

*Michał Nienaltowski, Blanka Bugajewska, Kaja Bors, Piotr Czupryna, Karol Borawski,
Anna Moniuszko-Malinowska*

BIOTERRORISM: CURRENT SITUATION

BIOTERRORYZM – SYTUACJA OBECNA

Department of Infectious Diseases and Neuroinfection, Medical University of Białystok,
Poland

Klinika Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

Received: 03.12.2024

Accepted for publication: 10.02.2025

Otrzymano: 03.12.2024

Zaakceptowano do publikacji: 10.02.2025 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Michał Nienaltowski

Klinika Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

email: nienaltowski1@o2.pl

ABSTRACT

Bioterrorism is the phenomenon of the unlawful and intentional use of biological agents, such as pathogenic microorganisms or toxins, to cause health, economic and social harm. This paper discusses the basics of the CDC's classification of potential agents used in bioterrorism with a focus on the description of the most dangerous Category A pathogens. This includes their general characteristics, potential for use as biological weapons, and the most current forms of diagnosis, treatment and prevention of diseases caused by them.

The paper highlights the role of international organizations, such as the UN and Interpol, in monitoring and countering bioterrorism threats.

The paper also includes information about bioterrorist attacks in recent years and possible potential threats in the future. A narrative review of scientific literature, government reports and data from international agencies was conducted. The results highlight the need for continuous monitoring of bioterrorist threats, the development of effective response schemes and investment in protective measures. Despite its rarity, bioterrorism has a high potential effectiveness in causing social panic and economic destabilisation, making it one of the most serious challenges facing the world today.

Keywords: *bioterrorism, biological agents, biological weapons*

INTRODUCTION

The definition of bioterrorism is the unlawful/illegal and intentional use of biological weapons (microorganisms, toxins) to cause death or illness in humans, which in turn causes confusion and panic in society. Such use of biological agents is most often intended to force specific actions or to intimidate a government, civilian population or a specific group of people. Bioterrorist activity focuses on causing harm and intimidation, and the motivation behind bioterrorist activity may be political, social, or religious (1).

Biological weapons are mass destruction weapons, belonging to a subset of unconventional weapons (together with chemical and nuclear weapons). Their payload consists of biological agents – bacteria, viruses, fungi or toxins produced by living organisms. Their use is aimed at causing disease, death, social unrest and economic losses to the enemy. They can be used against selected individuals, the military, civilians, against animal breeding or plantations.

The use of biological weapons has many advantages over conventional methods. Their main features include: high transmissibility, undetectability during the attack, discretion and mobility, low traceability in the initial phase and infectiousness upon direct contact (2,3). Due to the possible long incubation period, an attack carried out using them may remain difficult to detect for a long time. Symptoms associated with a biological attack may resemble the course of natural diseases. The distinction between a bioterrorist attack and a natural epidemic is based on the analysis of several key criteria: the type of agent (the use of some rare agents may indicate criminal use), temporal and spatial distribution (the pathogen detected in an area where it did not occur before), and circumstances related to the environment and geographical space (near important state centers and places with a high concentration of population) (4). However, biological weapons are used relatively rarely due to the lack of possibility to control their spread and the risk of infection of the perpetrators themselves, as a result of accidental release of pathogens during their storage or transport.

Biological weapons can be delivered by various means, such as adapted classical missiles, bombs, rockets, or artillery shells that release pathogens upon impact. Biological agents can also be sent in letters and other postal items (anthrax spores) or by using natural carriers (fleas, ticks, lice, mosquitoes). Aircraft have the ability to spray aerosols with biological agents over a wide area. Currently, unmanned aerial vehicles (drones, especially nano- and microdrones) can be used for biological attacks, which can be controlled completely remotely

(5). In addition, terrorist groups can introduce pathogens into drinking water reservoirs, food production sites, or other strategic facilities, causing mass epidemics (6).

BIOLOGICAL AGENTS USED IN BIOTERRORISM

The most important features of biological agents that determine their effectiveness are:

- high mortality rate;
- ease of acquisition and possibility of mass production;
- low particle mass facilitating dispersion in the form of an aerosol;
- possibility of infection through direct contact;
- lack of effective treatment;
- no vaccine (7).

The Centers for Disease Control and Prevention (CDC) has divided agents used as biological weapons into three categories. The main aspects of the classification were morbidity and mortality in humans.

Category A: refers to the highest priority agents, posing a serious threat to national security due to high infectiousness (ease of transmission between people) and mortality. They can lead to serious health consequences and cause social panic, which requires the implementation of special preparatory measures in the public health system. According to the CDC, this category includes: *Bacillus anthracis*, botulinum toxin, *Yersinia pestis*, *Variola virus*, *Francisella tularensis*, hemorrhagic fever viruses (8).

Category B: includes lower priority pathogens with lower levels of spread, morbidity and mortality compared to category A. However, they still require increased diagnostic capacity and strengthened epidemiological surveillance (*Brucella*, *Salmonella*, *Burkholderia mallei*, *Burkholderia pseudomallei*, *Chlamydia psittaci*, *Coxiella burnetii*, *Rickettsia prowazekii*, encephalitis viruses (e.g. *Venezuelan* and *Western equine encephalitis virus*), *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum*, *Clostridium perfringens* toxin, ricin toxin, staphylococcal enterotoxin B) (8).

Category C: includes emerging pathogens that have the potential to cause high morbidity and mortality, can be modified into forms of mass dissemination due to easy availability, simplicity of production, and the potential to cause dangerous diseases (*Nipah virus*, hantavirus, coronaviruses) (8).

AGENTS FROM CATEGORY A

- ❖ **Anthrax** (agent: *Bacillus anthracis*)

Anthrax is a zoonosis caused by aerobic bacteria *Bacillus anthracis*, producing endospores that are exceptionally resistant to environmental conditions. The toxins produced by the bacteria are responsible for disease symptoms and high mortality (9,10). There are three forms of anthrax:

a) The cutaneous form, the most common, in natural conditions accounting for about 95% of human infections; after the anthrax bacillus penetrates damaged skin, local inflammatory and necrotic changes occur (so-called black spots). Since 2009, cases of severe inflammation of soft tissues have also been described in people using heroin in injection (injection form). This form occurred as a result of injecting the drug contaminated with anthrax spores.

b) The gastrointestinal form can develop in any part of the digestive tract (most often in the ileum), usually after eating meat contaminated with spores. The first symptoms of the disease are high fever, nausea, vomiting, and after a few days, bloody diarrhea and bleeding from the digestive tract also appear.

c) The most severe form is the pulmonary form, resulting from inhalation of a large dose of spores. It is characterized by high mortality (30-45%) and proceeds in three stages: the prodromal phase, the phase of multiplication in the mediastinal lymph nodes, and the phase of severe pneumonia. Meningitis may also occur in about 50% of patients. (9,10) This form of the disease develops when anthrax is used as a bioterror agent.

Diagnostics. PCR, direct Gram stain, and bacterial cultures are recommended, depending on symptoms and sample type (blood, pleural fluid, cerebrospinal fluid, skin lesion material, or stool). Additionally, a chest X-ray should be performed. In the case of inhalation anthrax, X-ray may show mediastinal enlargement, and computed tomography may show enlarged hilar lymph nodes or pleural effusion (11).

Treatment and prevention. Antibiotic treatment must be started as soon as possible. The antibiotic of choice is penicillin, *B. anthracis* rarely shows resistance to it. In the case of a bioterrorist attack using anthrax strains resistant to multiple antibiotics, the drugs of choice are ciprofloxacin or doxycycline and treatment should last 60 days. Antibiotic prophylaxis with ciprofloxacin or doxycycline should be started in the case of suspected exposure to an aerosol containing anthrax spores or staying in a room that has been contaminated with them. Additionally, it should be started in the case of unvaccinated workers involved in the cultivation of anthrax in laboratories and persons who were in the path of transporting letters or parcels containing *B. anthracis* (10).

Importance in bioterrorism. *B. anthracis* has been used in the past for bioterrorist attacks, the most famous of which took place in the United States in 2001. The bacterium that

causes anthrax produces spores resistant to environmental conditions, allowing them to survive for decades in soil or water. In addition, the pathogen is easy to produce and distribute – once cultivated, it can be transformed into a powder that can be sprayed as an aerosol and infect a large population (12,13).

❖ **Botulism** (agent: botulinum neurotoxins).

Clostridium botulinum is an anaerobic Gram-positive bacterium of the *Clostridium* genus, producing one of the most toxic neurotoxins, botulinum toxin (BoNT). This toxin poses a very serious biological threat due to its extremely low lethal dose. BoNT occurs in eight serotypes (A-H), and its mechanism of action is based on blocking the release of acetylcholine, which leads to flaccid muscle paralysis. The serotypes of the toxin differ in toxicity, not all of them are pathogenic to humans. There are several forms of botulism, which differ in the routes of infection: food botulism (after consuming contaminated canned food), infant botulism (after consuming spores), wound botulism and inhalation botulism. Symptoms of botulism are similar, regardless of the route of infection. Accommodation disorders, symmetrical paralysis of the cranial nerves, descending flaccid paralysis without sensory or consciousness disorders and without fever. Paralysis of the respiratory muscles can lead to respiratory failure and death (14).

Diagnostics. The gold standard is the detection of botulinum neurotoxin in samples such as blood, vomit, gastric aspirate or feces using a mouse bioassay. This method allows for the detection of minimal amounts of toxin (up to 0.03 nanograms) and the determination of its type. An alternative may be immunoenzymatic tests such as ELISA, which, although less sensitive, are faster. To increase their sensitivity, they can be used in combination with an amplification system (10).

Treatment and prevention. Causal treatment of botulism requires the prompt administration of polyvalent antitoxin, covering types A, B and E, no later than 72 hours after the onset of symptoms. In Poland, equine botulinum antitoxin is used, available in doses of 5,000 units for types A and B and 1,000 units for type E. It is usually administered intramuscularly, but in critical situations it can be administered intravenously. Asymptomatic individuals who have consumed contaminated food can be given prophylactic antitoxin serum in a dose of 10-20 ml intramuscularly (10).

Importance in bioterrorism. Botulinum neurotoxin is the most toxic substance known to humanity. It is characterized by high lethality at very low doses and it can be spread by various routes, such as aerosols, contaminated food or contaminated water. Additionally, its

lack of color and smell makes it ideal for discreet attacks that are difficult to detect (15). In 1990, during the Gulf War, Iraq was ready to use botulinum toxin as a biological weapon, possessing 100 R400 bombs and 13 SCUD-Al-Hussain missile warheads filled with this substance. Despite this, this weapon was not used during the conflict (16).

❖ **Plague** (agent: *Yersinia pestis*)

Plague, caused by the Gram-negative bacterium *Yersinia pestis*, can occur in three clinical forms: bubonic, pneumonic, or septicemic.

a) The bubonic form is the most common (80-95% of infections). It is transmitted by the bite of an infected flea, most often a rat flea. It develops within 1-2 days, after which symptoms appear: fever, chills, pain and swelling in the area of regional lymph nodes, usually inguinal, and then axillary or cervical nodes.

b) Pneumonic plague can be the result of droplet infection directly from a sick person or develop from bubonic plague. It occurs with pneumonia, cough and hemoptysis, and can be transmitted from person to person.

c) Septicemic plague is characterized by a short incubation period and rapid progression of the disease (septicemia) leading to septic shock and often death. The septicemic form of plague may be primary (without prior involvement of lymph nodes) or secondary, following the bubonic or pneumonic form (17,18).

Diagnostics. Plague diagnosis includes blood, lymph node, sputum and cerebrospinal fluid cultures. Gram, Giemsa, Wright and Wayson staining methods are used. Serological confirmation is based on the detection of antibodies using the immunofluorescence method. Molecular methods are also used – PCR or DNA hybridization. In turn, the CDC uses bacterial lysis methods with specific bacteriophages for plague diagnosis (10,19).

Treatment and prevention. The drug of choice for treating plague is intramuscular streptomycin. Gentamicin, chloramphenicol or tetracyclines are alternatives. Patients should be isolated for the first two days of treatment. People occupationally exposed to plague should be vaccinated. There are two types of plague vaccines: live attenuated and those containing killed bacteria, but immunity after vaccination is short-lived and booster doses are required. In areas where plague occurs, preventive measures are recommended to reduce the rodent population near areas inhabited by people, as well as educational activities on how to handle dead or sick animals, use repellents and proper hygiene and care for pets, mainly dogs and cats (10).

Importance in bioterrorism. Plague is characterized by high infectiousness and mortality. *Y. pestis* spreads effectively by droplets – pneumonic plague shows symptoms after

1-3 days of exposure. The mortality rate of the disease is very high, which makes it an exceptionally dangerous pathogen for bioterrorist purposes (20). In the 20th century, *Yersinia pestis* was used by the Japanese against the Chinese during World War II. The Japanese army dropped fleas infected with plague from airplanes over Chinese cities or distributed them by saboteurs who placed infected fleas in rice fields and along roads, causing epidemics of this deadly disease (21).

❖ **Tularemia** (agent: *Francisella tularensis*)

Francisella tularensis is a gram-negative intracellular bacterium that causes tularemia, an acute infectious disease of animals and humans, also known as rabbit fever. Infection can occur as a result of bites by ticks and flies, contact of damaged skin with animals infected with the bacterium, drinking contaminated water, inhaling contaminated aerosols or agricultural dusts, and also as a result of exposure in the laboratory (22).

After 3-5 days of incubation, symptoms such as fever, headaches, chills, vomiting, muscle pain and enlarged lymph nodes appear. Depending on the route of infection, the disease can take on different clinical forms. The most common form is the ulcerative-nodal form (75-85% of cases), characterized by skin ulceration with a necrotic bottom and enlargement of nearby lymph nodes. In the angina-laryngeal form (approx. 25%), inflammation of the oral mucosa and tonsils occurs. In the nodal form (5-10%), only the lymph nodes are enlarged, without skin lesions. The oculo-nodal form (1-2%) manifests itself with purulent conjunctivitis and enlarged cervical nodes. A less common form is the pulmonary form, which takes the form of atypical pneumonia. The mortality rate of tularemia ranges from 2% to 24%, depending on the bacterial strain (10).

Diagnosics. Serological tests, mainly ELISA and agglutination tests, are most commonly used in the diagnosis of tularemia. Serum is collected twice, and the diagnosis of infection is confirmed by at least a four-fold increase in antibody titer. In the tube agglutination test, a positive result is indicated by a titer of $\geq 1:160$, while in microagglutination – at least 1:128 (10).

Treatment. The first-line drugs for the treatment of tularemia are streptomycin and gentamicin. A characteristic feature of *F. tularensis* is resistance to β -lactam antibiotics, therefore fluoroquinolones or tetracyclines are also used as alternatives (10).

Importance in bioterrorism. *F. tularensis* has been classified as a category A agent due to its low infectious dose, 10-50 cells are enough to cause infection, which makes it

particularly dangerous. Additionally, the bacterium retains its high pathogenicity in the form of an aerosol, so it can easily lead to the pneumonic form of the disease, which is highly fatal (23).

❖ **Smallpox** (agent: *Variola virus*, VARV)

Variola virus is a DNA virus belonging to the genus *Orthopoxviridae* and the family *Poxviridae*. The main source of infection is humans. The virus is transmitted mainly by droplets and by direct contact with lesions on the skin, clothing or bedding of an infected person.

The incubation period lasts 10-14 days. After them, nonspecific general symptoms usually appear. Then skin lesions appear in a typical sequence: a papule develops on the basis of the spot, which eventually transforms into a vesicle, then into a pustule, and finally into a scab leaving a scar. There are several clinical forms of the disease:

a) Common form (90% of cases) with mortality up to 10% in the case of single lesions and up to 50-75% in the case of confluent, generalized lesions.

b) The modified form occurring in vaccinated individuals, in which it manifests itself with prodromal symptoms and a few skin lesions, is rarely fatal.

c) Malignant (flat) smallpox – occurs more often in children, is fatal in 50% of cases due to severe general symptoms, despite slowly progressing skin lesions.

d) Hemorrhagic smallpox has a 100% mortality rate – death usually occurs within a week, and bleeding into skin and mucous membranes is typical in this form (10,24).

Diagnostics. Smallpox can be diagnosed based on the clinical picture and epidemiological evidence. Currently, it is possible to identify the virus by virus culture methods and then perform PCR or electron microscopy on material from the fluid of a pustule or scab (10).

Treatment and prevention. Currently, the only registered drug is tecovirimat, but it has never been used in a patient due to the eradication of smallpox. The drug can be used to treat infections with other orthopoxviruses, including mpox. Prophylaxis against smallpox consisted of administering a vaccine containing the vaccinia virus (common vaccinations were carried out until 1980). Vaccines containing less virulent strains of vaccinia effectively prevent smallpox, while also alleviating symptoms. The third-generation smallpox vaccine Imvanex, currently approved for use in the EU, used to protect adults against mpox, also prevents smallpox. According to the 2014 CDC recommendation, vaccinations would be mandatory in the event of an epidemic for people in contact with sick people (10).

Importance in bioterrorism. The smallpox virus is easily transmitted between people and has a high mortality rate, so its release in the form of an aerosol would pose a very serious threat to the population (24). In the 1980s, the USSR began a program to produce the virus on

an industrial scale and adapt it for use in bombs and intercontinental ballistic missiles. According to Ken Alibek, former deputy director of the Soviet biological defense program, Russia continued to research more virulent strains of the virus after 1992, and the Russian biological weapons program was not completely dismantled (25).

❖ **Viral hemorrhagic fevers**

Hemorrhagic fevers are a group of diseases caused by viruses that share many common features, but show significant biological diversity. Their common features include a genome composed of single-stranded RNA and the presence of a lipid capsule. In addition, these viruses, like their reservoirs, usually occur in a limited geographic area. Hemorrhagic fever viruses belong to four different families: *Arenaviridae*, *Bunyaviridae*, *Filoviridae*, and *Flaviviridae* (26).

Representatives of the *Arenaviridae* family include the viruses: *Lassa*, *Machupo*, *Junin*, and *Sabia*. Their transmission occurs through direct contact with urine or feces of rodents, which are reservoirs of viruses, or through aerosol transmission. In addition, interpersonal and hospital infections are possible.

The *Bunyaviridae* family includes the virus causing Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) and Rift Valley fever virus. Viruses from this family are transmitted by arthropods, mainly mosquitoes and ticks, and rodents. Additionally, the Crimean-Congo hemorrhagic fever virus can be transmitted from person to person through contact with a sick person's blood or other body fluids (26).

The most well-known filoviruses are Marburg (MARV) and Ebola (EBOV) viruses. The reservoir of the viruses is fruit bats, from which rodents, some species of monkeys and humans can become infected. Both viruses are characterized by a very high mortality rate, in the case of EVD (Ebola virus disease) this rate is 50-90% depending on the variety, and in the case of Marburg hemorrhagic fever it is about 82% (26).

Representatives of the *Flaviviridae* family include dengue virus and yellow fever virus. These viruses are transmitted to humans by mosquitoes: mainly *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Mortality in dengue fever ranges from 0.8% to 2.5%, but in severe forms of the disease it may be higher (26).

People with viral hemorrhagic fevers may experience non-specific symptoms, such as fever, headaches, general weakness, or fatigue. Additionally, there are muscle and joint pain, eye problems (retrobulbar pain, redness), nausea, vomiting, abdominal pain, and often bleeding: from the gums, nose, gastrointestinal tract (bloody diarrhea), petechiae on the skin,

hemorrhages of unclear origin that can lead to coagulation disorders and multi-organ failure (10,26).

Diagnostics. Diagnosis of viral hemorrhagic fevers involves a wide range of laboratory tests. These include molecular tests such as RT-PCR, which can detect viral RNA within 1-2 days of infection, and enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA), which show the presence of specific IgM antibodies after several days. Later in the course of the disease or after recovery, IgG antibodies can be detected in ELISA tests.(10, 26).

Treatment and prevention. Treatment of viral hemorrhagic fevers consists of supportive treatment, fluid and electrolyte supplementation, use of antipyretics and other symptomatic drugs. Any deviations of critical condition parameters should be monitored and corrected in particular. In severe cases with shock and hemorrhagic diathesis, support of respiratory and circulatory functions may be necessary. Only in the case of Lassa fever ribavirin is administered iv as soon as possible, which statistically reduces the risk of patient death (10).Currently, there are vaccines available against dengue and EVD. The vaccine against dengue is registered in countries of South America, Southeast Asia and Europe (27). In turn, the Ebola vaccine in the United States and Africa (Central African Republic, Democratic Republic of Congo, Ghana, Guinea, Rwanda, Uganda, Zambia) (28).

Importance in bioterrorism. Hemorrhagic fever viruses, such as Ebola, are considered potential biological weapons because of their stability in aerosols, high mortality, and difficulty in treatment. Ebola virus has a very high mortality rate and one of the highest bioterrorist potentials. *Filoviridae* viruses were tested as biological weapons by the Soviet Union, but to date, no hemorrhagic fever virus has been used in bioterrorist attacks(26).

COUNTER-TERRORISM ORGANIZATIONS

International organizations dealing with the fight against terrorism focus primarily on coordinating the actions of various countries by sharing information or creating common strategies to counteract this form of violence. The most important organizations include:

1. The United Nations (UN) plays a key role in the global fight against terrorism, introducing a set of actions at various levels: political, legal and practical. Its aim is to maintain peace and security in the world, promote social and economic development and protect human rights. Although the UN does not directly conduct military operations, it enables cooperation between states, and since 1963 it has issued as many as 19 legal acts relating to the fight against terrorism. The main formal actions of the UN are the adoption of a number of resolutions that oblige member states to take

measures to prevent terrorism. The first common approach to the fight against terrorism was included in the Global Counter-Terrorism Strategy adopted in 2006. The strategy is responsible for the protection of human rights and condemns conditions that would facilitate terrorism, such as its financing. Through cooperation with other international organizations, it ensures the creation of joint actions, mutual motivation at the global level. This cooperation mainly concerns Interpol and the European Union.

2. The Counter-Terrorism Committee (CTC) of the UN Security Council is responsible for monitoring the implementation of UN Security Council resolutions, assisting countries that require support in countering terrorism and countering the financing of terrorism.
3. The Counter-Terrorism Implementation Task Force (CTITF), whose mission is to strengthen cooperation and coherence in counter-terrorism actions undertaken by the United Nations system
4. Interpol, part of the CTITF, is responsible for international cooperation in investigating and combating all forms of crime, including the unlawful use of biological substances.
5. The European Union Agency for Law Enforcement Cooperation (Europol) plays an important role in the fight against bioterrorism by supporting international cooperation, assessing risks, organizing the exchange of data between European Union countries and offering technical and educational assistance to subordinate services, particularly in the fight against organized crime with an international reach.

Other groups include: the Visegrad Group (V4), the Organization for Security and Cooperation in Europe (OSCE), the G7 and G20, the North Atlantic Alliance (NATO), and the Global Coalition to Defeat ISIS (29).

CURRENT BIOTERRORISM THREATS

The use of biological agents as terrorist weapons is an exceptionally rare phenomenon, accounting for only 0.02% of all terrorist acts that have taken place in world history. However, the fact that their use is infrequent does not mean that they do not occur at all and that they are not dangerous. Quite the opposite, because they demonstrate the ability to inflict mass damage, the scale and area of impact of which do not even compare to conventional weapons (30).

From 1970 to 2019, there have been 33 recorded terrorist incidents involving biological agents. The vast majority of these attacks occurred in the United States, but they also occurred in other countries, such as Kenya, Israel, Russia, the United Kingdom, Pakistan, Japan, Colombia, and Tunisia. They resulted in 9 deaths and 806 illnesses. The most common agents used in these attacks were *Bacillus anthracis*, *Salmonella*, ricin, botulinum toxin, and HIV.

Seven deaths were related to anthrax attacks, and two other deaths were related to attacks involving *Salmonella Typhi*. Of the 806 patients who fell ill as a result of bioterrorist attacks, 776 were injured in two attacks involving *Salmonella*, 25 involved anthrax, and 1 involved an incident with faeces as a biological agent (30).

After 2019, the CDC has not officially confirmed any new cases of bioterrorist attacks, but the threat remains. Terrorist groups that claim to have/be able to acquire biological weapons and the ability to use them are still active. These groups include:

1. Aum Shinrikyo (Japanese sect)
2. Palestinian Liberation Front
3. FARC-EP (Revolutionary Armed Forces of Colombia)
4. Fatah (Abu Nidal's organization)
5. Abu Sayyaf Group (Philippine group)
6. Hezbollah (Lebanese Party of God)
7. MRTA (Tupac Amaru Revolutionary Movement)
8. Armed Islamic Groups (Algerian executioners, GIA)
9. Palestinian Jihad
10. Hamas (Islamic Resistance Movement)
11. Right-wing militias from Colombia
12. PFLP Radicals
13. Al-Qaeda
14. Basque ETA
15. Tamil Tigers

These organizations have admitted to possessing or being able to obtain highly lethal pathogens such as anthrax, botulinum, cholera, plague, smallpox, tularemia, filoviruses (Ebola, Marburg), and arenaviruses (hemorrhagic fevers). These pathogens can be obtained for bioterrorist attacks by isolating and cultivating the necessary microorganisms from natural sources, stealing them from medical facilities, research institutes, or public health laboratories, purchasing biological materials from germ repositories, and obtaining pathogens through failed states, failed state structures, researchers, or government subsidies. Terrorism, including the use of biological weapons, is an activity that can be used to oppose the existing world order. It adapts to changing conditions, individual goals, and the intentions of the individuals or organizations that use it (6).

CONCLUSIONS

Bioterrorism, although relatively rare compared to other types of weapons of mass destruction, has specific features that make it particularly dangerous. Its effects go beyond physical harm, instilling fear, uncertainty and panic in society, which is the goal of terrorist organizations. Although there have been no new cases of bioterrorism in the last five years, the fact that some groups have biological weapons or store pathogens still poses a serious threat. While causal treatments exist for some diseases, a bioterrorist attack is unexpected, often using

a rare pathogen, which makes diagnosis very difficult and slows down the implementation of proper treatment. Additionally, vaccinations exist against some pathogens, but they are not widely available, which creates an additional risk of developing a serious disease. A bioattack can lead not only to mass casualties, but also to serious destabilization of the economy. The risks associated with bioterrorism cannot be underestimated, because its consequences can have huge and long-term effects.

REFERENCES

1. Jansen HJ, Breeveld FJ, Stijnis C, Grobusch MP. Biological warfare, bioterrorism, and biocrime. *ClinMicrobiolInfect.* 2014;20(6):488-496. doi:10.1111/1469-0691.12699
2. World Health Organization. Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance. 2nd ed. Geneva: WHO; 2004. pp.134-135.
3. Williams M, Armstrong L, Sizemore DC. Biologic, Chemical, and Radiation Terrorism Review. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 14, 2023.
4. Koch L, Lopes AA, Maiguy A, Guillier S, Guillier L, Tournier JN, et al. Natural outbreaks and bioterrorism: How to deal with the two sides of the same coin? *J Globe Health.* 2020;10(2):020317. doi:10.7189/jogh.10.020317
5. Pajorski P. Biohazards in the protection of people – selected issues. *Kultura Bezpieczeństwa,* 2021;40:175–199, doi: 10.5604/01.3001.0015.6977
6. Michailiuk B. Biological weapons and bioterrorism. *AON Scientific Papers.* 2016;1(102):125-136. ISSN: 0867-2245.
7. Puzanowska B, Czauż-Andrzejuk A. Bioterrorism. *Review Epidemiol.* 2001;55(3):379-86) <https://www.przegl Epidemiol.pzh.gov.pl/Bioterroryzm,178955,0,1.html>
8. Thavaselvam D, Vijayaraghavan R. Biological warfare agents. *J Pharm Bioallied Sci.* 2010;2(3):179-188. doi:10.4103/0975-7406.68499
9. Centers for Disease Control and Prevention. Anthrax: About Anthrax [Internet]. Atlanta: CDC; [cited 2024 November 28]. Available from: <https://www.CDC.gov/anth/o/indeks.html>
10. Flisiak R, (ed.). Infectious and parasitic diseases. Volume II and III. Czelej Publishing House. Lublin; 2020. pp. 333-338, 342-348, 451-459, 830-83, 899-904.
11. Simonsen KA, Chatterjee K. Anthrax. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; July 25, 2023.

12. Bower WA, Yu Y, Person MK, Parker CM, Kennedy JL, Suet D, et al. CDC Guidelines for the Prevention and Treatment of Anthrax, 2023 [published correction appears in *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2024 Aug 08;73(31):689. doi:10.15585/mmwr.mm7331a4]. *MMWR Recomm Rep.* 2023;72(6):1-47. Published 2023 Nov 17. doi:10.15585/mmwr.rr7206a1
13. Sabra DM, Krin A, Romeral AB, Frieß JL, Jeremias G. Anthrax revisited: how assessing the unpredictable can improve biosecurity. *Front BioengBiotechnol.* 2023;11:1215773. Published 2023 Sep 19. doi:10.3389/fbioe.2023.1215773
14. Cenciarelli O, Riley PW, Baka A. Biosecurity Threat Posed by Botulinum Toxin. *Toxins (Basel).* 2019;11(12):681. Published 2019 Nov 20. doi:10.3390/toxins11120681
15. Janik E, Ceremuga M, Saluk-Bijak J, Bijak M. Biological Toxins as the Potential Tools for Bioterrorism. *Int J Mol Sci.* 2019;20(5):1181. Published 2019 Mar 8. doi:10.3390/ijms20051181
16. Palec W, Rusecki P, Bartoszcze M. Botulinum toxin as a bioterrorist agent. *Przegl Epidemiol* 2001;55 Suppl 2:181-188
17. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Aboutplague. Available on: <https://www.c.gov/pl/o/indeks.html>
18. Riedel S. Plague: from natural disease to bioterrorism. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2005;18(2):116-124. doi:10.1080/08998280.2005.11928049
19. Dillard RL, Juergens AL. Plague. In: *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 7, 2023.
20. Nelson CA, Meaney-Delman D, Fleck-Derderian S, Cooley KM, Yu PA, Mead PS. Antimicrobial Treatment and Prophylaxis of Plague: Recommendations for Naturally Acquired Infections and Bioterrorism Response. *MMWR Recomm Rep* 2021;70(No. RR-3):1–27. DOI:<http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.rr7003a1>
21. Frischknecht F. The history of biological warfare. Human experimentation, modern nightmares and lone madmen in the twentieth century. *EMBO Rep.* 2003;4 Spec No(Suppl 1):S47-S52. doi:10.1038/sj.embor.embor849
22. Płusa T. Contemporary threats from biological pathogens. *Medpress.* Warsaw; 2015. p. 95.
23. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Tularemia - United States, 2001-2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2013;62(47):963-966.
24. Riedel S. Smallpox and biological warfare: a disease revisited. *Proc (BaylUnivMed Cent).* 2005 Jan;18(1):13-20

25. Alibek K. Biohazard. New York: Random House Inc.; 1999.
26. Mangat R, Louie T. Viral Hemorrhagic Fevers. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 28, 2023.
27. Gubler DJ, Halstead SB. Is Dengvaxia a useful vaccine for dengue endemic areas? *BMJ*. 2019;367:l5710. Published 2019 Oct 3. doi:10.1136/bmj.l5710
28. World Health Organization. Ebola vaccines. Geneva: World Health Organization; 2024.
29. Bartosz K. Legal aspects of the fight against terrorism. *Security, Economy & Law*. 2018;1(18):18-39. doi:10.24356/SEL/18/1.
30. Tin D, Sabeti P, Ciottone GR. Bioterrorism: An analysis of biological agents used in terrorist events. *Am J Emerg Med*. 2022;54:117-121. doi:10.1016/j.ajem.2022.01.056

*Michał Nienaltowski, Blanka Bugajewska, Kaja Bors, Piotr Czupryna, Karol Borawski,
Anna Moniuszko-Malinowska*

BIOTERRORISM: CURRENT SITUATION

BIOTERRORYZM – SYTUACJA OBECNA

Department of Infectious Diseases and Neuroinfection, Medical University of Białystok,
Poland

Klinika Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

STRESZCZENIE

Bioterroryzm to zjawisko polegające na bezprawnym i celowym wykorzystaniu czynników biologicznych, takich jak drobnoustroje chorobotwórcze czy toksyny, w celu wyrządzenia szkód zdrowotnych, ekonomicznych i społecznych. W pracy omówiono podstawy klasyfikacji CDC potencjalnych czynników wykorzystywanych w bioterroryzmie ze szczególnym uwzględnieniem opisu najgroźniejszych patogenów z kategorii A. W tym ich cechy ogólne, potencjał do wykorzystania jako broń biologiczną, a także najbardziej aktualne formy diagnostyki, leczenia oraz prewencji chorób wywoływanych przez nie.

Podkreślono rolę organizacji międzynarodowych, takich jak ONZ czy Interpol, w monitorowaniu i przeciwdziałaniu zagrożeniom bioterrorystycznym.

Ponadto, w pracy zawarto informacje o atakach bioterrorystycznych z ostatnich lat oraz możliwych potencjalnych zagrożeniach w przyszłości. Przeprowadzono narracyjny przegląd literatury naukowej, raportów rządowych oraz danych z agencji międzynarodowych.

Wyniki podkreślają potrzebę ciągłego monitorowania zagrożeń bioterrorystycznych, opracowywania skutecznych schematów reagowania oraz inwestycji w środki ochronne. Bioterroryzm mimo swojej rzadkości, charakteryzuje się wysoką potencjalną skutecznością w wywoływaniu paniki społecznej oraz destabilizacji gospodarczej, co czyni go jednym z poważniejszych wyzwań dla współczesnego świata.

Słowa klucze: *bioterroryzm, czynniki biologiczne, broń biologiczna*

WSTĘP

Definicja bioterroryzmu zakłada bezprawne/nielegalne i celowe użycie broni biologicznej (mikroorganizmów, toksyn) tak, aby doprowadzić do śmierci czy też chorób ludzi, co w konsekwencji spowoduje dezorientację i panikę w społeczeństwie. Takie użycie czynników biologicznych ma najczęściej na celu wymuszenie określonych działań lub zastraszenie rządu, ludności cywilnej lub określonej grupy osób. Działanie bioterrorystyczne koncentruje się na wyrządzaniu szkody i zastraszaniu, a motywacja działań bioterrorystycznych może być polityczna, społeczna lub religijna (1).

Broń biologiczna jest bronią masowego rażenia, należąca do podzbioru broni niekonwencjonalnej (razem z bronią chemiczną i atomową). Jej ładunek stanowią czynniki biologiczne – bakterie, wirusy, grzyby lub toksyny produkowane przez organizmy żywe. Jej użycie ma na celu spowodowanie chorób, śmierci, niepokoju społecznego i strat ekonomicznych przeciwnika. Może zostać użyta wobec wybranych pojedynczych osób, wojska, ludności cywilnej, przeciw hodowli zwierząt lub plantacji roślin.

Użycie broni biologicznej w porównaniu do konwencjonalnych metod ma wiele zalet. Do jej głównych cech należą wysoka transmisyjność, niewykrywalność podczas ataku, dyskrecja i mobilność, niska identyfikowalność w początkowej fazie oraz zakaźność przy bezpośrednim kontakcie (2,3). Ze względu na możliwy długi okres inkubacji, atak przeprowadzony przy jej użyciu może przez dłuższy czas pozostawać trudny do wykrycia. Objawy związane z atakiem biologicznym mogą przypominać przebieg naturalnych chorób. Odróżnienie ataku bioterrorystycznego od naturalnej epidemii opiera się na analizie kilku kluczowych kryteriów: rodzaj czynnika (wykorzystanie niektórych rzadko występujących czynników może wskazywać na użycie przestępcze), dystrybucji czasowej i przestrzennej (patogen jest wykrywany w obszarze, w którym wcześniej nie występował) oraz okoliczności związane z otoczeniem i przestrzenią geograficzną (w pobliżu ważnych ośrodków państwowych oraz miejsc o dużej koncentracji ludności) (4). Jednakże, broń biologiczna stosowana jest stosunkowo rzadko ze względu na brak możliwości kontrolowania jej rozprzestrzeniania oraz ryzyka zakażenia samych sprawców, w wyniku przypadkowego uwolnienia patogenów podczas ich magazynowania lub transportu.

Broń biologiczna może być przenoszona za pomocą różnych środków, takich jak przystosowane pociski klasyczne, bomby, rakiety czy pociski artyleryjskie, które uwalniają patogeny podczas uderzenia. Czynniki biologiczne mogą być również przesyłane w listach i innych przesyłkach pocztowych (spory wąglika) lub przy użyciu naturalnych przenosicieli

(pcheł, kleszczy, wszy, komarów). Statki powietrzne mają zdolność rozpylania aerozoli z czynnikami biologicznymi na dużym obszarze. Obecnie, do ataku biologicznego mogą być wykorzystywane bezzałogowe statki powietrzne (drony, szczególnie nano- i mikrodrony), które mogą być sterowane całkowicie zdalnie (5). Ponadto, grupy terrorystyczne mogą wprowadzać patogeny do zbiorników wody pitnej, miejsc produkcji żywności lub innych strategicznych obiektów, wywołując masowe epidemie (6).

CZYNNIKI BIOLOGICZNE WYKORZYSTYWANE W BIOTERRORYZMIE

Najważniejszymi cechami środków biologicznych warunkującymi ich skuteczność są:

- wysoka śmiertelność;
- łatwość uzyskania i możliwość produkcji masowej;
- mała masa cząsteczek ułatwiająca dyspersję w formie aerozolu;
- możliwość zakażenia przez kontakt bezpośredni;
- brak skutecznego leczenia;
- brak szczepionki (7).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) dokonało podziału czynników wykorzystywanych jako broń biologiczna na trzy kategorie. Głównymi aspektami klasyfikacyjnymi była zachorowalność oraz śmiertelność u ludzi.

Kategoria A: dotyczy czynników o najwyższym priorytecie, stanowiących poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa narodowego ze względu na wysoką zakaźność (łatwość przenoszenia się między ludźmi) i śmiertelność. Mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych i wywoływać panikę społeczną, co wymaga wdrożenia specjalnych środków przygotowawczych w systemie ochrony zdrowia publicznego. Według CDC do tej kategorii zalicza się: *Bacillus anthracis*, toksyna jadu kielbasianego, *Yersinia pestis*, *Variola virus*, *Francisella tularensis*, wirusy gorączek krwotocznych (8).

Kategoria B: obejmuje patogeny o niższym priorytecie, o poziomie rozprzestrzeniania, zachorowalności i śmiertelności niższych w stosunku do kategorii A. Jednakże, wciąż wymagających zwiększonego potencjału diagnostycznego i wzmocnionego nadzoru epidemiologicznego (*Brucella*, *Salmonella*, *Burkholderia mallei*, *Burkholderia pseudomallei*, *Chlamydia psittaci*, *Coxiella burnetii*, *Rickettsia prowazekii*, wirusy zapalenia mózgu (np. wirus wenezuelskiego oraz zachodniego końskiego zapalenia mózgu), *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum*, toksyna *Clostridium perfringens*, toksyna rycynowa, enterotoksyna gronkowcowa B) (8).

Kategoria C: obejmuje nowe patogeny, które mają potencjał wywołania wysokiej zachorowalności i śmiertelności, mogą zostać zmodyfikowane do form masowego rozprzestrzeniania się ze względu na łatwą dostępność, prostotę produkcji oraz potencjał wywoływania niebezpiecznych chorób (wirus Nipah, hantawirus, koronawirusy) (8).

CZYNNIKI Z KATEGORII A

❖ **Wąglik** (czynnik: *Bacillus anthracis*)

Wąglik jest zoonozą wywoływaną przez bakterię tlenową *Bacillus anthracis*, wytwarzającą endospory, które są wyjątkowo wytrzymałe na warunki środowiskowe. Toksyny wytwarzane przez bakterie są odpowiedzialne za symptomy chorobowe oraz wysoką śmiertelność (9,10). Wyróżnia się trzy postaci wąglika:

a) Postać skórna, najczęściej spotykana, w warunkach naturalnych stanowiąca około 95% przypadków zakażeń u ludzi, po przedostaniu się laseczki wąglika przez uszkodzoną skórę dochodzi do miejscowych zmian zapalno-martwiczych (tzw. czarna krosta). Od 2009 r. opisywane są również przypadki ciężkiego zapalenia tkanek miękkich u osób przyjmujących heroinę w iniekcjach (postać iniekcyjna). Do tej postaci dochodziło na skutek wstrzykiwania narkotyku zanieczyszczonego sporami wąglika.

b) Postać żołądkowo-jelitowa może rozwijać się w każdym odcinku przewodu pokarmowego (najczęściej dotyczy jelita krętego), zwykle po spożyciu mięsa zanieczyszczonego przetrwalnikami. Pierwszymi objawami choroby są wysoka gorączka, nudności, wymioty. Po kilku dniach pojawia się również krwista biegunka oraz krwawienia z przewodu pokarmowego.

c) Najcięższą formą jest postać płucna, w następstwie inhalacji dużej dawki przetrwalników. Cechuje się wysoką śmiertelnością (30-45%) i przebiega w trzech etapach: fazie prodromalnej, fazie namnażania w węzłach chłonnych śródpiersia oraz fazie ciężkiego zapalenia płuc. U około 50% chorych może również wystąpić zapalenie opon mózgowych. (9, 10). Ta postać choroby rozwija się w przypadku użycia wąglika jako środka bioterroru.

Diagnostyka. Zaleca się stosowanie metod takich jak PCR, preparat bezpośredni barwiony metodą Grama i hodowle bakteryjne, w zależności od objawów oraz rodzaju próbki (krwi, płynu opłucnowego, płynu mózgowo-rdzeniowego, materiału ze zmian skórnych czy kału). Dodatkowo należy wykonać badanie RTG klatki piersiowej. W przypadku wąglika wziewnego zdjęcie rentgenowskie może ukazać powiększenie śródpiersia, a tomografia komputerowa powiększone węzły chłonne wnekowe lub wysięk opłucnowy (11).

Leczenie i profilaktyka. Leczenie antybiotykami musi zostać rozpoczęte jak najszybciej. Antybiotykiem z wyboru jest penicylina, *B. anthracis* rzadko wykazuje na nią oporność. W przypadku ataku bioterrorystycznego z użyciem szczepów wąglika opornych na wiele antybiotyków lekami z wyboru są cyprofloksacyna lub doksycyklina, leczenie powinno trwać 60 dni. Profilaktykę antybiotykową cyprofloksacyną lub doksycykliną należy rozpocząć w sytuacji podejrzenia o ekspozycję na aerozol zawierający spory wąglika lub przebywania w pomieszczeniu, które uległo skażeniu nimi. Dodatkowo, należy ją rozpocząć w przypadku niezaszczepionych pracowników zajmujących się hodowlą wąglika w laboratoriach oraz osób, które znalazły się na drodze przenoszenia listów bądź przesyłek zawierających *B. anthracis* (10).

Znaczenie w bioterroryzmie. *B. anthracis* został wykorzystany w przeszłości do ataków bioterrorystycznych, z których najbardziej znany miał miejsce w Stanach Zjednoczonych w 2001 roku. Bakteria wywołująca wąglik wytwarza spory odporne na warunki środowiska, dzięki czemu mogą przetrwać dziesięciolecia w glebie czy wodzie. Ponadto, patogen cechuje łatwość produkcji i dystrybucji – po wyhodowaniu można go przekształcić w postać proszku, który po rozpyleniu w formie aerozolu może zakazić dużą populację ludzi (12,13).

❖ **Botulizm** (czynnik: neurotoksyny botulinowe)

Clostridium botulinum to beztlenowa bakteria Gram-dodatnia z rodzaju *Clostridium*, produkująca jedną z najbardziej toksycznych neurotoksyn, toksynę botulinową (BoNT, jad kiełbasiany). Toksyna ta stanowi bardzo poważne zagrożenie biologiczne ze względu na ekstremalnie niską dawkę śmiertelną. BoNT występuje w ośmiu serotypach (A-H), a jej mechanizm działania opiera się na blokowaniu uwalniania acetylocholiny, co prowadzi do porażenia wiotkiego mięśni. Serotypy toksyny różnią się toksycznością, nie wszystkie są chorobotwórcze dla ludzi. Wyróżnia się kilka postaci botulizmu, które różnią się między sobą drogami zakażenia: botulizm pokarmowy (po spożyciu skażonych konserw), niemowlęcy (po spożyciu przetrwalników), przyranny i inhalacyjny. Objawy botulizmu są podobne, niezależnie od drogi zakażenia. Pojawiają się zaburzenia akomodacji, symetryczne porażenia nerwów czaszkowych, porażenie zstępujące wiotkie bez zaburzeń czucia i świadomości oraz bez gorączki. Porażenie mięśni oddechowych może prowadzić do niewydolności oddechowej i zgonu (14).

Diagnostyka. Złotym standardem jest wykrywanie neurotoksyny botulinowej w próbkach, takich jak krew, wymiociny, aspirat żołądkowy czy kał, przy pomocy próby

biologicznej na myszach. Ta metoda pozwala na wykrycie minimalnych ilości toksyny (do 0,03 nanograma) i określenie jej typu. Alternatywą mogą być testy immunoenzymatyczne, takie jak ELISA, które choć mniej czułe, są szybsze. Aby zwiększyć ich czułość można je zastosować w połączeniu z systemem amplifikującym (10).

Leczenie i profilaktyka. Leczenie przyczynowe botulizmu wymaga jak najszybszego podania antytoksyny poliwalentnej, obejmującej typy A, B i E, nie później niż w ciągu 72 godzin od pojawienia się objawów. W Polsce stosowana jest antytoksyna botulinowa pochodzenia końskiego, dostępna w dawkach 5000 jednostek dla typów A i B oraz 1000 jednostek dla typu E. Zazwyczaj podaje się ją domięśniowo, natomiast w sytuacjach krytycznych można podać ją dożylnie. Osobom bez objawów, które spożyły skażony pokarm, można podać profilaktycznie surowicę antybotulinową w dawce 10-20 ml domięśniowo (10).

Znaczenie w bioterroryzmie. Neurotoksyna botulinowa to najbardziej toksyczna substancja znana ludzkości. Charakteryzuje ją wysoka śmiertelność przy bardzo niskich dawkach oraz fakt, że może być rozprzestrzeniana różnymi drogami, takimi jak aerozole, skażona żywność czy zanieczyszczona woda. Dodatkowo, brak barwy i zapachu sprawia, że doskonale nadaje się do dyskretnych ataków, trudnych do wykrycia (15). W 1990 roku, podczas Wojny w Zatoce, Irak był gotowy użyć toksyny botulinowej jako broni biologicznej, posiadając 100 bomb R400 oraz 13 głowic pocisków SCUD-Al-Hussain napełnionych tą substancją. Mimo to, broń ta nie została wykorzystana w trakcie konfliktu (16).

❖ **Dżuma** (czynnik: *Yersinia pestis*)

Dżuma, wywoływana przez Gram-ujemną bakterię *Yersinia pestis*, może przebiegać w trzech postaciach klinicznych: dymienicznej, płucnej lub septycznej.

a) Postać dymienicza występuje najczęściej (80-95% zakażeń). Przenoszona jest przez ukąszenie zakażonej pchły, najczęściej pchły szcurzej. Rozwija się w ciągu 1-2 dni, po czym występują objawy: gorączka, dreszcze, ból i obrzęk w okolicy regionalnych węzłów chłonnych, zwykle pachwinowych, a następnie węzłów pachowych lub szyjnych.

b) Dżuma płucna może być wynikiem zakażenia drogą kropelkową bezpośrednio od chorego człowieka lub rozwinąć się z dżumy dymienicznej. Przebiega z zapaleniem płuc, kaszlem i krwiopluciem, może przenosić się z osoby na osobę.

c) Dżumę septyczną charakteryzuje krótki okres inkubacji oraz szybki postęp choroby (posocznica) prowadzący do wstrząsu septycznego, i często zgonu. Postać septyczna dżumy może być pierwotna (bez wcześniejszego zajęcia węzłów chłonnych) lub wtórna, w następstwie postaci dymienicznej lub płucnej (17,18).

Diagnostyka. Diagnostyka dżumy obejmuje posiewy z krwi, węzłów chłonnych, płwociny i płynu mózgowo-rdzeniowego. Do barwienia stosuje się metody Grama, Giemsa, Wrighta i Waysona. Serologiczne potwierdzenie opiera się na wykryciu przeciwciał metodą immunofluorescencyjną. Wykorzystuje się również metody molekularne – PCR lub hybrydyzację DNA. Z kolei CDC stosuje do diagnostyki dżumy metody lizy bakterii przy pomocy swoistych bakteriofagów (10,19).

Leczenie i profilaktyka. Lekiem z wyboru w leczeniu dżumy jest streptomycyna podawana domięśniowo. Alternatywnie stosuje się gentamycynę, chloramfenikol lub tetracykliny. Pacjentów należy izolować przez pierwsze dwa dni leczenia. Osoby zawodowo narażone na dżumę powinny zostać zaszczepione. Istnieją dwa rodzaje szczepionek przeciw dżumie: żywa atenuowana oraz zawierająca zabite bakterie, jednak odporność po szczepieniu jest krótkotrwała, wymagane jest podawanie dawek przypominających. Na terenach występowania dżumy zaleca się środki zapobiegawcze mające na celu zmniejszenie populacji gryzoni w pobliżu obszarów zamieszkanym przez ludzi oraz działania edukacyjne dotyczące postępowania z martwymi lub chorymi zwierzętami, stosowania repelentów i odpowiedniej higieny i opieki nad zwierzętami domowymi, głównie psami i kotami (10).

Znaczenie w bioterroryzmie. Dżuma charakteryzuje się wysoką zakaźnością oraz śmiertelnością. *Y. pestis* skutecznie rozprzestrzenia się drogą kropelkową – dżuma płucna daje objawy już po 1-3 dniach od ekspozycji. Wskaźnik śmiertelności choroby jest bardzo wysoki, co czyni ją wyjątkowo niebezpiecznym patogenem w celach bioterrorystycznych (20). W XX wieku *Yersinia pestis* została użyta przez Japończyków przeciwko Chinom podczas II wojny światowej. Japońska armia zrzucała pchły zarażone dżumą z samolotów nad chińskimi miastami lub rozprowadzała je poprzez sabotażystów, którzy umieszczali zainfekowane pchły na polach ryżowych i wzdłuż dróg, wywołując epidemie tej śmiertelnej choroby (21).

❖ **Tularemia** (czynnik: *Francisella tularensis*)

Francisella tularensis to Gram-ujemna bakteria wewnątrzkomórkowa wywołująca tularemię, ostrą chorobę zakaźną zwierząt i ludzi, znaną również jako gorączka zajęcza. Do zakażenia może dojść na skutek pokłucia przez kleszcze i muchówki, kontaktu uszkodzonej skóry ze zwierzętami zakażonymi bakterią, picie skażonej wody, wdychanie zanieczyszczonych aerozoli lub pyłów rolniczych, a także w wyniku ekspozycji w laboratorium (22).

Po 3-5 dniach inkubacji pojawiają się takie objawy jak gorączka, bóle głowy, dreszcze, wymioty, bóle mięśni oraz powiększenie węzłów chłonnych. W zależności od drogi zakażenia,

choroba może przybierać różne postaci kliniczne. Najczęściej występuje postać wrzodząco-węzłowa (75–85% przypadków), charakteryzująca się owrzodzeniem skóry z martwiczym dnem i powiększeniem pobliskich węzłów chłonnych. W postaci anginowo-krtaniowej (ok. 25%) dochodzi do zapalenia błon śluzowych jamy ustnej i migdałków. W postaci węzłowej (5–10%) powiększone są wyłącznie węzły chłonne, bez zmian skórnych. Postać oczno-węzłowa (1–2%) objawia się ropnym zapaleniem spojówek i powiększeniem węzłów szyjnych. Rzadszą formą jest postać płucna, która przybiera postać atypowego zapalenia płuc. Śmiertelność tularemii waha się od 2% do 24%, w zależności od szczepu bakterii (10).

Diagnostyka. W diagnostyce tularemii najczęściej wykorzystuje się testy serologiczne, głównie ELISA i testy aglutynacyjne. Surowicę pobiera się dwukrotnie, a rozpoznanie zakażenia potwierdza się przynajmniej czterokrotnym wzrostem miana przeciwciał. W teście aglutynacji probówkowej na wynik dodatni wskazuje miano $\geq 1:160$, natomiast w mikroaglutynacji – co najmniej 1:128 (10).

Leczenie. Lekami pierwszego wyboru w leczeniu tularemii są streptomycyna i gentamycyna. Cechą charakterystyczną *F. tularensis* jest oporność na antybiotyki β -laktamowe, z tego względu alternatywnie stosuje się także fluorochinolony lub tetracykliny (10).

Znaczenie w bioterroryzmie. *F. tularensis* została uznana za czynnik kategorii A ze względu na niską dawkę zakaźną, do wywołania infekcji wystarczy 10–50 komórek, co czyni ją szczególnie niebezpieczną. Dodatkowo, bakteria zachowuje swoją wysoką chorobotwórczość w postaci aerozolu, dzięki czemu, może łatwo prowadzić do zachorowania na postać płucną choroby, która jest wysoce śmiertelna (23).

❖ **Ospa prawdziwa** (czynnik: *Variola virus*, VARV)

Variola virus to wirus DNA należący do rodzaju *Orthopoxviridae* i rodziny *Poxviridae*. Głównym źródłem zakażenia jest człowiek. Wirus przenosi się głównie drogą kropelkową oraz poprzez kontakt bezpośredni ze zmianami na skórze, odzieżą lub pościelą osoby chorej.

Okres inkubacji trwa 10-14 dni. Po nich zwykle pojawiają się niespecyficzne objawy ogólne. Następnie pojawiają się zmiany skórne o typowej sekwencji: na bazie plamki rozwija się grudka, która z czasem przekształca się w pęcherzyk, następnie w krostę, a na końcu w strup pozostawiający bliznę. Wyróżnia się kilka postaci klinicznych choroby:

- a) Postać zwyczajną (90% przypadków) ze śmiertelnością do 10% w przypadku zmian pojedynczych oraz do 50-75% w przypadku zmian zlewnych, uogólnionych.
- b) Postać zmodyfikowaną występującą u osób zaszczepionych, u których objawia się

objawami prodromalnymi i kilkoma zmianami skórnymi, rzadko jest śmiertelna.

c) Ospę złośliwą (płaską) – częściej występuje u dzieci, jest śmiertelna w 50% przypadków ze względu na nasilone objawy ogólne, mimo wolno postępujących zmian skórných.

d) Ospę krwotoczną o 100% śmiertelności – zgon następuje zwykle w ciągu tygodnia, w tej postaci typowe są krwawienia do zmian skórných i śluzówek (10,24).

Diagnostyka. Ospę prawdziwą można zdiagnozować w oparciu o obraz kliniczny i przesłanki epidemiologiczne. Obecnie istnieje możliwość identyfikacji wirusa metodami hodowli wirusa i następnie wykonanie PCR lub przy pomocy mikroskopii elektronowej, z materiału z płynu z krosty lub ze strupa (10).

Leczenie i profilaktyka. W chwili obecnej jedynym zarejestrowanym lekiem jest tecovirimat, jednak nigdy nie został zastosowany u chorego ze względu na eradykację ospy prawdziwej. Lek może być stosowany w leczeniu zakażeń innymi ortopokswirusami, w tym ospy małpiej (mpox). Profilaktyka ospy polegała na podawaniu szczepionki zawierającej wirus krowianki (szczepienia powszechne były prowadzone do 1980 r.). Szczepionki zawierające mniej wirulentne szczepy krowianki skutecznie zapobiegają ospie, jednocześnie łagodzą objawy. Dopuszczona obecnie do stosowania w UE szczepionka przeciwospowa trzeciej generacji Imvanex, stosowana w celu ochrony osób dorosłych przed mpox, zapobiega również ospie prawdziwej. Według rekomendacji CDC z 2014 r. szczepienia byłyby obowiązkowe w przypadku epidemii dla osób mających kontakt z chorymi (10).

Znaczenie w bioterroryzmie. Wirus ospy prawdziwej charakteryzuje łatwe przenoszenie między ludźmi oraz wysoki wskaźnik śmiertelności, dlatego uwolnienie go w formie aerozolu stanowiłoby bardzo poważne zagrożenie dla populacji (24). W latach 80. XX w. ZSRR rozpoczął program produkcji wirusa na skalę przemysłową i dostosowania go do użycia w bombach oraz międzykontynentalnych rakietach balistycznych. Według Kena Alibeka, byłego zastępcy dyrektora radzieckiego programu obrony przed bronią biologiczną, Rosja kontynuowała po 1992 r. badania nad bardziej zjadliwymi szczepami wirusa, a rosyjski program broni biologicznej nie został całkowicie zlikwidowany (25).

❖ **Wirusowe gorączki krwotoczne**

Gorączki krwotoczne to grupa chorób wywoływanych przez wirusy, które łączy wiele wspólnych cech, jednak wykazujących znaczne zróżnicowanie pod względem biologicznym. Do ich cech wspólnych należy zaliczyć genom zbudowany z jednoniciowego RNA oraz obecność kapsułki lipidowej. Dodatkowo, wirusy te, podobnie jak ich rezerwuary, występują

przeważnie na ograniczonym obszarze geograficznym. Wirusy gorączek krwotocznych należą do czterech różnych rodzin: *Arenaviridae*, *Bunyaviridae*, *Filoviridae* i *Flaviviridae* (26).

Przedstawicielami rodziny *Arenaviridae* są wirusy: *Lassa*, *Machupo*, *Junin* i *Sabia*. Ich transmisja odbywa się poprzez kontakt bezpośredni z moczem bądź odchodami gryzoni, stanowiących rezerwuar wirusów lub poprzez transmisję aerozolową. Ponadto, możliwe są zakażenia międzyludzkie oraz szpitalne.

Do rodziny *Bunyaviridae* należy wirus wywołujący krymsko-kongijską gorączkę krwotoczną oraz wirus gorączki doliny Rift. Wirusy z tej rodziny przenoszone są przez stawonogi, głównie komary i kleszcze oraz gryzonie. Dodatkowo, wirus krymsko-kongijskiej gorączki krwotocznej może przenosić się z człowieka na człowieka w wyniku kontaktu z krwią chorego bądź innymi płynami ustrojowymi (26).

Najbardziej znanymi filowirusami są wirusy Marburg (MARV) i Ebola (EBOV). Rezerwuar wirusów stanowią nietoperze owocożerne, od których mogą zakazić się gryzonie, niektóre gatunki małp oraz ludzie. Oba wirusy cechują się bardzo wysoką śmiertelnością, w przypadku EVD (ang. *Ebola virus disease*) wskaźnik ten wynosi 50-90% w zależności od odmiany, a w przypadku gorączki krwotocznej Marburg ok. 82% (26).

Reprezentantem rodziny *Flaviviridae* jest wirus dengi i wirus żółtej gorączki. Wirusy te przenoszone są na ludzi przez komary: głównie *Aedes aegypti* i *Aedes albopictus*. Śmiertelność w gorączce denga wynosi od 0,8% do 2,5%, jednak w ciężkich postaciach choroby może być wyższa (26).

U osób z wirusowymi gorączkami krwotocznymi mogą pojawić się nieswoiste symptomy, takie jak: gorączka, bóle głowy, ogólne osłabienie czy męczliwość. Dodatkowo występują bóle mięśniowo-stawowe, dolegliwości oczne (ból w okolicy oczodołów, zaczerwienienie), nudności, wymioty, bóle brzucha oraz często krwawienia: z dziąseł, nosa, z przewodu pokarmowego (krwista biegunka), wybroczyny na skórze, krwotoki o niejasnym pochodzeniu, mogące doprowadzić do zaburzeń krzepnięcia i niewydolności wielonarządowej (10,26).

Diagnostyka. Diagnostyka wirusowych gorączek krwotocznych obejmuje szeroki zakres badań laboratoryjnych. Należą do nich testy molekularne, takie jak RT-PCR, które umożliwiają wykrycie wirusowego RNA już w ciągu 1-2 dni od zakażenia oraz testy immunoenzymatyczne (ELISA), które wykazują obecność specyficznych przeciwciał IgM po kilku dniach. W późniejszym okresie choroby lub po wyzdrowieniu można wykryć przeciwciała IgG w badaniach ELISA (10, 26).

Leczenie i profilaktyka. Leczenie wirusowych gorączek krwotocznych polega na leczeniu wspomagającym, uzupełnianiu płynów i elektrolitów, wykorzystywaniu leków przeciwgorączkowych oraz innych leków objawowych. Należy szczególnie monitorować i korygować wszelkie odchylenia parametrów stanu krytycznego. W przypadkach ciężkich z wystąpieniem wstrząsu i skazy krwotocznej konieczne bywa wsparcie funkcji układu oddechowego oraz krążenia. Jedynie w przypadku gorączki Lassa lekiem z wyboru jest rybawiryna podawana iv. jak najszybciej, co statystycznie zmniejsza ryzyko śmierci pacjenta (10). Obecnie dostępne są szczepionki przeciw dendze i EVD. Szczepionka przeciwko dendze jest zarejestrowana w krajach Ameryki Południowej, Azji Południowo-Wschodniej oraz Europie (27). Z kolei szczepionka przeciw Eboli w Stanach Zjednoczonych oraz Afryce (Republika Środkowoafrykańska, Demokratyczna Republika Konga, Ghana, Gwinea, Rwanda, Uganda, Zambia) (28).

Znaczenie w bioterroryzmie . Wirusy gorączek krwotocznych, takie jak Ebola, są uważane za potencjalną broń biologiczną ze względu na ich stabilność w aerozolu, wysoką śmiertelność i trudności w leczeniu. Wirus Ebola cechuje się bardzo wysoką śmiertelnością i jednym z najwyższych potencjałów bioterrorystycznych. Wirusy *Filoviridae* były testowane jako broń biologiczna przez Związek Radziecki, ale do tej pory żaden z wirusów gorączek krwotocznych nie został zastosowany w atakach bioterrorystycznych (26).

ORGANIZACJE DO WALKI Z TERRORYZMEM

Międzynarodowe organizacje zajmujące się walką z terroryzmem koncentrują się przede wszystkim na koordynowaniu działań różnych państw poprzez dzielenie się informacjami czy tworzeniu wspólnych strategii przeciwdziałania tej formie przemocy. Do najważniejszych organizacji należą:

1. Organizacja Narodów Zjednoczonych (ONZ) pełni kluczową rolę w globalnej walce z terroryzmem, wprowadza zestaw działań na różnych poziomach: politycznym, prawnym i praktycznym. Ma na celu utrzymanie pokoju i bezpieczeństwa na świecie, promowanie rozwoju społecznego, gospodarczego oraz ochrony praw człowieka. Chociaż ONZ nie prowadzi bezpośrednio operacji wojskowych, to umożliwia współpracę między państwami, a od 1963 wydała aż 19 aktów prawnych odnoszących się do walki z terroryzmem. Głównymi działaniami formalnymi ONZ jest przyjęcie szeregu rezolucji, które zobowiązują państwa członkowskie do podjęcia środków w zakresie zapobiegania terroryzmowi. Pierwsze wspólne podejście do walki z terroryzmem zostało zawarte w Globalnej Strategii Zwalczenia Terroryzmu przyjętej w

2006 r. Strategia odpowiada za ochronę praw człowieka oraz potępia warunki, które sprzyjałyby terroryzmowi jak np. jego finansowanie. Przez współpracę z innymi organizacjami międzynarodowymi zapewnia tworzenie wspólnych akcji, wzajemną motywację na poziomie globalnym. Współpraca ta dotyczy głównie Interpolu i Unii Europejskiej

2. Komitet do spraw Walki z Terroryzmem (CTC) Rady Bezpieczeństwa ONZ odpowiada za kontrolę wdrażania rezolucji Rady Bezpieczeństwa ONZ pomagając przy tym państwom, które potrzebują wsparcia w przeciwdziałaniu terroryzmowi i przeciwdziałając finansowaniu terroryzmu
3. Grupa Zadaniowa do spraw Zwalczenia Terroryzmu (CTITF – Counter-Terrorism Implementation Task Force), której zadaniem jest wzmocnienie współpracy i spójności działań zwalczających terroryzm podejmowanych przez system Narodów Zjednoczonych
4. Interpol, wchodzący w skład CTITF, odpowiada za współpracę międzynarodową w ściganiu i zwalczaniu wszelkich form przestępczości, w tym bezprawnego użycia substancji biologicznych
5. Agencja Unii Europejskiej ds. Współpracy Organów Ścigania (Europol) pełni istotną funkcję w walce z bioterroryzmem, wspierając międzynarodową kooperację, oceniając ryzyko, organizując wymianę danych między krajami Unii Europejskiej oraz oferując pomoc techniczną i edukacyjną służbom podporządkowanym, szczególnie w zakresie zwalczania zorganizowanej przestępczości o zasięgu międzynarodowym.

Do pozostałych grup należą: Grupa Wyszehradzka (V4), Organizacja Bezpieczeństwa i Współpracy w Europie (OBWE), G7 i G20, Sojusz Północnoatlantycki (NATO), Globalna Koalicja do Walki z ISIS (Global Coalition to Defeat ISIS) (29).

OBECNE ZAGROŻENIA BIOTERRORYZMEM

Wykorzystanie środków biologicznych w postaci broni terrorystycznej stanowi wyjątkowo rzadkie zjawisko, mieszczącym się w zaledwie 0,02% wszystkich aktów terrorystycznych, które miały miejsce w historii świata. Jednak fakt, że zastosowanie nie jest częste, nie oznacza, że się nie zdarza w ogóle i że nie jest niebezpieczne. Wręcz przeciwnie, bowiem wykazuje zdolność do zadawania masowych obrażeń, których skala i obszar rażenia nie mają nawet porównania z bronią konwencjonalną (30).

W okresie od 1970 do 2019 roku odnotowano 33 incydenty terrorystyczne, w których wykorzystano czynniki biologiczne. Znaczna większość tych ataków miała miejsce na terenie

Stanów Zjednoczonych, ale zdarzyły się również w innych krajach, takich jak Kenia, Izrael, Rosja, Wielka Brytania, Pakistan, Japonia, Kolumbia i Tunezja. Doprowadziły one do śmierci 9 osób oraz choroby 806 osób. Najczęściej używanymi czynnikami w tych atakach były: *Bacillus anthracis*, *Salmonella*, ryцина, toksyna botulinowa oraz wirus HIV. Śmierć siedmiu osób związana była z atakami wąglika, a dwa pozostałe zgony były skutkiem ataków z użyciem bakterii *Salmonella Typhi*. Spośród 806 chorych na skutek ataków bioterrorystycznych, 776 było poszkodowanych na skutek dwóch ataków z użyciem bakterii *Salmonella*, 25 z użyciem bakterii wywołującej wąglik, a 1 w związku z incydem z użyciem odchodów jako czynnika biologicznego (30).

Po 2019 roku CDC nie potwierdziło oficjalnie żadnych nowych przypadków ataków bioterrorystycznych, jednak zagrożenie nadal istnieje. Wciąż aktywne są ugrupowania terrorystyczne, które deklarują posiadanie/możliwość zdobycia broni biologicznej oraz zdolność jej użycia. Do ugrupowań tych należą:

1. Aum Shinrikyo (japońska sekta)
2. Palestyński Front Wyzwolenia
3. FARC-EP (Rewolucyjne Siły Zbrojne Kolumbii)
4. Fatah (organizacja Abu Nidala)
5. Grupa Abu Sajjafa (ugrupowanie z Filipin)
6. Hezbollah (libańska Partia Boga)
7. MRTA (Ruch Rewolucyjny im. Tupaca Amaru)
8. Zbrojne Grupy Islamskie (kaci z Algierii, GIA)
9. Palestyński Dżihad
10. Hamas (Islamski Ruch Oporu)
11. Prawicowe bojówki z Kolumbii
12. Radykałowie z LFWP
13. Al-Kaida
14. Baskijska ETA
15. Tamilskie Tygrysy

Organizacje te przyznały się do posiadania lub możliwości zdobycia patogenów o wysokiej śmiertelności takich jak: laseczka wąglika, laseczka botuliny, przecinkowiec cholery, pałeczki dżumy, wirus ospy prawdziwej, pałeczka tularemii, filowirusy (Ebola, Marburg) oraz arenawirusy (gorączki krwotoczne). Patogeny te mogą zostać pozyskane w celu przeprowadzenia ataku bioterrorystycznego poprzez izolację i namnażanie niezbędnych drobnoustrojów pochodzących z naturalnych źródeł, kradzież ich z placówek medycznych, instytutów badawczych lub laboratoriów skupionych na zdrowiu publicznym, zakup materiałów biologicznych ze składnic zarazków, a także zdobycie patogenów za pośrednictwem państw upadłych, niewydolnych struktur państwowych, badaczy lub dotacji rządowych. Terroryzm, w tym użycie broni biologicznej, to działanie, które może być wykorzystane w celu sprzeciwu wobec istniejącego porządku na świecie. Dostosowuje się ono

do zmieniających się warunków, indywidualnych celów i intencji osób lub organizacji, które się nim posługują (6).

WNIOSKI

Bioterroryzm, choć stosunkowo rzadki w porównaniu z użyciem innych rodzajów broni masowego rażenia, posiada specyficzne cechy, które czynią go szczególnie niebezpiecznym. Jego skutki wykraczają poza fizyczne obrażenia, wzbudzając strach, niepewność oraz panikę w społeczeństwie, co jest celem organizacji terrorystycznych. Mimo że, w ciągu ostatnich pięciu lat nie zanotowano nowych przypadków bioterroryzmu, fakt, że niektóre grupy dysponują bronią biologiczną lub magazynują patogeny, wciąż stanowi poważne zagrożenie. W części chorób istnieje leczenie przyczynowe, jednak atak bioterrorystyczny jest niespodziewany, często z użyciem rzadko spotykanego patogenu, co bardzo utrudnia diagnozę i spowalnia wdrożenie prawidłowego leczenia. Dodatkowo, przeciw niektórym patogenom istnieją szczepienia, jednak nie są one powszechnie dostępne, co stwarza dodatkowe ryzyko rozwoju poważnej choroby. Bioatak może prowadzić nie tylko do masowych ofiar, ale również do poważnej destabilizacji w gospodarce. Nie można lekceważyć ryzyka związanego z bioterroryzmem, ponieważ jego konsekwencje mogą nieść ogromne i długofalowe skutki.

PIŚMIENNICTWO

1. Jansen HJ, Breeveld FJ, Stijns C, Grobusch MP. Biological warfare, bioterrorism, and biocrime. *ClinMicrobiolInfect.* 2014;20(6):488-496. doi:10.1111/1469-0691.12699
2. World Health Organization. Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance. 2nd ed. Geneva: WHO; 2004. pp.134-135.
3. Williams M, Armstrong L, Sizemore DC. Biologic, Chemical, and Radiation Terrorism Review. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 14, 2023.
4. Koch L, Lopes AA, Maiguy A, Guillier S, Guillier L, Tournier JN, et al. Natural outbreaks and bioterrorism: How to deal with the two sides of the same coin? *J Globe Health.* 2020;10(2):020317. doi:10.7189/jogh.10.020317
5. Pajorski P. Biohazards in the protection of people – selected issues. *Kultura Bezpieczeństwa,* 2021;40:175–199, doi: 10.5604/01.3001.0015.6977
6. Michailiuk B. Biological weapons and bioterrorism. *AON Scientific Papers.* 2016;1(102):125-136. ISSN: 0867-2245.

7. Puzanowska B, Czauż-Andrzejuk A. Bioterrorism. *Review Epidemiol.* 2001;55(3):379-86) <https://www.przegl Epidemiol.pzh.gov.pl/Bioterroryzm,178955,0,1.html>
8. Thavaselvam D, Vijayaraghavan R. Biological warfare agents. *J Pharm Bioallied Sci.* 2010;2(3):179-188. doi:10.4103/0975-7406.68499
9. Centers for Disease Control and Prevention. Anthrax: About Anthrax [Internet]. Atlanta: CDC; [cited 2024 November 28]. Available from: <https://www.CDC.gov/anth/o/indeks.html>
10. Flisiak R, (ed.). *Infectious and parasitic diseases. Volume II and III.* Czelej Publishing House. Lublin; 2020. pp. 333-338, 342-348, 451-459, 830-83, 899-904.
11. Simonsen KA, Chatterjee K. Anthrax. In: *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; July 25, 2023.
12. Bower WA, Yu Y, Person MK, Parker CM, Kennedy JL, Suet D, et al. CDC Guidelines for the Prevention and Treatment of Anthrax, 2023 [published correction appears in *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2024 Aug 08;73(31):689. doi:10.15585/mmwr.mm7331a4]. *MMWR Recomm Rep.* 2023;72(6):1-47. Published 2023 Nov 17. doi:10.15585/mmwr.rr7206a1
13. Sabra DM, Krin A, Romeral AB, Frieß JL, Jeremias G. Anthrax revisited: how assessing the unpredictable can improve biosecurity. *Front BioengBiotechnol.* 2023;11:1215773. Published 2023 Sep 19. doi:10.3389/fbioe.2023.1215773
14. Cenciarelli O, Riley PW, Baka A. Biosecurity Threat Posed by Botulinum Toxin. *Toxins (Basel).* 2019;11(12):681. Published 2019 Nov 20. doi:10.3390/toxins11120681
15. Janik E, Ceremuga M, Saluk-Bijak J, Bijak M. Biological Toxins as the Potential Tools for Bioterrorism. *Int J Mol Sci.* 2019;20(5):1181. Published 2019 Mar 8. doi:10.3390/ijms20051181
16. Palec W, Rusecki P, Bartoszcze M. Botulinum toxin as a bioterrorist agent. *Przegl Epidemiol* 2001;55 Suppl 2:181-188
17. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Aboutplague. Available on: <https://www.c.gov/pl/o/indeks.html>
18. Riedel S. Plague: from natural disease to bioterrorism. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2005;18(2):116-124. doi:10.1080/08998280.2005.11928049
19. Dillard RL, Juergens AL. Plague. In: *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 7, 2023.
20. Nelson CA, Meaney-Delman D, Fleck-Derderian S, Cooley KM, Yu PA, Mead PS. Antimicrobial Treatment and Prophylaxis of Plague: Recommendations for Naturally

- Acquired Infections and Bioterrorism Response. *MMWR Recomm Rep* 2021;70(No. RR-3):1–27. DOI:<http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.rr7003a1>
21. Frischknecht F. The history of biological warfare. Human experimentation, modern nightmares and lone madmen in the twentieth century. *EMBO Rep.* 2003;4 Spec No(Suppl 1):S47-S52. doi:10.1038/sj.embor.embor849
 22. Płusa T. Contemporary threats from biological pathogens. Medpress. Warsaw; 2015. p. 95.
 23. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Tularemia - United States, 2001-2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2013;62(47):963-966.
 24. Riedel S. Smallpox and biological warfare: a disease revisited. *Proc (BaylUnivMed Cent).* 2005 Jan;18(1):13-20
 25. Alibek K. Biohazard. New York: Random House Inc.; 1999.
 26. Mangat R, Louie T. Viral Hemorrhagic Fevers. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 28, 2023.
 27. Gubler DJ, Halstead SB. Is Dengvaxia a useful vaccine for dengue endemic areas? *BMJ.* 2019;367:l5710. Published 2019 Oct 3. doi:10.1136/bmj.l5710
 28. World Health Organization. Ebola vaccines. Geneva: World Health Organization; 2024.
 29. Bartosz K. Legal aspects of the fight against terrorism. *Security, Economy & Law.* 2018;1(18):18-39. doi:10.24356/SEL/18/1.
 30. Tin D, Sabeti P, Ciottone GR. Bioterrorism: An analysis of biological agents used in terrorist events. *Am J Emerg Med.* 2022;54:117-121. doi:10.1016/j.ajem.2022.01.056

Received: 03.12.2024

Accepted for publication: 10.02.2025

Otrzymano: 03.12.2024

Zaakceptowano do publikacji: 10.02.2025 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Michał Nienaltowski

Klinika Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

email: nienaltowski1@o2.pl