 지원한 것이기 때문에 이번 실험은 DURC 정책의 적용을 받지 않았을 거라는 점이다. 하지만, 정부와 재정지원자의 검토는 모두 실패한 반면에, 세 번째 “방어선”인 출판사 검토는 제대로 이루어졌다. PLOS의 우려되는 이중적 사용 연구 위원회는 안보상의 우려가 있는지를 보기 위해 논문을 검토했고, 공개했을 때의 유익성이 위험성을 능가한다고 판단했다. 출판 후에 대규모의 생물안보 공동체가 이 사례의 세부내용에 접근했고, 다수의 전문가들은 위험성-유익성 분석을 따져보면서 PLOS 위원회가 잘못 판단했고 과학적 근거가 취약하며 해당 프로젝트의 사업성은 훨씬 더 취약하다고 주장했다.

전문가 평가에서는 DURC 정책의 세 번째 취약점을 강조했다. 이 정책이 집단적인 의사결정을 요하지 않는다는 것이다. 이렇게 되면 생명안보 연구가 “일방주의자의 저주”라고 하는 것에 취약해지게 된다. 다시 말해서, 일방주의자의 저주란 악용 가능성이 높은 연구는 과학자들이 집단으로서 어떤 결정에 합의할 때 보다는 독립적으로 행동할 때 수행될 가능성이 높다는 것을 의미하는 일련의 유인책이다. 생명공학 연구자인 Gregory Lewis는 다음과 같이 설명한다: 100명의 과학자들이 마두를 합성하는 게 좋은 생각인지를 개별적으로 결정하고 있다고 상상해보라. 이들은 모두 공정하고 신념을 갖고 행동한다. 그들은 모든 것을 감안해서 인류에

게 좋은 것이라는 생각이 들어야 이 연구를 수행할 것이다. 그들은 각자 마두를 합성했을 때의 위험성과 유익성을 개별적으로 가늠해보고, 그렇게 하는 게 현명한 일인지를 결정하며, 이에 따라 행동한다.... 만일 마두 합성이 있어서는 안 되는 일이라면, 100명의 과학자들은 모두 개별적으로 연구를 하지 않겠다고 결정해야 하고, 한 명이라도 유익성이 위험성보다 많다고 판단하면 이 과학자는 마두를 합성하기 위해 일방적으로 행동하게 된다.” DURC 정책의 문제는 잠재적으로 위험한 연구를 추진하는 결정은 주로 연구자 개개인에게 맡겨지므로, 다 함께 협의해서 나온 집단의 판단을 토대로 하기 보다는 가장 극단적인 이상점의 판단에 저당 잡혀 있다는 점이다.

위험성-유익성 분석은 생물안보 검토에는 옳지 않은 접근법이다. 마두 상황은 DURC 정책에 큰 문제가 있음을 보여주었다. 이 정책에서 강조하는 프레임워크는 위험성-유익성 분석의 하나이다. 하지만 위험성과 유익성을 수량화하고 이를 동등한 비교 단위로서 가늠하려면 확실성이 있어야 한다. 그런데 합성생물학의 발전과 새로운 유형의 생명공학이 안보와 공중보건에 어떤 영향을 주는지는 전혀 확실하지가 않다. 이러한 영향은 대부분 모호하고 불확실하다. 따라서 보호 조치를 취하기에 앞서 결정적인 위해 증거를 기다린다는 건 경솔한 일일 것이다. 우수한 안보란 위험성과 유익성의 평가에 달려있는 게 아니라, 불확실성, 모호성, 무지 - 때로는 우리가 모른다는 걸 알지 못하는 상황을 관리하는데 있다. 일반적인 위험성-유익성 계산은 악용 가능성이 많은 생물학적 연구를 평가하는 데에는 옳지 않은 접근법이다.

생물학적 연구에 대한 안보 평가를 하려면 이와는 다른 논리가 필요하다. 위험에 처한 사람들에게 특정 실험이나 연구 방향이 잠재적으로 위험하다는 사실을 입

증하게 해서는 안 된다. 이보다는, 연구를 지원하는 기금 지원자, 연구를 수행하는 과학자들, 연구를 승인하고 그 내용을 전달하는 출판사들이 위험이 없다는 사실을 증명해야 한다. 의사들에게 필수적인 “우선, 남에게 해를 끼치지 마라(first do no harm)” 라는 격언과 다수의 규제 기관들이 새로운 과학 연구 분야에 적용해 온 사전예방 원칙의 이면에 있는 개념이 바로 이것이다.

본질적으로, 이 원칙은 득보다 실이 많은 위험을 감수하기 보다는 차라리 아무것도 하지 않는 게 더 나을 수도 있다는 점을 인정한다. 개인이나 생각이 비슷한 동료들로 이루어진 소규모 집단이 사회 전체에 영향을 줄 수 있는 결정을 취하기 보다는, 위험한 생물학적 연구를 통제하는 규제 프레임워크를 통해 집단의 투명한 의사결정이 중요하다는 점을 강조해야 한다. 또한, 이러한 프레임워크는 잠재적으로 해로운 행동에 대한 대안을 모색하고, 건강과 환경을 보호해주는 목표를 수립할 수 있도록 장려해야 한다. 우리에게 사회의 가치, 니즈, 기대에 부합하는 방향으로 계속 나아가는 책임 있는 연구와 혁신이 필요하다.

생물학의 의도적인 악용을 방지하는 건 국제사회와 국가 정책입안자들에게 무리한 요구이다. 하지만, 정치적 의지를 감안하면 불가능한 일도 아니다. 우리는 생물무기금지협약과 미국의 우려되는 이중적 사용 연구 정책을 비롯해 이미 활용할 수 있는 프레임워크, 개념, 경험을 가지고 있다. 우리는 이를 토대로 급격한 생물학의 변화로 인해 제기되는 안보상의 위험을 줄일 수 있다.

(Bulletin of the Atomic Scientists : 2018, 4, 12)

## 신중 킬러 병원균: 미래의 생물무기 위협 억제

군과 정치 지도자들은 100년 이상 대규모의 생물전을 걱정해왔다. “곡식을 해치는 마름병, 말과 소를 죽이는 탄저균, 군대뿐만 아니라 전 지역을 오염시키는 페스트 – 군사학이 바로 이러한 방향으로 무자비하게 나아가고 있다” 고 윈스턴 처칠은 1925년에 한탄했다. 하지만 생물무기의 치명적인 가능성에도 불구하고, 실제로 사용된 경우는 드물고 그것도 (대부분) 소규모로 쓰였다. 지난 수십 년간 대부분의 국가들은 자국의 프로그램을 포기했다. 현재 생물무기를 대놓고 추진하고 있는 국가는 없다.

최근에 유전자 교정이라는 돌파구가 생기면서 사람들에게 엄청난 흥분을 불러일으켰으나, 이로 인해 무기화된 병원체에 대한 두려움도 되살아났다. 과학자들은 크리스퍼(CRISPR)로 알려진 시스템 등의 유전자 교정 도구를 사용해서 생물체의 DNA를 예전보다 더 효과적이고 더 유연하고 더 정확하게 변형시킬 수 있게 되었다. 잠재적인 적용 범위를 모두 예측하기는 어렵지만, 과학자들은 크리스퍼를 이용해서 생물체가 기능하는 방식에 더 쉽게 변화를 줄 수 있다.

이러한 기술은 전세계적으로 도움이 될 수 있는 가능성이 많다. 연구자들은 새로운 유전자 교정 기술을 사용해서 치명적인 유전자 돌연변이를 고치고, 질병에 저항하는 곡물을 개발하며, 암을 치료할 수 있는 방법을 연구하고 있다. 하버드 대학교의 최우수 과학자들은 노화 역전, 돼지 장기의 인체 이식 등, 한때 무리라고 생각했던 의료분야에의 적용을 추진하고 있다. 하지만 유전자 교정 기술이 어떻게 악용될 수 있을지를 상상하는 건 어려운 일이 아니다. 어떤 사람들은 심지어 평범한 능력을 가진 테러리스트도 더 치명적인 병원체를 개발

할 수 있다는 점을 우려한다. 게다가, 연구소들은 자녀에게 좋은 점을 주고 싶어하는 부모의 본능에 호소해서 윤리적 국경을 초월하는 방식으로 배아를 변형시킬 수 있을 것이다.

오늘날 가장 걱정스러운 문제 중 하나는 생명공학의 발전으로 인해 각국이 기존의 생물무기 프로그램을 재생시키거나 새로운 프로그램에 착수하려는 유혹에 빠지지 않을까 하는 우려이다. 이러한 결과는 지난 수십 년간 이루어진 발전을 크게 약화시킬 것이다. 국가의 생물무기 프로그램이 재활성화되면 새로운 충돌이 촉발되거나 예전의 무기 경쟁에 다시 불을 붙여 국제질서가 불안정해질 수 있다.

약속과 위협의 극단에 직면해 있는 정책입안자들은 균형감을 가지고 나아가야 한다. 공포 선동이나 과잉규제는 생명공학의 혁명으로 얻을 수 있는 거의 상상도 할 수 없는 혜택을 약화시키게 될 것이다. 하지만 국가 생물무기 프로그램의 재출현 등, 중대한 위협을 예측하고 관리하는데 실패하면 이 역시 문제가 될 것이다.

### 역사 속의 생물무기

오늘날 생물무기로 인한 위협을 이해하려면 각국이 자국의 이점과 문제점을 역사적으로 어떻게 저울질해왔는지를 더 자세히 들여다볼 필요가 있다. 1945년 이후, 12개 이상의 국가를 의심할만한 충분한 증거가 있었는데도 불구하고 생물무기 개발을 공개적으로 인정한 국가는 6개국에 불과했다. 생물전 전문가인 W. Seth Carus가 지적했듯이, 다수의 국가들은 여러 가지 다양한 이유로 인해 이러한 무기의 개발을 추진해왔다. 미국은 1942년~1969년 사이에 대규모의 치명성을

줄 수 있는 최첨단 생물무기 프로그램을 개발했다. 이 프로그램은 처음에는 억지력 차원에서 설계된 것이었지만, 미국의 연구자들은 사람을 죽이기보다는 일시적으로 사람을 아프게 하거나 장애를 줄 수 있는 생물무기의 유연성을 가치 있게 여기게 되었다. 또한, 구 소련은 냉전 기간 중에 생물무기의 다양한 전략적 쓰임과 운용상의 쓰임을 고안해냈다. 예를 들어, 그들은 치명적인 용도 이외에도 적의 식량 비축물과 경제에 피해를 주고 사기를 꺾기 위해 농업을 표적화하는 방안을 모색했다. 스탈린은 심지어 당시 유고슬라비아의 대통령이었던 Marshal Tito를 암살하기 위해 페스트를 일으키는 생물체를 사용할 생각까지 했다.

생물무기를 개발하는데 필요한 물질은 접근하기가 쉽고 상대적으로 저렴하다. 탄저병을 일으키는 균처럼 다수의 병원균들은 자연에서 찾을 수 있기 때문에 실험실에서 개발할 필요가 없다. 또한, 생물무기를 추구하는 국가들은 필요한 장비를 쉽게 입수할 수 있다. 의료나 국방 연구에 필요한 것과 동일한 장비이기 때문이다. 생물무기는 발빠의 여지도 있다. 생물학적 공격이 자연적으로 발생한 것처럼 보일 수 있어 책임소재를 가리기가 어렵기 때문이다.

하지만 실제로는 생물무기에 전술적, 기술적 어려움도 있어 많은 의사결정권자들이 생물무기의 전체적인 가치에 의문을 제기하게 되었다. 전술적 관점에서 보면, 병원균 노출과 증상간의 시간차로 인해 전장에서 생물무기의 효용성이 제한된다. 게다가, 표적 대상은 백신과 기타 대응의약품으로 스스로를 보호할 수 있다. 대규모 공격을 성공적으로 실시하는 것도 힘든 일이다. 예측하기 힘든 바람, 변화무쌍한 지형, 부정확한 용량은 모두 공격의 실패로 이어질 수 있다. Carus에 의하면, 미국과 구 소련은 이와 같은 어려움을 모두 극복해서 대규모 구역에 생물무기를 확실하게 살포하기 위해

에어로졸 살포 방식을 사용할 수 있는 것으로 여겨지는 유일한 국가들이다.

실제로, 생물무기의 중대한 문제는 생물물질이 사용자에게 역류해서 적뿐만 아니라 공격을 하는 국가의 군인들과 시민들까지도 감염시킬 가능성이 있다는 것이었다. 1930년대 말과 1940년대 초에 일본은 현대에 이르러 생물무기의 대규모 사용에 착수하여 중국에서 소규모 공격과 대규모 군사행동을 실시했다. 한 군사행동에서 일본은 페스트에 감염된 벼룩을 중국의 표적물에 살포했고, 그 외의 다른 질병을 야기하는 병원체를 물과 논에 퍼뜨렸다. 일본의 생물무기 공격으로 사망한 중국인이 얼마나 되는지를 추정할 수치는 논란이 되고 있고 이를 확인할 수도 없지만, 수만 명에서 수십만 명에 이른다. 하지만, 이 과정에서 일본인도 천명 이상이 사망했을 것으로 보인다.

이와 같은 전술적, 기술적 장애는 물론 극복할 수 없는 게 아니다. 하지만 이러한 문제점으로 인해 지난 수십 년간 어떤 국가가 생물무기를 사용했다고 알려진 경우는 없었으며, 각국이 자발적으로 자국의 프로그램에 종지부를 찍는 흐름이 확대되었다. 예를 들어, 영국은 실망스러운 시험 결과와 생물무기의 억지력에 대한 환멸감으로 인해 1950년대 말에 프로그램의 우선순위를 낮추고 공격 능력의 개발을 중단하게 되었다. 미국의 프로그램은 영국보다 더 높은 수준이었지만, 그럼에도 불구하고 미국의 리처드 닉슨 대통령은 부분적으로는 이것이 국가안보에 도움이 되는지 확신이 없어서 프로그램을 종료시켰다. 오늘날 문제는 생명공학이 새로운 분야에 적용되면서 이러한 제약이 느슨해질 수 있을지 여부이다.

### 새로운 계산법?

크리스퍼 같은 유전자 교정 기술은 생물무기를 더 치

명적으로 만들 수 있다. 여러 국가들은 더 빠르게 확산되고, 더 많은 사람을 감염시키며, 더 심각한 질환을 야기하고, 더 완전하게 치료에 저항하는 신종 병원체나 변형된 병원체를 개발할 수 있게 되었다. 예를 들어, 병원체가 스스로 더 빠르게 확산되도록 조작할 수 있다면 병원체를 광범위한 지역에 확산시키는데 필요한 장비는 그다지 필요하지 않을 수도 있다. 이런 가능성이 각국이 생물무기 프로그램을 재활성화하거나 이에 착수하려는 확신이 생길 만큼 관심을 끌만한 수준인지는 불확실하다. 이런 종류의 변형은 오랫동안 가능해왔고, 그저 전통적인 유전자 조작 기법을 사용해서 변형을 시키는 게 조금 힘들었을 뿐이다. 하지만 일부 지도자들이 새로운 가능성을 감지하고 있다는 걱정스러운 징후들이 있다. 가령, 2012년에 러시아의 블라디미르 푸틴 대통령은 국방 장관에게 유전학을 비롯해 새로운 원칙을 기반으로 한 무기 개발 계획을 해야 한다는 점을 시사했다.

또 다른 우려는 유전자 교정으로 인해 표적 암살을 더 쉽게 하게 될 수 있다는 점이다. 상상해보면, 정부는 치명적인 바이러스의 유전자를 교정해서 어떤 사람의 유전자 암호를 기반으로 단 하나의 표적에만 타격을 가하도록 만들 수 있을 것이다. 이러한 능력은 아직 실현하지 않지만, 시간과 노력을 들이면 가능해질 수도 있다. 그럼에도 불구하고, 생물안보 전문가인 Gigi Gronvall이 말했듯이, 각국은 훨씬 더 쉬운 암살 방법이 널리 퍼져있는 점을 감안해서 이러한 무기를 개발하고 시험하는데 시간, 노력, 비용을 들일 가치가 없다는 판단을 할 수도 있다.

이와 관련된 또 하나의 두려움은 유전자 교정의 발전으로 과학자들이 민족, 인종, 기타 유전적으로 규정된 특징을 기반으로 표적대상을 구별할 수 있는 생물무기를 개발할 수 있을 거라는 점이다. Gronvall에 의하면,

이와 같은 소위 인종 무기는 설계하고 시험하는 게 까다롭지만, 표적집단이 누가 되었건 비(非)표적 집단과 상당히 중복될 가능성이 있다. 전세기는 여전히 생명공학 혁명의 초기 단계에 있을 뿐이지만, 생물무기는 이전에 민족과 인종 갈등에 사용된 적이 있다. 예를 들어, 1970년대에 로디지아의 정보국은 흑인 국가주의 게릴라들이 점령한 지역에 있는 우물에 콜레라를 살포했다. 1981년에는 남아공의 아파르트헤이트 정부가 적을 암살하기 위해 생물학적 수단을 검토해온 것으로 알려진 해안작전 프로젝트(Project Coast)를 가동시켰다. 일부 사람들의 말에 따르면, 이 프로젝트의 연구자들은 흑인 여성에게 선별적으로 불임 백신을 투여하는 계획도 논의했다고 한다. 이러한 사례들은 표적화된 생물무기의 위협을 추적, 관찰해야 할 이유가 있음을 보여주는 것이다.

어떤 관찰자들은 유전자 교정으로 생물무기를 은밀하게 개발하거나 사용하기가 더 쉬워진 만큼 국제적으로 반감의 위험요소가 줄어들 수 있다고 주장한다. 하지만 비밀 생물무기 프로그램을 유지하는 게 이렇게 힘든 적은 없었다. 필요한 장비와 생물물질에도 타당한 용도가 있고, 국제적인 감독의 어려움은 들킬 가능성이 낮다는 의미이다. 새로운 기술이 이러한 상황을 근본적으로 변화시킬 가능성은 없어 보인다.

유전자 교정으로 인해 생물무기가 저렴해져서 각국이 그 전략적 가치를 재평가할 거라는 우려도 과장된 것이다. 크리스퍼 기술이 있다고 해서 유전자 교정이 저렴해지는 것은 아니다. 2014년에 밴더빌트 대학교의 한 과학자는 18개월이 걸리고 약 2만 달러의 비용이 들던 활동이 이제는 3주일의 시간과 약 3천 달러만 있으면 된다고 말했다. 이와 같은 예측을 한 뒤 몇 년간은 비용이 떨어졌을 수도 있다. 하지만 생물무기는 이미 핵무기 같은 다른 대안에 비해 저렴하다. 그리고 유전

자 교정으로 인해 치명적인 병원체의 개발 비용이 낮아지더라도, 무기화, 제조, 운송처럼 개발 외에 관여되는 단계들에 들어가는 비용을 줄이는 데는 거의 도움이 되지 않는다.

이 모든 점을 고려할 때 한 가지 특별한 우려가 생긴다. 저렴한 비용, 손쉬운 접근, 효율성 증대라는 요소들이 결합되면 이것이 핵심 강대국들에게 영향을 줄 정도는 아닐지 모르지만, 불량 국가와 소형 국가들이 생물무기에 투자했을 때의 한계효율을 재검토하는 장려책이 될 수 있다는 점이다. 따라서, 유전적으로 교정된 생물무기의 위험을 다루는 전략을 세울 때는 주요 강대국뿐만 아니라 다양한 국가 유형을 고려해야만 한다. 위협을 올바른 시각으로 바라보는 게 여전히 중요하다. 유전자 교정 기술의 발전은 일부 사람들이 두려워할 정도로 기본적인 계산법을 바꿀 필요가 없기 때문이다.

### 규범 문제

생물무기의 사용과 관련된 주요 역유인 조치들은 이미 존재하며, 이러한 조치는 각국이 생물무기 프로그램을 재활성화시키거나 시작하지 못하도록 강화될 수 있다. 이것은 현 상태에 안주하기 위한 변명이 아니다. 각국은 새로운 능력을 고려해서 기존의 보호장치를 강화하고 업데이트할 필요가 있을 것이다. 전통적인 생물무기의 사용을 금지하는 규범과 장려책들은 국제사회가 새로운 조치를 시행할 수 있도록 시간과 공간을 벌여주어야 한다.

대부분의 국가들 - 180개국 - 은 비평화적인 목적으로 생물작용제를 개발, 비축, 획득, 보유, 생산하는 것을 금지하는 1972년도 생물무기금지협약의 가입국이다. 이 협약은 종종 유의미한 집행 방법이 없다는 이유로 비판을 받고 있지만, 생물무기를 사용하는 게 비도덕적이며 받아들이 수 없는 일이라는 국제 규범을 세우

는데 도움이 되었다. 이러한 규범은 악당들의 행동에 제약을 주지는 못할지 모르지만, 그 나머지 사람들에게는 위반자들을 처벌하는 근거와 동기부여를 제공해준다.

오늘날, 생물무기나 유전자 교정 무기, 또는 다른 방식의 무기를 사용한 국가는 이러한 무기의 사용 금지 규범을 수호하려는 다른 국가들로부터 가혹한 보복을 받게 된다. 소규모라고 할지라도 현재의 상태를 깨게 되면 그 어떤 국가이건 왕따 신세를 면치 못할 것이다. 이런 위험을 감수하려고 하는 국가는 거의 없을 것이고, 북한이나 시리아처럼 그렇게 할 가능성이 있는 국가들은 이미 제재와 군의 견제에 직면해 있다. 이 중 그 누구라도 생물무기를 사용하면, 미국과 연합국들이 이에 무력으로 대응할 것이라는 건 거의 확실한 일이다.

유전적으로 교정된 생물무기의 “첫 번째 오용자”가 되면 이 역시 어떤 국가가 신기술을 긍정적으로 활용하는데 손해가 될 수 있다. 전세계적으로 연구자, 기업, 정부는 의학, 농업, 제조업 분야에 첨단 생명공학을 이용하고 싶어한다. 이런 기술을 오용하고 있는 것으로 밝혀진 국가들은 결국 자국의 기업과 연구기관들의 기반을 약화시키고, 다른 사람들이 발견한 유익성으로부터 시민들을 단절시킬 수 있다. 물론, 어떤 국가가 신기술에서 얻을 수 있는 게 거의 없다고 판단할 경우, 이러한 역유인은 줄어들 것이다. 새로운 생명공학 기술의 공급자가 신기술의 가격을 감당할 수 있게 만들고, 이를 폭넓게 이용할 수 있도록 노력해야 하는 이유가 바로 이것이다.

결국, 이러한 역유인 조치의 힘은 공격 사실을 알아내고 그 근원을 파악할 수 있는 능력이 있느냐 없느냐에 전적으로 달려있다. 지금은 공격의 여파가 있는 상황에서 조사자들이 병원체를 검토했을 때 유전자 교정 기술이 쓰였는지 여부를 반드시 말할 수 있어야 되는 건

아니다. 그럴듯한 부인은 한 국가의 억제력을 낮출 수 있긴 하지만, 억제력을 모두 없애진 못한다. 공격을 감행한 범인은 간첩 행위처럼 여전히 그 외의 수단을 통해 밝혀질 수도 있기 때문이다.

물론, 개별 테러리스트나 이슬람 국가(ISIS) 같은 집단은 국제 규범에 구속되지 않는다. 실제로, 유전자 교정 기술의 발전은 이러한 활동주체들의 생물무기 사용 위험을 증대시킨다. 하지만 강력한 국제 규범은 전세계가 위반행동을 방지하고 이를 처벌하도록 동기부여를 해주므로 여전히 유용하다. 국가 프로그램의 재활성화 가능성은 보다 다차원적인 위협이므로 분명한 관심이 필요하다. 국가 프로그램은 치명적인 무기를 만들 수 있을 뿐만 아니라, 그 결과 초래된 무기가 존재하거나 이를 사용하면 충돌, 단계적 확대, 무기경쟁, 기타 불안정한 사건들이 야기될 수 있다.

### 강력한 억유인 조치 유지

현행 체제는 어떤 국가가 생물무기에서 새로운 가치를 발견할게 될 위험을 제거해주진 못하지만, 누가 되었건 해당 국가를 주저하게 만들 정도는 된다. 이것은 국제사회에게 모든 종류의 생물무기와 관련해 현행 규범을 강화시키고, 유전적으로 교정된 생물무기에 대해 인지된 유익성을 저하시킬 수 있는 시간이 여전히 있음을 의미한다.

우선, 각국은 생물무기금지협약을 강화시켜야 한다. 1986년 이후, 협약의 당사국들은 조약의 금지사항이 새로운 과학기술 발전에 적용된다고 단언했다. 또한, 금지사항은 생물작용제의 원천이나 제조방법에 상관없이 적용된다. 2017년 12월에 당사국들은 신기술의 위험에 관한 일련의 논의를 시작하기로 합의했다. 이는 중요한 토대이나, 더 많은 단계가 필요하다.

UN 안보리의 다섯 개 상임 이사국은 유전자 교정을 비롯해 합성생물학 기술의 가능성이 매우 긍정적이라는 점을 강조하고, 이러한 기술을 비적대적인 목적으로만 사용하겠다는 확고한 약속을 재차 강조한 강력한 성명서를 내면서 다른 국가들에게 이에 합류하도록 요청해야 한다. 이와 같은 신기술의 긍정적 가능성을 강화하면 위반사항이 생겼을 때 무엇을 잃게 되는지에 대한 인식을 확대해서 현행 규범을 강력하게 만들 수 있을 것이다.

무엇보다도 각국은 생물학적 공격을 탐지하고 이에 대응할 수 있는 능력을 강화시켜야 한다. 유전자 교정 기술이 더 광범위하고 더 빠르게 확산되는 병원체를 만드는데 도움이 될 수 있는 것이라면, 각국은 병원체의 원천에 상관없이 사건을 빠르게 탐지해야 한다. 유전자 교정으로 새로운 병원체가 가능해진다면, 각국은 새로운 대응조치를 신속하게 마련할 수 있는 역량이 필요하다. 유전자 교정으로 생물무기를 더 은밀하게 사용할 수 있게 된다면, 각국은 그 원천을 파악할 수 있는 더 나은 기술이 필요하다. 이처럼 개선된 역량은 범법자들이 실현하고 싶어할지도 모를 파괴행위를 하지 못하게 막음으로써 억지력의 역할을 하게 될 것이다. 다행히도, 이것이 바로 국제보건을 더 보편적인 방식으로 수호하기 위해 필요한 것이다.

하지만 각국 정부는 올바른 방향으로 움직이고 있지 않다. 생물방어에 관한 블루리본 연구 패널의 2월 보고서에서는 미국의 지출은 여전히 현재의 위협과 맞지 않는 수준이라고 경고했다. 질병의 발생에 대한 대응 – 2014년 에볼라 사태에 54억 달러를 지출했듯이 – 은 중요하나, 우선 발병을 예방할 수 있는 프로그램에도 자원을 투자해야 한다. 백악관의 최근 예산을 보면, 질병통제예방센터의 대비대응 프로그램 기금이 2천만 달러, 신종 감염병 프로그램 기금이 6천만 달러 삭감되었

다. 기금이 삭감된 대신, 미국과 타국의 정부들은 최대의 효과를 낼 수 있도록 생물학적 방어, 예방, 대비 예산을 지키고 조정해야 한다. 전략적으로 적용된 자원과 강력한 리더십은 발병에 신속하게 대응하도록 함으로써 사람들의 목숨을 구하고 이를 통해 질병의 영향을 제한할 수 있을 것이다. 목적을 가지고 공격을 한 사람이 아무도 없었다고 해도 말이다.

제한된 자원을 최대한 활용하려면 정부와 생물안전 전문가들이 국제 생물안전 전략을 개발해서 조정 작업을 개선해야 한다. 이러한 전략은 국내외 기구들이 사람, 농업, 환경에서의 새로운 질병이나 건강의 이상현상을 탐지하고 관련 정보를 공유할 수 있도록 이들을 결집시켜줄 것이다. 뿐만 아니라, 유해하고 신종일 가능성이 있는 병원체를 막을 수 있는 대응책을 마련하기 위해 유전자 교정과 기타 신기술을 신속하게 사용할 수 있도록 재정적, 제도적 자원을 결집시켜줄 것이다. 이러한 전략의 요소들은 새로운 게 아니다. 다른 많은 분야와 마찬가지로, 여기서 필요한 것은 이를 장려하고 시행하기 위한 지속적이며 수준 높은 리더십이다.

미국은 폭넓은 영향력과 기술적 노하우를 감안했을 때 이러한 활동의 리더가 될만하다. 앞에서 제안한 것 중에서 미국의 기업이나 혁신을 억압하게 될 새로운 규정이 필요한 것은 아무것도 없다. 군대가 합법적인 작전을 수행하는데 저해가 되는 것도 없다. 어떤 단계들은 돈이 들지만, 성공한 생물공격이나 심지어는 대규모의 자연 발생 질병으로 인해 생기는 피해와 비교해보면 큰 비용도 아니다. 미국이 주도적으로 이끌고 갈 의향이 없다면, 지난 10년간 세계보건에 대한 투자를 늘려온 중국이 공백을 채우게 될 지도 모른다.

정부, 기업, 과학자들은 생물무기의 사용을 방지하고자 할 때 두려움과 자신감, 위기와 실용주의를 동일한 비중으로 해서 스스로를 무장시켜야 한다. 최근의 기술 발전을 고려했을 때, 각국이 생물무기 프로그램을 보유했을 때의 시대로 돌아가면 그 결과는 처참해질 것이다. 하지만 강력한 역유인책을 유지하는 타당한 전략을 사용하면 이와 같은 가능성은 상상에 그칠 수 있다.

(CARNEGIE: 2018. 4. 17)

## 천연두 발병 대비 시에 면역억제를 고려해야

전세계에 천연두가 재출현할 위험을 대비할 때는 호주와 미국 같은 국가에서 나타나고 있는 전례 없는 면역억제 수준을 고려해야 한다고 뉴사우스웨일즈 대학교의 감염병 전문가가 경고했다.

감염병학 교수인 Raina MacIntyre는 “천연두는 1980년에 근절되었으나, 2017년에 캐나다 과학자들이 우편 주문한 DNA를 사용해서 실험실에서 천연두 유사 바이러스를 만들어냈다” 고 말했다. “2018년 현재 이 동일 과학자들이 실험실에서 폭스 바이러스를 만드는

단계별 방법을 공개하는 바람에 천연두의 재출현 위험은 더욱더 커졌다.”

캐나다 연구자들은 이미 공개된 마두 바이러스의 DNA 염기서열에서 마두 DNA 복사본을 합성해서 이것을 또 다른 폭스 바이러스와 함께 세포 배양조직에 넣었고, 이런 식으로 “살아있는” 마두 바이러스의 복제본을 부활시켰다. 이러한 과정은 우려되는 이중적 사용 연구에 대한 검토도 거치지 않은 채 2018년 1월에 공개되었다.

“전문가들은 이런 시나리오를 오랫동안 두려워해왔고, 이제는 현실이 되었다” 고 유행병대응통합시스템의 NHMRC 연구우수센터의 장이기도 한 MacIntyre 교수는 말했다. “이것은 테러리스트들이 철저하게 감시 중인 바이러스 비축물에 접근하지 않더라도 천연두가 이 세상에 다시 출현할 위험이 실제로 생겼음을 보여주었다.”

천연두가 근절된 후 거의 40년간 사회에는 많은 변화가 있었다. 의학의 발전은 오늘날 더 많은 사람들이 HIV 환자 및 암과 자가면역질환 치료를 받고 있는 사람들처럼 면역체계가 약해진 상태에서 살고 있다는 것을 의미한다.

0~19세의 어린이와 청소년은 천연두에 감염될 위험이 최고 수준에 달할 것이다. 하지만, 중증의 질환과 사망 위험은 45세 이상의 사람들에게 있다. 질병통제예방센터의 신종 감염병 저널에 게재된 연구 내용에 따르면, 시드니와 뉴욕 같은 도시에서는 5명중 1명꼴로 면역체계가 약해져 있어 천연두 공격 시 그 영향이 훨씬 더 심각해질 거라고 한다.

MacIntyre 교수는 “면역체계는 나이가 들면서 자연적으로 쇠퇴하기 때문에 면역억제 비율은 60~65세의 연령대에게 훨씬 더 높게 나타났다. 인구가 노령화되고 있으므로 생물테러 공격에 대한 대비 계획을 세우고 발병 기간 중 백신접종 전략을 세울 때 이 부분을 고려해야 한다” 고 말했다.

MacIntyre 교수는 시드니와 뉴욕 같은 도시에서 천연두가 재출현했을 때 어떤 영향이 있을지를 파악하기 위해 수학 모델을 이용한 연구를 이끌었다. 연구 결과, 이런 도시에서 천연두 감염률이 가장 높게 나타난 연령대는 20세 미만이나, 사망률이 가장 높은 연령대는 45세 이상인 것으로 확인되었다.

이 연구는 백신 접종 정책이 상당히 다른 두 개 도시의 상황을 다룬 것이기도 하다. 천연두 백신은 뉴욕에서는 정기적으로 접종이 되었으나, 시드니에서는 광범위하게 사용되지 않았다. Raina MacIntyre 교수는 뉴욕의 현재 인구 중 약 22%가 천연두 접종을 받은 반면에, 시드니는 그 비율이 10%에 불과하며 그것도 대부분 본국에서 접종을 받은 이주민이었다.

따라서 이번 연구에서는 나이든 사람들이 과거에 받은 예방접종으로 더 많은 방어능력을 갖게 되었는지를 검토했다. 뉴욕의 경우에는 과거에 접종이 광범위하게 이루어졌는데도 불구하고, 면역이 억제된 사람의 수가 더 많다 보니 천연두 모델로 인한 영향이 시드니보다 더 심각했다.

면역학자이자 HIV 전문가인 Kirby 연구소의 Tony Kelleher 교수는 “과거에 받은 백신 접종보다는 면역억제가 천연두의 영향을 더 주도하는 것으로 보이며, 특히 오늘날 HIV를 갖고 살거나, 면역체계를 억제하는 암 치료나 기타 질환의 치료를 받는 사람이 많다 보니 더더욱 그렇다” 고 말했다.

MacIntyre 교수는 “백신의 면역력은 시간이 지나면서 약해지므로 방어능력을 갖기 위해서는 최근에 접종을 받을 필요가 있다. 좋은 소식은 과거에 접종을 받은 사람은 천연두가 발생했을 때 재접종에 대한 반응이 더 빠를 거라는 점이다” 라고 말했다. “나쁜 소식은 두 도시 모두 접종을 받지 않은 5~20세의 어린이와 청소년의 천연두 감염률이 가장 높았다는 것이다.”

이 연구는 의료 종사자들에 대한接种의 중요성을 강조하며, 천연두의 영향을 최소화하기 위해 병원에 적절한 격리 시설을 두어야 할 필요성에 주목했다.

미국 에모리 대학교의 명예교수이자 미국 질병통제예방센터의 천연두 근절 프로그램의 전직 대표이며 연구 저자 중 한 명인 Mike Lane 교수는 이렇게 말한다:

“과거에 이미 근절된 바이러스와 유사한 바이러스를 이용해서 천연두 공격이 발생할 경우, 공중보건과 관련된 추적관리를 제대로 하고 감염자와 접촉한 사람들에게

게 접종을 하면 유행병을 통제할 수 있는 가능성이 커진다.”

(Global Biodefense : 2018. 4. 22)

## 미 보건복지부, Elusys Therapeutics에서 탄저균 대용의약품 구매

미국 보건복지부의 대비대응차관보실(ASPR)은 보건부의 지속적인 국내 대비활동의 일환으로 뉴저지 파인브룩의 Elusys Therapeutics Inc로부터 2,520만 달러 상당의 탄저균 치료제를 구입할 예정이다.

ASPR 산하의 생물의학첨단연구개발국(BARDA)은 Anthim 또는 obiltoxaximab라고 하는 치료제의 지속적인 생산과 구매를 위해 바이오셀드 프로젝트를 하에 기금을 제공했다. 이 의약품은 백신, 치료제, 진단제처럼 생명을 구할 수 있는 대용의약품을 공중보건 긴급상황에서 사용할 수 있도록 이러한 물품을 국내에 대규모로 공급하는 국가전략비축물에 전달될 예정이다.

Anthim은 탄저병을 일으키는 탄저균에 의해 만들어진 독소를 중화해서 항생제를 보완할 수 있는 항체 기반의 치료제이다. 이 치료제는 국립보건원 산하의 국립알러지감염병 연구소(NIAID)로부터 초기 연구기금

을 지원받은 후에 Elusys 및 BARDA와 함께 공공-민간 파트너십으로 개발된 것이다.

2016년 3월에 미국 식품의약국은 흡입성 탄저병 환자용으로 Anthim을 승인했다. BARDA는 2016년에 국가전략비축물로 보내는 Anthim 첫 배송분에 대한 재정지원을 위해 바이오셀드 프로젝트를 이용했다. 바이오셀드 프로젝트의 기금은 보통 상업용 시장이 없고 국가안보에 대한 위협을 막는데 필요한 핵심적인 대용의약품을 구매하는데 쓰인다.

탄저균 공격 시 즉각적인 공중보건 니즈를 충족시키기 위해 보건복지부가 마련한 포괄적인 접근법에는 백신, 항생제, 치료제의 확보가 포함된다. 항생제는 탄저균 같은 균을 치료하는데 효과적일 수 있는 반면에, 항체 기반의 치료제는 질병과 사망으로 이어지는 탄저균의 독소를 치료해준다.

(Global Biodefense : 2018. 4. 23)

## 에볼라 백신, 장기적인 방어능력을 제공하는 것으로 보여

연구자들로 구성된 한 국제 컨소시엄은 에볼라 백신이 자원자들에게 투여된 후 2년 뒤에 바이러스에 대해 방어능력을 제공하는 것으로 보인다고 보고했다. 이는 공중보건 공동체와 백신 제조사 모두에게 고무적인 결과이다.

이에 앞서 서아프리카에서 엄청난 피해를 일으킨 에

볼라 사태가 끝나갈 무렵 기니에서 수행된 한 연구에서는 1회 접종으로 투여된 머크(Merck)사의 백신이 바이러스에 대한 방어능력을 빠르게 제공한 것으로 나타났다. 하지만 방어능력이 얼마나 지속될 지의 문제는 여전히 해결해야 할 숙제이다.

단 1회 접종으로 백신의 약효가 빠르게 나타나고

오래 지속된다면 위험한 에볼라 발병을 억제하는데 효과적인 도구가 될 것이다. 예를 들어, 의료 종사자들에게 백신 접종을 하면 병원 안에서 바이러스가 확산되는 상황을 막을 수 있을 것이다. 병원에서는 발병 초기에 작은 연기가 큰 불로 번질 수 있기 때문이다.

“이런 지역에서 이상적인 백신은 장기적인 지속성을 갖는 것” 이라고 스위스 제네바 대학병원의 감염병 전문가이자 논문의 주저자인 Angela Huttner 박사는 말했다. “이 백신은 물자 지원을 하기가 매우 어려운 곳을 위한 것이므로, 이것은 아주 좋은 소식이다. 이런 지역에서는 추가 접종을 하는 게 상당히 비현실적인 일이기 때문이다.”

Lancet 감염병 저널에 게재된 이번 연구는 자원자들이 백신 접종을 받은 뒤 2년 후에 에볼라 자이레 바이러스(이 백신은 한 가지 에볼라 균주만 표적으로 삼는다)에 대해 안정적이며 높은 수치의 항체를 가지게 되었다는 사실을 보여주었다. 고용량의 백신이 투여된 자원자들은 저용량을 투여 받은 자원자에 비해 평균적으로 항체 수치가 높게 나타났다. 하지만 저용량의 백신이 투여된 사람들 중에도 항체 수치가 안정적인 경우가 있었다.

“이것은 매우 고무적인 일”이라며 미네소타 대학교의 감염병연구정책센터의 Michael Osterholm 대표가 새로운 결과를 보고 말했다. Osterholm은 이번 연구에 참여하지 않았다.

미국 식품의약국에 2018년도 승인 신청 작업을 하고 있는 Merck사도 이번 결과를 환영했다.

“이번 발표는 V920으로 유도된 항체 반응의 지속성이 2년까지 이어진다는 사실을 처음으로 보여준 것”이라고 이 회사는 백신의 개발명을 사용해서 말했다(과학 실험에서 이 백신은 rVSV-ZEBOV였다).

“우리는 이 중요한 결과에 고무되었고, 결과를 확증하기 위해 추가 시험을 통해 장기적인 추적관찰 샘플을 검사할 계획이거나, 검사가 진행되고 있다”고 Merck 사는 말했다.

Huttner와 동료들은 2014년~2015년에 스위스에서 백신 1상 시험을 실시했다. 이번 신규 논문은 추적관리 단계에서 나온 것이다.

이번 연구를 위해 스위스의 연구자들은 아프리카에서(가봉의 Lambaréné와 케냐의 Kilifi) 백신 1상 시험을 수행한 다른 두 개 그룹과 데이터를 공유했다. 이들은 백신이 투여된 사람 총 197명의 데이터를 확보했다. 제네바와 가봉의 자원자들은 시간이 지나면서 항체 수치에 어떤 변화가 생기는지를 확인하기 위해 5년간 추적관리를 받게 된다. 케냐의 임상시험은 완료된 상태이다.

Huttner는 3년 뒤에 제네바 자원자들의 항체 수치를 확인하기 위해 최근에 이들의 혈액을 채혈했으나, 아직 시료를 분석할 시간이 없었다고 말했다.

이번 연구에서는 제네바에서 접종 받은 사람들의 항체 수치를 2년간 기록하고, 가봉과 케냐는 각각 1년씩 기록했다. 연구 결과, 특히 에볼라 바이러스의 외부에 있는 핵심 단백질을 표적화하는 항체는 수치가 여전히 높은 것으로 나타났다. 하지만 다른 유형의 항체, 즉 중화항체의 수치는 아주 빠르게 떨어졌다. 하지만 Huttner는 이것이 시험 상의 문제일 수도 있다고 말했다. 에볼라의 중화항체를 측정할만한 우수한 시험이 없기 때문이다.

에볼라의 경우 감염을 막기 위해 정확히 무엇이 필요한지 확실치 않다. 하지만 Huttner는 에볼라 고유의 항체가 더 중요한 것 같다고 말했다.

그녀는 2년간의 데이터가 장기적인 방어능력을 예측해주는 것으로 입증되기를 바라고 있다. “우리의 가설

은 우리가 2년의 시점에 확인하고 있는 값이 3년, 4년, 5년의 시점에 너무 많이 변해선 안 된다는 것이다.”

이것이 사실이라면, 백신은 에볼라 바이러스를 취급하는 과학자들, 일반적으로 에볼라 대응을 주도하는 국경 없는 의사회 팀들, 에볼라가 갑자기 발생할 수 있는 곳에서 일하는 의료 종사자들을 보호할 목적으로 긴급 대응 상황에서 쓰일 뿐만 아니라, 장기적인 도구로도 유용하게 쓰일 수 있을 것이다.

장기적인 방어에는 존슨앤존슨의 자회사인 Janssen Vaccines & Prevention BV가 개발중인 유행처럼 2회 접종의 백신이 필요할 거라고 사람들은 생각해 왔다.

Osterholm은 Merck의 백신 방어력이 그 정도로 지속될지 말하는 건 시기상조라고 경고했다. “아직은 알 수 없다” 고 그는 말했다.

(Scientific American : 2018. 4. 16)

### 신종 바이러스로 인해 중국에서 새끼 돼지 24,000마리 폐사. 어디서 온 바이러스일까?

갓 태어난 돼지들이 2016년 10월에 처음으로 병들기 시작하자, 중국 광둥성의 농부들은 전에도 돼지에게 발생한 적이 있는 돼지 유행성 설사병 바이러스(PEDV) 일 것으로 의심했다. 처음엔 PEDV 시험 결과가 양성이었다. 하지만 이후에 이상한 일이 발생했다. 2017년 1월경이 되자 돼지들이 이 바이러스에 더 이상 양성 반응을 보이지 않고 계속 병이 든 상태였던 것이다.

연구자들은 돼지의 질병에 다른 원인이 있는지를 찾아보기 시작했다. 돼지가 죽어가던 농장 네 곳은 2002년에 중증급성호흡기증후군(SARS)이 처음 발생한 포산에서 약 60마일 떨어진 곳에 있었다. SARS는 2004년에 확산이 멈출 때까지 33개 국가로 퍼져나가 8천 명 이상의 사람들을 감염시켰고, 이로 인해 774명이 사망했다.

연구자들은 이 신종 바이러스를 현미경으로 관찰한 결과 PEDV 및 사스와 동일한 과의 바이러스라는 사실을 확인했다. 하지만 이전에 확인됐던 바이러스는 아니었다. 난생 처음 보는 질병이었던 것이다. 그들은 이 질병에 SADS(돼지급성설사증후군)라는 이름을 붙였다. PEDV가 발생하자 돼지들이 SADS에 감염되었고, 이

질병은 빠르게 확산되었다. 2017년 5월에는 24,000마리 이상이 폐사했다.

연구자들은 감염된 돼지들과 가깝게 접촉했던 작업자들을 검사했고, 이 바이러스가 사람에게는 전염되지 않는다는 사실을 확인하고 안도했다. 이번엔 말이다.

알파벳이 나열된 복잡한 명칭을 가진 이 바이러스들은 모두 코로나 바이러스라는 동일 과에 속한다. 대부분의 코로나 바이러스는 경증에서 중증도의 감염을 일으키나, 일부는 중증이며 치명적이기까지 하다. SARS가 이러한 균주이며, 또 다른 균주로는 2012년에 사우디아라비아에서 발견된 뒤 640명의 목숨을 앗아간 MERS(중동호흡기증후군)가 있다. 중국 돼지에게 발생한 SADS 바이러스는 위장관을 감염시켰다. 반면에, SARS와 MERS는 상기도 감염이다. 이 두 가지는 보통 기침이나 재채기로 확산되며 공기를 통해 감염되기 때문에 특히 무서운 질병이다. 쉽고 빠르게 퍼질 수 있기 때문이다. 그렇기 때문에 바이러스학자들은 에볼라보다도 이 질병들을 더 두려워한다. 이 질병들은 광범위하게 분산되고, 매우 다양하며, 빠르게 진화해서 새로운 숙주에 쉽게 적응한다. 코로나 바이러스 균주 그 어

어떤 것도 백신이 없는 상태이다.

### 박쥐 동굴로

광둥성에서 취해야 할 다음 단계는 신종 코로나 바이러스가 어디서 온 것인지를 찾아내는 것이었다. 답은 동굴에서 거꾸로 매달린 채 살고 있는 박쥐였다.

연구자들은 전년도에 근처의 박쥐 동굴에서 채취했던 시료와 SARS를 비교해보았다(질병 연구자가 다소 특이한 생물체를 구할 수 있는 곳이 바로 이 곳이다: 박쥐의 엉덩이에 면봉을 묻혀 시료를 구했다). 연구자들은 광둥성에 있는 관박쥐의 9.8%가 스펠오버 중에 돌연변이를 한 것으로 보이는 매우 유사한 바이러스의 숙주라는 사실을 발견했다.

네이처지가 수요일에 발표한 새로운 연구에서 이 연구자들은 치명적인 코로나 바이러스가 박쥐에서 가축에게 전염되고 결국엔 사람에게 전염될 가능성이 있다고 강조한다.

“박쥐는 신종 바이러스의 가장 중요한 저장고 중 하나로 인식되어 왔다” 고 연구자들은 적었다. 박쥐는 SARS와 MERS를 퍼뜨릴 뿐만 아니라, 박쥐에는 에볼라, 헨드라, 마버그, 니파 같은 바이러스가 살 수 있다. 니파의 경우에는 박쥐에서 돼지로 전이된 뒤에 사람에게 이동하는 동남 아시아의 바이러스이다. 하지만 다음에 어떤 대유행병이 나타날지 예측하는 것은 매우 힘든 일이다.

Simon Anthony는 뉴욕시 컬럼비아 대학교의 바이러스학자이며, 전세계 코로나 바이러스의 중요한 동물 저장고인 박쥐에 대해 연구한 2017년도 논문의 주저자이다.

“다음에는 어떤 바이러스가 사람에게 전이될지 예측한다는 건 매우 어려운 일이며, 이 바이러스가 질병을 일으킬지를 예측하는 건 더더욱 힘든 일” 이라고 그

는 말한다. 하지만, 현재 동물에서 사람에게 확산된 코로나 바이러스의 수를 고려할 때, “이런 일이 다시 발생할 거라는 건 분명한 일이다. 단지 어떤 바이러스가 될지, 어디서 오게 될지, 언제가 될 지를 모를 뿐이다.”

새로운 사람과 동물 개체군에게 전이되는 질병인 인수공통 바이러스 질병은 사람과 가축이 예전에 고립되어 있던 야생동물과 접촉하면서 발생한다. 게다가, 수천 마리, 심지어는 수백만 마리의 가축이 좁은 축사에서 살면서 무리를 통해 질병이 빠르게 전파될 수 있는 공장식 축산업의 확대도 한 몫 한다.

### 새로운 핫스팟

우한 바이러스 연구소의 신종 바이러스 연구 책임자이자 네이처지 보고서에 나오는 공동저자인 Zhengli Shi는 중국이 신종 바이러스를 발견할 수 있는 핫스팟으로 부상하고 있는 것 같다고 말한다.

“공장형 농장의 증가로 박쥐의 서식지가 파괴되면서 야생동물과 가축이 접촉할 기회가 늘어나 야생동물로부터 질병이 전염될 위험성이 높아졌다” 고 그녀는 말한다.

중국만의 문제가 아니다. 농업의 집약화와 토지이용의 변화가 증가하고 있는 국가라면 그 어떤 곳이건 바이러스의 스펠오버를 겪으면서 새로운 질병이 빠르게 확산될 수 있다.

Shi는 한 걸음 더 나아가서 야생동물의 바이러스에 대해 장기적인 감시를 해야 한다고 말한다.

“박쥐 개체군을 추적, 관찰하면 바이러스가 어떻게 전파되고 어떤 지역에 박쥐 매개 질병이 발생할 위험이 높은지를 이해하는데 도움이 될 것” 이라고 그녀는 말한다. 결과적으로, 이러한 지식은 예방 전략에 영향을 줄 수 있다.

Simon Anthony는 바이러스를 찾고 사람에 대한 감염 가능성을 분석하려면 야생동물에 대한 감시 노력을 하는 게 “매우 중요하다” 는 점에 동의한다.

“이렇게 하면 바이러스를 인체 감염의 유전적 전제 조건과 동일시함으로써 유리한 고지를 점할 수 있으며, 이 바이러스는 생태 조건으로 인해 스펠오버가 촉진될 수 있는 지역에 있는 바이러스를 말하는 것” 이라고 그는 말한다. “이렇게 하는 건 매우 힘든 일이나, 바이러스가 하나씩 나타나기를 기다리는 것보다는 분명 더 나은 일이다.”

Anthony는 한 가지 중요한 우려를 덧붙였다. “박쥐는 매우 중요한 동물이다!” 라고 그는 말한다. 박쥐는 인수공통 바이러스를 갖고 있는 반면에, 생태계의 균형을 잡는데도 핵심적인 역할을 한다. 예를 들어, 일부 박쥐는 말라리아, 황열병, 치쿤구니아, 지카 등의 위험한 바이러스를 가지고 있는 모기를 잡아 먹는다.

“박쥐에 위험한 바이러스가 있다는 두려움으로 인해 박쥐를 도태시키는 건 바람직한 일이 아니다. 이렇게 하면 실제로는 정반대의 효과를 가져와 감염 위험을 높일 수 있다” 고 Anthony는 경고한다. “신종 인수공통 감염병의 발생률은 증가하고 있지만, 이것은 여전히 드문 일이다.”

광둥성에서는 이 질병이 새끼 돼지를 강타했다. 2017년 2월에는 한 농장에서만 갓 태어난 전체 돼지 중 64%가 폐사했다. 하지만 농부들이 병에 걸린 새끼 돼지와 암돼지를 나머지 무리에서 분리시켜 놓자 몇 개월 안에 발병률이 감소했다.

하지만, 근처 동굴에 사는 박쥐들은 여전히 이 바이러스와 기타 알려지지 않은 코로나 바이러스들의 서식지인 것으로 보인다. 이 박쥐들은 여전히 밤에 농장 위를 날아다니고 있다.

(npr : 2018. 4. 4)