

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

생물무기금지협약 정보망 www.bwckorea.or.kr



생물무기금지협약 : 지정학적 긴장의 십자포화에 휩싸여

최근까지 생물무기금지협약(BWC)은 정치적 견인력을 상실했었다. 군축 외교관들은 이 협약을 최하위 우선 순위 군축 조약 중 하나로 분류했으며, 수년간 공식 본회의보다 부대 행사가 더 흥미를 끌었었다. 그러나 2022년 유럽에서 전쟁이 다시 발발하면서 BWC는 모스크바와 워싱턴 간의 지정학적 긴장을 풀어주는 밸브 중 하나가 되었고 중요성을 갖게 되었다. 우크라이나 침공 직후 러시아는 유엔 안전보장이사회에 우크라이나 생물연구소에서 미국의 군사활동이 이루어지고 있다는 혐의를 제기했다. 이러한 주장은 결국 BWC의 공식 협의회, 생물무기 사용 혐의를 조사하는 유엔 사무총장의 능력을 약화시키려는 노력, 유엔안보리에 대한 전례 없는 조사 요청 등으로 이어졌고, 정치적으로 매우 중요하고 유난히 어려운 협약 평가회의로 한 해를 마무리하게 했다.

일부에 따르면 러시아의 계획은 모든 면에서 실패했다. 그러나 그것이 단순히 오판이었을까? 다른 군축 포럼에서 흔히 볼 수 있는 성급한 역효과를 낳는 것이었을까? 그럴 가능성은 없어 보인다. 러시아는 여전히 BWC의 주요 행위자이자 장기전을 펼치는 행위자이다. 모스크바의 태도는 BWC 검증 및 준수(verification and compliance)에 대한 내러티브를 주도했으며, 이는 평가회의에서 합의된 새로운 회기간 프로세스에 의해 제공되는 기회를 포착하지 못하는 한 계속될 것이다.

BWC 불이행 혐의

모스크바의 2022년 행동은 수십 년간 워싱턴과의 파워플레이를 통해 구축되었지만, 2020년부터 처음으로 강화되기 시작했다. 그해 미 상무부는 미국 이익에 안보위험을 초래할 것으로 간주되는 기업 명단에 러시아의 "러시아 생물무기 프로그램과 관련된 국방부 시설" 3곳을 추가하여 수출 통제 제한을 적용하였다. 같은 해 러시아는 유엔 총회의 제1위원회에 생물무기 사용 의혹을 조사하는 유엔 임무의 업데이트를 주장하는 결의안 초안을 제출하였다. 그러나 결의안이 소위 '유엔 사무총장의 메커니즘(UN Secretary-General's Mechanism)'에 문제가 있고, 제안한 업데이트로 인해 유엔 사무총장의 신뢰성과 독립성이 약화될 것이라는 점을 암시했기 때문에 일부 당사국은 심각한 불안을 느꼈다. 이 결의안은 반대 63표로 압도적으로 부결되었다.

가식적인 정치적 태도는 2021년에도 계속 확대되었다. 지난 4월 미 국무부의 연간 준수보고서(annual compliance report)에서는 처음으로 명시적으로 러시아가 공격적인 생물무기 전쟁 프로그램을 유지했고 BWC를 위반했다고 평가하였다. 보고서에서는 또한 이중용도 적용을 이용한 중국의 활동에 대한 우려도 제기하였다. 그러나 워싱턴은 BWC와 관련해서는 공식적으로 우려를 제기하지는 않았다. 올해 후반에 러시아는 유엔 사무총장의 메커니즘에 관한 결의안 초안에서 두 번째로 의견

을 제시했지만 역시 거부되었다. 하지만 이번에는 2021년 10월 중국과 러시아 외무장관의 공동 성명으로 외교적 생물안보에 포커스를 맞추었다. 이 성명은 무기 통제, 특히 생물안보 분야에서 중국과 모스크바의 전략적 파트너십을 전달했으며, 이러한 파트너십은 유엔에서의 투표 형태에서도 표출되었다. 이 성명은 정치적 의제가 확대되고 있음을 분명하게 표현한 것이었다. 구체적으로 양국의 외무장관은 BWC에 법적 구속력이 있는 검증 프로토콜을 오랫동안 요구해 왔고, 미국이 2001년 그러한 방법에 대한 협상 과정에서 탈퇴한 것은 “합의가 거의 이루어졌지만” “압도적인 다수의 희망”에 어긋나는 행위라고 강조하였다. 그들은 또한 200개 이상의 미국 생물실험실이 미국 이외의 지역에 배치되어 불투명한 방식으로 운영되고 있으며, 그러한 실험실의 활동은 중국과 러시아의 국가안보에 심각한 위협을 초래한다고 주장하면서 미국 “군의 생물학적 활동”에 대해 “심각한 우려”를 표명하였다.

이 공동성명은 몇 주 후 제네바에서 열린 2021년 BWC 당사국 회의에서도 그 입장을 견지하였다. 이에 대해 미국 군비통제 및 국제안보 담당 차관인 Bonnie Jenkins는 “일부 당사국은 여전히 정교하게 구축된 생물무기 프로그램을 보유하고 있다”고 거듭 주장하면서 성명을 통해 BWC의 새로운 비전 홍보에 집중하였다. “현 상황은 수용할 수도 없고 달성할 수도 없다”고 주장하였다. 미국은 성명에서 단기적 조치를 위한 새로운 “두 가지 접근 방식”과 협약의 장기적 강화를 위한 실무그룹을 제안하였다. 중요한 것은 이 비전이 BWC의 검증을 고려하는 것에 대한 워싱턴의 20년 레드 라인에 잠정적 변화가 있음을 의미한다는 것이다.

이러한 상황에서 다가오는 BWC 제9차 평가회의에 대한 많은 의문점과 긍정적인 결과에 대한 희망이 거의 없는 상태로 2021년이 마무리되었다. 비동맹운동그룹 내에서 평가회의 의장직 후보자에 대한 합의가 교착상태에 빠

짐으로 인해 2명의 부의장(이탈리아와 루마니아)이 준비 과정을 주도하고, 평가회의가 무기한 연기되지 않도록 하는 한편 실질적인 의제를 확보해야 하는 문제 사이에서 올바른 균형을 찾아야 하는 어려운 입장에 놓이게 되었다. 그러나 예상과 달리 준비위원회는 상당히 실질적인 논의가 이루어지도록 했을 뿐만 아니라 평가회의 준비를 위해 의장 지명자, 적절한 회의일자, 회의장소 같은 주요 요소들에 대한 합의를 이끌어냈다. 이 세 가지는 매우 기본적인 것처럼 보이지만 그 어느 것도, 심지어 이 세 가지 조합은 회의 종료 며칠 전까지는 당연히 여겨질 수 없는 것이었다.

외교 강화

2022년 1분기에 평가회의 선택사항(날짜 포함)이 논의될 때, 일부 대표단이 이미 향후 몇 개월 이내에 어떤 일이 벌어질지 알고 있었는지, 혹은 심지어 계획을 세우고 있었는지 여부는 확실하게 말하기가 어렵다.

중국과 러시아가 당초 발표한 전략적 파트너십은 푸틴 대통령이 동계올림픽 개막식을 위해 중국을 방문한 2022년 2월 초, 최고위층에 의해 성사되었다. 그 결과 나온 상당히 광범위한 공동성명에서는 러시아와 중국의 우호관계와 새로운 시대를 맞이하는 국제관계를 대략적으로 언급되었을 뿐만 아니라 생물안보에 대해서도 직접적으로 논의되었다. 외무장관들과 마찬가지로 두 대통령도 법적 구속력이 있는 BWC 의정서의 필요성을 강조하였다. 이는 많은 국가, 특히 비동맹운동그룹이 공유했던 견해였다. 법적 구속력이 있는 의정서의 필요성에 대한 친숙하고 일반적으로 수용된 내러티브는 미국의 “해외 군사 시설의 생물학적 활동”에 대한 이행 우려의 내러티브와 신중하게 연관시켰고, 두 내러티브를 결합하여 그들이 호소하는 바를 잠재적으로 확대하고 합법성을 높였다.

러시아는 우크라이나 침공 직후 그 혐의를 안보리에 제

기했다. 두 달에 걸쳐 안보리는 세 차례 그 혐의를 논의하였고, 매번 이사회 위원들로부터 강력한 반박에 부딪혔고, 유엔군축 담당 고위 대표인 Izumi Nakamitsu도 유엔은 생물무기 프로그램에 대해 아는 바가 없다고 말했다. NATO와 G7 국가들은 러시아가 우크라이나와의 전쟁에서 비 재래식 무기를 사용하기 위한 구실로 생물 또는 화학 무기 혐의를 이용할 가능성에 대한 정보를 공개했으며, NATO와 G7회원국 모두 그러한 이용이 심각한 결과를 초래할 것이라고 지적했다.

마침내 6월 중순 러시아는 공식적으로 BWC에서 그 혐의를 제기하였다. 처음에 모스크바는 워싱턴과 Kyiv에게 우크라이나에서의 생물활동에 대한 "질문"에 답변해 줄 것을 요청하였다. 그러나 2주도 안돼서 러시아는 실질적인 답변이 제공되지 않은 것으로 결정하고, 협약 제5조에 따라 공식 협의회의를 요청했다. 이런 식으로 회의가 소집된 것은 역사상 두번째였다(첫번째 회의는 1997년이었. 당시 쿠바는 미국을 상대로 혐의를 제기했다.)

협약 수탁국으로 영국이 의장을 맡았던 2022년 7월 말 공식 협의회의를 위한 준비회의 기간에, 이 프로세스에 대해 최소한 두 가지 해석이 가능하다는 것이 분명해졌다. 첫째, 일부 관계자들은 이 회의를 3개 이해당사국 간의 대화를 위한 기회로 여겼고 대화를 통해 명확해지기를 바라지만 결론 없이 논쟁만 반복될 가능성이 높다고 생각하였다. 둘째, 다른 관계자들은 이 회의를 검사, 피고인, 그리고 가장 중요하게는 평결이 이루어지는 일종의 모의 재판으로 간주하였다. 중재와 청문회는 많은 분쟁 해결방법의 단계이기 때문에, 어떤 사람들에게는 이 두 가지가 서로 모순되지 않는 것처럼 보일 수 있을 것이지만, 많은 사람들에게는 두 접근방식이 모두 메시지(일부는 "선전"이라고 함) 전달을 위해 회의라는 무대를 이용하는 것, 그 이상은 아니었다.

처음부터 분명한 것 중 하나는 협의회에서 통일된 결론이 나오지 않을 것이라는 점이었고, 이는 정확한 예측이었다. 처음부터 입장이 분명한 러시아, 우크라이나, 미국 외에도 89개국이 회의에 참석하였는데, 그 중 42개국이 공식 성명을 통해 입장을 표명했다. 일부 대표단은 이 문제에 대해 명확하고 강경한 입장을 가지고 있었는데, 많은 서방 국가들은 악의가 있다는 러시아의 주장에 맞서 국제 협력 활동을 옹호했고, 중국을 비롯한 일부 국가들은 미국의 해외 바이오 프로그램에 의문을 제기하였다. 그러나 많은 국가들, 특히 비동맹운동그룹이 성명서에서 매우 모호한 입장을 보이거나 침묵을 지켰다. 이러한 침묵은 그 국가들이 조용히 증인 역할을 하거나 그저 중립적인 태도를 취하는 것으로 이해될 수 있었다. 그러나 그들의 비참여는 의도적인 항의 행동, 즉 원래 협력 프로그램을 훼손할 수 있는 허위 정보 추진에 반대하기 위해 설치된 두 세력의 헤게모니 공세 행동에 대한 항의로 해석될 수 있었다.

1997년 공식 협의회에서는 회의 이후에도 업무를 지속할 수 있도록 사무국을 설치하였고, 헝가리가 주관하는 2022년 회의도 그 선례를 따를 것으로 널리 알려졌다. 6명의 부의장 중 3명은 이미 지명되었으나(서방그룹의 경우 캐나다와 영국, 동유럽그룹의 경우 몰도바), 비동맹운동그룹은 나머지에 대해 버티기 작전을 펼쳤다. 마지막 순간에 중국은 스스로 그 위치에 추천하였다. 짐작 건대 이를 통해 그들이 후속 과정에서 더 큰 역할을 하게 할 수 있을 것으로 생각한 것 같다. 하지만 후속 과정은 실현되지 않았다. 협상 중 러시아의 마지막 요청은 합의된 최종 결론 없이 회의가 종료되었음을 분명히 인정하는 대가로 최종 보고서에서 요청에 대한 언급은 빠지게 되었다. 아마도 평가회의를 위한 BWC 의제에 이행에 대한 불확실성이 남아 있고 향후에도 계속 남아 있을 것이므로, 이러한 불확실성으로 인해 미국은 계속해서 좋지 않은 평가를

받을 것이라는 메시지는 전달되었기 때문에 후속과정이 필요하지 않았을 것이다. 하지만 평가회의를 앞두고 짧은 시간에도 러시아는 예기치 못한 행동을 벌였다.

BWC 평가회의로 가는 길

2022년 10월 총회 제1위원회 회의에서 러시아는 미국과 우크라이나의 '군사 및 생물학 활동'에 대한 질문에 대해 9월 공식 협의회에서 '완벽한 답변'을 받지 못했고 '그 문제는 여전히 남아 있고 해결책을 기다리고 있다'고 주장했다. 러시아는 평가회의에서 그 주장을 계속 할 의향이 있으며, 반드시 협의와 의견 교환에만 국한하지 않고 BWC 제6조에 따라 안보리에 불이행 조사를 요청하는 것은 물론 "협약이 구상하는 전체적인 방법에 참여할" 수도 있음을 분명히 하였다.

이에 대해 미국은 러시아에 "대규모 허위정보 유포"를 중단하고 성명을 활용하여 보다 건설적이고 미래 지향적인 접근방식을 채택할 것을 촉구하였다. 성명에서는 BWC가 "중요한 갈림길"에 서 있다고 규정하고, 당사국들에게 협약의 "새로운 과정을 계획하도록 적극 수용할 것"과 BWC를 강화하고 "보다 어려운 검증 및 준수 문제"에 대한 접근방법을 개발하기 위한 경로"를 개발하기 위해 2년간의 전문가 실무그룹을 설치하자는 제안을 지지해줄 것을 촉구하였다.

2건의 중요한 결의안 초안이 있었다. 헝가리가 후원하는 BWC에 대한 연례 결의안은 합의를 유지하기에 충분하다고 간주되었던 공식 협의회를 설명한 초안과 세번째로 압도적으로 거부되었던 유엔 사무총장의 메커니즘에 관한 러시아의 또 다른 결의안 초안이 그것이었다. 투표에서 거부되었음에도 불구하고 러시아의 발의는 여전히 상당한 영향력을 미쳤다. 결의안 초안의 도입으로 인해 대표단은 그것에 참여해야 했고 의제 설정에 영향을 미치는 비공식 회의, 협의 및 협상에서 검증 및 준수를 논

의해야 했다. 투표 결과와 상관없이 BWC 내에서 준수 및 검증을 강화해야 한다는 주장이 제기되었으며, 미국이 그렇게 하기를 꺼린다는 점이 강조되었다.

러시아가 미국의 혐의에 대해 안보리에 조사를 요청할 수 있음을 시사했지만, 러시아가 10월 말에 BWC 제6조에 따라 조사를 요청하는 안보리 결의안 초안을 상정했을 때, 군축 외교관들은 여전히 무방비 상태였었다. 러시아의 움직임은 그 메커니즘이 발동된 적이 없었고, 평가회의가 불과 몇 주 앞으로 다가왔고, 소개에 앞서 본문에서 기대했던 것과 같은 실질적이고 외교적인 작업이 선행되지 않았기 때문에 특히 놀라웠다. 옵서버들에게 한 러시아의 요청은 진지한 제안이 아니었다. 결의안 초안은 조사위원회가 어떻게 업무를 수행할 것인지, 누가 위원장을 맡을 것인지, 어떤 활동을 수행할 것인지, 정보를 어떻게 수집하고 검토할 것인지를 포함하여 조사위원회가 그 일을 완료하는데 한달 밖에 남지 않은 이유 등에 대한 세부 정보가 부족하였다. 안보리 상임이사국은 3(프랑스, 영국, 미국) 대 2(러시아, 중국)로 결의안을 부결시켰다. 비상임 이사국 10개국은 투표에서 기권하였는데, 이는 러시아에 대한 지지, 우유부단함 또는 참여 부족으로 해석될 수 있었지만, 공식 협의회에서와 마찬가지로 침묵은 러시아의 외교적 책략에 대한 적극적이고 조직적이며 집단적 항의로 해석될 수도 있다. 결의안이 부결된 후 러시아는 표면적으로는 "매우 실망"했지만, 러시아가 의제를 적극적으로 추진하는 당사국이라는 것은 명백해졌다.

평가회의

BWC 평가회의를 위한 상황이 이보다 더 복잡할 수는 없었다. 준비를 위해 이탈리아 출신 의장은 주요 쟁점 사안에 대해 여러 차례의 협의와 이틀 간의 당사국 소규모 회의를 진행하였다. 건설적인 대화를 지속하는 일은 중요한 단계였으나 평가회의의 성공 가능성은 그리 높지 않았

고, 우크라이나에서의 충돌이 대화의 상당한 부분을 차지할 것이 분명했다. 러시아와 미국이 논의를 독점하는 것을 막기 위해 이탈리아 팀은 대화에 최대한 많은 의견을 포함시켰다. 사무국의 다양한 구성은 결과에 중요한 역할을 했다. 이 사무국은 BWC 평가회의의 역사상 가장 신생의 사무국으로, 두 명의 여성(몰도바와 스웨덴 출신)이 주요 위원회의 위원장을 맡아 확실히 성별이 가장 다양하였고, 모든 지역의 대표들이 촉진자(말라위, 북마케도니아, 네덜란드, 파나마, 필리핀)로 활동하였다.

평가회의에서는 '전체위원회(committee of the whole)'가 협약 조항을 하나하나 검토하는 최종 문서의 핵심 부분을 논의하는 동안 '초안위원회(drafting committee)'는 공식 회의를 열지 못했다. 절충을 통해 위원회는 비공식적으로 만나 몇 가지 주요 사안들을 다룰 수 있었다(다음 회기간 기간을 어떻게 구성할 것인지, 협약의 이행과 보편화를 강화하기 위해 무엇을 할 것인지, 이전 주기의 많은 제안을 승인하기 위해 어떤 계획을 세워야 하는지, 이행지원국(ISU)으로 알려진 협약 사무국을 강화할지 여부).

이 두 가지 측면, 즉 전체위원회의 과거 지향적인 부분(backward-looking part)과 초안 작성 위원회의 미래 지향적인 부분(backward-looking part)은 일반적으로 최종 문서의 개별 부분에 반영되지만, 동전의 양면으로 간주되어야 한다. 그러나 평가회의에서 제5조와 제6조의 표현에 대한 조항 별 검토로 미국과 러시아 간의 분쟁을 막는 것은 불가능하다는 것이 입증되었다. BWC 결의안에서는 제1위원회 절충과 반대되는 사실적 언급은 더 이상 허용되지 않는 것으로 간주되었다. 러시아는 제기한 혐의에 대한 합의된 해결을 요구하는 것 외에 어떤 것도 수용하지 않을 것이고, 미국과 우크라이나도 단순히 공식 협의회의와 안보리 투표를 언급하는 것 이상의 표현은 수용하지 않을 것이다. 왜냐하면 그런 주장은 앞으로도 계속

될 가능성이 있기 때문이다. 이 교착상태로 인해 최종 문서에서 전체 섹션이 완전히 삭제되었다.

실질적인 정치적 부분을 빼면 전체 내용에 편견이 생길 수 있었다. 이를 방지하기 위해 다른 부분의 세부사항을 둘러싸고 모든 대표단의 승인과 약속을 이끌어내는 것이 중요했으며, 이는 주요 대표단과의 긴 일련의 비공식 협의로 이어졌다. 서로 다른 시각이 등장했지만 각 당사국은 (자국만의 방식으로) 협약을 강화하는데 관심이 있었다. 해결책에는 1990년대 임시그룹의 업무를 부활시키고, 전체 평가 주기를 위해 개방형 실무그룹을 구성하고, 몇 년간 특정 대책에 대해 정부 전문가 그룹을 소집하고, 검증 전문가 그룹을 발족시키는 것이 포함되었다. 대단히 난감한 임무는 어떻게 하면 서로 다른 많은 아이디어와 요소를 어떻게 하나의 통일된 시각으로 통합할 것인가 하는 것이었다. 마침내 평가회의에서는 "법적 구속력이 있는 조치를 포함하여 구체적이고 효과적인 조치를 확인, 검토 및 개발하고 모든 측면에서 협약을 강화하고 제도화하기 위한 권고사항을 만들기 위해" 새로운 실무그룹의 포괄적인 임무에 합의하였다. 20년 만에 마침내 조약의 제로 다시 돌아와 "준수 및 검증"을 포함한 7개 분야에 대한 합의가 이루어졌다. 새로운 실무그룹에게는 2023년부터 2026년까지 매년 15일의 본회의 기간이 주어졌지만, "가능한 한 빨리, 바람직하게는 2025년 말 이전에" 그 일을 완료하라는 요청이 있어 긴박감이 있었다.

새로운 실무그룹의 설치가 평가회의의 유일한 결과는 아니었다. 국제 협력 및 지원의 완전한 이행(제10조)과 협약과 관련된 과학 및 기술 개발의 검토에 관한 두 가지 메커니즘을 구축하기로 한 결정은 "원칙적으로" 이루어졌다. 즉, 당사국들은 BWC가 그러한 메커니즘을 갖추는 것이 필요하다는 점을 확인했지만, 촉진자들의 최선의 노력에도 불구하고 BWC가 기능하기 위한 모든 요소에 대해서는 아직 합의가 불가능했다. 그럼에도 불구하고 이러한

결정은 중요한 이정표를 의미하며 실무그룹은 향후 메커니즘에 집중적인 초점을 맞출 것이다. 또한 실무그룹을 지원하기 위해 협약 사무국에 새로운 인력이 채용될 예정이다. 단 한 명이지만, 2명에서 4명으로 늘어나는 것만으로도 상당한 진전이었다.

이탈리아 의장의 노력은 결실을 맺었고, 최종 평가회의 문서에 대한 합의된 승인은 유엔 사무총장으로부터 “전반적으로 암울한 국제 안보 환경에서 한 줄기 희망의 빛”으로 환영받았고, 이로써 군축 공동체는 어느 정도의 안도감을 느끼며 한 해를 마무리할 수 있었다.

내러티브를 되찾을 기회

2022년의 특별하고 강렬한 사건 이후, BWC가 새로운 단계에 진입했는지, 아니면 오랫동안 교착상태를 초래한 동일한 정치적 동학이 동일한 형태로 지속될 것인지를 묻는 것이 합리적일 것 같다. 지정학적으로 군축과 국제안보 측면에서 상황은 나아지지 않았다. 우크라이나 전쟁이 계속되고 있고 미국의 생물무기를 둘러싼 러시아의 혐의 제기도 계속되고 있다.

2023년 3월 제네바는 실무그룹의 조직 문제를 다루는 첫 번째 회의를 개최하여 사무국(브라질이 주도하고 프랑스와 조지아가 합류)을 선택하고 의제와 활동 스케줄에 합의하였다. 3월 회의가 있는 지 불과 며칠 뒤, 두마(Duma) 의회위원회는 미국이 1991년부터 소련 붕괴 이후 국가들과 더 일반적으로는 전 세계에 대해 군사적 생물학적 착취 계획을 시행해왔다고 결론내렸다. 생물안보는 여전히 2023년 3월 푸틴 대통령과 시진핑 대통령 간의 고위급 회담의 일부가 되었으며, 양측은 “미국의 국내외 생물학적 군사 활동이 다른 국가들을 심각하게 위협하고 관련 지역의 안보를 훼손하는 것에 대해 심각한 우려”를 표명하였다.

기본적으로 러시아는 적어도 우크라이나 전쟁이 지속되는 한 계속해서 미국에 해명을 요구할 것이 분명해 보인다. 충돌하는 부분은 이러한 혐의 제기와 국제안보 공동체에 미치는 그 영향으로, 지엽적 문제가 아니라 전 세계에 대한 두 가지 다른 시각 간의 충돌이나 다툼이다. 생물안보 측면에서, 이 충돌이 계속되는 한 화해를 상상하는 것은 어려워 보이며, 이는 생물무기 확산에 맞서는 국제적 구조를 크게 훼손할 위험이 있다. 2022년 사건, 특히 평가회의에서 얻을 수 있는 교훈이 있다면 BWC가 여전히 많은 사람들에게 중요하다는 것이다. 이해관계가 없는 경우에도 당사국들은 향후 몇 년간의 야심찬 계획에 대해 여전히 협상하고 합의할 수 있었다.

실무그룹이 다음 대결의 장이 될 것으로 보인다. 국제협력, 과학기술 검토와 같은 “고전적” 주제를 고려한 본격적인 작업이 8월부터 시작될 예정이다. 첫 번째 불꽃놀이인 준수 및 검증에 대한 논의가 공식 의제로 올라오는 12월에 있을 가능성이 높다. 검증을 새로운 주제로 보는 것은 어렵다. 왜냐하면 임시그룹 뿐만 아니라 다른 곳에서서도, 그리고 최근에 많은 일들이 이미 이루어졌기 때문이다. 동시에 이러한 문제는 수년 동안 BWC 회의에서 논의되지 않았으며 오늘날의 상황에서는 새로운 접근방식이 필요하다. 러시아, 중국 등이 BWC의 모든 조항을 다루기 위해 법적 구속력이 있는 의정서 협상을 준수와 연계해야 한다고 주장한다면 실무그룹이 합의된 권고를 향해 나아가는 것은 극히 어려울 것이다.

협약은 전환점을 맞이하고 있다. 많은 과제가 산적해 있지만 평가회의의 긍정적인 결과는 무시할 수 없다. 2025년은 제네바 의정서 100주년이자 BWC 발효 50주년이 되는 상징적인 이정표가 될 것이다. 이제 당사국들은 협약을 강화하기 위한 구체적인 해결책을 찾는 것이 집단적 이익에 부합한다는 것을 입증하는 데 3년(최악의 경우 4년)의 시간을 갖게 된다. 생물안보에 관심을 갖고

있는 대표단의 경우, 새로운 회기간 프로세스는 검증과 이행에 관한 내러티브를 되찾을 수 있는 기회이다.

(Georgetown Journal of International Affairs: 2023. 5. 17)

기능 획득 연구 : 과학과 안전의 균형

2014~15년 독감 시즌이 한창일 때, Andy Pekosz 는 인플루엔자 바이러스 연구를 중단해야 했다. 분자 미생물학 및 면역학 교수인 그는 계절성 독감 바이러스가 어떻게 진화하여 백신을 앞지르는지 알아내기 위해 실험을 하고 있었다. 전제는 간단했다. 독감 바이러스가 돌연변이를 획득하여 백신을 회피할 때까지 실험실에서 진화시킨 다음, 그 정보를 사용하여 더 나은 백신을 설계하는 것이다.

그러나 2014년 말, NIH는 한 연구그룹이 쥐와 인간을 감염시킬 수 있는 박쥐 코로나바이러스 버전을 만든 후 인플루엔자, 메르스, 사스를 다루는 연구에 대한 자금 지원을 동결했다. 이 연구는 대중의 항의를 촉발시켰다. 과학자들은 이 연구가 코로나바이러스에 대한 보다 나은 백신과 치료법으로 이어질 것이라고 주장했지만, 잠재적 유익정보보다 바이러스가 실험실에서 빠져나와 팬데믹을 일으킬 수 있다는 우려가 훨씬 더 컸다. (이 연구는 결국 계속 진행하도록 허가를 받고 2015년에 발표되었다.)

이런 종류의 실험은 "기능 획득" 연구로 알려져 있다. 이 용어는 두 과학자 그룹이 조류 독감을 변형시켜 흰 족제비를 감염시킬 수 있음을 보여준 이후 2011년에 생긴 용어이다. 2014년 박쥐 코로나바이러스 연구에 대한 재논쟁이 일었고, 미국 정부에 연구에 대한 모라토리엄을 부여하도록 요구하였다. Pekosz의 연구를 포함한 약 20개의 연구 프로젝트가 일시 중단되었고, NIH는 향후 3년간 연구를 보다 안전하게 진행할 수 있는 방법을 논의하기로 하였다.

2017년 코로나바이러스, 에볼라, 인플루엔자 등 팬데

믹을 일으킬 가능성이 큰 병원체의 전염성을 높이는 연구에 대해 생물안보 위험을 신중하게 평가해야 한다고 명시한 새로운 가이드라인이 시행되면서 모라토리엄은 해제되었다. Pekosz의 연구에는 너무 늦은 시기였다. 그가 연구하기 전에 독감에 돌연변이가 발생하여 그의 연구는 쓸모없게 되었다. 자연이 그보다 선수를 쳤다.

이제, 기능 획득 연구가 다시 뉴스에 등장한다. 실험실 유출로 인해 코로나 19 팬데믹이 발생했다는 이론에 따라 규제기관은 기능 획득 연구 가이드라인을 다시 한번 재평가하고 있다. 지난 1월, 미국 생물안보국가과학자문위원회(NSABB)는 더 많은 유형의 연구에 대한 관리 감독의 강화를 권고하는 가이드라인의 초안을 발표하였고, 이것은 연구를 방해받을 수 있는 입장에 있는 사람들과 더욱 엄격한 제한을 해야 한다고 하는 사람들 사이에서 논쟁을 불러일으켰다.

위험의 정의

이 논쟁의 핵심 문제는 과학자들이 "기능 획득"이 의미하는 바에 대해 항상 뜻을 같이 하는 것은 아니라는 점이다. 존스 홉킨스 보건안전센터(Johns Hopkins Center for Health Security)의 수석 학자이자 환경보건공학(Environmental Health and Engineering) 부교수인 Gigi Kwik Gronvall 박사는 "전체 용어가 상당히 모호하다"라고 말한다. 이 용어가 만들어졌을 때 "기능 획득"은 바이러스를 더 전염성이 강하고 위험하게 만드는 것을 의미했다.

그러나 시간이 지나면서 이 용어는 다양한 유형의 연구를 포함하도록 확대되었고, 모든 연구가 우려할 만 것은 아니다. 예를 들어, 2022년 10월 보스턴 대학교 연구자들은 오미크론 변이에 대한 연구로 소란을 일으켰다. 오미크론 변이는 수십 개의 돌연변이를 획득하여, 덜 치명적이기는 하지만 백신 접종을 받은 사람들 사이에서 전염성이 더욱 강해졌다. 연구자들은 이러한 변화가 스파이크 단백질의 돌연변이와 관련이 있는가? 라는 기본적인 생물학 질문에 답변하기를 원했다.

오미크론의 독성과 전염성의 분자 변화를 더 잘 이해하기 위해 연구자들은 오미크론의 스파이크 단백질을 최초의 SARS-CoV-2 바이러스에 삽입하였다. 오미크론-S (Omicron-S)라고 하는 실험실에서 만들어진 새로운 바이러스는 자연적으로 발생하는 변이보다 더 독성이 강했다. 오미크론에 감염된 쥐는 죽지 않았지만 오미크론-S에 감염된 쥐의 80%는 죽었다. 두 버전 모두 동일한 스파이크 단백질을 가지고 있기 때문에, 이를 통해 연구자들은 다른 무엇인가가 독성의 원인이 된 것이 틀림없다는 사실을 알게 되었다.

한편, 최초의 SARS-CoV-2 바이러스는 감염된 쥐를 100% 죽였으나, 면역을 회피하지는 못했다. 오미크론-S는 면역을 회피했다. 이는 스파이크 돌연변이가 오미크론의 전염성에 역할을 했음을 시사한다.

비평가들은 연구자들이 위험한 기능 획득 연구를 하고 있다는 주장하였고 대중의 항의도 이어졌다. 그러나 Gronvall은 연구 해석이 잘못되었다고 말했다. 연구자들이 바이러스를 원래보다 더 치명적으로 만든 게 아니었다. 연구자들이 자연적으로 발생하는 두 가지 바이러스를 결합하여 두 가지 특성을 모두 가진 바이러스를 얻게 되었고, 스파이크 단백질에 대한 중요한 발견을 하게 되었다는 것이다.

'합리적인 예상'

제안된 가이드라인에서 가장 중요한 것은 "모든 병원체의 전염성 및/또는 병독성을 향상시킬 것으로 합리적으로 예상되는" 연구에 대한 추가적인 검토 권장이다. 문제는 과학자들이 바이러스를 더욱 치명적으로 만드는 분자적, 유전적 요인을 여전히 연구하고 있으며, 돌연변이가 바이러스의 심각성에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지 이해하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다는 것이다. 팬데믹에서 보았듯이, 새로운 변이가 나타날 때마다 공중 보건당국은 기다렸다가 그것이 집단에 어떤 영향을 미치는지 살펴보아야 했다.

"저와 다른 5명의 연구원을 한 방에 모아 놓고 몇 가지 사례 연구를 던져주면 우리는 아마도 서로 다른 의견을 낼 것이다" 라고 미시간 의과대학(University of Michigan Medical School) 분자생물학 및 면역학 교수인 Michael Imperiale 박사는 말한다. 게다가 과학자들은 실험을 시작할 때 무엇을 예상해야 할지 항상 알지 못한다. 그저 가설을 세워 검증하고 결과를 얻는다.

Gronvall은 "만일 내가 실험실에서 무슨 일이 일어날지 '합리적으로 예상'할 수 있었다면, 4년이 아닌 6개월 만에 박사 학위를 취득했을 것이다" 라고 말한다.

현재 가이드라인은 팬데믹 가능성이 있는 병원체의 최종 후보 명단에만 적용되지만, 새로운 가이드라인은 더 많은 종에 적용될 수 있다. Imperiale은 이것이 미생물 군집 연구나 심지어 미생물(예를 들어, 오늘날 합성 인슐린을 생산하는데 사용되는 대장균)이 특별한 기능을 갖도록 조작되는 합성 생물학과 같이 관련이 먼 분야에도 광범위한 영향을 미칠 수 있다고 말한다.

새로운 가이드라인은 백신 개발 및 감시에 대한 면제를 해제한다. 많은 과학자들은 이 연구에 대해 허들을 두는 것이 우리를 안전하게 지키는 진전을 방해할 수 있다고 우려한다. MMI 의장이자 블룸버그 석좌교수인 Arturo

Casadevall 박사는 "그러한 것이 방어의 중요한 요소이다" 라고 말한다. "사회적 방어를 위해 수행되는 조치에 관료주의적 규제를 더 추가한다고 해서 우리가 더 안전해지는 것은 아니라고 생각한다."

Casadevall은 또한 연구자들에게 바이러스가 더 치명적이 될 수 있는지 여부를 "합리적으로 예상"하도록 책임을 지우는 것은 중요한 새로운 발견을 방해할 수 있다고 우려한다. 그는 감염성이 약한 아데노바이러스에 스파이크 단백질 유전자를 삽입하여 만든 존슨 앤 존슨 코로나 백신을 일례로 든다. 스파이크 단백질 유전자는 아데노바이러스에 SARS-CoV-2에 대한 면역을 생성하는 새로운 기능을 부여했다. Casadevall은 "이것이 기능 획득에 대한 기술적 정의이다" 라고 말한다. 일부 과학자들은 이 연구가 아데노바이러스를 더욱 치명적으로 만들 것이라고 예측했을 수도 있다. 그랬다면 백신은 없었을 수도 있다.

지난 2월에 그는 항생제 내성균의 치료, 세균 생물정화 도구, 가뭄 및 해충 저항성 작물 등 기능 획득 연구에 기여할 수 있는 많은 발전을 강조하는 논문을 발표하였다. FDA 승인을 받은 최소 2건은 바이러스에 새로운 기능을 부여하여 받은 것으로, 하나는 종양 세포를 감염시켜 파괴하는 변형된 단순 포진 바이러스로 구성되는 T-VEC 라고 하는 암 치료법이다. 다른 하나는 존슨 앤 존슨 코로나바이러스 백신이었다.

조정할 수 있는 차이

대학교에서도 가이드라인 초안을 두고 의견이 분분하다. 공중보건 안전센터(CHS) 책임자인 Tom Inglesby 의 학박사는 새로운 가이드라인이 적당하다고 생각한다. "연구가 금지되지 않는다" 라고 그는 말한다. "그러나 전염성이 큰 에볼라 변이를 만들려면 미국 정부의 심사를 받아야 한다." Inglesby는 정부의 감독이 합리적일 것이며 백신과 같이 대중을 보호하기 위한 연구의 유익성을 고려

할 것이라고 생각한다. 스탠포드 대학과 하버드 대학의 동료들과 함께 센터 부소장인 Anita Cicero 법학박사, 동료 Jaspreet Pannu 의학박사, 그리고 Inglesby는 새로운 가이드라인을 칭찬하고 추가 변경사항을 권고하는 서한에 서명하였다. 마찬가지로 과학자들의 이익을 대표하는 조직인 미국 미생물학회(American Society for Microbiology)도 새로운 규정에 대한 지지 성명서를 작성하였다.

논쟁의 반대편에는 기존 규정으로 충분하다고 생각하는 Pekosz와 같은 과학자들이 있다. 그는 CDC가 실험실의 생물안전 수준을 설정하고 BSL3(예: 탄저병 및 결핵을 유발하는 병원균을 다루는 연구 시설) 및 BSL 4(예: 마르부르크 바이러스)로 지정된 시설에 대해서 광범위한 교육과 규제를 요구하고 있다고 지적한다. 또한 대학에는 잠재적으로 위험한 연구가 정당한지 여부를 결정하는 공동연구윤리심의위원회(IRE)가 있다. Johns Hopkins IRE의 회원인 Pekosz는 너무 위험하다고 판단되는 연구는 승인하지 않기로 결정하였다. 그는 연구원과 심의위원회가 대중을 보호하기 위해 마련된 프로세스에 대해 정보를 더 많이 제공한다면 대중이 안심할 것이라고 생각한다.

앞으로 몇 주 및 몇 달 동안 과학자와 규제기관들은 장단점을 살펴보고 균형을 맞출 수 있는 합리적인 방법을 모색할 것이다. "한편으로는 우발적인 발병이나 큰 해를 끼치는 고의적인 행위로부터 사회를 보호하고 싶은 것이다. 그러나 다른 한편으로는 연구 기업이 사회의 첫 번째 방어선이기도 하다" 라고 Casadevall은 말한다.

(Johns Hopkins Bloomberg School of Public

Health : 2023. 4. 12)

AI 또는 기능 획득 연구 : 어느 것이 더 위험할까?

지난 몇 달 동안 유명한 기술 지도자들이 AI의 위험성을 경고하고 나섰고 정치인들도 이에 동조하고 있다. 지난 주 상원에서는 AI 규제 방법에 대한 청문회가 열렸다. 기술 산업 자체를 규제해달라는 요구도 있다. 불과 며칠 전에는 마이크로소프트사의 CEO가 의회에서 증언하면서 연방 정부에 "AI의 수명주기 동안 전방위적으로 관리해 줄 것"을 요청하였다.

AI 분야의 개척자 중 한 명인 Geoffrey Hinton은 고용주로부터 어떠한 제약도 받지 않고 AI를 비판하기 위해 구글 고위직에서 사임하였다. 그리고 몇 주 전에 나는 AI 프로그램인 ChatGPT에 AI를 믿어야 하는지 물어보았다. 그러자 말도 안된다는 답을 들려주었다.

정말 놀라운 일이다. AI 전문가들은 “해를 끼치기 전에 우리를 막아달라”고 말하는 것 같다. 보통 민간 부문에서는 정부가 그들의 일에 관여하지 않기를 원하는데 좀 신선하기도 하다.

이제 이 모든 것을 전혀 다른 기술, 즉 치명적인 병원체에 대한 기능 획득 연구를 하는 바이러스학자들의 행동과 비교해보자. 이전에 설명했듯이, 기능 획득(GoF) 연구는 인플루엔자 바이러스나 코로나 19 바이러스와 같은 치명적인 병원체를 가져와 이를 더 치명적으로 변형시킨다. 나를 포함한 많은 과학자들은 이 연구가 우려할 만하고 별 이득도 없다고 생각하여, 지난 10년간 이 연구를 규제해줄 것을 요구해 왔다.

그러나 AI 전문가들과는 달리 많은 바이러스 학자들은 기능 획득 연구를 규제하는 것을 반대한다. 도리어 최근에는 156명의 유명한 바이러스 학자들이 기능 획득 연구의 여러 가지 놀라운 이점을 칭찬하면서 위험은 전혀 드러내지 않는 의견서를 공동으로 냈다.

이 바이러스학자들은 전 세계에 ‘전혀 걱정하지 말라’고 말하는 것 같다. 자신들이 하는 일을 알고 있고 위험한 연구가 아니라는 식이다. 게다가 그것이 훌륭한 연구라고 한다. 그러나 솔직히 말해, 나는 이 주장에 동의하지 않는다.

이번 주에 내 관심을 끈 것은 규제 의지의 차이가 아니라 두 경우 모두에서 규제를 어떻게 생각할 수 있는가에 대한 질문이다.

오늘날 "AI"가 무엇을 의미하는지 간단히 정의하는 것은 아마도 불가능할 것이다. 어떤 형태로든 인공 지능을 통합하는 프로그램의 수와 유형이 방대하고, 다양한 방식으로 우리 삶에 이미 영향을 미치고 있기 때문이다. 최근 사람들이 뭔가 잘못되었다고 생각하기 시작한 것은 새로운 방식으로 사람들을 속일 수 있는 능력을 갖춘 LLM(거대 언어 모델)으로 알려진 특정 유형의 AI 때문이었다. 최근 몇 년간, 실제처럼 보이지만 완전히 꾸며낸 영상물이나 비디오를 제작하는 “딥 페이크(deep fake)”에 대한 상당한 우려의 목소리가 있었다(그럴 만하다). 딥 페이크는 전혀 다른 기술을 사용한다.

AI를 통제해야 한다는 데는 동의하더라도 이것이 무엇을 의미하는지 정확하게 말할 수 있는 사람은 아무도 없다.

이제 병원체에 대한 기능 획득 연구를 살펴보자. 일부 바이러스학자들이 여러 차례 가장 크게 반대했던 이유 중 하나는 유해한 연구만을 정의할 방법이 없기 때문에 그냥 놔둬야 한다는 것이다.

예를 들어, 156명의 바이러스학자들이 작성한 최근 논평에서는 “기능 획득 접근법은 연구소에서 강력한 유전적 도구이기 때문에 모든 연구의 상당 부분을 포함한다”고 주장하였다. 이것은 말도 안되는 소리이다. “야, 이진 과학인데, 모든 과학을 금지하고 싶은 것은 아니지?” 라

고 하는 것과 같다.

그들은 또한 최근 코로나 19 백신의 급속한 개발과 같이 유익한 연구 사례를 제시함으로써 기능 획득 연구를 옹호한다. 최근 생물학 저널 mBio에서 지적된 바와 같이, 이것은 레드 헤링(red herring)(주의를 다른 곳으로 돌리거나 혼란을 유도해 다른 사람을 속이는 것)이다. “우려되는 기능 획득 연구”를 정의하고, 훨씬 더 실제적인 바이러스학 및 세균학 연구와 구별하는 것은 그리 어려운 일이 아니다.

실제로 생물학자들은 최근 기능 획득 연구를 규제하기 위해 제안된 새로운 가이드라인에서 이미 이 구별을 하였다. 홉킨스 연구원인 Tom Inglesby가 말했듯이, “전염성이 더 큰 에볼라 변이를 만들고자 하면 미국 정부의 심사를 받아야 한다.”

그렇다면 왜 AI 과학자들은 “규제해달라”고 하는데, 많은 바이러스 학자들은 “기능 획득 연구를 그대로 내버려 달라”고 하는 걸까? 둘 중 하나를 정하는 것이 너무 어렵기 때문이 아니다. 만약 그렇다면 AI 전문가들은 규제를 가능성으로 고려조차 하지 않았을 것이다.

아니, 돈 때문에 그런 것 같다. AI는 학계와 업계 모두에서 번창하고 있고 앞으로도 엄청난 성장을 이룰 것이다. 규제를 요구하는 사람들은 돈에 대해 걱정하지 않는다. 그들은 AI가 계속 번창하리라는 것을 알고 있고, AI가 사회에 가하는 위협에 대해 진심으로 우려하고 있기 때문에 규제를 요구하는 것이다.

반면에 기능 획득 연구의 세계는 매우 작는데다 거의 전적으로 정부 기금에 의존한다. 그렇지 않다고 부인할 것이지만, 이러한 과학자들은 기능 획득 연구의 극히 일부라도 중단되면 연구비를 받지 못할까 봐 걱정한다. 그들은 또한 보다 직접적인 자신들의 재정 위협을 걱정할 수도 있다. 156명의 바이러스학자들이 작성한 최근의 논문에 대한 이해관계 충돌 진술은 731개 단어에 달한다.

(이것은 내가 지금까지 과학 논문에서 본 것 중 가장 긴 이해관계 충돌 진술 중 하나이다.)

나는 AI(ChatGPT)에게 이에 대해 질문해보기로 했다. 기능 획득 연구를 규제하는 것에 대해 질문하자 다음과 같은 장문의 답변을 내놓았다. “궁극적으로 기능 획득 연구의 규제를 결정할 때는 잠재적인 위험성과 유익성을 비교해보아야 한다. 올바른 균형을 유지하려면 과학자, 정책 입안자 및 관련 이해관계자들 간의 협력을 통해 가이드라인을 만들고, 책임 있는 연구 관행을 장려하고, 적절한 감독 체계를 구축해야 한다.”

AI 규제에 대한 ChatGPT의 대답도 비슷하였다. “규제는 AI 시스템을 책임감 있게 개발하고 배포하는 데 중요한 역할을 할 수 있다... 규제의 구체적인 성격과 범위는 AI 시스템과 관련된 위험의 정도와 그 적용에 따라 달라질 수 있다. AI 기술이 사회에 유익이 되고 잠재적인 위험과 윤리적 우려를 불식시키려면 규제와 혁신 촉진 간의 올바른 균형을 맞추는 것이 반드시 필요하다.”

대체적으로 나쁜 조언은 아니다. 이제 그 바이러스학자들이 귀를 기울이기만 하면 된다.

(Forbes: 2023. 5. 30)

기능 획득 연구는 위험 병원체보다 더 위험하다.

코로나 19 팬데믹 이후 우리는 기능 획득 연구와 그 위험성, 특히 위험 병원체의 생성 가능성에 대해 많은 이야기를 들었다.

하지만 이 분야에는 인간 사회에 상당히 유익이 될 수 있는 연구를 비롯하여 훨씬 더 많은 유익한 것이 있다. 위험성에만 초점을 맞추면 이러한 유익성을 놓칠 수 있다.

먼저, 기능 획득이 무엇인지 명확히 알아야 한다.

기능 획득(GOF)은 관심 유기체에 새로운 특성이나 추가 특성을 부여하는 특정한 형태의 생명과학 연구이다. 다른 전문가들이 논의한 것처럼, 이 연구에는 다양한 목적을 위한 광범위한 작업이 포함된다. 변화하는 기후에 직면했을 때 식량 안보를 해결할 수 있도록 미생물을 직접 조작하여 염분과 가뭄 저항성이 큰 식물을 만들거나, 플라스틱 폐기물을 소비하고 분해할 수 있는 대장균 균주의 생성과 같이 긍정적이고 판도를 바꿀 수 있는 기능을 선택하도록 실험실에서 미생물을 간접적으로 조작하는 것이 포함될 수 있다.

코로나 19의 상황에서 특정 유형의 기능 획득 연구, 즉 질병 감염성 또는 심각성을 높이기 위한 병원체의 변형은 전 세계적으로 비난의 대상이 되었다. 사람들이 기능 획득 연구의 수행, 심사, 승인 및 관리 방법과 고의적, 자연적, 우발적 사유로 인해 생물학적 위협이 악화될 수 있는 방식 등 여러 측면에 대해 우려하는데 이해할 만하다.

그러나 이 한 가지 유형의 연구에만 집중함으로써 주요 공동체 전반에서 생명과학 분야에서의 혁신과 안전 및 안보의 균형을 맞추는데 깊은 균열이 생겼다. 이러한 균열로 인해 이러한 연구가 안전하게 수행되도록 하는데 필요한 생산적인 대화를 나눠 글로벌 문제를 해결하는 것이 거의 불가능해졌다. 기능 획득의 정의를 팬데믹 수준의 발병을 예방하거나 해결하는 병원체 변형으로만 국

한하는 것은 이 분야의 진전을 방해한다. 위험성에 주로 초점을 맞추면 다음과 같은 세 가지의 어려운 결과를 낼 수 있다.

첫째, 위험성 평가가 왜곡되어 잠재적인 유익성이 간과될 수 있다. 인간 감염과 상당히 흡사한 감염을 보이는 동물 모델을 개발하려면 중요한 기능 획득 연구가 필요하다. 이 단계는 직접적인 인간 실험을 최소화하고, 그러한 모델에 질병이 어떻게 유입되어 진행되는지에 대한 통찰력을 제공한다. 또한 이 연구는 과학자들이 신종 질병에 걸린 환자를 알아내어 진단 및 치료하기 위한 약독화 생백신과 기타 유형의 백신 등의 진단 및 의료 대책을 개발할 수 있는 방법에 대한 중요한 통찰력을 제공한다. 더 나아가 코로나 19에서 경험했던 것처럼 새로운 병원체는 시간이 지남에 따라 진화하고 변형될 수 있다. 이는 그 병원체가 검출 능력과 치료 개입을 극복하거나 회피할 수 있음을 의미한다. 기능 획득 연구는 어떤 변화가 생길 수 있는지를 예측하고, 이러한 진화하는 신종 병원체에 대한 이해를 향상시켜 질병 감시 및 의료 개입을 할 수 있게 하는데 중요한 역할을 한다.

둘째, 지나친 협의의 정의는 기능 획득 연구와 관련된 구성요소를 포함하는 연구의 전체 영역을 간과하게 한다. 예를 들어, 미생물에 "형질(trait)"을 추가하는 일반적인 방법은 플라스미드—DNA의 원형 가닥—에 코딩된 유전자를 세포에 도입하는 것으로, 여기서 해당 유전자는 관심 유전자(gene of interest)를 발현하게 된다. 이 과정의 일부로 과학자들은 일반적으로 성공적인 유전자 발현을 확인하는데 도움이 되는 녹색 형광 단백질(GFP)과 같은 "리포터" 유전자("Reporter" gene)를 부착한다. 기술적으로 녹색 형광 단백질을 첨가하면 기능 획득이 되지만, 리포터로서 이를 사용해도 사람의 건강에 위협이

되지 않고 경감이 필요한 중요한 생물학적 위험도 아니다. 생명과학 연구 전반에 걸쳐 기능 획득이 나타나는 다양한 방법을 아는 것이 이 분야에서의 유익성을 극대화하고 위험성과 혼란을 최소화하는 데 있어서 중요하다.

마지막으로, 정책 입안자들은 과학이 국제사회에 전달되어 인식되는 방식에 현재의 정보 환경이 미치는 영향을 고려해야 한다. 잘못된 정보, 허위정보, 국가 기반 선전은 새로운 현상이 아니다. 그러나 인터넷과 소셜 미디어를 통해 점점 더 상호 연결되는 세상에서 정보 교환의 다공성 특성은 양날의 검이 될 수 있다. 과학 정보가 그 어느 때보다 빠르게 공유될 수 있지만, 잘못된 정보도 과학 활동에서 매우 빠르게 공유되어 과학에 대한 신뢰가 무너지는 결과를 초래할 수 있다.

특정의 적들이 인터넷의 확산 특성을 이용하여 과학에 대한 신뢰를 무너트리는 것이 문제다. 향후에 급속도로 증가하는 생물학적 위험을 해결하기 위해서는 생명과학 연구가 중요할 것이기 때문이다. 과학자들은 유행병과 팬데믹을 일으킬 수 있는 질병은 기후변화, 대규모 이주, 이전에 생태학적으로 보존되었던 위치에서 인간이 동물 및 곤충과 접촉하게 되는 파괴적인 토지 이용 관행과 같은 요인으로 인해 더 자주 발생할 가능성이 있다고 예측한다.

필요성과 위험요인 간의 이러한 긴장을 감안하여, 이해관계자들은 주요 위험을 효과적으로 완화하는 동시에 과학적 목표를 달성하기 위해 어떤 작업이 필요한지 명확하게 파악해야 한다.

이러한 어려움에도 불구하고 생명과학의 혁신을 유지하고, 미래에 예상되는 주요 문제를 해결하며, 연구가 안전하고 확실하게 이루어지도록 앞으로 나아갈 수 있는 길이 있다. 생물안보와 생물안전은 이러한 연구의 중요한 부분이며, 과학이 발전함에 따라 정책도 발전해야 한다.

이러한 어려움을 해결하려면 다음 4 단계가 필요하다. 첫째, 조화로운 의사소통의 노력을 통해 세계보건기구

(WHO), 미국 생물안보과학자문위원회 등의 공식적인 국제기구와 국내 정부기관의 SC(science communicator) 및 이해관계자들의 방대한 생태계 전반에 걸쳐 현재의 허위정보 캠페인의 현실문제를 해결하기 위한 노력을 기울여야 하고 지방 및 지역 학술기관에서도 노력을 기울여야 한다. 이러한 노력에는 생명과학 안전, 보안 및 혁신 문제를 다루는 주요 조직과 기관 간의 빈번한 의사소통, 조율, 그리고 동지애도 포함된다. 또한 이러한 노력은 기술적 문제의 어려움과 전 세계 청중에게 투명성을 제공해야 할 필요성 간의 균형을 맞춰야 한다.

둘째, 생물안보 및 생물안전 노력이 잠재적인 팬데믹 병원체와 관련이 있든 없든 간에 기능 획득 연구에 어긋나지 않는다는 점을 분명히 하는 것이 중요하다. 생물안보 및 생물안전 감독과 잠재적인 팬데믹 병원체를 이해하려는 노력, 그리고 기능 획득과 관련된 연구는 함께 작동하도록 되어 있다. 국립과학원(National Academy of Science)의 2004년 보고서 “생물테러 시대의 생명공학 연구(Biotechnology Research in an Age of Bioterrorism)”에서 전문위원회는 특정 유형의 기능 획득 연구가 우려를 불러일으킴에도 불구하고 “생물학적 위협에 대응하기 위한 정책이 너무 광범위하여 생명과학계가 삶의 질 향상에 기여하고 생물학적 위협에 대한 방어력을 강화하는 역할을 지속하는 능력을 침해할 정도가 되어서는 안된다”는 결론을 내렸다. 이를 위해 위원회는 추가적인 우려를 불러일으키는 7가지 실험 범주를 확인하고, 이러한 종류의 실험과 관련된 위험을 완화하기 위한 기준 및 정책 권고사항을 제공하였다.

셋째, 지방, 지역, 국제사회 전반에서 과학지식을 높이는 것이 중요하다. 과학지식은 생물위험 분야에서 보다 많은 정보를 바탕으로 개인 및 집단의 의사결정을 가능하게 할 뿐만 아니라 잠재적으로 지방, 지역 및 국제 관계를 훼손하려는 적들이 주요하게 이용하는 과학과 관련된 잘

못된 정보와 허위 정보에 대한 완충장치 역할을 한다.

마지막으로, 국제사회는 모든 사람의 위험 감내 수준(risk tolerance)이 각기 다르며, 여기에는 과학 연구도 포함된다는 사실을 용인해야 한다. 이 분야의 과학자들과 이해관계자들은 서로 다른 위험 감내 수준을 갖고 있어서 합의를 이루는데 어려움을 겪을 가능성이 높다. 따라서 알려진 위험성과 유익성을 포함하여 기능 획득 연구가 포괄하는 전 영역에 대한 대화를 계속하면, 모든 이해관계자가 호기심을 갖고 겸손하게 열린 의사소통을 하는 데 도움이 된다.

현대에는 이것이 어떻게 보일까? 과학자들에게 이것은 과학지식 뿐만 아니라 연구에서의 차이(gap)도 정확하게 전달할 때 성실하게 행동하는 것을 의미한다. 생물안보 및 생물안전 공동체에게는 혁신, 안전 및 안보가 모두 가능한 방식으로 균형을 이루도록 과학계와 관계 및 관점을 구축하는 것을 의미한다.

그리고 정책 입안자를 비롯한 더 광의의 국제사회에게는 생명과학 생태계 전반에 걸쳐 질문하고 정보를 찾는 동시에 과학자도 사람임을 존중하는 것을 의미한다. 그들은 - 우리는! - 대중과 동일한 우려사항을 공유하고, 필요한 연구가 안전하게 수행되도록 하기 위해 최선을 다하고 있다.

기능 획득과 같은 개념은 매우 미묘하고 복잡하며 시간이 지남에 따라 변해왔다. 이로 인해 비전문적인 정책입안자와 대중은 물론 과학계와 안전 보장 공동체가 이러한 문제에 대해 실질적인 진전을 이룰 수 있도록 지속적으로 역동적인 도전들이 있어 왔다. 궁극적으로 이러한 공동체는 중요한 글로벌 문제를 해결하는 데 도움이 되는 혁신적이고 안전하며 안보가 유지되는 생명과학 연구라는 동일한 목표를 추구한다.

(STAT: 2023. 6. 21)

생물학을 위한 ChatGPT가 있다. 무엇이 잘못될 수 있을까?

최근에 유동적이고 인간과 같은 글쓰기로 프롬프트에 응답하는 놀라운 능력을 갖춘 ChatGPT와 다른 AI 챗봇이 사회의 여러 분야에서 상당한 불안을 불러일으켰다. 챗봇은 학생들의 부정행위를 돕거나 일자리를 잠식하거나 허위 정보를 양산하는데 이용될 수 있다. 챗봇에 주목하는 동안, 생명과학 연구자들도 비슷한 인공지능 기반 기술을 선보였으나 거의 주목을 끌지는 못했다. 걱정스러운 일이다. 단백질 설계를 위한 새로운 알고리즘은 질병 퇴치 능력을 향상시킬 수도 있지만 동시에 오용될 수도 있는 상당한 기회를 만들 수도 있기 때문이다.

생명공학 생산공정이 발전하여 제작자들이 합성 DNA와 자신들이 설계한 기타 제품을 더 쉽게 만들 수 있게 되면서 ProtGPT2 및 ProGen과 같은 새로운 AI 모델을 통

해 연구자들은 이전보다 훨씬 더 광범위한 분자와 단백질을 구상할 수 있게 될 것이다. 자연이 단백질을 설계하는 데는 수백만 년이 걸렸다. AI는 몇 초 만에 유의미한 단백질 서열을 생성할 수 있다. 생물학적 설계를 위한 AI 기술을 개발해야 하는 타당한 이유가 있지만, 해당 분야의 과학자들이 중요하게 여기지 않는 것으로 보이는 그러한 노력에는 위험도 있다. AI는 탐지할 수 없는 새로운 생물무기나 독소를 설계하는 데 이용될 수 있다. 이러한 시스템이 더욱 쉽고 저렴하고 빠른 생산 능력과 함께 발전함에 따라, 과학자들은 생물안보 위험에 초점을 맞추는 동료들과 대화하며 배워야 한다.

조작된 단백질의 문제점은 무엇일까? 많은 단백질 공학의 다양한 응용이 유익하지만, 단백질 독소 기반의 무

기는 오랫동안 우려의 대상이었다. 이것은 식물이나 곰팡이와 같은 유기체에 의해 생성되는 독이다. 예를 들어 피마자 콩으로 만든 독소인 리신(Ricin)은 1978년 런던에서 발생한 불가리아 반체제 인사인 Georgi Markov 우산 암살 사건에서 불가리아 요원들이 사용한 것으로 보인다. 또 다른 예는 보툴리눔 신경독소(botulinum neurotoxin)이다. 이것은 신경작용제인 사린(sarin)보다 독성이 100,000배 더 강하며 국가 생물무기 무기고의 필수품이었다. 새로운 독소를 설계하기 쉽게 하거나 기존 독소를 개선하는 등 단백질 독소를 개발하고 생산하는 기술이 향상된다면, 이는 큰 위협을 초래할 수 있다.

단백질 설계 및 제작과 관련된 분야인 단백질 공학의 위험에 관한 초기 논문의 저자들은 2006년 더 많은 양의 독소 제조가 점점 더 실현 가능해지고 있다고 지적하였다. 독소를 그들의 출처에서 추출하는 대신 새로운 기술을 이용하여 박테리아나 다른 세포에서 독소를 생성할 수 있음을 의미했다. 생물안보 전문가인 Jonathan Tucker와 Craig Hooper는 리신과 같은 독소 성분을 암세포에 제거할 수 없는 항체와 결합할 수 있는 소위 "융합 독소(fusion toxins)"에 대한 의학적 관심이 높아지는 것을 특히 우려하였다. 암세포와 함께 이러한 기술은 잠재적으로 다른 건강한 세포를 파괴하는데 이용될 수 있다. 단백질 공학이 발전하는 동안, 저자들은 이것을 생물안보 커뮤니티에서 "자주 간과하는" 이중용도 위험 영역으로 보았다.

Tucker와 Hooper는 이러한 위험을 제한하는 한 가지가 새로운 단백질을 설계하기 위한 컴퓨팅 능력(computing power)의 부족이었다고 말했다. 약 17년 후, AI 기반 단백질 설계의 출현과 훨씬 발전한 컴퓨팅 능력으로 인해 이러한 제한은 사라진 것 같다.

왜 새로운 단백질을 생성하는가? AI를 이용한 단백질 설계는 생명과학에서 잠재적으로 혁신적인 분야이다. 단백질은 생명의 분자 기계(molecular machines)이다. 인

간과 다른 종들은 다양한 중요한 기능을 수행하는 수천 개의 복잡한 분자를 생성한다. 이것의 기능에는 근육을 움직이게 하고, 분자를 세포 안팎으로 내보내고, 음식과 음료의 영양분을 분해하는 것이 포함된다. 진화로 단백질이 완성되기까지 수억 년 이상이 걸렸지만 이제 과학자들은 수억 개의 단백질 서열을 예시로 사용하여 AI를 "훈련"시켜 훨씬 더 빠르게 수행할 수 있다.

그런데 왜 새로운 단백질을 만들고 싶어할까? 약물 제조에 유용한 화학반응을 촉매 하는 천연 단백질 효소를 상상해 보자. AI는 가치 있는 제품을 더 빠르게 만드는 효소를 준비할 수 있다. 또는 품질이 개선된 약간 변형된 단백질 기반의 약물을 생산할 수도 있다. 아마도 언젠가는 완전히 새로운 반응을 보이는 단백질을 개발하는 데 AI가 유용할 수도 있을 것이다. 연구자들은 유전병을 고치기 위해 인간 단백질에 특이적으로 결합하여 이를 억제하는 단백질을 설계할 수 있다. 또는 박테리아나 바이러스 결합 시, 이것들을 중화하는 단백질, 오염물질을 분해하는 단백질을 설계할 수도 있다. 생성 단백질 설계(generative protein design)의 상업적 응용은 잠재적으로 무한하다.

AI가 설계한 단백질의 위험성은 무엇인가? 단백질 설계를 위한 AI 언어 모델이 빠르게 개발되고 있다. 예를 들어 ProtGPT2는 4,500만 개의 단백질 서열에 대해 훈련되었고, ProGen은 2억 8천만 개의 서열에 대해 훈련되었다. 두 가지 모두 2022년 이후 발표된 최근 논문에 설명되어 있다. 모델에 참여한 과학자들은 소프트웨어를 사용하여 새로운 단백질을 설계한 다음, 검사를 통해 실제로 기능적으로 적절한지 확인하였다. 이 모델은 ChatGPT의 획기적 특성을 최신 이전 버전과 직접 비교한다. 1월 말 ProGen 개발팀의 일원인 Ali Madani는 트위터에 "생물학을 위한 ChatGPT? 오늘 단백질 설계를 위한 [AI 모델]에 대한 우리의 작업을 공유하게 되어 기쁘다"는 글을 올렸다. AI 텍스트 생성기에서 부분적으로 영감을 받은

ProtGPT2의 연구자들은 "단백질 언어를 효과적으로 학습하기 위해 ... 생성 모델을 훈련시킬 수 있는지 궁금했다..."라고 썼다.

생명과학자들이 연구의 안보범위(security dimension)를 모르지는 않는다. 자신들의 과학이 의도적으로 해를 끼치는 데 사용되기를 원하는 과학자들은 거의 없지만, 많은 과학자가 그러한 위험이 그들의 연구분야에 어떻게 적용될 수 있는지를 충분히 이해하지 못하는 것 같다. 단백질 설계자들도 다르지 않다. 적어도 ProtGPT2 및 ProGen에 관한 논문이나 출판 전 논문에 그러한 고려가 이루어지고 있다는 증거가 없다. 또한 단백질 설계자들은 잠재적인 보안 문제를 고려하지 않은 채 소프트웨어 도구를 쉽게 사용할 수 있게 만들어 일반적으로 접근 가능한 저장소에 보관하고 있다. 그게 문제다. 새로운 단백질은 생물방어 및 기타 통제를 피해 갈 수 있다.

예를 들어 식물성 단백질 독소인 리신의 활성 부위(active site)를 생각해 보자. 리신은 단백질을 조립하는 세포 구조인 리보솜을 비활성화할 수 있다. 즉, 위험한 독이다. 예를 들어 단백질 공학 AI는 리신의 활성 부위 주변의 단백질 구조를 재설계하여 잠재적으로 리신과의 서열 유사성을 없앨 수 있다. 예를 들어 생물방어 또는 식량 안보 연구소와 같은 독소 검출 기술에 종사하는 자가 눈에 보이지 않는 새로운 독소를 식별하는데 어려움을 겪을 수 있다. 독소의 불법 수출을 탐지하여 저지하도록 구축된 시스템이 그것을 인식하지 못한다. 다행스럽게도 리신의 활성은 여러 요인의 조합에 따라 달라지며 주변 단백질 구조를 변경한다고 해서 반드시 자체적으로 검출 및 제어가 방해되는 것은 아니지만 유전자 합성, 단백질 발현 및 정제 기술의 발전으로 컴퓨터 설계 단백질의 개발이 더욱 쉬워지고 빨라졌다. 이로 인해 오용의 위험성도 높아질 수 있다.

AI 기반의 단백질 생성. 특정 작업을 수행하는 분자나

단백질을 설계하는 것은 무해해 보일 수 있지만, 실제로 제품을 만들기 위해 그 능력과 기술을 결합하는 것은 전혀 다른 영역이다. 실제로 그런 일이 일어날 수 있을까? 저분자를 설계하여 생성하는 통합 파이프라인을 만드는 로봇 화학 분야에서는 이미 진전이 있었다. 이 개념을 단백질과 같은 더 큰 분자의 자동화된 설계 및 합성으로 확대하는 것은 큰 기술적 도약이 될 것이지만, 최근 단백질 합성의 발전으로 일부 AI 생성 단백질의 소규모, 고처리량 생산이 가능해졌다. 그리고 분자 생물학 제품의 설계 및 생산을 위한 최첨단 시설인 바이오파운드리(biofoundry)에서는 다른 단백질의 생성도 가능해졌다. 필요한 것은 새로운 단백질 설계 알고리즘을 해당 생산 공정에 통합하는 것뿐이다.

우리에게 이것은 데자뷰 순간이다. 이전에 우리는 강력한 화학무기인 VX 신경작용제의 저분자 유사체를 개발하는데 생성 AI를 사용하는 능력을 우연히 발견하였다. 약물 발견 AI의 설정을 전환하면 무독성 분자 대신 소프트웨어가 가장 독성이 강한 "약물"을 전달한다. 생성 단백질 설계 분야는 매우 유사하지만, 이 기술의 잠재적인 이중 용도 위험성을 해결해야 할 필요성에 대한 현장의 인식은 거의 없다. 단백질은 많은 약물을 구성하는 화합물보다 훨씬 더 3차원적으로 복잡할 수 있으며, 새로 설계된 단백질/효소의 사악한 목적을 "확인"하는 것이 더 어려울 수 있다. 실제로 그것들은 알려진 어떤 것과 비교할 수 없을 수도 있다. 그러나 책임 있는 과학에서는 여전히 의도하는 것 이외에 과학이 적용될 수 있는 대체 용도를 고려할 것을 요구한다.

오용 가능성을 해결하는 한 가지 방법은 간단한 원칙을 따르는 것이다. 바로 멈춰서(stop), 보고(look), 듣는(listen) 것이다. 당신이 새로운 생성 AI 기술이나 애플리케이션을 개발하는 중인 경우, 멈춰서 이중 용도 가능성을 고려하라. 다른 과학자들이 소프트웨어에서 이런 문제

를 해결하기 위해 했던 일을 살펴보자. 그리고 다른 과학자들이 당신의 기술이 오용될 가능성에 대해 경고하는 경우라면 귀를 기울이라. 그러한 예방조치를 취하지 않으면 인공지능을 오용하는 것에 대해 가르칠 수 있는 순간이 계속 반복되거나 훨씬 더 나쁜 결과를 초래할 수 있을 것이다.

단백질 생성이라는 실질적인 위험 외에도, 생성 AI를 사용하여 생물학적 데이터와 게놈 데이터를 기반으로 새롭고 침입적 형태의 감시를 개발할 수 있는 전례 없는 잠재력이 있으며, 극도로 독성인 분자와 심지어 극도로 표

적화 된 생물무기도 개발할 수 있다. AI와 생명과학의 결합이 가져오는 변화의 힘은 인류를 돌이킬 수 없는 길로 이끌 수 있으며, 생명의 가장 은밀한 과정에 강압적이고 치명적인 간섭을 할 수 있는 타의 추종을 불허하는 가능성이 있다. AI와 관련된 안전하고 신뢰할 수 있고 책임감 있는 생명과학 연구가 무엇인지에 관해 국제안보 공동체와 생명과학 공동체에서, 그리고 이들 공동체 간에 대화의 여지가 있어야 한다.

(Bulletin of the Atomic Scientists: 2023. 3. 24)

벤치탑 DNA 합성장치에 대한 생물안보 보호장치 권고

합성 DNA는 전 세계 생명과학 실험실에서 사용되며 농산물부터 의약품, 첨단 연료에 이르기까지 다양한 분야에 적용되는 생명과학, 생명공학 및 바이오제조 발전에서 기본적인 역할을 한다. 모든 실험실 작업대에서 사용할 수 있도록 설계된 차세대 벤치탑 DNA 합성 장치를 통해 사용자들은 곧 자신들의 실험실에서 DNA를 더 빠르고 쉽게 인쇄할 수 있게 될 것이다. 이 신기술은 고객이 온라인으로 선별된 공급자에게서 DNA를 주문하는 전통적인 DNA 합성시장을 혼란에 빠뜨릴 수 있다. 이로 인해 DNA 합성기술을 보호하고 악의적인 행위자가 위험 병원체의 구성요소를 얻는 것을 막기가 더 어려워진다. 오늘 발표된 새로운 NTI | 바이오 보고서, 벤치탑 DNA 합성 장치: 기능, 생물안보 영향 및 거버넌스(Benchtop DNA Synthesis Devices: Capabilities, Biosecurity Implications, and Governance)에서는 빠르게 발전하고 있는 이 기술의 현황을 기술하고, 생물안보에 대한 위험을 설명하며, 위험을 줄이기 위해 정부, 산업계, 과학계가 취해야 하는 조치와 감독을 권고한다.

보고서 작성자인 Sarah R. Carter 박사, NTI | bio 부

회장 Jaime M. Yassif 박사 및 NTI | 바이오 프로그램 책임자인 Christopher R. Isaac은 벤치탑 DNA 합성회사, 다양한 생명공학 업체, 생물안보 및 생명과학 연구단체, 기타 부문의 전문가들과 30회 이상의 인터뷰를 통해 벤치탑 DNA 합성장치를 보호할 수 있는 권고사항을 제시하였다.

“우리 보고서는 빠르게 발전하고 있는 이 기술의 현황을 설명하고, 생물안보와 새로운 생물학적 위험에 대해 나누는 많은 대화의 의미에 대해 중요한 배경을 제공한다. 이러한 문제를 주의 깊게 조사함으로써 우리의 목표는 차세대 벤치탑 합성장치를 보호하기 위한 실행 가능한 경로를 확인하는 것이었다”고 Carter는 말했다.

차세대 벤치탑 합성장치는 생명과학 연구자와 생명공학자가 DNA에 좀더 빠르고 편리하게 접근할 수 있도록 하여 귀중한 발견과 혁신을 촉진할 수 있다. 그러나 현재 이러한 새로운 장치에 대한 공식적인 감독 가이드라인이 없고 국제적으로도 성문화된 접근방식이 없는 상황이다. 중앙집중식 DNA 합성시장에서 이러한 장치로 인해 생길 수 있는 분산 시장으로의 전환은 이 중요한 기술에 대

한 장벽을 낮출 수도 있다.

Yassif는 “정부, 업계 및 더 넓은 과학계가 이 기술이 악의적인 행위자에 의해 악용되거나 치명적인 사고로 이어지지 않도록 보다 강력한 안전장치를 마련해야 한다”고 말했다. “DNA 합성기술은 기초 생명과학 연구와 생명공학 발전에 필수적이지만, 현명하게 활용해야 한다.”

보고서는 DNA 합성기술의 오용을 방지하기 위한 NTI | 바이오의 추가적인 노력을 권고한다. 그 노력에는

DNA 합성 스크리닝에 대한 국제 공통 메커니즘의 구축과 급속한 기술발전과 관련된 새로운 생물학적 위험을 줄이기 위해 올해 독립조직으로 출범할 IBBIS (International Biosecurity and Biosafety Initiative for Science)가 포함된다.

(NTI: 2023. 5. 10)

미국 전역의 알려지지 않은 바이오 연구소의 위험성

최근 많은 캘리포니아 주민들은 Central Valley의 Reedley 타운에 소재한 소규모 민간 운영 바이오 연구소에서 약 1,000마리의 실험용 쥐와 코로나 19, 풍진, 말라리아, 뎅기열, 클라미디아, 간염, HIV를 비롯한 감염병 시료를 부적절하게 관리해왔다는 사실이 적발되어 Fresno County 공중보건국 담당자에 의해 폐쇄되었다는 소식을 접하고 불안해했다. 이 연구소는 임신 및 코로나 19 등의 다양한 진단검사 키트를 판매하는 Prestige Biotech라는 회사에 등록되어 있었으며, 진단키트를 개발하고 확인할 목적으로 질병 시료를 보관했을 가능성이 있다. 정부 당국이 아직 이 회사의 이력을 조사하고 있는 중이지만, 이 회사는 과거 Fresno에서 Universal MediTech라는 이름으로 연구소를 운영한 적이 있는데, 화학물질을 부적절하게 보관하여 시 공무원이 조사를 해달라는 신고를 한 적이 있었다.

공개적으로 알려진 바에 따르면, Reedley 연구소는 발병 위험을 최소화하기 위해 적절한 생물안전 기준을 지켜야 했지만 명백히 그렇게 하지 않았다. 이는 발병 상황에 따라 지역사회와 그 너머까지 질병, 혼란, 심지어 사망을 초래할 수도 있었다. 질병통제예방센터(CDC)는 위험 병원체 연구에 대해 전 세계적으로 사용되는 4가지 "생물안

전등급(BL)" 표준시스템을 적용하고 있다. Reedley 연구소에서 사용되고 있던 병원체를 기준으로 판단했을 때, 생물안전 3등급(BL 3) 시설 기준을 따라야 했을 것이다. 3등급 시설의 기준에는 연구소 내부의 공기 흐름 제어와 기타 다른 기준, 장비 및 시설 설계 요건이 포함된다.

그러나 놀랍게도 미국 정부는 관찰 지역 도시 법 집행관(도시 전체에서 정규직으로 근무하는 유일한 경찰관인)인 Jesalyn Harper에 의해 우연히 적발되기 전까지 Reedley 연구소가 존재한다는 사실조차 몰랐던 것 같다. 적발 당시, Fresno County와 캘리포니아 공중보건국은 이 연구소가 임상 연구소 등록 및 의료 폐기물 관리에 대한 법을 포함하여 지역 및 주 법의 위반을 확인하였다. 이용 가능한 정보를 검토한 결과, 혈액 매개 병원체로부터 근로자를 보호하기 위한 연방 산업안전보건청 규정을 위반했을 가능성도 있었다. 그러나 이러한 법에서는 사전 신고를 요구하고 있는데, 이 연구소는 규제기관에 어떠한 문제도 신고한 적이 없었다. 약간 다른 상황이었다면 오랫동안 눈에 띄지 않게 계속 운영했을 가능성이 높았다.

어떻게 감독에 이러한 공백이 존재할 수 있었을까? 복잡한 문제다. 미국 내 바이오 연구소는 다양한 유형의 작업에 적용할 수 있고 기관, 도시, 카운티, 주 및 국가 등

다양한 수준에서 존재하는 부분적으로 중복되는 규정에 의해 관리감독 된다.

탄저병 및 에볼라와 같은 가장 치명적인 병원체(이른바 "생물작용제")의 후보군에 대해서는 누가, 어디서, 왜 작업하는지에 관계없이 광범위하고 통일된 연방의 관리 감독이 이루어진다. 그러나 생물작용제 외에는 책임이 나눠진다. 정부 산하의 연구소는 해당 기관의 관리감독을 받아야 하고, 외국에서 전염성 생물작용제(세균)을 수입하는 연구소는 CDC와 보건복지부의 허가를 받아야 한다.

연방의 자금 지원에는 다른 형태의 관리감독이 뒤따른다. 예를 들어, 국립보건원(NIH)은 사실상 모든 학술연구소와 비영리 바이오 연구기관을 포함하여 재조합 DNA와 관련된 연구를 위해 연방 자금 지원을 받는 기관들에게 적용하는 생물안전 및 생물보안 가이드라인을 가지고 있다. 대부분의 학술연구소는 소속 기관의 환경보건 안전부에서도 관리감독 한다. 또한 학술 연구는 정부나 민간 부문 연구에 비해 상대적으로 공개적이고 본래 세간의 이목을 끄는 경향이 있어서, 학술연구소가 매우 부적절한 생물안전기준에 따라 운영될 수 있는 위험을 제한한다.

요약하면 다음과 같다. 미국 내 바이오 연구소는 민간에서 운영되고(즉, 학술연구소나 정부연구소가 아니고), 정부로부터 자금을 지원받지 않고, 생물작용제를 이용한 연구를 진행하지 않으면 정부의 관리감독을 받지 않는다. 이러한 "알려지지 않은" 연구소는 생물작용제는 아니더라도 여전히 발병, 심각한 질환 및 사망을 유발할 수 있는 병원체를 다룰 수 있는 여지가 훨씬 더 많다. Reedley 연구소가 획득한 병원체의 일부는 이런 범주에 해당한다. 우리 중 한 명이 일하고 있는 생물안전 및 공중보건 컨설팅 회사인 Gryphon Scientific이 곧 발표할 보고서에 따

르면, 미국 내 인간 병원체 연구 활동의 약 ¼이 민간 조직 내 연구소에서 수행되고, 그 민간 조직 중 약 ¼은 "세상에 알려지지 않은" 곳이라고 한다.

알려지지 않는 바이오 연구소는 미국에서 운영되는 많은 바이오 연구소 중 상대적으로 작은 비중을 차지하지만, 이 연구소들에 대한 연방 정부의 관리감독은 반드시 필요하다. 이러한 민간 연구소 중 다수는 우수생물안전기준을 자발적으로 채택해왔지만, 자발적 채택에 의존하는 것만으로는 광범위한 위험을 초래하는 병원체를 충분한 막을 수가 없다. 연방정부가 방사성 물질의 모든 민간 사용에 대해 허가 및 규제를 담당하고 있는 것처럼, 충분히 위험한 모든 병원체에 대해서도 동일한 조치를 취해야 한다.

여기에는 규제 권한을 가진 명확하게 정의된 기관의 주도 하에 기존의 규제 짜집기(regulatory patchwork)를 단순화하고 통합하는 것이 포함되어야 한다. 그러한 기관에는 자금을 지원하고 특정 병원체를 다루는 조직에게 활동을 보고하도록 요구할 수 있는 권한을 부여해야 한다. 또한 그 기관이 해당 병원체의 판매를 관리하고, 정기 감사를 실시하며, 적절한 기준을 충족하지 못하는 연구소를 개혁하거나 폐쇄하도록 해야 한다. 민간 연구소에 대한 관리감독으로 미국은 합리적인 관리감독과 강력한 생명공학 및 과학 기업을 결합하고 있는 캐나다와 스위스 같은 국가를 따라잡을 수 있다.

Reedley 연구소와 같이 알려지지 않은 바이오 연구소에 대한 확실한 관리감독의 부족은 전문가와 대중 모두의 관심을 끌었다. 2023년 1월, 위험한 생물 연구와 관련된 문제에 대해 연방정부에 자문을 제공하는 과학자와 학자로 구성된 합의체인 생물안전국가과학자문위원회(NSABB)는 "이러한 관리감독은 관련 연구에 대한 연방 정부의 인식을 높이는데 도움이 될 것"이라고 하면서 연방에서 자금을 지원하지 않는 연구에 대해서도 "관리감

독을 강화”할 것을 권고하였다. 캘리포니아주 San Carlos 시에서도 그 영내에서 BL 3등급 또는 4등급으로 운영되는 바이오 연구소의 운영을 금지하기로 결정하였다. 급성장하고 있는 Bay Area 생명공학 업체와 350만 명 이상의 Silicon Valley 주민으로 구성된 관련된 집단 간에 긴장이 고조될 가능성이 높다.

Reedley 연구소가 적발된 이후, 이를 처음 적발한 지역 법 집행관인 Harper는 민간 연구소에 대해 보다 강력한 규제 조치를 취해줄 것을 요구하는데 동참하였다. 사고나 질병이 발생하기 전에 Reedley 연구소를 우연히 적발한 것은 행운이지만, 그런 행운에 의존할 필요는 없다. 관련된 상황과 병원체는 매우 다르지만, 코로나 19의 기원을 둘러싼 논쟁은 안전하지 않은 연구소에서 우발적인 누출이 전적으로 가능하고 잠재적으로 파괴적이라는 점을 일반적으로 상기시켜 주는 역할을 하였다. 적절한 연방의 관리감독은 알려지지 않은 연구소를 더 알려지게 만들 수 있고, 안전하지 않은 연구소가 위험한 병원체를 다루는 것을 처음부터 막을 수 있다.

(TIME: 2023. 8. 31)