

한국바이오협회 국제협약부문 (BWC) (전화 : 031-628-0026 이메일 : bwc@koreabio.org)

생물무기금지협약 정보망 www.bwckorea.or.kr



고밀폐 생물실험실에서 발생하는 사람의 실수: 가능한 대유행병의 위협

잠재적인 병원체 노출 사고는 주로 BSL3(생물안전 3 등급)과 BSL4로 알려진 보안이 철저한 실험실에서 발생한다. 탐지 또는 보고되지 않은 실험실 획득 감염을 초래하는 실험실 사고가 발생하면 실험실 외부의 지역사회로 병원균이 유출되는 사고로 이어질 수 있다. 감염된 실험실 직원이 퇴근하면서 병원균을 옮기게 되기 때문이다. 관련 물질이 잠재적인 대유행병 병원체라면, 지역사회로의 유출 사고는 수많은 사망자를 초래하며 전세계적인 대유행병으로 이어질 수 있다. 가장 우려되는 상황은 네덜란드의 Ron Fouchier 실험실과 위스콘신주 메디슨 소재 Yoshihiro Kawaoka 실험실에서 만들어진 공기를 매개로 한 전염성 H5N1 바이러스처럼 고병원성 조류 인플루엔자 바이러스가 유출되는 것이다.

현재 이런 연구를 수행하고 있는 실험실이 최소 14군데 이상이니(대부분 아시아), 시간이 지나면서 이와 같은 유출 사고가 발생할 가능성은 꽤 높은 편이다. 이 세계가 유출 확률을 어떻게 보고 도박을 벌이고 있는지는 모르겠지만, 사람의 목숨에 대한 위험은 분명 대단히 높다. 포유류 간에 전염되는 조류독감 연구는 대규모로 사람의 목숨을 앗아갈 수 있는 전세계적인 대유행병이라는 실제적인 위험을 제기한다.

사람의 실수는 실험실 직원이 병원체에 노출될 수 있는 주된 요인이다. 두 가지 출처에서 나온 통계 데이터를 보면, 내 연구에 따르면 BSL3 실험실에서의 잠재적 노출

로 이어지는 사고의 67%와 79.3%가 모두 사람의 실수로 인한 것이었음을 알 수 있다. 이 수치는 연방 선별작용제 프로그램(FSAP)과 국립보건원(NIH)에서 수년 간의 사고 데이터를 분석해서 나온 것이다.

병원체가 실험실에서 주변의 지역사회로 유출될 확률을 계산하려면 사람의 실수에 대해 이해하는 것이 중요하며, 이것이 대유행병의 발생 가능성을 계산하는 첫 번째 단계이다. 여기서 관찰된 핵심 사항은 실험실에서 사람이 하는 실수는 대개 병원체의 유형 및 생물안전 등급과는 무관하다는 것이다. 따라서 독성이나 전염성이 약한 병원체를 연구하는 실험실에서 병원체가 유출될 가능성은 잠재적인 대유행병 병원체가 어떻게 관리되고 있는지에 대한 타당한 대체물이 될 수 있다. (다행히도 잠재적인 대유행병 병원체 유출에 관한 정보가 별로 없으므로 대체 데이터(surrogate data)를 취급할 수밖에 없다.) 달리 말하면, 대체 데이터를 이용하면 잠재적인 대유행병 병원체가 지역사회로 유출될 확률을 확실하게 결정할 수 있다. 2015년 간행물에서 Fouchier는 로테르담에 있는 본인의 BSL3+ 실험실이 얼마나 신중하게 설계되었는지를 설명하고, 이 곳에 도입된 표준운영절차가 생물안전을 증대시키고 사람의 실수를 줄인다고 주장한다. 하지만 Fouchier의 논의 내용은 대부분 실험실의 기계 시스템을 다룬다.

그런데 여기에 보고된 사람의 실수 중 상당수는 BSL3,

BSL3+(강화된 BSL3), BSL4 실험실의 최첨단 설계가 위험한 병원체의 유출을 방지해줄 거라는 주장에 의문을 제기하게 만든다. 얼마나 많은 실험실 직원 교육이 사람의 실수를 줄이고, 탐지 또는 보고되지 않은 실험실 획득 감염을 줄이게 해줄지는 알 수 없다. 사람의 실수는 여러 가지 방식으로 발생할 수 있다는 점을 고려할 때, 사람의 실수를 방지해준다는 Fouchier의 조치가 공기를 매개로 한 전염성 조류 독감이 탐지 또는 보고되지 않은 실험실 감염을 통해 지역사회로 유출될 가능성을 제거해줄 수 있을지는 의문이다.

사람의 실수로 인한 사고 데이터

국립보건원의 2016년도 연구인 “기능획득 연구의 위험성과 유익성 분석”에서 Gryphon Scientific은 사람이 하는 실수의 유형을 규정하고 그 확률을 파악하기 위해 운송, 화학, 핵 분야를 검토했다. Gryphon의 연구 결과에 요약되어 있듯이, 사람이 하는 실수의 세 가지 유형은 기능 기반(별다른 생각이 필요치 않은 운동기능 관련 실수), 규칙 기반(지침이나 정해진 절차를 따를 때 우연히 또는 의도적으로 발생하는 실수), 지식 기반(부족한 지식으로 인해 발생하는 실수나, 경험의 부족으로 개인적 판단에 따른 결정을 할 때 나타나는 실수)이다.

Gryphon은 “생물학 연구실에 대해서는 아직 포괄적인 인적 신뢰도 분석(HRA) 연구가 이루어진 적이 없으며, ... 이처럼 정보가 없다 보니 다른 분야의 사고와 관련된 적절한 대응물을 찾을 필요가 있다”고 주장했다.

하지만 연방 선별작용제 프로그램(FSAP)과 국립보건원(NIH)에 대한 의무적인 사고 보고는 BSL3 등급의 생물밀폐 실험실에서 발생하는 사람의 실수를 수량화하기에 충분한 데이터를 제공해준다.

연방 선별작용제 프로그램의 사고 데이터

FSAP 사고 데이터는 2009년에서 2015년까지의 대회의 요약 보고서에서 수집한 것이다. 일곱 개의 FSAP 사고 범주 중에서 세 가지는 다음과 같은 기능 기반의 실수이다: 1) 주사바늘 찔림 사고와 날카로운 물건에 피부가 노출되는 사고, 2) 병원체가 들어있는 용기가 떨어지거나 해당 용기의 액체가 연질러지거나/뚨 3) 감염된 동물에게 물리거나 긁힘. 연지름과 주사바늘 찔림 같은 일부 기능 실수는 간단한 해결책으로 줄일 수 있다.

규칙 기반 사고와 지식 기반 사고의 범주는 다음과 같다: 4) 생물안전작업대나, 전염성 에어로졸에 노출되는 것을 방지하는 장비의 외부에서 병원체를 조작함, 5) 안전 절차를 지키지 않거나 실험실 표준운영절차를 위반해서 발생하는 잠재적 노출, 6) 개인 보호장비의 착용 문제나 결함 - 기능, 규칙, 지식 기반 실수의 혼재

일곱 번째 범주는 기계나 장비의 고장, 또는 실험기구의 결함이다. FSAP 보고서에 나오지 않는 또 다른 범주는 추가 연구를 위해 생물안전 등급이 더 낮은 실험실로 병원체를 옮기기에 앞서 이를 제대로 불활성화시키지 못한 경우이다.

2009년-2015년 동안에 FSAP는 선별작용제 연구시설에서 총 749건의 사고 보고를 접수했다. 이 중에서 줄잡아 594건, 즉 79.3%가 사람의 실수로 인한 것이었다.

국립보건원 사고 데이터

국립보건원 과학정책실의 사고 보고서에는 2004년~2017년의 기간 및 BSL3과 BSL4 시설이 포괄되어 있다. 보고서는 정보공개 청구를 통해 입수되었다.

BSL4 시설의 사고 보고는 없었다. 국립보건원에는 재조합 DNA가 있는 병원체 관련 사고만 보고하면 된다. 따라서 BSL4 시설에서 사고가 발생했을 가능성이 높긴 하지만, 재조합 DNA 병원체와 관련된 사고가 아니어서 국립보건원 보고서에 나오지 않았을 수도 있다.

128개의 사고 보고서에는 매우 자세하게 설명이 나온다. 보고서는 보통 80여장 분량이므로 세부사항에 대해 의문을 가질 여지가 거의 없다.

128건의 사고 중에서 86건, 즉 67.2%는 사람의 실수로 인한 것이었다. 이 비율은 FSAP 보고서에 나오는 대략적인 수치와 동일하다.

사람이 하는 몇 가지 실수는 “한번만” 발생한다. 즉, 한 번 실수하면 또 다시 실수할 가능성이 없다는 의미이다. 한번만 발생하는 실수는 예측하기가 힘들어서 이를 방지하기 위해 표준운영절차에 유의미한 변화를 강구할 수 있는 가능성이 적다. 다음은 한번만 발생하는 실수의 한 가지 예로, 사고 보고서의 내용을 약간 수정했다:

어떤 연구자가 Sorvall 탁상용 원심분리기에 플라스틱 24-웰 플레이트 두 개를 교체하고 있었다. 뚜껑을 닫다가 우연히 뚜껑 방향으로 놓인 렌치에 원심분리기가 걸렸다. 그 바람에 렌치가 튀어 오르면서 제거해둔 24-웰 플레이트 중 한 개가 작업대에 부딪혔다. 이 플레이트는 약 45도로 떨어지며 내용물 거의 절반이 작업대 위에 쏟아졌다.

일부 실수는 절차를 바꿔 실수의 빈도를 줄일 수 있다. 예를 들어, 주사바늘 찔림 사고는 소형 용기의 액체를 다른 용기로 옮기는 과정에서 날카로운 금속 바늘이 있는 주사기를 사용할 때 일어날 수 있다. 동물 주사용으로는 날카로운 금속 바늘이 필요하나, 액체를 옮길 때는 무딘 플라스틱 바늘이면 충분하다. 뿐만 아니라, 다른 장소로 물건을 옮길 때는 손 대신 이동 운반대를 사용하면 물건이 떨어지는 것을 때때로 방지할 수 있다.

앞에서 언급된 Fouchier 자료에는 다음의 세 가지 내용이 나온다:

- “폭넓은 훈련을 받고 허가를 받은 숙련된 직원만 해당 시설에 출입할 수 있다.”
- “모든 직원은 사고 발생 시 취해야 할 행동방침에 대해 교육과 훈련을 받았다.”

- “동물을 취급할 때는 사람의 실수를 줄이기 위해 항상 2인 1조로 작업한다.”

첫 번째와 두 번째 항목은 특히 위험한 병원체를 취급하는 실험실 근무자의 표준 교육에 관한 것이다. Fouchier가 강조하는 실험실 근무자에 대한 성실한 교육으로 사람의 실수를 대폭 줄일 수 있을지는 확실치 않다.

국립보건원에 사고를 보고하는 기관들은 이와 유사한 성실한 교육을 하고 있다고 말한다. 그럼에도 불구하고, 탐지 또는 보고되지 않은 실험실 획득 감염이 이러한 실험실에서 자주 발생하고 있다. 뿐만 아니라, 그 외에 공기를 매개로 전염되는 질병을 만들고 연구하는 실험실들이 매우 신중하게 설계되었는지, 그리고 성실하게 교육을 시키는지는 불확실하다.

동물 취급 시 2인1조 근무 규칙은 보통 국립보건원의 세부적인 사고 보고서에는 언급되지 않은 좋은 아이디어이다. 다루기 힘든 실험용 동물에 물리거나 이런 동물로 인해 바늘에 찔리는 사고가 드문 일은 아니기 때문이다.

높은 등급의 생물학적 밀폐시설에서 불완전한 불활성화로 인한 유출

앞에서 언급된 탐지 또는 보고되지 않은 실험실 획득 감염을 뛰어넘어, 높은 등급의 생물안전 실험실에서 병원체가 유출될 수 있는 또 다른 경로가 있다. 바로 불완전한 불활성화이다.

불활성화란 살아있는 병원체가 필요하지 않은 연구를 위해 전염성 물질의 병원성은 없애면서 다른 특징들은 보존하는 것이다. 신뢰할만한 불활성화 절차가 없으므로, 불활성화에 실패하는 것은 사람의 실수에 해당한다.

낮은 등급의 BSL2 생물학적 밀폐시설에서는 불활성화 작업을 훨씬 더 쉽게 할 수 있으므로 이러한 시설에서 이루어지는 연구를 위해 병원체를 불활성화시킨다. BSL3과 BSL4 실험실에서는 필수 개인 보호장비를 착용한 상태에

서 움직임이 제한되고, 병원체에의 잠재적 노출을 최소화
기 위한 운영절차 상 규제가 있어서 관련 연구를 하기가
힘들다.

대개는 불활성화가 불완전하게 되었다고 해서 지역사회
회로의 유출이 직접적으로 야기되는 것은 아니나, 이 경
우에 BSL2 실험실의 연구자들은 감염될 위험이 훨씬 더
높고, 그들의 외출복, 모발, 피부가 오염될 수 있다. 따라
서, 불완전한 불활성화는 지역사회회로의 잠재적 유출 경로
가 된다.

FSAP는 불완전한 불활성화에 관한 데이터를 정기적으
로 수집하진 않으며, 이러한 작업을 하는 사람은 아무도
없는 것 같다. 그래서 이러한 유형의 사고 발생 확률을 계
산할 만큼 충분한 데이터가 확보되어 있지 않다. 하지만
회계감사원이 이 문제에 관여했고, 이것이 심각한 문제라
는 주장을 뒷받침하기 위해 불완전한 불활성화에 관한 일
화적 증거와 몇 가지 수치를 보고했다. 회계감사원은
FSAP가 이미 파악한 사고 10건 외에도 11건의 사고를 확
인했다. 특히, 이 중에서 두 건은 에볼라 및 마버그 바이
러스와 관련된 것으로 이 바이러스들은 대응의약품(백신
과 항바이러스제)이 없어서 BSL4 시설에서 연구가 진행
되고 있다.

특히, 회계감사원 보고서는 국방부 연구실에서 “탄저
병의 원인균인 살아있는 탄저균을 12년에 걸쳐 전세계
약 200개 실험실에 오배송”한 바람에 제대로 알려지게
된 사고에 주목하게 만들었다. “국방부 연구실은 해당 샘
플이 불활성화된 것으로 생각했다.” 이 보고서는 “중국에
서 바이러스 연구를 하던 두 명의 연구자가 제대로 불활
성화되지 않은 중증급성호흡기증후군(SARS) 코로나바
이러스에 노출”되면서 알려지게 된 또 다른 사고도 거론
했다. “사고 이후 연구자들은 SARS를 다른 사람들에게
전염시키면서 2004년에 여러 명이 감염되고 한 명이 사
망했다.”

회계감사원은 BSL4 시설에서 안전등급이 더 낮은 밀
폐 실험실에 이르기까지 불완전한 불활성화로 인해 최근
에 에볼라와 마버그 바이러스가 유출된 사고를 세 건 확
인했다.

2014년에는 질병통제예방센터 실험실에서 네 번째 유
출 사고가 발생했다. “과학자들이 잘못해서 살아있는 에
볼라 바이러스 연구용으로 지정된 샘플을 불활성화 물질
이 들어있는 연구용 샘플과 바꾼 것이다. 그 결과, 불활성
화된 에볼라 바이러스 샘플 대신에 살아있는 에볼라 바이
러스 샘플이 추가 분석을 위해 BSL4 실험실에서 안전등
급이 더 낮은 실험실로 옮겨졌다. 이로 인해 에볼라 바이
러스에 감염된 사람은 없었지만, 지금은 승인된 치료제나
백신이 없는 만큼 관련 직원들에게 끔찍한 결과가 초래될
수도 있는 일이었다.”

질병통제예방센터는 이렇듯 혼동으로 인한 실수와 앞
으로 이러한 오류를 방지하기 위한 조치에 관한 보고서를
발표했다.

이 모든 사고는 불활성화가 불완전하게 되면 BSL2 실
험실에서 지역사회회로의 유출 가능성이 커진다는 사실을
확인시켜준 것이다. 이것은 모두 사람의 실수로 인한 것
이며, 일부는 BSL4 병원체와 관련된 것이다. BSL3 실험
실에서 발생하는 잠재적 노출 사고의 2/3 이상이 그 외의
사람의 실수로 인한 것이라는 점을 감안할 때, 실험실을
최첨단 방식으로 설계한다고 해도 지역사회회로의 유출을
막진 못할 거라는 점은 분명하다.

지역사회회로의 유출 확률

2017년도 생물무기금지협약 회의의 분석 내용을 보면,
포유류에서 공기를 매개로 전파되는 고병원성 조류독감
바이러스가 이런 류의 병원체를 개발하고 연구한 지 10
년 이상 된 실험실 10군데 중 한 곳 이상에서 지역사회로
유출될 확률은 보수적으로 어림잡아도 약 20%이다.

이 비율은 2004년~2010년까지의 FSAP 데이터를 기반으로 계산된 것이다.

정보공개법에 따라 국립보건원의 데이터를 요청해서 분석했더니 유출 확률은 이보다 훨씬 더 높게 나왔다. 즉, 사고 보고 건수가 적은 것을 기반으로 할 때 5배~10배 더 높다.

국립보건원의 데이터에는 이렇게 확률이 높은 이유를 설명할만한 명확한 근거가 없지만, 네 건의 사고 보고서에는 결핵균 노출과 잠복(비활동성) 감염이 표시되어 있었다. 결핵균은 선별 작용제가 아니므로 이와 관련된 사고를 FSAP에 반드시 보고할 필요는 없다. 하지만 결핵은 공기를 매개로 한 전염성이 높기 때문에 실험실에서 결핵에 쉽게 감염될 수도 있다. 그리고 불행히도 공기를 매개로 한 결핵 감염은 공기를 매개로 전파되는 독감 연구에서 발생할 수 있는 상황의 전조가 될 수도 있다.

11건의 관련 사고에 대해 연구시설이 보고한 내용은 보충자료에 나온다. 실험실 획득 감염은 대개 사고가 발생한 뒤 얼마 후에 발견된다. 사람의 실수로 확인된 사고 원인은 3건밖에 없었다. 나머지 8건에 대해서는 감염된 실험실 근무자도, 시설의 공무원도 어떻게 감염이 일어났는지 알지 못했다. 8건의 감염 사고 중 다수는 사람의 실수로 발생했을 가능성이 있지만, 사고 원인은 결코 알지 못할 것이다.

포유류에서 공기로 전파되는 고병원성 조류독감이 유출되었을 때 치명적인 대유행병이 초래될 가능성

사람이 조류독감 바이러스인 H5N1에 감염된 조류와 직접 접촉해서 감염되면 60%가 사망한다. Fouchier와 Kawaoka 연구실에서는 공기를 매개로 포유류 간에 전파되는 고병원성 조류독감을 만들었고, 이 바이러스는 공기를 통해 사람을 감염시킬 수 있어 치명적일 수 있다. 이러한 병원체가 지역사회로 유출되면 약 15%의 확률로 대유행

병의 근원이 될 수 있다. 이 추정치는 판이하게 다른 두 가지 접근방식을 평균 낸 것이다. 하나는 지극히 수학적인 분지 이론(branching theory)으로, 여기서 하버드 대학교의 Marc Lipsitch 연구자와 공동연구자들은 단 한 번의 유출 사고가 대유행병의 근원이 될 확률이 보수적으로 잡아 약 20%인 그래프를 제시한다. 지역사회에서 사람 간에 감염이 진행되는 상황을 시뮬레이션한 두 번째 방식에서 Bruno Kessler 재단의 Stefano Merler 연구자와 공동연구자들은 단 한 차례의 유출 사고가 대유행병의 근원이 될 수 있는 확률이 5%~15%라는 것을 알게 되었다. 이런 바이러스가 사람에게 얼마나 치명적이며 전파력이 어느 정도인지는 알려지지 않았다.

실험실 연구에서 사람이 하는 실수를 현실적으로 다루기

실험실 사고에서 사람의 실수는 계속 큰 비중을 차지할 것이며, 탐지 또는 보고되지 않은 실험실 획득 감염과 불완전한 불활성화 사고는 끊임없이 발생할 것이다. 지역사회의 유출을 막기 위해 시설을 제 아무리 잘 설계한다고 해도 사람의 실수는 설계를 피해갈 것이다.

포유류 간에 공기로 전파될 수 있는 고병원성 조류독감을 만들거나 연구하는 것으로 이미 확인된 실험실 14곳의 경우, 5년 이상의 연구 기간 동안 해당 물질이 실험실에서 지역사회로 잠재적으로 유출될 확률은 16%로 이미 불편할 정도로 높은 편이다(조만간 공개될 연구 결과). 국립보건원의 사고 보고서는 이러한 유출 확률은 아마 훨씬 더 높을 것이므로 대유행병 가능성도 훨씬 더 크다고 지적한다. 이것은 불완전한 불활성화로 인한 유출은 고려하지 않은 것이다. 이러한 유출 확률에 공기로 전염되는 인플루엔자 바이러스가 대유행병의 근원이 될 수 있는 적지 않은 확률을 결합하면 상황은 걱정스러운 수준이다.

포유류 간에 공기로 전파되는 고병원성 조류독감 실험을 지지하는 사람들은 지역사회 유출 확률이 미미한 수준

이거나, 또는 대유행병을 방지하는 유익성이 위험성을 정당화할 수 있을 정도로 크다고 생각한다. 이런 연구의 경우에 매우 불확실한 유익성 vs 가능성이 농후한 위험성이라는 지나치게 과도한 균형을 바로잡으려면 뛰어난 생물 안전 조치를 통해 뛰어난 유익성은 취하고 중대한 위험성은 줄여야 한다.

우리가 어떤 수치의 확률에 도박을 걸고 있건, 사람의 목숨에 대한 위험이 지나치게 큰 건 분명하다. 살아있는 포유류 간에 공기로 전파되는 고병원성 조류독감과는 관련이 없지만 포유류의 공기 매개 전파와 관련된 돌연변이를 확인할 수 있는 실험 방식들이 있다. 이처럼 “더 안전한 실험 방식은 과학적으로 더 유익하고 간단해서 공중보

건을 개선하는 쪽으로 변화될 수 있다...” 포유류 간에 에어로졸을 통해 전파되는 살아있는 균주를 개발하기 위한 아시아 조류독감 바이러스 연구(와 그 외에 어쩌면 대유행병 가능성이 있는 일부 질병 연구)는 현재로서는 BSL4 특별 실험실이나 강화된 BSL3 시설에서 하는 것으로 제한되어야 한다. 이 곳에서는 실험실 근무자가 감염되지 않았다는 게 확인될 때까지 시설에서 나갈 수 없기 때문이다.

여기서는 극소수의 병원체 연구에만 초점을 맞추었을 것을 강조하는 바이다. 대부분의 병원체 연구는 불필요한 규제로 방해받지 않고 진행되어야 한다.

(Bulletin of the Atomic Scientists : 2019. 2. 25)

미국, 알리고 싶지 않은 위험한 실험에 재정지원을 하고 있어

Marc Lipsitch는 역학 교수이자 하버드 공중보건대학 전염병 동역학 센터의 센터장이다. Tom Inglesby는 보건 안보센터이자, 존스홉킨스 블룸버그 공중보건대학의 환경보건공학 교수이다.

실험실 사고로 세계적인 대유행병이 촉발될 수 있다는 우려가 확산되자 미국의 관리들은 이에 대한 대응책으로 2014년에 세계에서 가장 치명적인 바이러스 일부를 공기로 전염되게 만들어 이를 강화시키는 실험에 모라토리움을 적용했다. 대부분의 전염병 연구에는 어느 정도의 안전성 위험이 있으나, 이러한 실험이 사람에게 확산될 수 있는 고전염성 독감 바이러스를 만들기 위한 것임을 감안했을 때 정부는 위험을 고려한 엄격한 특별평가 절차를 통해 승인을 받을 때까지 연구를 진행해서는 안 된다고 결론 내렸다.

그런데 보아하니 정부는 이제 예정대로 연구를 진행해도 된다고 결정한 듯 하다. 작년에 미국 정부는 두 개의 연구자 그룹(미국과 네덜란드)이 조류독감 바이러스에

관한 전파 강화 실험을 수행하도록 조용히 자금지원을 승인했다. 원래 모라토리움 이전에 제안된 연구였다. 놀랍게도, 이러한 연구가 공중보건에 잠재적인 영향을 줄 수 있음에도 불구하고, 이를 지지하는 승인이나 심의, 또는 판단 중에서 공개적으로 발표된 것은 아무 것도 없었다. 정부는 기사가 비공식 채널을 통해 이 사실을 알게 되자 사실을 확인해주었을 뿐이다.

이와 같은 투명성 결여는 받아들이 수 없는 일이다. 잠재적으로 위험한 연구에 대해 몰래 승인 결정을 내린 것은 과학이건 다른 분야건 건강과 생명을 위태롭게 할 수 있는 활동을 승인할 때 사람들에게 사실을 알리고 관여시켜야 하는 정부의 책임에 위반되는 것이다.

우리 두 명은 연구자들, 의학 및 공중보건 전문가들, 그리고 앞에 나온 실험이 처음 알려졌을 때 공개적으로 반대한 사람들 수백 명에 속한다. 이러한 우려와 관련해, 정부는 2017년에 대유행병을 야기할 수 있는 “강화된” 병원체에 대한 특별평가 프레임워크를 발표했다. 이 프레임

워크 하에서 평가자들은 알려진 유익성과 잠재적 위험성을 고려해야 하며, 연구를 승인하기 전에 “사회에 대한 잠재적 유익성과 비교해볼 때 잠재적 위험성이 타당하다는 점을 밝혀야 한다.

이 프레임워크는 또한 특히 공중보건 분야의 대비와 대응, 생물안전, 윤리, 법 관련 전문가가 연구를 평가하도록 요구하고 있으나, 공공기록을 보면 실제로 그렇게 했는지는 확실치 않다. 제안서 검토자가 누구인지에 대한 설명도 없었다. 어떤 증거를 고려했는지, 반대 주장을 어떻게 평가했는지, 잠재적인 이해충돌이 있었는지에 대한 언급도 없었다.

이렇듯 승인이 비밀리에 이루어졌다는 것은 정부가 현재 지원하는 실험에 이러한 요구사항이 적용되었다고 해도 어떻게 적용되었는지를 알 수 없다는 의미이다. 보건복지부 대변인은 평가 내용을 공개하면 연구자의 계획에 대한 비밀 정보가 드러나서 경쟁자에게 도움이 될 수 있기 때문에 공개하지 못하는 거라고 사이언스지에 말했다. 이러한 관료주의적 논리는 - 사고가 발생할 때 위험을 감수하고 (세금으로) 과학자의 연구에 자금을 대주는 - 시민들로 하여금 공무원의 결정을 면밀히 검토하도록 하는 것보다는 몇몇 저명한 과학자의 영업비밀을 유지하는 게 더 중요하다는 점을 함축하는 것이다.

우리는 연구자로서 과학 보조금 평가를 비밀에 부쳐야 한다는 평소의 논리를 이해한다. 하지만 이것은 일반적인 과학이 아니다. 대부분의 과학 연구는 안전하다. 실험실 근무자 감염이나 폭발처럼 상상할 수 있는 최악의 사고조차도 발생 가능성이 낮고, 발생한다고 해도 소수의 사람에게만 해를 미친다. 하지만 잠재적인 대유행병 병원체를 만들게 되면 매우 위험한 바이러스에 수백만 명의 사람들이 감염되는 위험 - 작은 병원체 하나라도 - 이 초래된다. 이러한 연구에 대해서는 위해성-유익성 심의를 비밀에 부칠만한 이유가 없다.

목숨이 위태로울 때 비밀유지를 포기하는 것은 표준 관행이다. 의료진은 환자가 본인이나 다른 사람에게 즉각적인 위협을 보일 경우 이를 보고해야 하며, 제약사는 공중보건과 안전을 지키기 위해 제품 승인 전에 자사 제품에 대한 많은 정보를 공개해야 한다.

우리는 어찌되었건 이 실험들을 진행해야만 하는지에 관해 심각한 의문을 가지고 있다. 또한, 최고의 독감 퇴치법은 실험실에서 가장 전염성이 강하고 치명적인 바이러스를 만드는 것이라는 근거에 주목할 사람은 거의 없을 것이라고 생각한다. 그런데 심의 내용을 비공개로 유지한다면, 우리 중 그 누구도 정부가 어떻게 이런 결정을 내리게 되었는지를 이해하지 못할 것이며, 이런 절차의 엄정성과 진실성을 판단할 기회도 갖지 못할 것이다.

근본적으로, 대중의 인식이 충분하지 않다. 지난 5년간 미국에서는 주로 소규모의 과학자들 간에 토론이 이루어졌는데, 여기서는 더 많은 시민들에게 알리거나 이들을 참여시키자는 형식적인 노력만이 있었을 뿐이다. 우리는 이런 종류의 실험이 갖는 위험성과 유익성에 관해 공개적인 논의와 토론을 할 필요가 있다. 그리고, 바이러스엔 국경이 없는 만큼, 위험한 과학에 대한 규제를 국제적으로 조율하려면 국가적 차원을 뛰어넘은 대화가 필요하다.

이것은 과학의 신뢰도가 걸린 문제이며, 과학이 지속되려면 대중의 지지가 필요하다. 과학은 사람의 건강, 복지, 번영을 이끄는 강력한 동인이며, 이 모든 것은 대부분 시민을 위험에 빠트리지 않고도 실현될 수 있다. 정부가 매우 위험한 과학에 재정지원을 하고 싶다면, 공개적으로, 그리고 대중의 인식과 참여를 장려하는 방식으로 해야 한다.

(The Washington Post : 2019. 2. 27)

생물학자들, 조류독감을 더 확산되기 쉽게 만들려고 해 - 그래선 안 되는 걸까?

조류독감은 세계적인 대유행병을 촉발시킬 수 있는 치명적인 바이러스이다. 현재, 이 바이러스를 더욱더 위험하게 만드는 방법을 찾아내려고 하던 두 가지 실험이 수 년 간 보류되었다가 미국 정부 덕분에 다시 재개될 예정이다.

이것은 골치 아픈 개발이자, “기능획득(gain-of-function)” 연구로 불리는 연구의 위험을 부각시키는 것이다. 이것은 병원체의 능력을 변형시키기 위해, 대개는 병원체를 더 치명적으로 만들기 위해 병원체를 조작하는 연구이기 때문이다.

사이언스지는 미국이 위험하고 논란이 많은 두 가지 실험을 조용히 승인했다는 뉴스를 지난주에 전했다. 이 중 한 개 실험은 수 주 안에 시작될 예정이다. 또 다른 실험은 그 뒤인 올해 봄에 시작될 전망이다. 이 두 개 실험은 기능획득 연구에 대한 바이러스학계의 논쟁이 맹렬했던 가운데 2012년부터 보류 상태였다. 2014년에 미국 정부는 이 연구에 대해 일시 중단(moratorium)을 선언했다.

2014년은 생물재해 측면에서 최악의 해였다. 2014년 6월에 질병통제예방센터에서 75명이나 되는 과학자들이 탄저균에 노출되었다. 그로부터 몇 주 후에는 식품의약품 공무원들이 보관 중이던 천연두 바이알 16개가 방치되어 있는 것을 발견했다. 한편, 서아프리카에서는 “역사상 가장 규모가 크고 심각하며 복합적인” 에볼라가 급속하게 퍼지고 있었고, 미국에서 첫 번째 확진 환자가 나왔다는 발표가 있었다.

이런 상황에서 과학자와 생물안보 전문가들은 “기능획득” 연구에 관한 논쟁에 휘말리게 되었다. 이런 종류의 연구를 하는 과학자들은 실험실에서 질병을 더 치명적으로 만들으로써 치명적인 질병을 보다 잘 예측할 수 있다고

주장한다. 하지만 그 당시와 그 이후로 많은 사람들은 잠재적인 연구의 유익성 - 제한된 것처럼 보이는 - 이 다음에 발생할 치명적인 대유행병의 위험성 자체를 능가하지 않는다고 점차 확신하게 되었다.

미국 정부는 내부적으로 찬반으로 의견이 나뉘긴 했지만 당시 입장은 신중하자는 쪽이었다. 미국 정부는 기능획득 연구에 대한 재정지원을 일시적으로 중단한다고 발표함으로써 잠재적으로 위험한 연구를 보류시켜 전세계가 이 연구로 인해 초래될 수 있는 위험성을 논의할 수 있도록 했다.

하지만 2017년이 되자 미국 정부는 기능획득 연구에 관한 새로운 지침을 발표함으로써 포괄적인 유예조치에 종지부를 찍었다. 그리고 지난주 뉴스는 위험한 프로젝트들이 추진되고 있다는 것을 시사하고 있다.

생물안보 전문가들은 이 분야가 아무 잘못도 없는 사람들의 목숨을 앗아갈 수 있는 실수로 치닫게 될까 봐 우려하고 있다. 이들은 이러한 연구를 추진하려면 전세계 이해관계자들과 함께 투명한 절차를 협의해야 한다고 주장한다. 결국, 무언가가 잘못될 경우 우리가 직면하게 될 문제는 분명 전세계적인 차원이 될 것이다.

생물학 연구에서 조심해야 할 필요성

1970년대에 생물학자들은 자신의 분야에서 새로운 기술로 인해 어떤 영향이 있을지를 이해하고자 애쓰고 있었다. 1975년 무렵에는 바이러스 한 개의 DNA를 이와 관련이 없는 박테리아에 삽입하는 것이 가능했다. 다만, 이것이 좋은 생각인지는 확실치 않았다.

“그들은 자기자신이 야생에서 확산될만한 적응도(fitness)의 이점을 만들게 될지 아닐지를 알지 못했다”고

MIT 연구자이자 크리스퍼 유전자 편집 도구의 선구자인 Kevin Esvelt가 내게 말했다. “그들은 자신이 슈퍼바이러스를 만들게 될지를 알지 못했다. 그들은 유전자가 모든 종에 확산되는지 아닌지도 알지 못했다.”

그래서 그 해에 그들은 재조합 DNA 실험에 대해 자발적인 모라토리엄을 요청했다. 그들은 이 새로운 기술이 영원히 강력한 힘이 될 수 있다고 믿었다 - 실제로 이 기술은 곡식을 변형시켜 더 많은 사람들을 먹여 살릴 수 있는 것으로 드러났다.

하지만 그 당시에 그들은 이 기술이 지나치게 위험한 건 아니라고 확신할 만큼 충분히 알지 못했을 뿐이다. 연구 중단은 논란을 일으켰으나 모두가 이를 따랐고, 그 다음 해에는 과학자, 윤리학자, 종교 지도자, 정책입안자들이 이 분야의 지침을 제시하기 위해 캘리포니아 아실로마에서 회의를 가졌다.

오늘날, 우리는 초창기 유전자 편집(gene editing) 실험이 실제로는 당시 과학자들이 생각했던 것 보다 안전했다는 사실을 알고 있으며, 아실로마 회의와 모라토리엄 조치를 되돌아보면 지나치게 편집증적이었다.

이것은 완전히 틀린 말이라고 Esvelt는 주장한다. “그들이 가진 정보를 토대로 했을 때 그것은 옳은 판단이었다.” 당신이 새로운 분야에 뛰어들려고 하는데 당신의 연구가 얼마나 치명적이 될 수 있는지를 알지 못한다면, 특히나 조심해야 한다. 알면 알수록, 이렇게 조심하는 게 전부 필요한 건 아니라고 생각할 수도 있다. 하지만 무모하게 밀고 나가는 것보다는 그것이 훨씬 더 나은 일이다.

무모하게 밀고 나가는 것, 그것이 바로 우리가 지금 하고 있는 일이며, - 이에 따른 위험성은 높다. 일부 과학자들은 수백만 명의 목숨을 앗아가게 될 대유행병이 될 수 있는 질병들을 연구하고 있다. 그들은 질병이 어떻게 확산되는지를 보다 잘 이해하기 위해 이 질병들을 더 위험하게 만들거나 동물간에 전염이 쉽게 되도록 만들기도 한

다. 논란 속에서도 이 연구는 계속되고 있다. 그리고 전문가들은 그 이유에 대해 충분한 투명성이 없다고 주장한다.

기능 획득 연구는 무엇처럼 보이는가

2001년에 호주의 한 연구팀은 생쥐를 대상으로 해충방제용 피임 바이러스가 될만한 것을 지속적으로 연구했다. 그런데 과학자들이 사용하던 엑트로멜리아(Ectromelia) 바이러스는 생쥐를 멸균시키는 대신 모두 죽게 만들었다. (바이러스는 치사율과 전염성이 상반되는 경향이 있으므로 이것은 해충방제에는 나쁜 결과이고 안전성 측면에서는 걱정스러운 결과였다).

그들이 자신의 연구를 공개하기로 한 결정은 어떤 사람들에게는 매우 경솔한 것으로 여겨졌다. 치명적인 바이러스를 부활시키는 방법에 관한 세부 가이드라인을 공개해야만 하는 걸까?

“우리는 어떻게 해야 할지 모르는 채 가버렸다”고 연구자 중 한 명인 Ian Ramshaw가 10년 뒤에 인터뷰에서 말했다.

그 당시에는 과학기관의 구조에 이러한 상황을 해결할 수 있는 경로가 없었다. 나는 우리의 모든 연구자들이 함께 있을 때 조용한 곳에서 얘기했다. 나는 그들에게 결과를 알려주고 물었다. “어떻게 해야 할까? 공개를 할까, 말까?” 우리는 부정적 했을지도 모를 과학자들의 만장일치를 가져왔다. 생물테러범들이 사용할만한 것은 밖에도 이미 널려있으니 “하나 더 공개한다고 해서 달라질 건 없다”고 생각한 것이다. 우리는 군대에 이 사실을 알렸고, 이에 대해 어떠한 말도 듣지 못했다. 그들은 아마 “도대체 이 사람들은 누구야?” 또는 “이건 도대체 뭐야?”라고 생각했을지도 모른다. 이렇게 해서 연구 - 위험했을지도 모를 - 가 공개되었다.

엑트로멜리아 연구자들은 그들의 혁신사항을 우연히 발견했다. 위험한 연구를 어떻게 취급해야 할지에 대해

의문을 제기한 다음 연구팀들도 위험할 거라고 쉽게 예측했을 만한 연구를 하고 있었다. 그들은 인플루엔자 균주인 H5N1을 연구하고 있었다.

역사상 가장 치명적인 인플루엔자 균주는 5천만 명의 목숨을 앗아간 것으로 추정되는 1918년도의 대유행병이었다. H5N1으로 인해 감염자의 절반 이상이 사망했고, 이 바이러스가 더 전염성이 강하게 변형될 경우 치사율은 줄어들지도 모르지만 이것은 아주 아주 위험한 것이다.

2011년에 두 개의 연구자 그룹은 H5N1을 공기 중에 전파시키기 위해 - 사람이 아닌 흰담비를 대상으로 - H5N1을 변형시킨 연구를 공개할 계획이라고 발표했다. 다른 과학자들은 이에 반대했다. 그들은 여러 노벨상 수상자들을 비롯해 이 분야의 지도자들이 서명한 대통령 직속 생명윤리문제 연구 위원회에 보내는 공개 서신에서 바이러스를 조작해서 더 치명적으로 만드는 것은 “도덕적으로나 윤리적으로 잘못된” 일이라고 주장했다. 하지만 H5N1 연구팀들은 이 바이러스에 대해 보다 잘 이해하게 된다면 우리를 안전하게 지켜줄 더 나은 전략을 마련할 수 있을 거라고 주장했다.

2014년에 이 연구는 미국 정부의 모라토리엄 결정 이후에 보류되었다. 하지만 그때와 동일한 두 개의 연구 실험실들 - 매디슨 위스콘신 대학의 Yoshihiro Kawaoka 실험실과 네덜란드 에라스무스 의과대학의 Ron Fouchier 실험실 - 은 이제 연구를 지속해도 된다는 허가를 받았다.

기능획득 연구는 무엇에 유의할까?

이런 류의 기능획득 연구를 지지하는 자들(모든 기능획득 연구에서 대유행병의 병원체를 사용하는 건 아니다)은 이를 통해 다음과 같이 몇 가지 일을 할 수 있게 되기를 바란다고 말한다. 일반적으로 이들은 잠재적인 새로운 대유행병의 감시 및 모니터링을 강화할 수 있다고 주

장한다. 우리는 유행병이 시작되기 전에 - 또는 상황이 심각해지기 전에 - 이를 막으려는 노력의 일환으로 현재 퍼지고 있는 바이러스의 샘플을 채취한다. 그 곳에 있는 가장 치명적이고 위험한 균주가 무엇인지를 알게 되면, 논쟁이 이어진 뒤에 이러한 돌연변이가 야생에서 나타나고 있는 것으로 보이는 경우에 이에 대한 모니터링을 하고 대응책을 준비할 수 있을 것이다.

“국제 감시 활동을 조율하고 전세계에서 바이러스를 공유하는 일이 개선되면” 우리는 어떤 균주가 그곳에 있는지를 보다 잘 알게 될 것이라고 몇몇 지지자들은 mBio에 적었다. 그 뒤에 기능획득 연구는 어떤 균주가 치명적일 될 가능성이 높은지를 알려줄 것이다. “기능획득 연구 정보는 발병 조사에 착수해서 자원을 할당하고(예. 캄보디아의 H5N1), 인플루엔자 위해평가도구 기준을 개발하며, 힘들고 때론 비용이 많이 드는 대유행병 퇴치 계획 정책을 결정하는데 사용되어 왔다”고 그들은 주장한다.

“미국 정부는 위험성과 유익성을 저울질해서 새로운 감독 체계를 개발했다. 우리는 여기에 위험성이 있다는 것을 안다. 하지만 이것은 사람의 건강을 보호하는데 중요한 연구이기도 하다”고 Yoshihiro Kawaoka가 사이언스지에 말했다.

다른 사람들은 회의적이다. 존스홉킨스 대학 보건안보 센터의 Thomas Inglesby 센터장은 대부분의 경우 백신 개발의 유익성이 지속될 것으로 보인 않는다고 내게 말했다. “나는 백신을 만들기 위해 이 작업을 해야 한다고 말하는 백신 회사를 본 적이 없다”고 그는 지적했다. “사람들이 추구하는 정보가 실제로 광범위하게 사용될 수 있다는 증거를 본 적이 없다.”

뿐만 아니라, 바이러스에는 상상할 수 없을 정도로 많은 변종이 생길 수 있으며, 연구자들은 이 중에서 소수의 변종만을 확인할 수 있다. 어떤 바이러스가 돌연변이를 거쳐 치명적이 되는 방식 하나를 우연히 알게 된다고 해

도, 다른 수천 가지 방식은 놓칠 수 있는 일이다. “실험실 연구를 통해 자연에서 하는 것과 동일한 해결책을 제시하게 될지는 미지수이다”라고 Esvelt는 말했다. “이 연구들은 실제로 얼마나 예측이 가능할까?” 지금 현재로서는 여전히 답을 알 수 없다.

최상의 경우라고 해도 이 연구의 유용성은 급격히 제한될 것이다. “다수의 국가들이 시스템을 전혀 갖추고 있지 않다는 점을 염두에 두어야 하며, 실험과 신기술을 시도할 때 위험요소를 파악해서 이를 축소하거나 제거하는 실시간 방식은 말할 것도 없다”고 핵위협방지구상의 글로벌 생물학 정책·프로그램 부대표인 Beth Cameron이 내게 말했다.

위험성이 매우 높은 만큼, 많은 연구자들은 미국 정부가 어떤 점을 고려해서 연구 지원을 결정하게 되었는지에 대해 더 이상 투명하지 않은 것을 보고 좌절했다. H5N1의 사망률이 놀라울 정도로 높은 상태에서 과연 H5N1을 더 전염성 강하게 만드는 방식을 연구할 필요가 있는 걸까? 이 연구에서 기대되는 유익성은 무엇이며, 연구를 승인한 전문가들은 어떤 위해요소를 고려했을까? “보건부 패널은 제시된 실험을 없애거나 변경하도록 요구하지 않았다”고 사이언스지는 뉴스를 전할 때 보도했다. 그런데 변경사항이나 부가적인 안전기준을 고려하긴 했을까?

“연구를 제안한 사람들은 매우 존경 받는 바이러스학자들”이라고 Inglesby는 말했다. “하지만 실험실 시스템은 결코 오류가 없는 게 아니며, 세계 최고의 실험실에서 실수는 존재한다.” 이를 방지하기 위해 어떤 조치가 시행되고 있는가? 부도덕한 활동세력들이 지침을 따를 수만 있다면, 잠재적으로 위험한 결과를 만천하에 공개해도 되는 걸까?

이것은 평가 프로세스에서 답변하기로 되어 있던 바로 그 질문들이다. 하지만 이러한 질문을 잠재우기는커녕 그 어떤 추론도 공개되지 않은 만큼, 이번 승인 건은 연구자

들로 하여금 이렇게 중요한 결정이 위험성을 과소평가하는 사람들에게 의해 취해지고 있다는 우려를 하게 만든다.

“내가 가장 중요하다고 생각하는 것은 우리가 이해할 수 있도록 심의 내용을 공개하는 것”이라고 Inglesby는 말했다. 이러한 연구를 이런 식으로 추진했을 때의 위험성은 매우 높고, 연구의 잠재적 유익성도 이를 능가하지 못하는 것 같다. 하지만 지금 가장 중요한 것은 이 프로세스를 대중과 과학계에 투명하게 공개해서 이 연구가 잠재적인 영향만큼의 가치가 있는지를 결정할 기회를 갖도록 하는 것이다.”

과학자로서는 자신의 연구를 불확실한 상태에 두는 게 분명 불만스러울 것이다. 하지만 잘못되었을 때 수백만 명의 목숨을 앗아갈 수 있는 연구가 이를 제안하는데 도움을 준 전문가들의 관여를 전혀 받지 않은 채 비밀스러운 블랙박스 프로세스를 통해 승인되거나 거부된다는 것은 매우 절망스러운 일이다. “이러한 연구를 하려면 심의 내용과 근거를 공개할 필요가 있다”고 Inglesby는 말했다.

미국 정부의 가이드라인을 감독하는 일에 관여하는 백악관 국가안전보장회의(NSC)의 글로벌 보건안보·생물방어 국장인 Cameron은 이에 동의했다. “이 점에 있어서 공개적으로 투명성이 결여된 것이 우려된다”고 그녀는 말했다. “분명히 공공의 위험성이 있을 수 있으므로, 이와 같은 실험이 공공의 유익성을 위해 왜 필요한지에 대해 실질적인 이해가 필요하다.”

간접적인 위험도 있다. Esvelt는 위험한 실수로 인해 아무 죄도 없는 사람들이 목숨을 잃게 되면 생명을 구하기 위해 바이러스학자들이 수행했던 연구가 어쩌면 영원히 위태로워질까 봐 걱정한다. “연구에 실패할 경우, 과학을 신뢰하기 위해 과학에 치러야 할 대가는 무엇일까? 실험실에서 만든 바이러스가 유출되어 많은 사람들의 목숨을 앗아간다면?”이라고 그는 내게 말했다.

그는 동료 연구자들에게 묻는다: “지금 백신 접종 거부

자들에게 문제가 있다고 생각하는가?” 하지만 선의의 백신 연구라고 해도 위험한 병원체가 실험실에서 유출되면

상황은 이보다 훨씬 더 악화될 수 있다.

(VOX : 2019. 2. 17)

미국 국토안보부, 문제의 생물방어 시스템을 또 다른 결합 있는 방식으로 교체

워싱턴 보도 - 트럼프 행정부는 탄저균 포자나 기타 전염성 물질을 이용한 공기 매개 공격을 탐지하는 국가의 골치거리 시스템인 바이오워치를 역시 심각한 결점이 있는 기술로 교체할 준비를 조용히 하고 있는 것으로 타임즈 조사 결과 밝혀졌다.

첫 번째 신규 장치는 12월에 공고 없이 설치되었고, 다른 장치들은 “향후 2년 내에” 바이오워치를 대체한다는 목표 하에 미국의 11개 장소에 설치되고 있다고 국토안보부의 James F. McDonnell 차관보가 인터뷰에서 말했다.

국토안보부의 대량살상무기 확산방지실을 이끌고 있는 McDonnell 차관보는 바이오디텍션 21이라고 불리는 새로운 시스템은 바이오워치보다 더 빠르고 믿을만하다고 말했다. 그는 2025년까지 9천 개에 달하는 새로운 탐지 장치를 설치하게 되기를 바란다고 말했다.

하지만 과학 전문가들과 공식 자료에 따르면, 작년 군사 시설에서 시스템을 시험하고 이전 군사 작전에서 탐지 장치를 사용해본 결과, 공격 시에 쓰일 수 있는 박테리아나 바이러스나 독소를 탐지하는 능력에 중대한 문제가 있는 것으로 나타났다.

바이오워치는 발생 가능성은 낮지만 의도적으로 탄저균이나 천연두나 기타 치명적인 병원체가 확산되었을 때 신속하고 믿을만한 경고 시스템을 제공하기 위해 2001년 9.11 테러 이후에 서둘러 설치되었다. 그 뒤에 당국은 사상자를 최소화하기 위해 항생제나 백신, 또는 격리나 기타 비상 조치로 대응하게 된다.

하지만, 바이오워치는 로스엔젤레스, 패서디나, 샌디에고 등에서 업무에 지장을 주는 오경보를 여러 차례 발송시키는 바람에 과학자들은 - 지금까지 160억 달러가 소요된 - 이 시스템이 믿을만하지 못하다고 경고했다.

새로운 시스템은 공기 중에서 잠재적으로 위험한 생물학 물질을 확인하기 위해 형광빛을 사용하는 소위 트리거 장치에 의존하게 된다. 일단 장치에서 경보가 울리면, 담당 공무원들이 휴대용 장비로 확인에 들어간다.

하지만 국토안보부의 과학 담당 직원이 의뢰해서 지난 가을에 나온 장문의 보고서에서는 트리거 장치가 치명적인 병원체와 공기 매개의 꽃가루나 종이 분진을 구분하지 못하는 일이 자주 발생해 오경보 가능성이 높아질 수 있다고 주장했다.

이 보고서는 또한 네 개의 트리거 장치가 작년 시험에서 응집되지 않은 작은 탄저균 포자 - 전문가들이 숙련된 테러범이나 국가에서 후원하는 생물전 프로그램을 통해 생산될 수 있다고 말하는 유형 - 를 탐지해내지 못했다는 사실도 보여주었다.

이 외에도, 트리거 장치는 168번의 시도 중에서 8건에서만 바이러스 물질의 소형 입자들 - 무기화될 수 있는 천연두나 기타 치명적인 바이러스를 시뮬레이션해서 - 을 정확하게 탐지했다. 이는 5% 미만의 성공률이다.

트리거 장치는 “미세 입자와 일부 생물학적 위협의 범주를 탐지하는데 ... 명확한 한계”가 있다고 보고서는 전했다.

타임즈는 존스홉킨스 대학의 응용물리학 연구소에서 작성한 보고서 사본 한 부를 입수했다. 현직과 전직 연방

과학자들에 의하면, 보고 결과는 트리거 장치에 대한 국토안보부의 초기 평가 내용과 일치한다.

새로운 보고서는 또한 바이오디텍션 21 하에서 트리거 정보를 확인하거나 없애는데 사용될 생물학적 식별장치인 휴대용 장치의 사용을 권장하지 않았다.

이 보고서는 실험실 유전자 검사를 통해 공격 여부를 확인할만한 추가 시간이 확보되지 않는다면 민간 공무원들이 대피 조치나 기타 중대한 비상 대응책을 명령하지 못할 거라고 전하면서 장치의 비용과 유용성을 거론했다.

연방 차원에서 바이오 탐지를 개선하기 위해 노력해온 여러 명의 현직과 전직 정부 과학자들에 의하면, 트리거 장치와 소형 식별장치의 결합을 고려할 때, 국토안보부는 바이오워치를 유용성이 훨씬 더 떨어지는 시스템으로 교체하는 위험을 갖게 되는 것이다.

바이오워치를 “효과적으로 교체할 정도로 기술이 발달하진 못했다”고 미국 질병통제예방센터에서 32년간 근무한 미생물학자인 Stephen A. Morse는 말했다.

트리거 장치는 “미세 입자의 크기를 탐지하지 못한다. 저농도의 입자도 탐지하지 못한다”고 그는 인터뷰에서 말했다.

Morse와 다른 전문가들은 트리거 장치가 미세한 분말 형태의 탄저균을 탐지하는데 어려움이 있을 것이며, 또 하나의 잠재적인 생물전 물질인 야토병 원인균도 소량일 경우엔 확실하게 탐지해내진 못할 거라고 말했다. 탄저병을 일으키는데 필요한 탄저균 포자 수는 8천~5만개인데 반해, 토끼열로 알려진 야토병은 원인균을 10~50개만 흡입해도 생길 수 있다.

McDonnell 차관보는 존스홉킨스 대학의 보고서에 나오는 실험 결과는 “우려를 제기”하나, 바이오디텍션 21이 가동되면 문제가 해결될 것으로 믿는다고 말했다.

“뭐랄까, 내가 과학자들에게 당부하고 싶은 건, ‘완벽함이 적당한 만족의 적이 되게 하지 말라(적당한 만족보

다는 완벽함에 만전을 기하라)’는 것이다”라고 그는 말했다.

McDonnell은 지나치게 많은 오경보는 공공의 신뢰에 저해가 될 수 있음을 “매우 우려”하고 있다고 말했다.

하지만 그는 새로운 장치 중 하나에서 경보가 발동되어 휴대용 장비로 위험한 병원체를 확인하게 되면 “아마도” 미국에서 가장 혼잡한 철도 교통의 중심지인 뉴욕 펜실베이니아 역과 같은 핵심 공공시설을 폐쇄하게 될 거라고 말했다.

의약품을 처방하려면 실험실 유전자 검사를 통한 추가적인 확인이 필요할 거라고 그는 말했다.

McDonnell은 새로운 시스템으로 3시간 안에 전염성 물질을 탐지 및 확인할 수 있다고 평가했다. 바이오워치는 이런 결과를 내는데 12~36시간이 걸리도록 설계되었다.

그는 또한 신규 시스템에서 무해한 물질과 유해한 물질을 구분하는데 도움이 될만한 더 우수한 컴퓨터 능력을 찾고 있다고 말했다.

McDonnell은 첫 번째 트리거 장치는 12월 22일에 설치되었고, 다른 하나가 이번 달에 추가될 예정이라면서 12개의 모든 장소에 투입될 자금을 확보했다고 덧붙였다. 그는 해당 장소를 구체적으로 확인해주진 않았다.

McDonnell은 신규 시스템의 운영비를 연간 8천만 달러로 유지하는 것을 목표로 하며, 이는 지금의 바이오워치 운영비와 같은 수준이라고 말했다.

존스홉킨스 측의 보고서에 의하면, 신규 시스템에 들어가는 트리거 장치는 지난 5월과 6월에 매릴랜드에 있는 육군 엡트우드 생화학센터에서 시험을 거쳤다.

미군은 가능한 생물학 공격을 탐지하기 위해 중동과 한국에서 수년간 트리거 장치를 사용해왔고, 오경보가 자주 발생했다.

트리거 장치가 공격 탐지 신호를 보내면, 군 부대는 공

기를 매개로 하는 생물작용제의 흡입이나 피부 접촉을 차단하기 위해 마스크와 보호장비를 착용한다. 이 신호가 오경보이면 장비를 벗고 임무에 복귀한다.

군은 불완전하긴 하지만 휴대할 수 있는 탐지 시스템을 사용하는 대가로 오경보를 받아들이고 있다. 혼잡한 도심이나 사람이 많은 경기장에서는 오경보 - 와 우주복 같은 보호장비를 착용한 비상대응요원들의 모습 - 가 공포를 유발할 수 있다.

“군에서는 늘 간헐적인 오경보를 감수할 수밖에 없다”고 퇴역한 육군 소장인 Stephen Reeves는 말했다. 그의 참모는 바이오워치에 사용하는 공기시료 채집 기술을 개발한 바 있다. “이것을 대중을 상대로 다룰 순 없는 일이다.”

의도적인 생물작용제 유출 위협은 수십 년간 임박한 것처럼 보였다. 미국은 1969년에 자국의 공격용 생물전 프로그램을 포기했지만, 미 관리들은 일부 적들과 테러집단이 병원체를 무기화하려는 노력을 지속하고 있는 것으로 의심하고 있다.

9.11 테러 이후 수 주일 동안 탄저균 포자가 묻은 편지로 인해 사망자 5명과 감염자 17명이 발생하면서 수많은 정부 건물과 우편시설이 폐쇄되자 두려움이 커졌다.

FBI는 최종적으로 메릴랜드주 포트디트릭 연구소의 탄저균 전문가였던 육군 미생물학자 Bruce E. Ivins가 범인이라는 결론에 도달했다. Ivins는 자신이 탄저균 사망 사건으로 기소될 거라는 사실을 알게 된 후 2008년 7월에 스스로 목숨을 끊었다.

탄저균 편지 공격이 일어난 직후에 미국 전역에는 바이오워치가 설치되었다. 이 시스템의 소형 센서들은 길가나 건물 꼭대기에 설치되어 의심 가는 물질을 채집하기 위한 필터 카트리지로 공기를 빨아들인다. 사용한 필터는 기술자가 하루에 한 번 교체해서 현지 실험실로 가지고 가며, 여기서 바이오워치 표적 병원체가 있는지를 확인하기

위해 유전자 검사를 실시한다.

조지 W. 부시 행정부는 바이오워치가 순조롭게 작동하고 있다고 의회에 확인시켜주었지만, 이 시스템은 처음부터 문제가 있었던 것으로 드러났다.

2012년 7월에, 타임즈는 바이오워치가 세간의 이목을 끄는 공공 행사들을 비롯해 2008년 내내 수많은 오경보를 발동시켰다고 전했다.

예를 들어, 2008년 8월 28일에 덴버에서 열린 민주당 전당대회에서 버락 오바마가 했던 수락 연설은 현장에서 발동된 바이오워치의 야토병 오경보로 인해 위태로운 상황이였다.

당시에, 백악관, 국토안보부 본부, 덴버의 국가보건 관리들 간에 전화 회의가 이루어지는 등 여섯 시간에 걸친 긴박한 협의 끝에 콜로라도 당국은 아무런 공격도 발생하지 않았다는 결론을 내렸다.

“덴버에서 일어난 일은 긍정오류(false positive)였다”고 국가 비상대응 책임자인 Chris Lindley가 최근에 그 당시를 상기하며 말했다. “수백 명의 사람들이 여러 회의실에 앉아 어떻게 대응해야 할지, 격리조치를 어떻게 해야 할지, [항생제]를 어떻게 처방해야 할지를 논의하며 애기를 나누었다. 이 모든 것은 시간낭비였을 뿐이다.”

2015년에, 의회 조사와 감사를 실시하는 미국 회계감사원은 보고서를 통해 바이오워치에 의한 오경보가 149건 있었다고 밝혔다. 오경보가 있을 때마다 현장의 공무원들은 시스템에 문제가 있다는 최종 결정을 내렸다.

작년 11월 14일에 워싱턴에서 개최된 기업 후원 생물방어 회의에서 미국의 전직 고위관리 세 명은 당시에 시스템 가동을 도왔던 사람들이었음에도 불구하고 이 시스템을 공개적으로 거부했다.

“우리 중에서 바이오워치를 실제로 신뢰하는 사람은 아무도 없다”고 국토안보부 장관으로서 2003년에 시스템의 설치를 감독했던 Tom Ridge는 말했다.

2001년 10월에 자신의 사무실에서 탄저균이 묻은 편지가 개봉될 당시에 상원 다수당 원내대표였던 Tom Daschle은 바이오위치에 대한 “기대감이 매우 높았다”고 말했다. “하지만 사실상 그 이후에 일어난 일들을 보면 실망스러울 뿐이다.”

“상원 국토안보위원회의 위원장이자 코네티컷주의 당시 상원의원이었던 Joe Lieberman은 “2001년 이후, 우리는 모든 것을 제자리로 돌려놓기 위해 너무 서둘렀다”고

말했다. 이 시스템은 “우리의 기대를 제대로 구현해내지 못했다.”

Lieberman은 바이오디텍션 21로 교체하면 “가능한 한 최신식 기술에 실제로 다가가게 되는 것이지 - 그리고 바이오위치보다 훨씬 더 효과적인 시스템을 갖추게 되는 것이지”를 McDonnell에게 물었다. McDonnell은 “그렇다”고 대답했다.

(Los Angeles Times : 2019. 2. 15)

북한 생물무기 프로그램에 관한 최근 보고서에 회의적일 수밖에 없는 이유

생물무기를 사용하면 엄청난 결과가 초래될 수 있어 군무기고에 생물무기를 보유하고 있는 국가는 그 어떤 국가이건 국제적으로 중대한 우려가 되나, 그럼에도 불구하고 북한의 생물무기 능력이 얼마나 되고 얼마나 첨단화되어 있는지에 대해서는 극소수의 정보만을 기반으로 평가가 이루어지고 있다. 북한의 생물무기 능력으로 인해 어떤 위험이 생길 수 있는지를 평가한 최근의 한 보도 기사가 바로 그 예이다. 보고서에 나오는 한 전직 공무원은 북한은 “핵무기보다는 생물무기를 사용할 가능성이 훨씬 더 높으며”, “해당 프로그램은 첨단화되었으며 과소평가되어 있고 매우 치명적”이라고 밝혔다. 이러한 주장은 사실일 수도 있으나, 북한이 비밀을 유지하고 있으며 과거에 군사연구생산시설을 은닉했던 점을 감안할 때 이를 확인하기란 거의 불가능한 일이다.

북한 생물무기 능력에 대한 미국의 평가: 묘사된 만큼 확정적이지 않아

수년 간 북한의 생물무기 능력에 관한 미국 정부의 문서들이 기밀 해제되어 공개되었지만 이것이 우리의 이해를 명확하게 해주진 못한다. 1997년 중앙정보국(CIA)의 위협 평가에서는 북한이 “제한된 [생물무기] 활동을 지원

할 수 있는 능력이 있음”을 보여주었다. 그로부터 8년 뒤인 2005년에 CIA의 Porter Goss 당시 국장은 “북한은 유효한 [화학무기]와 [생물무기] 프로그램을 가지고 있으며, 아마도 화학무기를, 어쩌면 생물무기까지도 사용할 수 있는 상태일 것”이라고 보고했다.

하지만, 2014년 이후로 미국 정보공동체는 기밀 해제된 생물무기 평가 자료에서 북한을 의심스러운 프로그램 목록으로부터 삭제했다. 2014년에 미국의 James Clapper 국가정보국장은 연구개발 단계를 넘어선 생물무기 프로그램의 “일부 요소들”을 보유한 국가로 시리아만을 지목했을 뿐이다. 그로부터 1년 뒤에 Clapper 국장은 우려되는 국가 생물무기 프로그램에 대해 아무런 언급도 하지 않았다. 현직 Daniel Coats 국장 역시 2017년 5월에 의회에서 세계위협에 관한 첫 증언을 할 때 생물학적 프로그램에 대해 그 어떤 말도 하지 않았다. Coats 국장은 2018년도 세계위협 증언에서 “북한은 생물무기 프로그램을 뒷받침할 수 있는 장기적인 생물무기 능력과 생명공학 인프라를 갖추고 있다”고 말했다. 하지만 존 볼턴이 2002년 연설에서 말했듯이 “북한은 지구상에서 가장 강력한 공격용 생물무기 프로그램을 가지고 있다”고 말하진 않았다. Coats 국장은 호언장담하기보다는 북한을 비롯해

절대 다수의 국가에 해당할만한 상황을 설명하는 표현을 사용했을 뿐이다.

한국과 탈북자의 주장에 대한 평가: 회의적인 이유

북한의 생물학적 능력에 대한 다수의 평가 내용은 대부분 한국 소식통에서 나온 것이다. 이는 적법한 정보원이긴 하나, 다른 일련의 정보와 마찬가지로 불완전하다. 한국 국방부는 2012년 백서에서 북한이 “탄저균, 천연두, 페스트, 야토균, 출혈열 바이러스 등의 다양한 생물무기를 생산할 수 있는 능력이 있는 것으로 보인다”고 평가했으나, 이를 뒷받침하는 자료나 근거를 제시하진 않았다. 2016년에 한국 국방부는 “소식통에 따르면 북한은 탄저균, 천연두, 페스트와 같은 다양한 생물작용제를 자체적으로 배양해서 생산할 수 있는 능력이 있다”고 표현을 바꿨다.

탈북자도 중요한 정보원이거나 결정적인 소식통은 아니다. 탈북자 보고서에는 걱정스러운 상황이 제시되고 있으나, 다수의 보고서는 간접적이거나 제3자를 통해 전해들은 정보를 기반으로 하거나, 이미 나온 내용을 반복해서 전하거나, 믿기 어려운 내용이다. 2003년~2004년에, 그리고 또다시 2009년에 탈북자들은 북한이 정치범들을 대상으로 유독 물질을 실험하고 있다고 주장했다. 하지만, 이러한 비난은 화학물질의 인체 사용과 관련된 것이지 생물작용제를 겨냥한 것은 아니다. 2014년에 과학자, 한국 전문가, 인권 옹호자로 구성된 한 단체는 이런 주장을 하는 북한 사람과 일하는 한국 사람들과 얘기를 나누며 이와 같은 주장을 확인하려고 했다. 하지만 이 단체는 이러한 주장을 확증할 수 없었고, 탈북자의 주장에 대한 신빙성을 떨어뜨리는 부정확한 사실이 있음을 발견했다.

최근의 탈북자들이 천연두와 탄저균 백신 접종을 받았다는 보고가 나오자 어떤 사람들은 북한 정권이 이 물질들을 무기화해서 사용할 준비가 되어 있다는 주장을 하기

에 이르렀다. 물론 이런 가능성을 배제할 순 없으나, 이런 예방접종은 북한의 일상적인 방어 프로그램일 가능성도 있다. 소비에트 연방, 바르샤바 협정 국가들, 이라크는 모두 표준 관행으로 자국의 군인들에게 예방접종을 시켰다. 미군은 군부대를 잠재적 전쟁지대에 배치하기 전에 예방접종을 시킨다. 북한은 1951년부터 선전을 통해 미국이 한국전쟁에서 생물무기로 북한을 공격했다고 주장해왔다. 이러한 주장은 믿을만한 근거가 없고, 소련과 중국의 문서들도 그 신빙성을 의심했다. 북한의 일부 지도자들은 이러한 주장과 관련해 진실을 알고 있을지도 모르나, 다른 사람들은 그렇지 못할 것이다. 미국을 온갖 종류의 끔찍한 무기를 사용해서 침략할 수 있는 악의 세력으로 계속 묘사하는 것은 북한의 선전과 꼭 들어맞는 것이며, 이렇게 함으로써 이에 대비하도록 북한 주민을 고무시킬 수 있다.

북한은 또한 2015년에 미군이 한국의 미군 기지에 살아있는 탄저균을 오배송한 사실을 어떻게 인정했는지를 인용하며 다른 국가들의 생물학적 능력이 우려된다는 점을 정당화하고 있다. 이 사고가 발생한 직후에 김정은은 평양의 생물기술연구소를 시찰했다. 김정은의 2015년도 시찰 모습이 담긴 사진에는 생물무기 생산가능 시설과 관련된 군사안보, 안전수칙, 기타 공동의 조치가 드러나지 않는다. 생물무기 생산 시설은 보호장비 없이 돌아다닐 수 있는 곳이 아니다. 뿐만 아니라, 자국의 생물무기 프로그램을 폭로하거나 해체시킨 국가 중에서 이를 이중용도 시설에 보관한 경우는 단 한번도 없었다. 생물무기 프로그램은 늘 삼엄한 경비가 이루어지는 군사시설에 있었다. 김정은 정권은 북한의 잠재적 능력에 대한 우려를 싹트게 해서 억제력을 갖기 위해 이번 방문을 마련한 것일 수도 있다. 사진은 북한이 수출 제제를 피해 치명적인 용도로 쓰일 수 있는 장비를 입수했음을 보여주고 있다.

북한이 천연두 실험실 샘플과 앞에 나온 병원균 일부를

보유하고 있더라도, 이를 무기화하는 것은 과학과 공학 면에서 상당히 힘든 일이다. 한국 정부는 북한이 열두 개 개의 생물작용제를 가지고 있는 것으로 추정하고 있다. 이것이 사실이라면, 이는 미국이 생산한 생물작용제의 숫자와 정확히 일치하며, 구 소련이 생산한 것보다는 하나가 부족한 수치이다. 미국과 구 소련은 수십 년간 자국의 생물무기 프로그램에 어마어마한 돈을 쏟아 부었고, 이 과정에서 사고로 인해 사망자가 발생하는 등 상당한 어려움을 겪었다. 북한이 다양한 과학 분야에서 발전하고 있는 하지만, 핵무기와 이를 운반하는 미사일 능력을 발전시키면서 이와 동시에 냉전 당시 초강대국들이 들인 노력에 필적했을 만한 가능성은 없다. 뿐만 아니라, 1979년에 천연두가 근절된 뒤로는 미국과 러시아만이 세계보건기구의 감독 하에 천연두를 보관 및 취급하고 있다. 국제사회의 추정으로는 이 두 개 국가가 유일하게 남아있는 천연두 보관소이다.

최근의 한 보고서는 북한의 과학자들이 외국 과학자들과 공동으로 작성한 과학 논문들을 다루며 김정은 정권이 자국의 기술역량을 끌어올려 생물무기 프로그램을 뒷받침하기 위해 과학 분야의 국제 협력을 이용하고 있다는 우려를 제기했다. 이 보고서에서는 이와 같은 협력활동 일부는 당연히 여러 가지 국제 제제를 위반하는 것이라는 우려를 제기한다. 보고서는 또한 외국 공동저자들이 협력의 결과를 어떻게 인식하고 있는지를 확인하기 위해 그들의 값진 후속연구에 대한 근거를 제공한다. 한 북한 연구가가 과학자란 이것저것 만지작거리는 걸 좋아하므로 북한 과학자들은 틀림없이 “박테리아와 바이러스를 강화하는 유전자 교정” 실험을 하고 있을 거라고 의견을 낸 것에 반해, 이 보고서는 북한의 능력을 평가하는데 있어서 이보다 훨씬 더 엄격한 접근방식을 제시한다. 거듭 말하지만, 이것이 가능할 수도 있지만, 과학자들이 만지작거리는 걸 좋아한다는 관념보다는 더 많은 근거가 필요하다.

투명성 제고의 필요성

북한은 생물무기 능력에 대한 의혹을 받자 그들은 생물무기금지협약의 회원국이라고 공공연하게 밝히며 북한은 “화학무기를 개발, 생산, 비축하지 않으며, 화학무기 자체에 반대한다”고 주장했고, 이는 최소한 화학무기가 금지되는 무기라는 사실을 인정했다는 점을 반영하는 것이다. 하지만, 투명성이 확보되지 않는 한, 북한 정권의 이중용도 시설에 대한 주장은 의심스러울 수밖에 없다.

북한은 실재나 잠재적 생물무기에 관한 대화에는 참여하지 않으려고 할지도 모르지만, 의혹이 있는 북한의 이중용도 시설에 대해 관점을 제공해줄 만한 의료, 농업, 기타 사안과 관련된 일부 신뢰구축 교류에는 기꺼이 참여할 수도 있다. 확실한 민간 이슈에 관한 과학·의료 분야의 교류에 착수하면 생명과학 역량의 투명성을 증대시키고 이에 대한 이해를 높이는 중요한 관계를 구축할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 미국과 한국은 북한의 핵과 미사일 프로그램에 관한 대화를 함으로써 북한이 생물무기를 절대 사용하지 않겠다는 약속에 동참하도록 하는 결과를 도출할 수 있을 것이다. 미국, 한국, 북한은 모두 생물무기를 금지하는 국제협약(BWC)의 당사국이므로, 이것은 이론적으로 이 세 개 국가가 BWC에 대한 약속을 재확인하는 외교적 기회가 되어야 한다.

북한의 생물학적 활동에 대한 투명성을 제고하려는 몇 가지 시도는 북한이 BWC의 조건을 따르고 있는지에 대한 통찰력을 얻는 목표에 도움이 될 수 있다. 북한에게 비밀 생물학 프로그램이 있다면, 이러한 노력을 통해 해당 프로그램을 중단하거나 해체하도록 만들 수 있다. 북한이 생물무기 프로그램을 보유하고 있는지, 그리고 프로그램의 범위는 얼마나 되는지와 관련해 더 많은 투명성이 보장되지 않는 한, 우리는 이를 알 수 없을 것이다. 통찰력이 없는 한, 미국과 그 동맹국들은 이라크의 대량살상무기와 관련해 범한 몇 가지 실수를 반복할 위험이 있다.

북한 생물무기의 핵심

북한은 스스로 항구적인 전시 체제에 있다고 여기고 있고, 공격적인 행위와 무기개발 프로그램에 관여했으며, 자국민 다수를 비인간적으로 취급하는 비밀스러운 국가이다. 북한 정권이 주민을 얼마나 잔인하게 다루었고 반대자들에게 폭력을 어떻게 행사했는지를 고려해본다면, 생체실험을 생각해볼 수 있으며 이를 조사해야 한다. 하지만, 더 많은 증거가 나오지 않는 한, 입증되지 않은 보고서가 북한이 생물무기를 생산했다고 주장하는 타당한 근거가 되진 못한다. 북한은 생물무기에 사용할 수 있는 기반시설을 가지고 있는 걸까? 그렇다. 북한이 생물무기를 생산해서 비축하고 있으며 비도덕적인 야심을 가지고 있다는 확실한 증거가 있는가? 이에 대한 최선의 답변은

일부 북한 연구가들은 이러한 증거가 있긴 하지만 현재 보유한 공개출처의 증거가 그렇게 확실하진 않은 것으로 우려하고 있다는 것이다. 어떤 학자가 국가 생물무기 프로그램들을 역사적으로 검토하면서 지적했듯이, “외국 생물무기 프로그램에 대한 정보기관의 평가는 잘못된 경우가 자주 있었고, 때론 과대평가나 과소평가되기도 하고, 때론 전부 놓친 경우도 있었다.” 따라서, 미 국가정보국의 Coats 국장이 가장 최근의 전세계 위협 평가에서 사용한 신중한 표현은 결코 “확실한” 순간이 아니다.

(38 North : 2019. 1. 30)