

OCTOBER 2020

SCIENTIFICAMERICAN.COM

SCIENTIFIC AMERICAN



CONFRONTING RACISM // INTERSTELLAR VISITORS // UNCONQUERED MAYA

COVID DREAMS

How the pandemic is changing the world's sleep





MIND

30 Infectious Dreams

How the COVID-19 pandemic is changing our sleeping lives.

By Tore Nielsen

VIROLOGY

36 What We Learned from AIDS

Lessons from another pandemic for fighting COVID-19.

By William A. Haseltine

ASTRONOMY

42 Interstellar Interlopers

Two recently sighted space rocks that came from beyond the solar system have puzzled astronomers.

By David Jewitt and Amaya Moro-Martín

PUBLIC HEALTH

50 Born Unequal

Improving newborn health and why it matters now more than ever.

By Janet Currie

SOCIAL SCIENCES

58 How to Unlearn Racism

Implicit bias training isn't enough. What actually works?

By Abigail Libers

PSYCHOLOGY

64 All Together Now

Synchronized activities such as group dancing and exercise promote surprisingly strong bonds, probably through changes in brain chemistry.

By Marta Zaraska

ARCHAEOLOGY

70 Fate of the Unconquered Maya

The Lacandon Maya eluded the Spanish conquistadors and survived in the jungle for hundreds of years. Archaeological discoveries are revealing their past.

By Zach Zorich

**ON THE COVER**

Dreams can be strange, but the COVID-19 pandemic has made them more bizarre. Many people report dreams about being threatened or being unable to cope. Lockdowns and social distancing, so alien to our normal lives, may also be overwhelming useful functions that dreams provide, such as helping us regulate our emotions. Illustration by Gofii Montes.

SCIENTIFIC AMERICAN



6 From the Editor

8 Letters

12 Science Agenda

The U.S. November election is literally a matter of life and death. Vote for health, science and Joe Biden for President. *By the Editors*

14 Forum

Digital listening devices are linguistically biased. *By Claudia Lopez-Lloreda*

16 Advances

A slice of supernova in the lab. A new trick to finding metal deposits. Freeze-proof concrete inspired by nature. Fossilized remains inside a precious gem.

26 Meter

The poetry of spinning black holes and gravitational waves. *By Kip Thorne and Lia Halloran*

28 The Science of Health

A mouth bacterium can drive some deadly metastatic cancers. *By Claudia Wallis*

30 Recommended

A mustard gas disaster led to curative chemotherapy. Embracing the randomness of the world. The glory and tragedy of spaceflight. *By Andrea Gawrylewski*

31 Observatory

Sexism and racism in science won't miraculously go away. *By Naomi Oreskes*

32 Anti Gravity

The hellscape of a pandemic summer. *By Steve Mirsky*

33 50, 100 & 150 Years Ago

By Dan Schlenoff

34 Graphic Science

Lead pollution tracks dramatic world events. *By Mark Fischetti and Nadieh Bremer*

Scientific American (ISSN 0036-8733), Volume 323, Number 4, October 2020, published monthly by Scientific American, a division of Springer Nature America, Inc., 1 New York Plaza, Suite 4600, New York, N.Y. 10004-1562. Periodicals postage paid at New York, N.Y., and at additional mailing offices. Canada Post International Publications Mail (Canadian Distribution) Sales Agreement No. 40012504. Canadian BN No. 127387652RT; TVQ1218059275 TQ0001. Publication Mail Agreement #40012504. Return undeliverable mail to Scientific American, P.O. Box 819, Stn Main, Markham, ON L3P 8A2. Individual Subscription rates: 1 year \$49.99 (USD), Canada \$59.99 (USD), International \$69.99 (USD). Institutional Subscription rates: Schools and Public Libraries: 1 year \$84 (USD), Canada \$89 (USD), International \$96 (USD). Businesses and Colleges/Universities: 1 year \$399 (USD), Canada \$405 (USD), International \$411 (USD). Postmaster: Send address changes to Scientific American, Box 3187, Harlan, Iowa 51537. Reprints inquiries: RandP@sciam.com. To request single copies or back issues, call (800) 333-1199. Subscription inquiries: U.S. and Canada (800) 333-1199; other (515) 248-7684. Send e-mail to scacustser@edfulfillment.com. Printed in U.S.A. Copyright © 2020 by Scientific American, a division of Springer Nature America, Inc. All rights reserved.



Scientific American is part of Springer Nature, which owns or has commercial relations with thousands of scientific publications (many of them can be found at www.springernature.com/us). Scientific American maintains a strict policy of editorial independence in reporting developments in science to our readers. Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



T



MIND

NEGLECTIOUS DREAMS

How the COVID-19 pandemic is changing our sleeping lives

By Tore Nielsen

Illustrations by Goñi Montes

October 2020, www.ScientificAmerican.com 31

Tore Nielsen is a professor of psychiatry at the Université de Montréal and director of the Dream and Nightmare Laboratory there.



FOR MANY OF US, LIVING IN A COVID-19 WORLD FEELS AS IF WE HAVE BEEN THROWN into an alternative reality. We live day and night inside the same walls. We fear touching groceries that arrive at our doorstep. If we venture into town we wear masks, and we get anxious if we pass someone who is not. We have trouble discerning faces. It's like living in a dream.

COVID-19 has altered our dream worlds, too: how much we dream, how many of our dreams we remember and the nature of our dreams themselves. Early this year, when stay-at-home directives were put in place widely, society quite unexpectedly experienced what I am calling a dream surge: a global increase in the reporting of vivid, bizarre dreams, many of which are concerned with coronavirus and social distancing. Terms such as coronavirus dreams, lockdown dreams and COVID nightmares emerged on social media. By early April, social and mainstream media outlets had begun broadcasting the message: the world is dreaming about COVID-19.

Although widespread changes in dreaming had been reported in the U.S. following extraordinary events such as the 9/11 attacks in 2001 and the 1989 San Francisco earthquake, a surge of this magnitude had never been documented. This upwelling of dreams is the first to occur globally and the first to happen in the era of social media, which makes dreams readily accessible for immediate study. As a dream "event," the pandemic is unprecedented.

But what kind of phenomenon is this, exactly? Why was it happening with such vigor? To find out, Deirdre Barrett, an assistant professor at Harvard University and editor in chief of the journal *Dreaming*, initiated a COVID-19 dreams survey online in the week of March 22. Erin and Grace Gravelly, San Francisco Bay Area artists, launched IDreamofCovid.com, a site archiving and illustrating pandemic dreams. The Twitter account @CovidDreams began operation. Kelly Bulkeley, a psychologist of religion and director of the Sleep and Dream Database, followed with a YouGov survey of 2,477 American adults. And my former doctoral student Elizaveta Solomonova, now a postdoctoral fellow at McGill University, along with Rebecca Robillard of the Royal's Institute of Mental Health Research in Ottawa and others, launched a survey to which 968 people aged 12 and older responded, almost all in North America.

Results of these inquiries, not yet published in journals but available in preliminary form online, document the precipitous surge, the striking variety of dreams and many related mental health effects.

Bulkeley's three-day poll revealed that in March, 29 percent of Americans recalled more dreams than usual. Solomonova and Robillard found that 37 percent of people had pandemic dreams, many marked by themes of insufficiently completing tasks (such as losing control of a vehicle) and being threatened by others. Many online posts reflect these findings. One person, whose Twitter handle is @monicaluhar, reported, "Had a dream about returning as a sub teacher in the fall, unprepared. Students were having a difficult time practicing social distancing, and teachers couldn't stagger classes or have one-on-one meetings." And @therealbeecarey said, "My phone had a virus and was posting so many random pictures from my camera roll to instagram and my anxiety was at an all time high."

More recent studies found qualitative changes in dream emotions and concerns about health. Dream reports from Brazilian adults in social isolation had high proportions of words related to anger, sadness, contamination and cleanliness. Text mining of accounts of 810 Finnish dreams showed that most word clusters were laden with anxiousness; 55 percent were about

the pandemic directly (lack of regard for social distancing, elderly people in trouble), and these emotions were more prevalent among people who felt increased stress during the day. A study of 100 nurses conscripted to treat COVID-19 patients in Wuhan, China, revealed that 45 percent experienced nightmares—twice the lifetime rate among Chinese psychiatric outpatients and many times higher than that among the 5 percent of the general population who have nightmare disorder.

It seems clear that some basic biological and social dynamics may have played a role in this unprecedented opening of the oneiric floodgates. At least three factors may have triggered or sustained the dream surge: disrupted sleep schedules augmenting the amount of REM sleep and therefore dreaming; threats of contagion and social distancing taxing dreaming's capacity to regulate emotions; and social and mainstream media amplifying the public's reaction to the surge.

MORE REM SLEEP, MORE DREAMS

ONE OBVIOUS EXPLANATION for the surge is that sleep patterns changed abruptly when lockdowns took effect. Early publications demonstrate elevated levels of insomnia in the Chinese population, especially among front-line workers. In contrast, stay-at-home orders, which removed long commutes to work, improved sleep for many people. Chinese respondents reported an average increase of 46 minutes in bed and an extra 34 minutes in total sleep time. Some 54 percent of people in Finland said they slept more after lockdown. Overall, from March 13 to 27, time asleep in the U.S. increased almost 20 percent nationwide, and states with the longest commute times, such as Maryland and New Jersey, showed the largest increases.

Longer slumber leads to more dreams; people in sleep laboratories who are allowed to snooze more than 9.5 hours recall more dreams than when sleeping a typical eight hours. Sleeping longer also proportionally increases rapid eye movement (REM) sleep, which is when the most vivid and emotional dreams occur.

Relaxed schedules may also have caused dreaming to occur later than usual in the morning, when REM sleep is more prevalent and intense and, thus, dreams are more bizarre. Dream-tweets reflect these qualities: *"I was taking care of a newborn girl that had COVID ... it was so vivid and real."* Increased dreaming during late-morning REM intervals results from the convergence of several processes. Sleep itself cycles through deep and light stages about every 90 minutes, but pressure for REM sleep gradually increases as the need for deep, recuperative sleep is progressively satisfied. Meanwhile a circadian process that is tightly linked to our 24-hour core body temperature rhythm gives an abrupt boost to REM sleep propensity late in the sleep period and stays elevated through the morning.

After the pandemic began, many people did sleep longer and later. In China, average weekly bedtime was delayed by 26 minutes but wake-up time by 72 minutes. These values were 41 and 73 minutes in Italy and 30 and 42 minutes among U.S. university students. And without commutes, many people were freer to linger in bed, remembering their dreams. Some early birds may have turned into night owls, who typically have more REM sleep and more frequent nightmares. And as people eliminated whatever sleep debts they may have accrued over days or even weeks of insufficient rest, they were more likely to wake up at night and remember more dreams.

DREAM FUNCTIONS OVERWHELMED

THE SUBJECT MATTER of many COVID-19 dreams directly or metaphorically reflects fears about contagion and the challenges of social distancing. Even in normal times, we dream more about novel experiences. For example, people enrolled in programs to rapidly learn French dream more about French. Replaying fragments of experiences is one example of a functional role that researchers widely ascribe to REM sleep and dreaming: it helps us solve problems. Other roles include consolidating the prior day's events into longer-lasting memories, fitting those events into an ongoing narrative of our lives and helping us regulate emotions.

Researchers have documented countless cases of dreams assisting in creative achievement. Empirical studies also show that REM sleep aids in problem-solving that requires access to wide-ranging memory associations, which may explain why so many dreams in the 2020 surge involve creative or strange attempts to deal with a COVID-19 problem. One survey respondent said, *"I was looking for a kind of cream that would either prevent or cure Covid-19. I got my hands on the last bottle."*

Two other widely claimed dream functions are extinguishing fearful memories and simulating social situations. They are related to emotion regulation and help to explain why pandemic threats and social distancing challenges appear so often in surge dreams. Many dreams reported in the media include fearful reactions to infection, finances and social distancing. *"I tested positive for pregnancy and covid ... now I'm stressed."* Threats may take the form of metaphoric imagery such as tsunamis or aliens; zombies are common. Images of insects, spiders and other small creatures are also widely represented: *"My foot was covered in ants and 5-6 black widows were imbedded in the bottom of my foot."*

One way to understand direct and metaphoric imagery is to consider that dreams express an individual's core concerns, drawing on memories that are similar in emotional tone but different in subject matter. This contextualization is clear in post-traumatic nightmares, in which a person's reaction to a trauma, such as terror during an assault, is depicted as terror in the face of a natural disaster such as a tsunami. The late Ernest Hartmann, a Boston-area dream and nightmare research pioneer who studied dreams after the 9/11 attacks, stipulated that such contextualization best helps people adapt when it weaves together old and new experiences. Successful integration produces a more stable memory system that is resilient to future traumas.

Metaphoric images can be part of a constructive effort to make sense of disruptive events. A related process is the extinguishing of fear by the creation of new "safety memories." These possibilities, which I and others have investigated, reflect the fact that memories of fearful events are almost never replayed in their entirety during dreaming. Instead elements of a memory appear piecemeal, as if the original memory has been reduced to basic units. These elements recombine with newer memories and cognitions to create contexts in which metaphors and other unusual juxtapositions of imagery seem incongruous or incompatible with waking life—and, more important, are incompatible with feelings of fear. This creative dreaming produces safety imagery that supersedes and inhibits the original fear memory, helping to assuage distress over time.

This mechanism can break down after severe trauma, however. When this happens, nightmares arise in which the fearful memory is replayed realistically; the creative recombining of

memory elements is thwarted. The pandemic's ultimate impact on a person's dreams will vary with whether or how severely they are traumatized and how resilient they are.

A second class of theories—also still speculative—may explain social distancing themes, which permeated IDreamofCovid.com reports. Emotions in these dreams range from surprise to discomfort to stress to nightmarish horror. Tweets located by the @CovidDreams account illustrate how incompatible dream scenarios are with social distancing—so incompatible that they often trigger a rare moment of self-awareness and awakening: “*We were celebrating something by having a party. And I woke myself up because something wasn't right because we're social distancing and not supposed to be having parties.*”

These theories focus on dreaming's social simulation function. The view that dreaming is a neural simulation of reality, analogous to virtual reality, is now widely accepted, and the notion that the simulation of social life is an essential biological function is emerging. In 2000 Anne Germain, now CEO of sleep medicine start-up Noctem, and I proposed that images of characters interacting with the self in dreams could be basic to how dreaming evolved, reflecting attachment relationships essential to the survival of prehistoric groups. The strong interpersonal bonds reiterated during dreaming contribute to stronger group structures that help to organize defenses against predators and cooperation in problem-solving. Such dreams would still have adaptive value today because family and group cohesion remain essential to health and survival. It may be the case that an individual's concerns about other people are fine-tuned while they are in the simulated presence of those people. Important social relationships and conflicts are portrayed realistically during dreaming.

Other investigators, such as cognitive neuroscientist Antti Revonsuo of the University of Turku in Finland, have since proposed additional social functions for dreaming: facilitating social perception (who is around me?), social mind reading (what are they thinking?) and the practice of social bonding skills. Another theory advanced by psychology professor Mark Blagrove of Swansea University in Wales further postulates that by sharing dreams, people enhance empathy toward others. The range of dream functions is likely to keep expanding as we learn more about the brain circuits underlying social cognition and the roles REM sleep plays in memory for emotional stimuli, human faces and reactions to social exclusion. Because social distancing is, in effect, an experiment in social isolation at a level never before seen—and is likely antagonistic to human evolution—a clash with deep-rooted dream mechanisms should be evident on a massive scale. And because social distancing disrupts normal relationships so profoundly—causing many of us to spend excessive time with some people and no time with others—social simulations in dreams may play a crucial role in helping families, groups, even societies deal with sudden, widespread social adaptation.

THE ECHO CHAMBER OF SOCIAL MEDIA

THERE IS ONE BASIC QUESTION about pandemic dreams that we would like to nail down: whether the dream surge was amplified by the media. It is quite possible that early posts of a few dreams were circulated widely online, feeding a pandemic-dreams narrative that went viral, influencing people to recall their dreams, notice COVID themes and share them. This narrative may have even induced people to dream more about the pandemic.

Evidence suggests that mainstream media reporting probably did not trigger the surge but may have amplified its scope, at least temporarily. The Bulkeley and Solomonova-Robillard polls corroborated a clear groundswell in dream tweeting during March, before the first media stories about such dreams appeared; indeed, the earliest stories cited various tweet threads as sources of their reporting.

Once stories emerged, additional surges in dream reporting through early April were detected by @CovidDreams and IDreamofCovid.com. The format of most early stories almost guaranteed amplification: they typically described some salient dream themes observed in a survey and provided a link directing readers to participate in the same survey. In addition, 56 percent of articles during the first week of stories featured interviews with the same Harvard dream scientist, which may have influenced readers to dream about the themes repeated by her in various interviews.

The surge began to decline steadily in late April, as did the number of mainstream media articles, suggesting that any echo-chamber effect had run its course. The final nature of the surge remains to be seen. Until COVID-19 vaccines or treatments are distributed and with waves of future infections possible, threats of disease and social distancing are likely to persist. Might the pandemic have produced a lasting increase in humanity's recall of dreams? Could pandemic concerns become permanently woven into dream content? And if so, will such alterations help or hinder people's long-term adjustments to our postpandemic futures?

Therapists may need to step in to help certain people. The survey information considered in this article does not delve into nightmares in detail. But some health care workers who saw relentless suffering are now themselves suffering with recurrent nightmares. And some patients who endured the ICU for days or weeks suffered from horrific nightmares during that time, which may in part have been the result of medications and sleep deprivation induced by around-the-clock hospital procedures and interminable monitor noises and alarms. These survivors will need expert help to regain normal sleep. Thankfully, specialized techniques are highly effective.

People who are not traumatized but still a little freaked out about their COVID dreams also have options. New technologies such as targeted memory reactivation are providing individuals with more control over their dream narratives. For example, learning how to practice lucid dreaming—becoming aware that you are now dreaming—aided by targeted memory reactivation or other methods could help transform worrisome pandemic dreams into more pleasant, maybe even useful, dreams. Simply observing and reporting pandemic dreams seems to positively impact mental health, as Natália Mota of the Federal University of Rio Grande do Norte in Natal, Brazil, found in her studies.

Short of therapy, we can give ourselves permission to ease up and to enjoy banking those surplus hours of sleep. Dreams can be vexing, but they are also impressionable, malleable and at times inspirational. 📖

FROM OUR ARCHIVES

The Significance of Dreams, Eugenio Rignano; May 24, 1919.

[scientificamerican.com/magazine/sa](https://www.scientificamerican.com/magazine/sa)







VIROLOGY

WHAT WE LEARNED FROM

AIDS



Lessons from another pandemic
for fighting COVID-19

By William A. Haseltine

Illustration by Sol Cotti

William A. Haseltine is a former Harvard Medical School professor and founder of the university's cancer and HIV/AIDS research departments. He also serves as chair and president of the global health think tank [ACCESS Health International](#). He has founded more than a dozen biotechnology companies and is the author, most recently, of *A COVID Back to School Guide: Questions and Answers for Parents and Students* and *A Family Guide to COVID-19: Questions and Answers for Parents, Grandparents and Children*.



“**W**

E ARE NOW ENGAGED IN ANOTHER DEADLY EPISODE IN THE HISTORIC battle of man versus microbe. These battles have shaped the course of human evolution and of history. We have seen the face of our adversary, in this case a tiny virus.” I spoke these words in testimony before a U.S. Senate subcommittee on September 26, 1985. I was talking about HIV, but I could say the same thing today about the coronavirus we are facing.

Like all viruses, coronaviruses are expert code crackers. SARS-CoV-2 has certainly cracked ours. Think of this virus as an intelligent biological machine continuously running DNA experiments to adapt to the ecological niche it inhabits. This virus has caused a pandemic in large part because it acted on three of our most human vulnerabilities: our biological defenses, our clustering patterns of social behavior and our simmering political divides.

How will the confrontation unfold in the next years and decades? What will be the human toll in deaths, ongoing disease, injuries and other impairments? How effective will new vaccines and treatments be in containing or even eradicating the virus?

No one can say. But several lessons from the long battle with HIV, the human immunodeficiency virus that causes AIDS, suggest what may lie ahead. HIV/AIDS is one of the worst scourges humans have encountered. As a code cracker, HIV is an expert. By the end of 2019 the global death toll from this virus was roughly 33 million people. In all, 76 million people have been infected, and scientists estimate another 1.7 million people acquire the virus every year.

Yet we must appreciate what our scientific defenses have accomplished. Of the nearly 38 million people currently living with HIV/AIDS, 25 million are receiving full antiretroviral treatments that prevent disease and suppress the virus so well they are unlikely to pass it along. I would wager that another 25 million or more infections never happened, primarily in sub-Saharan Africa, because these treatments became available in most countries.

From fighting this epic war against AIDS, doctors, virologists, epidemiologists and public health experts have learned crucial lessons that we can apply to the

battle we are currently waging. For instance, we saw that vaccines are never a guarantee but that treatments can be our most important weapon. We discovered that human behavior plays a vital role in any disease-fighting effort and that we cannot overlook human nature. We have also seen how critical it is to build on knowledge and tools gained fighting earlier outbreaks—a strategy only possible if we continue funding research in between pandemics.

VACCINE CHALLENGES

EARLY OBSERVATIONS of how HIV behaves in our bodies showed the road to a vaccine would be long and challenging. As the outbreak unfolded, we began tracking antibody levels and T cells (the white blood cells that wage war against invaders) in those infected. The high levels of both showed that patients were mounting incredibly active immune responses, more forceful than anything we had seen for any other disease. But even working at its highest capacity, the body's immune system was never strong enough to clear out the virus completely.

Unlike the hit-and-run polio virus, which evokes long-term immunity after an infection, HIV is a “catch it and keep it” virus—if you are infected, the pathogen stays in your body until it destroys the immune system, leaving you undefended against even mild infections. Moreover, HIV continually evolves—a shrewd opponent seeking ways to elude our immune responses. Although this does not mean a vaccine is impossible, it certainly meant developing one, especially when the virus hit in the 1980s, would not be easy. “Unfortunately, no one can predict with certainty that an AIDS vaccine can ever be made,” I testified in 1988 to the Presidential Commis-

sion on the HIV Epidemic. “That is not to say it is impossible to make such a vaccine, only that we are not certain of success.” More than 30 years later there still is no effective vaccine to prevent HIV infection.

From what we have seen of SARS-CoV-2, it interacts with our immune system in complex ways, resembling polio in some of its behavior and HIV in others. We know from nearly 60 years of observing coronaviruses that a body’s immune system can clear them. That seems to be generally the case for SARS-CoV-2 as well. But the cold-causing coronaviruses, just like HIV, also have their tricks. Infection from one of them never seems to confer immunity to reinfection or symptoms by the same strain of virus—that is why the same cold viruses return each season. These coronaviruses are not a hit-and-run virus like polio or a catch-it-and-keep-it virus like HIV. I call them “get it and forget it” viruses—once cleared, your body tends to forget it ever fought this foe. Early studies with SARS-CoV-2 suggest it might behave much like its cousins, raising transient immune protection.

The path to a SARS-CoV-2 vaccine may be filled with obstacles. Whereas some people with COVID-19 make neutralizing antibodies that can clear the virus, not everybody does. Whether a vaccine will stimulate such antibodies in everyone is still unknown. Moreover, we do not know how long those antibodies can protect someone from infection. It may be two or three years before we will have the data to tell us and any confidence in the outcome.

Another challenge is how this virus enters the body: through the nasal mucosal membranes. No COVID-19 vaccine currently in development has shown an ability to prevent infection through the nose. In nonhuman primates, some vaccines can prevent the disease from spreading efficiently to the lungs. But those studies do not tell us much about how the same drug will work in humans; the disease in our species is very different from what it is in monkeys, which do not become noticeably ill.

We learned with HIV that attempts to prevent virus entry altogether do not work well—not for HIV and not for many other viruses, including influenza and even polio. Vaccines act more like fire alarms: rather than preventing fires from breaking out, they call the immune system for help once a fire has ignited.

The hopes of the world rest on a COVID-19 vaccine. It seems likely that scientists will announce a “success” sometime this year, but success is not as simple as it sounds. As I write, officials in Russia have reported approving a COVID-19 vaccine. Will it work? Will it be safe? Will it be long lasting? No one will be able to provide convincing answers to these questions for *any* forthcoming vaccine soon, perhaps not for at least several years.

We have made remarkable improvements in our molecular biology tools since the 1980s, yet the slowest part of drug development remains human testing. That said, the infrastructure created for HIV/AIDS research is accelerating the testing process now. Thirty thousand volunteers around the world participate in networks built by the National Institutes of Health



for studies of new HIV vaccine candidates, and these networks are being tapped for initial testing of COVID-19 vaccines, too.

When doctors treat a patient who is likely to die, they are willing to risk that a drug might sicken the patient but still save their life. But doctors are less willing to do that to *prevent* disease; the chances of causing greater harm to the patient are too high. This is why for decades the quest for a vaccine to prevent HIV infection has lagged so far behind development of therapeutic drugs for HIV.

AIDS MEMORIAL QUILT, made up of 48,000 panels, commemorates those who have died of AIDS-related causes.

FOCUS ON TREATMENTS

THESE DRUGS now stand as an incredible success story.

The first set of HIV drugs were nucleic acid inhibitors, known as chain terminator drugs. They inserted an additional “chain terminating” nucleotide as the virus copied its viral RNA into DNA, preventing the HIV chain of DNA from elongating.

By the 1990s we had gotten better at using combinations of drugs to control HIV infections soon after patients were exposed. The first drug, AZT, found immediate application for health care workers who accidentally had a needlestick injury that infected them with contaminated blood. It was also used to reduce mother-to-child transmission. For example, prenatal treatments for mothers with AIDS at that time reduced the number of babies born infected by as much as two thirds. Today combination chemotherapy reduces mother-to-child transmission to undetectable levels.

The next set of drugs was protease inhibitors, one of which I helped to develop. The first was introduced in 1995 and was combined with other drugs in treating patients. These drugs inhibited the viral protease enzyme responsible for longer precursor proteins in the short active components of the virus. But there is a fundamental problem with these drugs, as well as those that inhibit viral polymerases, which help to create virus DNA. Our bodies also use proteases for normal functioning, and we need polymerases to replicate our own nucleic acids. The same drugs that inhibit the viral

proteins also inhibit our own cells. The difference between a concentration in which the drug inhibits the virus target and a concentration in which it hurts the human proteins is called the therapeutic index. The therapeutic index gives you the window in which the drug will be effective against the virus without causing undue side effects. That window is rather narrow for all polymerase and protease inhibitors.

The gold standard for AIDS treatment now is called antiretroviral therapy—essentially patients take a cocktail of at least three different drugs that attack the HIV virus in different ways. The strategy is based on earlier success we had in fighting cancer. In the late 1970s I established a laboratory at Harvard University's Dana-Farber Cancer Institute to develop new drugs to treat

Just as with AIDS and cancer, we will need a combination of medicines to treat this disease.

cancer patients. Cancers developed resistance over time to single drugs, but combinations of drugs were effective in slowing, stopping or killing the cancers. We took that same lesson of combination chemotherapy to HIV. By the early 1990s the first combination AIDS treatments were saving the lives of people infected with HIV. Today an infection is far from the death sentence it used to be—patients can now live almost unaffected by HIV, with a relatively minimal impact on life expectancy.

We already know resistance to single drugs will bedevil COVID-19 treatments. We have seen resistance to single, anti-SARS-CoV-2 drugs develop rapidly in early lab studies. Just as with AIDS and cancer, we need a combination of medicines to treat this disease. The goal of the biotechnology and pharmaceutical industries now is to develop an array of highly potent and specific drugs, each of which targets a different function of the virus. Decades of research on HIV has shown the way and gives us confidence in our eventual success.

HUMAN BEHAVIOR

IN TRYING TO UNDERSTAND and counter the AIDS epidemic, physician and virologist Robert Redfield (who is now head of the Centers for Disease Control and Prevention) and I became good friends in the early 1980s. We quickly learned that while many politicians across the globe refused to recognize HIV as a threat to their populations, militaries were an exception. Nearly all countries considered AIDS a serious danger to troops and military readiness and a potentially huge drain on future military funds. Their view was, "Let's not blind ourselves and pretend soldiers are saints. They are not. They are humans." Redfield, then at Walter Reed Army Medical Center, helped to design and manage a program to test the entire U.S. uniformed forces for HIV infection (although the consequences of this test were

controversial, and recruits who tested positive were barred from service).

At the time there were no effective drugs; the disease killed more than 90 percent of those infected. When married couples were tested and one partner was infected and one not, doctors advised them in the strongest possible terms to use condoms. I was stunned to learn that fewer than a third complied with the advice. "If people don't respond to the lethal danger of unprotected sex with their husband or wife, we are in real trouble," I thought. Over the next five years more than three quarters of the uninfected partners contracted HIV.

I have always used this experience as a guide to pit hope against reality. Human sexuality—the drive for sex and physical connection—is deeply embedded in our nature. I knew in the 1980s it was very unlikely people would change their sexual behavior in a major way. In the 19th century everyone knew how syphilis was contracted and that it was serious disease. Yet syphilis still infected at least 10 to 15 percent of American citizens at the beginning of the 20th century. It was not that people were ignorant of how to catch it; it is that they did not change their lifestyle accordingly.

There is likewise a sexual dynamic to COVID-19 that often goes unmentioned. It is part of what is driving people out of their homes and into bars and parties. Anyone with a craving for a beer can quench their thirst in the safety of their own home, but gratification comes less easily for other desires, especially when one is young, single and living alone. Our public health strategies should not ignore this fact.

The same lessons we learned in the midst of the HIV epidemic to help young people change their behaviors apply today to COVID-19: know your risk, know your partners and take necessary precautions. Many young people operate under the false assumption that even if they become infected, they will not become severely ill. Not only is this belief untrue, but even people with asymptomatic infections can suffer serious, lasting damage. But the more people understand the risk— younger people especially—the greater likelihood they will take the steps necessary to protect themselves and others. We saw this happen with AIDS.

FUNDING

WHEN I ASK WORLD EXPERTS what they know about the detailed molecular biology of SARS-CoV-2 or, for that matter, any other coronavirus, they do not have the kind of answers they should. Why? Because governments and industry pulled the plug on coronavirus research funding in 2006 after the first SARS (severe acute respiratory syndrome) pandemic faded away and again in the years immediately following the MERS (Middle East respiratory syndrome, also caused by a coronavirus) outbreak when it seemed to be controllable. Funding agencies everywhere, not just in the U.S. but in China, Japan, Singapore, Hong Kong and the Middle East—countries affected by SARS and MERS—underestimated the threat of coronaviruses. Despite clear, persistent, highly vocal warnings from many

of those who battled SARS and MERS up close, funding dried up. The development of promising anti-SARS and MERS drugs, which might have been active against SARS-CoV-2 as well, was left unfinished for lack of money.

With 776,000 dead and 22 million infected globally as of mid-August, we have every motive to accelerate funding. The U.S. quickly opened the funding spigots last spring for research to hasten discoveries of vaccines and drugs. But will it be enough?

We learned from the HIV crisis that it was important to have research pipelines already established. Cancer research in the 1950s, 1960s and 1970s built a foundation for HIV/AIDS studies. The government responded to public concerns, sharply increasing federal funding of cancer research during those decades. These efforts culminated in Congress's approval of President Richard Nixon's National Cancer Act in 1971. This \$1.6-billion commitment for cancer research, equal to \$10 billion in today's money, built the science we needed to identify and understand HIV in the 1980s, although of course no one knew that payoff was coming.

In the 1980s the Reagan administration did not want to talk about AIDS or commit much public funding to HIV research. The first time President Ronald Reagan gave a major speech on AIDS was in 1987. In his first administration, funding for HIV research was scarce; few scientists were willing to stake their careers on deciphering the molecular biology. Yet once the news broke that actor Rock Hudson was seriously ill with AIDS, Ted Stevens, the Senate Republican Whip, joined with Democratic Senator Ted Kennedy, actor Elizabeth Taylor, me and a few others in campaigning effectively to add \$320 million in the fiscal 1986 budget for AIDS research. Barry Goldwater, Jesse Helms and John Warner, Republican leaders in the Senate, supported us. The money flowed, and outstanding scientists signed on. I helped to design this first congressionally funded AIDS research program with Anthony Fauci, the doctor now leading our nation's fight against COVID-19. (And if there is one person in the world who has made the greatest contribution to the prevention and treatment of AIDS, that person is Fauci.)

One difference between the 1980s and now is that Republican members of Congress were more willing to stand up to the president and White House staff when they failed to take the necessary steps to fight a global disease. For example, Stevens decided it was his job to protect the U.S. Army and other arms of the military and Secret Service as much as possible from HIV infection. He helped to move \$55 million within the defense budget, designating it for screening recruits for HIV/AIDS.

Our tool set for virus and pharmaceutical research has improved enormously in the past 36 years since HIV was discovered. This is one reason I am confident we will have effective antiviral drugs for treating COVID-19 infections by next year, if not sooner. What used to take us five or 10 years in the 1980s and 1990s in many cases now can be done in five or 10 months. We can rapidly identify and synthesize chemicals to predict which drugs will be effective. We can do cryoelectron microscopy to probe virus

structures and simulate molecule-by-molecule interactions in a matter of weeks—something that used to take years. The lesson is to never let down our guard when it comes to funding antiviral research. We would have no hope of beating COVID-19 if it were not for the molecular biology gains we made during earlier virus battles. What we learn this time around will help us out during the next pandemic, but we must keep the money coming.

A LEAP INTO DARKNESS

IN NOVEMBER 2019 I spent several days in Wuhan, China, chairing a meeting of the U.S.-China Health Summit. Our group's major concern, looming amid the U.S.-China trade war, was the threat of restrictions on sharing research discoveries. Otherwise, it was a delightful time in a beautiful city.

Weeks later, back home in New York City, I could not shake a lingering cold virus infection I picked up on the Wuhan trip. (I later tested negative for COVID-19 antibodies, but that result is not definitive.) The head of my foundation in China called me one day with awful news. Three of his grandparents had died from some strange virus. "Everyone who gets this is really sick," my colleague, in his mid-30s, said. "Everything is closed down. I can't even go to my grandparents' funerals."

A few weeks later I received a vivid firsthand account of how aggressively China was confronting the outbreak from another colleague who had just emerged from 14 days of isolation in a quarantine hotel. He explained that when one person in the back of his flight from Frankfurt, Germany, to Shanghai tested positive for the coronavirus, contact tracers called my friend days later and ordered him into isolation. His only human contact then was with hazmat-clad inspectors who came daily to disinfect his room and drop off meals.

We are just beginning to glimpse what the long-term toll of COVID-19 might be. This is a new virus, so we will not have a clearer idea until after a few years, but we know it will be very high. We have *barely* scratched the surface of coronavirus molecular biology. What story will our children and grandchildren recount about our successes as scientists and as a society, and our failures, to contain this pandemic—the worst we have faced in 100 years?

Science leaps into the darkness, the very edge of human knowledge. That is where we begin, as if deep in a cave, chipping away at a wall of hard stone. You do not know what you will find on the other side. Some people chip away for a lifetime, only to accumulate a pile of flakes. We may be in for a protracted pandemic, or we may get lucky with effective treatments and vaccines soon. But we have been here before, facing an unknown viral enemy, and we can lean on lessons we have learned. This is not the first and will not be the last global epidemic. ■

FROM OUR ARCHIVES

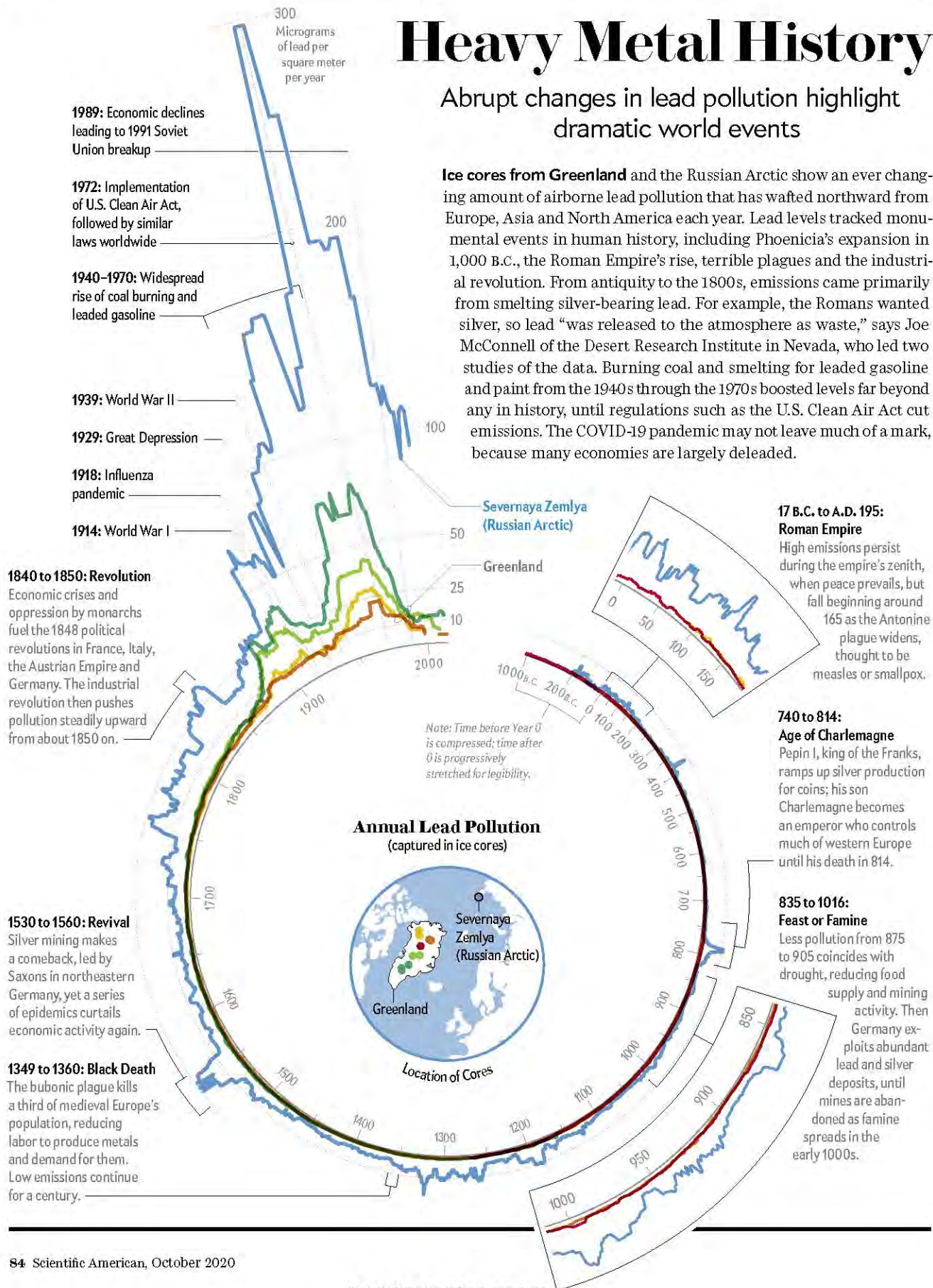
The Molecular Biology of the AIDS Virus. Flossie Wong-Staal and William A. Haseltine; October 1988.

[scientificamerican.com/magazine/sa](https://www.scientificamerican.com/magazine/sa)

Heavy Metal History

Abrupt changes in lead pollution highlight dramatic world events

Ice cores from Greenland and the Russian Arctic show an ever changing amount of airborne lead pollution that has wafted northward from Europe, Asia and North America each year. Lead levels tracked monumental events in human history, including Phoenicia's expansion in 1,000 B.C., the Roman Empire's rise, terrible plagues and the industrial revolution. From antiquity to the 1800s, emissions came primarily from smelting silver-bearing lead. For example, the Romans wanted silver, so lead "was released to the atmosphere as waste," says Joe McConnell of the Desert Research Institute in Nevada, who led two studies of the data. Burning coal and smelting for leaded gasoline and paint from the 1940s through the 1970s boosted levels far beyond any in history, until regulations such as the U.S. Clean Air Act cut emissions. The COVID-19 pandemic may not leave much of a mark, because many economies are largely deleaded.



SOURCES: LEAD POLLUTION RECORDED IN GREENLAND ICE INDICATES EUROPEAN EMISSIONS TRACKED PLAGUES, WARS, AND IMPERIAL EXPANSION DURING ANTIQUITY; BY J. R. MCCONNELL ET AL., IN PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES USA, VOL. 115, NO. 22, MAY 29, 2018. "PERVASIVE ARCTIC LEAD POLLUTION SUGGESTS SUBSTANTIAL GROWTH IN MEDIEVAL SILVER PRODUCTION MODULATED BY PLAGUE, CLIMATE, AND CONFLICT"; BY J. R. MCCONNELL ET AL., IN PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES USA, VOL. 116, NO. 30, JULY 28, 2019

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-информационный
журнал

www.sci-ru.org

8/9 2020

12+

ПЛАНЕТЫ-ДЕТИ // АКТУАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИЙСКОЙ ВИРУСОЛОГИИ

СПЕЦРЕПОРТАЖ

ПАНДЕМИЯ КОРОНАВИРУСА

Как она началась, как развивается
и как ей противостоят ученые





4



102

Темы номера

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ

Пандемия коронавируса 4

Вирусологи расследуют историю возникновения заболевания; медики ищут среди лекарств те, которые могли бы помочь в условиях отсутствия времени на изобретение лечения с нуля; медработники признаны героями и испытывают острый стресс; для быстрого создания вакцины, вероятно, понадобится гениальная инженерия; эпидемии прошлого помогут нам понять, как завершится COVID-19

Внутри коронавируса 38

Марк Фишетти
Что известно об «интимной жизни» патогена, поразившего жителей всего земного шара

Крупнейший психологический эксперимент 44

Лидия Дэнуорт
Пандемия показала, как люди реагируют на невзгоды

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Цифровой мир: среда доверия 54

Мария Кравчук
Генеральный директор НПК «Криптонит» **Варман Хачатуров** — о том, почему актуальность информационной безопасности сейчас высока как никогда



СОДЕРЖАНИЕ

Август/сентябрь 2020

МЕДИЦИНА

Вирусы — двигатели эволюции 62

Наталья Лескова
Академик **Виктор Малеев** — о своем уникальном опыте инфекциониста применительно к сложившейся пандемической ситуации



ГЕНЕТИКА

«Генетика — это мост между науками» 68

Наталья Лескова
Член-корреспондент РАН **Александр Кудрявцев** — о прошлом, настоящем и будущем генетических исследований в мире и в России



ЭНЕРГЕТИКА

Энергия притяжения Луны 76

Валерий Чумаков
О переходе на альтернативные энергетические источники говорят уже давно, и один из перспективных вариантов — приливы



44



132



МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Царица наук на службе геологии

Анастасия Пензина

Врио ректора Томского политехнического университета

Андрей Яковлев — о лидерстве, значимости партнерских отношений и универсальности математики

ФИЗИКА

Самые темные частицы

Уильям Чарлз Луи и Ричард Ван де Уотер

Проводится эксперимент, направленный на поиск нового типа нейтрино, который мог бы стать ключом к темному сектору Вселенной

АСТРОНОМИЯ

Планета родилась

Меридит Макгрегор

Четкие изображения околозвездных дисков позволяют обнаружить спрятавшиеся там планеты и понять, как формируются планетные системы

СОЗНАНИЕ

Рассказы умирающего мозга

Кристоф Кох

Соприкосновение со смертью может оставить неизгладимое впечатление в сознании выжившего — и рассказать о работе мозга в экстремальных условиях

84

ЗДОРОВЬЕ И МЕДИЦИНА

Лечение пациентов без взвешивания **120**

Вирджиния Соле-Смит

Зацикленность на потере веса не делает людей здоровее. Некоторые врачи пробуют другой подход



ЭВОЛЮЦИЯ

Удивительная история пальцев **132**

Ришар Клутье и Джон Лонг

Пальцы передних конечностей возникли задолго до того, как позвоночные выбрались из воды и колонизировали сушу

92

АРХЕОЛОГИЯ

Как земледельцы завоевали Европу **142**

Лаура Спинни

Когда земледельцы встретились с охотниками-собирающими, вероятно, сформировалась нарушившая равновесие иерархия

102

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Ваш прогноз на 28 дней **152**

Кэти Пиджен

Метеорологам все лучше удается предсказать жару, холод, влажность и засуху на четыре недели вперед

112

Разделы

От редакции **3**

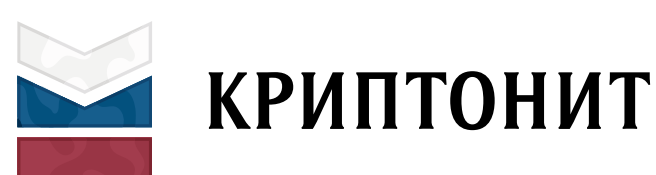
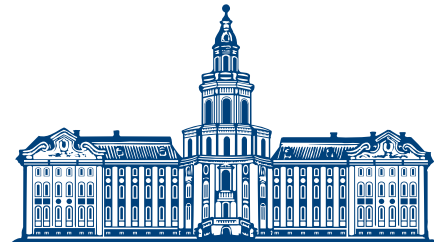
50, 100, 150 лет тому назад **119, 160**



В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

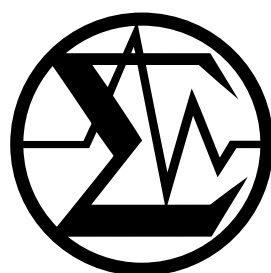
Наши партнеры:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



РОСАТОМ



Сибирское отделение РАН



очевидное
невероятное



Основатель и первый главный редактор
журнала «В мире науки / Scientific American»
профессор Сергей Петрович Капица



Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное партнерство
распространения научных знаний»

Главный редактор:

В.Е. Фортон

Главный научный консультант:

президент РАН акад. А.М. Сергеев

Ответственный секретарь:

О.Л. Беленицкая

Зав. отделом иностранных материалов:

А.Ю. Мостинская

Шеф-редактор иностранных материалов:

В.Д. Ардагатская

Зав. отделом российских материалов:

О.Л. Беленицкая

Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

Обозреватели:

В.С. Губарев, В.Ю. Чумаков

Администратор редакции:

О.М. Горлова

Научные консультанты:

член-корр. РАН А.М. Кудрявцев; акад. В.В. Малеев; к.ф.-м.н. В.Г. Сурдин;
д.ф.-м.н. А.А. Яковлев

Над номером работали:

Е.В. Аржевский, М.С. Багоцкая, М.Ю. Кравчук, А.П. Кузнецов, С.М. Левензон,
Н.Л. Лескова, А.И. Пензина, А.И. Прокопенко, О.С. Сажина, В.И. Сидорова, В.М. Хачатуров,
Н.Н. Шафрановская, А.В. Щеглов

Дизайнер:

Д.А. Гранков

Верстка:

А.Р. Гукасян

Корректора:

Я.Т. Лебедева

Фотографы:

И.Ф. Бадиков, Н.Н. Малахин, Н.А. Мохначев

Президент координационного совета НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.Е. Фортон

Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

А.Ш. Геворгян

Заместитель директора НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.К. Малахина

Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

Главный бухгалтер:

Ю.В. Калинкина

Адрес редакции:

Москва, ул. Ленинские горы, 1, к. 46, офис 138;
тел./факс: 8 (495) 939-42-66; e-mail: info@sciam.ru; www.sciam.ru
Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.

Отпечатано:

ОАО «Можайский полиграфический комбинат», 143200, г. Можайск, ул. Мира, 93,
www.oaompk.ru, www.oaompk.pf, тел.: 8 (495) 745-84-28, 8 (4963) 82-06-85
Заказ № 0103

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати. Свидетельство ПИ
№ ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

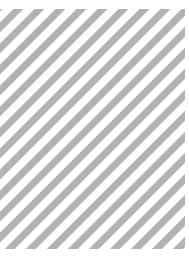
Тираж: 12 500 экземпляров

Цена договорная

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

© Все права защищены. Некоторые из материалов данного номера были ранее опубликованы Scientific American или его аффилированными лицами и используются по лицензии Scientific American. Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции. При цитировании ссылка на «В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов и не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Торговая марка Scientific American, ее текст и шрифтовое оформление являются исключительной собственностью Scientific American, Inc. и использованы здесь в соответствии с лицензионным договором.



У журнала *Scientific American* — НОВЫЙ ГЛАВНЫЙ редактор



Лора Хельмут,
главный редактор
журнала *Scientific American*

Им стала научный журналист, доктор наук Лора Хельмут (Laura Helmuth). Ранее она была редактором журнала *Washington Post* по вопросам здравоохранения и науки, занимала также пост президента Национальной ассоциации писателей-ученых. В своей первой редакционной статье она написала: «Я очень рада влиться в ряды коллектива *Scientific American* в качестве очередного главного редактора. Всегда

любила этот журнал и восхищалась им со стороны, и теперь для меня большая честь работать вместе с талантливыми и трудолюбивыми людьми, которые так вдохновенно трудятся над созданием актуальных и достоверных рассказов о науке».

Поздравляем Лору Хельмут с новой должностью и надеемся на долгое и плодотворное сотрудничество!

Наука против коронавируса



В центре внимания научных журналистов по-прежнему *COVID-19*. В сдвоенном номере журнала — рассказ о том, что ученым уже удалось выяснить о структуре и механизме действия этого патогена.

В специальном репортаже «Пандемия коронавируса» — рассказ о китайском вирусологе Ши Чжэнли, которая выявила десятки смертоносных, похожих на SARS вирусов в пещерах — местах обитания летучих мышей. «Коронавирусы, передающиеся от летучих мышей, будут и дальше вызывать вспышки заболеваемости среди людей, — говорит Ши. — Мы должны найти их прежде, чем они найдут нас».

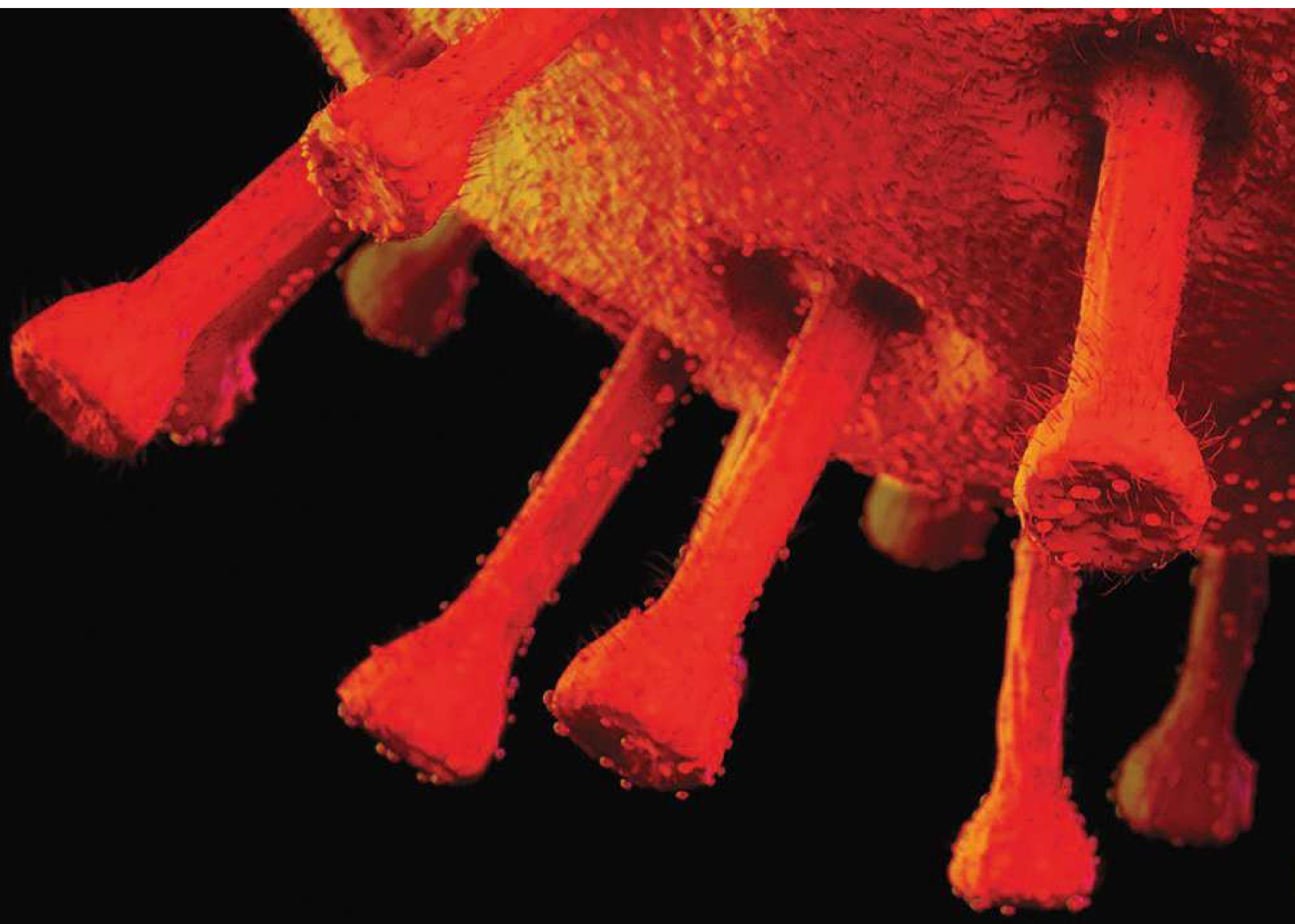
Другой специальный репортаж посвящен подробному разбору «поведения» коронавируса после того, как он попадает в организм человека через рот или нос и по дыхательным путям достигает

слизистой легких. Как срабатывает иммунитет человека и образуются антитела? Как работают лекарства и вакцины? Читайте в материале «Внутри коронавируса».

COVID-19 — не первый и не последний вирус, объявивший войну человечеству. У врачей и ученых накоплен огромный опыт борьбы с подобными врагами. Всемирно известный ученый-инфекционист академик В.В. Малеев в интервью «Вирусы — двигатели эволюции» рассказывает о своей работе в очагах смертельно опасных инфекций, об особенностях коронавируса, а также о том, почему вирусы всегда будут составной частью жизни человека.

«Из природного резервуара всегда может выскочить новый вирус и начать поражать человека», — говорит директор Института общей генетики РАН им. Н.И. Вавилова член-корреспондент РАН А.М. Кудрявцев. Поэтому необходима программа по геному вирусов. Поскольку сейчас мы можем создавать вакцины *in silico*, почему бы не разрабатывать какие-то платформы предварительно? Читайте об этом в интервью «Генетика — это мост между науками».

Редакция журнала
«В мире науки / *Scientific American*»



СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ

ПАНДЕМИЯ КОРОНАВИРУСА



ОХОТА ЗА ЧУМОЙ 6
Джейн Цю

**БЫСТРОЕ ПОЛУЧЕНИЕ
ЛЕКАРСТВА** 14
Майкл Вальдхольц

ТРАВМА НА ПЕРЕДОВОЙ 20
Джиллиан Мок

ЧТО ЧУВСТВУЮТ МЕДИКИ 24
Джиллиан Мок и Джен Шварц

ПОИСКИ ВАКЦИНЫ 28
Чарлз Шмидт

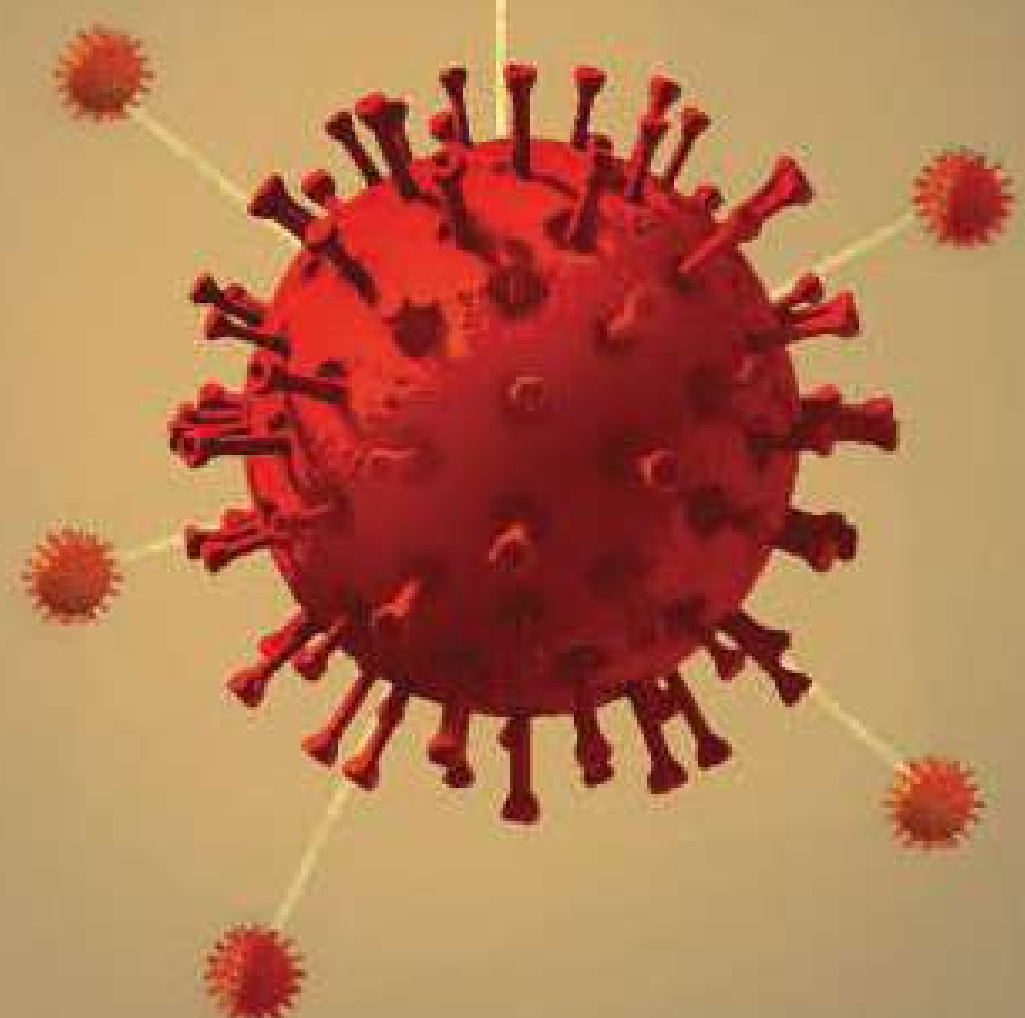
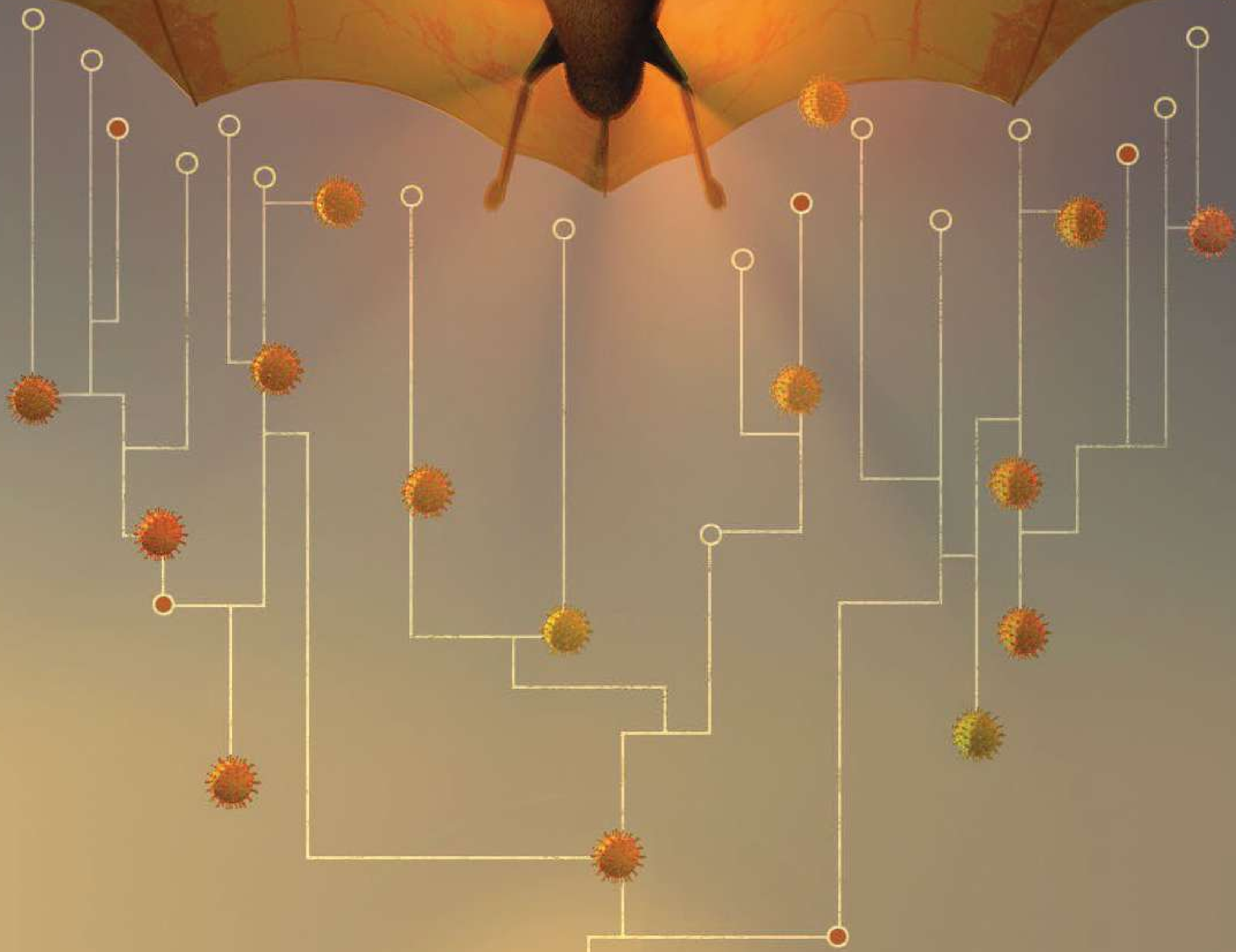
ЧТО БУДЕТ ДАЛЬШЕ 34
Лидия Дэнуорт



ОХОТА ЗА ЧУМОЙ

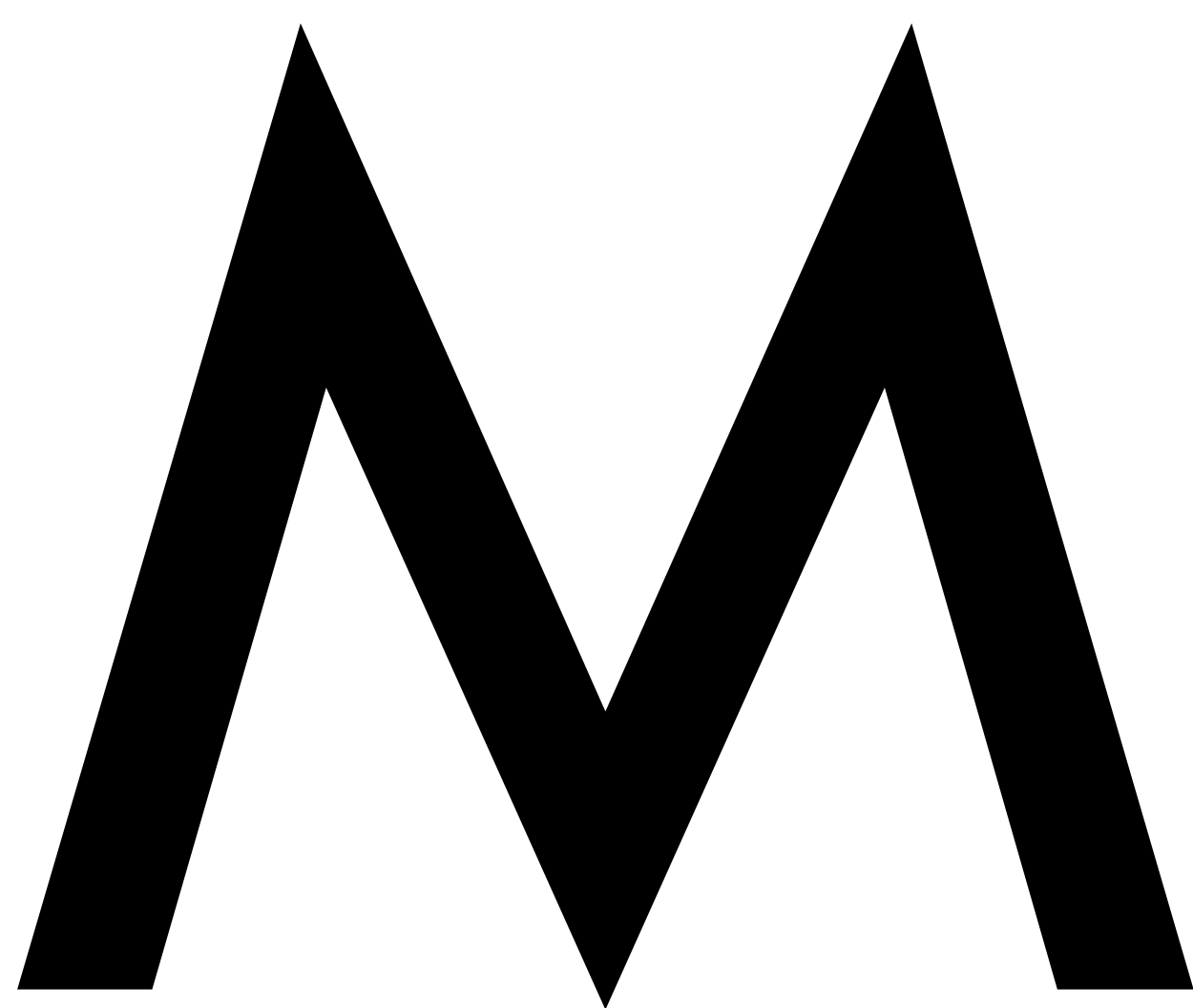
ВИРУСОЛОГ ШИ
ЧЖЭНЛИ ОБЛАЗИЛА
ПЕЩЕРЫ С ЛЕТУЧИМИ
МЫШАМИ В КИТАЕ,
ЧТОБЫ **ПРОСЛЕДИТЬ**
ПРОИСХОЖДЕНИЕ
ПЕРВОГО ВИРУСА SARS
И НЫНЕШНЕЙ ЭПИДЕМИИ

Джейн Цю



ОБ АВТОРЕ

Джейн Цю (Jane Qiu) — отмеченный наградами научный журналист из Пекина.



Материал от пациентов с загадочным заболеванием поступил в Уханьский институт 30 декабря 2019 г. в 19:00. Спустя мгновение у Ши Чжэнли (Shi Zhengli) зазвонил мобильный телефон. Ей звонил директор института. Уханьский центр по контролю и профилактике заболеваний обнаружил новый коронавирус у двух пациентов, госпитализированных с атипичной пневмонией, и поступил запрос на проведение исследования в знаменитой лаборатории Ши. Если открытие подтвердится, то новый патоген может представлять серьезную угрозу для здоровья населения, поскольку он принадлежит к тому же семейству вирусов, представитель которого вызвал тяжелый острый респираторный синдром (SARS) — заболевание, поразившее в 2002–2003 гг. 8,1 тыс. человек, из которых умерло примерно 800. «Бросьте все, чем вы занимались, и разберитесь с этим прямо сейчас», — вспоминает Ши слова директора.

Ши — вирусолог, коллеги часто называют ее китайской «женщиной — летучей мышью» (бэтвумен) из-за экспедиций в течение последних 16 лет, в которых она занималась охотой за вирусами в пещерах с летучими мышами. Ши покинула конференцию в Шанхае и села на ближайший поезд, идущий в Ухань. «Я думала о том, нет ли ошибки [у городских органов здравоохранения], — рассказывает она. — Я никогда бы не предположила, что такое может случиться в Ухане, в центральном Китае». Согласно ее исследованиям, наибольший риск, что коронавирусы перейдут к людям от животных, например от летучих мышей, которые представляют собой

известный резервуар для этой инфекции, существует в субтропических, южных провинциях Гуандун, Юньнань и в Гуанси-Чжуанском автономном районе. Она вспоминает, как думала: если причина действительно в коронавирусах, то не из их ли лабораторий?

В то время как группа исследователей из Уханьского института, находящегося под управлением Китайской академии наук, лихорадочно работала под руководством Ши, чтобы идентифицировать патоген, и за неделю определила, что заболевание связано с новым коронавирусом, получившим название SARS-CoV-2, сама болезнь расползлась, как лесной пожар. К апрелю 2020 г. в Китае были

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В 2004 г. Ши Чжэнли обнаружила, что летучие мыши в пещерах на юге Китая — природный резервуар коронавирусов.
- По данным генетических анализов, эти вирусы несколько раз перескакивали на людей, вызывая смертельные заболевания вроде COVID-19.
- Рост числа контактов между людьми и дикими животными повышает вероятность подобных вспышек.

заражены более 84 тыс. человек. Примерно 80% из них жили в провинции Хубэй, столица которой — Ухань, и более 4,6 тыс. умерли. За пределами Китая около 2,4 млн человек в общей сложности из примерно 210 стран подцепили этот вирус, более 169 тыс. погибли от вызванной им болезни — *COVID-19*.

Ученые давно предупреждали, что темпы появления новых инфекционных заболеваний все увеличиваются, особенно это касается развивающихся стран, где высока плотность людей и животных. «Чрезвычайно важно точно определить источник инфекции и цепочку межвидовой передачи», — говорит специалист по экологии болезней Питер Дасзак (Peter Daszak). Дасзак — президент расположенной в Нью-Йорке некоммерческой исследовательской организации *EcoHealth Alliance*, которая сотрудничает с такими учеными, как Ши, из 30 стран Азии, Африки и Ближнего Востока, чтобы выявлять в дикой природе новые вирусы. Он добавляет, что охота за другими патогенами не менее важна, «чтобы предотвратить повторение подобных инцидентов».

Пещеры

В начале первой экспедиции по поиску вирусов Ши чувствовала себя как в отпуске. В прохладный солнечный весенний день 2004 г. она присоединилась к международной группе исследователей, чтобы собрать образцы из колоний летучих мышей в пещерах рядом с Наньнином, столицей Гуанси-Чжуанского автономного района. Ее первая пещера была характерной для этого региона: большая, с многочисленными известняковыми колоннами, кроме того, в нее было легко попасть, поэтому она пользовалась популярностью у туристов. «Это было завораживающе, — вспоминает Ши. — Блестящие от влаги молочно-белые сталактиты свисали с потолка, как сосульки».

Но отпускное настроение вскоре рассеялось. Многие рукокрылые, и в том числе насекомоядные виды подковоносов, которые в изобилии водятся в Южной Азии, прячутся в глубоких узких пещерах на крутых склонах. Часто, руководствуясь информацией, полученной от местных жителей, Ши с коллегами должны были часами подниматься к нужным местам и дюйм за дюймом ползти на животе по узким скальным расщелинам. Но эти летающие млекопитающие могут быть неуловимы. В течение недели разочарованная группа исследовала более 30 пещер и встретила всего лишь дюжину летучих мышей.



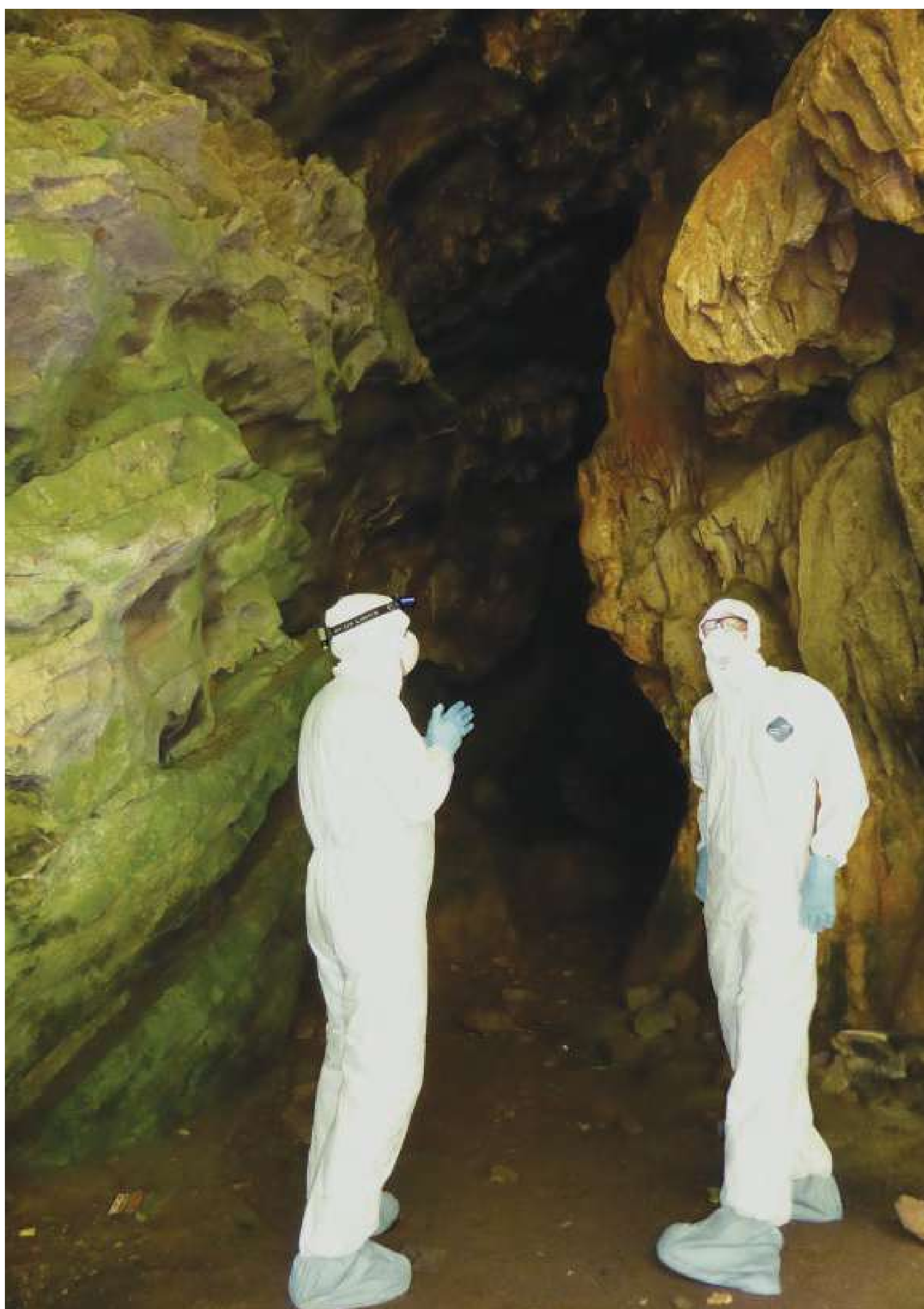
Около пещеры с летучими мышами в Гуанси-Чжуанском автономном районе КНР в 2004 г. Ши Чжэнли выпускает крылана после взятия крови на анализ (1). Во время той же поездки группа исследователей собирает образцы крови, в которых они будут искать вирусы и другие патогены (2).

Эти экспедиции были частью усилий по поимке виновника вспышки SARS, первой крупной эпидемии в XXI в. Исследователи из Гонконга сообщили, что торговцы дикими животными изначально заразились коронавирусом, вызывающим SARS, от циветт — родственных мангустам млекопитающих, живущих в тропических и субтропических областях Азии и Африки.

Руководитель программы изучения новых инфекционных заболеваний в сингапурской Высшей медицинской школе *Duke-NUS* Линьфа Ван (Linfa Wang) рассказывает, что до вспышки SARS мир имел слабое представление о коронавирусах, которые назвали так за то, что под микроскопом их покрытая шипами поверхность напоминает

корону. Главным образом про коронавирусы было известно, что они могут вызывать обычное ОРЗ. «Вспышка SARS в корне меняла положение дел», — говорит Ван. Тогда впервые объявился смертельный коронавирус, способный вызывать пандемии. После этого случая резко начались глобальные поиски таких вирусов животных, которые способны проникнуть в человека. Ши была в числе первых исследователей, включившихся в эти поиски, а Дасзак и Ван долгое время работали вместе с ней.

Появление у циветт вируса, вызывающего SARS, оставалось загадкой. Два предыдущих случая были весьма показательны: вирусная инфекция Хендра, попавшая к людям от лошадей в 1994 г в Австралии, и вирус Нипах, перешедший от свиней в Малайзии в 1998 г. Ван обнаружил, что



В китайской провинции Юньнань ученые из международной организации EcoHealth Alliance, занимающейся поиском болезней, которые могут перейти от животных к людям, охотятся за патогенами в пещере с летучими мышами

первоначально носителями этих вирусов были крыланы. Лошади и свиньи оказались всего лишь промежуточным звеном. У летучих мышей на рынке Гуандуна тоже были следы вируса SARS, но многие ученые сочли, что это следствие загрязнения образцов. Однако Ван считал, что летучие мыши могут быть природным резервуаром данного вируса.

В те первые месяцы охоты за вирусами в 2004 г., когда Ши и другие исследователи обнаруживали пещеру с летучими мышами, они ставили сеть перед наступлением сумерек и ждали, когда ночные животные рискнут вылезти, чтобы покормиться. Когда мыши попадали в сеть, исследователи брали образцы крови, слюны и фекальные мазки, обычно это происходило до рассвета. Немного вздремнув, утром они возвращались в пещеру, чтобы собрать образцы мочи и фекалий.

Исследователи анализировали пробу за пробой, но не находили никаких следов генетического материала коронавируса. «Казалось, что восемь месяцев тяжелой работы ушли в никуда, — рассказывает Ши. — Мы подумали, что, возможно, летучие мыши не имеют никакого отношения к SARS». Ученые уже собирались сдать, когда специалисты из соседней лаборатории вручили им диагностический набор для выявления антител, которые образуются у людей с SARS.

Не было никакой гарантии, что тест покажет антитела у летучих мышей, но Ши все равно решила его использовать. «Что нам было терять?» — рассказывает она. Результаты превзошли все ожидания. Пробы, полученные от трех видов подковоносов, содержали антитела к вирусу SARS. По словам Ши, «для проекта это стало поворотным моментом». Исследователи выяснили, что присутствие коронавируса у летучих мышей было непродолжительным и сезонным, но антитела сохранялись неделями и годами. Таким образом, этот диагностический набор дал ценную подсказку, как можно охотиться за геномными последовательностями вирусов.

Группа Ши использовала тест на антитела, чтобы сузить список мест обитания и видов летучих мышей, в которых надо искать гены вируса. Побродив в горной местности в десятках китайских провинций, исследователи обратили внимание на одно место: пещеру Шитоу в пригороде Куньмина, столицы Юньнани. Там они в течение пяти лет подряд интенсивно собирали пробы.

Усилия ученых окупились. Охотники за патогенами обнаружили, что летучие мыши переносят сотни коронавирусов с невероятным генетическим разнообразием. «Большинство из них безвредны», — говорит Ши. Но некоторые относятся к той же группе, что и SARS. Они могут поражать клетки легких человека в чашке Петри и вызывать SARS-подобное заболевание у мышей.

В пещере Шитоу при тщательном изучении обнаружилась целая естественная генетическая коллекция вирусов, переносимых летучими мышами, и там ученые выявили у подковоносов штамм коронавируса, геномная последовательность которого примерно на 97% совпадала с вирусом, найденным у циветт в Гуандуне. Этой находкой завершился десятилетний поиск природного резервуара коронавируса.

Опасная смесь

По словам Ральфа Барика (Ralph Baric), вирусолога из Университета Северной Каролины в Чапел-Хилле, во многих убежищах летучих мышей, где Ши собирала образцы, и в том числе в пещере Шитоу, «непрерывное смешивание разных вирусов создает прекрасную возможность для появления новых опасных патогенов». По словам Ши, в непосредственной близости от таких вирусных плавильных котлов, чтобы заразиться, не обязательно быть торговцем дикими животными.

Например, рядом с пещерой Шитоу среди покрытых бурной растительностью склонов раскинулось множество деревень, этот край известен своими розами, апельсинами, грецкими орехами и плодами боярышника. Там в октябре 2015 г. группа Ши собрала образцы крови у более 200 жителей из четырех деревень. У шестерых человек, то есть примерно у 3%, они обнаружили антитела против коронавирусов, подобных SARS, люди получили вирус от летучих мышей, хотя никто из них не имел дела с дикими животными и не сообщал о симптомах SARS или других, похожих на пневмонию. Только один из них побывал за пределами Юньнани до отбора проб, но все они говорили, что видели летучих мышей, летающих по деревне.

Тремя годами ранее команду Ши вызвали исследовать вирусы в шахте в горном уезде Моцзян провинции Юньнань (этот район известен своим ферментированным чаем пуэр). Там у шести шахтеров, двое из которых впоследствии умерли, обнаружилось похожее на пневмонию заболевание.

Исследователи в течение года собирали пробы в пещере и обнаружили разнообразные коронавирусы у шести видов рукокрылых. Во многих случаях у одного и того же животного было несколько штаммов, таким образом оно превращалось в летающую фабрику по производству новых вирусов.

«Непрерывное смешивание разных вирусов создает прекрасную возможность для появления новых опасных патогенов»

— Ральф Барик, Университет Северной Каролины в Чапел-Хилле

«Шахта адски провоняла, — рассказывает Ши, которая вместе с коллегами зашла туда в защитной одежде и маске, — пещера была завалена пометом летучих мышей, покрытым грибами». Хотя выяснилось, что шахтеры заболели из-за грибов, по словам Ши, если бы шахта не была быстро закрыта, рано или поздно они подхватили бы коронавирус.

С ростом численности населения, которое все чаще вторгается в среду обитания диких животных, с беспрецедентными изменениями в землепользовании, с перемещением скота и диких животных по стране, со стремительным ростом числа поездок внутри страны и за ее пределы пандемии новых заболеваний становятся практически неизбежными. Это мешало Ши и многим другим исследователям спать по ночам задолго до того, как загадочные образцы оказались в Уханьском институте вирусологии в тот зловещий вечер в прошлом декабре.

Более года назад группа Ши опубликовала два обширных обзора о коронавирусах в журналах *Viruses* и *Nature Reviews Microbiology*. Опираясь на данные собственных исследований, многие из которых были опубликованы в ведущих научных журналах, и на материалы других авторов, Ши с соавторами предупреждали о риске из-за возможных вспышек коронавирусных заболеваний, переносимых летучими мышами.

Кошмарный сценарий

Возвращаясь в Ухань на поезде 30 декабря прошлого года, Ши с коллегами обсуждали, как можно немедленно запустить проверку

образцов, полученных от пациентов. Следующие недели были самыми напряженными и насыщенными в ее жизни, Ши казалось, что она участвует в сражении из своего самого страшного ночного кошмара, хотя именно к этому она готовилась в течение последних 16 лет. Используя метод, который называется «полимеразная цепная реакция» (ПЦР) и позволяет выявить вирус путем амплификации его генетического материала, группа обнаружила, что образцы пяти из семи пациентов содержали генетические последовательности, присутствующие во всех коронавирусах.

Ши дала группе указание повторить анализы и одновременно задействовала другое оборудование, чтобы определить полную последовательность генома вируса. Тем временем она лихорадочно просматривала записи, сделанные в ее собственной лаборатории за последние несколько лет, чтобы проверить, не было ли каких-нибудь неправильных действий с экспериментальными материалами, особенно во время утилизации. Ши вздохнула с облегчением, когда пришли результаты: ни одна из полученных последовательностей не совпадала с теми вирусами, которые ее группа получила из пещер с летучими мышами. «Это сняло тяжесть с моей души, — говорит Ши. — До этого я несколько дней не могла сомкнуть глаз».

К 7 января уханьская команда ученых определила, что действительно именно этот новый вирус вызвал заболевание, которым страдали пациенты. К такому заключению пришли благодаря результатам ПЦР, полному секвенированию генома, анализу крови на антитела и проверке способности вируса инфицировать клетки легких человека в чашке Петри. Геномная последовательность вируса, позже названного SARS-CoV-2, на 96% совпадала с последовательностью коронавируса, ранее идентифицированного у подковоносов в Юньнани. Результаты были представлены в статье, опубликованной на сайте журнала *Nature* 3 февраля. «Абсолютно ясно, что опять естественным резервуаром стали летучие мыши», — говорит Дасзак, который не участвовал в данном исследовании.

С тех пор исследователи опубликовали более 4,5 тыс. геномных последовательностей вируса, и, как рассказывает Барик, образцы со всего мира, по-видимому, имеют общего предка. По словам исследователей, полученные данные свидетельствуют также, что

вирус перешел к человеку единожды, а затем передавался только от человека к человеку.

Учитывая, что, по-видимому, вирус с самого начала слабо изменился и у многих инфицированных людей наблюдаются только легкие симптомы, ученые предполагают, что патоген мог быть поблизости в течение недель или даже месяцев, прежде чем поднялась тревога из-за тяжелых случаев. «Могли быть небольшие вспышки, но вирус либо затихал, либо передавался довольно медленно, прежде чем ему удалось посеять хаос», — рассказывает Барик. Он добавляет, что большинство переносимых животными вирусов периодически появляются вновь, поэтому «вспышка в Ухане отнюдь не была неожиданностью».

Влияние рынка

По мнению многих специалистов, местные разрастающиеся рынки, торгующие дикими животными, где продается множество разных видов, например летучие мыши, циветты, панголины, барсуки и крокодилы, — идеальный плавильный котел для вирусов. Хотя люди могли заразиться смертельным вирусом непосредственно от летучих мышей (как показано в некоторых исследованиях, в том числе в работе Ши с коллегами), другие группы ученых предположили, что промежуточными хозяевами могли быть панголины. Эти группы, как сообщается, обнаружили вирус, похожий на SARS-CoV-2, у панголинов, которые были конфискованы в ходе операций по борьбе с контрабандой в Южном Китае.

24 февраля Китай объявил о введении постоянного запрета на добычу диких животных и торговлю ими, кроме как в исследовательских, медицинских и демонстрационных целях. Это уничтожит отрасль, которая, согласно отчету, подготовленному по заказу Китайской инженерной академии, в 2017 г. приносит \$76 млрд дохода и обеспечивает работой примерно 14 млн человек. Некоторые одобрили эту инициативу, тогда как другие, и в том числе Дасзак, обеспокоены тем, что если не пытаться изменить традиционные взгляды людей и не обеспечить их альтернативным источником средств к существованию, то полный запрет может просто загнать этот бизнес в подполье. Тогда выявлять заболевания будет еще сложнее. Дасзак говорит, что поедание диких животных тысячелетиями было частью культурных традиций в Китае: «Это не изменится за одну ночь».

По словам Ши, в любом случае добыча диких животных и торговля ими — лишь часть проблемы. В конце 2016 г. в округе Цинъюань в Гуандуне, чуть менее чем в 100 км от того места, где началась вспышка SARS, свиньи на четырех фермах страдали от сильной рвоты и диареи, около 25 тыс. животных погибли. Местные ветеринары не выявили никаких известных им патогенов и обратились за помощью к Ши. Причиной заболевания — синдрома острой диареи у свиней (SADS) — оказался вирус, геномная последовательность которого на 98% совпала с последовательностью коронавируса, обнаруженного у подковоносов в соседней пещере.

«Это серьезная причина для беспокойства», — говорит эпидемиолог-инфекционист из Дюкского университета Грегори Грей (Gregory Gray). У людей и свиней очень схожа иммунная система, поэтому вирусы могут легко переходить между этими двумя видами. Более того, группа ученых из Чжэцзянского университета в китайском городе Ханчжоу обнаружила, что в чашке Петри вирус SADS может заражать клетки многих организмов, включая грызунов, кур, обезьян и людей. Грей говорит, что с учетом масштабов свиноводства в ряде стран, например в Китае и США, поиск новых коронавирусов у свиней должен стать важнейшей задачей.

До нынешней вспышки в течение предыдущих трех десятилетий было еще несколько других, вызванных разными вирусами, полученными от рукокрылых: Хендра, Нипах, Марбург, SARS-CoV, MERS-CoV (близневосточный респираторный синдром) и Эбола. Но Ван утверждает, что проблема не в животных как таковых. На самом деле летучие мыши способствуют здоровью экосистем и поддержанию биоразнообразия, поедая насекомых и опыляя растения. «Проблема возникает, когда мы вступаем с ними в контакт», — объясняет Ван.

Переход к профилактике

Когда я разговаривала с Ши в конце февраля, через два месяца после начала эпидемии и через месяц после того, как правительство ввело суровые ограничения передвижения в Ухане, 11-миллионном мегаполисе, она сказала, смеясь, что жизнь кажется почти нормальной: «Может быть, мы уже привыкли к этому. Худшее, очевидно, закончилось». У сотрудников института был специальный пропуск, чтобы добираться из дома в лабораторию, но больше они никуда не могли

пойти. Проводя много часов на работе, они питались лапшой быстрого приготовления, потому что институтская столовая была закрыта.

На свет продолжали появляться все новые сведения о коронавирусе. Так, например, исследователи выяснили, что патоген проникает в клетки легких человека с помощью рецептора под названием «ангиотензин-превращающий фермент 2», после чего занялись поиском препаратов, которые могли бы его заблокировать. Кроме того, идет гонка за созданием вакцины. В долгосрочной перспективе уханьские ученые планируют разработать вакцины и лекарства широкого спектра действия от разных коронавирусов, считающихся опасными для человека. «Вспышка в Ухане — это тревожный сигнал», — считает Ши.

Многие специалисты полагают, что мир не должен ограничиваться только реагированием на появление смертельных патогенов. «Лучшим решением в будущем должна стать профилактика», — говорит Дасзак. Поскольку 70% новых инфекционных заболеваний приходят от диких животных, приоритетной задачей должно быть их выявление и создание более совершенных диагностических тестов, добавляет он. По сути, это означало бы продолжить в гораздо большем масштабе ту работу, которой Ши и Дасзак занимались, пока в этом году у них не закончилось финансирование.

Дасзак говорит, что усилия надо направить на работу с группами млекопитающих, подверженных коронавирусным инфекциям, то есть с рукокрылыми, грызунами, барсуками, циветтами, панголинами и обезьянами. Он добавляет, что в этой битве с вирусами на переднем крае должны быть развивающиеся тропические страны, в которых особенно велико биоразнообразие.

Дасзак с коллегами проанализировали около 500 человеческих инфекционных заболеваний из прошедшего столетия. Они выяснили, что появление новых патогенов, как правило, происходит в местах, где при высокой плотности населения изменяется ландшафт — строятся дороги и шахты, вырубается леса и повышается интенсивность сельского хозяйства. «Китай — не единственная горячая точка», — говорит Дасзак, отмечая, что другие крупные развивающиеся страны, такие как Индия, Нигерия и Бразилия, тоже подвергаются высокому риску.

Грей рассказывает, что после того как потенциальные патогены будут обнаружены,

ученые и работники здравоохранения смогут регулярно проверять наличие возможных инфекций, беря анализы крови и мазки у домашнего скота, у диких животных, которых выращивают и продают, и у людей с высоким риском, таких как фермеры, шахтеры и жители деревень рядом со скоплениями рукокрылых. Такой подход называется «Единое здравоохранение» (*One Health*), он предполагает совместить заботу о здоровье людей, скота и диких животных. «Только в таком случае мы сможем поймать вспышку прежде, чем она превратится в эпидемию», — говорит Грей, добавляя, что эта стратегия потенциально могла бы сэкономить сотни миллиардов долларов, в которые обойдется такая эпидемия.

Тем временем в Ухане карантин был окончательно снят 8 апреля, однако настроение у Ши совсем не радостное. Она очень расстроена, поскольку в интернете и крупных СМИ продолжают повторять недостоверное предположение о том, что SARS-CoV-2 случайно сбежал из ее лаборатории, несмотря на то что его генетическая последовательность не соответствует тем вирусам, которые ранее там изучались. Другие ученые категорически отвергают это обвинение. «Она возглавляет лабораторию мирового уровня, работающую по самым высоким стандартам», — говорит Дасзак.

Несмотря на неприятности, Ши полна решимости работать дальше. «Дело должно быть продолжено, — говорит она. — Мы обнаружили пока лишь верхушку айсберга». Она планирует возглавить национальный проект по систематическому отбору образцов вирусов в пещерах с летучими мышами, причем это будет осуществляться с гораздо более широким размахом и большей интенсивностью, чем раньше. Группа Дасзака примерно подсчитала, что у рукокрылых во всем мире существует более 5 тыс. штаммов коронавируса и их еще предстоит открыть.

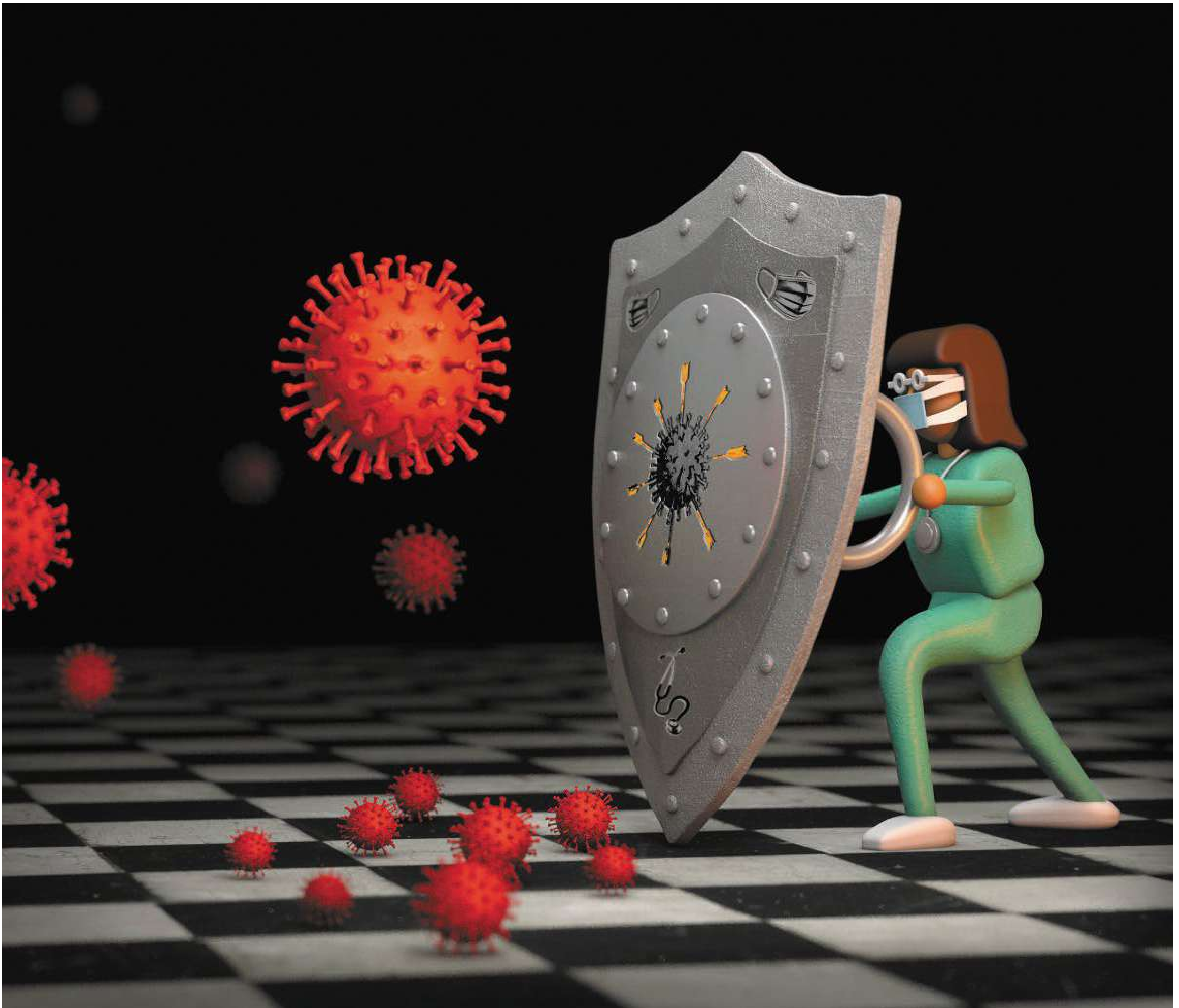
«Коронавирусы от летучих мышей будут и дальше вызывать вспышки, — с мрачной уверенностью говорит Ши. — Мы должны найти их прежде, чем они найдут нас».



БЫСТРОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕКАРСТВА

НЕ ИМЕЯ ВРЕМЕНИ НА ТО, ЧТОБЫ ИЗОБРЕТАТЬ ЛЕЧЕНИЕ С НУЛЯ, ИССЛЕДОВАТЕЛИ ВЫБИРАЮТ, КАКИЕ ИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЛЕКАРСТВ МОГЛИ БЫ ОБЛЕГЧИТЬ ТЕЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Майкл Вальдхольц



М

арк Денизион (Mark Denision) начал охоту за лекарством от *COVID-19* почти за десять лет до того, как болезнь, вызванная новым коронавирусом, обрушилась на мир в этом году. Денизион не ясновидящий, он вирусолог и эксперт по коронавирусам — семейству, представители которого часто оказываются смертельными, они вызвали вспышку *SARS* в 2002 г. и *MERS* в 2012 г. Это большая группа вирусов. «Мы были почти уверены, что скоро будет еще одна вспышка», — говорит Денизион, который руководит отделением детских инфекционных заболеваний в Медицинском центре Университета Вандербильта.

ОБ АВТОРЕ

Майкл Вальдхольц (Michael Waldholz) — журналист, руководит коллективом репортеров, получивших в 1997 г. Пулитцеровскую премию за освещение проблемы СПИДа. Живет в долине реки Гудзон, штат Нью-Йорк.

Вирус — необычное существо. По сути, это кусок генетического материала, который проникает в клетку и использует некоторые клеточные молекулярные механизмы для сборки множества своих копий. Эти клоны вырываются из клетки, разрушая ее, и заражают соседние. Из-за того что вирусы проникают в клетку, их трудно уничтожить полностью — они прячутся внутри своих хозяев. И у них взрывные темпы размножения. Поскольку полностью их ликвидировать затруднительно, вместо этого противовирусные препараты должны ограничивать процесс репликации до уровня, который не может повредить организму.

В 2013 г. Денизион и исследователь коронавирусов из Университета Северной Каролины в Чапел-Хилле Ральф Барик (Ralph Baric) нашли уязвимое место, характерное для всех изученных ими коронавирусов, — это белок, необходимый для того, чтобы вирус мог копировать сам себя. Если эту способность ухудшить, коронавирус не сможет вызывать обширное заражение. Четыре года спустя исследователи из двух лабораторий обнаружили соединение, которое действовало именно на этот белок. Оно лежало, никем не используемое, в большой библиотеке противовирусных средств, созданной биотехнологическим гигантом *Gilead Biosciences*. Ученые получили образец и в ходе экспериментов в пробирках и на животных показали, что вещество под названием ремдесивир отключает процесс репликации у нескольких штаммов коронавируса.

Таким образом, в начале января, когда забили тревогу по поводу SARS-CoV-2, Денизион с Бариком предупредили коллег из *Gilead*, что у них имеется потенциальное лекарство. В основном благодаря его активности против других коронавирусов в исследованиях, проведенных Денизионом и Барриком на животных, в январе ремдесивир разрешили использовать для помощи пациентам «из гуманных соображений». К марту *Gilead* запустил два испытания препарата на людях, планируя в течение нескольких месяцев проверить безопасность лекарства и подобрать наиболее эффективные дозы с помощью примерно 1 тыс. больных пациентов. Два аналогичных испытания начали органы здравоохранения Китая. Тем временем Денизион, Барик и группа их коллег из Университета Эмори обнаружили еще одно вещество, названное *EIDD-2801*, с тем же механизмом действия на коронавирусы. В начале апреля они опубликовали результаты, показывающие, что новое вещество облегчало дыхание у мышей и снижало количество вирусных частиц. В экспериментах на клетках легких человека в пробирке оно резко блокировало SARS-CoV-2.

В мире есть несколько лабораторий, таких как лаборатории Денизиона и Барика, где благодаря изучению SARS и MERS накоплен многолетний опыт исследования механизмов действия коронавирусов. К тому времени как удалось секвенировать новый коронавирус и разобраться в его структуре, ученые уже определили те белки, которые большинство коронавирусов используют,

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- При создании лекарств от COVID-19 — заболевания, вызванного новым коронавирусом, — можно работать в трех направлениях.
- Можно, например, не позволить SARS-CoV-2 попасть в клетку, а если вирус все-таки отказался там, не дать ему размножиться.
- И, наконец, исследователи пытаются затормозить чрезмерный ответ иммунной системы, из-за которого возникают самые тяжелые симптомы.

Три способа лечить COVID-19

Некоторые препараты, разрабатываемые сейчас для борьбы с этим заболеванием и с вызывающим его вирусом SARS-CoV-2

Блокаторы репликации вируса

ПРЕПАРАТ	ДЕЙСТВИЕ	КОМПАНИЯ/ЛАБОРАТОРИЯ	СТАТУС
Ремдесивир	Нарушает синтез вирусной РНК	<ul style="list-style-type: none"> • Университет Северной Каролины • Университет Вандербильта • Gilead Sciences 	Клинические испытания
EIDD-2801	Нарушает синтез вирусной РНК	<ul style="list-style-type: none"> • Университет Эмори • Университет Северной Каролины • Университет Вандербильта • Ridgeback Biotherapeutics 	Клинические испытания
Данопревир и ритонавир	Подавляют вирусный фермент протеазу	<ul style="list-style-type: none"> • Asclepis Pharma 	Клинические испытания
Экспериментальные препараты на основе РНК-интерференции	Блокируют синтез вирусной РНК	<ul style="list-style-type: none"> • Alnylam Pharmaceuticals • Vir Biotechnology 	Начало исследований

Предотвращают проникновение в клетку

ПРЕПАРАТ	ДЕЙСТВИЕ	КОМПАНИЯ/ЛАБОРАТОРИЯ	СТАТУС
APN01	Имитирует клеточные рецепторы	<ul style="list-style-type: none"> • Apeiron Biologics 	Клинические испытания
Смесь разных человеческих антител	Антитела нейтрализуют вирус	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneron 	Клинические испытания запланированы на лето
Моноклональные антитела	Антитела нейтрализуют вирус	<ul style="list-style-type: none"> • Vir Biotechnology • Biogen • WuXi Biologics 	Планируются клинические испытания
ТАК-888	Модифицированные антитела к вирусу	<ul style="list-style-type: none"> • Takeda 	Доклинические исследования

Ослабляют чрезмерную иммунную реакцию и острый респираторный дистресс-синдром

ПРЕПАРАТ	ДЕЙСТВИЕ	КОМПАНИЯ/ЛАБОРАТОРИЯ	СТАТУС
Кевзара (сарилумаб)	Антитела блокируют сигнал, который иммунные клетки передают с помощью IL-6	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneron • Sanofi 	Клинические испытания
Актемра (тоцилизумаб)	Антитела блокируют сигнал, который иммунные клетки передают с помощью IL-6	<ul style="list-style-type: none"> • Genentech • BARDA* 	Клинические испытания
Remestemcel-L	Стволовые клетки, меняющие работу иммунной системы	<ul style="list-style-type: none"> • Mesoblast • Национальные институты здоровья 	Клинические испытания
Кселянз (тофацитиниб)	Подавление воспалительных клеток	<ul style="list-style-type: none"> • Pfizer 	Клинические испытания

* Управление перспективных биомедицинских исследований и разработок (Biomedical Advanced Research and Development Authority) США.

чтобы распространяться от одной инфицированной клетки человека к другим, и поняли, что организм может выдавать чрезмерно агрессивную иммунную реакцию, когда вирус заражает клетки дыхательных путей.

Благодаря проделанной работе, когда лаборатории переключились на нынешнюю угрозу, появились три стратегии противодействия вирусу. Первая стратегия

заключается в поиске средств наподобие ремдесивира и EIDD-2801, которые нарушают репликацию вируса после того, как он попал в клетку. Вторая стратегия — заблокировать вирус, не дав ему заходить в клетки и инфицировать их, вроде того как вышибала блокирует вход в бар. Третий подход заключается в том, чтобы приглушить опасную чрезмерную реакцию иммунной

системы, «цитокиновый шторм», когда жертва может задохнуться из-за жидкости и умирающих клеток в дыхательных путях.

Для того чтобы найти эти лекарства, исследователи обратились к списку Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) США, содержащему около 20 тыс. соединений, одобренных для использования на людях, и просмотрели заявки на патенты лекарственных препаратов, надеясь обнаружить там вещества с подходящим механизмом действия. Цель состояла в том, чтобы найти лекарства, которые хотя бы частично уже прошли этап разработки, а не тратить много лет на создание лекарства с нуля. Институт Милкена, аналитическая организация, занимающаяся защитой здоровья, в середине апреля насчитал 133 экспериментальных лекарства от COVID-19. Около 49 из них сейчас ускоренно включены в клинические испытания. Их эффективность у людей пока неизвестна, и ученые предупреждают, что такие препараты, так же как и другие противовирусные средства, не дадут полного излечения. Но они могли бы достаточно ослабить симптомы, чтобы позволить иммунной системе пациента самостоятельно победить вирус.

Блокатор копирования

У всех коронавирусов один и тот же механизм размножения: они используют определенный белок — вирусную РНК-полимеразу, Барик говорит, что это очевидная мишень для лекарств. При копировании вируса полимеразы допускает много ошибок, поэтому нужен другой фермент, экзонуклеаза, чтобы эти ошибки найти и исправить. Ремдесивир, по-видимому, отключает корректирующий фермент. Тогда копирующая вирусная система становится неаккуратной и производит меньше новых вирусов.

EIDD-2801 — соединение, давшее многообещающие результаты в тестах на животных и в пробирке, — нацелено на тот же вирусный фермент. Но в отличие от ремдесивира, который надо водить внутривенно, *EIDD-2801* можно принимать в виде таблеток. Поэтому Барик и другие специалисты, изучающие *EIDD-2801*, в том числе Джордж Пейнтер (George Painter), профессор фармакологии и президент Института разработки лекарственных средств Университета Эмори, где впервые был получен этот препарат, предполагают, что *EIDD-2801* может использоваться шире, чем ремдесивир.

В 2018 г. Пейнтер с коллегами обнаружили эффективность *EIDD-2801* во время поисков универсального средства от гриппа. Когда появился SARS-CoV-2, группа Пейнтера немедленно переключила внимание на него. Как и ремдесивир, *EIDD-2801* подавляет способность коронавируса к самокопированию, но он работает даже против мутантных вирусов, которые устойчивы к ремдесивиру. Кроме того, *EIDD-2801* эффективен против множества других РНК-вирусов, поэтому он может служить универсальным противовирусным средством — аналогично тому, как некоторые антибиотики могут быть эффективны против широкого спектра бактерий. Уэйн Холман (Wayne Holman), соучредитель расположенной в Майами компании *Ridgeback Biotherapeutics*, которая получила лицензию на препарат и планирует клинические испытания, говорит, что надо получить такую таблетку для лечения COVID-19, чтобы пациент мог принять ее дома в начале заболевания и таким образом предотвратить развитие болезни.

Предотвращение заражения

Для того чтобы не позволить SARS-CoV-2 вообще заражать клетки, ученые пытаются получить антитела, которые блокировали бы вирусный шип — белок на его поверхности, облегчающий проникновение в клетку. Некоторые такие нейтрализующие антитела, состоящие из белка иммуноглобулина, можно получить из крови пациентов, уже победивших вирус. Ряд медицинских центров, в том числе Больница Джонса Хопкинса и Клиника Майо, собирают плазму крови у выздоровевших и проверяют ее на антитела. Затем врачи в больницах переливают плазму пациентам с опасными для жизни острыми респираторными расстройствами. Этот метод лечения называется реконвалесцентной терапией. Первые исследования с участием нескольких пациентов показали, что такой подход может сработать, — у некоторых состояние улучшилось и количество вируса в организме снизилось, но эта работа пока еще совсем на начальном уровне.

Японская фирма *Takeda Pharmaceuticals* тоже собирает плазму у пациентов, выздоровевших после COVID-19, с целью проанализировать антитела. В этой плазме компания определяет, какие антитела демонстрируют наибольшую активность в отношении SARS-CoV-2. Используя антитела в качестве образца, исследователи из *Takeda* планируют синтезировать серию еще более

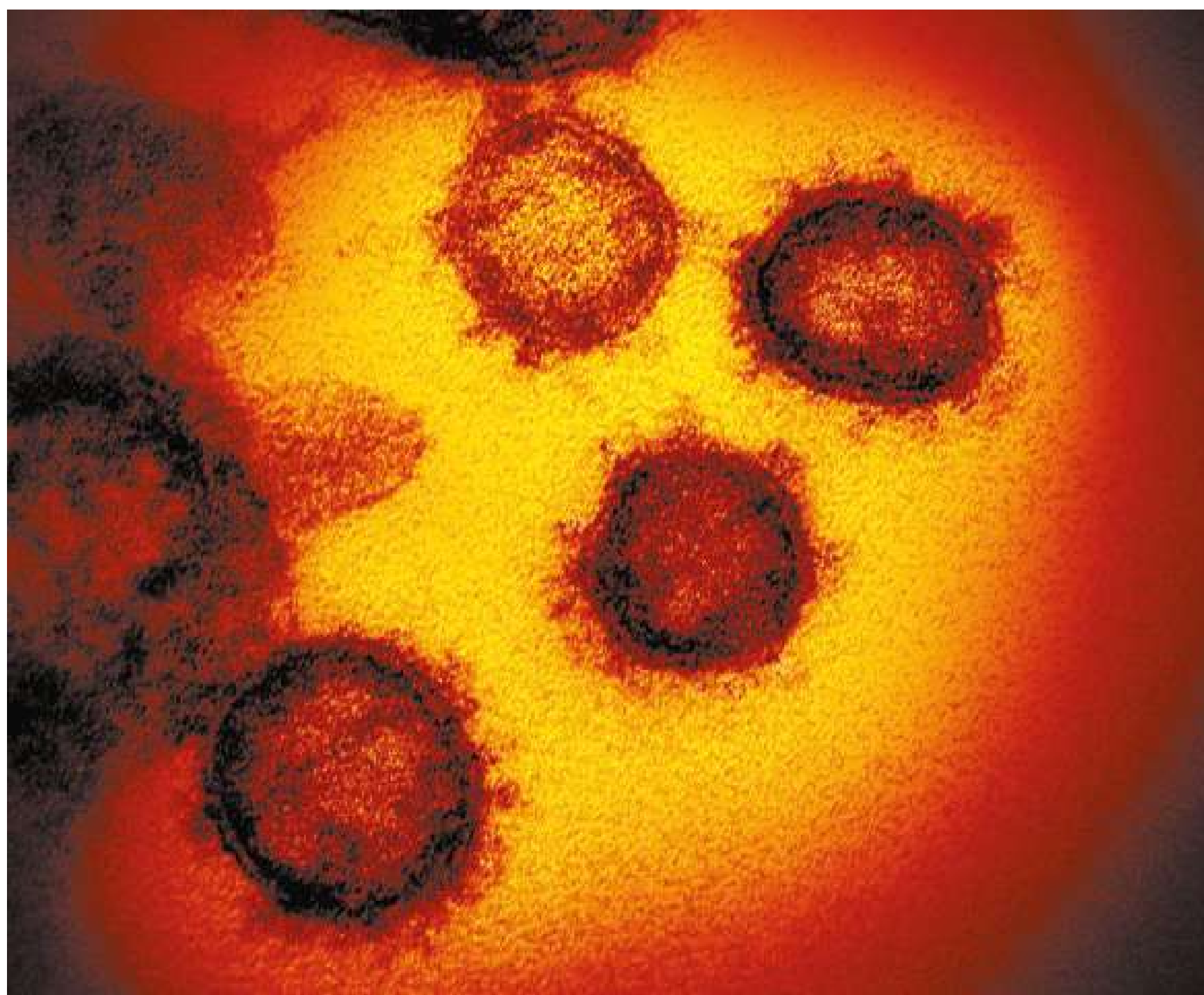
активных вариантов для создания сильнодействующей смеси, подавляющей инфекцию, об этом рассказывает Крис Морабито (Chris Morabito), руководитель отдела разработки методов лечения плазмой. Морабито говорит, что клинические испытания этого вида терапии — *ТАК-888* — могут начаться в конце года. Число 888 у китайцев означает «тройную удачу». Некоторые другие производители лекарств, в том числе *Regeneron* и *Vir Biotechnology*, создают свои собственные терапевтические антитела и говорят, что тоже проведут испытания на пациентах в этом году.

Другая стратегия блокировки направлена на тот участок клетки, к которому пристыковывается вирус. Йозеф Пеннингер (Josef Penninger), молекулярный биолог из Университета Британской Колумбии в Ванкувере и основатель фармацевтической компании *Apeiron Biologics*, пытается отманить вирус от рецептора *ACE2*, расположенного на поверхности клеток легких. Коронавирусный шип связывается с этим рецептором. Несколько лет назад в лаборатории Пеннингера синтезировали обманную версию *ACE2*. В экспериментах в пробирке ученые показали, что искусственно созданная молекула *APN01* притягивает коронавирусы, непуская их к настоящим клеткам дыхательных путей человека. Вирус соединялся с приманкой и застревал. «Мы блокируем вирусу вход и в то же время защищаем ткани», — рассказывает Пеннингер. *Apeiron* планирует клинические испытания *APN01* в конце этого года, вещество должно будет вводиться пациентам в больнице в форме инфузионного раствора.

Чрезмерная реакция

У наиболее тяжело болеющих *COVID-19* пациентов в легких скапливается масса слизеподобной жидкости, которая мешает клеткам поглощать кислород. Это те пациенты, которые нуждаются в искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Накопление жидкости происходит в результате чрезмерного иммунного ответа с участием сигнального химического вещества интерлейкина-6 (*IL-6*). Биотехнологические компании, в том числе *Regeneron* и *Genentech*, создали синтетические антитела, которые могут связываться с *IL-6* и блокировать посылаемый ими сигнал.

Northwell Health, крупная система из 23 больниц, расположенных на Лонг-Айленде, штат Нью-Йорк, — это один из более чем дюжины центров, участвующих



Выходя из клетки, вирусные частицы SARS-CoV-2 (красные круги) будут вызывать все более обширное заражение, пока производители лекарств не найдут способа их остановить

в клинических испытаниях блокаторов *IL-6*. Кевин Трейси (Kevin Tracey), возглавляющий Институт медицинских исследований Файнштейна, который проводит испытания в больницах *Northwell Health*, рассказывает: «Больницы переполнены тяжелобольными пациентами, страдающими от тяжелой пневмонии и острого респираторного дистресс-синдрома. Механизм действия блокаторов *IL-6* очень убедительный. Я надеюсь, что они сработают».

Ни один из подходов не дает полного исцеления. Денизион говорит, что разрабатываемые препараты могли бы «снизить тяжесть» при прогрессирующем *COVID-19*, особенно если их можно будет назначать при появлении первых симптомов — легкого кашля, боли в мышцах или небольшого повышения температуры. При оптимистичном раскладе в будущем комбинация из нескольких различных препаратов сможет противостоять вирусу сразу на нескольких фронтах, подобно тому как смесь противовирусных препаратов помогает отразить ВИЧ/СПИД. Сдерживая развитие симптомов, лекарства помогут некоторым пациентам обойтись без госпитализации, а госпитализированным — без ИВЛ. Они могут выступить в качестве временной меры для сохранения жизней, пока другие ученые спешно разрабатывают настоящий способ победить вирус: вакцину. ■

ТРАВМА НА ПЕРЕДОВОЙ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ
РЕПОРТАЖ

ОБЩЕСТВО СЧИТАЕТ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ НОВЫМИ ГЕРОЯМИ. ЧТО БУДЕТ, КОГДА ОСТРЫЙ КРИЗИС ЗАКОНЧИТСЯ?

Джиллиан Мок

После самых тяжелых дней в отделении неотложной помощи в Нью-Йорке врач Мэттью Бай (Matthew Bai) мог полностью расслабиться, когда возвращался к жене и 17-месячной дочери. «Для меня возвращение домой к семье было светом в конце туннеля», — рассказывает Бай. Когда в конце марта Медицинский центр Маунт-Синай на Манхэттене начал захлебываться в потоке пациентов с COVID-19, Бай с женой решили, что она должна забрать малышку и отправиться к родителям в Нью-Джерси. Риск принести вирус домочадцам был велик. Бай столкнулся с ежедневным наплывом задыхающихся пациентов, он никогда не видел, чтобы приемное отделение было настолько забито. Он все время думал, удастся ли ему сохранить в безопасности свой персонал. У всех врачей бывают плохие смены, но сейчас такие дни

повторяются один за другим. Вечерняя сказка для дочери через интернет не успокаивает его так, как живое общение. «Честно говоря, я понятия не имею, что я чувствую, — говорит Бай. — Я отправляюсь на работу, а когда день заканчивается, иду спать. У меня нет времени это обдумать».

Медицина — профессия, связанная со стрессом даже при нормальных обстоятельствах. Физические нагрузки, психологическое напряжение и неэффективность рабочих процессов могут привести к выгоранию. По словам Колина Уэста (Colin West), терапевта, изучавшего состояние врачей в Клинике Майо более 15 лет, в США от выгорания страдает до 50% врачей. В обзоре, опубликованном в журнале *Cureus* в 2018 г., оно описывалось как «сочетание усталости, цинизма и ощущения неэффективности». Врачи с выгоранием с большей

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Медицинские работники не просто лечат множество тяжелобольных пациентов во время пандемии.
- Они рискуют собственным здоровьем, у них более высокие показатели смертности, они сталкиваются с неработающими протоколами и методами помощи.
- Такой сильный стресс может иметь последствия для психического здоровья, однако терапевтической поддержки они не получают.

ОБ АВТОРЕ

Джиллиан Мок (Jillian Mock) — внештатная научная журналистка из Нью-Йорка, пишет про окружающую среду, изменения климата и здравоохранение. Ее материалы публикуются в *New York Times*, *Huffington Post*, *Discover* и в других изданиях.

вероятностью бросают работу. Результат лечения их пациентов может быть хуже. Но выгоранием нельзя назвать то, что испытывают врачи, медсестры, санитары и другие работники, когда коронавирус навалился на систему здравоохранения. «Выгорание — это хроническая реакция на работу в медицине, — говорит Уэст. — А сейчас беспрецедентно острый кризис».

По мере того как *COVID-19* переворачивает жизнь большей части общества, последствия недостаточной подготовки к пандемии ложатся на плечи медицинских работников, находящихся на переднем крае. В США замедленная реакция правительства в сочетании с плохой организацией тестирования позволила вирусу проникнуть повсеместно. Из-за многолетней экономики многие больницы не имеют возможности быстро расширить медицинскую помощь. Из-за возросшего во всем мире спроса на средства индивидуальной защиты (СИЗ) и аппараты для искусственной вентиляции легких эти необходимые вещи поставляются в недостаточном количестве. Запасов оказалось слишком мало, а усилия по наращиванию поставок были несогласованными или, что еще хуже, больницы и округа вынуждены были конкурировать друг с другом. Сейчас врачи в сильно пострадавших районах с трудом успевают за потоком тяжелобольных пациентов. Персонал в злоеде тихих больницах в других местах наблюдает, задумываясь, не станут ли они следующими, к кому нахлынет вирус. Медсестры организуют последние телефонные звонки между умирающим и его близкими, которым запрещено посещение. Когда морги переполняются, приезжают грузовики-рефрижераторы, чтобы забрать тела.

«Наши медицинские работники видят лавину тяжелобольных людей, они погружаются в нее, потому что это их работа», — говорит Уэст. Но погружение в чрезвычайно неопределенные условия на недели

и месяцы, без перерыва, может серьезно повлиять на их психическое здоровье. Они более, чем кто-либо другой, рискуют заболеть из-за постоянного контакта с SARS-CoV-2. По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний США, по состоянию на апрель в США вирусом заразилось более 9 тыс. медицинских работников, 27 умерло. В мире умерли сотни врачей. Многие, как и Бай, беспокоятся, что заразят своих пациентов и родственников, молодые медики советуют друг другу составить завещание. Некоторые больницы, опасаясь распространения дезинформации и ссылаясь на врачебную тайну, затыкают рот своим сотрудникам; во всем мире организации делают выговоры или увольняют врачей, которые говорили о нехватке ресурсов или делились своими наблюдениями. По мнению многих экспертов, последствия совокупного влияния этих травмирующих факторов будут проявляться еще долго после того, как вирус будет побежден.

Травма часто ассоциируется с чем-то явно насильственным, например с автомобильной аварией или стрельбой. Однако голландский философ Чиано Айдин (Ciano Aydin) считает ситуацию травматичной, если она «насилует» привычные ожидания относительно чьей-то жизни и мира, приводя человека в состояние «крайнего замешательства и неопределенности». Уэнди Дин (Wendy Dean), психиатр и соучредитель некоммерческой организации «Моральная травма у работников здравоохранения» (*Moral Injury of Healthcare*), говорит, что в случае с текущей пандемией длительная неопределенность усугубляется моральными страданиями, с которыми сталкиваются медицинские работники, когда у них нет достаточных ресурсов для лечения тяжелобольных пациентов.

Моральная травма — термин, заимствованный у военных, она возникает, когда человек делает что-то, что идет вразрез с его внутренними моральными убеждениями,

рассказывает Дин. В медицине это может произойти, когда деловая сторона здравоохранения мешает врачу заботиться о пациентах, — например, если аппаратов ИВЛ меньше, чем нуждающихся в них людей. Ричард Холт (Richard Holt), отоларинголог и специалист по биоэтике из Научного центра здоровья Техасского университета в Сан-Антонио, говорит, что врачи не привыкли сортировать больных, чтобы выбрать, кому спасти жизнь, а кому нет. «Нас учили лечить одного пациента за раз, но во время эпидемии в худшем случае приходится думать о том, что будет бóльшим благом для большего числа людей», — говорит Холт. Исследования на солдатах показывают, что моральная травма препятствует нормальному эмоциональному, психологическому и социальному функционированию и часто сопровождается у людей посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР). «Я думаю, что настоящая расплата наступит, когда все это закончится», — говорит Дин.

Эмоциональные потери от *COVID-19* трудно рассчитать. Глава Комитета по оценке психических последствий стихийных бедствий Американской психиатрической ассоциации Джошуа Морганштейн (Joshua Morganstein) говорит, что во время экстремальных ситуаций медицинские работники обычно оказывают помощь после того, как непосредственная угроза миновала, и потом могут вернуться домой и расслабиться в конце тяжелого дня. А если вы боитесь принести бедствие на себе домой, то у вас не остается безопасного места. Медицинские работники вместе со всеми борются с социальными и экономическими потрясениями, они подвергаются воздействию того же непрерывного потока ужасных новостей. Некоторые, чтобы справиться с происходящим, отключаются от новостей о коронавирусе. «Надо понять, как выглядела бы наша реакция до появления *iPhone*, — говорит Сунил Дханд (Suneel Dhand), терапевт, работающий в больницах Массачусетса. —

Меня тревожит, что люди поглощают так много чернушных новостей из социальных сетей».

Джессика Голд (Jessica Gold), психиатр из Медицинской школы Университета Вашингтона в Сент-Луисе, и другие специалисты считают, что у медицинских работников могут развиваться тяжелые формы тревоги, депрессии, проблемы с употреблением психоактивных веществ, острый стресс и в итоге ПТСР из-за пережитого на переднем крае в борьбе с пандемией. Поскольку это небывалое событие, Голд опасается, что психологический ущерб также будет небывалым. Данные, полученные по другим вспышкам, подтверждают эти опасения. Например, в ходе небольшого исследования медицинских работников во время вспышки *SARS* в 2003 г. выяснилось, что 89% сотрудников с высоким риском заражения вирусом сообщали о неблагоприятных психологических



последствиях. В другом исследовании было показано, что страх перед SARS коррелировал с симптомами ПТСР.

В опросе 1257 врачей и медсестер в разгар пандемии COVID-19 в Китае около 50% респондентов сообщили о симптомах депрессии, 44% о симптомах тревоги и 34% о бессоннице. Голд рассказывает, что медицинские работники изначально уже в группе риска по всем этим нарушениям — врачи входят в группу профессий с самым высоким уровнем самоубийств, и они обычно редко обращаются за помощью. У большинства нет времени или возможности пойти к психотерапевту в течение стандартного рабочего дня с девяти до пяти, и предубеждение, все еще существующее в отношении психологических проблем, заставляет их страдать молча. «У нас никогда не было системы поддержки психического здоровья, которая могла бы достаточно удовлетворить такие потребности у общества, не говоря уж о том, как возрастут эти потребности теперь», — говорит Голд.

Такие учреждения, как Центр здоровья Университета Северной Каролины, расширили возможности терапии с помощью телемедицины и более гибкого графика и открыли горячую линию поддержки. В Великобритании рабочая группа по реагированию на травмы, связанные с COVID (COVID Trauma Response Working Group), на основе исследований о психологических

травмах руководит проведением профилактических мер. При правильном вмешательстве можно даже улучшить устойчивость. «Некоторые люди обнаружат, что у них повысилась уверенность в том, что они способны справиться с будущим стрессом», — говорит Морганштейн, описывая процесс, который называют посттравматическим ростом.

Голд подчеркивает, что эти усилия — всего лишь начало, расширение психологической поддержки должно быть непрерывным, повсеместным и направленным на решение системных проблем, таких как общенациональная нехватка специалистов в области психического здоровья и нормативные препятствия, ограничивающие возможности телемедицины. Дистанционная психотерапия, приложения для медитации и другие виртуальные медицинские услуги за последние несколько месяцев уже проникли к широким слоям населения, а Голд и другие психотерапевты считают это важнейшим орудием для помощи медицинским работникам.

В городах по всему миру люди, находящиеся в изоляции, каждый вечер собираются у своих окон, чтобы поаплодировать и выразить поддержку работникам жизненно важных сфер общества. Бай рассказывает, что в Нью-Йорке местные рестораны постоянно отправляют еду медикам в больницу и что друзья и посторонние люди присылают сообщения с благодарностями. Бай говорит, что все это оказывает сильную моральную поддержку. На медиков молятся, как на героев, но это лишь немного облегчает им душевную боль. Дин говорит, что медикам, подобно солдатам, возвращающимся с поля боя, понадобится длительная работа с психотерапевтом, чтобы все проработать и исцелиться. Когда острый медицинский кризис закончится, начнется кризис психологический. И к этому надо подготавливаться. ■





ЧТО ЧУВСТВУЮТ МЕДИКИ ВРАЧИ НА ПЕРЕДОВОЙ СТАЛИ ЛИЦОМ ПАНДЕМИИ

Интервью провели Джиллиан Мок и Джен Шварц

Медики, работающие на переднем крае, олицетворяют нашу борьбу с пандемией. Они воплощают лучшее в человечестве, выходя лечить тяжелобольных пациентов и бороться с сопутствующим ущербом, возникшим из-за хрупкости американской системы здравоохранения и хаотичной реакции правительства. Журнал *Scientific American* опросил врачей, медсестер и специалистов по респираторной терапии, работающих в больницах по всей стране, как они справляются со страхом, переживают горе и заботятся о своем благополучии. Интервью были проведены в конце марта и начале апреля, когда *COVID-19* стремительно изменял жизнь в США. Эти очерки отражают тот период крайней неопределенности. Они были отредактированы и сокращены.

АНА ДЕЛЬГАДО (ANA DELGADO)

Акушерка и преподаватель

(Сан-Франциско, штат Калифорния)

В самом начале было много разговоров о том, как этот кризис нас всех объединит. И меня потрясло, что на самом деле это не так. Кризис обнажил то, что большинство защитников репродуктивных прав и так знали: неравенство и расизм всегда рядом с нами. Я работаю в окружной больнице. Введение самоизоляции очень тяжело сказалось на моих беременных пациентках, многие из которых жили без документов от зарплаты до зарплаты, а теперь остались безработными. Вчера пациентка пришла и разрыдалась от отчаяния. Я ощущаю чрезвычайную подавленность из-за нищеты.

Есть много несправедливости, о которой мы, медики, знаем, но понимаем, что не можем с этим ничего сделать. Люди называют это выгоранием, но один мой коллега говорит, что это связано с чувством вины, как будто вы делаете что-то неправильно. Большинство людей идут в медицину из-за глубокого желания поддерживать здоровье и благополучие своего общества. А когда вы начинаете работать, когда вы попадаете в эту систему, которая на самом деле не предназначена для улучшения здоровья и благополучия, вы постоянно сталкиваетесь с этим несоответствием. Пандемия еще усугубляет эти проблемы, и это больно видеть. Это не выгорание, это глубокая моральная травма, которую получают люди.

Да, я должна ходить на работу в клинику и контактировать с людьми, которые могут быть COVID-положительными, и это пугает. Но как



акушерка я все еще могу прикасаться к людям, ежедневно быть с ними рядом. Это часть моего противостояния. Я немного сопротивляюсь происходящему сейчас поклонению медицинским работникам как героям. Я хочу, чтобы меня уважали за мою тяжелую работу, но мне кажется, что маятник может качнуться в сторону недоверия и отсутствия поддержки. Такие крайности получаются, потому что у нас в стране нет настоящей системы здравоохранения, где появлялись бы медики из своего сообщества, которым доверяют. Если бы такое существовало, сейчас все было бы иначе.



МЭТЬЮ БАЙ (MATTHEW BAI)

Врач отделения неотложной помощи

(Нью-Йорк)

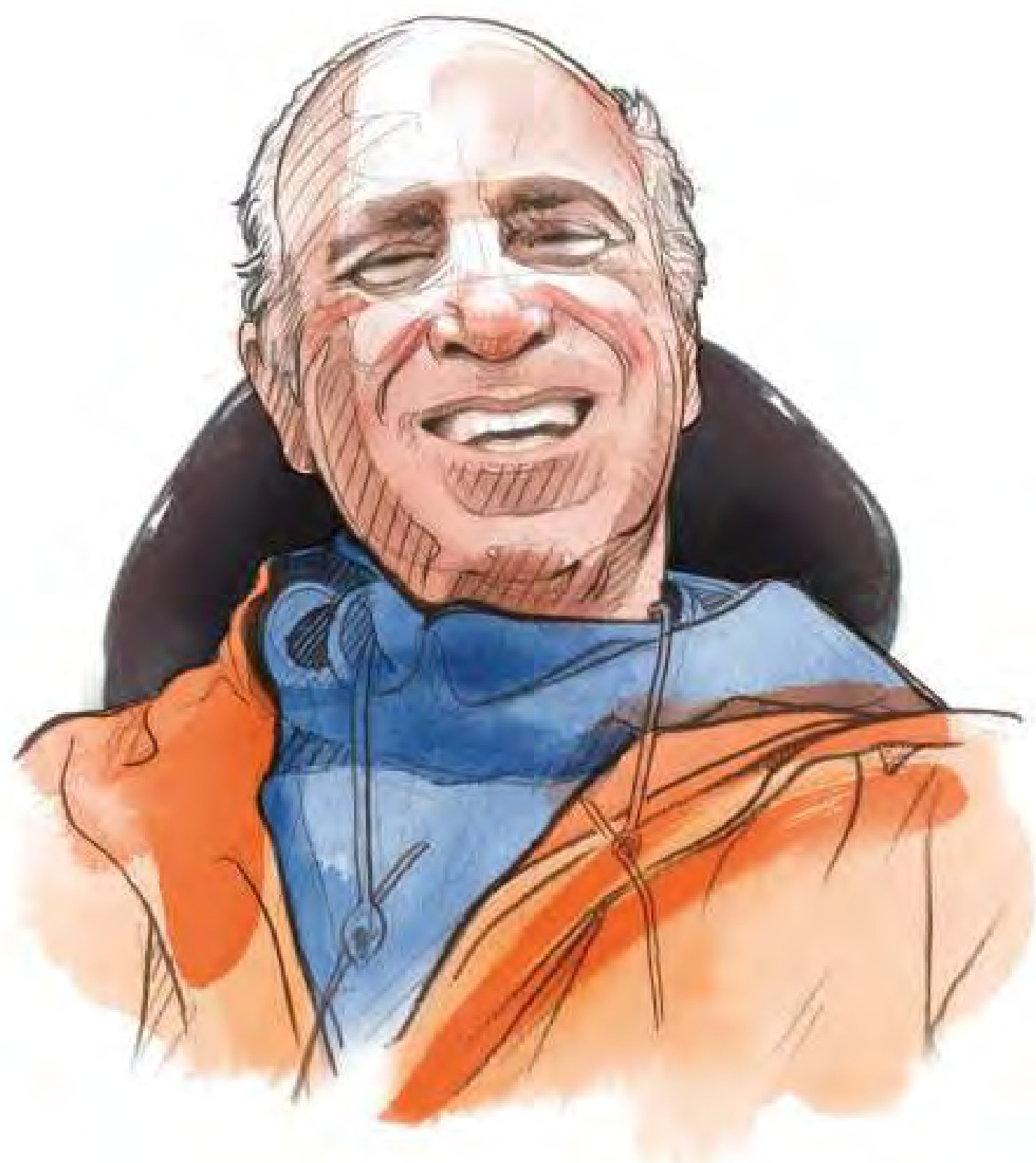
Честно говоря, я понятия не имею, что я чувствую. У меня нет времени все это перевернуть. Я отправляюсь на работу, а потом иду спать. Работа в службе неотложной помощи в Нью-Йорке, когда пациентов много и надо действовать быстро, вероятно, немного подготовила меня к тому, что происходит сейчас. Но к событию такого масштаба полностью подготовиться невозможно. Все в постоянном движении. Положительная сторона — понимание, насколько гибко все можно организовать в больнице. Я все время встречаю новые лица в приемном отделении — медсестер и врачей из других отделений, даже хирургов, акушеров, и людей, прибывших из другого конца страны. Я постоянно думаю: хватит ли нам ресурсов и удастся ли сохранить персонал здоровым на все время эпидемии?

САРА БРЭДТ (SARAH BRADT)

Замещающая медсестра

(Миннеаполис, штат Миннесота)

Никогда нельзя полностью подготовиться к пандемии. К счастью, работа медсестер не бывает шаблонной, поэтому мы умеем быстро приспосабливаться. Я замещающая медсестра, а это значит, что я работаю почти во всех отделениях больницы. Меня редко пугает что-то новое. Но многих моих коллег перевели в другое место и сейчас они оказались в незнакомых районах или выполняют незнакомую им работу. Это способствует хаосу и стрессу. Наибольшую напряженность я наблюдаю на этажах, недавно отведенных под COVID. Многие сотрудники боятся даже войти в отделение и ведут себя так, как будто любой здесь работающий — нечистый. Пациенты рассказывают, что чувствуют себя обузой. Работающие на этих этажах медсестры учат каждого, кто входит в палату пациента, как правильно надевать и снимать защитную одежду, и я часто сталкивалась с закатыванием глаз и грубыми жестами, когда всего лишь пыталась помочь. Страх перед неизвестностью, безусловно, заставляет людей нервничать. Я справляюсь, просто разрешая себе оставить работу на работе. Моя собака за последние несколько недель гуляла больше, чем за весь год.



ДЖОН БЕРК (JOHN BERK)

Врач легочной реанимации и преподаватель

(Бостон, штат Массачусетс)

Для медиков это действительно психологически сложно. Каждый понимает важность своей работы, но не хочет стать следующей жертвой COVID-19. Вы зажаты между страхом неизвестности и чувством долга. Я и моя жена, тоже врач, пробыли в этой игре дольше, чем хотелось бы, но мы никогда не оказывались в такой ситуации как сейчас, когда действительно страшно взаимодействовать с пациентами. В середине марта я уже три дня дежурил в отделении интенсивной терапии, усиленном в ожидании неминуемой перегрузки, когда было принято решение, что те из нас, кому 60 лет и более, будут отстранены от дежурства в больнице, потому что у нас больше риск умереть от COVID-19. Сейчас мои молодые коллеги взяли на себя огромный объем работы, а у всех у них семьи. Мы ощущаем сильную вину в том, что не вносим свой вклад. Мы, пожилые, сейчас выясняем, как могли бы помочь, чтобы облегчить им работу. Это хороший жест, но это непросто.

ПАТТИ МАРШАЛЛ ГИЛПИН (PATTI MARSHALL GILPIN)

Консультант респираторной терапии

(Луисвилл, штат Кентукки)

Я консультирую пациентов с хроническими заболеваниями легких. Сейчас моя роль кажется немного глупой, мы не можем объяснить людям то, чего мы не понимаем. В худшем случае я вернусь к оказанию неотложной помощи вместе с терапевтами, которые сейчас на передней линии. Читая в социальных сетях о том, что сейчас происходит в Нью-Йорке и в других местах, сложно не испугаться. Идет постоянная скрытая подготовка к возможному наплыву. Придется ли подключать к одному аппарату вентиляции легких сразу несколько человек? Такого нельзя делать! Мы поддерживаем друг друга разговорами о том, как нам, возможно, придется делать неправильные вещи.

Мы видим, как все в здравоохранении работают изо всех сил, импровизируют со снаряжением, добывают информацию. Я наблюдала, как санитары переносят пациентов из одного места в другое, взаимодействуют с ними, они такие оптимистичные, в то время как осязаемый страх охватил всю больницу. Я видела удивительную смелость, когда нужно было делать сердечно-легочную реанимацию одному из этих пациентов и его интубировали без колебаний. Но когда все это кончится? Мои коллеги приходят ко мне в комнату, чтобы выговориться и выплакаться, некоторые говорят о проблемах с развитием тревожности. Когда моя



смена заканчивается, что мне делать с этим грузом, который я таскала с собой весь день, с тем, что случилось сегодня, и с тем, что должно случиться завтра? У этого даже имени нет. А затем вы возвращаетесь домой, но не можете получить обычной социальной поддержки, потому что боитесь заразить своих близких. Самое ужасное — страх, что я могу разнести эту заразу.



РОКСИ ДЖОНСОН (ROXY JOHNSON)

Медсестра отделения неотложной помощи

(Даллас, штат Техас)

В конце марта у меня немного поднялась температура и мне пришлось на несколько дней изолироваться у себя дома, пока не пришел отрицательный результат теста на COVID. Мне было очень тяжело держаться в стороне от моей семьи и особенно от работы, которую я люблю. Это ощущалось как наказание, мне казалось, что я схожу с ума. Признаюсь, я пила больше, чем когда-либо. В начале апреля я решила переселиться в гостиницу, чтобы случайно не принести вирус домой моему мужу и двум детям, поскольку они в свою очередь могли бы передать его моему отцу с ослабленным иммунитетом, который помогает ухаживать за детьми. Для меня самым трудным испытанием оказалась изоляция. До сих пор у меня было зловещее ощущение спокойствия и умиротворения, но недавно я начала чувствовать внутри себя что-то чужое. Я думаю, это из-за разлуки, из-за одиночества, когда надо держаться на расстоянии. Иногда я сажусь в машину, врубаю музыку и просто уезжаю. На прошлой неделе во время такой поездки у меня закончился бензин.



ПОИСКИ ВАКЦИНЫ

**ТОЛЬКО ИСПОЛЬЗУЯ
ГЕННУЮ ИНЖЕНЕРИЮ,
ВОЗМОЖНО СОЗДАТЬ
ЗАЩИТНУЮ ВАКЦИНУ,
ПОТРАТИВ НА ЭТО
НЕ ГОДЫ, А МЕСЯЦЫ**

Чарлз Шмидт

С

амые серьезные опасения Дэна Баруха (Dan Barouch) сбылись 10 января, когда китайские исследователи опубликовали геном загадочного, быстро распространяющегося вируса. Этот геном был похож на геном коронавируса, вызвавшего вспышку SARS в 2003 г., но имел и явные отличия. «Я сразу понял, что иммунитета к нему ни у кого не будет», — рассказывает Барух, директор по вирусологии и исследованию вакцин в Медицинском центре «Бет-Изрейел Диконесс» в Бостоне.



ОБ АВТОРЕ

Чарлз Шмидт (Charles Schmidt) — независимый журналист, живет в Портленде, штат Мэн. Основные темы — здравоохранение и окружающая среда. В *Scientific American* он писал о лечении с помощью вирусов, которые могут заражать вредных бактерий, и об опасном загрязнении питьевой воды.

Уже через несколько дней его лаборатория и десятки других по всему миру начали разрабатывать вакцину, которая, как они надеялись, защитит миллиарды людей от вируса SARS-CoV-2, оказавшегося самым серьезным вызовом мировому здравоохранению и благополучию со времен Второй мировой войны. К началу апреля почти 80 компаний и институтов в 19 странах работали над созданием вакцин, причем большинство использовали методы генной инженерии, а не традиционные подходы, которые уже более 70 лет применяются для создания вакцины против гриппа. Лаборатории прогнозировали, что коммерческая вакцина для использования в экстренных ситуациях или из соображений гуманности появится в начале 2021 г., — это невероятно быстро, учитывая, что обычно требуется лет десять, чтобы разработать и внедрить вакцины против совершенно новых патогенов. Даже вакцине против лихорадки Эбола, создание которой было ускорено, понадобилось пять лет, чтобы дойти до стадии широкомасштабных испытаний. Барух говорит, что если он и его коллеги смогут предложить безопасную эффективную вакцину в течение года, то «это будет самое быстрое создание вакцины в истории».

Однако ключевое слово здесь — «если». Хотя с помощью генной инженерии в лабораториях уже было создано несколько вакцин от других вирусов, ни одна из них не получила коммерческого использования для предотвращения заболеваний человека.

При введении в организм обычной вакцины в клетки рядом с местом инъекции попадают отдельные фрагменты вируса. Имунная система распознает как угрозу молекулы из этих фрагментов, так называемые

антигены, и реагирует, вырабатывая антитела — молекулы, способные находить вирус в организме и нейтрализовать его. После того как произошла эта генеральная репетиция, иммунная система запоминает, как подавлять возбудителя заболевания, и сможет в дальнейшем остановить инфекцию.

Традиционно вирусы выращивают в куриных яйцах, а в последнее время — в клетках млекопитающих или насекомых, а затем оттуда извлекают нужные фрагменты. Может потребоваться от четырех до шести месяцев, чтобы получить нужные антигены уже известных вирусов, которые меняются каждый год, например вируса гриппа. Для нового патогена может понадобиться много попыток и несколько лет. Для борьбы с вирусом, который уже распространился до масштабов пандемии, это слишком долго.

Вместо этого лаборатории переключились на создание вакцин с помощью генетической инженерии. Ученые используют информацию о геноме вируса, чтобы создать программу для получения определенных антигенов. Данная программа сделана из молекул ДНК или РНК и содержит генетические инструкции. Затем исследователи вводят ДНК или РНК в клетки человека. Клетки используют инструкции для создания вирусных антигенов, на которые реагирует иммунная система. Клетки воспринимают инструкции как нормальную часть своих повседневных процессов. Этим же пользуются и инфекционные вирусы: они не могут размножаться сами по себе, поэтому используют клеточные структуры для создания своих копий. Затем они вырываются из клетки и заражают другие, и таким образом инфекция распространяется.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

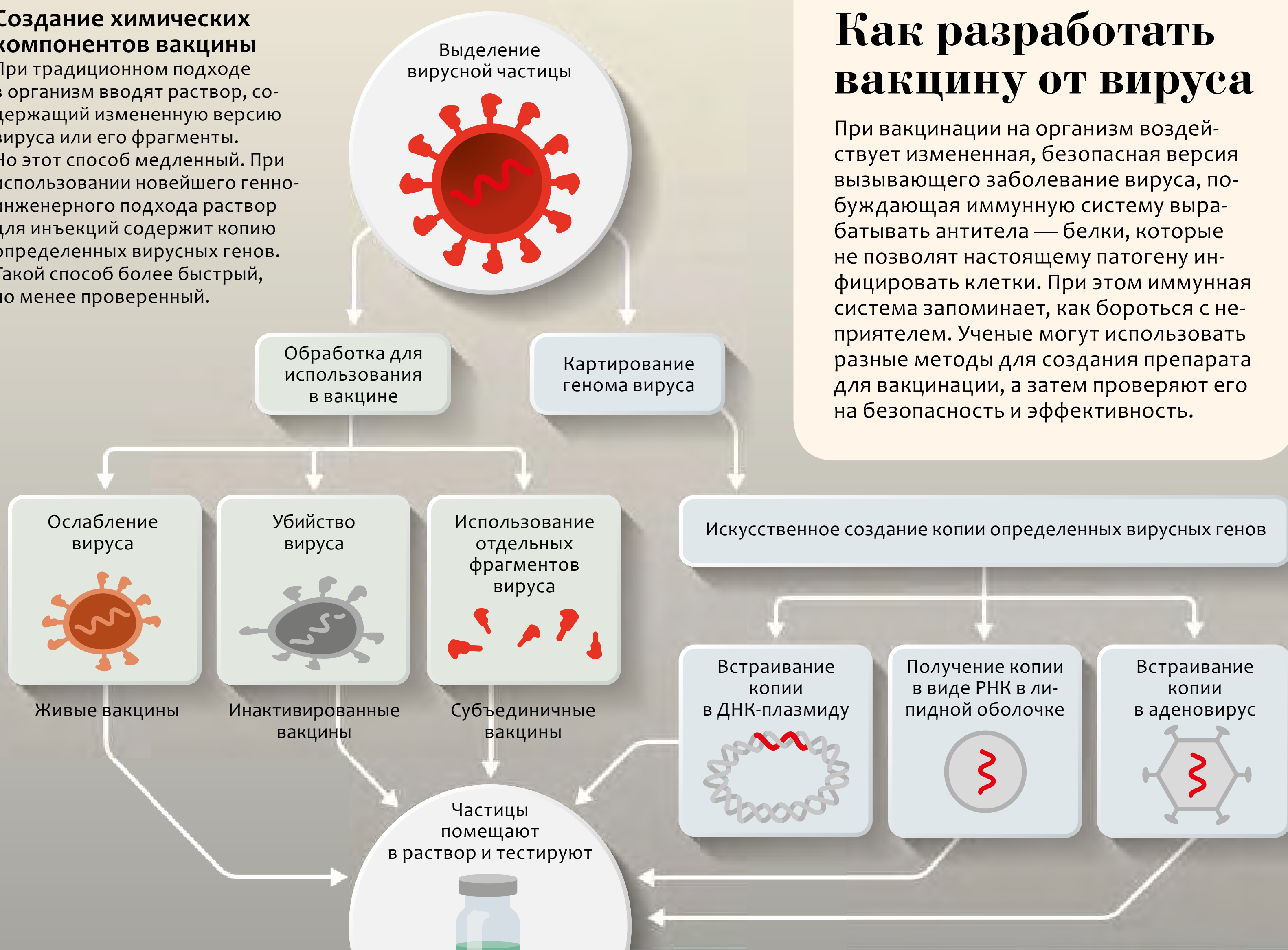
- Для того чтобы быстро создать потенциальные вакцины от COVID-19, исследователи используют генную инженерию, поскольку для традиционных способов могут понадобиться годы.
- Три разных метода с использованием молекул ДНК и РНК приближают испытания на людях, но будут ли вакцины работать и можно ли будет получить миллионы доз — неясно.

Создание химических компонентов вакцины

При традиционном подходе в организм вводят раствор, содержащий измененную версию вируса или его фрагменты. Но этот способ медленный. При использовании новейшего генно-инженерного подхода раствор для инъекций содержит копию определенных вирусных генов. Такой способ более быстрый, но менее проверенный.

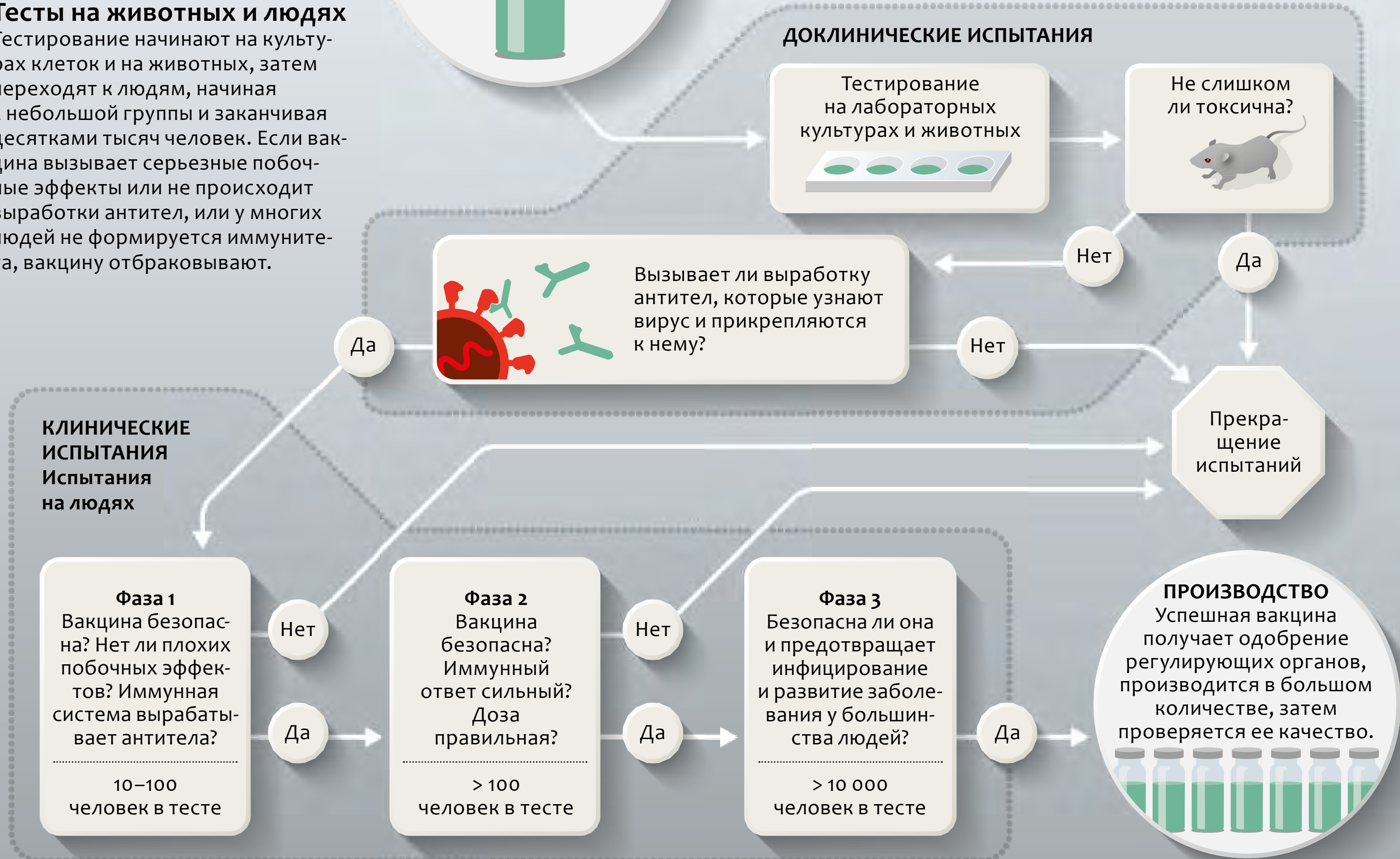
Как разработать вакцину от вируса

При вакцинации на организм воздействует измененная, безопасная версия вызывающего заболевание вируса, побуждающая иммунную систему вырабатывать антитела — белки, которые не позволят настоящему патогену инфицировать клетки. При этом иммунная система запоминает, как бороться с неприятелем. Ученые могут использовать разные методы для создания препарата для вакцинации, а затем проверяют его на безопасность и эффективность.



Тесты на животных и людях

Тестирование начинают на культурах клеток и на животных, затем переходят к людям, начиная с небольшой группы и заканчивая десятками тысяч человек. Если вакцина вызывает серьезные побочные эффекты или не происходит выработки антител, или у многих людей не формируется иммунитета, вакцину отбраковывают.



В сущности, все лаборатории хотят найти способ научить человеческие клетки вырабатывать антиген, который называется «белок шипа». Он торчит из SARS-CoV-2, как шип из шины. Вирус с его помощью прикрепляется к человеческой клетке и проникает внутрь. Почти все лаборатории используют один из трех способов введения программы для синтеза этого белка. Первый способ — это ДНК-плазмида, обычно небольшая кольцевая молекула. Плазмида — удобный инструмент, потому что если вирус мутирует,

**Как только
действенность вакцины
подтверждается
на лабораторных
культурах,
ее проверяют
на животных, чтобы
оценить безопасность
и способность вызывать
иммунный ответ. Затем
следует тестирование
на людях — сначала
на небольших группах,
чтобы проверить
безопасность и наличие
побочных эффектов,
а затем с участием все
большего количества
людей, чтобы оценить
ее эффективность**

то исследователи смогут быстро заменить программу на новую. ДНК-плазмидные вакцины были созданы для ветеринарного применения для рыб, собак, свиней и лошадей, но их использование для людей было отложено, в основном из-за того, что они с трудом проходили внутрь сквозь наружную защитную клеточную мембрану. Одним из недавних усовершенствований стало введение вакцины с помощью прибора, который подает короткие электрические воздействия

на клетки рядом с местом инъекции, из-за чего в клеточной мембране открываются поры и плазмида может попасть внутрь.

Компания *Inovio Pharmaceuticals*, центральный офис которой расположен рядом с Плимутом, штат Пенсильвания, использует именно способ с ДНК-плазмидами. Несколько лет назад они запустили клинические испытания вакцины, нацеленной на белок шипа другого коронавируса, вызывающего ближневосточный респираторный синдром (*MERS*). По словам директора компании Джозефа Кима (Joseph Kim), уровень антител в крови у вакцинированных людей такой же или даже выше, чем у переболевших *MERS*. Компания перепрофилировала свою базу — плазмиду и средства для тестирования — под создание вакцины от SARS-CoV-2.

При использовании ДНК-плазмидной вакцины генетическая информация копируется на РНК, по которой затем синтезируются белковые антигены. Однако ученые могут вместо ДНК-плазмиды вводить инструкции в виде обычной РНК — это второй подход, так называемые РНК-вакцины. Для введения в организм РНК помещают в липидную оболочку. Липиды — молекулы, которые легко могут проникать в клетки. Было показано, что РНК-вакцины способны лучше, чем ДНК-плазмидные, мобилизовать иммунную систему на создание антител. Кроме того, они, по-видимому, вызывают более сильный иммунитет и лучше запоминаются иммунной системой, поэтому достаточно меньшей дозы. Некоторые РНК-вакцины для борьбы с другими вирусами, такими как бешенство, ВИЧ и вирус Зика, находятся на ранней стадии клинических испытаний. Компания *Moderna* в Кеймбридже, штат Массачусетс, использует этот подход для SARS-CoV-2.

По сравнению с ДНК-плазмидными вакцинами РНК-вакцины менее стабильны, в организме их быстро разрушают обычные ферменты. Кроме того, они разрушаются от жары. Как правило, РНК-вакцины надо хранить в замороженном или охлажденном состоянии, это создает трудности с транспортировкой, особенно в бедных странах. ДНК-плазмидные вакцины могут храниться при более высоких температурах.

Барух и его коллеги из компании *Johnson & Johnson* используют третий подход: они вставляют ДНК-инструкции в вирус обычной простуды, так называемый аденовирусный вектор. При введении он заражает клетки человека и высвобождает хранящиеся в нем инструкции. Аденовирусы хорошо

проникают в клетки, но в недавних работах показано, что иммунная система человека легко распознает некоторые аденовирусы и атакует их прежде, чем они смогут пробраться внутрь. Барух использует аденовирус, который, как показывают тесты, обычно не распознается. Некоторые специалисты опасаются, что аденовирус сам по себе может размножиться внутри организма и вызвать заболевание. Чтобы решить эту проблему, группа Баруха использует модифицированный вирус, который не реплицируется, то есть не может создавать свои копии внутри клеток человека, поскольку для репликации ему нужно вещество, которого нет в организме человека. В конце апреля Оксфордский университет начал небольшие испытания на людях другого нереплицирующегося аденовируса.

Как только действенность вакцины подтверждается на лабораторных культурах, ее проверяют на животных, чтобы оценить безопасность и способность вызывать иммунный ответ. Затем следует тестирование на людях — сначала на небольших группах, чтобы проверить безопасность и наличие побочных эффектов, а затем с участием все большего количества людей, чтобы оценить ее эффективность. Проверку ДНК-плазмиды компании *Inovio* на небольшой группе людей начали 6 апреля — всего через три месяца после публикации генома SARS-CoV-2. Компания *Moderna* начала испытания РНК-вакцины на небольшой группе людей еще раньше, 16 марта, а в апреле правительство США пообещало \$483 млн для ускорения массового производства в случае, если испытания пройдут успешно. Лаборатория Баруха разработала прототип аденовирусной вакцины всего за четыре недели. Сейчас сотрудничающая с лабораторией Баруха компания *Johnson & Johnson* тестирует вакцину на мышах, хорьках и макаках-резусах. 30 марта США и компания *Johnson & Johnson* выделили более \$1 млрд на финансирование крупных клинических испытаний на людях, которые должны начаться в сентябре, если тесты на небольшой группе окажутся успешными.

Несмотря на то что времени от начала вспышки до испытаний на небольшой группе прошло значительно меньше, чем потребовалось бы для методов с использованием яиц, нет никаких гарантий, что для расширенных испытаний генно-инженерных вакцин не понадобятся годы. К счастью, SARS-CoV-2, по-видимому, не мутирует так быстро, как грипп, а значит, достаточно

один раз разработать эффективную вакцину — и она сможет обеспечить защиту на длительное время.

Помимо эффективности вакцины, во время испытаний специалисты оценивают, не происходит ли антителизависимого усиления инфекции, не ухудшит ли вакцина течение заболевания COVID-19, вызванного вирусом SARS-CoV-2. У хорьков, получивших в 2004 г. экспериментальную вакцину от SARS, развивалось опасное воспаление. Ким говорит, что у людей, привитых экспериментальной вакциной от SARS, не было усиления инфекции. Но эти препараты так и не прошли крупномасштабных испытаний на людях, поскольку вспышка, во время которой заболело около 8 тыс. человек примерно в 30 странах, закончилась в течение года.

Компании ускоряют разработку вакцины против SARS-CoV-2 в том числе и за счет тестирования одновременно на нескольких видах животных и на небольшом количестве людей. Обычно в одном испытании используют один вид животного, а на людях проверяют позже, чтобы убедиться в том, что побочные эффекты невелики, иммунный ответ сильный, а болезнь действительно побеждена. В данном случае из-за недостатка времени приходится идти на больший риск.

Для того чтобы защитить планету от COVID-19, потребуются огромные производственные мощности. ДНК-плазмиды и РНК-вакцины никогда не создавались в количестве миллионов доз, маленькие компании вроде *Inovio* и *Moderna* не имеют таких возможностей. По словам Баруха, для создания вакцины на основе аденовируса сначала понадобится много времени, но если ее эффективность будет подтверждена, то производство можно будет быстро расширить. Компания *Johnson & Johnson* использовала аденовирус для создания миллионов доз вакцины против Эболы, которая сейчас широко тестируется на людях. Несколько групп изучают другие ДНК-технологии, для которых может потребоваться больше времени.

По словам вирусолога и специалиста по коронавирусу из Университета штата Аризона Бренды Хог (Brenda Hogue), пока ни один из вариантов вакцины нельзя считать явным фаворитом. Но ее обнадеживают как скорость работы генетиков, так и количество компаний, которые поддерживают эту работу. «Я настроена позитивно», — говорит исследовательница. ■



СПЕЦИАЛЬНЫЙ
РЕПОРТАЖ

ЧТО БУДЕТ ДАЛЬШЕ

ГЛЯДЯ НА КРУПНЫЕ ВСПЫШКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРОШЛОМ, МОЖНО ПРЕДПОЛОЖИТЬ, КАК ЗАВЕРШИТСЯ COVID-19

Лидия Дэнуорт

Мы знаем, как началась пандемия *COVID-19*: в Китае, рядом с Уханем, у летучих мышей были разные штаммы коронавируса, и предположительно прошлой осенью один из них, достаточно приспособленный, чтобы пересечь видовой барьер, покинул своего хозяина и оказался в человеке. А затем он начал распространяться между людьми.

Однако пока никто не знает, как закончится эта пандемия. Коронавирус уникальным образом сочетает легкость передачи,

ширину спектра симптомов от их полного отсутствия до смерти и интенсивность своего влияния на мир. Из-за высокой восприимчивости населения количество случаев растет почти экспоненциально. «Это особая и совершенно новая ситуация», — говорит специалист по эпидемиологии и эволюционной биологии Сара Коби (Sarah Cobeу) из Чикагского университета.

Прошлые пандемии могут подсказать, чего ждать в будущем. Хотя точного

ОБ АВТОРЕ

Лидия Дэнурт (Lydia Denworth) живет в Бруклине и занимается популяризацией науки. Она пишущий редактор *Scientific American* и автор книги «Дружба: эволюция, биология и необычайная сила фундаментальной связи жизни» (*Friendship: The Evolution, Biology, and Extraordinary Power of Life's Fundamental Bond*, 2020).

исторического примера нет, за прошедшие 100 лет человечество пережило несколько разных крупных эпидемий, которые в итоге прекратили свою разрушительную деятельность. Способы их завершения могут послужить образцом для мира, который ищет возможности восстановить здоровье и некоторое ощущение нормальности. Коби и другие специалисты говорят, что на примере трех из них можно судить, что дальнейшие события будут зависеть от эволюции патогена и от реакции людей, причем как биологической, так и социальной.

Проблема распространения

Вирусы постоянно мутируют. Вирусы, вызывающие пандемии, должны обладать достаточной новизной, чтобы иммунная система человека не успела быстро распознать в них опасных захватчиков. Они заставляют организм создавать совершенно новую защиту, в том числе новые антитела, и изменять другие компоненты иммунной системы, которые могут реагировать и атаковать неприятеля. За короткий промежуток времени заболевает большое количество людей, и такие социальные факторы, как скученность и отсутствие доступа к медицинской помощи, могут еще увеличить их число. В итоге в большинстве случаев в зараженной популяции накапливается достаточное количество людей, которым иммунная система обеспечила долгосрочный иммунитет за счет выработки антител для борьбы с патогеном, и передача от человека к человеку останавливается. Но на это может потребоваться несколько лет, в течение которых мир будет охвачен хаосом.

УЧИМСЯ ЖИТЬ С БОЛЕЗНЬЮ. Самый известный пример такой ситуации в современной истории — вспышка гриппа *H1N1* в 1918–1919 гг. Врачи и медицинские чиновники имели тогда гораздо меньше возможностей, чем сейчас, и эффективность

таких мер контроля, как закрытие школ, зависела от того, насколько быстро и решительно это делалось. В течение двух лет и трех волн эпидемии заболело 500 млн и умерло 50–100 млн человек. Все закончилось, только когда естественным образом сформировался групповой иммунитет за счет переболевших.

Грипп, вызванный штаммом *H1N1*, стал обычным инфекционным заболеванием, которое в более мягкой форме постоянно оставалось с нами в качестве сезонного гриппа в течение последующих 40 лет. Чтобы истребить штамм 1918 г., понадобилась другая пандемия — в 1957 г., которая была вызвана вирусом *H2N2*. Фактически один вирус гриппа уничтожил другой, причем ученые на самом деле не понимают почему. Когда люди пытались это сделать, у них не получилось. «Природа это может, а мы нет», — говорит вирусолог Флориан Краммер (Florian Krammer) из Медицинской школы Айкана при Медицинском центре «Маунт-Синай» в Нью-Йорке.

СДЕРЖИВАНИЕ. Эпидемия тяжелого острого респираторного синдрома (SARS) в 2003 г. была вызвана не вирусом гриппа, а коронавирусом SARS-CoV, близкородственным ответственному за нынешнюю эпидемию SARS-CoV-2. Среди семи известных коронавирусов человека четыре широко распространены и вызывают примерно третью часть всех простудных заболеваний. Но тот, который вызвал вспышку SARS, был гораздо более опасным. Благодаря решительной эпидемиологической тактике, в частности изоляции больных, карантину для контактных лиц и осуществлению социального контроля, опасные вспышки произошли всего в нескольких местах, например в Гонконге и Торонто. Такое сдерживание стало возможно потому, что после заражения заболевание проявлялось очень быстро и явно: абсолютно у всех людей с вирусом были серьезные симптомы, такие как повышенная температура

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Текущую вспышку, скорее всего, удастся остановить тем же способом, что и предыдущие: с помощью социального контроля, лекарств и вакцины.

и затрудненное дыхание. И они могли передать вирус только после того, как совсем заболели, не ранее. «Большинство пациентов с SARS не были достаточно заразными в течение первой недели после появления симптомов, — говорит эпидемиолог Бенджамин Коулинг (Benjamin Cowling) из Гонконгского университета. — Если в течение этой недели их удавалось выявить и изолировать там, где хорошо контролировалось распространение инфекции, дальнейшей передачи вируса не происходило». Сдерживание работало настолько эффективно, что во всем мире было всего 8098 случаев SARS и 774 человека умерли. С 2004 г. в мире не было ни одного эпизода этого заболевания.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВАКЦИНЫ. По словам Коулинга, когда в 2009 г. пандемию вызвал новый вирус гриппа H1N1, который также называют свиным гриппом, это стало тревожным сигналом, потому что это был совершенно новый H1N1 и он был очень похож на убийцу из 1918 г. Свиной грипп оказался не таким страшным, как боялись. Краммер говорит в частности: «Нам повезло, что патогенность вируса была не очень высокой». Но еще одним важным обстоятельством было создание вакцины в течение шести месяцев после появления вируса.

В отличие от вакцин против кори или оспы, обеспечивающих длительный иммунитет, вакцина от гриппа дает защиту лишь на несколько лет. Вирусы гриппа ловкие, они быстро мутируют и ускользают от иммунитета. В результате вакцины надо обновлять каждый год и регулярно прививаться. Но во время пандемии даже краткосрочная вакцина — благо. Зимой 2009 г. вакцина помогла сбить вторую волну заболеваний. В итоге вирус значительно быстрее прошел путь вируса 1918 г., став широко распространенным сезонным гриппом, от которого многие люди сейчас защищены либо прививками, либо антителами после предыдущего заражения.

Окончание текущей эпидемии

Прогнозы того, что будет происходить дальше с COVID-19, полностью умозрительны, но в завершающем этапе, скорее всего, будет участвовать все то, что помогало остановить предыдущие пандемии: сохранение мер социального контроля, чтобы выиграть время, новые противовирусные препараты для облегчения симптомов и вакцина. Точный рецепт, например, как долго должны действовать такие меры контроля, как социальное дистанцирование, во многом зависит от того, насколько строго люди соблюдают правила и насколько эффективно реагируют правительства. Например, меры сдерживания, которые сработали для COVID-19 в таких местах, как Гонконг и Южная

Корея, были слишком поздно введены в Европе и США. «То, как разворачивается эта пандемия, как минимум на 50% зависит от социальных и политических факторов», — говорит Коби.

Вторая половина, вероятно, зависит от науки. Сегодня, как никогда раньше, исследователи объединились и работают на многих фронтах, чтобы найти лечение. Если какие-нибудь из нескольких разрабатываемых сейчас противовирусных препаратов окажутся эффективными, появится больше возможностей для лечения и меньше людей будет болеть серьезно и умирать. Может оказаться весьма полезным и выявление антител к SARS-CoV-2, которое покажет наличие иммунитета у выздоровевших пациентов. Краммер с коллегами разработали один из таких тестов, кроме того, существуют и другие. Подобные серологические анализы раньше использовались только для локальных эпидемий, они не помогут прекратить пандемию, но позволят выявить кровь с большим количеством антител и использовать ее для лечения тяжелобольных пациентов. Кроме того, эти тесты позволят быстрее вернуться к работе, если удастся определить тех, кто уже столкнулся с вирусом и выработал иммунитет.

Для того чтобы прекратить передачу инфекции, нужна вакцина. На это потребуется время, может быть год. Однако есть основания надеяться, что вакцина будет эффективна. По сравнению с вирусом гриппа у коронавирусов не так много способов взаимодействия с клетками хозяина. «Если это взаимодействие перекрыть, вирус больше не сможет размножаться, — говорит Краммер. — И для нас это хорошо». Неясно, будет ли вакцина обеспечивать долговременный иммунитет, как при кори, или кратковременный, как при прививках от гриппа. Но, по словам эпидемиолога Обри Гордона (Aubree Gordon) из Мичиганского университета, на данном этапе будет полезна любая вакцина.

Пока вакцина не будет введена тем из почти 8 млрд жителей планеты, которые пока не переболели, COVID-19, вероятно, останется с нами. Он будет циркулировать среди населения, люди будут заболеть сезонно и иногда очень тяжело. Но если вирус задержится в человеческой популяции достаточно надолго, дети переболеют им в раннем возрасте. Такие случаи, как правило, хотя и не всегда, проходят достаточно легко, и пока похоже на то, что, переболев в детстве, люди менее вероятно будут болеть серьезно во взрослом возрасте. Большинство из нас будут защищены за счет сочетания вакцинации и естественного иммунитета. Коронавирус, как и большинство вирусов, будет жить и дальше, но уже не как чума планетарных масштабов. ■

Перевод: М.С. Багоцкая



ВНУТРИ КОРОНАВИРУСА

ЧТО ИЗВЕСТНО ОБ «ИНТИМНОЙ ЖИЗНИ» ПАТОГЕНА, ПОРАЗИВШЕГО ЖИТЕЛЕЙ ВСЕГО ЗЕМНОГО ШАРА

Марк Фишетти

Многие тайны новейшего коронавируса и вызываемого им заболевания — *COVID-19* — еще не разгаданы, однако ученым удалось за очень короткое время узнать о них невероятно много.

На нашей планете насчитываются тысячи видов коронавирусов. Четыре из них вызывают обычные простудные заболевания. Два других уже стали причиной вспышек серьезных инфекций: в 2002 г. это был тяжелый острый респираторный синдром (SARS), унесший жизни около 800 людей по всему земному шару, в 2012 г. — ближневосточный респираторный синдром (MERS), жертвами которого стали около 900 человек. Вспышка SARS длилась примерно год, MERS медленно затухает только сейчас.

Новейшая разновидность коронавируса, SARS-CoV-2, породила не локальную вспышку, а пандемию, отчасти потому, что вирус, заразивший какого-то одного человека, может долгое время никак себя не проявлять. Человек, инфицированный SARS-коронавирусом, обычно способен передать его другому человеку только спустя 24–36 часов после появления симптомов — лихорадки и сухого кашля, и больного можно изолировать прежде, чем он заразит других. Но пациенты с *COVID-19*, как правило, передают патоген еще до того, как он себя проявит. Чувствуя себя совершенно здоровым, инфицированный мужчина или женщина ведет обычный

образ жизни — ходит на работу, общается с коллегами и друзьями, посещает магазины, кафе, рестораны, кинотеатры, летает в другие страны. Вирус долго остается незамеченным в организме инфицированного потому, что синтезирует белки, блокирующие сигнальный механизм иммунной системы, а тем временем он проникает в клетки легких и начинает в них размножаться. Когда иммунная система наконец получает сигнал тревоги, она начинает наवरстывать упущенное и уничтожает не только инфицированные клетки, но и совершенно свободные от патогена.

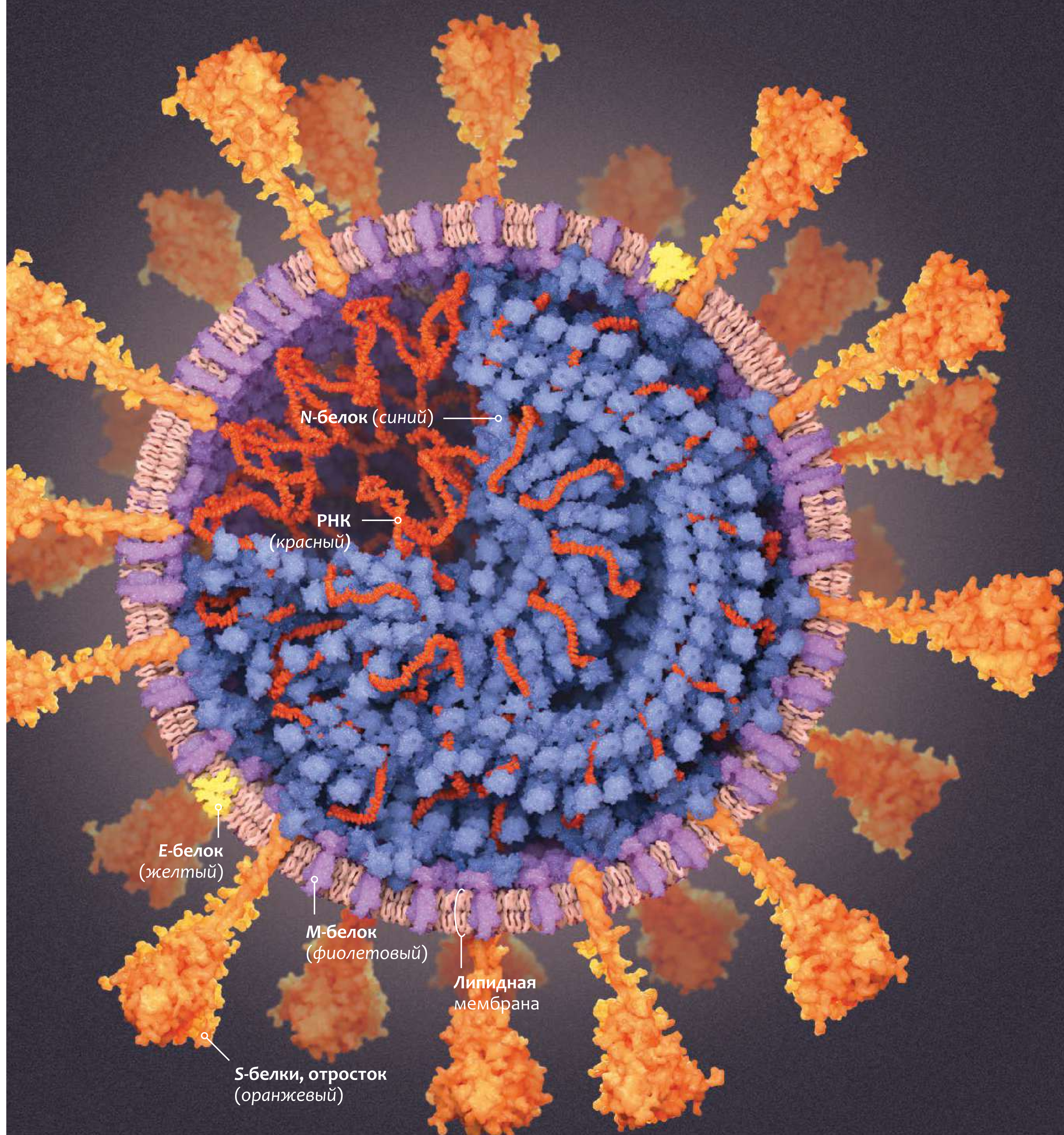
Инфографика, следующая за этим вступительным текстом, иллюстрирует детали поведения SARS-CoV-2: его проникновение в клетки человека, размножение, выход образовавшихся вирусных частиц наружу — в межклеточное пространство и в окружающую среду вместе с выдыхаемым воздухом, заражение других клеток. Вы увидите, как иммунная система пытается нейтрализовать вирусные частицы и как CoV-2 блокирует эти попытки. Мы расскажем о некоторых удивительных особенностях вируса, например о его способности исправлять ошибки в геноме новообразованных частиц, если эти ошибки чувствительны для патогена. Не останутся в стороне и вопросы медицинского характера — поиски лекарственных средств и получение вакцин.

Все новейшие достижения вирусологов в деле изучения особенностей SARS-CoV-2 найдут отражение на нашем веб-сайте (www.scientificamerican.com). Чем больше мы будем знать об этом вирусе, тем скорее найдем противоядие. ■

Генная машина

Вирус SARS-Cov-2 попадает в тело человека через нос или рот. Этот крошечный организм диаметром примерно 100 нм различим только с помощью электронного микроскопа. Его генетический материал, единственная молекула одноцепочечной РНК, окружен защитной белково-липидной оболочкой. Из нее выступают отростки, состоящие из S-белков; с их помощью вирус прикрепляется к клетке-хозяину и попадает внутрь. Отростки напоминают зубцы короны — отсюда и название вируса. N, M и E — структурные белки; одни из них стабилизируют молекулу РНК, другие входят в состав защитной оболочки.

SOURCE: LORENZO CASALINO, ZIED GAIEB AND ROMMIE AMARO, U.C. SAN DIEGO (spike model with glycosylations)



N-белок (синий)

РНК
(красный)

E-белок
(желтый)

M-белок
(фиолетовый)

Липидная
мембрана

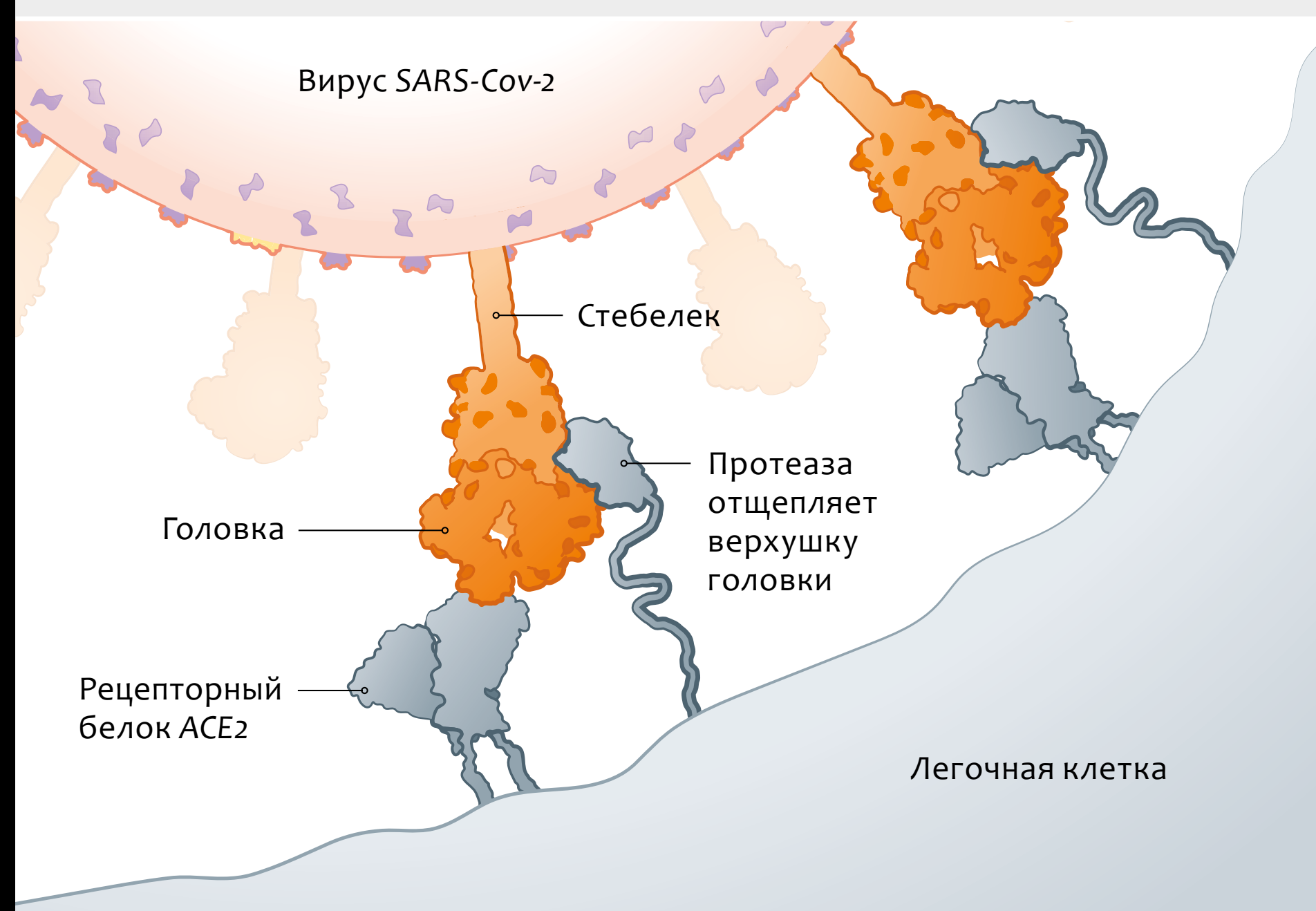
S-белки, отросток
(оранжевый)

Проникновение вируса в клетку и иммунный ответ

Вирус SARS-Cov-2 попадает в организм человека через рот или нос и путешествует по дыхательным путям, пока не осядет на слизистой легких. Здесь он связывается с рецептором ACE2 на поверхности легочной клетки, проникает внутрь нее и реплицируется, используя для этого соответствующие механизмы клетки-хозяина. Под напором новых вирусных частиц инфицированная клетка лопается, частицы выходят наружу и заражают другие клетки. Последние посылают иммунной системе сигнал тревоги, чтобы она приняла меры к нейтрализации или уничтожению патогена, но вирусы могут блокировать этот сигнал, выигрывая время и размножаясь до появления симптомов.

1 Связывание с легочной клеткой

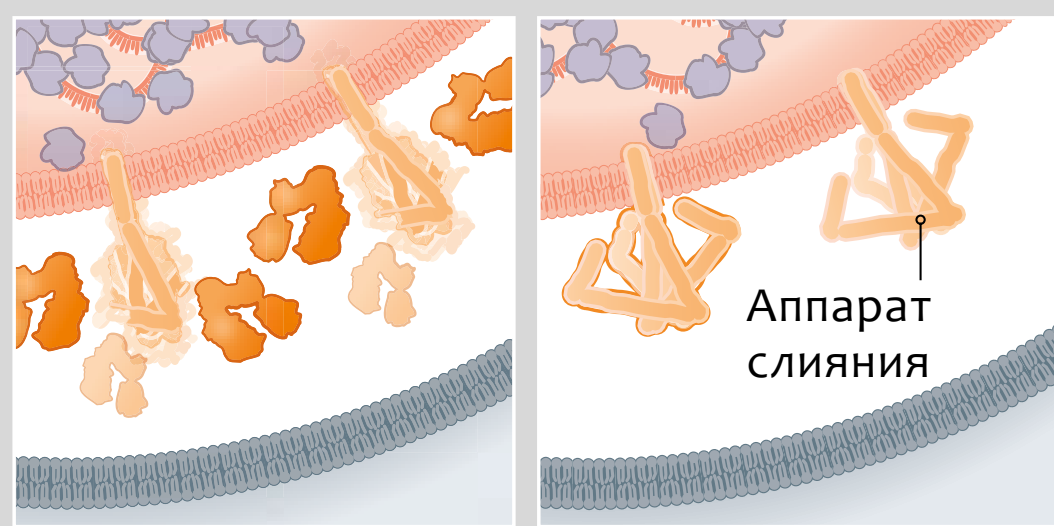
После связывания вирусной частицы с ACE2-рецептором фермент протеаза отщепляет верхушку отростка. Это запускает процесс слияния оболочки коронавируса с клеточной мембраной. Обычно ACE2 участвует в регуляции артериального давления.



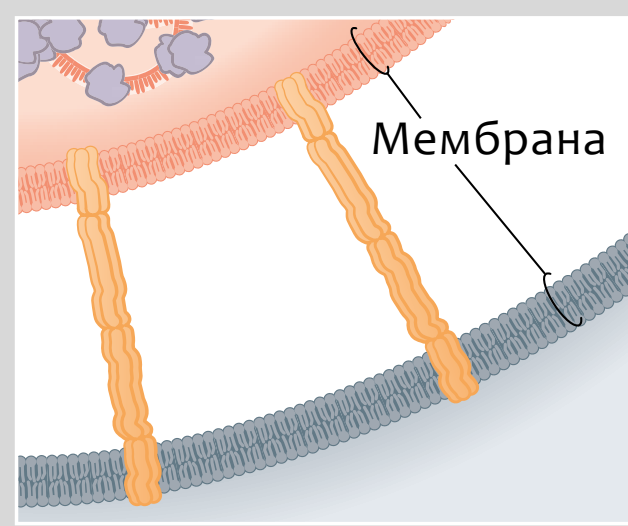
2 Проникновение внутрь клетки

Оболочка вируса и мембрана легочной клетки сливаются, и вирусная РНК — генетический материал патогена — проходит в клетку-хозяина.

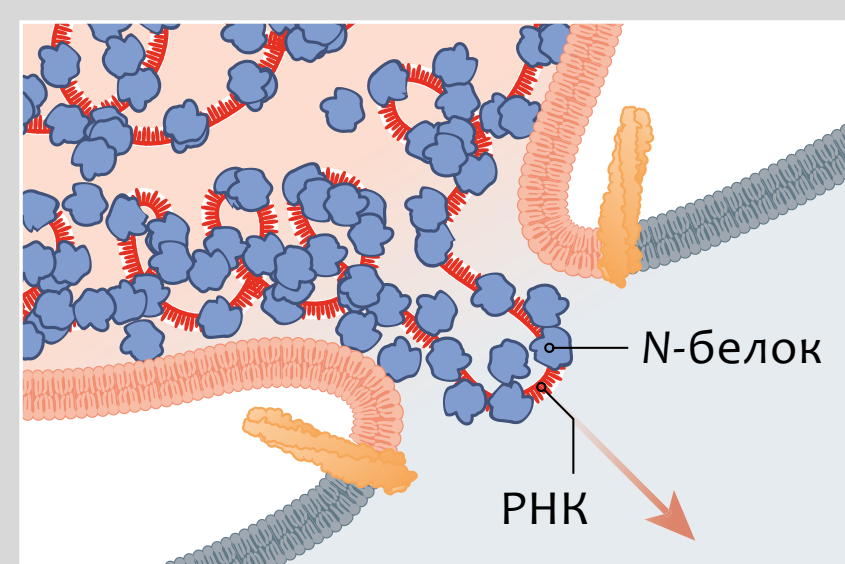
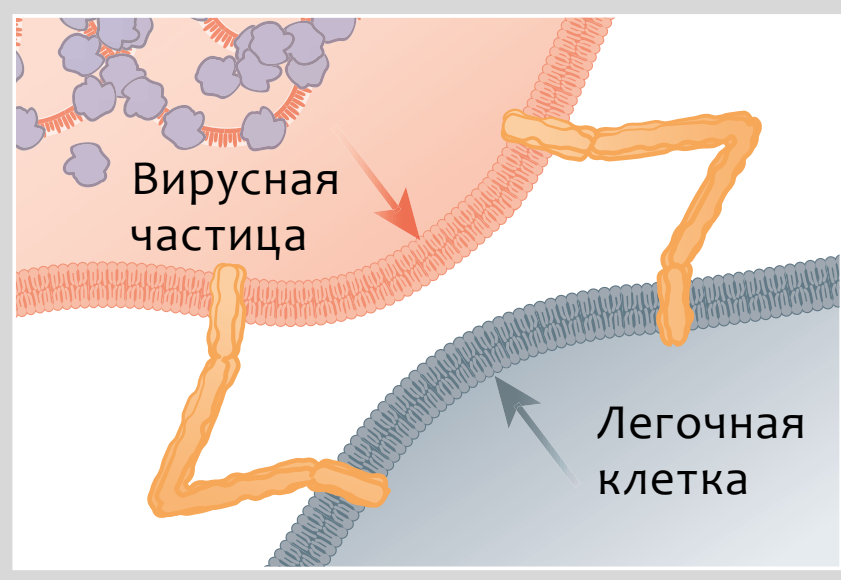
Отщепление верхушки головки запускает процесс слияния



Аппарат слияния встраивается в мембрану...



...и сближает вирусную частицу с легочной клеткой

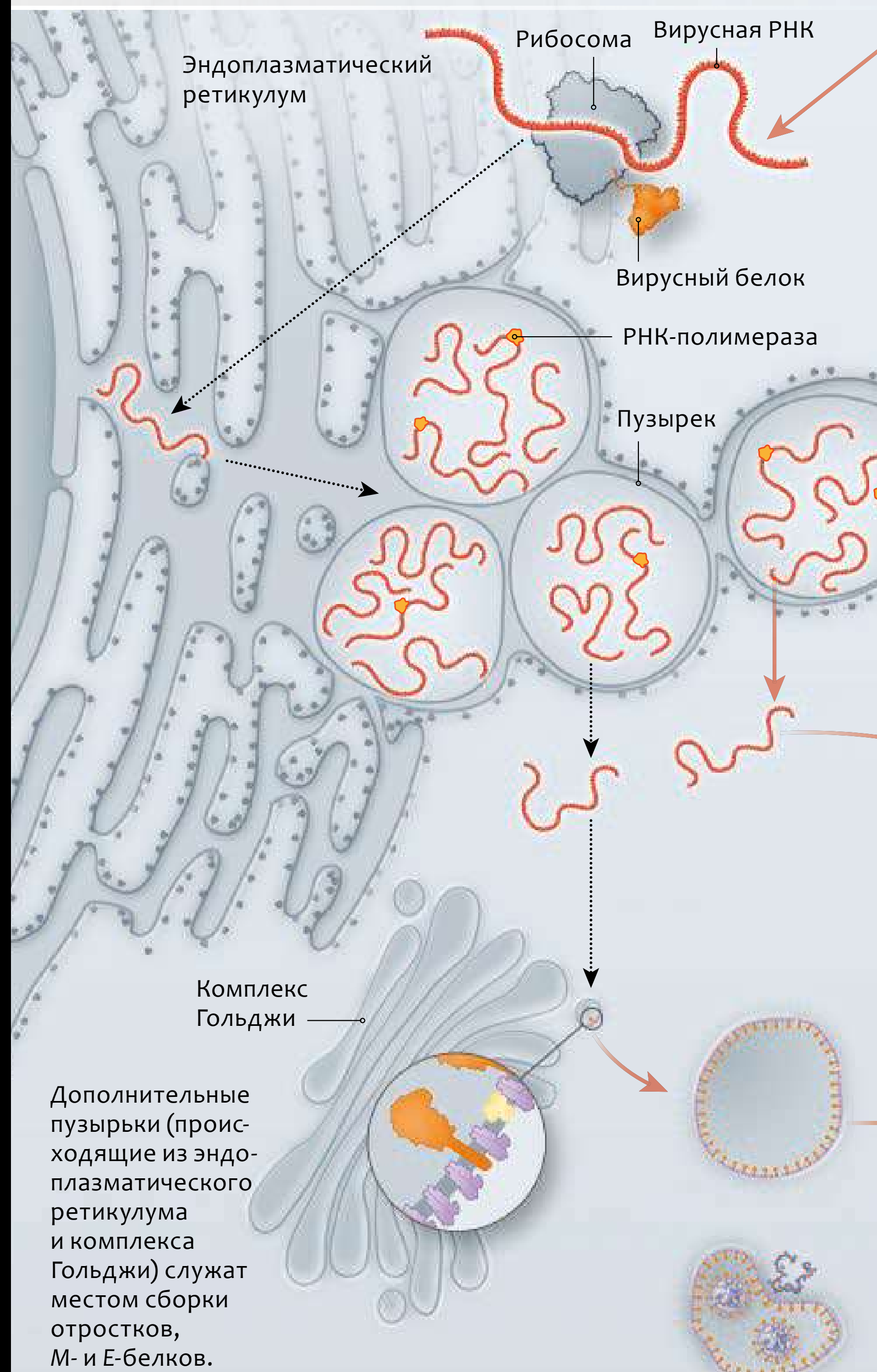


Через образовавшийся канал РНК вместе с N-белком проходят в клетку

Спустя 10 минут

3 Репликация

Рибосомы клетки-хозяина, руководствуясь инструкциями, которые заложены в генах вирусной РНК, синтезируют белки (этот процесс называется трансляцией). Некоторые из этих белков образуют в клеточной органелле под названием «эндоплазматический ретикулум» пузырьки, играющие защитную роль. Внутри них с помощью вирусной РНК-полимеразы происходит репликация РНК вируса. Одни РНК-копии служат матрицами для синтеза вирусных белков, например тех, которые образуют выросты, другие упаковываются в новые вирусные частицы.



4 Прорыв

Пузырьки с новыми вирусными частицами отшнуровываются от клеточной мембраны, и их содержимое выходит наружу. Из одной легочной клетки могут высвободиться тысячи вирусных частиц. Сама клетка либо погибает, либо ее уничтожает иммунная система. Часть высвободившихся вирусов заражают другие клетки, часть выходят в окружающую среду с выдыхаемым воздухом.



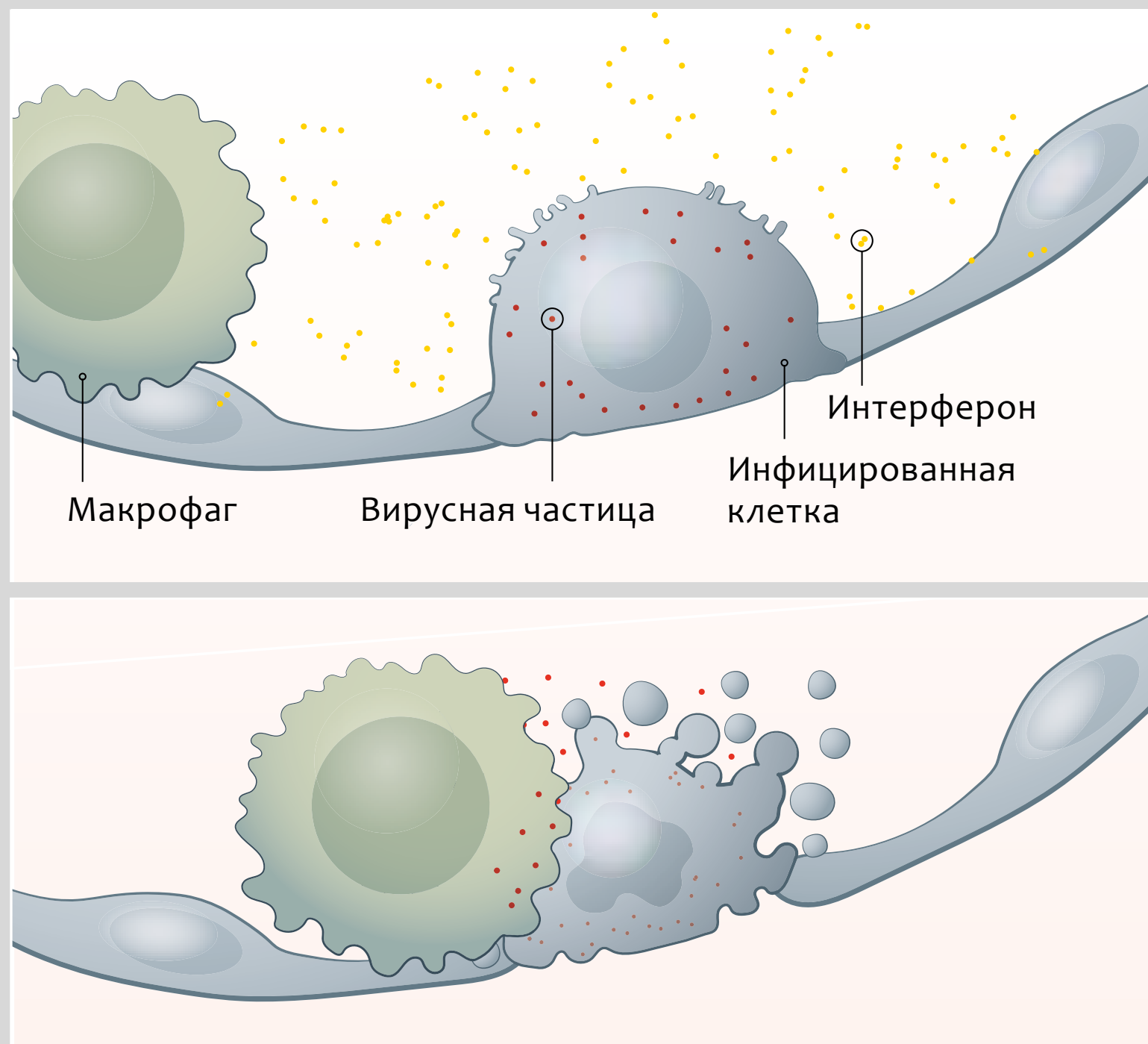
Спустя 10 часов



5 Ответ иммунной системы

Система врожденного иммунитета пытается остановить инфекционный процесс в самом начале. Более мощную защиту обеспечивает система приобретенного (адаптивного) иммунитета.

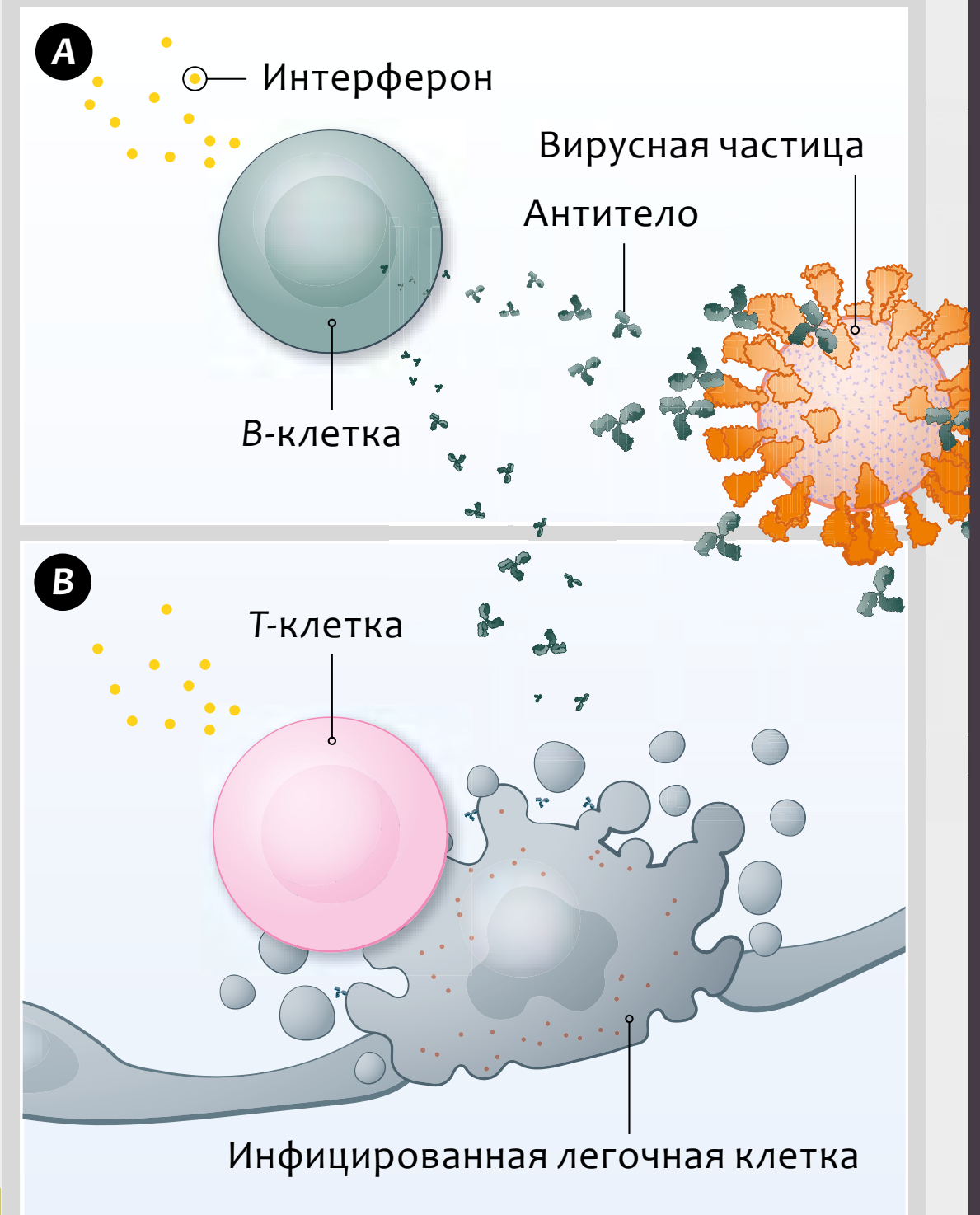
СИСТЕМА ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА. Зараженная клетка высвобождает белки интерфероны, побуждающие близлежащие клетки к синтезу специфических молекул, препятствующих проникновению вирусных частиц в клетки или блокирующих их репликацию. Кроме того, интерфероны мобилизуют особого рода лейкоциты, называемые макрофагами. Они циркулируют в крови человека и поглощают инфицированные клетки.



Спустя 0–3 суток

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ИММУНИТЕТА.

Интерфероны предупреждают об опасности В-клетки, начинающие вырабатывать специфические антитела. Они распознают особые белки отростков и связываются с ними **А**, блокируя присоединение вирусных частиц к легочным клеткам. Интерфероны мобилизуют Т-клетки, уничтожающие вирусы и зараженные ими клетки еще до того, как размножившийся в них патоген выйдет наружу **В**. Некоторые из этих В- и Т-клеток приобретают память на события и начинают действовать сразу же после повторного заражения.

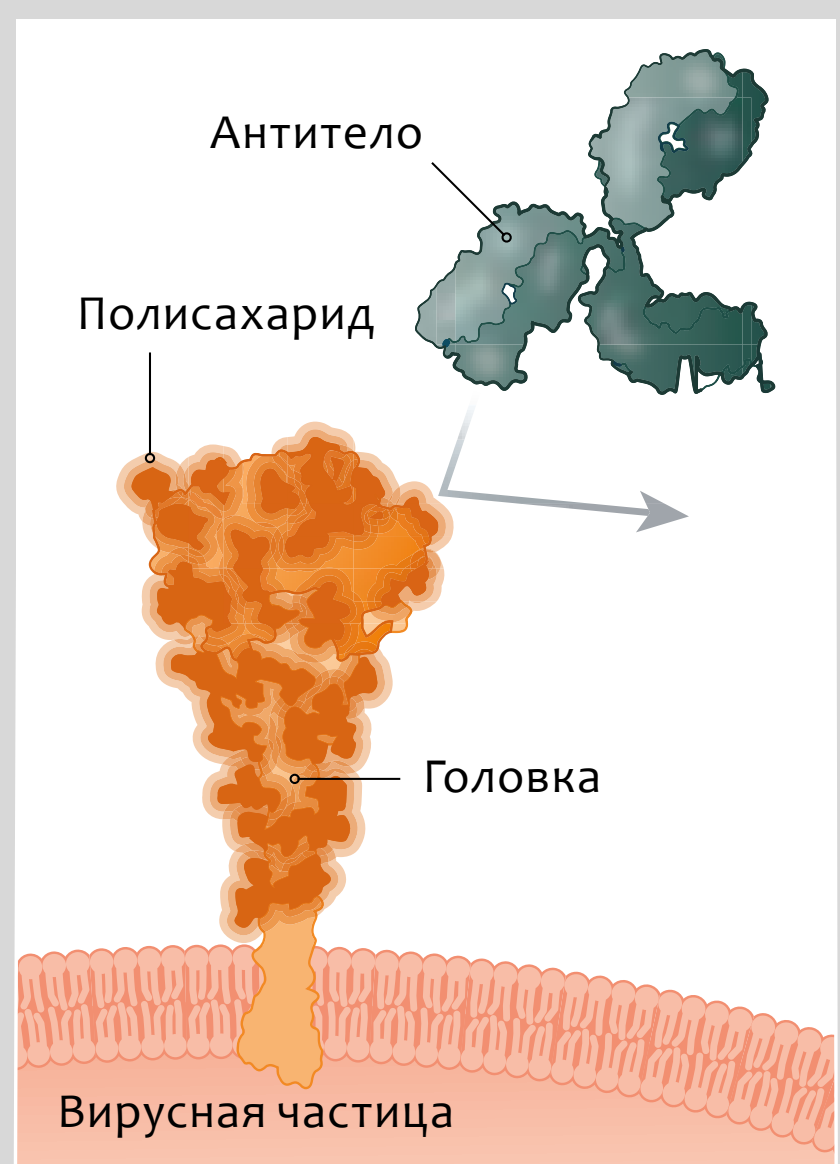


Спустя 6–11 суток

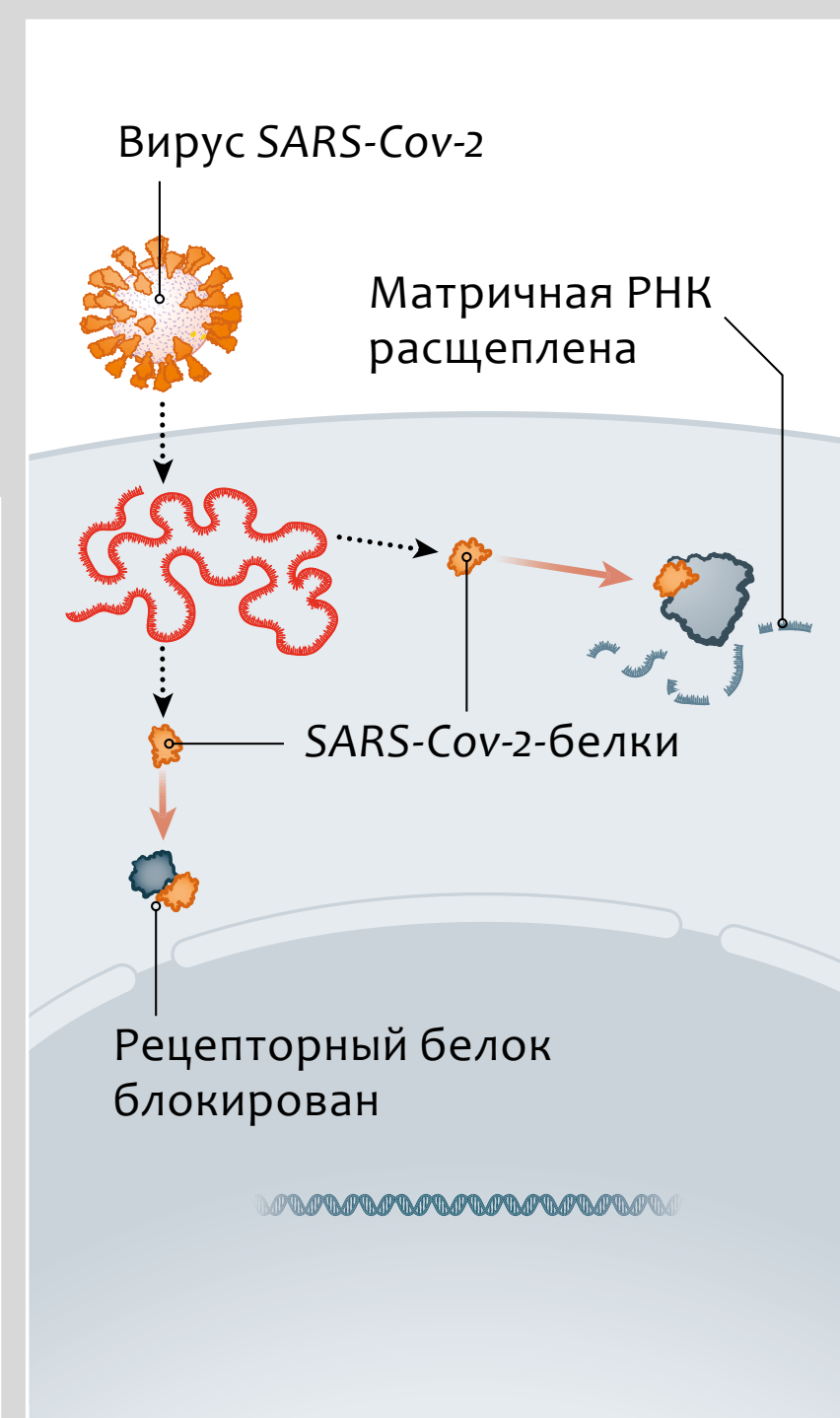
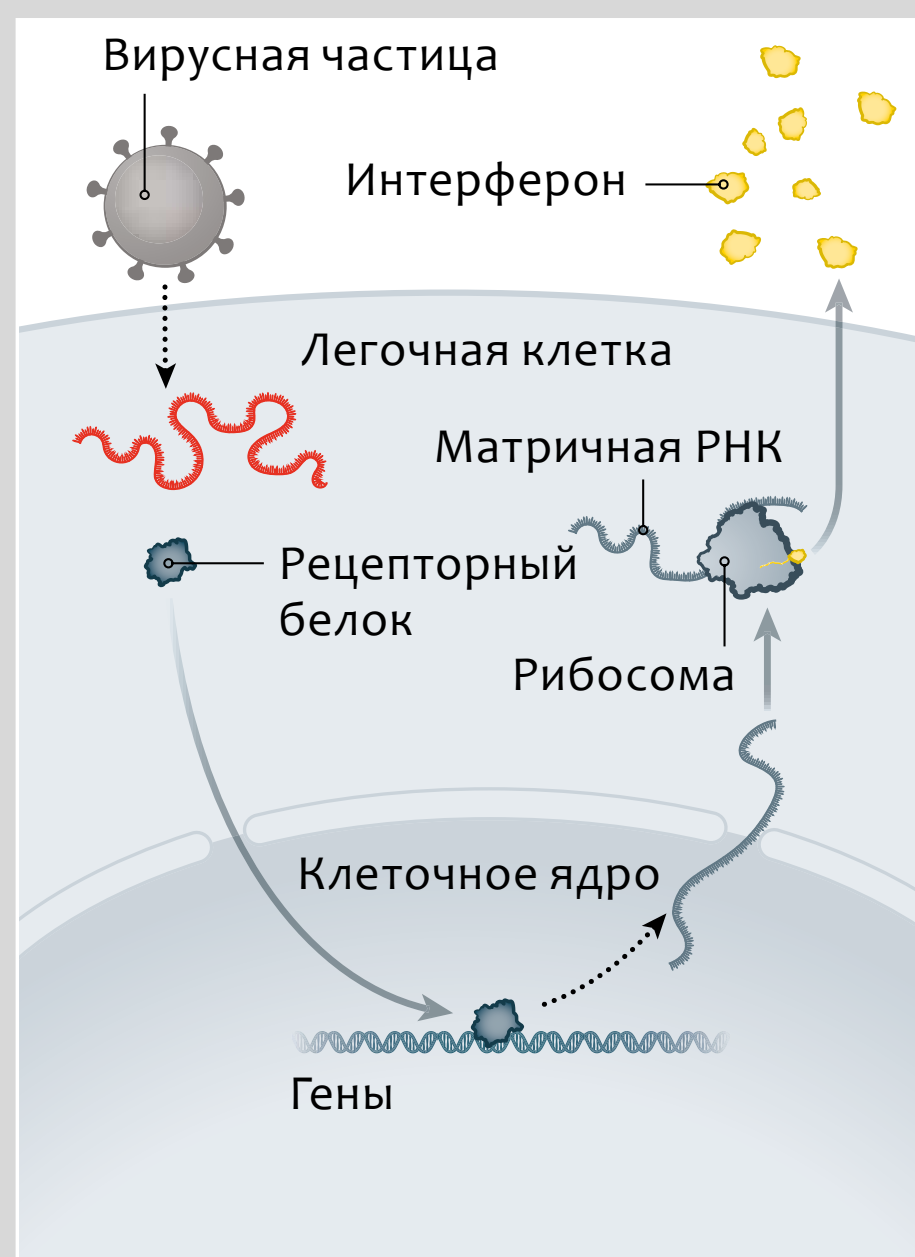
6 Вирусные контрмеры

SARS-Cov-2 блокирует иммунный ответ различными способами.

Отростки могут использовать для маскировки молекулы полисахаридов. Они деформируют эти выступающие из вирусной оболочки структуры, так что антитела не могут с ними связаться.



В норме рецепторные белки идентифицируют вирусные частицы как чужеродные агенты и посылают сигнал клеткам организма о включении генов, отвечающих за синтез специфических матричных РНК. На рибосомах эти РНК транслируются в белки интерфероны, стимулирующие клетки иммунной системы.



Полагают, что некоторые SARS-Cov-2-белки блокируют рецепторы и те не могут послать клеткам организма-хозяина соответствующий сигнал.

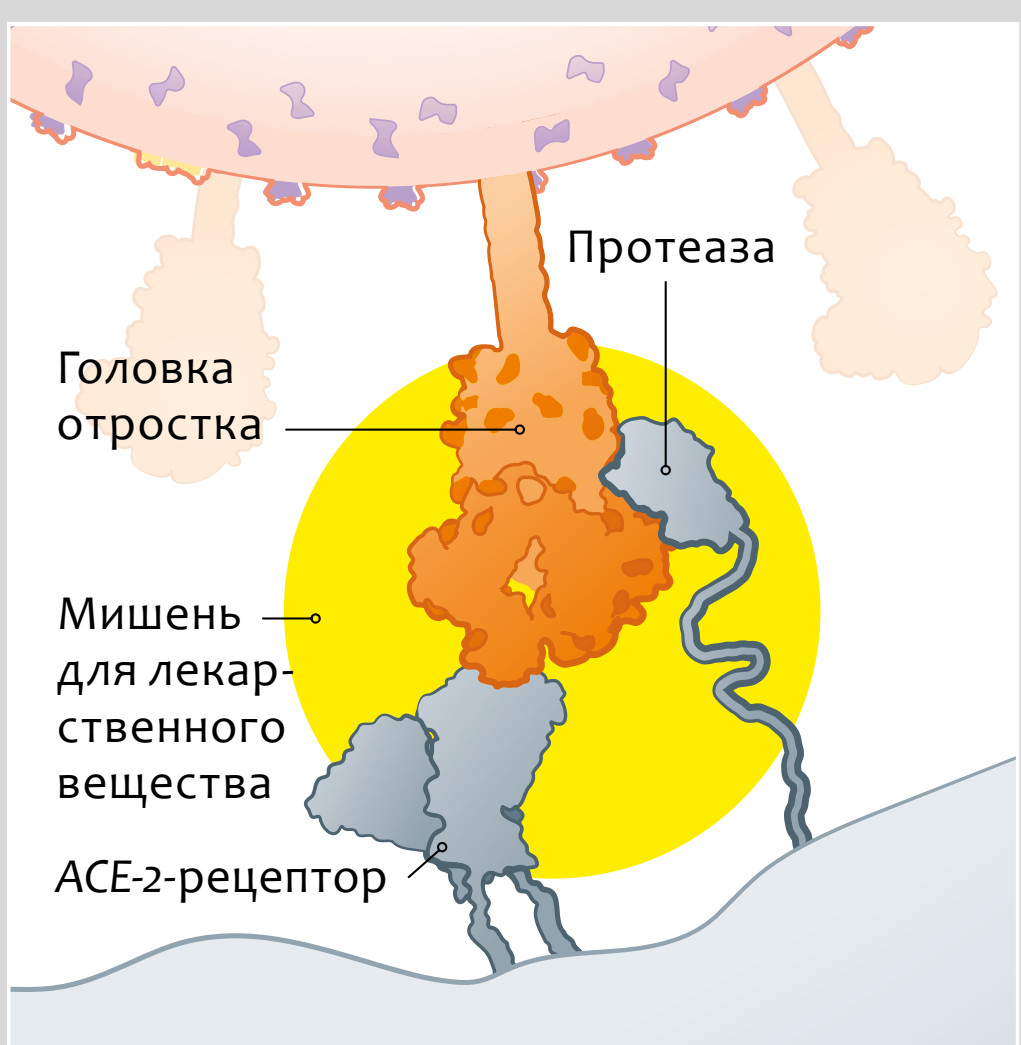
Лекарства и вакцины

Частные фирмы и государственные лаборатории тестируют свыше 100 лекарственных веществ на способность одержать верх над COVID-19, заболеванием, которое вызывает вирус SARS-Cov-2. Вообще говоря, ученые не рассчитывают на то, что им удастся найти вещество, которое уничтожило бы вирус напрямую. Предмет их поисков должен воздействовать на него таким образом, чтобы иммунная система организма сама справилась с инфекцией. Искомый препарат мог бы либо препятствовать присоединению вирусных частиц к клеткам органов дыхания, либо блокировать процесс репликации, если вирус все-таки проник в клетку организма-хозяина, либо подавлять избыточный иммунный ответ, провоцирующий губительные для больного симптомы. Задача противовирусных вакцин — подготовка иммунной системы к немедленной реакции на проникновение патогена.

КАК РАБОТАЮТ ЛЕКАРСТВА

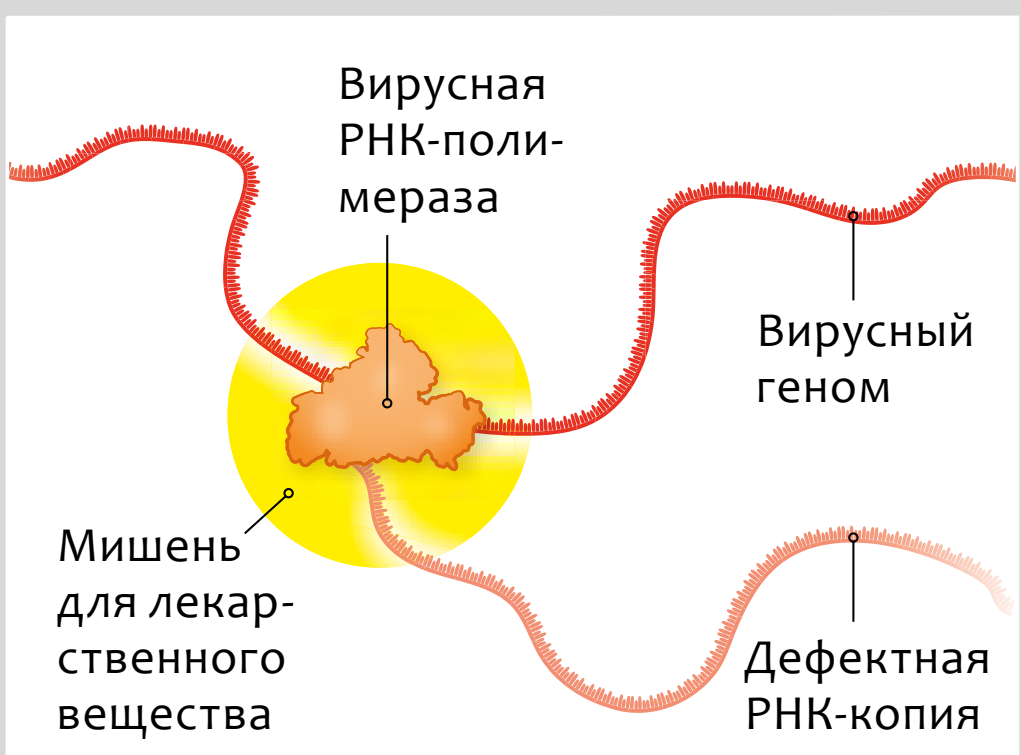
Блокирование проникновения вируса в клетку

Лекарственное вещество или обладающее терапевтическим эффектом антитело может связаться с белками отростка, исключив их взаимодействие с ACE-2-рецепторами легочных клеток. Препарат может также присоединиться к ферменту протеазе, лишив ее возможности отщепления белков головки; в результате вирусная оболочка не сможет слиться с клеточной мембраной.



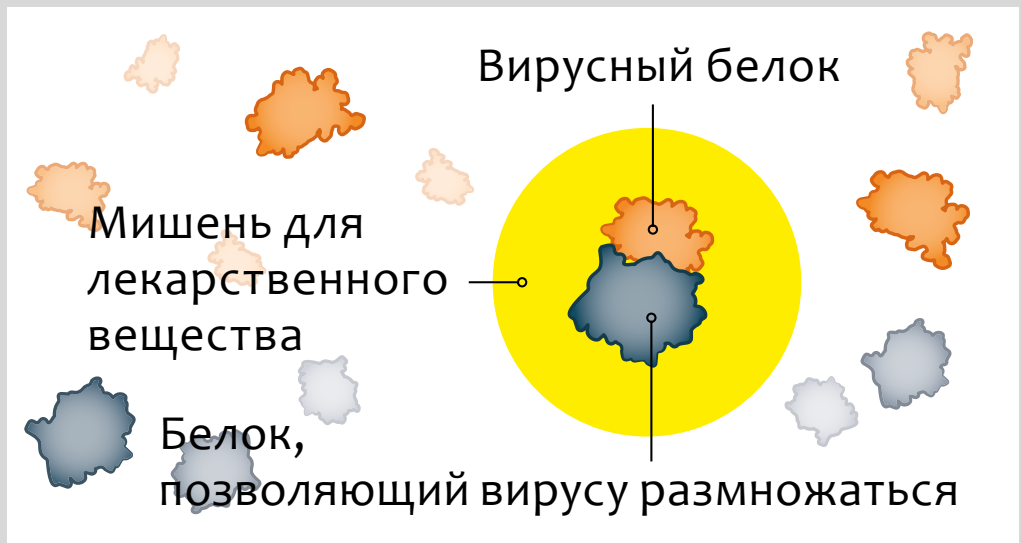
Закрепление ошибок в геноме вируса

Еще одна возможность — взаимодействие с вирусной РНК-полимеразой, которая вместе с ферментом EhoN закрепляет ошибки, возникающие в геноме вируса при репликации. Это увеличивает число нежизнеспособных вирусных частиц, и инфекционный процесс блокируется.



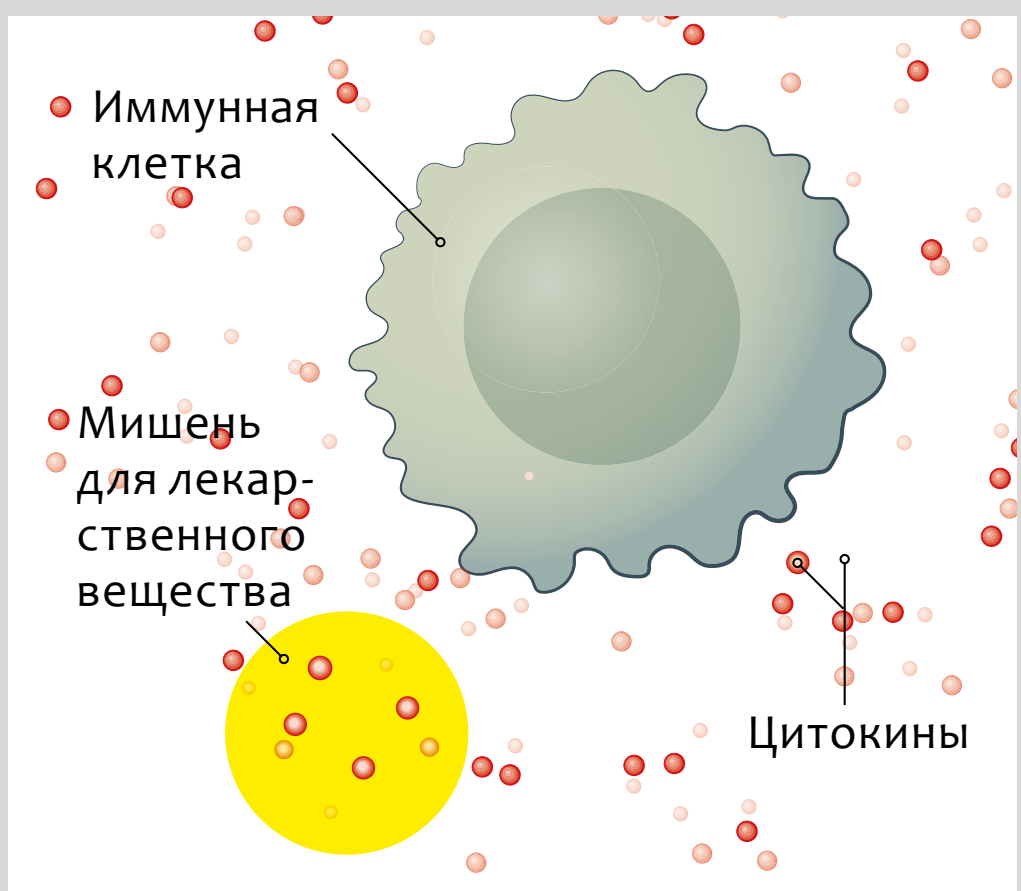
Предотвращение репликации вируса

Лекарство может влиять на белки легочных клеток, необходимые для синтеза вирусных белков или образования пузырьков, внутри которых происходит репликация вируса.



Подавление нежелательного иммунного ответа

Гиперпродукция сигнальных молекул — цитокинов — может гиперактивировать иммунную систему. В результате она разрушает слишком много легочных клеток, что приводит к образованию большого количества слизи, делающей работу легких невозможной. Лекарственные вещества могли бы связываться с цитокинами и инактивировать их.



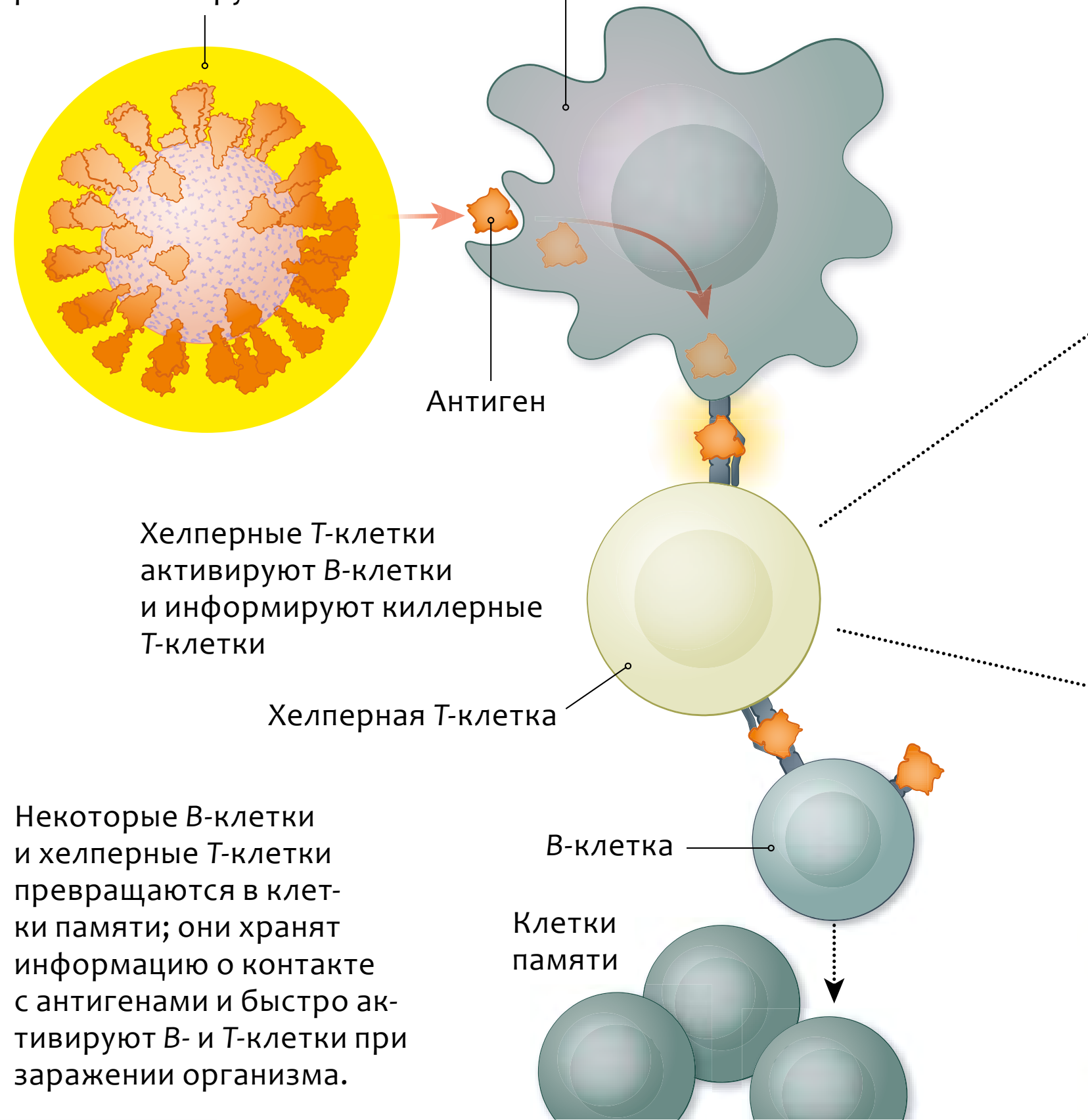
КАК РАБОТАЮТ ВАКЦИНЫ

Вакцинация обеспечивает взаимодействие инаktivированных вирусных частиц и клеток иммунной системы, в результате чего последняя приобретает опыт выработки антител, которые начинают синтезироваться в организме сразу после того, как произойдет инфицирование таким же, но активным патогеном.

Образование антител

Видоизмененные определенным образом вирусные частицы (основа вакцины) содержат на своей поверхности специфические молекулы — антигены, точно такие же, как у исходного вируса. Антигенпредъявляющие клетки захватывают их и передают хелперным Т-клеткам и В-клеткам. Т-клетки побуждают В-клетки к синтезу антител, которые связываются с антигенами вируса, вызвавшего инфекцию. Кроме того, хелперные Т-клетки информируют другие Т-клетки, называемые киллерными, о необходимости разрушения инфицированных легочных клеток.

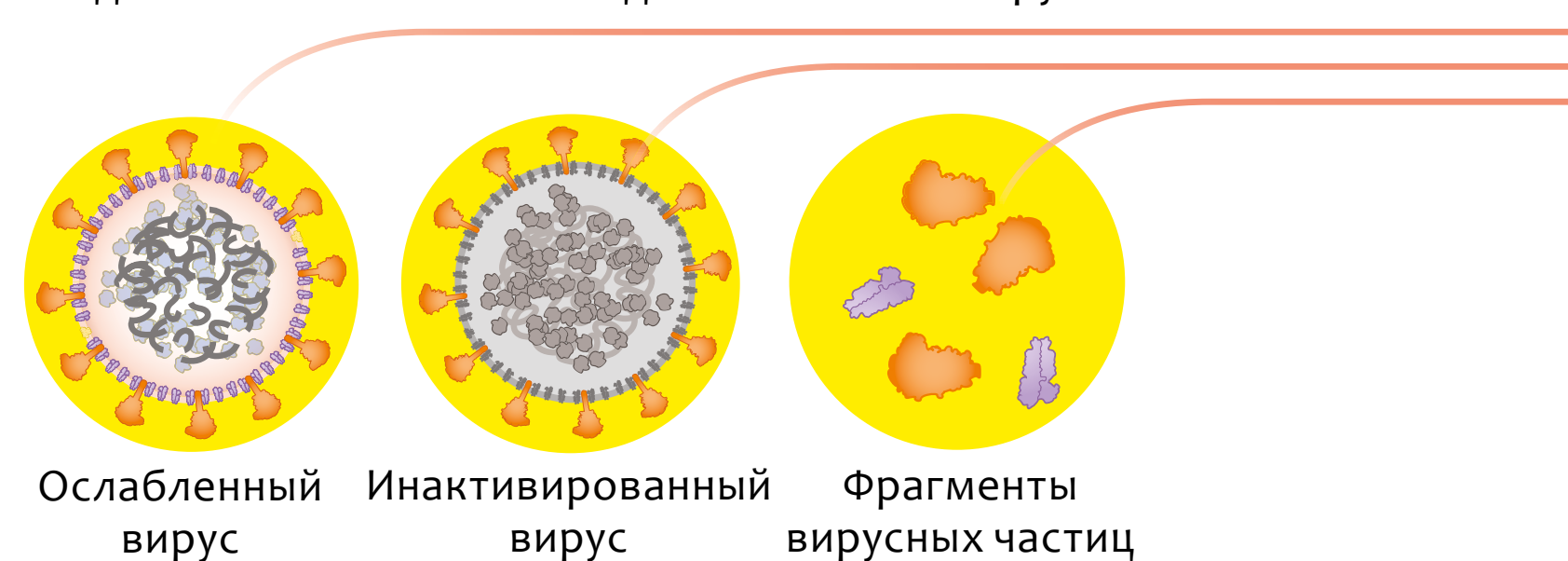
Вакцина на основе инаktivированного вируса SARS-Cov-2



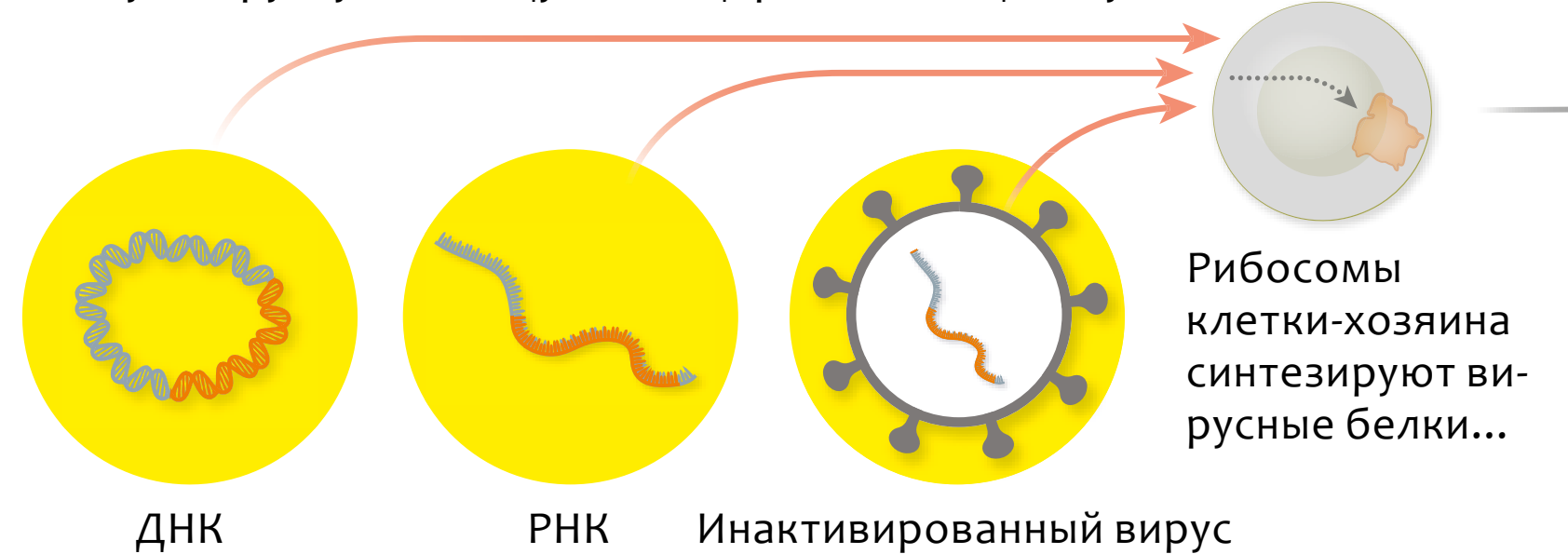
Способы получения вакцин

Известны по крайней мере шесть способов получения вакцин.

Введение в тело человека видоизмененного вируса.



Встраивание вирусных генов, например таких, которые кодируют белки отростков, в молекулу ДНК либо РНК или включение их в инаktivированную вирусную частицу и инъектирование пациенту.

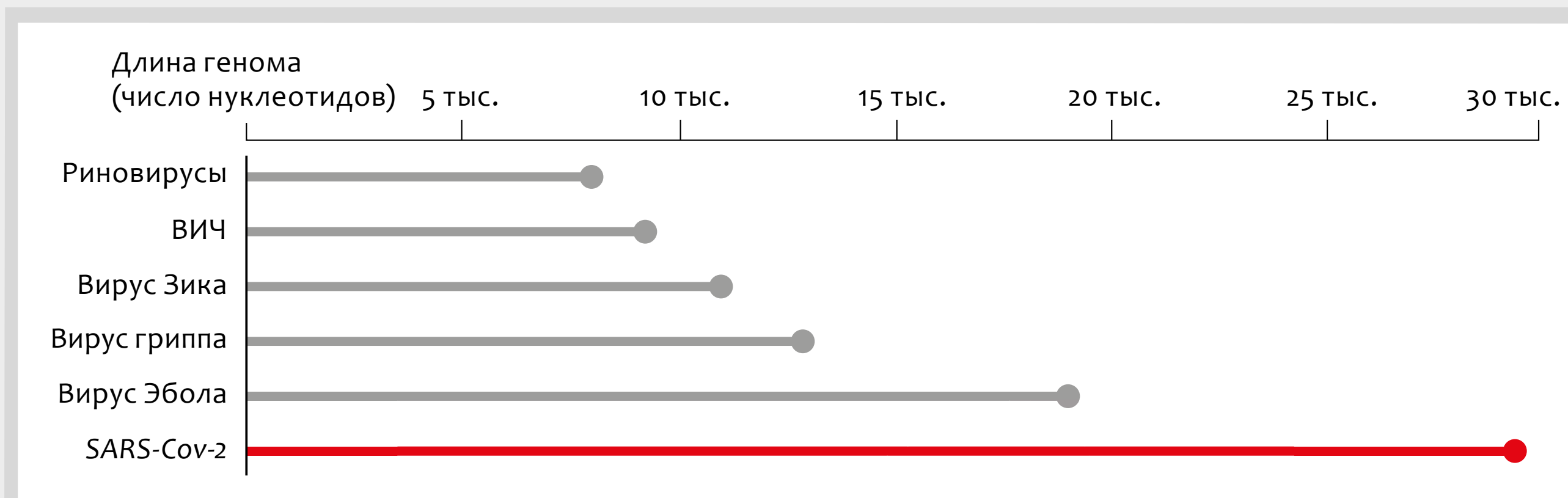


Удивительный геном коронавируса

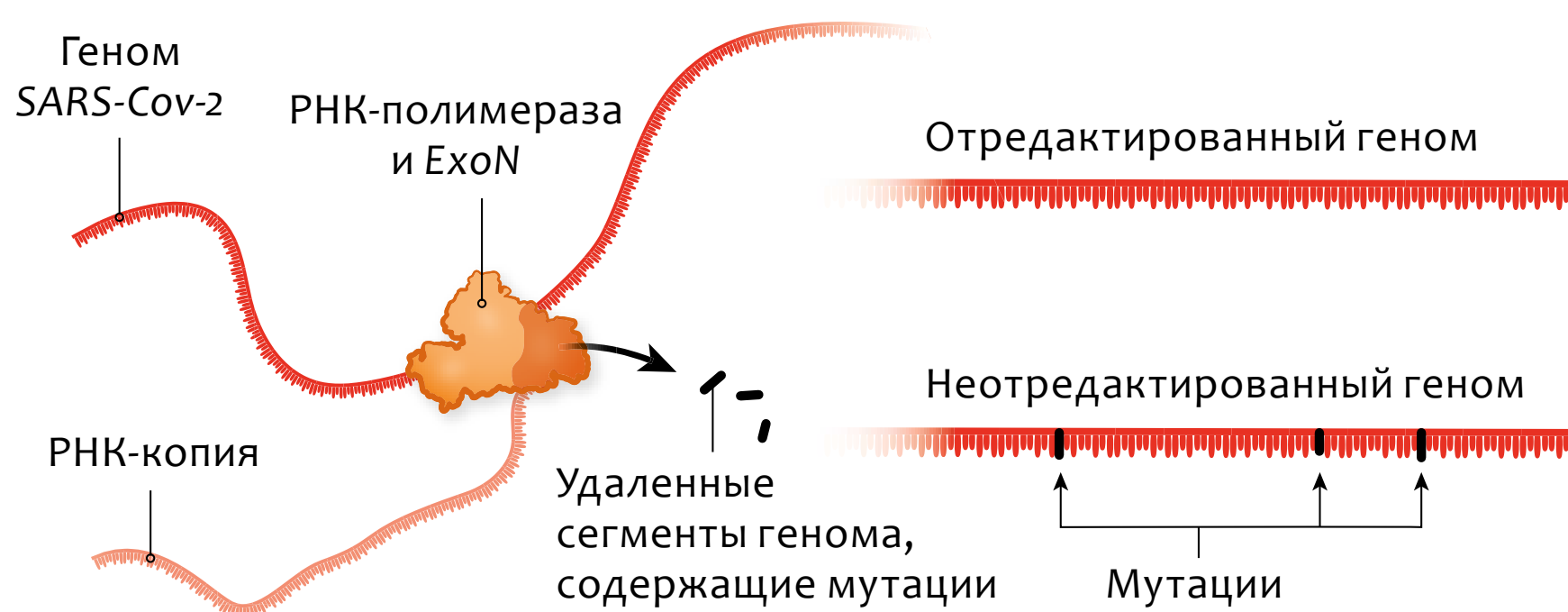
Геном SARS-Cov-2 представлен одноцепочечной РНК длиной примерно 29,9 тыс. нуклеотидов — величина, максимальная для известных РНК-содержащих вирусов. Так, геном вируса гриппа состоит из 13,5 тыс. нуклеотидов, а геном риновирусов, вызывающих обычную простуду, — из 8 тыс. (Нуклеотиды — это мономерные звенья цепочек РНК и ДНК.) При репликации такого крупного генома может происходить множество мутаций, которые могли бы ослабить вирус, но его система редактирования устраняет ошибки. Подобный механизм контроля качества обычен для клеток человека и ДНК-содержащих вирусов, но для РНК-вирусов совершенно нетипичен. В геноме SARS-Cov-2 присутствуют гены, чья функция до конца не установлена. Возможно, какие-то из них отвечают за способность вируса отражать атаки иммунной системы инфицированного человека.

РЕДАКТИРОВАНИЕ

В геноме SARS-Cov-2 заключено огромное количество информации, что позволяет вирусу синтезировать больше разнообразных белков и, возможно, использовать более изощренную стратегию репликации, чем у других РНК-вирусов. Так, он синтезирует фермент экзонуклеазу (ExoN), участвующий в исправлении ошибок, возникающих при репликации. Этот фермент присутствует только у вирусов с геномом длиннее 20 тыс. нуклеотидов.



Как только SARS-Cov-2 попадает в легочную клетку, фермент РНК-полимераза начинает копировать его геном, а другой фермент, ExoN, исправляет в новосинтезированных РНК возникшие при репликации ошибки.



«ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ» ГЕНЫ

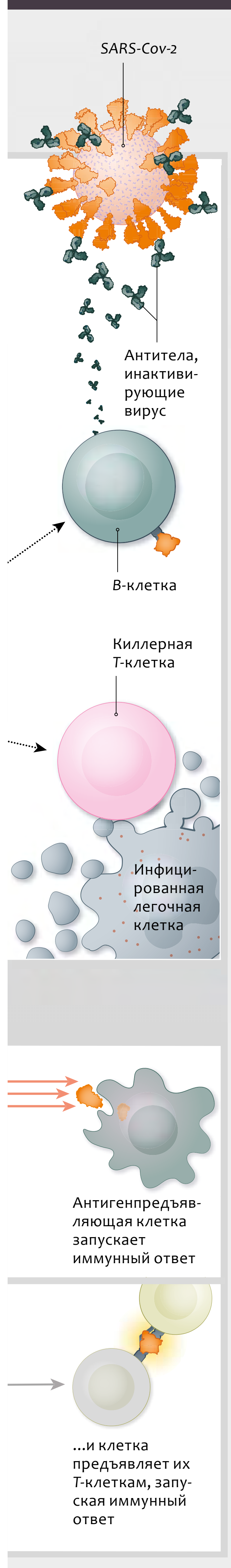
Короткие сегменты геномной РНК с неустановленными функциями входят в кластер генов структурных белков. Возможно, некоторые из них кодируют белки, участвующие в отражении атак иммунной системы организма.



Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Coronaviruses 101: Focus on Molecular Virology. Video lecture by Britt Glaunsinger on YouTube. Posted March 25, 2020.
- Science Forum: SARS-CoV-2 (COVID-19) By the Numbers. Yinon M. Bar-On et al. in eLife, March 31, 2020 <https://bit.ly/2WOeN64>



СПЕЦИАЛЬНЫЙ
РЕПОРТАЖ

КРУПНЕЙШИЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

ПАНДЕМИЯ
ПОКАЗАЛА,
КАК ЛЮДИ
РЕАГИРУЮТ
НА НЕВЗГОДЫ

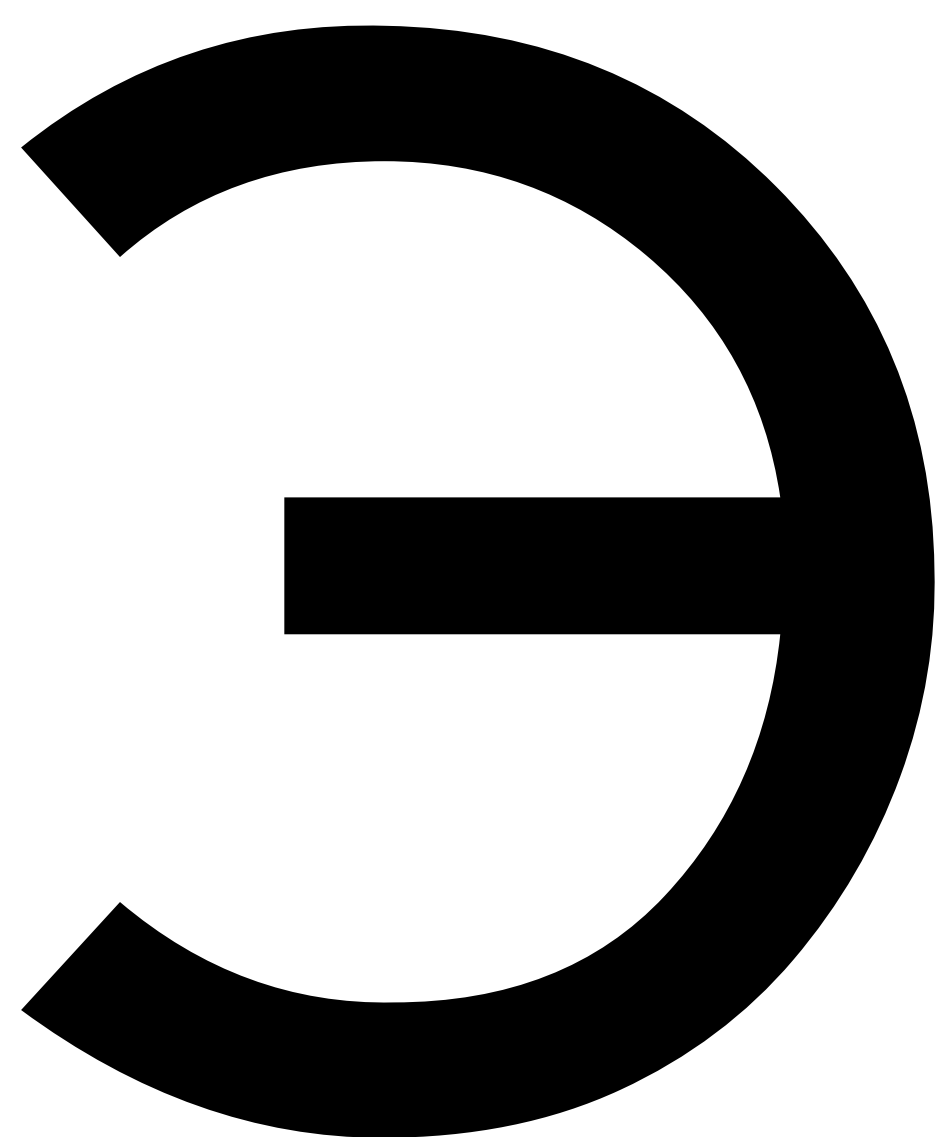
Лидия Дэнуорт



Бернелл Грир,
возглавляющая
корпорацию
общинного развития
в нью-йоркском
Бруклине, помогает
чернокожим людям,
пострадавшим
от пандемии

ОБ АВТОРЕ

Лидия Дэнуорт (Lydia Denworth) — пишущий редактор *Scientific American*, живет в Бруклине и занимается популяризацией науки.



Эпидемия *COVID-19* оказала чрезвычайно сильное влияние на психическое здоровье людей во всем мире. К середине мая она распространилась более чем по 180 странам, было зарегистрировано свыше 4 млн случаев. Последствия пандемии для психического здоровья могут быть еще серьезнее. В какой-то момент примерно треть населения планеты получила приказ не выходить из дома. Это означало, что 2,6 млрд людей, а это больше, чем жило на земле во время

Второй мировой войны, испытали эмоциональные и финансовые последствия нового коронавируса. «Это [локдаун] — возможно, крупнейший психологический эксперимент из всех, когда-либо проводившихся», — пишет медицинский психолог Эльке Ван Хооф (Elke Van Hoof) из Брюссельского свободного университета. Сейчас результаты этого невольного эксперимента еще только начинают анализировать.

Некоторые подсказки можно найти в науке об устойчивости, изучающей, как люди переносят невзгоды. Психиатр из Гарвардского университета Джордж Вэйллант (George Vaillant) писал, что устойчивые люди напоминают веточку со свежей, зеленой, живой сердцевинкой: «При сгибании они, подобно упругой ветке, искривляются, но не ломаются, потом они распрямляются обратно и продолжают расти». Эта метафора описывает многих из нас: до двух третей людей восстанавливаются после тяжелых переживаний без серьезных психологических последствий, даже если они столкнулись с такими событиями, как насильственное преступление или пребывание в плену. Но оставшаяся треть страдает от настоящего психического расстройства, кто-то в течение нескольких месяцев, другие — годами.

Даже если большинство окажутся устойчивыми, общее количество людей, которых коснулся *COVID-19*, и число пострадавших столь велико, что специалисты предупреждают о шквале психических заболеваний. Люди сталкиваются со многими серьезными проблемами: угроза болезни, одиночество из-за изоляции, потеря близких, последствия потери работы и длительная неопределенность в отношении того, когда закончится пандемия. Несомненно, для некоторых это выльется в депрессию, тревогу и посттравматическое стрессовое расстройство. Горячие линии психиатрической помощи сообщают о резком росте числа звонков, а предварительные опросы выявили высокий уровень беспокойства. По словам психолога Аниты Делонгис (Anita DeLongis) из Университета Британской Колумбии,

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Как показывают исследования, при встрече с потенциально травмирующими событиями примерно две трети населения проявляют психологическую устойчивость.
- Однако психологические последствия текущей пандемии могут не соответствовать этим данным.
- Изменения в жизни произошли стремительно и в небывалом масштабе, а исследователи смогли изучать устойчивость с помощью новых подходов.



Когда Том Инк (справа в верхнем ряду) заболел COVID-19, его жена Уэнди Блаттнер (стоит) заботилась о нем, одновременно занимаясь изменениями в своем бизнесе и в жизни своих дочерей

изучающей психологические реакции на заболевания, в этой пандемии присутствуют все возможные стрессовые факторы, которые способны привести к осложнениям. Самоубийства медицинских работников, находившихся на переднем крае, — мощное напоминание о существующих рисках.

Тема индивидуальной устойчивости еще сильнее усложняется из-за того, что пандемия не одинаково влияет на всех. Хотя коронавирус поразил все слои общества и коснулся большинства людей, существуют огромные различия в степени его разрушительного и опустошающего влияния. Рассмотрим Бруклин, один из районов сильно пострадавшего Нью-Йорка. Те, кто в начале года жил или работал по соседству друг с другом, имеют очень разные истории болезней, потерь и преодоления трудностей

Даже если большинство окажутся устойчивыми, общее количество людей, которых коснулась коронавирусная инфекция COVID-19, и число пострадавших столь велико, что специалисты предупреждают о шквале психических заболеваний

социального дистанцирования. Насколько быстро и хорошо люди, предприятия и организации смогут восстановиться, зависит от работы, страховки и здоровья, которое у них было, когда все это началось, от того, столкнулись ли они с трудностями или большим горем и смогли ли они получить финансовую и социальную поддержку.

Пандемия обнажила неравенство в американской системе здравоохранения и социальной защиты. Чернокожие и латиноамериканцы умирали гораздо чаще белых американцев. «Если говорить о хронических заболеваниях, то дело не в ожирении, а в хроническом заболевании нашего общества», — говорит медицинский антрополог Кэрол Уортман (Carol Worthman) из Университета Эмори, специалист в области всеобщего психического здоровья.

Хорошо, что беспрецедентная пандемия способствует беспрецедентному развитию науки, причем не только в сфере

вирусологии, но и в сфере психического здоровья и устойчивости. Специалисты по поведению оценивают психологические потери в реальном времени и стремятся выяснить, что помогает людям справиться. В отличие, например, от террористических атак 11 сентября или от урагана «Катрина», которые продолжались ограниченное время, хотя их последствия были длительными, неограниченность временного интервала для COVID-19 позволяет проводить новые виды долговременных исследований и изучать новые направления. Предполагается, что внезапный массовый переход к виртуальным формам работы и общения подтолкнет к более тонкому изучению вопроса, от чего зависит, будет ли социальное взаимодействие удовлетворяющим или опустошающим. Психиатр Деннис Чарни (Dennis Charney) из Медицинской школы Айкана при Медицинском центре «Маунт-Синай» говорит, что если исследователи справятся с задачами, которые возникают благодаря COVID-19, то появится новая наука о сопротивляемости: «Мы могли бы узнать, как помочь людям стать более устойчивыми, прежде чем это им понадобится».

Гнись, но не ломайся

Рафаэль Хасид (Rafael Hasid) приехал в Нью-Йорк из своего родного Израиля в 2000 г., чтобы поступить во Французский кулинарный институт. В 2005 г. он открыл в Бруклине ресторан *Miriam*, который полюбился местным жителям. В первые недели марта Хасид понял, что будет дальше. «Я следил за новостями в Израиле, — рассказывает он. — Мы по всем параметрам отставали на две недели. Я сказал, что здесь будет так же». Когда на популярный бранч в выходные пришло в три раза меньше народу, чем обычно, Хасид, недолго думая, раздал всю скоропортящуюся еду соседям. К тому времени когда городские власти потребовали закрыть все рестораны, *Miriam* уже не работал.

По словам клинического психолога Джорджа Бонанно (George Bonanno) из Педагогического колледжа Колумбийского университета, при столкновении с потенциально травмирующими событиями примерно у 65% людей психологические симптомы будут минимальными. Бонанно — специалист в области устойчивости, он изучает последствия ураганов, террористических актов, опасных для жизни травм и таких эпидемий, как вспышка SARS в 2003 г. В его работе и в исследованиях других ученых неизменно наблюдаются три основные

психологические реакции на тяжелые обстоятельства. Две трети людей имеют устойчивую траекторию и сохраняют относительно стабильное психическое и физическое здоровье. Около 25% сталкиваются с временными психологическими проблемами, такими как депрессия или посттравматическое стрессовое расстройство, а затем восстанавливаются — это траектория восстановления. А оставшиеся 10% переживают длительное психологическое расстройство. Такое соотношение наблюдается в разных популяциях и независимо от социально-экономического статуса. «Это касается всех», — говорит Бонанно. С другой стороны, риск психических расстройств удваивается для людей, находящихся на самых низких экономических ступенях.

Однако последствия столь масштабного и коварного кризиса для психического здоровья могут не соответствовать этой парадигме. Исследования показывают, что строгий карантин способен приводить к негативным психологическим последствиям, таким как ПТСР, хотя немногие из нас оказались в настоящем карантине, который означает изоляцию в связи с вероятным инфицированием. Вместо этого большинство людей в мире живут в условиях ограничений, которые, как полагает Бонанно, сводятся к чему-то вроде контролируемого непрерывного стресса. «Мы впервые столкнулись с глобальным локдауном, который длится так долго, — говорит эпидемиолог Дэйзи Фэнкорт (Daisy Fancourt) из Университетского колледжа Лондона. — Мы просто не знаем, как людиотреагируют».

Потенциальные масштабы воздействия весьма значительны. «Это отличается от других форм стресса, потому что касается сразу нескольких областей вашей жизни, — говорит специалист по психологии здоровья Нэнси Син (Nancy Sin) из Университета Британской Колумбии. — Люди сталкиваются с проблемами в отношениях или в семье, с финансовыми трудностями, проблемами с работой и здоровьем».

В ранних исследованиях уже обнаружены ярко выраженные эффекты. В первом общегосударственном крупномасштабном исследовании в Китае, где кризис ударил раньше, почти 35% сообщили о психических расстройствах. В США растущие страх и тревога по поводу COVID-19 обнаружены у людей, уже страдающих от тревожных расстройств. В другом исследовании зафиксированы тревожные состояния у пожилых людей. Это неожиданно, поскольку

в предыдущих работах было показано, что в большинстве случаев у людей данной возрастной категории эмоциональное состояние бывает лучше. «Во время пандемии у пожилых людей нет той связанной с возрастом эмоциональной устойчивости, которая бывает обычно, — говорит Син, изучающая старение и сотрудничающая с Делонгис в проводящемся сейчас исследовании 64 тыс. человек со всего мира. — Они сообщают о таком же стрессе, как и люди среднего и молодого возраста».

Син пока еще анализирует причины стресса, но полагает, что у пожилых людей он связан с более высокой вероятностью заболеть и потерять близких. Однако пожилые справляются со стрессом лучше, чем молодые, и сообщают о менее выраженных тревожности и депрессии. По словам Син, они могут иметь преимущество за счет того, что пережили на своем веку больше, чем молодые. У людей старше 65 лет было больше времени для развития навыков борьбы со стрессом, многие из них вышли на пенсию и поэтому могут не беспокоиться о работе.

В середине марта Фэнкорт начала исследование, в котором приняли участие более 85 тыс. жителей Великобритании. Неделя за неделей у них оценивают уровень депрессии, тревоги, стресса и одиночества. «Нам нужно отслеживать происходящее в реальном времени», — говорит Фэнкорт. Ученые обнаружили, что через шесть недель уровень депрессии был значительно выше, чем до пандемии.

Обычно о более высоких уровнях тревоги и депрессии сообщали те, кто живет один, те, у кого ранее были диагностированы психические расстройства, и молодые люди. С другой стороны, как только был объявлен локдаун, произошло небольшое снижение уровня тревоги. «Как правило, неопределенность ухудшает ситуацию», — говорит Фэнкорт. Некоторые застыли в непонимании, что будет дальше, тогда как другие находят способы продолжать нормально жить.

Когда ресторан Хасида был закрыт уже на протяжении трех недель, он все еще не получил от правительства никаких денег, предназначенных для защиты малого бизнеса. Хотя его ситуация была полна неопределенности, Хасид решил, что должен продолжить свое дело. Когда несколько клиентов спросили его по электронной почте, не организует ли он доставку еды на пасхальный ужин, Хасид разработал праздничное меню по фиксированной цене. Перед пандемией Хасид планировал открыть

Владелец ресторана
Рафаэль Хасид
быстро перестроил
свой бизнес
в торговлю на вынос,
но продолжал
платить сотрудникам
из собственного
кармана



магазин деликатесов по соседству. Вместо того чтобы оборудовать новое помещение, он открыл магазин внутри ресторана. Больше всего его беспокоило, будут ли сотрудники чувствовать себя в безопасности. Чтобы успокоить их, в дополнение к соблюдению социальной дистанции он ввел ношение масок и перчаток и обработку помещения хлоркой по утрам и вечерам. Хасид изучает другие стратегии дезинфекции, в том числе с помощью воздуходувов и спирта, которые, как он слышал, использовались в Сингапуре.

Хасид признает, что не каждый бизнес может так же успешно адаптироваться, особенно сложно тем многочисленным ресторанам, где очень небольшая прибыль. Для новой формы работы достаточно минимального количества персонала, но Хасид продолжает платить из своего собственного кармана всем сотрудникам, которые не готовы становиться безработными. Доставка еды приносит менее трети обычной прибыли, но это лучше, чем ничего. Кроме того, в ресторане готовят еду для местной больницы. «Это не приносит денег, но это то небольшое, что мы можем сделать», — поясняет Хасид. Он доволен перестройкой работы *Miriam* и надеется, что в итоге ресторан выживет. «Мы в гораздо лучшей ситуации, чем большинство подобных мест в Нью-Йорке», — говорит он.

Что нужно, чтобы справиться

Когда в середине марта у живущего в Бруклине психотерапевта и консультанта по вопросам управления Тома Инка (Tom Inck) поднялась температура и начался сухой кашель, он испугался, что это *COVID-19*. Из-за нехватки тестов в то время врач Инка сначала проверил его на все другие известные респираторные вирусы (Инк заплатил за диагностическую панель). Затем врач встретился с пациентом на улице Манхэттена. Стоя на Мэдисон-авеню в полном защитном снаряжении, врач взял пробу, и шесть дней спустя пришел положительный результат.

Успешное преодоление кризиса означает продолжение функционирования и участие в повседневной деятельности. Нужно решать проблемы (это может быть покупка продуктов или проверка на вирус), контролировать эмоции и поддерживать отношения. Есть факторы, которые предсказывают устойчивость, — например, оптимизм, способность видеть перспективы, сильная социальная поддержка и гибкое мышление. Люди, которые верят, что справятся, действительно справляются лучше.

В течение девяти дней изоляции в отдельной комнате Инк заполнял время медитацией и чтением. В каком-то смысле его жене Уэнди Блаттнер (Wendy Blattner), которая за ним ухаживала, пришлось труднее: в своем маркетинговом агентстве она перешла на удаленную работу и переживала за двух дочерей-старшекласниц, которые были расстроены потерей семестра и беспокоились об отце. Блаттнер оставляла мужу еду за дверью и вставала ночью каждые три часа, чтобы записать его температуру и уровень кислорода. Она была напугана, но полна решимости. «Я чувствовала, что отлично о нем забочусь, даже несмотря на то что он был изолирован, и что у меня есть собственные ресурсы и поддержка, которая мне нужна, — рассказывает она. — Я говорила себе и своим детям, что это может быть тяжело, но все будет хорошо».

Навыки стрессоустойчивости большинства людей могут быть улучшены. Некоторые новые исследования занимаются выявлением успешных стратегий, смягчающих последствия стресса. По словам Фэнкорт, пока людям рекомендуется следовать классическим стратегиям поддержания психического здоровья: достаточно спать, соблюдать режим дня, делать упражнения, хорошо питаться и поддерживать прочные социальные связи. Помогает также заниматься проектами, пусть даже небольшими, которые дают ощущение смысла.

В предыдущей работе Делонгис показала, что люди с высоким уровнем эмпатии с большей вероятностью будут заботиться о здоровье, например соблюдать социальную дистанцию, и последствия для психического здоровья у них будут слабее, чем у людей с низкой эмпатией. Но в ее предыдущих исследованиях таких заболеваний, как *SARS* и лихорадка Западного Нила, применялся метод поперечных срезов, и там был захвачен только один момент времени. При исследовании *COVID-19* она будет наблюдать за поведением людей и их позицией в течение нескольких месяцев, чтобы увидеть изменения в эмпатии и способности справляться со стрессом. «Дело не только в эмпатии как черте характера, — говорит Делонги. — Эмпатические реакции могут быть выучены и поощряться при правильном обмене сообщениями». Она предполагает, что их рост или сокращение в течение недель и месяцев будут связаны с изменениями в заботе о здоровье и в механизмах борьбы со стрессом.

В рамках исследования Делонгис Син просит людей в течение недели ежедневно записывать свои действия и эмоции. «Пока получается такая картина: жизнь действительно трудна, но люди находят способы справиться с этими трудностями», — говорит Син. Многие сообщают о большом количестве позитивных социальных взаимодействий, значительная часть которых происходит на расстоянии. Пожилые люди рассказывают, что наиболее позитивные переживания в их повседневной жизни бывают, когда они поддерживают других.

Поразительно, что взаимодействия на расстоянии приносят удовлетворение. Предыдущие исследования влияния цифровых технологий и социальных сетей были сосредоточены на связи между временем, проведенным у экранов, и психологическим благополучием, но почти не рассматривали ценность различных способов социальных взаимодействий онлайн. Теперь, когда весь мир перешел на общение через интернет, исследовать эти нюансы необходимо. Должны ли социальные сети точно имитировать взаимодействие лицом к лицу или менее интенсивные формы коммуникации также обеспечат людям чувство связи? Мы пока не знаем точного ответа, но теперь, вероятно, такие исследования будут финансироваться. «Я думаю, за месяц мы переписывались столько, сколько в обычной ситуации переписывались бы в течение десятилетия», — говорит психолог Эми Орбен (Amy Orben) из Кембриджского университета, изучающая психическое здоровье подростков и использование технологий.

Роль социальных сетей учитывают и в других исследованиях. Психолог Роксан Коэн Сильвер (Roxane Cohen Silver) из Калифорнийского университета в Ирвайне оценивает влияние социальных сетей на благополучие людей. Она рассказывает: «Те, кто получает много новостей о кризисе во всем сообществе, испытывают большее беспокойство». Специалист по вычислительной социологии Йоханнес Эйхштедт (Johannes Eichstaedt) из Стэнфордского университета использовал сочетание крупномасштабного анализа сети *Twitter* с машинным обучением, чтобы оценить уровень депрессии, одиночества и радости во время пандемии.

Как и опасалась Блаттнер, их семье пришлось нелегко. В ночь с седьмого на восьмой день, когда температура у Инка колебалась около 39,5, а насыщение крови кислородом снизилось до 93, его врач, консультируя через *Zoom*, сказал, что если состояние

останется таким же или будет хуже, то Инку надо отправиться в больницу. «Я не хочу, чтобы мой пациент умер дома», — сказал врач, и это высказывание напугало детей. «Тяжелее всего был страх», — вспоминает Инк. Но тайленол сбивал температуру, а с помощью коротких неглубоких вдохов Инку удавалось сохранять безопасный уровень насыщения крови кислородом. На десятый день болезни он почувствовал себя лучше.

После пережитого Инк ощущал благодарность и энергичность. Он вернулся к работе, консультируя других пациентов, и записался в доноры плазмы, чтобы помочь тяжелобольным. Но в отличие от других выздоровевших он поначалу почти не рисковал выходить. «Мир казался мне слишком небезопасным местом», — рассказывает он.

Хронические заболевания общества

Даже те, у кого высокая личная устойчивость, нуждаются в посторонней помощи, если сталкиваются с проблемами на нескольких фронтах. Бернелл Грир (Bernell Grier), исполнительный директор корпорации общинного развития *IMPACCT Brooklyn*, которая обслуживает исторически черные районы Бруклина, видит, как сильно пандемия ударила по афроамериканскому сообществу. Она рассказывает: «Ежедневно я слышу о людях с положительным тестом на *COVID-19*, которые либо выздоравливают, либо умирают от этой болезни». Три такие смерти произошли в квартирах, которыми управляет Грир, и ей понадобилось организовать интенсивную уборку. Она чувствует напряжение. «Пожилые люди боятся выходить, боятся, что кто-то подойдет к их двери», — рассказывает Грир. — Кроме того, они не разбираются в технике. Часто, когда им говорят что-то сделать на компьютере, им надо, чтобы кто-то держал их за руку и помогал».

Фэнкорт говорит, что пандемия «усугубит социальное расслоение, которое мы привыкли видеть в обществе. Чрезвычайно важно, чтобы были вмешательства на национальном уровне, которые могли бы поддержать людей». В Великобритании такую поддержку обеспечивают Национальная служба здравоохранения и программа отпусков, оплачиваемая до 80% зарплаты миллионам британцев, которые не смогли работать из-за пандемии. В США существуют пакеты мер по защите зарплаты и борьбе с безработицей, но оказалось, что быстро получить к ним доступ затруднительно.

Организация Грир предоставляет широкий спектр услуг в области жилья, защиты

интересов малого бизнеса и взаимодействия с финансовыми и правительственными организациями. Как только началась пандемия, сотрудники Грир распространили информацию о возможностях экономической и медицинской помощи. Они провели вебинары, чтобы помочь организациям подать заявку на получение кредита. Грир говорит, что по состоянию на конец апреля никто из тех, кому они помогали, ничего не получил: «До наших организаций ничего не доходит». Только 70% квартиросъемщиков Грир смогли внести в апреле арендную плату. «Мы в свою очередь должны платить за обслуживание, уборщикам, за тепло и электричество, налоги и все остальное, — говорит Грир. — Это цепная реакция. Если жильцы не могут заплатить, мы не можем заплатить».

Уортман, антрополог из Университета Эмори, говорит, что способность справиться с последствиями пандемии — не только личная проблема, но и проблема всего общества. Но это и новые возможности. «Вспоминаются тяжелые периоды в истории Америки, после Первой мировой войны и во время Великой депрессии, которые привели к реальным структурным изменениям, полезным для людей».

Грир выступает за позитивные изменения в своей общине. В беседах с представителями здравоохранения и избранными должностными лицами она указывает на проявления неравенства: например, сначала центры для тестирования не организовывались в бедных районах. «Это высвечивает проблемы, существующие уже слишком долго, — говорит она. — Когда вы смотрите на решения, можете не сомневаться, что равенство доходов и расовое равенство — это фильтр, который все расставляет на свои места». Бруклин выходит из социальной изоляции, и Грир понимает, какую важную роль играет ее группа и ей подобные. «Мы останемся здесь, чтобы быть связующим звеном, кредитным консультантом и навигатором».

Для повышения устойчивости поддержка сообщества сейчас более важна, чем когда-либо. Мэрилин Говард (Marilyn Howard) эмигрировала из Гайаны, когда была подростком, она работала школьной медсестрой в Бруклине в начале марта, пока государственные школы не закрылись. На следующий день после закрытия школ она заболела. Понадобилось десять дней, чтобы получить результат анализа, подтверждающий, что у нее COVID-19. К тому времени Говард

уже думала, что выздоравливает. Однако в субботу 4 апреля она проснулась с затрудненным дыханием, которое стремительно ухудшалось. Живший с ней брат Найджел Говард вызвал машину скорой помощи. Но 4 апреля эпидемия в Бруклине была близка к пику и свободных скорых не было. Найджел сам повез ее в ближайшую больницу, но по дороге у Мэрилин остановилось дыхание. Меньше чем за минуту до того, как они приехали, у нее остановилось сердце, и реанимировать ее не удалось. Ей было 53 года.

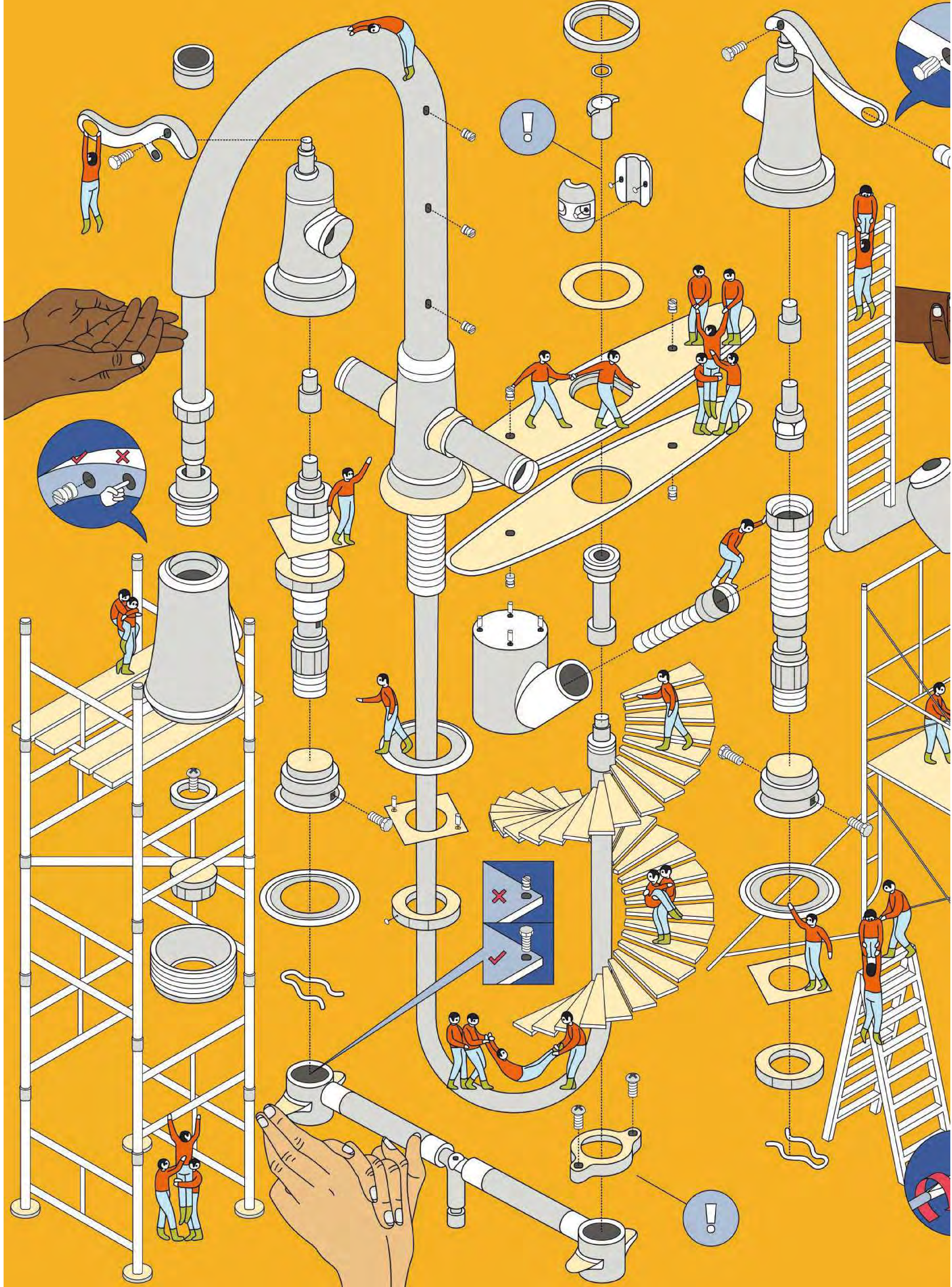
«Несколько простых вещей могли спасти жизнь моей сестре», — говорит Хэслин Говард, младший из пяти братьев Мэрилин. Если бы школы закрылись раньше или ее коллега могла бы взять больничный, Мэрилин, возможно, не заболела бы. Если бы кто-нибудь посоветовал ей пульсоксиметр, она бы знала, что нужно ехать в больницу раньше. Если бы машина скорой помощи была свободна... Братья Говард организовали трансляцию из похоронного зала на Лонг-Айленде, чтобы попрощаться. Хэслин решил находиться в помещении одновременно не более чем трем людям, но трансляция позволила более чем 250 людям почтить память Мэрилин.

Найджел получил положительный результат анализа на COVID-19 и был изолирован дома. «Я и мои братья пытаемся создать организацию, которая помогала бы бедным общинам, где живут чернокожие и мулаты, решать некоторые эти проблемы на местном конкретном уровне», — говорит Хэслин. Это то, что они могут сделать в память о своей сестре. «Это один из способов выстоять, — добавляет он. — Как нам превратить трагедию в достижение?» ■


Перевод: М.С. Багоцкая

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Стикс Г. Нейромеханизмы душевной стойкости // ВМН, № 5, 2011.
- Trajectories of Resilience and Dysfunction following Potential Trauma: A Review and Statistical Evaluation. Isaac R. Galatzer-Levy, Sandy H. Huang and George A. Bonanno in *Clinical Psychology Review*, Vol. 63, pages 41–55; July 2018.
- Resilience: The Science of Mastering Life's Greatest Challenges. Second edition. Steven M. Southwick and Dennis S. Charney. Cambridge University Press, 2018.
- Multidisciplinary Research Priorities for the COVID-19 Pandemic: A Call for Action for Mental Health Science. Emily A. Holmes et al. in *Lancet Psychiatry*. Опубликовано онлайн 15.04.2020.



ВИРУСЫ — ДВИГАТЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ



Академик **Виктор Васильевич Малеев** — ученый-инфекционист с мировым именем, советник директора ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, автор множества актуальных разработок, которые и сегодня спасают жизни многих людей, лауреат Государственной премии России. Объездил полмира в составе медицинских бригад, борющихся с тяжелыми эпидемиями. Работал непосредственно в очагах смертельно опасных инфекций, бесконечно подвергая риску и свою жизнь. Наш разговор — о том, с какими инфекциями приходилось бороться ученому, почему вирусы всегда будут составной частью жизни человека, в чем специфика *COVID-19* и о многом другом.



Академик В.В. Малеев

— Виктор Васильевич, знаю, что у вас было очень тяжелое детство: росли в детском доме, переболели всеми возможными болезнями, бушевавшими в то время, страдали дистрофией — в восемь лет весили всего 20 кг...

— У меня было все — корь, ветрянка, паротит, малярия, холера, менингит. Наверное, я знаю не все болезни, постигшие меня в детском возрасте. Мы жили в Средней Азии, а там инфекционные заболевания свирепствовали в полную силу. Отец мой погиб на фронте, мама ни читать, ни писать толком не умела. Она всегда боялась, что не сможет меня прокормить, поэтому отдала в детский дом. В советское время детям все-таки уделяли внимание. Школа мне купила штаны, пальто, и я пошел учиться дальше. Хотел поехать в Ташкент, но не было денег, поэтому остался в Андижане. Но никогда об этом не жалел. Сейчас по сравнению с теми временами я, конечно, поправился: вешу 49 кг. Это немного, но все-таки уже вес.

— Действительно, немного! Что вы делаете для поддержания себя в хорошей физической форме?

— Я закаляюсь, каждый день занимаюсь гимнастикой, йогой, делаю упражнения с гантелями. Стараюсь правильно питаться, много хожу. Это обязательно нужно делать, потому что без этого поддерживать работоспособность невозможно. В 75 лет мне пришлось лететь в Африку на эпидемию лихорадки Эбола. Это тяжело.

— Есть ли у вас какие-то универсальные советы, какие надо делать упражнения, чтобы быть бодрым и здоровым в преклонном возрасте?

— Универсальных советов не существует, все индивидуально. Просто надо всегда себя хорошо чувствовать. Человек должен лучше знать, чем доктор, что ему подходит, а что нет.

— Такое обилие инфекционных заболеваний и ваше тяжелое детство как-то повлияли на выбор профессии?

— В какой-то степени да, хотя не только это. Чтобы быть хирургом, куда меня тоже сватали, надо иметь мощную силу, быть физически крепким, а у меня этого никогда не было. Конечно, потом, после окончания Андижанского государственного медицинского института, я работал обычным врачом, приходилось делать операции, принимать роды. Но все-таки моей основной специальностью стали инфекционные болезни. В Средней Азии, где я жил, это было очень актуально, да и сейчас это так. А еще, помню, меня уговаривали пойти в гинекологи, потому что у меня рука маленькая и узкая.

— Почему же вы не пошли в гинекологи?

— Меня мама запугала женщинами, я их сначала боялся. Она сказала: как только с ними свяжешься, у тебя вся судьба будет поломанная.

— Так оно и оказалось?

— Нет, я бы не сказал. Нашел одну, Веру Ивановну, и живу с ней уже 54 года. Она педиатр. Многие мои коллеги по несколько раз жен меняют, а мне это не надо. Даже есть такой анекдот: когда умирает жена академика, он выбирает следующую, и надо 100 лет от его возраста отнять, чтобы получить возраст его жены.

— Виктор Васильевич, вам пришлось столкнуться с большим количеством эпидемиологических ситуаций по всему миру. Какие из них были самыми трудными?

— Каждая ситуация была трудна своей непредсказуемостью. И все отличались друг от друга. В значительной степени моя жизнь связана с холерой. С этого все началось. В Средней Азии, особенно в летнее время, очень много маленьких детей гибнет от поносов, кишечных инфекций, потери жидкости. Когда дети умирают у тебя на глазах, матери кричат, плачут, — все это производит гнетущее впечатление. Я все время думал, как им помочь. Тогда ведь не было тонких иголок, чтобы им в вену попасть. Этим бедным детям накачивали растворы в бедра, делали «галифе» большим шприцем. Ребенок кричит, мать кричит, результат плохой. Это было идеалистическое время — мы все читали «Записки врача» В.В. Вересаева, труды В.Ф. Войно-Ясенецкого, верили, что должны посвятить себя служению пациентам... И я придумал, что нужен какой-то раствор, какая-то новая тактика лечения, которая не позволяла бы им умирать от обезвоживания.

— Именно тогда вы придумали знаменитый регидрон, которым мы и сегодня отпаиваем своих детей?

— Регидрон появился позже, а тогда, в конце 1960-х гг., были разработаны первые растворы для борьбы с обезвоживанием. Там ведь очень важен состав. Тогда как раз была большая вспышка холеры в Каракалпакии. На ней работал академик Н.Н. Жуков-Вережников. Было 25% летальных исходов, потому что не было жидкости. Пытались

обойтись бактериофагом, антибиотиками, но ничего не получалось. У нас был физраствор, а это только натрий хлор, и больше в составе ничего нет. Была пятипроцентная глюкоза. И больше никаких растворов начиная со времен С.П. Боткина, то есть с XIX в. А больной холерой теряет очень много разных солей. И нужен был раствор, который содержит все компоненты.

— А если добавлять их в физраствор?

— Пытались. В физрастворе нет калия — будем его добавлять. Пока калий добавляли, натрий «убежал». Появился ацидоз, или смещение кислотно-щелочного баланса в сторону кислотности. Надо соду добавлять. От соды трясло — она не прочищалась как следует. Были страшные пирогенные реакции. Даже такой известный человек, как Б.В. Петровский, наш выдающийся хирург, защитил кандидатскую на тему «Борьба с пирогенными реакциями при вливаниях». Эта проблема остро стояла и в хирургии. Мои полиионные растворы, которые я изобрел для холеры, по сей день применяются при перитонитах и других хирургических патологиях.

— Это была тема уже вашей докторской диссертации?

— Да. Но тут вышел казус. Я считал, что не имею права защищаться, пока мои растворы не докажут свою эффективность в деле. А когда доказали и я пришел защищаться, мне говорят: так тут же ничего нового, мы их уже всю применяем! Но потом все же защитился.

Потом, уже в 1970 г., была мощная эпидемия холеры в Астрахани. Я курировал астраханский филиал нашего института. Приезжали туда и специалисты ВОЗ, потому что это была тема, актуальная и для других стран, особенно для Африки. Я готовил такую систему, чтобы можно было приехать в поле и без всяких анализов вливать раствор десятками литров. В результате мы спасли многие сотни жизней.



1. Выступление на международной конференции по особо опасным инфекциям (Хошимин, Вьетнам)
2. Обсуждение с врачами КНР средства безопасности для медперсонала во время эпидемии SARS (Пекин, 2003)

— Но ведь вы занимались далеко не только холерой...

— Моя тема была шире, чем холера. В силу того что я знал другие инфекции, в том числе особо опасные, я стал заниматься лихорадкой Эбола, чумой, геморрагическими лихорадками, риккетсиозами, легионеллезом... Уже будучи главным инфекционистом Минздрава, я работал на первой атипичной пневмонии SARS в 2003 г. Тогда я даже решил на свои деньги поехать в Китай, чтобы посмотреть, что это такое и как они это лечат. Работал в очаге, надевал противочумный костюм. Ну и много было других инфекций, все и не упомянуть. Не говоря уж о таких распространенных, как сальмонеллез, дизентерия, другие холероподобные заболевания. Занимался также менингококковой инфекцией. Появилось много учеников, пошли диссертации.

— Виктор Васильевич, говорят, вы еще и полиглот.

— Ну, это сильно сказано. Я знаю английский, потому что работал в Индии, читаю лекции на английском. В школе мы все тогда учили немецкий — со словарем тоже перевожу. Говорю по-арабски. В конце 1990-х гг. я два месяца работал под американскими бомбежками в Ираке, сидел с больными холерой в одном бомбоубежище. Еще я три с половиной месяца работал в Йемене, переводчиков не было и пришлось записывать арабские слова, искать с населением общий язык. А узбекский помню с детства, я же 24 года там жил. Говорю на нем и даже составил для наших врачей-инфекционистов словарик из 100 слов, потому что в больницу нередко поступают гастарбайтеры, не говорящие по-русски. Врачам надо их понимать.

— Вы много времени провели в очагах опасных инфекций. Не боялись заболеть?

— А чего бояться? Это моя работа. Хотя холерой, думаю, болел. В Сомали я работал в госпитале, где пришлось есть из одной тарелки с больными холерой. Там я был один, и надо было и кормить людей,



и еду разогревать, и лечить их. Но я болел, вероятно, в легкой форме.

— **Более 50 лет вы работаете в ЦНИИ эпидемиологии. Солидный срок!**

— В 1968 г. мне невероятно повезло попасть к В.И. Покровскому. Это мой учитель, который много был лет президентом Академии медицинских наук. Он всегда меня поддерживал. Сейчас институт — мой второй дом, а может и первый. Без него своей жизни не мыслю.

— **Виктор Васильевич, не могу не спросить: как вы оцениваете нынешнюю инфекцию COVID-19 на фоне всего того, что вам довелось увидеть и узнать в жизни?**

— Это очередной инфекционный ренессанс. Все думали, что инфекции — это для слаборазвитых стран, а мы их давно и бесповоротно победили. Мы разделились с оспой, на подходе полиомиелит и туберкулез, следом СПИД... Но время идет, а туберкулез, СПИД, даже корь никуда от нас не делись. И в этой ситуации у нас закрывались инфекционные больницы, сокращались специалисты. Ведь на дворе рыночные отношения, и если инфекционная койка какое-то время не используется, ее просто ликвидируют. Какой смысл ее содержать, ведь надо на этом месте зарабатывать деньги, а больных нет. И тут грянуло.

— **То есть мы были не готовы встретиться с этой инфекцией?**

— Совсем не готовы. У нас принято считать, что инфекционная служба не относится к разряду высокотехнологичных. Если, допустим, в хирургии повсеместно внедряются новые технологии, то здесь, казалось бы, работа не поставишь. А почему? Если у нас есть достижения в робототехнике, то почему робот не может зайти в палату и дать лекарство инфекционному больному или приборать? Почему нужно, чтобы это делали медработники, подвергая себя риску?

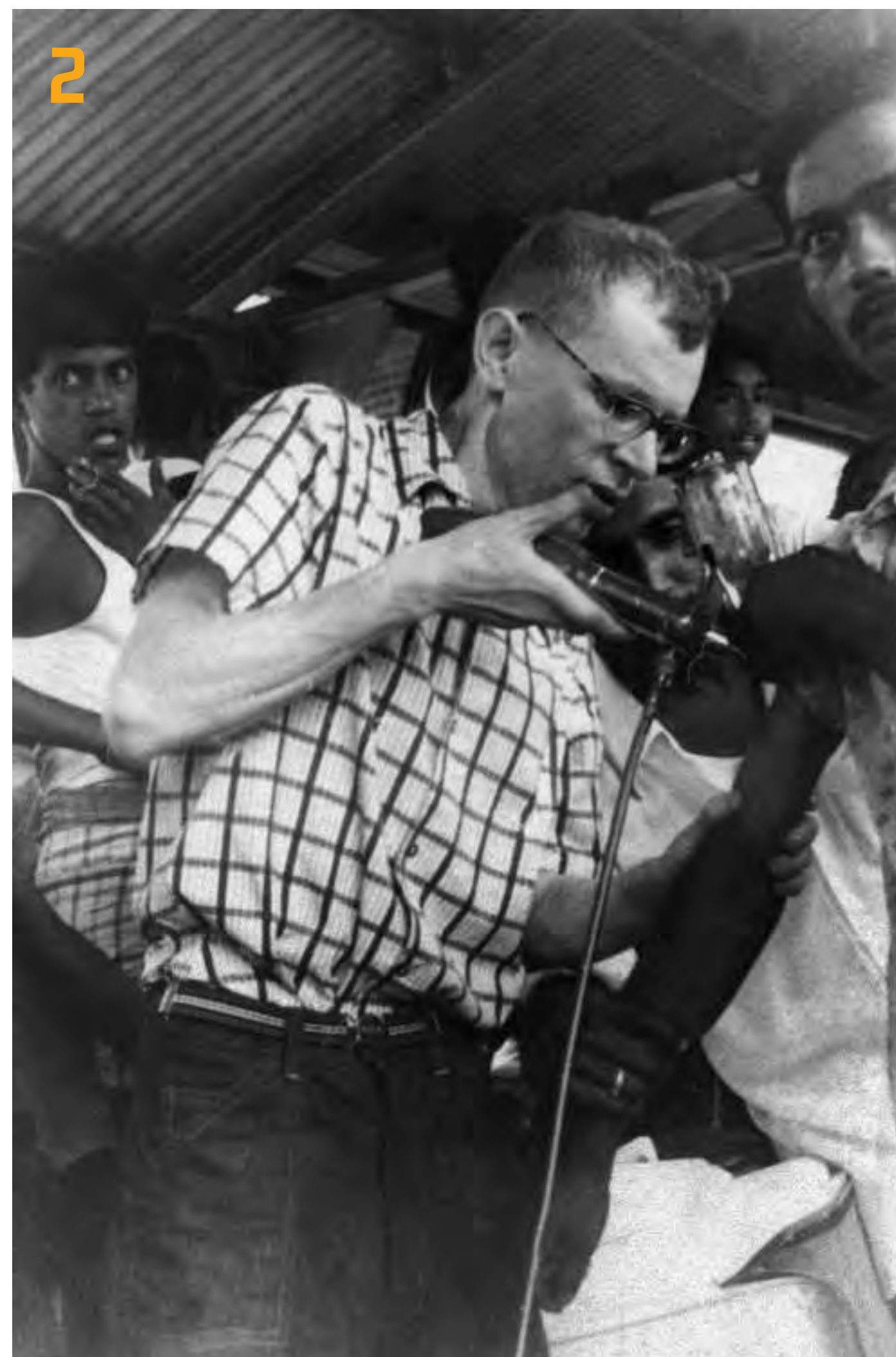


— **Тем более что такие роботы разработаны, они существуют.**

— Ну так давайте их применим! А если в целом, то я считаю, что не учли очень важный фактор: инфекция — это составная часть природы, как и человек. Мы знаем только несколько процентов всех возбудителей, которые существуют в природе. Очень много возбудителей у животных, о которых мы даже не догадываемся. Многие, как И.В. Мичурин когда-то, считают, что мы не должны ждать милостей от природы, надо их у нее взять. Но управлять природой мы пока не можем. Скорее она управляет нами.

— **Что в этой ситуации нужно делать?**

— Надо учиться быстро реагировать на такие ситуации, потому что они будут всегда. Надо более основательно обучать студентов и врачей. Нельзя пренебрегать нашей специальностью. А глобальная тактика — изучать все эти вопросы, учиться хоть в какой-то степени предвидеть возможные вспышки и эпидемии, чтобы не допустить их. Бороться с инфекцией как таковой бесполезно. Инфекция всегда будет нашей частью. Мы сами



1. Исследование увеличенного шейного лимфоузла с подозрением на чумной бубон у ребенка на юге Вьетнама

2. Прививка населения Бангладеш во время эпидемии холеры прибором для многократного использования

3. Обследование больного холерой в полевых условиях во время эпидемии в Кении

3



в значительной степени состоим из микробов. У нас в организме примерно 40 млрд микробных клеток, и только 30 млрд — наши собственные. Вся эволюция человека — это эволюция его микробов. Я называю это коэволюцией — мы развиваемся совместно с микроорганизмами. И главными двигателями эволюции выступают вирусы: это они заставляют меняться, двигаться и быть тем, что мы есть.

— **Значит, нам надо не столько бороться с вирусами, сколько научиться жить с ними рядом, чтобы они нас не уничтожали?**

— Именно так.

— **Насколько, по вашему мнению, опасен COVID-19?**

— Я ему благодарен. Он убедительно показал, что с инфекцией нельзя шутить. Это дело серьезное. Для нас, для человечества, это важная наука. Конечно, были нам и другие уроки, но, видимо, человечество их не до конца усвоило. Впрочем, и мы изменились. Если раньше люди умирали, зачастую непонятно от чего, то сейчас каждую смерть мы исследуем. Мы выяснили, какой вирус вызывает летальный исход или тяжелые осложнения. Это очень важно. Не могу сказать, что он страшнее таких, как, скажем, чума или лихорадка Эбола. Там 60–70% летальности, здесь все-таки процент заметно ниже. Думаю, что мы от этого вируса никуда не денемся, мы все им переболеем, пока появится действительно эффективная вакцина, которой удастся привить основную часть населения.

— **Все-таки переболеем?**

— Думаю, да. Хотя у любой инфекции есть циклы и постепенно она пойдет на спад сама по себе. Эпидемии как массового явления уже не будет. Но постепенно она укоренится. Как и грипп, коронавирусная инфекция станет нашим постоянным спутником. Настанет такой момент, когда наша иммунная система будет над ним преобладать, и тогда нам будет не страшна эпидемия, а вирусу ничего не останется, как измениться. Вероятно, появится другой вирус, он тоже изменится,

приспособится, потом опять будет подъем, потом спад и т.д. Человек всегда опаздывает с приспособлением. Мы гоняемся за вирусами, пытаемся догнать их, создать какие-то новые лекарства, но не успеваем. Все потому, что у них свои законы, которых мы пока во многом не знаем.

— **Виктор Васильевич, в одном из ваших интервью вы сказали, что хотите переболеть новой коронавирусной инфекцией. Неужели это правда?**

— Да, я это сказал. А почему нет? Я же лечу людей, хожу среди них. Так почему бы уже не переболеть, чтобы не волноваться на этот счет?

— **Но это же может стать для вас фатальным.**

— Фатальным может стать все что угодно. Нам это знать не дано.

— **А вы принимаете какие-то меры профилактики?**

— Эти меры общие для всех. Помимо мытья рук и дистанцирования очень большое значение имеет иммунитет слизистых. У нас есть так называемый мукозальный иммунитет, которому обычно уделяют мало внимания. Если говорить о слизистых, надо обязательно каждое утро прополаскивать носоглотку водой. Еще я делаю дыхательную гимнастику. Очень важно движение. Если человек сидит или лежит, у него происходит застой крови и лимфы, и тогда шанс заболеть в тяжелой форме выше. Надо постоянно поддерживать внутреннюю готовность к встрече с инфекцией.

— **Вы готовы?**

— Готов. Я всю жизнь в борьбе. С рождения. Поэтому и выжил, несмотря ни на что.

— **Вы не просто выжили, но стали выдающимся ученым, академиком. Как вам это удалось?**

— Мною всегда двигала любовь к инфекциям. Как говорится, кому холера, а кому мать родна. Мне это всегда было интересно.

— **Что вы еще любите, кроме инфекционных болезней?**

— Я люблю науку. Мне всегда хотелось понять, как можно найти подход к той или иной болезни, придумать что-то, чтобы спасти людей. Помню, в Кении я подбирал их прямо на улицах, находил тех, кто еще дышит, и вливал свои растворы. Важно было найти новые подходы, которые оказались бы более эффективными. Без науки мы никогда не будем развиваться, двигаться вперед. А вообще академиком я стал из-за жены.

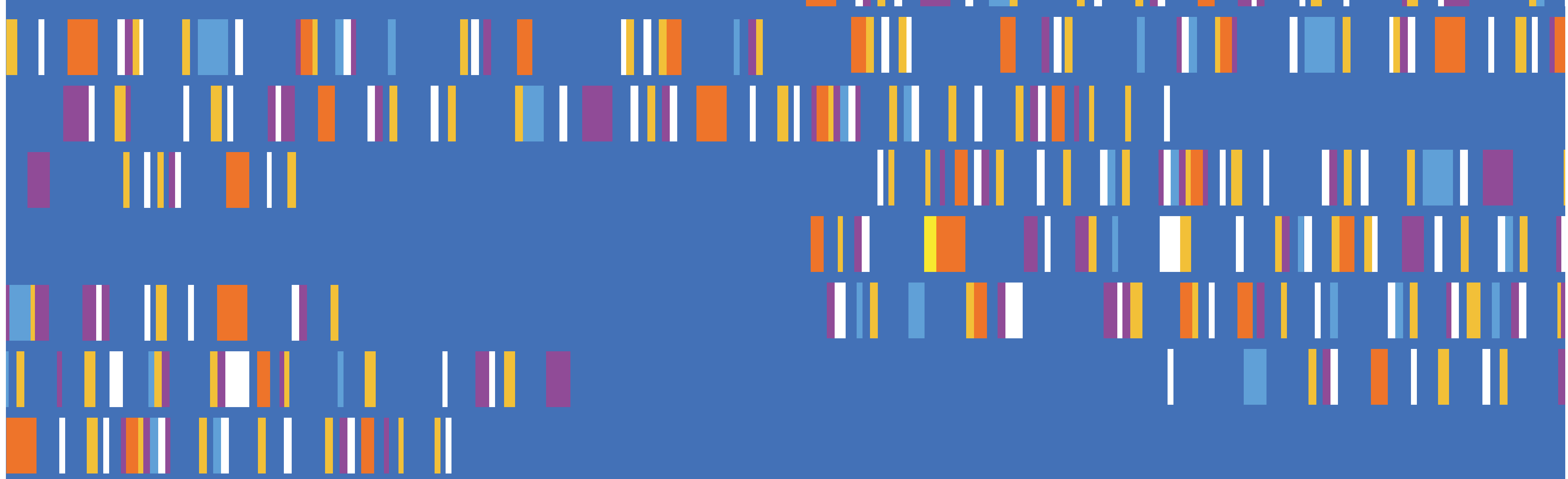
— **Как это?**

— Она в свое время стала настаивать, чтоб я пошел в науку. Я же хотел работать врачом, мне это нравилось. Она говорила: зачем нам два врача, иди в науку! Пришлось идти.

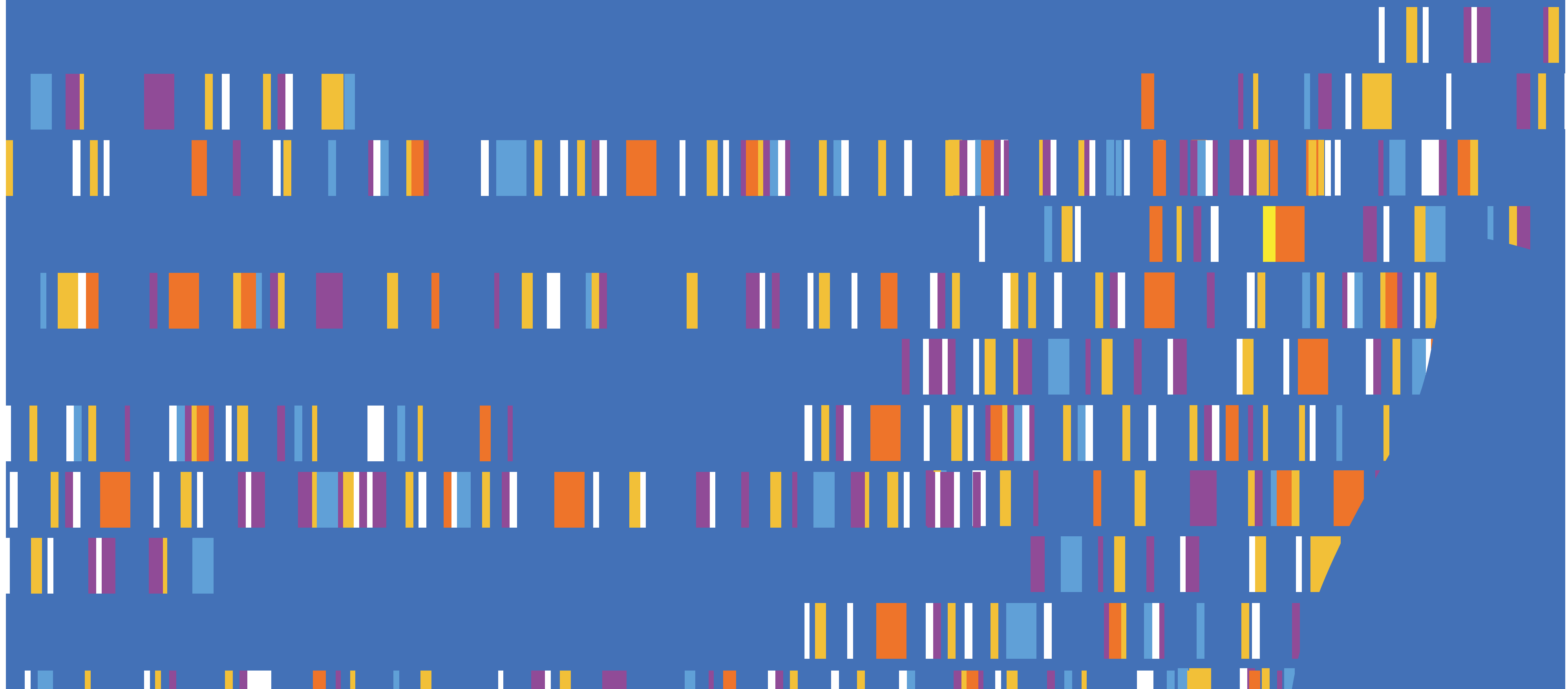
— **Значит, жену вы тоже любите?**


— Ну, тут уж куда деваться! ■

Беседовала Наталия Лескова



**«ГЕНЕТИКА —
ЭТО МОСТ
МЕЖДУ
НАУКАМИ»**





Почти 100 лет назад генетику объявили «продажной девкой империализма», а сегодня это самая быстро и динамично развивающаяся научная отрасль, которую называют связующим звеном между науками. Что осталось в генетике со времен Н.И. Вавилова, который в прямом смысле слова положил на это дело свою жизнь, и что принципиально изменилось; какие новые теории позволяет создавать генетика и какие перспективы это открывает; чем с генетической точки зрения отличается нынешний коронавирус от всех прочих и почему биотехнологии откроют не только новые горизонты возможностей, но и новые, доселе неведомые опасности — об этом наш разговор с директором Института общей генетики РАН им. Н.И. Вавилова членом-корреспондентом РАН Александром Михайловичем Кудрявцевым.



Член-корреспондент РАН А.М. Кудрявцев

— Александр Михайлович, ИОГен относится к числу старейших институтов в структуре академии наук. Как вы думаете, с тех пор, как его создал Н.И. Вавилов, что-то удалось сохранить в духе, атмосфере института?

— Судьба института была непростой. Это действительно старейшее учреждение в системе академии наук. Создавался он как Бюро по евгенике в Петербурге, потом стал лабораторией генетики, которая впоследствии превратилась в институт. Мы знаем, что у генетики в нашей стране была трагическая судьба. Н.И. Вавилов погиб в саратовской тюрьме, а генетика была объявлена лженаукой. В биологии воцарился Т.Д. Лысенко, который возглавлял наш институт в течение четверти века. В этот период вавиловское наследие и вся классическая генетика изгонялись из этих стен, но все-таки их удалось сохранить.

Надо сказать, при Николае Ивановиче здесь существовала мощнейшая теоретическая генетическая база. Достаточно того факта, что здесь работал будущий нобелевский лауреат Герман Меллер, автор хромосомной теории наследования, приехавший по приглашению Вавилова из Америки.

Н.И. Вавилов был колоссальной фигурой в отечественной и мировой науке. Он занимался как фундаментальной частью, так и прикладной, в том числе сельским хозяйством. Мы знаем, что знаменитый институт растениеводства в Петербурге — тоже его детище. Собственно, это все и сохранилось — и прикладная часть, и теоретическая. Мы по-прежнему занимаемся генетикой сельскохозяйственных растений и животных, но уже на новом уровне. Мы можем сейчас осуществлять синтез фундаментальных знаний с практикой. В частности, наш институт всегда был лидером

по популяционной генетике. Здесь работал наш выдающийся генетик популяций академик Ю.П. Алтухов. Соответственно, здесь у нас очень сильная школа популяционной генетики, которая началась с изучения диких организмов, рыб и растений. Потом была создана школа популяционной генетики человека, ее возглавил профессор Ю.Г. Рычков. Сейчас здесь трудятся его последователи. Во многом это все вавиловские идеи. Вообще, генетика сейчас — одна из самых бурно развивающихся наук, здесь чуть ли не каждый день появляются новые направления. Наш научный руководитель академик Н.К. Янковский продвигает идею, что генетика — это мост между науками, не только биологическими и гума-

нитарными, но и любыми. Например, когда мы изучаем генетику человека, мы, безусловно, сталкиваемся с вопросами и чисто антропологическими, и социально-культурными, и лингвистическими. Это направление, уверен, будет развиваться.

— Что отличает ваш институт от многих подобных?

— Мы работаем с конкретным организмом. В других генетических институтах занимаются общими механизмами, для них не столь важен индивидуум. А для нас со времен Н.И. Вавилова определяющее значение имеет конкретный организм. Мы понимаем, что генетика одного индивида отличается от генетики другого. Именно эти различия мы и изучаем. Для нас это принципиальный момент, важный в том числе в сельском хозяйстве. Ясно, что у всех коров одинаково работают гены, но при этом мы видим, что один бык — уникальный производитель, а второй — так себе. Почему?

— И можно ли сделать так, чтобы каждый бык стал уникальным производителем?

— Когда мы создаем какую-то породу, то можем многое изменить через потомство. Для этого нам надо найти не только быка-производителя, но и подходящую корову. Этим мы до сих пор занимаемся. Конечно, есть институты животноводства, которые тоже изучают генетику сельскохозяйственных животных, но при этом они не занимаются, допустим, генетикой микроорганизмов. А мы занимаемся. Поэтому наш институт — общей генетики, и в этом его уникальность.

— Вы сказали, что удалось сохранить со времен Н.И. Вавилова. А что изменилось? Что стало кардинально новым?

— Мы научились работать не только с фенотипом, но и напрямую с генотипом. Н.И. Вавилов и его

соратники, анализируя внешний вид организма, составляли свое представление о его генетике. Когда Грегор Иоганн Мендель устанавливал законы наследования, он работал с горохом, который для него делился на зеленый и желтый. Сейчас мы знаем, что вся генетика заключена в ДНК. Современные методы, которые стремительно развивались в последние 20 лет, позволяют работать непосредственно с гено-типом. Сегодня, когда мы говорим о разнице между двумя организмами, мы можем на уровне ДНК посмотреть, чем один отличается от другого, а уже потом скоррелировать, как эти отличия выражаются в фенотипе. Мы видим ген как абсолютно материальную единицу. Это, наверное, самое главное изменение в генетике с тех времен, когда Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик открыли двойную спираль ДНК. Но это тоже было давно, уже полстолетия назад. В последнее десятилетие мы научились легко оперировать с этой материальной основой наследственности. Раньше, когда я был начинающим ученым, работа с ДНК была чем-то за пределами трудным, а сейчас это делается широким сканированием. Сейчас существует амбициозный проект полного сиквенса геномов всех эукариот. Это миллионы видов! В той же сельскохозяйственной генетике появились новые технологии селекции. Когда-то Н.И. Вавилов разработал теорию научной селекции, но все это делалось по внешнему виду. Сейчас у нас появилась маркерная геномная селекция. Это новый этап в научной селекции. Мы сейчас можем совершенно по-другому создавать новые организмы. У нас на вооружении новые методы генетической инженерии, включая генетическое редактирование. Мало того что мы многое лучше видим и понимаем, при этом мы еще и можем целенаправленно вносить какие-то изменения.

— Если бы напротив вас сейчас сидел Н.И. Вавилов, о каких разработках института бы вы ему рассказали в первую очередь?

— Я бы обязательно сказал о биоинформатике, с помощью которой у нас анализируют геном. У нас работает член-корреспондент РАН В.Ю. Макеев, руководитель лаборатории, в которой создают уникальное программное обеспечение, признаваемое мировым сообществом. Они выигрывают компьютерные состязания для профессиональных биоинформатиков, потому что у них создается беспрецедентное ПО для анализа генома.

Замечательные достижения демонстрирует наша лаборатория эволюционной геномики, которой руководит член-корреспондент РАН Е.И. Рогов. Именно им открыты гены болезни Альцгеймера и многие другие. Благодаря этим работам геномика человека у нас одна из самых сильных в мире.

Популяционную генетику человека у нас ведет лаборатория профессора РАН О.П. Балановского. В рамках этих исследований, в частности, осуществляется программа Союзного государства, возглавляемая Н.К. Янковским. Там ставятся обширные задачи (в том числе криминалистические) исследования генома самых разных представителей постсоветского пространства. Это, по сути, широкий срез генетики населения Союзного государства, всех его народов и этносов, и это тоже величайшее достижение.

— Александр Михайлович, вы руководите лабораторией генетики растений, то есть занимаетесь прямым продолжением дела Н.И. Вавилова. Расскажите, что важного здесь удалось сделать?



1. Опытные поля Института генетики с посевами пшеницы (вид с нынешней улицы Вавилова), на заднем плане справа — башня Оранжевого корпуса Института генетики (фото из фондов музея Н.И. Вавилова); 2. Н.И. Вавилов



— Много что удалось. Во-первых, мы повторяем маршруты его экспедиций. Недавно я побывал в экспедиции в Эфиопии, где мы прошли по пути Н.И. Вавилова, посмотрели, что сохранилось после него. Мы собирали староместные сорта пшеницы, провели современными методами генетики сравнение коллекции Н.И. Вавилова, сохраненной в Санкт-Петербурге в ВИРе, с коллекцией, собранной нами, и увидели большую разницу по генетическим маркерам.

И сейчас перед нами стоит большой фундаментальный вопрос: что происходит? То ли это эволюция в природе, то ли какие-то другие механизмы. Мы видим, что очень трудно удержать мгновение жизни даже в коллекции Генбанка. Этот вывод ставит перед нами новые задачи, особенно важные на фоне необходимости сохранить биоразнообразие. У нас исчезают и дикие, и культурные виды.

О том, что исчезающие виды необходимо собирать в коллекции, догадался еще Н.И. Вавилов. Сегодня используется относительно немного современных хороших сортов, которые занимают огромные площади. Что дальше? Может произойти глобальное изменение климата, какая-нибудь пандемия, и все эти сорта перестанут быть такими хорошими. А где взять новых доноров для селекции, которые могут привнести в новые сорта устойчивость или адаптивность к этим условиям? Даже генбанки не могут сохранять материал долго, он гибнет, его нужно пересевать. А пересев — это возможные ошибки.

Вторая важнейшая задача, с которой сегодня мы работаем вместе с крупными сельскохозяйственными холдингами, — научиться производить собственные семена сахарной свеклы. Дело в том, что сейчас в стране их нет, все завозные, хотя при этом мы мировые лидеры по производству сахара. Значит, мы должны создать собственные гибриды для производства семян. Как это сделать? Это вопрос для современной генетики, потому что без методов маркерной и геномной селекции, которой мы владеем, нет ни малейшей надежды тягаться с западными конкурентами. Государство тоже участвует в этой работе. Сейчас действует программа «Селекция и семеноводство сахарной свеклы», которая поддерживается из госбюджета.



Совместная российско-эфиопская биологическая экспедиция в Эфиопию. По следам Вавилова. В поисках черной пшеницы. А.М. Кудрявцев и Мул.

— Я знаю, что у вас в институте создана новая лаборатория, которая занимается генетическими исследованиями в области онкологии. Мало того, сотрудниками лаборатории разработана новая теория генетики рака, а это большое событие в мире науки.

— Это правда. Речь идет о лаборатории неофункционализации генов профессора А.П. Козлова, который пришел работать к нам в институт. Скажу, о чем идет речь. Мир, в котором мы живем, как известно, возникает в процессе эволюции. Но где же эволюция берет материал для себя, каким образом все это происходит? Суть теории в том, что в результате случайных событий в геноме возникают некие протогены, которые еще не имеют никакой функции, но затем они должны эту функцию обрести. Где они могут ее обрести? Оказывается, только в раковой опухоли. И Андрей Петрович показал, что есть сотни генов, которые не экспрессируют в нормальных тканях человека, но в раковой опухоли начинают работать очень интенсивно.

— То есть раковая опухоль нужна эволюции?

— Согласно теории, это именно так. Тому есть множество примеров. Скажем, у млекопитающих молочная железа обладает всеми признаками опухоли. Скорее всего, изначально это была некая опухоль, которая в процессе эволюции приобрела функцию и закрепилась. К таким опухолям, обретшим важную функцию, относится также предстательная железа, селезенка и многие другие органы. Фактически большинство органов прошли через опухолевую стадию в процессе эволюционного развития.

Из этой теории следуют по меньшей мере два практических выхода. Если мы знаем, что в опухоли всегда экспрессируют гены, которые молчат в нормальных тканях, то речь может идти о создании универсального метода диагностики, способного показать появление раковых клеток на самых ранних этапах. Если мы видим, что начинается экспрессия таких генов, мы можем сказать о наличии онкопроцесса.

Второе — мы сегодня точно не знаем, представляет ли собой работа этих генов следствие того, что у них появилось поле, где они могут себя проявлять, или они сами стимулируют развитие опухоли. В частности, нам уже известны гены, которые позволяют опухоли расти дальше. И тогда появляется следующий вопрос: если мы сможем заблокировать работу этих генов, то и опухоль начнет регрессировать или, как минимум, не будет прогрессировать?

Конечно, тут еще множество вопросов, но А.П. Козлов уже сделал немало докладов в разных научных организациях в России и за рубежом, издал монографии, и ученые в большинстве своем соглашались с этой теорией, потому что она действительно кажется очень верной. Даже палеонтологи говорят, что у них есть наблюдения, которые свидетельствуют именно о таком пути эволюции — через новообразования, которые сначала были нефункциональными, а потом обрели нужную функцию.

— **Александр Михайлович, у вас есть также лаборатория генетики микроорганизмов, что сейчас особенно актуально, учитывая ситуацию**



Лаборатория генетики микроорганизмов

с новой коронавирусной инфекцией. Какие наблюдения имеются здесь?

— Вообще, генетика микроорганизмов — это очень интересное направление, у нас этим занимается лаборатория под руководством профессора В.Н. Даниленко. Сейчас все больше внимания и в фундаментальной науке, и в медицине уделяется микробиому человека. В каждом человеке, как известно, живут несколько килограммов бактерий, и они определяют очень многое, начиная с пищеварения и заканчивая способностью мышления. Сейчас показано, что, например, многие случаи аутизма связаны со сдвигом в микробиоме, а сдвиг этот происходит достаточно легко. Скажем, вы приняли антибиотики и у вас «родные» микроорганизмы вымерли, заместились другими, и все сдвинулось. Соответственно, одно из направлений — это сохранение микробиома человека. Возможно, это одно из направлений медицины будущего, когда у фактически здорового человека в раннем возрасте можно будет в коллекцию заложить его микробиом, чтобы потом, в случае если произойдет катастрофическая болезнь, этот микробиом восстановить. Здесь возможно производство новых пробиотиков, разнообразных пищевых добавок, и у нас идет активное сотрудничество с Университетом пищевых технологий.

Еще одно важное направление связано с туберкулезом. Сейчас все говорят о коронавирусе, в то время как туберкулез тоже никуда не делся. Мало того, он стал особо агрессивным, устойчивым к антибиотикам. Вот почему еще так важно секвенировать все эукариоты. Это даст нам возможность посмотреть, какие микробы живут на территории России. Ведь среди них не только патогенные, но и очень много полезных. Вообще, микроорганизмы — это основа биотехнологии, и находить новые микроорганизмы — тоже наша работа.

— **Где вы их находите?**

— Практически везде. Сейчас, например, мы исследуем микробиом океана. Для этого мы берем пробу воды, оттуда выделяется тотальная ДНК, где находятся сотни новых видов бактерий, которые раньше другими методами находить не удавалось. Почвенный микробиом, микробиом животных, человека — это все нужно исследовать.

Если говорить о коронавирусе, то сейчас, как известно, создается вакцина, а к ней нужны адьюванты, которые делают из разного рода редких веществ — скажем, из хряща акулы. Показано, что если вакцинировать все население земного шара, то у нас не хватит не только стекла для ампул, но и акул. А у нас есть микроорганизмы, найденные нашими генетиками, которые могут быть адьювантами, в том числе для таких вакцин.

— **Александр Михайлович, в чем, на ваш взгляд, уникальность нынешнего коронавируса? Есть ли что-то, чем он вас удивил?**

— Я не вирусолог, но когда только коронавирус появился, у меня сразу же возникло ощущение, что он очень странно себя ведет. Когда поступали первые данные, какова его заразность, я просто просчитал, сколько у нас должно быть заболевших. Но на самом деле их намного меньше. Динамика довольно странная. Потом стали появляться сообщения, что многие болеют бессимптомно. Я думаю, что бессимптомно болеют люди, которые когда-то переболели какой-то другой коронавирусной инфекцией. В общем, этот коронавирус очень похож на другие виды этого семейства коронавирусов. Да, у него есть своеобразный спайк-белок, но другие-то белки у него похожи. А против других белков тоже может быть иммунитет. И таких людей с иммунитетом оказалось довольно много.

Потом стало выясняться, что бессимптомные не заразны. И вот это, на мой взгляд, объяснение, почему этот вирус не так быстро распространяется, как другие ОРВИ или грипп. Мое мнение — этот вирус как бы двойственен. С одной стороны, он не так опасен для популяции в целом, как оспа или чума. Но он оказывается опасным для каких-то конкретных людей, которые не будут к нему устойчивыми и начнут тяжело болеть.

— Причем предсказать, кто из этих людей в группе риска, не всегда возможно.

— Да, и в этом сложность. Очень важный момент нынешней ситуации — большинство должно страдать и терпеть неудобства из-за меньшинства. Это



Шляпа Н.И. Вавилова для полевых работ и его планшет

совершенно новый философский компонент, принесенный в нашу жизнь нынешней эпидемией. Это новая психология, пришедшая в наше общество.

Я уже много лет думал, почему у нас нет пандемии. Они должны происходить по определению, потому что у нас растет численность населения, плотность, количество миграций. Всегда из природного резервуара может выскочить новый вирус и начать поражать человека.

И вот пандемия наконец произошла, как бы напомнив всем нам, что это может случиться в любой момент. Это означает, что нам надо изучать не только микробиом, но и виром природы — какие существуют вирусы, какие из них встречаются у животных. Надо быть готовыми к встрече с ними. Поскольку сейчас мы можем создавать вакцины *in silico* к этим вирусам, то почему бы не разработать какие-то платформы предварительно? Поэтому я думаю, что такая программа по геному вирусов очень нужна.

— Было очень много спекуляций по поводу того, что вирус имеет искусственное происхождение. Что вы можете сказать на этот счет?

— Это могут сказать только спецслужбы. Я же думаю, что есть какие-то подозрительные моменты, которые могут натолкнуть на некоторые вопросы. В целом новый коронавирус очень похож на своих родственников, но там прослеживается одна необычная геномная последовательность, которая в принципе могла возникнуть случайно, но могла и искусственно. Загвоздка в том, что именно эта последовательность в геноме дает возможность вирусу атаковать клетки человека. Но возникла ли она спонтанно или ее сделали в лаборатории, точно сказать не могу.

— А вы в своих лабораториях могли бы создать такой вирус?

— На самом деле, все намного серьезнее, чем можно предположить. Такие последовательности не то что в нашей лаборатории — скоро в гараже можно будет создавать. Биохакинг — реальная угроза нынешнего дня. Все острее встает проблема биобезопасности, которой тоже надо уделять серьезное внимание. В самое ближайшее время начнет развиваться генетическое оружие. Оно уже создается в мире; например, уверен, что этим занимается Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA).

Но это лишь начало. Скоро биотерроризм станет проблемой номер один, на фоне которой нынешние проблемы с наркотиками отойдут на второй план. Генетическая инженерия — это наше общее будущее, но это как ножик, которым можно колбасу порезать, а можно человека убить. Вы можете создать методом генетической инженерии продукт абсолютно безвредный, а можете получить продукт,



Рабочий стол
Н.И. Вавилова
с полевым
микроскопом
в его
мемориальном
кабинете

который причинит вред или вызовет привыкание. Это новая реальность, которую перед нами открывают биотехнологии. Хотим мы этого или нет, но мы с этим столкнемся — и нам надо быть к этому готовыми. Нужны новые методы идентификации, анализа, противодействия, и в это тоже надо вкладываться. Биотехнологии становятся новой отраслью промышленности, а генетика — базис этой биотехнологии.

— **Вы говорили о том, что по сравнению с теми временами, когда вы были молодым ученым, генетика сделала резкий шаг вперед. Когда-то погружение в структуру ДНК казалось дремучим лесом, а сейчас это нечто рутинное. Как вы думаете, что может случиться еще через 20–25 лет? Чего нам ждать?**

— Мы не просто будем изучать генетический материал, но и начнем им оперировать. Мы не только будем понимать, как это работает, но и сможем вносить изменения целенаправленно, чтобы лечить генетические заболевания, и это станет общепринятой рутинной практикой. Это происходит уже сейчас, но пока генетическое редактирование — все-таки достаточно сложная и дорогая процедура. Скоро это станет доступно всем. Вот как сейчас вы приходите в диагностический кабинет и говорите: «Сделайте мне ПЦР-тест», — и никто не задумывается, что несколько лет назад это было абсолютной экзотикой. Так же будет и с генетическим редактированием.

— **Как вы считаете, насколько опасно вмешательство в святая святых — геном человека?**

— Безусловно, это опасно. Однако человек всю свою историю балансирует на грани опасностей, но никогда это его не останавливало. Вся наука на этом стоит. У меня такое впечатление, что мы сейчас должны думать в первую очередь о том, как нам купировать опасность, которую мы создали в предыдущие времена. Все говорят, что генетическая инженерия, генно-модифицированные растения в сельском хозяйстве — это опасно. Но никто не думает, насколько опасно для природы все сельское хозяйство как таковое. Когда мы сыпем тонны удобрений-пестицидов, распыляем инсектициды, фунгициды, идет война с природой и в конечном счете с самими собой. Последствия этой войны отражаются на человеке уже сейчас. Если у нас сменится парадигма сельского хозяйства в пользу развития биотехнологий, то эту нагрузку можно снизить.

— **Александр Михайлович, что вы считаете самым важным в вашем институте?**

— Самое главное — это, конечно, кадры. Это не стены нашего здания, пусть они даже исторические, не оборудование, которое, конечно, нужно, но его можно найти у коллег, у соседей. Главное — чтобы в головах людей происходило формирование новых теорий, новых гипотез. Это и есть суть нашей работы. Когда меня спрашивают, какова концепция нашего института, я говорю, что стремлюсь создать здесь территорию разума, чтобы ученым было комфортно работать. Надеюсь, это у нас получается. ■

Беседовала Наталия Лескова

В мире науки

SCIENTIFIC
AMERICAN

Ежемесячный
научно-информационный
журнал

www.sci-ru.org

8/9 2020

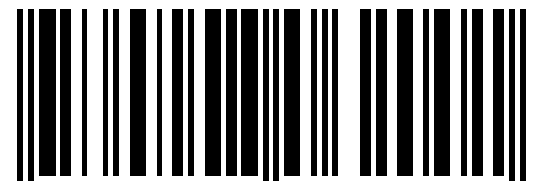
12+

ТЕМНЕЙШИЕ ЧАСТИЦЫ // ГЕНЕТИКА В РОССИИ // ДОИСТОРИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТИВ

ВНУТРИ КОРОНАВИРУСА

Все, что мы знаем
на данный момент
о COVID-19

ISSN 0208-0621



9 770208 062001

20008



>

