

녹취록

【개회】

이준호 (서울대 자연과학대학장):

최종현학술원이 주최하는 여섯 번째 코로나 특집 웨비나에 오신 모든 분들을 환영합니다. 저는 오늘 사회를 맡은 서울대학교 자연과학대학 학장 이준호입니다. 지난해 5월 1차 대유행이 한창이던 때 최종현학술원에서 중앙일보와 함께 공동으로 코로나 19 사태를 다각적으로 분석하는 웨비나를 처음으로 개최했습니다. 그때만 해도 이 팬데믹이 이렇게 길어질 지 아무도 몰랐던 것 같습니다. 하지만 2차, 3차 대유행이 일어나고 백신의 문제가 사회적 화두로까지 떠오르면서 저희 이 웨비나 시리즈도 벌써 여섯 번째에 이르게 되었습니다. 많은 분들이 관심을 가져 주셔서 저희들이 올려놓은 이 유튜브 영상이 벌써 한 7만 정도의 조회수를 기록하고 있습니다. 특별히 과학 파트에서 진행된 내용들은 지난해 12월에 책으로도 출간이 되었습니다.

벌써 1년 전 일입니다. 그렇죠? 작년 5월 8일에 '코로나 19 위기와 대응, 그리고 미래'라는 주제로 첫 번째 웨비나가 열렸습니다. 이 첫 번째 웨비나에서는 면역학, 의학, 감염병 역학뿐만 아니라 사회과학, 국제정치 등을 다 망라하는, 아주 집대성되어 있는 웨비나가 열렸습니다. 그래서 장장 아홉 시간 반에 걸친 생방송이 진행되었던 게 그 기억이 생생합니다. 이때 발표해 주신 연사분들을 보시면 우리나라 최고의 전문가들을 모셨다는 걸 금방 아실 수가 있을 것 같습니다. 저희 첫 번째 웨비나에서의 키워드를 잠깐 살펴보면, 코로나 19가 도대체 뭐냐라는 게 첫 번째였고요. 백신, 치료제 이 두 가지가 가장 중요한 키워드였습니다. 그리고 가장 궁금해한 것은 우리가 코로나 19로부터 해방될

수 있을 거냐, 언제 가능할 거냐, 그게 첫 번째 저희 웨비나에서 관심을 가졌던 내용들입니다.

두 번째 웨비나는 그 첫 번째 웨비나 이후에 2차 대유행의 가능성이 보였었기 때문입니다. 그래서 백신 개발에 대해서 사회적 관심이 높아졌고, 따라서 저희가 다시 전문가들을 모시고 두 번째 웨비나를 열게 됩니다. 지금 보시는 것처럼 각 분야 최고의 전문가를 다시 모시고, 그 당시의 백신 개발 현황과 2차 대유행에 대해서 진단하는 시간을 가졌습니다. 여전히 키워드는 보시면 2차 대유행, 백신, 그리고 그때는 이제 백신이 더 중요한 키워드가 됐습니다. 우리는 언제 해방될 것이냐 라는 질문이었습니

다. 이 두 번의 웨비나를 정리를 해서, 지난해 12월에 특집 과학 분야 단행본으로 출간을 하게 됩니다. 그래서 주요 서점들에서 화제의 신간으로 소개가 많이 됐습니다. 실제로 웨비나를 시청해주신 분들이 또 많이 읽어주신 것으로 보입니다.

2020년 12월에 드디어 코로나 백신이 세상에 나왔습니다. 백신을 접종할 수 있다는 기대감도 커졌습니다. 그런데 전세계적으로 3차 대유행이 시작되고 있었습니다. 백신이 언제 공급될 것인지 불확실했습니다. 이런 이유로 해서 저희도 세 번째 과학 세미나를 열게 되었습니다. 지난 1월에 저희가 웨비나를 했을 때 모셨던 연사분들 모습입니다. 이 때는 저희가 3차 대유행, 그리고 중요하게 변이에 대해서도 알아보자 라는 키워드가 있었고요. 백신 안전한가, 누가 먼저 맞을 건가, 효능은 충분한가 등에 대한 궁금증을 해소하게 됩니다. 그리고 치료는 여전히 중요했고요. 그리고 3차 대유행으로 끝날 것이냐 라는 질문도 계속 있었습니다.

그리고 오늘 드디어 저희는 과학 분야로서는 네 번째 웨비나를 준비하게 됩니다. 첫 번째 끝날 때도 이게 마지막이면 좋겠다 그랬고, 두 번째, 세 번째도 마찬가지였는데, 네 번째까지 왔습니다. 이번이 정말로 마지막, 코로나 19의 마지막 웨비나 이기를 기대를 하는 안타까운 마음을 가지고 있습니다. 오늘 저희가 모신 연사분들은 여전히 우리나라 최고의 전문가들을 모셨습니다. 무려 일곱 분을 저희가 모셨습니다. 제롬김 사무총장님과 안광석 교수님은 계속 저희 웨비나에 참여하셔서 백신과 면역 전반에 대해서 멋진 강연을 해 주실 것으로 기대를 합니다. 오늘 처음으로 서울대학교 김빛내리 교수님께서 참여를 해 주셨습니다. RNA 연구 분야 대가이시고 코로나 19 바이러스 유전체, 전사체 분석에 가장 앞서 있는 연구자이십니다. 그리고 우리나라 독자 백신을 선도하고 있는 SK 바이오사이언스의 안재용 사장님도 자리를 해 주셨습니다. RNA 백신에서 가장 중요한 핵심 기술 중의 하나라고 볼 수 있는 전달체 플랫폼에 대해서 연구를 하고 계시는 이혁진

교수님을 모셨고요. 그 다음에 3D 시뮬레이션을 통해서 비말의 확산이 어떤 영향을 주느냐 이런 것들을 분석하고 계시는 성민기 교수님도 새롭게 모셨습니다. 중앙일보의 채인택 기자님께서서는 지난 1 월 저희 웨비나에서 참석해주신 이후에 다시 백신을 둘러싸고 있는 여러 국제 문제들을 설명해 주실 것으로 기대를 합니다.

오늘의 키워드를 말씀드려보면 아마 짐작을 하실 것 같습니다. 이제 4 차 대유행이고요. 백신, 여전히 안전한가, 효능이 있는가, 공급을 어떻게 할 것이냐, 이런 게 되겠습니다. 그리고 우리는 코로나 19 로부터 해방될 것인가, 언제 해방될 것인가? 아주, 이제는 좀 기대를 할 수 있는, 정확히 기대를 할 수 있는 시점에 와 있는 것 같습니다. 그리고 변이 바이러스에 대한 이야기도 좀 있을 것 같고요. 이 모든 팬데믹의 시간이 길어지면서 다들 지쳐가고 있습니다. 그래서 새로운 일상을 언제 우리는 회복할까 하는 것이 중요한 키워드가 될 거라고 생각을 합니다.

지구는 세계화라고 불리우는 하나의 세계인 것 같습니다. 지난날의 세계화라고 우리가 이야기할 때는 아마 경제를 기반으로 한 세계화를 이야기했을 텐데, 오늘날 세계화는 여전히 유효한 것 같고요. 감염병의 세계화가 있었고, 감염병을 대처하는 세계화가 있는 것 같습니다. 지난주에, 이번주에 한미 정상회담이 있었고, 그 자리에서 우리나라가 글로벌 백신 파트너십의 중요한 한 축이 되는 현장을 저희가 볼 수가 있었습니다. 이제 우리가 코로나 19 이 위기를 기회로 전환시켜 나갈 수 있을 거라는 그런 믿음, 그런 희망을 가지고서 오늘 웨비나를 시작하려고 합니다. 오늘의 웨비나가 새로운 일상을 열어 나가는 데 중요한 그런 기여를 할 수 있으면 좋겠다 그렇게 기대를 합니다.

자, 이제 첫 번째 연사이신 제롬김 사무총장님을 소개해드리면서, 저희 본격적인 프로그램을 시작하도록 하겠습니다. 제롬김 사무총장님은 한국 이름을 갖고 계십니다. 김한식이시고요. 하와이 태생이십니다. 애국지사 김현구 선생님의 손자이십니다. 예일 대학에서 의학 박사를 하셨고요. 20 년 이상 HIV 백신 개발에 몰두하신 바 있습니다. 2015 년에 국제백신연구소 사무총장으로 부임하셔서 현재까지 열심히 일을 하고 계십니다. 국제백신연구소는 저개발국에 피해를 주는 그런 질병에 대한 백신을 개발하고 보급하는 데 힘쓰고 계신 그런 역할을 하고 계십니다. 오늘은 그동안의 코로나 19 사태를 통해서 우리가 무엇을 배웠는가 이런 주제로 강연을 해 주시겠습니다. 제롬 김 사무총장님을 모시겠습니다.

【개별발표】

Jerome KIM (국제백신연구소 사무총장):

안녕하십니까, Dean Junko Lee, the distinguished speakers, guests, it's my pleasure to speak today at the Chey Institute for Advanced Studies webinar on COVID-19 on the topic 'COVID-19 Vaccines: What Have We Learned?' These are my disclosures. This is the old paradigm and the new paradigm. What used to happen in the past is shown on the left-hand part of the slide. We would hear about in outbreak. Newspapers and radio and TV would talk about it. People would become aware of it. Countries would become aware of it. Funders would become aware of it. By the time we responded and by the time the companies started to get the wheels going on vaccines, the epidemic would die down, the TV cameras would disappear, the funding would disappear. And companies after time after time after time, without enough funding to carry on vaccine research. We're not really interested in developing vaccines for outbreaks. And that was the old pattern.

And you saw that almost in the Ebola outbreak in 2014. And that's shown in red on the upper part of the panel. Oops. Sorry. On the upper part of the panel here, the outbreak, the Ebola outbreak peaked at about 8 months after the start of the first cases. By contrast, you can see in blue and actually to a different scale the number of cases for COVID-19. What you see in the bottom panel here is a comparison of what happened with regard to the declaration of public health emergencies and then very importantly, the start of the first trials. So, you can see down here in blue, the first case reported of COVID-19 and then the publication of the sequence less than a month later, the development of the first vaccines and the first, the initiation of clinical trials two months later or actually two and a half months later in March of 2020. Compare that to what happened with COVID-19. It was 15 months from the start of the outbreak to the, sorry, the initiation of VSV Ebola virus trial and phase three, and 70 months before the US FDA approved that vaccine. Within 14 months of the onset of the COVID-19 pandemic, by contrast, we had 10 safe and efficacious vaccines. A

really remarkable difference and really a very important lesson learned from previous pandemics.

So, I'm going to sound a bit like Dean Lee here, that there is a light at the end of the tunnel and the light has a vaccine in it. Or the big questions, though, still remain. Can we prove that these vaccines work? Because really, we have two to four months' worth of data at this point on safety and efficacy. Can we make it in significant quantities? A very, very important question still a year and a half after the start of the pandemic. And can we use this vaccine effectively in countries around the world? And can we use the vaccine fairly?

So, with over 300 candidates, actually, I saw a slide yesterday, 317 candidates, we have 10 safety and efficacy signals, and you can see them shown down below, divided by the type of vaccine. Lesson number one, we can make a vaccine 11 months from clone to clinic or laboratory to licensure, as we sometimes say, it's really remarkable. And for a person like myself who's worked on HIV vaccines, where we've known about the disease since 1981 and we need to this day do not have a safe and efficacious HIV vaccine, this timeline is remarkable.

The second thing that we've learned, and this is the advantage of working together, the Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI) started to fund vaccines within three weeks of the publication of the sequence of the virus, a really remarkable difference compared to what happened during the Ebola outbreak of 2014. CEPI-funded vaccines are either through phase three and have been shown to be safe and efficacious, or there's yet another one vaccine from CureVac and now several other vaccines, including a vaccine from SK bioscience that are entering phase three trials now. So, CEPI proved its worth by developing vaccines very rapidly before even two to three months before US government funding appeared in Operation Warp Speed.

But, really now getting past the efficacy question, how much vaccine can actually be made? And, what you see here are projections of amounts of vaccines the companies reported to UNICEF. And if you can see down at the bottom here, you see H1-2121, H2-2121. What this means is that the companies that were queried by

UNICEF said that they could make 12.6 billion doses this year. So, this is data available on the UNICEF website. If you go to Chatham House, which is an independent source based in the UK, they also estimated the amount of vaccine that might be available by the end of the year using the reported numbers from vaccine manufacturers, 10 to 12 billion doses. Well, actually, and if you've done a calculation, 10 to 12 billion doses is the number of doses we need to achieve herd protection worldwide. But, what we've seen now is the reality of vaccine manufacturing. Not all companies can deliver what they promised. And so what UNICEF did was in purple, they've listed the companies that have WHO-approved products that have reported the amount that they can make. And, so this might actually be a more realistic number, so that by the end of this year, we might have five billion doses and by the, by 2022, another 11 billion doses. But, you can see the projected number for 2022 is 30.2 billion doses, more than we need to vaccinate everyone in this world twice over.

How is this possible? Since if you think about the big vaccine that the vaccine made in the largest quantities, influenza vaccine made by a dozen companies around the world, we make 400 million doses of influenza vaccine. By contrast, we are asking companies around the world to make 16 billion doses of COVID-19 vaccine in the first wave. And then, if we need booster doses, if we need variant vaccine doses, billions more doses. So, what companies have done and I think SK and other companies in Korea are making contracts to make vaccine for other companies. So, never before have we had a situation where Merck, one of the major vaccine manufacturers, is making a vaccine from Johnson and Johnson, which actually has a very small vaccine portfolio, or Sanofi, a vaccine manufacturing giant, is making a vaccine from BioNTech, a German biotech company. We have never seen this before, but this is a really remarkable thing. And I think the Korean government is taking advantage of this, because companies and countries that can make high-quality vaccine in significant quantity have an advantage now, as we're trying to scale up global production of COVID-19 vaccines.

But, manufacturing the vaccine is one thing, making sure that it gets out to all the countries that need it is another, and every country in this world is threatened by

COVID-19. But, what we have now is a mechanism for near concurrent partial access to vaccination. So, typically what happens with a brand-new vaccine is, it starts in the high-income countries, and after a decade, maybe half of the people who need the vaccine in low- and middle-income countries have actually received it. We don't have the luxury of time. So, COVAX was developed and then approved by 189 countries organized by CEPI, GAVI, and the World Health Organization. 90 countries will receive the vaccine at no cost, a really remarkable thing. And in the first year they hope to distribute two billion doses. That number is now higher. It's now over three billion doses. So, roughly 30% of the need, if COVAX works, can be met in the first year in countries low-, middle-, and high-income. A really remarkable change and the advantage, again, of working together if COVAX works. The sad part of this is now on the bottom. 10 million doses have been reserved primarily by high-income countries, and the modelling suggests that the high-income countries use that vaccine exclusively, then, global COVID deaths, now three and a half million deaths currently will double, seven million deaths from COVID. And we cannot allow that humanitarian catastrophe to occur. But, on the other side, other than the humanitarian issue, is an economic one, 49% of the global cost of the pandemic in 2021. That's this year. So, roughly four to five trillion dollars will be borne by high-income countries, by the advanced economies if they persist in vaccinating their own populations first without any consideration of equity. Actually, this was from the National Board of Economic Review. The Brookings Institute and now the Office of National Intelligence in the United States have said the same thing. There is an economic cost to not sharing vaccine.

And finally, on top of the humanitarian and economic crises, failure to control the pandemic will undermine, will generate mutants that undermine the efficacy of vaccines. So, a biological crisis as well. We really do need to provide equity in the distribution of vaccines. A final part of this is, you know, we are getting pretty good at vaccinating children around the world. 80 to 85% of children around the world receive the basic vaccines. But, now we're going to have to convert that extended program and immunization for children into a universal program of lifetime

immunization for adults. And maybe this will be something that survives the COVID-19 pandemic, where now the elder get all the vaccines that they need. This is just a quick view of all the vaccines, the 10 vaccines that have been shown to be safe and efficacious with their efficacies listed in red and their approvals lifted on the, listed on the far left-hand side of the panel here. Oops. What this panel, what this slide shows is and something, again, that we hope will be one of the legacies of COVID-19, mRNA- and adenovirus-based vaccines, which didn't really have good examples, good platforms for approved use, now are approved by many regulatory authorities around the world.

I think one of the other things that we've learned during COVID is the value of the smaller companies. When you think about it, where are the major vaccine manufacturers? Pfizer is partnered with BioNTech, which is a biotech company. Sanofi is still catching up. It's right now making vaccines from Pfizer. GSK did not enter a vaccine. Merck withdrew and is now making Johnson and Johnson's vaccine. Takeda, Daiichi, Serum Institute are not really developing their own vaccine. What we're instead dependent are on AstraZeneca, which is not a vaccine manufacturer using Oxford vaccine. So, if Oxford is like a biotech company, AstraZeneca is actually making the vaccine for them. Johnson and Johnson, not a big player in vaccine manufacturing, but with a number of global health vaccines, a real commitment to global health. Novavax, a biotech, Moderna, a biotech. The biotechnology companies were engines for the development of vaccines against COVID-19, perhaps another example of something that may survive the COVID-19 pandemic.

Now, quick little thing about IP, because there's been a lot of talk. Intellectual property is one thing and it's complicated. And you can see these are the patents around RNA vaccines, incredible. But, knowhow is a completely different thing and this knowhow is far greater and actually far more important than IP for a vaccine. Why? Because for vaccines, the process is the product. Vaccine manufacturing is a complex process where quality makes a huge difference. So, the BioNTech process by report has 50,000 steps. Just releasing the IP is not going to allow lots of vaccine to flood onto the market in the next six months when we need vaccine the most. This is

something that if we're going to do, we need to really talk about and get agreement and alignment on intellectual property waivers. Finally, qualified regulatory agencies like the Ministry of Food and Drug Safety in Korea are critical. You cannot have companies not used to making vaccines regulated by organizations that are not used to regulating vaccines in high quality to assure that vaccines are made reproducibly, to assure people that vaccines are safe and efficacious.

So, these are some additional questions. And I've talked about them before, but I'm running out of time. I notice I'm going to go through them kind of quickly. We haven't really optimized either the dose or the schedule. So, you know that a lot of the vaccines were tested in one-month schedule. So, at time, zero and time one month, it turns out that if you space it out a little bit, you appear to get better efficacy. And this is actually data from AstraZeneca. But, Sinovac has similar data and some of the other companies are generating data that's very similar. As you space the vaccine dose out, you get better efficacy. The caveat here is that we also know that in times when there are very, very significant pandemic threat, that sometimes you need to generate neutralizing antibody quickly and often the first dose of vaccine does not do that. So, we're going to have to think very carefully about this. Another part of this is the correlative risk or correlative protection, a single laboratory assay that tells us whether a vaccine will work or not work. We don't have a formal correlative protection yet, but that's going to be very important if we want to speed up the generation of the second and third waves of vaccine that are coming very soon. It looks like, based on phase two data, that neutralizing antibody and binding antibody may be very important, but we don't have formal proof. And that's what the regulatory agencies want.

Effectiveness. You know, vaccine trials are designed to determine whether the vaccine protects an individual, but what countries want to know is will this reduce severe infection, hospitalization, and death? Effectiveness is a very different concept and is related to transmission. Again, the phase three studies do not study transmission. They study infection of an individual. And, so in order to do that, we really will have to design the next version of trials, looking at the effectiveness of

vaccines in real world populations. Some of that data has already come out. And it's primarily for Pfizer and AstraZeneca, although there is some Sinovac data. In general, effectiveness, even for vaccines with efficacy in the 50 to 60% range have been fairly high, and the 85 to 90%. So, reduction of disease, hospitalization, and death where it's available, it's really remarkable. One exception here is and it's still preliminary, the AstraZeneca vaccine by data from Public Health England against the UK and Indian variants shows 66% and 60% efficacy against infection. It's thought that as PHE collects data on hospitalization and death, that effectiveness actually will be much higher. But again, those are the data that we have now. And you can see they're almost all in the 85 to 90% range. Will the vaccines work against variants? And again, in theory, in a test tube, they all seem to have cross-neutralization or cross-protection. Actual data, we have some from Johnson and Johnson and some from Novavax. And in fact, there is protection against variants. But again, will there be effectiveness in real world conditions? And I think some of the data would support this. Again, we're still waiting for more information

Safety, benefit, and risk. And I don't have enough time to go into this. But this is a slide that really goes into what is the true risk of AstraZeneca vaccine. Four cases in a million vaccines or maybe one in 100,000 according to some other data is the risk of hospitalization or death from the AstraZeneca vaccine. Compared to the risk involved in people who actually develop COVID and have blood clots also or who get hospitalized, and again, that risk changes with the risk of infection in the society. So, when the UK was at 400 cases per million, the risk in people who were younger was more significant than it is now, as the UK is at about 40 cases per million, the effect of herd immunity and herd protection. There is another wave of vaccines coming along. They call it Wave 1 and Wave 2 rather than Wave 2 and Wave 3. But, you can see in the next few months we'll be seeing safety and efficacy data on a number of new vaccines.

These were questions from last year. I think we have a lot of answers. But, we still, of course, because we're scientists, we always continue to have questions about whether we're going to see what we expect to see. So now finally, the perils, the pearls

and perils. 11 months clone to clinic, but we don't know durability and safety. CEPI worked, but you know, we still have other diseases for which there is no CEPI equivalent. No 1.5 billion dollars of investment in a vaccine. Vaccine manufacturers were able to distribute manufacturing around the world. Can we make vaccines more vaccines better and faster? COVAX is a mechanism for near concurrent access to innovative vaccine technology. But, our vaccine geopolitics going to disrupt the equitable distribution of vaccine. We have a system now to go from pediatric immunization to lifetime universal immunization. Something like that, we cannot allow to pass. mRNA vaccines can protect against an infectious disease, but our mRNA vaccines only for the global haves. And will this technology work in low- and middle-income countries? Finally, innovation, size, and partnership appear to be the keys to success. And can we continue to do that? And the flip side of that question is where are the big vaccine manufacturers? Thank you.

이준호:

예, 감사합니다. 김 사무총장님의 아주 통찰력 있는 강연이었습니다. 지난 1 년, 1 년 반 동안의 코로나 백신 개발 과정하고, 그 다음에 앞으로 해결해야 될 과제, 그 다음에 관찰해야 될 일들에 대해서도 말씀을 해 주셨습니다. 아스트라제네카 백신의 혈전 위험도가 COVID-19, 코로나 19 에 걸렸을 때의 위험도에 비해서 정말 정말 낮은 빈도이다 라는 데이터도 보여주셨습니다. 이따가 Q&A 때 또 다시 모시도록 하고요.

두 번째 연사이신 김빛내리 교수님을 모시겠습니다. RNA 연구 분야에서 아마 세계 최고의 전문가라고 말씀드릴 수 있을 것 같고요. 현재는 서울대학교 생명과학부의 석좌교수이시고 기초과학연구원 RNA 연구단 단장이십니다. 최근에 한국인 최초로 영국 왕립학회 외국인 회원으로 선정되시는 그런 영예도 가지셨습니다. 지난 해하고 이번 해에 이르러서 코로나 바이러스의 전사체하고, 그 다음에 그 증식을 억제하는 단백질을 연구하시는 등 해서 멋진 연구 결과도 발표를 하셨습니다. 오늘은 '바이러스와 백신으로서의 RNA'라는 제목으로 강연을 해 주시겠습니다. 김빛내리 교수님을 모시겠습니다.

김빛내리 (서울대학교 생명과학부 석좌교수):

안녕하세요. 이런 귀한 자리에 초청해 주셔서 감사합니다. 작년부터, 원래 RNA 는 생물학 분야에서도 조금 어렵고 전문적인 분야라고, 생소한 분야라고 생각이 됐었는데, 작년부터 특히 올해에 걸쳐서는 RNA 에 대해서 거의 모든 국민들께서 다 들어 보실 정도로 친숙해지는, 갑자기 친숙해진 분자입니다. 그 이유는 코로나 바이러스 자체가 RNA 를 유전체로 갖고 있기 때문이고요. 또 전세계적으로 문제를 일으키고 있는 이 바이러스에 대해서 인류가 대항할 수 있는 최초의 무기, 백신도 RNA 로 구성된, 그런 약간 아이러니한 상황이 됐습니다. 그러면 이 RNA 란 도대체 무엇이냐에 대해서 이미 많은 분들이 물론 아시고 계시지만 조금 설명을 드리겠습니다.

RNA 는 ribonucleic acid 인데요, DNA 와 상당히 유사하지요. 보시다시피 DNA 와 RNA 가 모두 이렇게 당과 인산으로 된 골격구조를 가지고 있고요. 거기에 염기가 네 종류가 결합이 돼 있는데, 염기가 DNA 경우는 A, T, C, G, RNA 의 경우는 비슷한데, A, U, C, G 로 돼 있고, 그 염기 서열로 인해서 유전 암호를 담을 수 있는 그러한 분자들입니다. DNA 는 이렇게 이중나선 구조지만 RNA 는 단일나선으로 구성이 돼 있고요. 그것 때문에 RNA 들이 염기를 가지고 여러 가지 일을 할 수 있으면서, 또 다양한 생물학적인 기능을 가질 수 있습니다.

그래서 우선적으로 요즘 많이 들어보셨을 메신저 RNA, mRNA 인데요, 백신에 이용되기도 하고요. RNA 의 가장 중요한 기능 중의 하나가 이 정보 전달자로서의 기능이고, DNA 로부터 염기서열을 받아다가 단백질을 합성하는 데 그 정보를 활용합니다. 그래서 DNA 가 가지고 있는 정보에 반대가 되는, A 는 U, C 는 G, 이런 식으로 연결해서 RNA 를 만든 다음에 거기서 세 개의 염기씩 이렇게 해석을 해서 아미노산을 붙이게 되면 그게 단백질이 되는 것이죠. 자, 그래서 이제 저희가 이 단백질을 원하는 것을 만들고 싶으면, 예를 들면 이 백신을 만들기 위한 항원을 만들고 싶으면, 이 단백질의 아미노산에 해당하는 코돈, 염기서열을 가진 RNA 를 만들어주면, 그거를 세포에 넣어서 단백질을 만들 수가 있는 것입니다.

RNA 의 기능은 사실 이것뿐만이 아니고요. 굉장히 다양한데, 조절자로서의 기능도 있습니다. 그러니까 메신저 RNA 이외에도 수천 가지의 non-coding RNA 라고 부르는 RNA 들이 만들어지고, 이런 것들이 DNA, mRNA, 혹은 단백질에 결합을 해서 조절을 함으로써 특정한 유전자가 더 많이 만들어지거나 혹은 덜 만들어지도록 조절을 함으로써,

여러 가지 우리 몸의 현상들을 조절을 하게 됩니다. 이런 현상들을 이용을 하게 되면, 저희가 인위적으로 또 RNA 를 만들 수가 있고요. 그런 조절하는 RNA 들을 활용을 해서 질병을 생기게 하는, 문제가 되는 유전자를 억제할 함으로써 치료제로서도 활용을 할 수가 있습니다.

네, 그리고 또 RNA 의 역할 중에 또 하나는, 이 RNA 자체가 스스로를 증식시키고 혹은 경우에 따라서는 DNA 로 만들었다가 다시 RNA 를 만드는 이런 과정을 통해서 스스로를 증폭시킬 수 있고 유전 정보를 담고 옮겨 다닐 수가 있습니다. 그래서 이런 것도 특징을 이용하는 것이 바로 이 RNA 바이러스들이죠. 코로나 바이러스의 경우에는 바깥쪽의 스파이크 단백질을 포함한 여러 가지 단백질이 감싸고 있고 또 지질막이 있지만 실제로 그 안에 핵심이 되는 정보를 가지고 있는 그 부분은 바로 RNA 로 되어 있습니다. 이와 비슷하게 다른 RNA 바이러스들도, 지금 문제가 되는 SARS-CoV-2 뿐만 아니라 인플루엔자라든가, HIV, Zika 이런 것들도 전부 RNA 유전체를 가지고 있고요. RNA 가 이렇게 만들어지는 과정에서 DNA 보다는 실수를 많이 하기 때문에 RNA 로 된 바이러스는 변이가 종종 생기게 되고, 그것 때문에 보건적인 문제들이 더 많이 생기게 됩니다.

자, 그래서 오늘 간단하게 저희 실험실과 연구단에서 연구를 통해서 이 바이러스 코로나 바이러스의 유전체에 대한 연구를 수행을 했는데요. 그 부분에 대해서 간단하게 소개를 드리겠습니다. 저희가 작년 초에 1 월말, 2 월 초에 사실 이게 팬데믹이 될 거라는 생각까지는 하지 못했지만, 메르스 사태를 겪으면서 사실 짧은 기간에 그런 감염 사태도 얼마나 사회경제적인 영향이 많고 피해가 많은가를 경험을 했기 때문에, 저희 연구단에서도 그래도 우리가 할 수 있는 일을 통해서 뭔가 해야 되지 않을까 라는 생각을 하고, 저희 연구단의 장혜식 교수님, bioinformatics 를 하시는 분이고요, 그리고 김동완 학생과 같이 질병관리본부의 도움을 얻어서, 바이러스 샘플을 얻어서 유전자 지도 작성을 했습니다. 그리고 보다 최근에는 국제백신연구소의 도움을 받아서 바이러스를 키우면서 김종서 교수님 실험실과 같이 이성윤, 이영석 박사님이 같이 RNA 를 조절하는 단백질을 발견을 했습니다.

그래서 이제 코로나 바이러스에 대해서 잠깐 좀 설명을 드리면, 잘 아시지만, 생활사가 이 코로나 바이러스가 세포에 붙는 것으로부터 시작을 합니다. 여기서 중요한 역할을 하는 것이, 자꾸 나오겠지만, 스파이크 단백질이라는 단백질이고, S 로 표시돼 있고 바이러스의 표면에 있으면서 세포의 표면에 있는 수용체 ACE2 에 결합을 해서 세포

안으로 들어올 수 있도록 역할을 하는 단백질입니다. 일단 들어오게 되면 이 RNA 가 풀려나오게 되고 이것이 메신저 RNA 처럼 기능을 하면서 각종 바이러스 단백질들을 만들어냅니다. 그러면 그런 것들이 바이러스의 다른 RNA 를 쫓 복제하는 기능을 하고 그래서 그런 바이러스의 단백질도 만들고 그러고 나면 수많은 바이러스 새로운 입자들이 만들어져서 밖으로 나가는 거죠.

이 그림을 보시면 아실 수 있겠지만 이 바이러스가 세포 안으로 들어오는 스텝과 바이러스가 RNA 를 복제하는 스텝이 바이러스의 생활에서 아주 중요합니다. 그래서 많은 치료제들이 실제로 이 스텝과, 이 스텝 두 가지를 타겟하고 있고요. 또 그 RNA 바이러스이기 때문에 RNA 가 processing 되는 과정도 굉장히 중요합니다. 그래서 저희가 이제 바이러스에서 도대체 어떤 유전자가, 유전정보가 담겨 있고 또 유전자가 발현이 되는 데까지 어떤 정보들이 필요한가 이런 것들을 알아내기 위해서 작년 2 월부터 시작해서 실험을 해서 작년 초반에 유전자 지도를 보고를 했는데요. 간단하게만 말씀드리면, 이 코로나 바이러스의 RNA, genomic RNA 는 굉장히 길니다. 아주 예외적, 바이러스 RNA 중에서도 예외적으로 길어서 30kb 정도 되고요. 그 앞쪽에서 비구조단백질 NSP 들이 만들어지는데 이런 단백질들이 RNA 를 생산하고 가공하는 데 작용을 하고요. 그 뒤쪽으로 굉장히 또 작은 여러 개의 RNA 들이 만들어지고 각각이 구조 단백질, 바이러스 입자를 구성하는 단백질이고요. 그 다음에 보조 단백질들, 면역 회피하는 그런 기능을 하는 단백질들이 이렇게 만들어져서 이 바이러스의 생활사를 조절을 하고 있다는 것을 알 수 있었습니다.

그리고 여기서 만들어지는 단백질들 중에서 특히, RNA 를 생산하는 단백질, 효소 이런 것들은 앞으로 유전, 바이러스 치료제 개발하는데 중요한 타겟이 될 것입니다. 보다 최근에는 이 바이러스가 여기 보시다시피 RNA 를 많이 만들고요, 그 RNA 로부터 단백질도 많이 만들어야 되고, 그러기 때문에 세포 안에 들어오면 세포 안에 있는 단백질들을 굉장히 많이 활용을 해야 됩니다. 또 세포 입장에서는, 인간 입장에서는 바이러스에 맞서 싸워야 되기 때문에 방어기제도 동시에 작동합니다. 그래서 이 RNA 에 어떤 단백질들이 직접 결합하는지 알아낼 수 있는 기술을 이용해서 단백질들을 100 여 종을 발견을 했고요. 그 중에 17 개 정도의 단백질은 바이러스를 억제하는 작용을 하고 아홉 개 정도의 단백질은 바이러스를 도와주는 역할을 한다는 것을 알 수 있었습니다. 그래서 이런 연구들은 사실 전체 연구에 비하면 정말 작은 부분이고 저희 연구만으로는 결코 되는 것은 아니고 전세계에 있는 많은 과학자들이 바이러스에 대해서 연구해서

바이러스가 어떤 생활사를 거치는지, 도대체 아킬레스건이 어디 있는지 알아내야 되는 그런 아주 큰 프로젝트이고요. 이런 연구들이 합쳐져서 바이러스 치료제가 곧 개발될 수 있기를 바라고 있습니다.

자, 그리고 마지막으로 저희가 RNA 가 굉장히 강력한 분자이기 때문에 그런 강력한 바이러스 힘을 이용해서 오히려 거꾸로 의학적인 도구로 활용할 수 있지 않을까 이런 생각들을 많이 하게 되죠. 그래서 RNA 를 이용한 혹은 RNA 를 타깃하는 치료제 혹은 RNA 를 백신으로 활용하는 연구 이런 것들이 굉장히 활발하게 진행이 되고 있습니다. 실제로 치료제 종류를 전체를 다 보면 기존에 가장 많이 이용되는 것들이 저희가 일반적으로 많이 먹는 저분자 화합물로 만든 약들이죠. 그 이외에도 단백질이라든가 세포, 또 바이러스 벡터에 기반한 치료제들이 개발되고 있고요. 그런데 이제 RNA 는 그 중에서도 굉장히 최근에 개발된 것이고요. 여기에 RNA 백신이 포함이 됩니다.

RNA 를 왜 치료제로 이용을 하느냐 하면, 다른 약들은 일부 유전자밖에 타깃을 못하는 그런 특징들이 있거든요. 그런데 이제 RNA 의 경우에는 이론적으로 모든 유전자를 다 타깃할 수 있습니다. 억제를 하든지 활성화시키든지. 그 다음에 만들어내고, 개발하는 단계나 생산 단계가 굉장히 빠르게 진행이 될 수가 있습니다. Anti-sense oligo 나 siRNA 같은 경우는 하루나 이틀 사이에도 사실은 생산이 가능하고, mRNA 백신도 small scale 로는, sequence 를 아는, 서열을 아는 데서부터 한 3 주 정도면 충분히 생산이 가능합니다. 실제로 생산이 훨씬 더 생산 시설도 적게 필요, 작게 필요하고 투자도 적고, 또 스케일을 작게 또 크게 늘릴 수 있기 때문에 굉장히 유연성이 있죠. 그래서 이런 것들 때문에 초기 투자라든가 개발에 있어서 부담이 훨씬 더 적고요. 그리고 생산 자체를 시험관에서도 하고 세포주를 이용하지 않기 때문에 불순물이 들어갈 가능성이 낮고, 또 RNA 는 그 염기 서열을 활용하기 때문에 특이성이 훨씬 더 높은 편입니다. 그래서 이론적으로 훨씬 안전하고요. 지금 RNA 백신을 통해서 수많은 분들이 백신을 실제로 경험을 하고 있기 때문에 이런 데이터들을, 임상 데이터를 통해서 RNA 치료제의 안전성이 또 다시 검증이 될 것 같습니다.

자, 그래서 그 'RNA therapeutics'라고 했을 때는 사실은 범위가 굉장히 넓고 크게 보면 세 종류가 있습니다, anti-sense oligo, siRNA, mRNA. 이 부분에 대해서는 자세히는 말씀드리지 않겠고요. 두 가지 다 유전자를 조절하는 small RNA 에 해당이 되고요. 반면에 mRNA 경우는 굉장히 긴 편이죠. 그래서 세포 안으로 들어가는데 조금 더 어려움이

많습니다. 유전자를 도입해서 단백질을 생산하는 것이 목적이고, 그 다음에 아주 최근에 굉장히 극적으로 이 mRNA 백신이 개발이 됐습니다. mRNA 는 원래 핵에서 만들어져서 세포질에서 기능하는데, 만약에 우리가 외부에서 RNA 를 집어넣어준다, RNA 바이러스라든가 mRNA 백신을 인공적으로 만든다 라고 했을 때 굉장히 여러 가지 기술적인 난관들이 있습니다. 먼저 세포질이 이 RNA 를 넣어줘야 되거든요. 그래서 이것이 이제 어려운데 그거는 다음에 말씀해주실 이혁진 교수님께서 지질 나노입자를 이용한 drug delivery 에 대해서 말씀을 해주실 거고요. 그 이후에도 mRNA 를 안정화시키고 단백질 생산 효율을 극대화시키고 RNA 에 대한 불필요한 면역반응을 제어해줄 필요가 있고요. 그걸 위해서 RNA 변형, 특히 RNA 서열 최적화 이런 것들이 굉장히 중요해집니다.

시간이 많이 없어서 간단하게만 말씀드리면 RNA 백신이 어떻게 작용하느냐 하면 이 바이러스의 원래 스파이크 단백질을 만드는 항원이 될 수 있는 단백질을 만드는 유전자가 있잖아요. 그러면 이 유전자 서열을 가지고 와서 RNA 를 새로 만들어냅니다. 여기 이렇게 그려 놨다고 해서 바이러스에서 꺼내오는 게 아니고요, 바이러스 서열만 이용을 하고 실제로는 생화학적으로 합성하는 거고요. 그걸 지질 막으로 싸서 넣어주면, 세포 안에서 RNA 가 단백질을 만들고 스파이크 단백질이 이 면역세포들에 의해서 인지가 되면서 후천성 면역반응이 일어나게 됩니다. 항체도 만들어지고요. 그래서 뒷부분은 너무 specific 한 부분이니까 조금 skip 을 해서, RNA 의 구조, 우리가 어떻게 mRNA 를 만들어야 효과적인 mRNA 를 만들 수 있는가, 굉장히 다양한 방법이 있는데 그 염기를 변형하기도 하고 여러 가지 서열을 최적화하는 그런 방법들이 있습니다.

mRNA 백신을 생산하는 것들이 요즘 굉장히 이슈가 되는데요. 먼저 항원을 선택을 하고 나서 거기로부터 단백질을, RNA 를 만들고요. 그것을 정제하는 과정을 거쳐서 여러 가지 지질을 섞어줘서 지질 나노입자를 이렇게 만들어내는 것이 전체 생산의 과정입니다. 그리고 최근에 두 개의 백신이 available 하고 또 하나, 또 세 개의 임상시험이 진행 중인 mRNA 백신이 현재 있습니다.

그래서 많은 RNA therapeutics 들이 개발이 되고 있는데요. 오늘은 백신 위주로 말씀드렸지만 다른 RNA 들도 굉장히 중요한 역할을 합니다. 그래서 scientist 로서 결국은 가지게 되는 질문은, 다음에 도대체 뭐가 오느냐 어떤 RNA therapeutics 를 쓸 수가 있느냐, 혹은 이런 mRNA 백신 같은 것들을 어떻게 다른 분야에 또 적용할 것이냐, 특히

암백신이라든가 또 유전병 대사질환 등의 이 RNA therapeutics 가 중요한 역할을 할 것으로 생각이 됩니다. 감사합니다.

이준호:

예, 감사합니다. 김빛내리 교수님께서 RNA 가 얼마나 특이한 성질을 가진 분자인지에 대해서 상세히 설명을 해 주셨고요. 그 특성을 활용해서 다양한 질병의 치료나 백신 개발에 어떻게 활용될 수 있을 것인가에 대해서도 소개를 해 주셨습니다.

다음 강연해주실 연사분을 소개해 드리겠습니다. 안광석 교수님이시고요. 현재 서울대 생명과학부 교수로 재직하고 계십니다. 작년 4 월에 '서울대 바이러스 긴급 특강'이라는 강연을 동영상으로 제작해서 올리셔서 조회수 100 만을 돌파하신, 그 이후에 '팬데믹시대를 위한 바이러스+면역 특강' 책도 출간하셨습니다. 바이러스에 대한 모든 것을 가장 쉽게 설명해 주신다는 입소문이 자자한, 저희 안광석 교수님을 모시고 '메이드 인 코리아 백신언제 나올까?'라는 주제로 말씀을 청해 듣도록 하겠습니다. 모시겠습니다.

안광석 (서울대 생명과학부 교수):

네, 소개 감사합니다. 아마 제가 바이러스와 면역이 서로 떨어져 갈 수 없는 실과 바늘의 관계라서, 제가 바이러스와 면역을 같이 공부하다 보니까 이런 자리에 자주 서게 된 것 같습니다. 자, 거의 코로나 바이러스가 2 년차에 접어들면서 온 국민들 대부분의 시민들이 우리나라 메이드 인 코리아 백신은 언제쯤 나올까, 여기에 대한 관심이 가장 크신 것 같습니다. 그래서 오늘은 국산 백신 개발의 현황과 전망에 대해서 말씀드리고요, 또한 두 번째로 코로나 19 와 관련된 최근의 긴급 업데이트, 어떤 현안들, 변이체에 대해서 과연 백신이 작동할 것인가, 백신 도입망을 다원화할 필요는 있는가, 혹은 백신 특허 면제에 대해서는 실효성이 있는 것인가, 그 다음에 마지막으로 WHO 에서 코로나 19 는 airborne 공기전파라는 것을 공식 천명했는데, 이게 우리 방역대책이나 생활에 어떤 영향을 미치는가에 대해서 말씀을 드리겠습니다.

현재 전 세계적으로 16 개의 백신이 최소 1 개국 이상에서 사용 승인되고 지금 접종이 되고 있습니다. 미국 - 독일도 약간 들어가는데요 화이자에 - 세 개, 영국에서 아스트라제네카 하나, 그 다음에 러시아에서 3 종, 중국에서 다섯 종류, 인도에서 두 개,

카자흐스탄에서 한 개, 총 16 종이 되겠습니다. 여기서 보시면 알겠지만, 대개 강대국이 대부분 백신 시장을 지배하고 있습니다. 그러나 꼭 강대국이라고 해서 아까 제롬김 선생이 얘기했지만 빅 컴퍼니, 세계적인 top 10 컴퍼니라고 해서 꼭 만들 수 있는 것도 아닙니다. 많은 그런 큰 회사들이 실패하는 반면 정말 창의적인 기업들, 벤처, 이런 데서 성공한 일도 많이 있습니다.

그리고 이 외에도 현재 전세계 약 14 개 나라에서 임상시험을 계속하고 있습니다. 우리나라도 여기에 포함돼 있고요. 여러분 보시면 아시겠지만 전통적으로 제약산업의 강자라고 하는 프랑스, 스위스, 일본은, 3 개국은 이번에 백신개발에 실패를 해서 조금 자존심을 구긴 상태가 되겠습니다. 우리 한국은, 현재 다섯 개의 회사가 임상 2 상에 지금 도달해 있습니다. 제넥신, 셀리드, 진원생명과학, 유바이오로직스, 그 다음에 SK 바이오사이언스가 개발을 하고 있고요. 또한 현재 전세계적으로 유통되는 바이러스는 여러 가지 종류가 지금 만들어지고 있어요. 메신저 RNA, 바이러스 벡터, 그 다음에 inactivated 백신, 사백신이라고 하죠. 그 다음 단백질 백신이 지금 성공리에 개발이 됐습니다.

그런데 이렇게 벌써 16 개나 만들어지고 했는데 여러분들이 의혹을 가질 수 있어요. 이제 우리나라에서 2 상중인데 만들 필요가 있는가? 너무 늦지 않았는가? 여기에 대해서 의문을 품으십니다. 그렇지 않습니다. 두 가지로 크게 이유가 나눌 수가 있는데요. 코로나 19 는 현재 보면 예방 분석을 해보면 백신의 지속기간이 약 6 개월에서 10 개월로 지금 추산되고 있습니다. 그런데 전문가들의 예측에 의하면 항체 지속기간이 10 개월 미만이면 매년 발생하게 된다고 예측을 하고 있고요. 24 개월 미만이면 매 2 년 겨울철에 발생할 것으로 예상이 돼요. 그러니까 매년 이렇게 발생하다 보면 당연히 돌연변이가 누적될 겁니다. 그러면 새로운 백신이 필요하고, 백신의 업데이트가 필요한 것이죠.

이번에 우리 팬데믹 사태에서 보면, 사실 백신 공급량이 절대적으로 모자라는 것도 사실이에요. 그러나 일부 선진국에서 처치 곤란할 정도로 많이 입도선매를 한 결과에도 기인을 합니다. 그런데 이 팬데믹에서는 자국우선주의로 가는 거를 참 뭐라고 얘기할 수 없습니다. 자기 나라에서 개발했으니까 자국민에 우선적으로 맞춰야 된다는 거는 우리나라 사람들도 다 동의를 해야 될 거고요. 그래서 이 특히 풍토성 감염병이 발생했다. 어떤 나라, 우리나라에서만 이렇게 처음으로 질병이 발병했다, 결국 다른 나라가 백신을 만들어 주지 않을 겁니다. 결국은 자구책을 구할 수밖에 없어요. 아까 제롬 선생께서 에볼라를 예로 드셨는데 사실 에볼라의 백신 만드는 데 7 년이 걸렸습니다. 2014 년부터.

그러나 사실은 이 에볼라는 1976 년에 발견됐어요. 그러니까 발견된 이래로는 40 년이나 걸린 겁니다. 40 년 동안 왜 백신을 안 만들었을까요? 왜 안 만들었겠습니까? 이 에볼라가 어떤 선진국에서 발생했다면 벌써 만들었을 겁니다. 그러나 그것이 저 빈곤층인 아프리카, 중동 지역 등에서 발생했기 때문에 아무도 관심이 없었던 것이죠. 그래서 우리나라 같은 경우에도 이번에 백신 개발하고 있는데 이것을 끝까지 완주를 해야 좀 늦더라도 그래야 노하우가 쌓이고 이것이 새 백신개발을 가능하게 해서 언제든지 감염병이 새로 출현하면 이에 대처할 수 있는 국가적인 능력을 우리가 기를 수 있겠습니다.

현재 임상시험 중인 우리 국산 백신에 대해서 좀 더 자세히 알아보겠습니다. 그러면 우리 다섯 개 회사에서 지금 만들고 있는데 이게 기존의 백신을 그대로 그냥 베끼는 건가, 복사하는 건가? 그렇지 않습니다. 나름대로 우리 후발주자로서는 좀 더 혁신적이고 독창적인 그런 제안을 하고 있습니다. 첫 번째, 바이러스 벡터인데요. 지금 많은 회사들이 바이러스 벡터로 성공했죠. 존슨앤존슨, 아스트라제네카, 스푸트니크. 이분들이, 이 사람들이 아데노바이러스를 벡터로 이용했는데 이것은 비복제 벡터입니다. 이게 무슨 얘기냐 하면, 아데노바이러스를 스파이크 유전자를 실어서 몸의 세포에 집어넣는데 얘는 우리 세포 속에 들어가면 복제를 못하는 겁니다. 그런데 복제를 하는 아데노바이러스가 있습니다. 얘가 들어가서 그러면 조금만 넣어줘도 계속 몸에서 복제를 하기 때문에 적은 양을 투여해도 된다는 얘기죠. 이게 가장 큰 장점입니다. 바로 셀리드에서 지금 개발하고 있는 것은 복제 아데노바이러스 벡터를 이용하는 것입니다. 아직까지 어떤 나라든 이거로써 지금 성공을 한 적이 없어요. 그래서 만약에 셀리드에서 이 백신이 성공한다면 기존에 것과는 전혀 다른 차원의 또다른 성과를 이룩하는 것이라 볼 수 있습니다.

또 이번에 DNA 백신입니다. DNA 백신 역시 메신저 RNA 백신만큼이나 아주 신기술입니다. 물론 여러 가지 어려운 점이 있고, 또 메신저 RNA 백신과 더불어서 서로 장단점이 있습니다마는, DNA 백신의 가장 큰 장점은 일단 안정성이 뛰어나고요. 또한 항체 반응, 그 다음에 세포성 면역을 양쪽을 둘 다 골고루 잘 일으키는 것으로 잘 입증된 바 있습니다. 물론 사람 실험은 아니고요. 그래서 이 DNA 백신이 개발이 된다면 이것도 세계 거의 최초가 되는 것입니다. 그래서 앞으로는, 현재로서는 메신저 RNA 백신과, DNA 백신이 성공한다면 DNA 백신이 향후 차세대 백신의 선두주자로 갈 가능성이 매우 높습니다. 그런데 단점이라는 것은 아까 말씀드렸지만 여전히 아직

상용화된 게 없다. 그래서 이번에 제넥신과 진원생명과학이 여기에 굉장히 도전하고 있다 그렇게 말씀드릴 수가 있습니다.

이제 단백질 백신인데요. SK 바이오사이언스, 유바이오로직스, 여기서 개발하고 있는 백신이 되겠습니다. 제가 여기서 더 자세히 말씀드리는데, 이 다음 연자가 SK 바이오사이언스 안재용 사장님입니다. 제가 권한을 좀 침해하는 것에서 여기서 저는 넘어가고 안 사장님께서 자세히 말씀해 주시리라 생각을 합니다.

그런데 좀 약간 아쉬운 감이 있다는 것은 이번에 아직까지 2 상 실험, 1 상에서도 달한 메신저 RNA 백신이 아직 없습니다. 우리나라에. 물론 지금 이따가 발표해 주실 우리 이혁진 교수님 같은 여러분들 전문가들이 있고, 나와야 되는데, 앞으로 메신저 RNA 백신이 이제 피해갈 수 없는 하나의 옵션이 될 것입니다. 우리나라도 여기에 뛰어들어야 되는데요. 의외로 태국, 일본, 중국, 인도, 태국에서 거의 1 상단계를 시작하고 있는, 와 있습니다. 메신저 RNA 백신에서. 우리나라도 여기에 좀 더 관심을 기울일 필요가 있다고 말씀을 드립니다.

자, 그런데 우리 이 다섯 개 사가 극복해야 될 문제가 두 개가 있어요. 백신을 만들기 위해서는. 첫 번째, 우리나라는 아직 임상 3 상 경험이 없습니다. 임상 3 상은 통상 3 만에서 4 만 명의 지원자가 필요한 실험이지요. 우리나라는 환자 수가 절대적으로 적고 해서 이 방법을 사용할 수가 없습니다. 그런데 후발 백신 개발자로서 사용할 수 있는 방법은 비열등성 시험입니다. 이건 뭐냐면 이미 기존에 허가된 백신에 비해서 우리가 만든 백신이 효율 안전성이 더 떨어지지 않는다는, 대등하다, 혹은 더 좋다, 이렇게 나오면 되는 건데, 이것은 약 500 에서 천 명의 지원자로 하면 대부분 허가가 가능합니다. 이 방법을 활용할 수 있는 거고요. 두 번째 고위험 개발 비용입니다. 보통 백신 하나 개발하려면 최소 수백에서 수천억 원이 소요가 돼요. 여러분, 백신은 사실은 회사, 민간 회사 차원에서 그렇게 수익성이 높은 사업은 아닙니다. 하나의 공공재의 성격이고요. 그 다음 실패 가능성이 너무 많기 때문에 민간기업에서 쉽게 뛰어들 수가 없습니다. 제가 지금 top 10, 글로벌 top 10 신약 개발사에서 이미 여기, 어느 회사라고는 얘기, 만들었어요. 백신을 이번에. 거기서 일한 적이 있었는데 제가 그때 그 연구소장이 늘 저희보고 했던 농담이 있습니다. 백신은 쇼야, 쇼케이스야. 우리 회사를 먹여 살리는 거는 타이레놀이야. 이렇게 농담을 하곤 했어요. 근데 그게 사실입니다. 타이레놀 같은 거는 계속 소비가 돼야 합니다. 그러니까 스테디셀러인 거죠. 그런데 이 백신은 그렇지 않아요. 그러니까 이것을 정부가 끌고 갈 수밖에 없어요. 공공재이기 때문에.

그래서 감염병 대비 예산을 저희는 이제 국가안보, 인간안보 비용으로 우리 국민 모두가 동의하셔야 됩니다. 저희가 1년에 50조원의 국방비를 씁니다. 그런데 어느 국민도 그 50조가 쓸모 없는 돈이라고 생각지 않습니다. 우리는 국방예산이 꼭 필요해요. 그런데 이 감염병 대비 예산도 똑같은 레벨에서 이걸 우리가 생각을 해야 된다는 얘기죠. 그래서 정부가 적극적으로 지원하면 이 다섯 개 회사 중에서 제 전망은 올해 하반기까지는 3상에 들어가는 데가 있을 것 같고요. 그리고 내년 상반기에서 정부 인허가 과정에서 잘 협조가 된다면 우리도 백신 개발국이 되지 않을까 그렇게 전망을 해 봅니다.

자, 그럼 백신 주권국이 되는 조건이 뭔가? 자, 우리가 이번만의 팬데믹이 끝나지 않습니다. 현재 우리나라의 제약회사 생산시설 이것은 세계적입니다. 또한 뭐 질병관리청의 여러 가지 방역대책능력도 이번에 아주 준수하다고 증명이 됐고요. 두 가지를 말씀드리는데, 감염병 투자가 지금 기초연구에 대해서 턱없이 모자랍니다. 질적, 양적으로도 모자라고요. 정부가 감염병에 대한 인식을 반드시 전환을 해야 될 거고요. 그 다음에, 두 번째입니다. 감염병 전문, 임상 3상 시험할 수 있는 의료진이 아직 훈련을 받지 못했습니다. 그런데 이번에 기회를 통해서 여기는 해결될 거라고 믿어요. 그러면 미래에서 가장 걸림돌은 어디겠는가? 미래의 백신 선도국이 되기 위해서는, 아니면 만년 팔로워가 될 뿐인데요. 바로 바이러스 역학 기초연구의 능력입니다. 바이러스가 출현했을 때 그거의 스파이크 단백질 같은 게 뭔가, 그 다음에 receptor 수용체가 뭔가, 그 다음에 복제 메커니즘은 뭔가, 그 다음에 언제 또 이게 출현할까, 이런 예측하는 기초연구가 돼야만 우리가 백신, 비로서 강국에 갈 수 있지 않을까 그렇게 생각을 합니다.

그러면 지금부터는 간단히, 많은 요즘 현안 중에서 궁금해하시는 사항들이 있습니다. 변이 바이러스에도 백신 효능이 있는가? 아까 제롬 선생님이 잠깐 얘기를 하셨는데요. 여기서 파란색 글씨로 보면 지금까지 모든 이런 백신들이 원형바이러스 오리지널 타입에 대해서는 대개 70-80%의 좋은 효율을 보이고 있습니다. 변이체들도 마찬가지입니다. 남아공 변이가 조금 독한 것 같아요. 나머지 변이에 대해서는 준수하게 잘 효과가 있다고 나오고 있고요. 그러나 제일 중요한 거는, 모든 백신이 중증 예방을 탁월하게 할 수 있습니다. 그러니까 이 얘기는 뭐냐면 변이체에 대해서 감소, 항체는 조금 줄어들었다. 그래도 T 세포 면역이 잘 활성화돼서 바이러스를 효율적으로 몸에서 제거하고 있다는 걸 나타내는 증거입니다. 그래서 여러분들이 백신을 맞아도 돌파감염이 난 걱정이 있다, 다시 감염되는 거죠, 이 걱정을 하실 필요는 없다는 겁니다. 적어도 병원 중환자실에만 가지만 않으면 최악은 피하는 게 되겠고요. 특히 우리 국내는 관리가 잘

해서 변이체가 발생할 여유가 없었습니다. 그래서 아직도 지난 7 월, 8 월에 발생했던 오리지널 타입이 아직도 우세종으로서 유지되고 있어요. 그러니까 저희는 이런 변이 바이러스 효율을 걱정할 필요가 없습니다. 따라서 지금 당장 여러분들이 가능한, 접촉 가능한 어떤 백신도 맞는 게 유리하다고 볼 수 있고요.

또한 백신 공급이 문제가 된다면, 저희는 도입망을 다원화할 필요 있습니다. 특히 저는 두 가지 백신에 주목을 합니다. 스푸트니크 백신과 노바백스입니다. 여러분, 어떤 백신을 선택할 건가에 대해서 정치적, 다른 걸 편견을 버려야 돼요. 정말 과학적 사실에 나타난 이걸로만 선정을 해야 돼요. 그랬을 경우에 스푸트니크 백신은 지금 세계 66 개국에서 승인이 됐고요, 92%의 효능과 안전성이 입증되었습니다. 그 다음에 변이체에도 효과가 있다는 게 증명이 됐고, 수출에 적극적이어서 우리나라가, 공감대만 형성되면 언제든지 수입이 가능한, 그런 게 되겠고요. 또 하나는 노바백스입니다. 노바백스 단백질 백신인데, 지금 SK 바이오사이언스에서 협약을, 협력을 하고 있는 회사인데요, 96%의 효능과 안전성, 그 다음에 저장이 용이하고, 변이체에 대한 효과도 증명이 되었습니다. 그래서 이것을 고려할 필요가 있다고 판단하고요.

또 하나 특히 최근 미국에서 바이든 대통령이 백신 특허 면제를 제안했습니다. 세계의 반응은 나뉘지고 있습니다. 찬성하는 입장에서는 글로벌 집단 면역을 신속 달성해서 백신 분배의 불공정성을 해소해서 이걸 좋은 방안이다, 빨리 해제해야 된다. 또 반대되는 입장에서는 연구개발 동력을 상실할 가능성이 있다. 즉 innovation killer, 혁신킬러가 될 수 있다. 그 다음에 설령 patent 이것만 면제한다고 되는 게 아니고 원재료가 부족하고 품질관리 부실화의 우려가 있다. 아까 제가 메신저 RNA 백신의 단계가 5 만 단계가 있다고 해서 놀랐습니다. 제롬 선생님이 얘기를 했는데, 이 각 단계마다 철저한 품질관리, QC 가 필요해요. 그런데 과연 백신 특허 면제만 된다고 해서 이게 해결될 것인가? 그래서 특허 면제는 첫걸음일 뿐이고요. 자금, 로컬 생산시설, 원재료 확보가 필요합니다. 예를 들면 메신저 RNA 백신에서 가장 핵심 요소의 중의 하나인, 여기에 이온화 지질이 있습니다. 애가 아주 중요한 지질인데요, 애는 공급이 딸리기 때문에 지금 트럼프 대통령과 바이든 대통령이 여기에 대해서 국방 생산법을 적용했어요. 이게 뭐냐면, 전시 상황에서는 국가가 대통령이 모든 생산시설 그것들을 다 컨트롤할 수 있다는 법이에요. 아이러니하게도 이 법은 우리 6.25 전쟁 때 미군이 우리나라에 참전할 때 이게 생긴 법입니다. 군수물자를 조달하기 위해서. 그런데 지금 미국은 이 법을 적용해서 이런 원재료를 확보하고 있어요.

마지막으로, WHO 에서 코로나 19 가 그 동안에 비말전파가 된다는 데 아집을 가지고 계속 이 자세를 유지해 왔습니다. 그런데 많은 증거들이 에어로졸, 공기전파 된다는 게 있었거든요. 대표적으로 기억나는 게 우리나라 지난 여름에 저기 일산에 스타벅스 거기에서 62 명이 감염된 거 있었죠? 공기 감염인데, 여기에 대해서 WHO 가 드디어 4 월 30 일날 이걸 인정하고 공식적으로 홈페이지에 게재했습니다. 그런데 WHO 가 얼마나 창피했던지 그 흔한 기자회견조차 아니하고 그냥 슬며시 올려 뒀어요. 그런데 이게 뭐가 중요하나, 비말 전파가 공기전파가? 이게 방역대책에 중요합니다. 즉, 모두가 마스크 거리두기를 해야 되지만, 특히 비말, 에어로졸 전파는 환기를 최우선으로 하는 방역 대책입니다. 이따가 성민기 교수님이 아마 여기에 대해서 자세히 얘기를 해주실 테고요. 또한 K94 마스크가 필요합니다. 단순히 비말 차단 마스크는 안 되고요. 지난달 결국 연구 결과가 한 저널에 실렸는데, 마스크는 바이러스를 내뿜지도 않고 들어오지도 못하게 할 뿐만 아니고 마스크를 씌으로써, 이 안에 고온다습이 형성됨으로써 바이러스를 억제한다는 그런 결과가 나왔습니다. 마스크의 또 다른 우리 방역 효과를 입증하는 그런 결과가 되겠고요. 그래서 방역 패러다임이 전환돼야 된다. 즉, 이렇게 분무기로 뿌려 대는 이거는 정말 실효성도 없고 예산 낭비입니다. 앞으로 정부는 방역대책을 환기, 저런 쪽으로 가져오는 쪽으로 전환해야 된다고 생각을 해요.

자, 감염병은 투자한 만큼 대처가 가능하고 성과가 나오는 단순한 질병입니다. 여러분, 마스크를 꼭 쓰시고, 백신은 기다리지 마시고 순서가 오면 반드시 맞으면 우리 모두의 집단면역 빨리 앞당기고 모두가 행복해질 수 있는 시간이 될 것입니다. 고맙습니다.

이준호:

네, 감사합니다. 안광석 교수님께서 기대 이상으로 또 멋지게 강연을 해주셨습니다. 백신에 대해서 궁금한 점들이 많았는데, 그 많은 부분들을 시원하게 설명을 해주셨을 뿐만 아니라 후속에서 강연해주실 부분도 많이 소개를 해 주셔서 제가 다음 연사를 소개하는데 아주 부드럽게 잘 진행할 수 있게 되었습니다.

다음 연사분을 모시겠습니다. 안재용 사장님이시고요. SK 바이오사이언스의 대표이사입니다. 원래 경제학 전공이시고 MBA 를 하셨습니다. SK 케미칼에 입사하신 후에 주요 보직들을 짚 하시고, 백신 사업 부문장을 하신 후에 지금 SK 바이오사이언스

대표이사를 하고 계시고요. 코로나 백신 자체 개발하는 것, 그 다음에 위탁생산하는 것 등에 대해서 강력하게 추진하고 있는 그런 리더십을 발휘하고 계신 대표이사입니다. 오늘의 발표 주제는 'SK 이바이오사이언스의 코로나 백신 개발 전략이' 되겠고요. 특히 최근의 한미 정상회담 때 안재용 대표님도 미국을 다녀오셨습니다. 그래서 방미 결과에 대해서 말씀해주시는 부분은 extra 로 3 분 정도 더 드리겠습니다. 예, 안 사장님 모시겠습니다. 부탁드립니다.

안재용 (SK 바이오사이언스 사장):

네, 안녕하세요. 방금 소개받은 SK 이바이오사이언스의 안재용 사장입니다. 교수님 소개 말씀 감사드리고요. 이렇게 귀한 자리에 초대해주신 최종현학술원 모든 분들께 진심으로 감사드리겠습니다. 또 앞선 연사분들 강의를 들으니까 저도 정말 모르는 것도 알게 되고, 또 그동안의 일들을 다 정리할 수 있는 정말 소중한 강연 시간인 것 같습니다. 저도 부담이 좀 많이 되는데요. 저는 앞선 강사님들 또 뒤에 강연해주실 분들과는 다르게 직접 백신을 개발하고 생산하는 업체 입장에서 지금 현재 많은 국민들이 원하시는 자체 백신 개발의 현황이 어떻고, 또 앞으로 우리가 팬데믹이 또 올 거라는 말씀을 많이 해주셨는데 이번에 그 교훈을 어떻게 정리해서 다음번에 팬데믹을 잘 정리할, 준비할 것인가 이런 관점에서 제가 지금 느끼고 있는 것을, 현장에서 느끼고 있는 것을 한번 말씀드리는 시간으로 삼도록 하겠습니다.

SK 케이바이오사이언스는 백신 사업 시작한 지가 20 년 정도 됐고요. 왼쪽에 보시면 연구소가 판교에 위치를 해 있습니다. 현재 약 160, 170 명이 넘는 연구원들이 있는데 70%가, 이상이 석박사로 구성돼 있어서 일단 규모 면에서도 대한민국 최고 최대 규모라고 할 수 있겠고, 공장이 보면 오른쪽에 있는 것처럼 안동에 있습니다. 라이프사이언스, 또 'light & salt'의 L 자를 따서 저희가 'L 하우스'라고 부르고 있는데요. 사실 세계 최고의 공장이라고 자부를 하고 있습니다. 원액 생산 설비가 즉 suite 가 아홉 개가 구성이 되어 있고, prefilled syringe, vial 등 완제도 생산할 수 있어서, 통상 이렇게 보면 한 5 억 도즈 정도 생산할 수 있는 capacity 를 가지고 있고, 지금 또 여러가지 shortage 가 있어서 이미 대규모 증설 작업에 들어가 있는 상황입니다.

제가 이 바이오사이언스 20 년의 연혁을 보면서 오늘은 말씀드릴 걸 체크 표시를 해 봤는데, 이번에 백신을 개발, 어떻게 코로나 백신을 이렇게 CEPI 등등과 함께 글로벌

기구와 함께 하느냐 이런 질문을 많이 받았어요. 그래서 2013 년에 보시면 Bill & Melinda Gates Foundation 과 함께 장티푸스 백신 공급 공동 개발을 하고 있고요. 지금 계시는 IVI 제롬김 사무총장님께서 같이 co-work 해주고 계시는 아주 글로벌 프로젝트가 되겠습니다. 그리고 2017 년에 또 Bill & Melinda Gates Foundation 과 함께 로타바이러스 지금 한창 개발하고 있고요. 그리고 20 년이 되면서는 또 역시 빌 게이츠, CEPI 와 함께 코로나 백신을 하고 있는데, 제가 어떤 말씀을 드리는 거냐면, 20 년 동안 갑자기 이루어진 일은 없다 이런 말씀을 드리고 싶은데, 저희가 Bill & Melinda Gates 또는 CEPI 로부터 피드백을 받으면 참 감사하게도 SK 바이오사이언스가 여러 글로벌 기업 중에서 그래도 약속을 제일 잘 지키는 그런 기업이다 라는 평가를 받는다고 전해 듣고 있습니다. 그것이 바로 코로나 백신을 이번에도 다시 Bill Gates Foundation, CEPI 와 할 수 있는 그런 계기가 된 거 아닌가. 그래서 세상 모든 일이 다 축적의 힘을 갖는구나. 그런 차원에서 여러 가지 일들이 있지만 제가 몇 가지만 좀 체크 표시를 해봤습니다.

지금 노란색, 빨간색이 있는데 노란색은 이미 코로나 19 전부터 저희가 생산하던 것들입니다. 사실 이것도 연속선상에 있는데 저희가 독감 백신, 세포배양 독감 백신입니다. 그리고 대상포진 백신, 수두 백신을 저희가 이미 상용화를 해서 생산을 하고 있는데, 지금 보시면 사실 여기 독감 백신을 만들 때 들어가는 세포배양의 기술이 이번에 코로나 백신을 저희가 개발하고, 또 아스트라제네카, 노바백스에 백신을 생산할 수 있는 core technology 하고 거의 똑같습니다. 사실은 그러한 것들이 알고 대비한 것은 아니지만, 그런 것들이 연결된다는 생각을 하게 됐고요. 그리고 이제 지금 왼쪽 밑에 보시면 차세대 페럼구균 백신을 사노피파스퇴르와 함께 잘 개발을 하고 있었습니다. 노란색이죠. 그런데 이제 코로나가 터지면서 빨간색에 있는 일들을 많이 하게 됐는데, 그것은 뒤에서 좀 말씀드리겠습니다.

제가 이 장이 굉장히 복잡한데, 제가 굉장히 자부심을 가지는 장표입니다. 제가 코로나가 딱 터졌는데 뭐 정신이 하나도 없더라고요. 그래서 대한민국에 그래도 leading 백신 기업으로서 자부심을 가지면서 코로나를 개발해야 되겠는데, 이게 도대체 어떻게 해야 되냐 그래서 제가 우리 직원들과 함께 이걸 한번 그려본 겁니다. 이게 좀 너무 busy slide 라서 죄송한데, 사실 simple 합니다. 맨 위에 보시면 여기 funding 을 해주는 사람들이 있어요. BARDA 미국이죠. 그 다음에 CEPI, 그리고 각국 자체적으로 이렇게 하는 데고요. 그 다음에 보면 여기가, 이 단이 개발하는 데입니다. 그 다음에 여기가 생산, 그 다음에 구매 이렇게 내려가잖아요. 그런데 이게 제가 놀라운 사실을 발견하게 됩니다. 여기 이제

BARDA, 미국이 트럼프 행정부에서 Warp Speed 라는 걸 했잖아요. 그런데 여기 빨간색을 한번 연결된 걸 보시면 기가 막히게도 테크놀로지를 포트폴리오를 구성해가지고요, 아까 안 교수님이라든지 많이 설명해 주신 그 테크놀로지별로 잘할 수 있는 업체를 기가 막히게 골라서 탑다운으로 연구를 하라고 시킵니다. 아마 여러분들 트럼프 대통령이 백악관에 각 여기 보이는 회사들의 CEO 들과 미팅을 했다는 걸 기억하실 겁니다. 그런데 또 하나 놀라운 것은 뭐냐면, 이 업체들이 아까 바이오테크 업체들이 급부상을 했다는 말씀도 드렸지만 바이오테크는 경제적인 여력이 부족하잖아요. 그리고 생산 설비가 없습니다. 그러니까 소위 말해서 solidarity research and production 생산을 전부 합종연횡을 하게 됩니다. 이게 저는 놀라운 발견입니다.

근데 이건 CEPI 도 똑같습니다. 이 파란색이 CEPI 인데, 여기 회사들 다 아실 거고요. 테크놀로지별로 다 펀딩을 해줬고 또 CEPI 는, 저희가 SK 도 이제 빨간색으로 나오는데, 사실 노바백스 프로젝트는 CEPI 가 저희한테 먼저 온 겁니다. 그러니까 CEPI 가 될 수 있는 회사에 R&D 투자를 했을 뿐만 아니라 그거를 생산까지 할 계획을 미리 짜고 SK 에도 approach 를 해서 SK suite 중에서 상당 부분을 내가 capacity reservation 할게, 그래 가지고 그때 reserve 를 하게 됩니다. 그래서 그 umbrella 하에서 소개를 해준 것이 노바백스입니다. 그러니까 이 얘기는 뭐냐 하면 벌써 마치 CEPI 는 이런 팬데믹, Disease X 가 올 걸 대비하고 준비했던 것 마냥 일사불란하게 움직였다는 것을 저희는 알고 있었던 겁니다. 그래서 SK 바이오사이언스는 독자적인 백신도 개발하지만, 이 CEPI umbrella 하에서 연구도 하고 또 생산도 하는 그런 체제를 갖추었다는 말씀드리고요.

그리고 특별히 오른쪽에 있는 나라들은 독자적으로 움직였죠. 독자적으로 여기는 펀딩을 받지 않고 한 나라들이다. 이번 코로나를 대응하는 국제기구와 나라들의 트렌드였다. 그래서 정리해보면 BARDA 나 CEPI 와 같은 국제 기구가 주도적으로 했다는 것, 그리고 개발 초기부터 테크놀로지 포트폴리오를 해서 대규모 투자를 했다는 것, 지금 BARDA 와 CEPI 랑 합쳐서 약 20 billion 달러를 연구개발과 구매에 투자했다는 것 아니겠습니까. 그리고 합종연횡, solidarity research and production, 이것이 바로 이번 코로나를 개발하고 생산하는 특징이 아니었나 이렇게 생각을 해봅니다.

바이오사이언스는 이런 걸 사실 인식을 좀 하고 two track 전략을 하게 됩니다. 대한민국 정부가 two track 전략을 하는 거와 발맞춰서 왼쪽에 있는 track 1 전략은 백신을 개발하는 것입니다. MBP2001 과 GBP510, 그리고 오른쪽에 있는 track 2 가

위탁생산을 하는 것입니다. 그래서 아스트라제네카와 노바백스가 있는데 뒤에서 조금 말씀을 드리고, 특별히, 뒤에서 말씀드리는 게 더 좋겠네요.

지금 아까 토종 백신이, 국내 백신 언제 나오느냐 안 교수님께서도 말씀 주셨는데, 지금 저희는 세 가지 프로젝트를 하고 있는데요. MBP2001, GBP510 둘다 합성항원, recombinant protein 방식입니다. 그런데 GBP510 이 adjuvant, 합성항원은 adjuvant, 면역증강제가 제일 중요하잖아요. 그래서 하나는 거기 alum 을 쓰고, 또 하나는 그 GSK 에서 제공하는 AS03 를 쓰고 있습니다. 그래서 저희가 6 월 말로 예상이 되는데, 이 세 가지 중에서 가장 좋은 데이터를 보이는 것을 가지고 하나만 3 상을 들어가려고 하고 있습니다. 그래서 지금 저희 내부적으로도 굉장히 아주 흥분된 상태입니다. 다행히 여태까지는 데이터가 잘 나오는 것으로 생각이 되는데 그 중에서 안전성, 효과성, 그 다음에 콜드체인, 유통이죠, 경제성, 생산성까지 종합적으로 고려하여 한 가지를 선택해서 들어가려고 합니다.

참고로 이 GBP510 프로젝트는 CEPI 가 펀딩을 해줬지만 모든 ownership 은 SK 가 갖고 있습니다. 그리고 일정한 obligation 이 있지만 상당 부분 여기서 나오는 백신은 대한민국 국민들을 위해서 우선적으로 공급하도록, 제가 세부내용은 말씀드릴 수가 없지만, 간혹 가다가 저건 그냥 만들면 외국으로 다 가져가는 거 아니야 이렇게 생각하실 수 있는데 그렇지 않다는 것, 상당 부분을 글로벌 헬스케어 위해서 가지고 가도록 계약이 되어 있지만, 그에 앞서서 대한민국이 그래도 어느 정도는 확보할 수 있는 권리가 있다는 말씀을 드리고 싶고, 그 다음에 저 합성항원은 특별히 왼쪽에 있는 것처럼 University of Washington 의 연구소 IPD 에서 nanoparticle 기술을 제공을 했고, 말씀드린 것처럼 GSK 합성항원과 함께 해서 상당히 좀 강력한 컨소시엄이다 이런 말씀을 드리겠습니다. 그리고 아까 안 교수님이 말씀해 주신 것처럼 그러면 저희가 7 월 정도에 3 상에 진입할 것을 현재 목표로 하고 있고, 그렇게 되면 우리 국민들이 맞으실 수 있는 거는 내년 상반기가 될 텐데, 상반기만 해도 좀 너무 길잖아요. 그래서 그거를 최대한 좀 당길 수 있도록 그렇게 계획을 짜고 있습니다.

이게 이제, 저희가 자체 개발하는 것 중에서 CEPI 랑 하는 것을 좀 말씀 하나 더 드리면 사실 맨 밑에 있는 저 CEPI 의 캐치프레이즈가 참 너무 가슴에 와 닿았지 않습니까? 'No one is safe until everyone is safe' 그래서 많은 분들이 SK 백신 좀 늦은 거 아닙니까 말씀하시는데 아까 제롬김 박사님 슬라이드에도 있었지만, 지금 전세계 인구가 맞으려면 아직 턱없이 부족하고, 또 이런 오지에 distribution 하려면 콜드체인의 이슈가 있지

않습니까? 그래서 mRNA 가 아주 우수한 백신이지만 콜드체인에 있어서는 여러 가지 sensitive 한 문제가 있어서, 이런 2 도에서 8 도에서 distribution 이 가능한 이런 합성항원 방식의 백신이 나와야만 globally 모든 사람들이 equitable, broad and equitably 백신을 맞을 수 있는 그런 계기가 된다 그래서 단순히 백신이 순서만 볼 건 아니다 이렇게 생각을 하고요. 특히 CEPI 는 Richard Hatchett CEO 가 말씀한 것처럼 안전성, 유효성뿐만 아니라 접근성, 즉 productivity 와 distribution 의 편리성을 가진 SK 같은 백신이 나와야만 된다는 기대를 갖고 있는 거죠. 그래서 월요일날 제가 announce 를 했습니다만, 지금 여태까지 CEPI 가 SK 저 프로그램에 2 억 1000 만불이 넘는, 약 2 천 400 억 정도 되나요, 그런 것을 대규모 펀딩을 하는지 그런 현실을 갖고 있어서, 저 프로젝트에 대해서도 SK 바이오사이언스가 굉장히 기대를 많이 갖고 있습니다.

아스트라제네카인데요. 저희가 작년 6 월로 기억을 하는데, 아까 제가 map 하나 보여드렸잖아요. 아스트라제네카가 여러 경로를 통해서 approach 를 해오셨어요. 그래서 이게 그동안에 저희가 쌓은 record 가 좀 있다 보니까 생산을 해달라는 require 가 있었고요. 그래서 같이 하게 되었습니다. 그리고 지금도 대한민국에, 오늘까지 약 한 850 만 도즈, 약 1000 만 도즈가 좀 안 되는 것을 안동 공장에서 생산해서, 대한민국에 공급하고 있죠.

노바백스는 왼쪽 위에서 보시는 것처럼 CEPI umbrella 하에서 이루어졌다는 게 사실은 많은 분들이 잘 모르시는 건데요, CEPI 가 arrangement 를 해 주는 것이고요. 특별히 노바백스는 CDMO 뿐만 아니라 라이선싱 계약을 했죠. 가장 큰 차이는 위탁생산계약은 사실은 단순 생산자이기 때문에 모든 제품에 대한 처분 권한이 developer 에게 있습니다. 아스트라제네카나 노바백스에게. 그러나 라이선싱은 SK 가 기술을 가져왔기 때문에 이 product 는 저희가 만들어서 저희가 파는 것입니다. 라이선스 fee 를 내고. 그래서 구조가 완전히 달라서, 대한민국에 조금 더 안정적인 공급을 담보할 수 있었다 그런 말씀을 드리고 싶습니다.

제가 마지막장하고 아까 미국 말씀 잠깐 해 주셨는데, 제가 사실 그렇게 제가 아는 부분이 일부이기 때문에 그렇게 많이 드릴 말씀은 없지만 곁들여서 잠깐 말씀드리면, 저는 Disease X 가 다음에 온다 그러면 이런 짧은 생각이지만 해봤습니다. 일단 목표가 저는 과연 다음 팬데믹 때 우리나라가 세계 최초로 백신을 만들어야만 하나, 그게 과연 realistic 한 목표일까, 이런 생각을 사실은 좀 외람되게 해보는 것이, 세계 최초는 아니더라도 우리가 second, 아니면 세 번째 정도라도 가지고 있고요, 빨리 나오는 좋은

백신 중에서 선택해서 우리 국민들이 맞으면 되잖아요. 그래서 저는 추진 목표가 좀 적절해야 되겠다. 정답은 없으니까요. 그 다음에 팬데믹을 대비하기 위해서 아까 정말 좋은 말씀 우리 안 교수님 많이 해 주셨는데, 기초 체력강화 이걸 너무너무 중요하고 하루아침에 갑자기 되질 않으니까요. 그게 사람, 기술, 전 여기서 무엇보다도 ecosystem 을 말씀드리고 싶습니다. 절대 혼자서는 할 수 없다. 아카데미, 기업, 정부, 모든 기관들이 하나의 ecosystem 을 가지고 준비를 해야 한다 이렇게 생각을 하고요. 그리고 팬데믹이 발생했을 때, 세 번째는 지금 신속하게 아까 마치 준비한 것처럼 움직였다고 제가 이렇게 관전평을 말씀드렸는데, 정해진 매뉴얼대로 실행하는 것, 그것이 팬데믹 발생 시의 대책이다 이렇게 생각을 합니다. 각 영역에 있어서 그게 제가 짧은 의견이고요.

Extra 로 3 분을 주셨는데, 아마 한 1 분 정도만 더 말씀드리면, 그런 것 같습니다. 이번에 대한민국이 내세운 글로벌 백신 허브라는 테마는 저는 매우 유효하다고 생각을 합니다. 왜냐하면, 어떤 player 도 혼자 할 수가 없습니다. 그런데 대한민국이 잘하는 게 있는 거 같습니다. 그게 뭐냐면, 잘 생산하는 건데요. 잘 생산하는 건 뭐냐면, safety, quality 는 기본이고요, 그리고 그것을 productivity, 아주 cost 를 절감하면서 하는 기가 막힌 DNA 가 우리 대한민국에 있습니다. 또 지역적으로도 한국이라는 지역은 매우 매력이 있습니다. 지금 전 세계에 제가 알기로 글로벌 기업들은 미주에 하나, 유럽에 하나, 그리고 아시아에 하나 정도의 생산 거점을 갖고 싶어 합니다. 만약 여러분들께서 글로벌 기업이라면 아시아를 생각할 때 어느 지역을 manufacturing 의 근본 허브로 삼으시겠습니까? 아마 대한민국이 제공하는 많은 advantage 가 있을 것이다. 사실 이번에 출장을 가서는 그런 것들을 다시 한 번 되새길 수 있는, 우리 대한민국의 저력을 느낄 수 있는 계기였습니다.

마지막으로 대한민국의 백신 회사로서, 대표로서, 국민들에게 아직 충분한 백신을 맞지 못하게 해드리는 현실이 너무도 책임감 느끼고 좀 송구스럽습니다. 그렇지만 끝까지 많은 분들이 지도해 주시는 것을 경청해서, 최초는 아니었지만 그래도 뒷문을 든든하게 지킬 수 있는 그런 회사로서 좀 잘 성장하겠다는 각오와 또 격려에 대한 감사 말씀을 드리면서, 제 presentation 을 마치도록 하겠습니다. 감사합니다.

이준호:

예, 안재용 사장 감사합니다. SK 바이오사이언스 백신을 직접 생산하고 있는 기업의 대표로서 아주 실질적인 말씀을 많이 해 주셨습니다. 백신의 위탁생산, 기술이전, 그 다음에 자체적인 개발에 이르기까지 다양한 트랙으로 지금 시도하고 계신 것들을 말씀을 해 주셨고요. 이번에 방미하셔서 그 결과에 대해서 간단하게 소회를 말씀을 해 주셨습니다.

다음으로 이혁진 교수님 연사를 모시도록 하겠습니다. 미국에서 학부와 석사를 하신 다음에 카이스트에서 생명과학으로 박사 학위를 취득하셨습니다. 2012 년부터 이화여대 약대 약학과에 재직하고 계십니다. 이혁진 교수님께서서는 모더나 창업주인 Robert Langer 교수님 밑에서 박사후연구원을 하시면서 mRNA 백신, 그 다음에 그 전달체 연구를 하셨습니다. 거의 핵심적인 기술을 직접 연구를 하셨다고 말씀을 드릴 수 있을 것 같고요. 그래서 독자적인 개발도 지금 열심히 하고 계시고, 국내 특허도 등록을 완료하는 등 아주 많은 연구와 실질적인 진전을 가지고 계신 것 같습니다. 그래서 오늘은 'RNA 치료제 및 백신 전달을 위한 지질나노입자 기술'이란 제목으로 강연을 해 주시겠습니다. 모시겠습니다.

이혁진 (이화여대 약학과 교수):

먼저 소개를 해 주신 이준호 교수님, 그리고 자리를 마련해 주신 최종현학술원 관계자 분들께 감사의 말씀을 드립니다. 오늘 제가 여러분들께 강연해드릴 내용은 RNA 치료제 및 백신전달을 위한 이온화 지질 나노입자에 대한 내용입니다. 앞 강연자 중에 김빛내리 교수님께서 RNA 가 어떻게 유전자 치료제로 이용될 수 있는지 이야기를 해 주셨는데요. 이 그림을 한번 보시면, 일반적으로 우리가 유전자 치료제로 특정 단백질을 발현시켜서 약효를 기대하는 걸로, DNA 나 합성 mRNA 를 이용하여 약리효과를 일으킬 수가 있고요. 반대로 특정 단백질의 발현을 억제하는 치료제로 siRNA 나 microRNA 등등이 이용될 수가 있습니다.

다만 이런 핵산 의약품의 경우, 그 안정성이 체내에서 굉장히 떨어진다는 문제가 있는데요. 그 이유로는 우리 체내에는 이들을 분해하는 다양한 효소들이 존재하기 때문입니다. 그렇기 때문에 그림에서 보시는 바와 같이, 이렇게 나노입자 형태로 제형을 만들어서 우리가 원하는 타겟 세포의 세포질로 이들을 전달하는 것이 매우 중요합니다.

그렇다면 이전에 개발이 됐던 plasmic DNA 에 기반한 단백질 발현 시스템과 mRNA 를 기반으로 한 단백질 발현 시스템의 차이를 제가 좀 이야기 드리고 싶은데요. 위의 그림에서 보시는 바와 같이, DNA 의 경우 세포 내부로 이 DNA 물질이 전달된 이후에 핵막을 투과하여 핵까지 전달이 되어야지만 transcription 과정을 통해서 mRNA 가 만들어지게 되고, 그 다음에 단백질 전사 현상이 일어나게 됩니다. 반면에 요즘 각광을 받고 있는 mRNA 의 경우, 세포 내부의 세포질에 도달하게 되면 바로 단백질 발현을 일으킬 수 있다는 장점이 있습니다. 따라서 실제로 동량의 DNA 물질과 mRNA 물질을 세포에 전달하게 되면, mRNA 를 전달하는 물질의 단백질 발현량이 훨씬 잘 많이 나오는 것을 우리가 확인할 수가 있습니다. 또한 mRNA 의 특징으로 plasmic DNA 보다 굉장히 빠르게 단백질을 발현시킬 수 있다는 장점이 있는데요. 앞서 이야기 드린 바와 같이, 핵막으로 전달되는 barrier 가 없기 때문에 세포질에서 바로 단백질로의 전사가 일어나고, 그렇기 때문에 단백질을, mRNA 가 전달된 이후 단백질이 3 시간 이후부터 급격히 발생하는 것을 알 수 있고, 보통 이런 단백질의 발현은 24 시간 정도 유지가 되는 걸로 확인이 되고 있습니다.

그렇다면 이러한 RNA 약물을 우리 체내에 도입하기 위해서는 어떠한 제형이 필요하냐 하면요, 바로 지질 나노입자 제형인데요. 그림에서 보시는 바와 같이 저희 연구실에서는 랩 스케일로 이런 제형을 만드는데, microfluidic 을 기반으로 한 제형화 기술로 이러한 지질 나노입자를 만들게 됩니다. 그리고 이런 지질 나노입자 연구는 대략 20 년 정도 연구가 진행이 되었는데, 만들어진 지질 나노입자가 특정 세포 내로 이렇게 들어가는 것을 보통 cellular uptake 이라고 하는데요. 이런 과정에 대한 연구는 굉장히 자세히 연구가 진행이 되어서 이미 발표가 많이 되었습니다. 간단히 설명을 드리자면 이렇게 제형화된 지질 나노입자가 체내에 도입이 되게 되면, 체내의 혈중 단백질 중의 하나인 APOE 라고 하는 단백질이 지질 나노입자 표면에 흡착이 되게 됩니다. 이렇게 흡착이 일어난 지질 나노입자가 앞으로 APOE 단백질을 인식할 수 있는 세포 내의 receptor 인 LDL receptor 와 binding 을 하게 되면, 이렇게 세포 내 uptake 이 일어나게 되고 이렇게 endosome 안에 LNP 가 갇히는 상태가 됩니다. 그런데 앞서도, 앞서 강연하셨던 많은 교수님들이 이야기를 하셨지만 이때 이온화 지질이 굉장히 큰 역할을 하게 되는데요. 이온화 지질이 이 endosome 을 breaking 시켜서 cargo 물질인 RNA 를 세포질로 잘 release 할 수 있도록 도와주는 그런 기능을 하게 됩니다.

LNP 제형의 구성 요소를 보면, 크게 핵산 약물이 있고요, 이 약물은 앞서 김빛내리 교수님이 이야기하신 것처럼 antisense 가 될 수도 있고, mRNA 가 될 수도 있고, siRNA 같은 핵산 의약품들이 들어갈 수 있습니다. 그 다음에는 나머지는 지질 component 들인데요. 보시는 바와 같이 콜레스테롤, PEG-lipid, 그리고 structural lipid 라고 하시는 분들도 있고 helper lipid 라고 하시는 분도 있습니다. 다음에 이제 중요한 것이 바로 ionizable lipid 인데요. Ionizable lipid 의 기능을 한번 살펴보게 되면, 슬라이드에서 보시는 바와 같이 일반적으로 ionizable lipid 는 이 amine head group 과 lipid tail 을 중합반응을 통해 다양한 아민 라이브러리를 우리가 구성할 수 있고, 이렇게 만들어진 lipid 를 우리가 ionizable lipid 라고 합니다. 구성을 보면 tertiary amine 기가 있고, 보통 알코올이 있어서 이들을 보통 amino alcohol lipid 라고도 부릅니다. 그런데 이 ionizable lipid 의 특징은 애네가 존재하는 pH 에 따라서 그림에서 보시는 바와 같이 protonation 이 돼서 양이온을 띠는 상태와, 그렇지 않은 상태로 나뉘게 됩니다. 그래서 저희가 이들을 이용해서 제형화를 할 때는 낮은 pH 조건에서 protonation 을 시켜서 양이온을 띠게 만든 상태에서 anion 인 RNA 의약품과 제형화를 만들게 됩니다. 그래서 낮은 pH 에서 제형화를 하고 다시 버퍼를 바꿔줘서 중성 pH 로 만드는 것이 중요한데요. 그 이유는 중성화된 pH 에서 ionizable lipid 의 charge 가 사라지게 되고 그림으로써 지질 나노입자의 전반적으로 중성화된 표면 charge 가 나타나게 됩니다. 그런데 이러한 중성화된 표면 저지가 중요한 이유가 이들이 체내에 도입됐을 때 양이온성이 강하게 나타나면 입자의 안정성이 떨어져서 우리가 원하는 세포나 혹은 원하는 곳으로 이들을 전달할 수가 없습니다. 그렇기 때문에 입자 표면의 성질을 잘 조절하는 게 중요하고요. 그리고 원하는 표적세포에 이들이 전달됐을 때, endosome 에서 ionizable lipid 가 다시 낮은 pH 조건에서 양이온화 되면서 phospholipid bilayer 를 붕괴시키고, cargo 약물인 RNA 를 cytoplasm 혹은 세포질로 전달하는 역할을 하게 됩니다.

이게 현재 지금 commercial 하게 available 한 ionizable lipid 를 제가 소개한 자료인데요. 그림에서 보시는 바와 같이 ALC-0315 같은 경우 Genevant 에서 유통을 하고 있고, SM-102 는 Arbutus 사, 그리고 C12-200 은 Corden, 그리고 D-Lin-MC3 는 Precision Nanosystems (PNI)에서 유통을 하고 있습니다. 다 잘 아시겠지만, 여기 Genevant 와 지금 Arbutus 에서 개발된 amino alcohol ionizable lipid 같은 경우에는 COVID mRNA 백신에 지금 현재 이용이 되고 있고요. 각각을 좀 더 설명 드리면, 앞서 제가 페이지에서 소개해드린 것은 저희가 일반적으로 이쪽을 연구하는 분들한테는 1 세대 ionizable

lipid 라고 생각하시면 좋을 것 같고요. 그 이후에도 사실 되게 다양한 ionizable lipid 들이 개발이 되었습니다. 그래서 제가 이거 좀 소개를 해 드리고 싶어서, 여기 보시면 다른 형태의 ionizable lipid 들을 제가 두 종을 갖고 왔고요. 그리고 저희 연구실에서 개발한 부분도 있는데요. 이 ionizable lipid 를 기반으로 지질 나노입자를 만들게 되면, 이 지질 나노입자 크기도 굉장히 중요하지만, 여기 보시는 바와 같이 나노입자의 내부 구조가 존재한다는 걸 알 수 있습니다. 그래서 여기 보시면 이 KC3 라고 불리는 것도 그렇고 KK-E12 라고 불리는 입자들도 내부에 multilamellar 혹은 multivesicular 구조를 갖고 있습니다. 이래서 이 LNP 들의 특징은 cargo 물질을 좀 더 잘 cytoplasm 으로 전달할 수 있다는 특징이 있고요. 또 다른 형태는 저희 연구실에서 개발한 물질인데요, 246C10 이라고 부르고, 애네들은 내부 구조가 없어요. 그래서 이렇게 내부 구조가 없는 거는 dense solid lipid nanoparticle 이라고 불리고, 보관 혹은 유통상 굉장히 장점이 있는 걸로 알려져 있습니다. 그래서 처음에 소개해드릴 ionizable lipid 들은 MC3 라고 불리는 ionizable lipid 이고, 이 물질은 앞서 김빛내리 교수님도 소개를 하셨지만 siRNA 전달용 제형으로 patisiran 이라고 하는 제형이 개발이 되었고, 2018 년도에 FDA 허가를 받아서 지금 상용화가 된 상태입니다. 그 이후에 지금 Genevant 같은 경우는 ALC-0315 라고 불린 ionizable lipid 이고, COVID 백신을 상용화하였고요. 모더나는 SM-102 를 이용하고 있습니다.

앞서 제롬김 박사님도 이 map 을 잠깐 이야기를 하셨는데요. 제가 여기서 좀 강조하고 싶은 부분들은 이제 기초연구에 대한 부분입니다. 여기 이제 특허맵 분석에서 두 가지 기관이 굉장히 중요한 역할을 하였는데요. 여기 보시면 UBC 라고 British Columbia 라고 불리는 대학이고요. 여긴 Pieter Cullis 교수님이라고 앞서 patisiran 제형을 처음 개발하신 전 세계에서 가장 먼저 허가를 받으신, 그 교수님께서 ionizable lipid 라이브러리를 많이 가지고 계셔서 실제 그 물질들이 다 Arbutus 로 갔습니다. 그리고 아마도 Arbutus 는 Roivant 와 Genevant 를 BioNTech 으로 그 lipid 가 가게 된 거고요. 모더나는 Arbutus 것을 쓰고 있습니다. 또 다른 분야는 바로 UPenn 인데요. Kariko 교수님이 in vitro transcription 통해서 mRNA 를 만드시는 걸 하셨고, 그걸 기반으로 저희가 지금 mRNA 백신이 개발이 되었습니다. 그래서 사실 기초연구가 얼마나 중요한가를 이 특허맵을 통해서도 저희가 확인할 수 있습니다.

COVID 백신 관심 있으실 것 같아서 두 종을 좀 비교해보았는데요. 사용하는 도즈는 모더나의 100 마이크로그램, 그리고 BioNTech 은 30 마이크로그램이고요. 보통

두 번을 injection 하게 되고, 현재 제형은 IM 제형만 나와 있습니다. 둘 다 frozen liquid 형태로 보관 및 유통이 되고 있고요. 독특한 차이는 하나는 마이너스 20 도, 하나는 마이너스 70 도인데, 사실상 여기 들어가 있는 ingredient 를 보면 두 물질이 굉장히 유사합니다. 그래서 제가 개인적인 관점으로 보기에는 BioNTech의 유통사인 화이자는 접근했을 때 굉장히 보수적인 조건으로 보관하는 걸로 저는 생각을 하고 있고요. 그리고 실제로 마이너스 70 도에서 마이너스 20 유통으로 변경이 되어서 진행을 하고 있는 걸로 알고 있습니다.

좀더 구성 성분에 대해서 이야기를 드리고 싶은데요 앞서 지질 component 는 크게 네 가지가 이용됩니다. 왜 ionizable lipid 가 중요한지는 이야기를 드렸고, 그 다음에 이제 여기는 helper lipid 입니다. 그래서 helper lipid 는 이제 항암제 제형에서도 사실 많이 이용이 됐는데, DOPE, DSPC 이런 물질들이 이용되고 있는데요. 애네들의 특징은 첫째는 이 지질 나노입자를 안정화하고 실제 이 물질 자체들도 핵산 의약품과 서로 상호작용을 합니다. 그래서 여기 보시면 보통 저희가 이런 양이온과 음이온을 한 molecule 에 갖고 있는 것을 zwitterionic 물질이라고 부릅니다. 그런 특징을 잘 보여주고 있고, 이 helper lipid 를 어떻게 이용하냐에 따라서 앞서 이야기 드린 것처럼 이온화 지질 나노입자의 내부 구조가 좀 변경이 일어나게 됩니다. 그 다음에 콜레스테롤은 제형화 한 후에 입자의 안정성을 증가시키는 형태로 이용이 되고 있고요. 그 다음에는 요즘 논란이 많이 되고 있는 PEG-lipid 입니다. PEG-lipid 같은 경우에는 굉장히 중요한 역할을 하는데요. 이 나노입자를 나노입자로 유지시켜 주는, 표면장력을 줄여서 입자의 안정성을 높여주고, 그리고 이들이 체내에서 유지될 수 있도록 하는 역할을 합니다. 보통 이렇게 lipid tail 을 가지고 있고, 그리고 일정한 길이의 polyethylene glycol 부위가 존재합니다. 보통 분자량은 2000 에서 3000 정도가 많이 이용이 되고 있고요.

그 다음에 아마 관심 있으실 만한 부분으로, 왜 그러면 COVID mRNA 백신을 맞았을 때 혹시라도 생길 수 있는 부작용과 우려점이 있을까? 일반적으로 우리가 잘 알고 있는 부작용은 발열이나 근육통이에요. 근데 이것은 면역이 유도되는 과정 중에 일어나는 일반적인 현상이라고 보실 수 있습니다. 그런데 안타깝게도 심각한 부작용이 일어나는 경우가 발견되고 있는데요. 이런 경우는 보통 아나필락시스라고 하고요. 보통 접종 이후 수분 내지 수시간 이내에 발생을 하는 걸로 알려져 있어서 접종 후 모니터링이 꼭 필요합니다. 실제로 제가 문헌으로 확인해 보았더니 화이자의 경우 10 만명 당 한 명 수준, 모더나의 경우 30 만 명 당 한 명 수준에 발생이 일어날 수 있다고 합니다.

그렇다면 우리가 말한 백신을 맞았을 때 부작용을 일으킬 만한 요소를 한번 생각해 볼 수 있는데요. 크게 세 가지로 나눠봤습니다. 보시는 바와 같이 mRNA, helper lipid 와 chol, PEG-lipid 를 들 수 있는데요. mRNA 는 체내에 투입이 되고 세포 내에서 존재할 수 있는 시간이 대략 아홉 시간에서 열두 시간입니다. 그래서 이걸 기반으로 물질에 대한 독성이 일어나기는 사실 굉장히 어렵고요. Helper lipid 와 콜레스테롤도 이미 이를 기반으로 한 항암제 제형이 굉장히 다수 존재하고 있습니다. 그래서 safety 이슈에 대한 파라미터는 굉장히 많이 확보가 된 상태고요. 그런데 반면에 PEG-lipid 같은 경우에 체내에 PEG antibody 를 일으킬 수 있다 라는 연구 결과가 계속해서 보고되고 있어요. 그래서 지금 PEG 를 대체하는 연구가 사실 활발하게 진행이 되려고 하고 있습니다.

그런데 이제 너무 우려하실 필요가 없는 것은 첫째 지질 나노입자를 만들 때 PEG 의 함량비가 무게비로 1% 내외예요. 그래서 앞서 저희가 mRNA 에 얼마나 투입이 되는지 이야기를 드렸는데 모더나의 경우 10 마이크로그램, 화이자의 경우 3 마이크로그램의 PEG 가 몸에 들어가게 됩니다. 그런데 이렇게 이야기를 드리면 그래도 많은 게 아닐까라고 생각하실 수 있는데요. 실제 허가를 받은 PEGylated protein product 가 있어요. 이게 Pegasys 라고 불리는 건데, PEGylated 인터페론입니다. 그래서 B 형과 C 형 간염 치료제로 이용이 되는데, 이 물질 같은 경우에 실제로 들어가는 PEG 의 함량이 90 마이크로그램이 넘습니다. 그래서 더군다나 이 Hep B, C 치료제는 굉장히 lipidic 하게 dosing 이 일어나요. 그래서 저희가 지금 접종할 때 PEG 때문에 너무 우려하실 필요는 없을 거라고 생각이 됩니다.

마지막으로 초저온 관련해서 이야기를 드릴게요. 앞서 김 교수님이 잘 설명을 드렸는데 이게 이제 RNA 의 일반적인 구조예요. 이렇게 보시면 phosphodiester bond 를 기반으로 한 backbone 을 갖고, sugar 가 있고 base 가 있는데요. 이 RNA 물질은 물에만 있어도 녹아 없어집니다. 이유는 물분자가 이 2' 포지션의 -OH 기를 자극해서 이 phosphodiester bond 를 깨는 그런 reaction 이 일어나거든요. 그런데 다 잘 아시다시피 온도가 올라가면 물분자의 활성도는 더 증가합니다. 그렇기 때문에 낮은 온도에서 보관을 해야 되고요. 그렇지만 제형화를 했을 때는 조금 다른데, 제형화 했을 때는 사실 분문자들이 이들을 접근하기가 굉장히 어려워져요. 그리고 현재 개발되고 있는 많은 이온화지질 같은 경우에, 앞서 실온 보관 및 안정성 테스트를 통해가지고 아마 동결 건조 제형으로 개발이 완료될 것으로 생각을 하고 있습니다.

네, 제 강연 여기까지 진행하는 것으로 하겠습니다. 감사합니다.

이준호:

예 감사합니다. 이혁진 교수님께서 강연을 해주셨습니다. 저희 웨비나의 기본적인 모토가 쉽지만 깊이 있는 강연이 있거든요. 이혁진 교수님께서 오늘 지질 나노입자에 대해서 아주 멋진 내용을 강연을 해주셨습니다. 제가 듣기로는 이렇게 해석해 봤습니다. 두 얼굴을 가진 지질 운반체에 대해서 강연을 해 주셨습니다.

다음 연사를 모시겠습니다. 성민기 교수님이시고요. 서울대 건축과를 졸업하시고 동경대에서 건축학 박사를 하셨습니다. 현재는 세종대 건축공학과 교수로 계십니다. 성민기 교수님께서 그동안에, 지난 2015년에 메르스 때 초기 확산 경로를 파악하는 역학 조사팀에도 참여를 하셨고요. 국내 최초로 음압격리병실 실험 챔버를 구축하셔서 그 성능을 조사하고 향상시키는 연구도 수행하십니다. 특히 요즘에는 비말 확산 3D 시뮬레이션 연구도 하시고 많은 발표를 해 주셨습니다. 아까 코로나 19가 공기로 전파된다고 하는 것 때문에 저희가 어떻게 대응할 것인가 이 부분에 대해서 아마 성민기 교수님께서 아주 멋지게 강연을 해 주실 거라고 기대를 하고 모시겠습니다.

성민기 (세종대 건축공학과 교수):

안녕하십니까, 우선 이런 귀중한 자리에 초대를 해 주셔서 정말 감사드린다는 말씀을 드리고 싶고요. 사실 얼마 전에 저희 초등학생 딸이 DNA와 RNA의 차이가 뭐냐라고 저한테 물어봐 가지고, 그래서 저도 공부를 해 가지고 설명을 해준 적이 있는데, 그 정도로 요즘 그 백신이 연령과 상관없이 모든 국민들한테 큰 관심인 것 같습니다. 제가 오늘 말씀을 드릴 환기라는 것은 실제 백신하고는 무슨 관계가 있을까? 사실 관계가 없죠. 사실 관계가 없는 것 같아 보여도 사실 코로나 감염을 확산하는 걸 예방을 한다는 그런 목적에서는 같은 공유점을 가지고 있지 않은가 이렇게 생각을 합니다. 그래서 오늘 관계에 대해서 좀 말씀을 드리려고 합니다.

아까 안 교수님께서 마지막에 공기 감염에 대해서 잠깐 언급을 해 주셨는데요. 이 환기를 얘기할 때 역시 공기 감염하고 떼려야 뗄 수 없는 그런 관계입니다. 그래서 사실 2015년에 메르스 같은 경우에는 우리가 주로 의료 환경에서, 그러니까 특정한 환경에서만 감염이 확산이 돼서, 사실 공기 감염이라는 것은 조금 주장하기 어려웠습니다.

그래서 공기 감염보다는 주로 비말이라든가 아니면 특정한 treatment 가 있는 그런 환경에서 비말이 발생을 하는 경우, 그런 경우에 이제 airborne precaution 을 해야 된다고 WHO 에서도 그렇게 권고를 했었죠. 그런데 이번 코로나 19 같은 경우에는 이미 너무나 많은 집단감염 사례에서 비말 감염만으로는 설명이 안 되는 그런 케이스들이 많았고요. 그래서 우리는 이미 공기를 통해서 감염된다 라는 걸 알고 있었지만 WHO 라든가 CDC 나 우리 질병관리청 같은 데서는 공식적으로는 좀 이렇게 공기 감염에 대해서 언급하기가 어려웠던 것은 사실이고요. 그래서 최근에 4 월달에 WHO 에서 공기 감염이 주요 감염경로다 라고 공식적으로 발표를 했는데, 지금 보여드리는 자료는 올해 5 월달에 WHO 발표가 나고 난 다음에 코로나 바이러스, 코로나 19 의 공기 감염에 대응하기 위해서 어떻게 해야 되느냐 하는 것에 대해서 조금 언급을 한 자료를 제가 발췌를 했습니다.

그래서 처음에 얘기를 하고 있는 것은 이제 실내 공기 중에 얼마만큼의 코로나 바이러스가 있느냐에 따라서 공기 감염의 리스크가 달라진다. 그래서 우리가 공기 중에 포함돼 있는 코로나 바이러스의 농도를 줄여주는 게 필요하다, 농도를 줄여 주기 위해서는 역시 환기가 기본적으로 돼야 된다는 그런 이야기를 하고 있고요. 그 다음에 우리가 일반적으로 알고 있는 2 미터 또는 6 피트라고 하는, 그런 거리에 대한 개념도 좀 약간 넘어서서 이제 공기 감염이라고 그러면 2 미터를 훨씬 벗어나서도 감염을 일으킬 수 있다 라고 해서, 2 미터 이상도 감염을 일으킬 수 있다 라고 얘기를 해서 그런 것들을 예방하기 위해서는 우리가 이제 부적절하게, 환기를 하더라도 적절하게 환기가 진행이 돼야 된다는 것 하고, 그 다음에 우리가 어떤 실내에서 활동을 할 때 너무 많은 어떤 그런 비말이라든가 이런 게 나오는 활동을 좀 줄여야 된다는 것, 그 다음에 너무 장시간 실내에 체재하지 않아야 된다는 것 이런 것들을 지금 언급을 하고 있습니다. 그런데 이런 것들이 사실은 너무나 한 50-60 년 전에 공기 감염을 연구를 했던 그런 학자들에 의해서 이미 이런 내용들은 다 주장이 됐던 거고 다 알려져 왔던 그런 내용들입니다. 새로운 게 아니죠. 그런데 이제 공기 감염이라는 것을 인정하면 이런 precaution 을 해야 해서 그런 것들이 좀 이제 우리들이 더욱더 주의를 해야 될 부분이라고 하겠습니다.

이 슬라이드는 예전에 메르스 때는 아까 조금 전에 말씀드렸다시피 어떤 특정한 그런 어떤 intubation 라든가 suction 이라든가 이런 뭔가 에어로졸이 발생하는 이런 상황에서만 메르스는 감염 확산이, airborne precaution 을 해야 된다는 그런

상황이었고요. 그런데 사스, 지금 COVID-19 같은 경우에는 메르스 때 하고는 좀 다르게 너무 전방위적으로 공기 감염의 역학적인 증거들이 나오고 있다는 사실입니다.

그래서 많이들 아시겠지만 이런 환기와 관련된, 공기 감염과 관련된 코로나 19 사례들은 되게 많습니다. 잘 아시는 광저우에 있는 레스토랑, 여기 이제 환기가 잘 안 되는 공간에서 에어컨의 바람을 통해서 확산이 이루어졌다는 거, 그 다음에 아까도 잠깐 언급이 있었습시다만 파주의 커피전문점, 커피 전문점도 환기가 잘 안 이루어지는 공간에서 에어컨의 강한 바람을 통해서 코로나 바이러스 입자가 퍼져 나가서 감염이 일어났다. 이거는 사실 우리가 기존에 알고 있던 2 미터 범위를 훨씬 넘어서는 곳에서 감염이 일어났기 때문에 분명히 공기를 통한 감염 가능성에 대해서 시사를 하는 그런 케이스가 되었습니다. 물론 이외에도 상당히 많은, 공기를 통한 감염 케이스들이 보고가 되고 있는데요. 이거는 일단은 어떤 기계장치를 이용한 환기, 에어컨이라든가 이런 것을 통한 케이스고요.

이 때 그래서 한 방송국에서 일단은 에어컨에 의해서 발생하는 비말들이 어떻게 퍼져 나가는지, 에어컨의 영향이 어떻게 되는지를 좀 시뮬레이션을 해 달라고 그래서 저희가 computational fluid dynamics 기법을 이용을 해서, 입자가 기침을 했을 때 나오는 입자들이 어떻게 퍼져 나가는지를 두 개를 비교를 한 건데요. 위의 거는 환기 횟수 2 회만 가동을 한 상태에서 에어컨은 가동하지 않은 조건이었고, 아래쪽은 에어컨을 가동한 상태였습니다. 보시면 아시겠지만 에어컨을 가동을 하면 아무래도 입자들이 실내의 기류가 훨씬 더 활성화되어 있기 때문에 입자들이 훨씬 더 빨리 실내로 이렇게 퍼져 나가는 것을 알 수 있습니다. 물론 이 같은 입자들은 바닥으로 떨어져 침강한다는 것을 알 수가 있고요. 그런데 이제 한 가지 또 우리가 유의해야 될 점은 이렇게 실내로 확산을 많이 시키긴 하지만 환기가 적절하게 이루어지고 있을 때는 이 입자들이 실내에 정체되는 것을 조금 이 에어컨의 바람이 조금 해소를 해 줘서 배기구를 통해서 좀 더 빨리 배출되도록 하는 그런 역할은 하고 있습니다. 그래서 실제 실내의 비말의 농도를 비교해보면, 아래 쪽에 환기하고 그 다음에 에어컨을 같이 가동했을 때 훨씬 비말의 농도가 떨어지는 속도가 빠르다는 것을 우리가 알 수 있었습니다.

그리고 이제 다른 케이스들은, 다른 케이스인데요. 이거는 이제 어떤 기계적인 환기를 통한 그런 어떤 영향이라든가 이게 아니고 우리가 자연 환기라고 그래서 창을 열어서 자연 환기를 하잖아요. 창을 열어서 자연 환기를 할 때는 반드시 실내하고 실외의 압력 자체가 형성이 되어야 합니다. 바람이 분다든가 온도 차이가 난다든가. 그래야지

창문을 열어도 환기가 되고, 창문을 열어도 실내외 온도, 압력 차이가 발생하지 않으면 환기가 잘 일어나지 않죠. 그래서 이렇게 자연적인 힘에 의해서 자연 환기를 활용을 하는데, 이런 자연적인 힘이 오히려 코로나 확산을, 공기확산을 촉진시킨 그런 사례가 되겠습니다. 이번에 사스 때 케이스인데요, 유명한 Amoy Garden 이라고 하는 고층 주거 단지인데 여기서도 지금 보면 이런 배관, 배수관을 통해 가지고 에어로졸이 역류를 해가지고 위층으로 확산이 된 케이스, 그 다음에 이번에 코로나 때도, 코로나 19 때도 지금 보면 광저우에 있는 고층 아파트에서도 마찬가지로 하수 배관을 통해서, 통기관이라고 하는 공기가 통할 수 있는 관을 통해서 역류해서 들어왔다 라는 케이스고요. 너무나 유명한 케이스들이고, 우리나라에서도 아직까지 많이 보고가 되고 있지 않습니다만, 상당히 많은 케이스, 유사 케이스들이 있습니다. 그래서 이거는 뉴스, 매스컴에서 한번 나왔기 때문에 서울에 있는 한 아파트, 아파트에서 같은 라인에서 이렇게 감염 환자들이 나온 케이스들이고요. 여기도 마찬가지로 같은 환기 덕트를 사용을 하고 있고, 배수관이라든가 이런 것도 같이 사용을 하고 있습니다. 그러다 보니까 같은 라인에서 주로 확진 환자가 나왔던 케이스들이고요. 그 다음에 또 하나 아파트에서는 여기도 마찬가지로 5 층짜리 단층 건물이긴 하지만 여기도 같은 라인에서만 확진 환자가 나왔던 거고요. 여기 같은 경우는 둘 다 공통점이 좀 오래된 아파트, 그래서 요즘 아파트들은 대부분 화장실 배기 쪽에 배기 팬이 있어 가지고 강제적으로 바깥으로 공기를 갖다가 배출시키고 이렇게 하는데, 옛날 아파트들은 배기 팬이나 이런 게 없이 그냥 공기가 통하도록 연결만 돼 있기 때문에, 이런 곳을 통해서 역류해서 들어올 수 있다 라는 거죠.

근데 이때 수직으로 연결돼 있는 이런 관로를 통해 가지고 공기가 이동하는, 이동하게 하는 그런 힘이 아까 조금 전에 말씀드렸던 자연 환기를 일으키게 하는, 온도에 따른 압력 차이가 발생하는 그런 힘 때문입니다. 우리가 연돌 효과라고 얘기를 하는데, 겨울철 같은 경우에는 실내 온도보다 바깥 온도가 훨씬 낮기 때문에 실내, 바깥쪽이 밀도가 높고 그리고 아래쪽 같은 경우에는 압력이 높게, 높아지기 때문에 강한 상승기류가 발생을 합니다. 그리고 여름철 같은 경우에는 반대로 하강기류가 발생을 하고요. 그래서 아까 그 서울에 있는 아파트 같은 경우에는 아래, 위층에서 첫 번째 확진 환자가 생긴 다음에 아래층으로 확산이 된 걸로 파악이 되고 있는데 그때는 여름철이었습니다. 그래서 약간 반대로 아래쪽으로 흐르는 그런 바람에 의해서 확산이 된 게 아닌가 이렇게 보고 있고요. 그 다음에 이제 진주에 있던 아파트 같은 경우에는

겨울철이었습니다. 겨울철 같은 경우에는 반대로 상승기류가 발생을 하게 됩니다. 그래서 진주 아파트 같은 경우에는 2 층에서 첫 번째 확진자가 있었고 그 위층에서 그 다음에 확진자가 나왔는데, 이러한 자연적인 힘에 의해서 위로 이렇게 확산이 된 게 아닌가 이렇게 파악을 하고 있습니다. 그래서 이렇게 환기를, 우리가 자연 환기에 활용할 수 있는 자연적인 힘이 이렇게 코로나 확산, 그러니까 공기 확산을 유도를 할 수 있는 이런 케이스들도 있다 라는 걸 이제 말씀드리겠습니다.

다음에 공기 감염하고, 공기 감염에 대해서 말씀드릴 때 빼놓고 말씀드리기 어려운 분들이 William Wells 하고 Richard Riley 라는 분인데, 이 두 분이 20 세기 초에 결핵이라는 감염병을 연구를 하면서, 사실 그때 당시에는, 지금은 결핵이라는 게 공기 감염병이라고, 대표적인 공기 감염병으로 알려져 있습니다만, 그때 당시에는 이게 공기 감염병인지를 밝혀 내기 위해서 여러 가지 세균, 결핵균이라든가, 균에 대한 연구라기보다는 균이 어떻게 유출이 되고 토출이 되고 그 다음에 어떻게 전파가 되는지 전파경로에 대한 연구를 주로 하셨습니다. 그래서 우리가 기침을 한다든가 아니면 재채기를 한다든가 말을 한다든가 할 때 과연 입에서 얼마만큼의 입자가 어느 정도 크기의 입자가 토출이 돼서 얼마만큼 도달하는가 이런 연구들을 진행을 했었죠. 지금도 유사한 연구들이 지금 진행이 되고 있습니다.

그래서 그런 선구적인, 선구자적인 역할을 하셨는데 그 때 또 하나 중요하게 이렇게 제안을 하셨던 게 이 유명한 Wells-Riley 모델이라고 하는 식인데요. 이거는 이제, 공기 감염에 대해서 공기 감염에 영향을 미치는 인자들을 여기에 반영을 해서 얼마만큼 어떤 공기 감염 리스크를, 공기 감염확률이 나타날 지를 나타내는 식인데요. 여기 식에 보시면은, 여기 위에는 예를 들어서 어떤 게 영향을 미치냐면 어떤 실이 있을 때 그 실에 감염환자가 몇 명 있는지, 그리고 그 감염 환자가 얼마만큼의 감염균을 토출을 하는지, 그 다음에 그 실에 있는 사람들이 얼마만큼의 호흡량으로 그 균을 들이마시는지, 그 다음에 몇 시간 체재를 하고 있는지 그 실에, 그 다음에 여기 아래쪽에 있는 Q 라고 하는 것이 환기량이 되겠습니다. 그래서 환기량이 클수록 감염 리스크는 줄어든고, 그 다음에 아까 처음에 말씀드렸던 그 네 가지 factor 에 의해서는 감염 리스크가 늘어나는 그런 식이 되겠습니다. 그런데 여기서 환기량하고 그 다음에 발생량 이 두 가지, 그러니까 환기량분의 발생량이 결국은 뭐냐면 그 실의 바이러스 농도가 되겠습니다. 공기 중의 바이러스 농도가 됩니다. 그래서 결국에는 바이러스 농도가 얼마나 있느냐, 그 다음에 그걸

얼마만큼 들이마시느냐, 얼마만큼의 속도로, 그 다음에 얼마나 오랫동안 들이 마시느냐에 따라서 감염 리스크가 결정이 된다는, 아주 심플한 그런 식이 되겠습니다.

이걸 조금 더 이해하기 쉽게 약간 좀 변형을 하면, 아까 말씀드렸다시피 여기서 n 이라는 게, 그 재실하고 있는 사람들이 들이마시는 감염균이나 바이러스의 양이 되겠습니다. 그런데 여기서 사실, 감염병에 따라서 들이마시는 양이, 얼마만큼 들이마셔야 감염이 일어나는지는 좀 다르기 때문에, 여기는 quanta 라고 하는 개념을 사용하고 있는데요. 한 63%, 하나 들이마셨을 때 63% 감염되는 확률, 하나의 입자 단위를 갖다가 우리가 quanta 라고 가정을 하고 계산을 하고 있는데요. 여기에 보시면 조금 전에 말씀드렸다시피 감염균의 농도, 그 다음에 얼마만큼의 속도로 들이마시는지, 호흡으로 들이마시는지, 그 다음에 D 가 체재 시간이 되겠습니다. 그래서 여기서 우리가 하면 호흡량이라든가 체재시간도 물론 우리가 컨트롤이 가능하지만, 이 농도를 우리가 좀 줄여주면 감염 리스크를 줄여 줄 수가 있는데, 이 농도는 여기에 E 라고 돼 있는 거는 quanta emission rate 이라고 해서 얼마만큼 바이러스를 내뿜느냐입니다. 우리가 바이러스를 내뿜는 거는, 우리가 어떤 활동을 하느냐에 따라서 영향을 받는데, 우리가 말을 한다든가 또는 가만히 호흡만 할 때는 거의 안 나오겠지만 노래를 부른다든가 큰소리를 낸다든가 하면 훨씬 더 emission rate 이 높아지겠죠. 그래서 그런 것들이 농도에 영향을 미치고 그 다음에 농도를 줄여주는, 어떤 중재 효과로서의 여기 λ 가 들어가 있는데, 이 λ 는 여기 밑에 나와있듯이 우리가 환기를 통해서 저감을 시켜 줄 수가 있고, 그 다음에 deposition 이라고 해서 침착이라든가 이런 것들, 그 다음에 자연적으로 시간에 따라서 사멸하는 decay, 그 다음에 우리 공기청정기라든가 이런 필터를 통해서 제거하는 거, 이런 것들에 의해서 농도가 줄어들게 됩니다. 그래서 우리가 중재효과로서 환기가 이런 데서 역할을 하게 되겠죠.

그래서 quanta emission rate 은 여러 가지 역학조사를 통해서, emission rate 을 도출하게 되는데, 우리가 큰소리로 얘기를 한다든가 할 경우에는 270 부터 가만히 그냥 호흡만 할 때는 한 3.1, 시간당 3.1 quanta 정도로 나와 있고요. 그런데 이거는 연구 결과에 따라서 좀 값이 많이 다른데, 예를 들어서 워싱턴의 성가대 합창단 케이스를 가지고 연구한 결과에서는 한 970 정도까지 높게 나타나는 경우도 있습니다. 사실 이 발생량이 정말 실내 공기 중의 바이러스 농도에 큰 영향을 미치게 되는데요. 그런데 이 quanta 의 emission rate 에 영향을 가장 많이 미치는 게 어떤 활동을 하느냐에 따라서도 영향을 미치는데, 우리가 중재 효과로서 마스크를 착용을 하게 하잖아요. 마스크를 착용하게

하면 이기 emission rate 을 훨씬 줄일 수가 있죠. 그래서 실제로 감염 리스크를 많이 줄일 수가 있습니다. 그 다음에, 아래쪽에는 우리가 호흡량이라고 하는 게 되겠고요.

그래서 실제 우리나라의 운동 시설 사례를 가지고 계산을 해본 겁니다. 그래서 운동을 할 경우에는 아무래도 quanta emission rate 이 높기 때문에 발생량이 높기 때문에 감염 리스크가 이렇게 높게 나타납니다. 물론 환기를 하면, y 축은 환기량이 되겠는데, 환기를 많이 하면 할수록 감염 리스크는 줄어들지만 결국에는 이 quanta emission rate 을 줄여주는 게 마스크를 착용한다든가 아니면 격한 운동을 하지 않는다든가 하면, 감염 리스크를 우선적으로 줄여줄 수가 있겠습니다. 그리고 감염에 영향을 미치는 요소들은 다양하게 있고요. 그 중에서 공기감염같은 경우에는 여기에 나와 있듯이 환기라든가 환기 패턴이라든가 이런 것들이 되게 중요하다.

그래서 환기에 대한 내용은 아마 여러분들이 잘 아실 것 같아서 자세하게 설명을 드리지는 않겠습니다만 실내, 신선한 공기를, 그러니까 실내의 오염된 공기를 신선한 외기로 교환하는 것입니다. 그래서 바깥의 신선한 공기를 도입해서 실내의 바이러스 농도를 희석을 시켜 준다든가 또는 바이러스를 바깥으로 배출해 주는 겁니다. 그런데 희석을 해주는 거는 아무래도 실내로 이렇게 확산을 시켜줄 수가 있기 때문에 더 효과적인 거는 실내 바이러스를 바깥으로 배출해 주는 게 되겠죠. 그리고 환기의 기준 같은 것들은 우리가 보통 이산화탄소, 우리가 호흡을 하면서 발생하는 이산화탄소 농도를 가지고 우리가 기준을 제시를 해 왔습니다. 그래서 예를 들어서 한 사람당 $25 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 그런 환기량을 도입을 해야 된다는 거, 이게 우리 건축법에 보면 이런 기준들도 다 나와 있습니다. 나와 있는데 사실 실제로는 잘 안 지켜지는 부분들이 있어서 그런 데서 집단감염이 많이 일어나는 것 같습니다. 이게 근데 환기가 왜 잘 안 이뤄지느냐, 잘 안 지켜지느냐 하는 거는 이제 미국의 사례이긴 합니다만 우리나라는 2000년대쯤부터 기준이 나왔는데, 미국 같은 경우에는 한 1900년대 초반부터 기준이 나왔습니다. 근데 이게 기준이 시대에 따라서 좀 바뀝니다. 왜냐하면 1980년대는 사실 여러분도 아시다시피 80년 전후에 오일쇼크가 있었죠. 그래서 에너지 절약이 강조됐을 때는 이 때는 에너지 절감을 위해서 환기를 좀 줄이자 기준을, 그래서 이렇게 기준이 낮아졌고요. 최근에는 위생이라든가 공기 환경 같은 것들에 대한 관심이 높아지면서 다시 기준이 높아지고 있는 상황입니다. 그래서 사실 에너지하고 관련이 있기 때문에 실제 상급종합병원을 대상으로 설문조사를 했던 건데요. 겨울철이나 여름철에는 환기를 잘 안 시키고 있습니다. 실제 한 36% 정도는 외기를 닫아 가지고 그냥 냉난방만 순환을 시켜서

하고 있다는 그런 결과도 나와요. 그러니까 이런 병원에서 이러는데 좀 작은 시설같은 경우에는 환기나 이런 것들이 잘 안 되겠죠.

그 다음에 환기 횟수에 대한 것도, 요즘 이제 환기 횟수를 얼마로 해야지 충분한 환기냐 라는 뭐 그런 질문도 많은데요. 환기 횟수가 보통 우리가 1 회라 그러면 한 시간에 우리 실의 체적만큼의 공기가 들어오고 나가는 걸 얘기를 하는데, 그럼 과연 한 시간에 실내 공기가 한번 바뀐다는 뜻이냐. 그런데 실제로는 우리가 환기 횟수 1 회에서 한 시간에 우리의 실내 공기가 완전히 바뀌려고 그러면 우리가 반도체 클린룸이라든가 이런 데 적용되는 이런 피스톤 환기라고 해서, 측류 환기라고 해서 한쪽에서 바람을 다 불어주고 한쪽으로 다 배기를 해 주는 이런 환기를 하면 정확하게 한 시간에 실내 공기가 다 배출이 됩니다. 그런데 사실 이렇게 하는 거는 아시다시피 일반적인 건물에는 적용하기 어렵습니다. 비용도 많이 들고. 그래서 일반적으로, 실제로는 환기가 되더라도 발생원이 여기 있으면 빨리 배출이 되기도 하고 실내에 확산이 안 되고 또는 환기를 하더라도 정체되는 구간이 있어 가지고 잘 배기가 안 되는 이런 현상도 발생하게 되죠. 그래서 이 환기 효과를 높이는 방향으로 우리가 환기를 적절하게 해줘야 한다. 무조건 환기 횟수를 높인다고 해서 우리가 실내의 바이러스 농도를 줄일 수 있는 건 아닙니다. 이거는 시간 관계상 기본적인 내용인데 넘어가도록 하겠습니다.

그래서 어떤 솔루션이라고 하면은 가장 기본을 지키는 게 가장 필요한 것 같습니다. 가장 기본을 지키는 게 필요하고요. 아까도 말씀드렸지만 환기보다도 일단 더 효과적인 게 발생량을 줄이는 겁니다. 그러니까 마스크를 잘 착용을 하는 거죠. 비말 핵이나 에어로졸을 차단할 잘 할 수 있는 그런 마스크를 우선 착용해야 되고, 그 다음 단계로 우리가 환기를 해주면 공기를 통한 감염을 줄일 수 있습니다. 자세한 내용은 나중에 질의 시간에 또 답변을 해 드리도록 하겠습니다. 예, 감사합니다.

이준호:

예, 성민기 교수님 감사합니다. 환기가 오늘 주제에 좀 안 맞는 거 아니냐 이런 생각을 하시는 분도 계실 것 같은데요. 사실은 마스크와 환기는 백신이 있기 전의 백신이다 그렇게 말씀을 드릴 수가 있을 것 같습니다. 그래서 냉난방이 있을 때 특히 환기를 잘 하는 게 중요하다 그 말씀도 해 주셨습니다. 공기에서 전파되는 코로나 19 를 예방하기 위해서 다양한 방법들이 동원되어야 될 것 같습니다.

자, 드디어 오늘 마지막 연사를 모시게 됐습니다. 채인택 기자님이시고요. 부산대 약대에서 약학을 전공하셨습니다. 그리고 석사는 서울대 보건대학원에서 석사 학위를 하였고요. 영국으로 가셔서 런던대에서 미디어와 문화 연구 주제로 공부를 또 하셨습니다. 현재는 중앙일보 국제전문기자입니다. 국제부에서 일을 하시면서 다양한 전쟁 관련 보도도 많이 하였고요. 이라크 전쟁이라든지 아프가니스탄 전쟁이라든지, 이번에 코로나 시국에서는 세계 각국의 코로나 백신 관련돼 있는 경쟁, 공급 문제, 국제정치에 관련된 다양한 이슈들을 다루고 계십니다. 그래서 오늘 두 번째로 모셔서 지난 1월에 이어서, 최근에 벌어지고 있는 '글로벌 백신 쟁탈전, 그리고 국제정치'라는 제목으로 강연을 해주시겠습니다. 모시겠습니다.

채인택 (중앙일보 국제전문기자):

안녕하십니까, 정말 지겨운 전쟁입니다. 지금까지 여러 전쟁을 겪었습니다만 바이러스와의 전쟁은 정말 끈질기고 해법이 없고, 그리고 저희들에게 인류의 희망과 절망을 동시에 안기는 것 같습니다. 그런데 이제 바이러스와 인류와의 전쟁을 넘어서 지금 인류가 서로 부딪치고 싸우고 경쟁하고 있습니다. 지금 아까 제롬김께서 Great Wall 을 옛날에 얘기하셨고, 또 대 각축전, 러시아와 영국이 19 세기의 패권을 놓고 싸웠는데 지금 보면 백신을 놓고 이렇게 싸우고 있는 것 같습니다. 그래서 그 얘기를 하지 않을 수가 없습니다. 왜냐하면 과학자들이 하나하나 연구하고 그 실험실에서 그 힘든 작업 끝에 얻은 여러 지식을 지금 바이오사와 제약회사가 조합을 해서 이걸 바탕으로 백신을 개발했습니다. 그런데 이 백신이 우리 체내에 들어오기까지는 다양한 정치, 경제, 그리고 이제 어떤 nationalism 까지 포함하는 국가주의, 혹은 민족주의, 지역주의가 들어가는 다양한 국제정치적인 그런 경험이 되고 있습니다. 그 때문에 지금 우리에게 제대로 잘 안 들어온다는 이런 얘기도 할 수가 있습니다. 백신을 모든 사람이 다 맞을 수 있는 그런 백신 동등의 시대를 열기 위해서 우리가 뭘 고민해야 되는지를 마지막으로 좀 얘기를 해보겠습니다.

자, 지금 보면, 누적 데이터를 보시면 아직도 백신을 맞는다, 미국에서는 수억이 맞았다, 이스라엘에서는 마스크를 벗고 다닌다는데 전 세계적으로는 여전히 위로 상승하고 있습니다. 이걸 엄연한 현실입니다. 그리고 지금 보면, 좀 백신이 나오면서 지난 1월 이후로 좀 괜찮아지는 듯하다가 인도를 비롯해서 다른 쪽에서 방심이 주 원인인

그리고 이제 어떤 방심을 부르는 정치적인 배경이 원인이 되는 그런 문제 때문에 다시 오르고 있습니다. 지금 현재 전세계 확진자 일일 발생 건수는 지난 어떤 시기보다 더 많습니다. 자, 지금 그래도 백신을 맞아서 사람들이 희망을 가지고 있다고 얘기합니다. 176 개국입니다, 지금 백신을 맞고 있는 데가. 누적이 16 억 회분이 넘고요. 하루에 약 2890 만 회분이 접종되고 있습니다. 미국은 인구 3 억 3 천인데 지금까지 2 억 8700 만 회분이 접종이 됐고요. 하루 178 만, 그것도 얼마 전에는 한 200 만 넘었는데 조금 떨어져서 이 정도입니다.

그런데 지금 이제 미국 얘기를 했습니다마는 굉장히 다른 나라보다 빠르죠. 백신접종 지도를 보면 옛날 1960 년대 가난한 나라와 부자 나라, 남북문제, 인류를 이제 지구를 나뉘었을 때 적도 아래와 적도 위 인구가 좀 비슷한 상황입니다. 지금 아프리카 쪽과 그리고 동남아 이런 쪽은 굉장히 중앙아시아까지 색깔이 허옇습니다. 지금 저기에 진한 쪽은 이전부터 아주 잘 살던 나라, 지금도 잘 사는 나라, 앞으로도 부를 계속 유지할 수 있는 그런 국가입니다. 그러면 결국 백신이라는, 코로나라는 인류 공통의 적 앞에서 백신이라는 인류가 개발한 이 치료방법 혹은 해결방법을 잘 사는 나라 중심으로 독점하는 게 아니냐 이런 얘기가 나올지 않을 수가 없습니다.

백신을 맞는데, 지금 뭐 백신이 그럼 신이나 뭐 이런 얘기도 하고 있는데 이런 농담이 나올 정도로 백신에 대한 여러 가지 정치적, 경제적 함의가 커지고 있습니다. 나는 왜 안 놔주냐, 아이고 그 나이 되니까 지금 맞으시네요, 축하드립니다, 이런 얘기가 나올 수밖에 없는 상황입니다. 지금 보면 사람들의 걱정은, 지금 의문은 백신으로 일상 복귀를 언제, 보건학자인 파우치 박사가 70 에서 85%, 인구의, 이 정도만 접종하면 정상 복귀가 가능하다고 얘기했습니다. 지금 이제 미국에서 보면 첫 1 억회분 접종에 61 일이 걸렸고요, 그 다음 1 억회분 접종에는 단 5 일이 걸릴 정도로 속도가 빨라지고 있다 이런 얘기도 하는데요. 지금 이 속도는 미국은 한 인구의 75% 접종하려면 앞으로 몇 달이면 되는 거고, 미국도 지금 보면 조금씩 떨어지고 있습니다. 여러 가지, 맞을 사람 다 맞고 지금 문제가 있는 사람들이 안 맞고 있다는 그런 지적이 가능한 상황이고요. 여러 가지 생각하지도 못한 문제가 백신 접종에서 사회적 문제, 종교적 문제 이런 게 앞으로 많이 나올 가능성이 커 보입니다.

그런데 또 다른 문제는 아까 지적했다시피 지금 국가별, 지역별 속도 차입니다. 지금 보면 전세계 여러 나라들이 맞고 있는 속도인데요, 어떤 나라는 굉장히 빠르고 어떤 나라는 아직도 밑에서 터벅터벅 걸어가고 있습니다. 토끼와 거북이, 거북이가 항상

동화에는 이기는데요, 현실에서는 지금 토끼를 따라잡지를 못하고 있는 그런 상황입니다. 지금 보면 이제 굉장히 앞선 나라들이 있습니다. 보면 지금 중국 본토가 5 억회분을 맞았다고 중국은 거의 뭐 국가적인 사업으로 얼마 전까지 미국에 조금 뒤졌는데, 지금 뭐 과연 중국식 속도전을 하고 있습니다. 속도전이 항상 유리한 건 아닙니다만. 그리고 미국, 유럽연합, 그리고 새로운 Serum Institute 가 있는 아스트라제네카 라이선스 생산하는 세계적인 백신 공급사가 있는 인도가 이제 그 다음, 브라질, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 전부 커다란 나라들 수준입니다. 역시 지금 백신에는 여러가지 정치적 요소, 경제적 요소가 있지만 역시 여기서 국력이라는 게 작용한 게 아닌가 그렇게 볼 수 있겠습니다.

그런데 더 문제는, 이걸 이제 블룸버그에서 지적한 건데요. 지금 백신이 전세계에서 가장 잘 사는 27 개국이 혹은 지역 그런 데가 전세계 백신의 31.5%를 놓았다, 그런데 이 27 개 국가와 지역이 차지하는 인구는 10.4%밖에 안 된다. 속도에서 3 배가 된다는 얘기죠. 역시 있는 사람 위주인가? 그러면 생명도 있는 사람 중심인가, 있는 사람이 더 귀중한가? 아니죠. 지금 전세계가 글로벌화가 되고 모든 사람의 목숨이 똑같다고 얘기를 하는 상황에서 이런 현상이, 대놓고 국제사회에 있다는 건 굉장히 부끄러운 일입니다. 일단 잠시 우리나라 백신 접종 상황을 보겠습니다. 조금 정체되고 있죠. 그렇지만 이제 곧 여러 가지 문제를 해결하고 있으니까 돌파구가 생겨서 이렇게 되던 게 다시 올라가리라고 봅니다. 지금 4 월에서, 4 월 중순에는 굉장히 빠른 속도로, 거의 뭐 45 도로 올랐는데 다시 이렇게 되리라고 기대합니다.

그런데 백신을 확보하는 이 힘은 어디서 나오느냐? 100% 경제력만은 아닌 것 같습니다. 여기는 일본 도쿄의 료고쿠라고 유명한 스모하는 경기장인데요. 지금 대량접종소로 일본의 65 세 이상 접종을 하면서 이 유서 깊은 지역을 내놨습니다. 그래서 여기에 백신 주사한 65 세 이상 시니어께서 이렇게 앉아서 쉬고 있습니다. 한 30 분 정도 쉬다가 나가시는데요. 이 좌석 하나가 사실 일본에서는 여기 스모 경기장이라고 그러면 이제 한 17 만 엔, 12 만 엔 이 정도이기 때문에 여기 한번 앉아 보시는 거죠. 방석 해가지고 보통 네 명이 앉는 자리입니다. 그런데 일본의, 올림픽을 치러야 될 일본의 백신 1 회 이상 접종자가 전체 인구의 5.23%입니다. 굉장히 힘들죠. 일본은 자국 내에서 임상시험을 거치지 않으면 허가를 안 내준다는 이상한 일본인 형질 특이주의에 빠져 가지고 전세계 제약업계에서 굉장히 문제를 많이 일으키는데요. 지금 그 때문에 이렇게 되고 있습니다. 일본의 지금 접종률은 세계 평균 9.95%는 물론이고 아시아 평균보다도 낮은 상황입니다. 과연 일본이 뭘 해야 될지, 그리고 올림픽을 할 수 있을지는 조금 생각해 봐야 될 문제죠.

다시 또 생각을 해야 될 게 인도입니다. 인도? 아까 이제 이렇게 백신을 맞아서 떨어졌던 1 일 확진자 발생이 다시 올라가는 주원인이 인도죠. 하루 최고 40 몇 만이 나왔다가 지금은 떨어진 게 20 몇 만입니다. 검사를 많이 해서 그렇다고 그러는데 글썄요, 검사를 100% 하는지는 아무도 모릅니다. 인도의 비극, 지금 이제 확진자가 2694 만, 웬만한 나라의 인구죠. 사망자도 30 만에 이릅니다. 웬만한 도시입니다. 그런데 여기 보시면 힌두교 축제입니다. 갠지스강으로 들어가기 직전의 모습인데요. 이런 축제가 허용이 되고 그리고 정치적 집회까지도 이 정도로 뻥뻥하게 모인 게 허용이 됐습니다. 참 문제죠. 그렇게 보면 이제 과학과 종교, 정치의 문제인데요. 인도는 보면 힌두 민족주의 정당인 BJP 가 이끄는 나렌드라 모디 총리가 나라를 이끌고 있습니다. 그렇기 때문에 힌두교를 무시할 수 없습니다. 그렇게 해서 방치됐고, 그러다 보니까 무슬림도, 이슬람교도도 우리도 마찬가지로, 라마단이 끝나는데 이드 알 피트르라고, 이제 도축을 해서 서로 나눠 먹는 그런 축제가 있는데 열심히 하고 있습니다. 이렇게 많이 모이거든요. 그건 문제입니다. 브라질? 브라질도 지금 사망자가 미국 다음으로 많습니다. 인도보다 더 많습니다. 그런데 대통령은 전국을 돌면서 모터사이클 행진을 합니다. 내년이 대선인데 지금 얼마 전에 사면받은, 무죄 확정이 된 룰라 전 대통령보다 지금 지지율이 밀리거든요. 정치가 방역을 밀어내는 이런 현상이 벌어지고 있습니다. 그러면 브라질에서 나오는 어떤 변이라든지 이런 게 어떻게 될지 모릅니다.

그래서 미국이 지금 현재 백신 리더십을 보이면서 백신을 자국 내에서 많이 맞았으니까 지식재산권 면제를 들고 나왔는데요. 과연 그게 맞는가? 개도국들은 그렇게 해야 된다고 그러는데 과연 그게 맞는가? 사실 거기에 대해서는 앞에 많은 말씀을 하셨는데 지금 보면 백신 차르라고 불리는 화이자의 불라 CEO, 이 양반이 역제안을 했습니다. 올해 10 억 분 포함해서 앞으로 18 개월 동안 20 억 회분을 가난한 나라에 공급하겠다. 여기에는 다른 함의가 있죠. 대신 백신 지재권을 남에게 줄 수는 없다. 모더나도 마찬가지입니다. 10 억 회분 저개발국에 공급하겠다. 존슨앤드존슨 뭐 추가로 하면 되지 않느냐 이렇게 얘기를 하고 있습니다. 여기에는 어떤 권리도 있지만 이걸 가지고 받는다고 그 나라에서 만들 수 있는 건 아니거든요. 제약에서는 이제 뭐 product substance 원액을 만드는, 백신에서는 기술도 필요하고 이걸 완제품으로 만드는 drug production 도 필요한데 이 두 가지 과정 둘 다 쉽지 않습니다. 뭐 production 도 쉬운 게 아니고, quality control 해야되고 하나하나 확인하면서 해야 되는데 그걸 가지고 지금 쉽다고 하는 분이 국내에도 계시는데 그건 아니라고 봅니다. KGNP 라고 우리나라가 철저한 시설이 되어 있기 때문에

어느 정도 되는 거지, 전세계에 그걸 할 수 없는 나라가 더 많다고 봅니다. 그래서 필요한 그런 백신을 구해서 서로 나눠 주는 겁니다. 지금 이제 2 월달에 G7 화상 정상회의를 해서 코백스 백신이 서로 공유하는 거기에 75 억 달러를 지원하기로 했습니다. 그런데 그 배경은 사실 중국입니다. 중국은 백신 외교를 엄청 하고 있습니다. 지금 보면 벌써 7 억 회분을 판매를 했는데요. 2 천만 회분을 기부를 했습니다. 제발 우리 것 좀 써달라고 얘기하는 것도 있고요. 좀 써보고 나서 그 다음에 사라 이런 것도 있고, 인도도 열심히 하고 있습니다. 주변 국가에다가 무상 공유를 1000 만 회분 이상 했습니다. 그래서 이제 쿠데타가 난 미얀마까지 지원을 하고 있어 문제가 되는데요. 코백스를 통해서 공급하는 것도 많아서 인도는 굉장히 모범국가가 되고 있습니다.

그런데 문제는 또 백신의 등급화가 지금 나타나고 있거든요. 아까도 말씀하셨지만 효력도 서로 다르고, 그리고 부작용도 다르고, 가격도 다르고, 이런 것이기 때문에 모든 나라가 간단하게 접근할 수가 없습니다. 지금 보면 RNA 백신, 화이자하고 모더나죠. 그리고 아데노바이러스 전달체 백신, 이걸 쓰는 나라들의 그걸 이제 이렇게 만든 겁니다. 아데노바이러스 백신이 굉장히 많이 쓰이고 있습니다. 그리고 그 중에서 러시아의 스푸트니크 백신도 있는데, 여기 보시면 여기에 열심히 광고를 하고 있습니다. 검증된 인간 아데노바이러스 백신을, 기술을 가지고 썼다, 그래서 이제 침팬지를 쓴 영국제보다 낫다 이런 얘기를 하고 있는데, 지금 뭐 굉장한 전쟁이 벌어지고 있습니다.

그 와중에 불활성화 백신은 낮은 예방효과로 좀 문제도 있고요. 파키스탄에서는 중국에서 원조를 받은 걸 맞은 총리, 대통령, 국방부장관이 모두 돌파감염이 돼 가지고 문제가 생겼고요. 4 월에는 아르헨티나에서 대통령이 스푸트니크 V 백신을 맞고 또 돌파감염 됐습니다. 단백질 서브유닛 백신은 지금 우리가 열심히 도전 중인 백신이고요. 희망은 이제 코백스를 통해서 이런 어떤 등급화 없이 골고루 나눠 가지는 건데, 75 억 달러의 G7 지원에 희망을 가질 수밖에 없습니다. 이런 상황에서 코백스가 지금 굉장히 열심히 하고 있고, 많은 나라가 기부를 하고 있고, 특히 이제 독일이 모범적으로 하고 있습니다. 그 와중에 자력갱생으로 자체 개발하는 쿠바 같은 나라도 있습니다. 쿠바는 두 종류를 가지고 지금 하고 있고요. 한국도 지금 열심히 하고 있습니다. 지금 베트남, 쿠바, 이란도 전부 뛰어 들었습니다. 이런 와중에 이제 백신은 여전히 우리의 희망이고요. 전세계 다자외교로 국제정치에서 평등한 백신을 위한 어떤 해결법을 만들었으면 좋겠습니다. 이상입니다. 감사합니다.

이준호:

예, 채인택 기자님 감사합니다. 글로벌 백신 전쟁 또는 글로벌 백신 국제정치에 대해서 멋지게 강연을 해 주셨습니다. 저희가 오늘 강연이 조금 시간이 조금씩 조금씩 지체가 되어서 다 합쳐져서 한 20 분 정도 늦어졌습니다. 그래서 토론 시간을 줄이기는 좀 너무 많은 질문들이 있어서, 어쩔 수 없이 저희가 전체 시간을 한 20 분 정도만 더 진행하는 것으로 하겠습니다. 지금 저희가 잠시 정비를 해서 질의응답 시간을 가지도록 하겠습니다. 한 1 분 정도 걸릴 거고요. 멀리 가지 마시고 1 분 후에 다시 꼭 돌아오시기 바랍니다. 잠시 후에 뵙겠습니다.

【합동토론】

이준호: 예, 지금까지 저희가 일곱 분의 연사 분들의 멋진 강연을 들었습니다. 저희가 사전 질문을 계속 받았는데요. 100 개가 넘는 사전 질문이 들어왔습니다. 그 많은 질문들을 지금 짧은 시간에 다 소화할 수는 없고 일부 주제들에 대해서는 아마 차후에 토론하는 것으로 좀 넘겨야 되는 주제들이 있을 것 같습니다. 그 이외의 연사 분들이 상당 부분을 또 많이 참조해서 강연을 해 주셨기 때문에 그런 질문들은 다시 배제를 했습니다. 그래서 시간 관계상 이렇게 진행을 해 보려고 합니다. 모든 연사분들께 공통된 질문을 하나씩 드리려고 합니다. 그리고 연사분 특이적인 질문도 하나씩 드리겠습니다. 공통질문을 먼저 드리겠습니다. 사전질문에서 나온 것 중에 하나만 제가 골랐습니다. 연사분 본인이 백신 종류를 선택할 수 있다면 어떤 백신을 접종 받으시겠습니까? 그게 공통 질문입니다. 답변하실 때 이 질문에 대해서 답을 먼저 해 주시고, 그 다음에 특별한 질문에 대해서 답을 해주시면 되겠습니다. 그래서 첫 번째 질문은 모든 분들께 제가 드렸습니다. 순서대로 특이 질문들을 드리도록 하겠습니다.

먼저 제롬김 사무총장님께 이런 질문을, 여러 가지 질문들이 있었습니다. 그 중에 하나를 골라서 말씀을 드려보겠습니다. 지금 코로나 백신이 정말 초고속으로 개발이 되었는데 앞으로 다른 감염병들이 나타날 때도 가능할 것인가, 그게 가능하게 하려면

어떤 조건들을 갖춰야 할 것인가에 대해서 질문이 들어와 있습니다. 답변을 부탁드립니다.

Jerome KIM: So, actually I would take the first vaccine that was available and I've been vaccinated with Johnson & Johnson because it was the first vaccine I was offered. I think we will all have to take booster some point. And so, there will be additional information being generated on the mixing and matching of vaccines. I think, this would be very effective model for the future. Hopefully, you know, we now can generate vaccine, proved that vaccine works in 10 to 11 months. What we are not so good at is making enough that vaccine to vaccinate 8 billion people. And we also don't have mechanism to ensure equity. So, I think if we work on those two things in the future, developing enough manufacturing capability, to make the vaccine sort of safe and effective, and also, figuring out better way to distribute equitably, I think we will make tremendous progress.

이준호: 네, 감사합니다. 두 번째 김빛내리 교수님께 질문을 드리겠습니다. 김빛내리 교수님께도 사실 다양한 질문들이 들어와 있는데, 그 중에 제일 어려운 질문을 골라서 드리려고 합니다. 지금 mRNA 백신이 사실 사람을 대상으로 처음으로 상용화되어 있는 상황인데, 혹시 아주 장기적으로 우리 몸에 문제를 일으킬 위험은 없는지, 인체에 들어온 RNA 가 항원을 생산하는 것 외에 혹시라도 유전자 조절자로서 작동해 버리면 어떨 것인가 이런 걱정을 하시는 분의 질문이 되겠습니다.

김빛내리: 네, 첫 번째 질문은 굉장히 쉬운 질문이고요, 저한테는. 당연히 RNA 로 만든 백신을 접종을 받고 싶습니다. 아직은 지금 기회가 없어서 어떻게 될지 기다리고 있는 중이고요. 두 번째 질문은, RNA 는 사실 비교적 불안정한 물질이기 때문에 체내에 들어왔을 때 24 시간 이상 버티기가 어렵고, 세포 안으로 들어와도 며칠 이상 지속되기가 어려운 상황이거든요. 그래서 이제 백신 또는 mRNA 를 일반적인 유전자 전달체로 개발을 하고 싶은 분들은 RNA 를 안정하게 만드는 게 굉장히 중요한 목표입니다. 현재는 너무 불안정하기 때문에 문제고요. 그런 짧은 시간 안에 없어지기 때문에 어떤 장기적인 부작용이 생길 가능성은 거의 없다고 보셔도 될 것 같습니다. 그 이외에 이제 RNA 가

들어와서 어떤 다른 유전 조절 작용을 하면 어떻게 하느냐 이런 부분은 들어가는 물질이 뭐냐에 따라 항원이 뭐냐에 따라서 어느 정도 일어날 수도 있는 시나리오이기는 하지만 역시 항원 자체가 바이러스, 특정한 단백질이고 또 그것이 오래 지속해서 발현하는 게 불가능하기 때문에 그런 것도 별로 염려하실 부분은 아닌 것 같습니다. 항간에 최근에 RNA 가 남아서 2 세까지 전달이 될 수 있다 이런 잘못된 가짜 뉴스가 돌고 있는 것 같아요. 그럴 가능성은 전혀 없다고 보셔도 됩니다.

이준호: 예, 감사합니다. RNA 백신의 안전성은 믿어도 된다. 그렇게 그냥 간단하게 결론으로 말씀드려도 될 것 같습니다. 세 번째로 안광석 교수님께 질문을 드리려고 합니다. 면역학 전공이시기도 사실 질문이 굉장히 많이 들어왔는데 그 중에 안광석 교수님 강연 중에 다양한 백신들을 들여와야 되는 부분에 대해서 말씀을 해 주셨는데, 그랬을 경우에 혹시 교차접종을 해도 괜찮을지, 오히려 효과가 더 큰 건 아닌지 라는 질문이 들어와 있습니다.

안광석: 네, 첫번째 질문에 대해서 저도 당연히 지금 제일 먼저 나한테 가능한 것 그 백신을 선택하겠습니다. 아무 백신도 상관없습니다.

이준호: 너무 모범답안이신데...

안광석: 그런데 하필이면 오늘 이 웨비나가 지금 열려가지고, 오늘 한시에 잔여백신 웹이 열린다 그랬는데 이미 너무 늦어 버렸습니다. 웨비나 시간이 이때 배정된 게 좀 원망스럽고... 예, 교차접종, 원래 전통적으로는 1 차, 2 차 접종 때 똑같은 백신을 연속적으로 하거든요. 그런데 최근에 어떤 시험에서 한번 교차를 해 봤습니다. 첫 번째, 예를 들면 화이자 백신을 맞고 2 차 접종을 아스트라제네카를 맞았다. 이렇게 해서 했는데 효과가 상당히 좋다고 나왔습니다. 물론 광범위한 데이터를 가진 건 아니는데, 어차피 이게 다 지금 스파이크 단백질을 상대로 하고 그래서 지금 전문가들은 교차 접종을 해도 그것이 꼭 좋으리라는 법은 없지만 그걸 해도 나쁘지는 않을 것이다 라는 그런 의견으로 모아지고 있습니다.

이준호: 예, 답변 감사합니다. 다음으로는 이재용 사장님께 질문을 드리겠습니다. 안 사장님께도 사실 질문이 많이 들어와 있는데요. 그 중에 많은 분들이 궁금해하시는 것을 질문을 드리고 싶습니다. 다양한 백신들 중에서 재조합 단백질 플랫폼을 선택해서 지금 추진하시는, 자체 개발은 제조합 단백질 플랫폼을 선택하신 특별한 이유가 있는지에 대해서 질문이 들어와 있습니다.

안재용: 잘 알겠습니다. 저는 아스트라제네카 백신을 맞도록 하겠습니다. 사실은 이미 맞았습니다. 사회 기간 요원, 그 바이오사이언스 연구원들, 생산, 또 만에 하나 걸렸을 때 너무 사회적인 민폐가 크기 때문에, 질병청에서 사회 기간 요원으로 먼저 맞는 게 있어서 맞았고요. 두 번째 샷도 당연히 아스트라로 맞도록 하겠습니다. 또 마침 SK에서 생산한 제품이라서 더더구나 저는 개인적으로 신뢰를 하고 맞았고요. 네, 재조합 단백질 백신 테크놀로지를 선택한 이유는 심플합니다. 첫 번째는 재조합 단백질의 장점이 분명했고 또 SK가 잘할 수 있는 기술이 바로 그것이기 때문입니다. 지금 이제 mRNA 등등해서 아주 좋은 기술들이 많지만 저는 다 장점과 또 나름대로의 상대적인 단점이 있다고 생각을 합니다. 그래서 가장 빨리 나오는 백신은 mRNA가 이미 proven을 해서 front runner로서 상당한 역할을 하고 있는데, 이제 시간이 조금 흘렀기 때문에 합성 항원의 시대가 좀 오지 않을까. 상대적으로 조금 늦었지만, 그것은 바로 proven된 안전성, 이미 합성 항원 테크놀로지를 사용해서 B형간염이라든지 많은 백신이 나온 점이 일단 proven technology이고요. 또 상당히 높은, 지금도 노바백스도 지금 96%의 efficacy를 보였지만 SK도 상당히 높은 efficacy를 기대한다는 점, 무엇보다 지금 2도에서 8도로 콜드체인, 유통이 편리함으로써 많은 사람들이 broad equitably 맞을 수 있다는 점, 그리고 생산성이 매우 좋다는 점, 이런 장점이 있고, SK가 그걸 해본 경험이 있고 모든 기술과 생산설비가 거기에 최적화했기 때문에 자연스럽게 선택을 하게 되었습니다.

이준호: 예, 감사합니다. 안전성이라든지, 효과, 유통 등에서, 그리고 지금 당장 제일 잘할 수 있는 걸 하겠다 그렇게 말씀을 해주셨습니다. 다음으로 이혁진 교수님께 질문을 드리겠습니다. 이혁진 교수님 질문은 어려운 게 되게 많았는데요. 그 중에 제일로 어려운 거 질문 드리겠습니다. RNA 백신도 상온 유통이 가능해질까요, 그리고 금방 언제 가능했을까요. 그 질문으로 하겠습니다.

이준호: 먼저 저도 접종이 가장 빠른 백신을, 선택해서 맞을 수 없다면, 접종이 가장 빠른 백신을 맞도록 하겠습니다. 지금 현재 허가를 받은 백신들이 다 안전성 및 효능이 검증이 된 제품들이라 그 분야에 대해서는 걱정은 않고 접종을 하도록 하겠습니다. 그리고 질문 주신 게 이제 RNA 백신도 상온 유통이 가능한가인데요. 다 아시다시피 이 mRNA를 기반으로 한 이런 백신이 실제 11개월 만에 개발이 된 겁니다. 장기 보관이나 장기 유통에 대한 노하우 혹은 이렇게 보관을 해도 실제로 효과가 얼마나 나올지에 대한 데이터가 아직 쌓여 있지 않습니다. 하지만 이제 제형 개발을 하는 입장으로서는 앞서 말씀드린 것처럼 이 백신을 상온 유통하기 위해서는 여러 가지 요소 기술이 필요한데요, 제형화 과정을 거치고 동결 건조를 통해서 파우더 form으로 이걸 유통을 할 수 있으면 상온 보관 및 유통이 가능한 형태로 개발이 완료가 될 수 있거든요. 그래서 실제로 많은 연구자들이 이 부분에 대해서 연구를 하고 있고 제약사들도 이 부분에 대한 문제를 해결하기 위해서 노력을 하고 있는 걸로 알고 있습니다.

이준호: 그 부분도 혹시 메이드 인 코리아가 가능한 부분일까요?

이혁진: 네, 국내에서도 지금 개발을 하고 있는 걸로 알고 있습니다.

이준호: 네, 잘 알겠습니다. 감사합니다. 성민기 교수님께 질문을 드리겠습니다. 여러 가지 질문들이 있었는데요. 그 중에 밀폐된 공간이 아닌 야외에서 마스크 착용 의무화가 환기의 측면에서는 효용성이 있는 것이냐 그런 질문이 있습니다.

성민기: 네, 우선 공통 질문에 대해서 답변을 드리자면, 제가 백신에 대한 전문가가 아니지만, 어느 백신이든 부작용이 있는 걸 알기 때문에 백신의 종류에 상관없이 빨리 맞을 기회가 생기면 맞도록 하겠습니다. 그리고 추후에 뭐 변이 바이러스에 의한 추가 백신을 맞아야 된다고 그러면 그런 것도 빨리 맞고 싶습니다. 일단 질문 주셨던 야외 같은 경우에는 일반적으로 우리가 자연 환기보다도 더 환기가 잘되는 그런 환경이기 때문에 공기 감염의 입장에서는 훨씬 더 안전한 공간, 환경이라고 할 수가 있겠습니다. 그런데 다만 이제 밀접하게 이렇게 근거리에 있는 사람들이 많이 모여있는 경우에는 아무래도 큰 비밀이라든가 이런 것들은 전달되기 쉬운 그런 상태이기 때문에, 야외에 있더라도 사람들이 많이 모여있는 곳이라든가 이런 곳들은 마스크 착용이라든가 이런 것들을 꼭

해야 될 것 같습니다. 그 이외에 공기 감염적인 차원에서는 야외에서는 좀 안전한 편이라고 얘기할 수 있겠습니다.

이준호: 그러니까 근거리에서 직접적으로 접촉이 가능한 상황에서는 마스크를 쓰는 게 무조건 중요하다. 이렇게 이해를 하겠습니다. 그 외에도 궁금한 게 더 있었는데 하여튼 시간이 되면 다시 더 여쭙보도록 하겠습니다. 마지막으로 채인택 기자님은 지난번 저희 웨비나에서도 기자님께 질문 드리는 게 약간 실례인 것 같아서 기자님이 질문을 하실 수 있도록 기회를 오히려 드리는 쪽이 더 맞지 않을까, 그래서 채인택 기자님이 혹시 더 저희 연사 분들께서 말씀하신 중에 궁금하신 게 있으시면 지금 시간을 이용해서 한번 말씀을 좀 해주시는 것도 좋을 것 같습니다.

채인택: 예, 먼저 이제 공통된 질문에 대답을 하겠습니다. 저는 과학을 믿고 보건학적 지식을 신뢰하기 때문에 가장 먼저 맞을 수 있는 백신을 맞을 예정입니다. 그건 뭐 맞겠다가 아니고 맞을 수밖에 없는데, 저는 또 선택을 하게 되더라도 가장 먼저 맞는 백신을 고르도록 하겠습니다.

그리고 질문으로 김빛내리 교수님한테, 지금 보면 다양한 플랫폼의 백신이 나와 있는데, 아직 여러 가지 이유로 우리가 시도를 못한, 우리라고 하면 전세계에서, 그런 어떤 미생물 혹은 분자생물학적 기술이 아직 있는지 거기에 대해서 일단 질문을 드리고 싶고요. 그리고 이제 안광석 교수님에게는, 지난번에 6 개월이라고 말씀하셨는데 지금은 이제 10 개월 12 개월 정도 하는데, 이런 식으로 계속 백신이 필요하고 한 번 맞으면 그 효능이, 시간이 제한된다면 궁극적으로는 우리가 어떻게 대응하는 게 좋은지 그걸 여쭙보고 싶고요. 그리고 이제 우리 이혁진 교수님에게는 지금 말씀하신 mRNA 를 감싸는 그런 지질 문제, 그걸 가지고 다양한 drug design 이 가능할 것 같은데, 지금 여러 백신에서의 문제 그러니까 콜드 체인이라든지 이런 문제를 어디까지 해결할 수 있는지, 일반적으로 우리가 지금 경구용으로 쓰는 거라든지, 그냥 간단하게 병원에서 주사를 맞을 수 있는 그런 식으로 이제 일반적으로 쓸 수 있는 그런 OTC drug 수준까지 변화가 있을 수 있는지 그런 거에 대한 걸 여쭙보고 싶고요. 그리고 성민기 교수님한테는 지금 그러면 집합금지 자체가 그러면 어느 정도 상황이 개선돼야지 풀리는지 궁금합니다. 그리고 이제 마지막으로 안재용은 사장님께서는, 언제 나오니까, 이걸 마지막으로 질문을 드리고 싶습니다. 그리고 아 참, 우리 제롬김께서는 그러면 국내에서, 국내 제약회사는 물론이고

해외 제약회사까지 임상시험을 한국에서 진행하고 있는데요. 그 중에서 가장 가능성이 큰 가장 먼저 나온 백신이 뭐가 될지 그런 전망을 여쭙고 싶습니다. 이상입니다.

이준호: 기자님하고 저하고 미리 짠 거 아닙니다. 그냥 질문이 많으실 것 같아서 여쭙본 거고 역시 예상이 맞았습니다. 지금 저희 시간이 그렇게 많지는 않아서 각 연사 분들께서 짧게 짧게 답변을 해 주시면 좋을 것 같고요. 질문해주신 순서대로 답변을 부탁드립니다 김빛내리 선생님부터.

김빛내리: 네, 미래기술이 뭐가 나올지는 모르지만 큼직한 어떤 클래스로는 지금 있는 틀 안에서 될 것 같습니다. DNA, RNA, 바이러스, recombination, 그런 식으로요. 그런데 이제 바이러스 벡터 같은 경우가 지금 아데노바이러스를 쓰고 있지만 다른 바이러스를 기반한 벡터도 지금 개발이 되고 있는 것들이 있기 때문에, 그런 식으로 새로운 방식으로 될 수도 있고요. RNA 도 세부적으로 보면 지금은 선형을 쓰고 있지만 원형을 만들려는 시도들도 있고요. 또 다른 형태의 그런, 또 이제 융합하는 형태도 가능할 것 같습니다. 나노파티클과 지금 재조합 단백질을 연결했듯이 다양한 방식의, 융합하는 형식의 벡터들도 나올 수 있지 않을까 생각이 됩니다.

안광석: RNA 바이러스의 특징이, 돌연변이라는 게 본능이거든요. 인플루엔자처럼 아마 이것도, 코로나 19 도 풍토성으로 자리를 잡으면 아마 매 1 년마다 저희가 독감 주사 맞듯이 맞을 수밖에 없는 거고요. 이거를 해결하는 방법을 하려고 인플루엔자에 대해서 변이에 상관없이 들을 수 있는 만능 백신을 개발하려고 이미 세계에서 20 년 전부터 노력을 하고 있는데 아직 성과가 없습니다. 그래서 당분간은 만약에 이게 1 년 풍토상으로 자리잡으면 독감처럼 저희가 1 년마다 계속 맞아야 되지 않을까 생각합니다.

이혁진: 마치 OTC 처럼 mRNA 치료제가 유통될 수 있을까에 대한 거는 약간 회의적이고요. 지금 백신 상황 같은 경우에는 생산을 꽤 해놓고 저장, 유통이 필요하기 때문에 이런 실온유통에 대한 이슈가, 이걸 어떻게 해결할까가 지금 많은 연구자나 아니면 회사에서 고민하는 것 같습니다. 그렇지만 기본적으로 RNA 를 기반으로 한 치료제들 같은 경우에는 특정 환자를 치료하기 위해서 디자인이 되는 경우가 많습니다.

그렇기 때문에 그런 경우에는 아까 말씀하신 것처럼 OTC 형태로 유통이 되는 거는 힘들지 않을까라고 생각을 합니다.

성민기: 네, 일단 질문이 짧을수록 좀 어려운 질문인데, 짧은 질문을 해주서 가지고. 언제쯤 집단 계약이 해제가 될까 얘기를 주셨는데, 사실 우리가 마스크를, 아까 말씀드린, 마스크를 착용하는 상태에서는 비교적 안전하다고 말씀드릴 수가 있는데 마스크를 벗어야 되는 그런 식당이라든가 이런 곳 같은 경우에는 환기가 어느 정도 되면 좀 안전하다고 말씀드릴 수 있지만 아직 환기가 제대로 안 되고 있는 그런 곳들도 많이 있어서, 결국에는 어느 정도는 집단 면역이 형성이 된 상태에서야 아마 집합금지가 좀 해제되어야지 안전하지 않을까 그렇게 생각합니다.

안재용: 예, 백신 언제 나올 거냐고 말씀 주셨는데, 일단은 워낙에 사실은 백신이 어렵고 중요, sensitive 하기 때문에 제가 단정적으로 말씀드리는데 좀 과한 거 같고, 프리젠테이션에서 말씀드린 것처럼 내년 상반기 내에, 그것도 빠른 상반기 내에 출시할 수 있도록 지금 이제 WHO, 식약처 등과 아주 긴밀하게 협조를 하고 있어서 최선을 다하겠다는 말씀 드리고요. 또 이번뿐만 아니라 변이라든지 그리고 매년 맞아야 될 가능성이 점점 높아지기 때문에 결국은 빨리 내는 것도 제일 중요하고 그 다음에 이어지는 필요로 한 백신을 대한민국과 전세계에 안정적으로 공급할 수 있도록 최선을 다하겠습니다 그렇게 말씀드리겠습니다.

이준호: 지금 엄청나게 많은 분들이 저희 웨비나를 보고 계신데 사장님께서 내년 상반기라고 말씀을 하셨습니다. 한 번 더 상기시켜 드립니다.

안재용: 최선을 다하겠습니다.

Jeorome KIM: Thank you. So, I think, based on the information we have now, the leading candidate is the candidate from SK. They're the closest to being in phase 3 and to having potentially the proof of concept information by the beginning of the next year we heard. EuBiologics also handed in the candidate in phase 2, but we're waiting for protective responses from that vaccine. So, you know, I think the important

thing is to recognize right now, it's difficult to test vaccines in final mode in Korea, because of the lack of infections here. So, depending on what the end point is, if it's immune response, or if it's a over actual COVID infection. Some other testing we need to be done outside of Korea which actually makes sense given the fact that for Korean company to turn a profit doing vaccines, they need to sell outside of Korea as well.

이준호: 예, 채인택 기자님께는 질문은 안 드리고, 그냥 질문을 하실 기회만 드린 걸로 해서, 저희가 지금 시간을 사실 다 썼습니다. 그래서 어쩔 수 없이 더 많은 질문들이 있지만 이 정도에서 저희가 이번 웨비나를 정리를 해야 될 것 같습니다. 제가 시작할 때 새로운 세계화의 시대인 것 같다고 말씀을 드렸는데, 연사분들께서도 비슷한 말씀을 많이 해 주셨습니다. 감염병을 퇴치하기 위한 전 지구적인 노력, 그런 모양의 세계화가 우리 앞에 있는 것 같습니다. 그래서 아까 어떤 분이 말씀하셨듯이 'No one is safe until everyone is safe'라는 게 저희 마지막 메시지여야 되지 않을까 싶습니다. 그래서 오늘 웨비나는 이 정도에서 마무리를 하도록 하겠습니다. 참여해주신 연사분들과 그리고 청중들께, 모든 분들께 감사를 드립니다. 수고들 많으셨습니다. 감사합니다.

###