

*Agnieszka Anderska¹, Dobromiła Osuch², Dominika Opala², Izabela Staszczyk³, Aleksandra Drabik²,
Dominika Szczotka³, Klaudia Błachnio², Antonina Szemplińska²*

**THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON SKIN DISEASES:
A NARRATIVE REVIEW OF THE LITERATURE**

**WPŁYW ZMIAN KLIMATYCZNYCH NA CHOROBY SKÓRY – NARRACYJNY
PRZEGLĄD LITERATURY**

¹4th Military Clinical Hospital with Polyclinic in Wrocław, Poland
4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ we Wrocławiu

²Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Jana Mikulicza-Radeckiego we Wrocławiu
University Clinical Hospital in Wrocław, Poland

³Faculty of Medicine, Medical University of Wrocław, Poland
Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

ABSTRACT

INTRODUCTION. Climate change has a significant impact on human health, particularly with regard to the respiratory, immune and cardiovascular systems. In addition, these changes have a significant impact on mental health and dermatological diseases. The main drivers of these health changes are increasing temperature, humidity, expansion of the ozone hole and increasing environmental pollution. Without corrective action, these trends will worsen.

PURPOSE OF THE WORK. The purpose of this review is to present the current state of knowledge on the impact of climate change on the development of skin diseases in humans and to explore possible methods of their prevention.

MATERIALS AND METHODS. A narrative review of the literature was conducted and an analysis of the literature retrieved from PubMed and Google Scholar databases was performed. Articles were searched using the keywords: "climate change", "environmental pollution", "UV radiation", "skin diseases".

CONCLUSIONS. Climate change is associated with a significant increase in the incidence of various skin diseases, especially cancer, allergic diseases, infectious diseases and reactions after insect bites. The main cause of these changes is global warming, but increased pollution and the expansion of the "ozone hole" are also significant contributors to the increase in the number of diseases. Increased awareness of these trends enables faster diagnosis and treatment of lesions, as well as more effective prevention of new diseases.

Keywords: *climate change, environmental pollution, UV radiation, skin diseases*

INTRODUCTION

For millennia, climatic conditions on earth have remained relatively constant. For the past 50 years or so, there have been pronounced climatic changes that affect everyone's health, including skin. The earth's temperature has increased by about 0.7 °C. According to forecasts, by 2100, the temperature could rise by as much as about 2-4 °C. Among other causes, we can also mention the widening of the ozone hole and increasing air pollution (1). As the outermost layer of the human body, the skin is the most exposed to environmental factors (2). The most associated disease entities with climate change are allergic, cancerous and infectious diseases, as well as skin reactions caused by the increase in the number and change in the existence of certain animals that can attack humans (2,3). Addressing this topic is important because of the understanding of how much the surrounding environment affects the health of billions of people around the world. As a result, it is important to prevent further intensification of climate change by reducing greenhouse gas emissions and making the public aware of the importance of taking care of the surrounding environment (1,4).

GLOBAL CLIMATE CHANGE

The most important climate change of recent years has certainly been the increase in the earth's temperature, which is most noticeable in the northern hemisphere. Climate change on earth is a natural phenomenon, with warmer periods as well as colder ones. However, there is currently an excessive warming of the environment as a result of human interference through an increase in greenhouse gas concentrations (5). Future projections show that this trend will continue. Higher temperatures increase the amount of water vapor in the air, resulting in more precipitation and increased humidity (6). In addition, glaciers are melting, which together result in higher water levels, changing pH and aquatic animal species (3).

Since the 1970s, there has been a noticeable widening of the ozone hole, which is causing more dangerous UV radiation to penetrate the earth's layers (7).

Climate change is also influencing increased internal and external migration among the population. This is causing diseases to appear in other parts of the globe that were not present in the region before. This applies primarily to diseases of infectious origin (8).

All of the above changes result in extreme weather events such as extreme heat, fires or floods (9). They result, among other things, in an increase in air pollution through the release of dust from fires, volcanic eruptions or biological decomposition (10,11).

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE HUMAN BODY

Climate changes affect the entire human body. They cause an exacerbation of many diseases including respiratory or circulatory. There is also an increase in infectious and autoimmune diseases (12). Climate change, through an increase in pollen concentrations, leads to an increase in symptoms of allergic diseases such as bronchial asthma and allergic rhinitis. They also affect mental health. They can cause the development of depression as a result of fear and anxiety about the future and insecurity. Heat waves cause an increase in deaths by affecting the cardiovascular and respiratory systems and a higher incidence of strokes. Deaths and a range of health consequences caused by extreme weather events are also reported (5).

ATOPIC DISEASES

Atopic dermatoses are among the very common skin diseases, and their etiopathology is complex. They are led both by genetic predisposition and damaged skin barrier, abnormalities of the immune system or skin microbiome, as well as environmental factors (13,14). In recent years, a marked increase in the incidence of allergic diseases has been noted, and climate change is considered to be one of the causes. The most common disease in this group is atopic dermatitis, the clinical picture of which is characterized by severe itching and eczematous lesions (15,16).

An important pathogenetic element is environmental pollution – both of human and natural origin (11). From the point of view of dermatology, one of the more dangerous pollutants turns out to be sulfur dioxide, which, through its solubility in water, can damage its barrier (10). Pollutants can also cross the placental barrier, as early as the prenatal period, and predispose to atopic diseases in old age or affect dysregulation of the immune system (11). Through increased temperature and increased UV exposure, the skin barrier is damaged (15). The damaged barrier facilitates the entry of allergens, as well as irritants from the environment leading to the development of the disease (17).

Climate change is also associated with an increase in greenhouse gases, including carbon dioxide, whose presence causes an increase in plants, such as ragweed, which produce large amounts of pollen. The large number of thunderstorms also promotes an increase in the concentration of dust grains, which, when they burst, release large amounts of allergens (18). They are the cause of contact dermatitis, which manifests as swelling, redness, the presence of blisters and itching (19). Rising temperatures also increase the pollen load and lengthen pollen seasons, which can exacerbate allergic diseases (20).

Another element noted in climate change is the increase in UV radiation, which, in addition to its negative effects on the skin, can also positively affect the course of allergic

diseases through immunosuppressive effects. This is confirmed by the fact that a higher number of AD exacerbations is recorded in the winter months compared to the summer months. It was also noted that the least pruritus and a better quality of life were recorded in subtropical climates, i.e. higher temperature and humidity (20).

Photoallergic reactions are also more common with increased sun exposure. These involve the action of an allergen, such as a photosensitizing drug, which can trigger a skin reaction after sun exposure. This results in the formation of exudative papules or lesions of the nature of contact eczema (21).

SKIN CANCERS

UV radiation has a major impact on human health, with eyes and skin being the most vulnerable. On the one hand, it is necessary for the production of vitamin D, a deficiency of which leads to rickets, bone softening or osteoporosis (22). However, by significantly decreasing ozone and increasing aerosols in the atmosphere, as well as deforestation and environmental destruction, the amount of UV radiation reaching the earth increases, which can cause photoaging, burns and cancer. This is especially noticeable during the summer months and midday hours, when the intensity of radiation is highest (7,23,24).

UV radiation can be divided into three types: UVA, UVB and UVC. UVA radiation reaches the Earth the most, penetrating deepest into the skin. It leads to the production of reactive oxygen species, which can stimulate carcinogenesis. UVB radiation reaches the earth to a lesser extent and is retained in the stratum corneum, but it exhibits mutagenic effects by damaging bonds. UVC radiation hardly reaches the ground, so its effects on the human body are negligible (23).

A record number of skin cancer cases were recorded in the UK in 2023, with the number expected to double in the next 20 years. Climate change is considered the main cause of these changes. As an example, the albino community in Malawi is increasingly suffering from skin cancer due to the increased amount of UV radiation reaching the Earth. Moreover, as they have limited access to sunscreens, they are unable to effectively protect themselves against it. It is estimated that 70% of them will not live to the age of 30 due to death from skin cancer (24). It should be mentioned that global warming also affects human behavior. Studies show that as temperatures rise, people spend more time outdoors and the incidence of skin burns even doubles. In opposition to this theory is the situation when temperatures reach over 27°C, when people seek shelter in the shade and reduce their exposure to solar radiation (7).

The most common skin cancer is basal cell carcinoma (BCC), then squamous cell carcinoma (SCC). They account for about 90% of skin cancer cases. The remaining 10% is the most malignant – melanoma (7). Melanoma can metastasize at an early stage. Its diagnosis is not always clear, so, it is worth excising the suspicious lesion and performing a histopathological examination (25). Early detection is important because it provides a good therapeutic outcome (26).

The mechanism for the effect of UV radiation on the skin is to damage the skin, which becomes thickened and cell proliferation and increased divisions occur, which can eventually lead to burns or skin cancer. The greatest link between UV radiation and skin cancer is seen in squamous cell carcinoma. It occurs almost exclusively on exposed parts of the body and is noticeably more common in sunnier areas of the earth. An association with UV radiation has also been noted for the other two cancers, but it is not as pronounced. The Scandinavian countries, for example, have a higher incidence of melanoma than the Mediterranean countries, showing that other factors such as ethnicity or habits greatly influence incidence (7).

INFECTIOUS DISEASES

An increase in temperature and humidity promotes easier colonization of bacteria in humans. This includes both gram negative and positive bacteria, which cause numerous skin lesions, as well as soft tissue infections. Bacteria of the genus *Staphylococcus* and *Streptococcus*, more specifically *S. aureus* and *S. pyogenes*, are cited as the main causes (2). Fungal diseases of the skin, hair or nails are also more common. They are caused by various species including *Trychophyton*, *Microsporum* and *Epidermophyton*. They can take the form of ring-shaped lesions with raised scaly edges or arched lesions with pustules. The increase in the incidence of these diseases is also closely related to population movement, especially from circumpolar regions, and extreme weather events such as hurricanes and floods, which can cause water contamination and an increase in pathogenic pathogens, often resistant to antibiotics (2,8).

The increase in infectious diseases is also influenced by the vectors that transmit them. These include ticks (5). The most common disease caused by them is borreliosis, otherwise known as Lyme disease, which often manifests itself on the skin. Erythema migrans is a red skin lesion expanding peripherally, with a translucent central area with a diameter of min. 5 cm. It may itch and rarely hurts. It should be differentiated from the reaction after a tick bite, which is usually about 1-2 cm in diameter and gradually decreases in size. Another cutaneous manifestation of Lyme disease can be borrelial lymphocytoma, which usually localizes on the

earlobe, scrotum or nipple and takes the form of a bluish red infiltrate that persists for a long time. Treatment involves the use of antibiotics: amoxicillin or doxycycline, primarily to limit the spread of bacteria through the body and the development of late forms of the disease (27).

OTHER SKIN MANIFESTATIONS

In Europe, the spread of the venomous spider – the armored spider mite (*Cheiracanthium punctorium*) – has been observed for some years, and initially present in the southern part, it has begun to shuffle towards the north. Climate warming is cited as the cause, but also the increase in popularity of tourism and travel. Symptoms of an arachnid bite mainly include reddening of the skin, moderate pain and swelling. The course is mild in most patients, but there are some reports of skin necrosis. Although the spider bite, for the time being, does not pose much of a threat, it is important to keep in mind that as the climate changes, more dangerous insects may emerge, resulting in lesions (28).

Another important process that occurs as a result of overexposure to light is photoaging, which turns out to be a process quite different from chronological aging. The most important changes are collagen degeneration, solar elastosis and the formation of a clumped mass of elastic fibers. The first changes occur around the 2nd or 3rd decade of life. With age, more wrinkles, lentiginous spots or telangiectasias also develop (21).

Climate change has also led to an increase in dermatitis caused by cercariae called swimmer's pruritus, as well as an increase in jellyfish populations in the oceans (3).

PREVENTING CLIMATE CHANGE AND ITS CONSEQUENCES

Reducing global warming, which is the biggest problem of climate change, is possible mainly by changing energy sources to renewable ones, which will enable the reduction of greenhouse gas emissions. The European Union is projected to become the world's most low-carbon economy by 2050. Flood prevention devices and a system to protect forests from fires are also to be developed in Poland (29).

The preventive method of skin cancer is primarily sun protection. It is recommended to avoid exposure to the midday sun, use protective clothing and sunscreen. Frequent checks of skin lesions with a dermatologist, preferably about once a year, are also important. All of these methods can reduce the risk of skin cancer by about 80% (30).

Various types of repellents are used to protect against diseases transmitted by vectors such as ticks and mosquitoes, as well as appropriate clothing to protect against bites (31).

SUMMARY

Climate change is clearly affecting human health. There are more frequent cardiovascular incidents, respiratory, immune and mental diseases. A significant increase in skin diseases has also been noted, including the most dangerous skin cancers, but also allergic or infectious diseases (5,7). There are claims that climate change poses the greatest threat to the population in this century. All this leads to the conclusion that it is necessary to develop effective strategies to counter these changes. International action to improve and mitigate climate change globally is very important here, as well as the use of methods of personal protection against the harmful effects of external agents on human skin (1,28).

REFERENCES

1. Franchini M, Mannucci PM. Impact on human health of climate changes. *Eur J Intern Med.* 2015 Jan;26(1):1-5. doi: 10.1016/j.ejim.2014.12.008
2. Balato N, Megna M, Ayala F, Balato A, Napolitano M, Patrino C. Effects of climate changes on skin diseases. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2014;12(2):171-81. doi: 10.1586/14787210.2014.875855
3. Kaffenberger BH, Shetlar D, Norton SA, Rosenbach M. The effect of climate change on skin disease in North America. *J Am Acad Dermatol.* 2017 Jan; 76(1):140-7. doi: 10.1016/j.jaad.2016.08.014.
4. Karaczun Z, Michalak W, Luszczki K, Okulus A, Patalong M. Impact of climate change on children's health. 2021 Aug; 6-9.
5. Michalak W. Impact of climate change on human health. *PAN.* 2020. 141-150.
6. Wibig J. Contemporary climate changes – observations, causes, prognosis. *PAN.* 2020. 13-20.
7. Diffey B. Climate change, ozone depletion and the impact on ultraviolet exposure of human skin. *Phys. Med. Biol.* 2003 Dec;49(1):1-11. doi: 10.1088/0031-9155/49/1/R01.
8. Dayrit JF, Sugiharto A, Coates SJ, Lucero-Prisno DE, Davis MDD, Andersen LK. Climate change, human migration, and skin disease: is there a link? *Int J Dermatol.* 2022 Feb; 61(2):127-138. doi: 10.1111/ijd.15543.
9. Kron W, Löw P, Kundzewicz ZW. Changes in risk of extreme weather events in Europe. *Environmental Science & Policy.* 2019 Oct; 100:74–83. doi: 10.1016/j.envsci.2019.06.007.

10. Ukaogo PO, Ewuzie U, Onwuka CV. Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*; 2020; 419-429. doi: 10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8.
11. Ahn K. The role of air pollutants in atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol*. 2014 Nov;134(5):993-999. doi: 10.1016/j.jaci.2014.09.023.
12. Luber G, Prudent N. Climate change and human health. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 2009; 120:113-117.
13. Kim J, Kim BE, Leung DYM. Pathophysiology of atopic dermatitis: Clinical implications. *Allergy Asthma Proc*. 2019 Mar 1;40(2):84-92. doi: 10.2500/aap.2019.40.4202.
14. Frazier W, Bhardwaj N. Atopic Dermatitis: Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician*. 2020 May 15;101(10):590-598.
15. Hui-Beckman JW, Goleva E, Leung DYM, Kim BE. The impact of temperature on the skin barrier and atopic dermatitis. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2023 Dec 1;131(6):713-719. doi: 10.1016/j.anai.2023.08.007.
16. Zaleska M, Trojacka E, Savitskyi S, Terlikowska-Brzóska A, Galus R. Atopic dermatitis - risk factors and treatment. *Pol Merkur Lekarski*. 2017 Aug; 43(254):87-94.
17. Pelc J, Czarnecka-Operacz M, Adamski Z. The structure and function of the epidermal barrier in patients with atopic dermatitis – treatment options. Part two. *Adv Dermatol Allergol*. 2018;35(2):123-127. doi:10.5114/ada.2018.75234.
18. Ray C, Ming X. Climate Change and Human Health: A Review of Allergies, Autoimmunity and the Microbiome. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jul 4;17(13):4814. doi: 10.3390/ijerph17134814.
19. Kostner L, Anzengruber F, Guillod C, Recher M, Schmid-Grendelmeier P, Navarini AA. Allergic Contact Dermatitis. *Immunol Allergy Clin North Am*. 2017 Feb;37(1):141-152. doi: 10.1016/j.iac.2016.08.014.
20. Stefanovic N, Irvine AD, Flohr C. The Role of the Environment and Exposome in Atopic Dermatitis. *Curr Treat Options Allergy*. 2021;8(3):222-241. doi: 10.1007/s40521-021-00289-9.
21. Kazimir Jaworek B A, Rajzer L, Wojtas-Pelc A. Sun associated skin diseases – review. *J Family Med Prim Care*. 2007; 9, 1: 131–135.
22. Biszczuk-Jakubowska J, Curyło A. Solar UV radiation and human health. *Proceedings of Electrotechnical Institute*. 2010; 244:93-106.

23. Ebisz M, Brokowska M. Harmful impact of ultraviolet radiation on human skin. *Hygeia Public Health*. 2015; 50(3):467-473.
24. Editorial. Climate change and skin cancer: urgent call for action. *Lancet Oncol*. 2023; 24(8): 823. doi: 0.1016/S1470-2045(23)00348-0.
25. Arai E, Jin L, Nagata K, Shimizu M. Histopathological Diagnosis of Early Stage of Malignant Melanoma. *InTech*. 2011. doi: 10.5772/22547.
26. Kapka-Skrzypczak L, Dudra-Jastrzębska M, Czajka M, Raszevska-Famielec M, Popek S, Sawicki K, Kruszewski M. Clinical characteristics and molecular basis of skin tumors. *Hygeia Public Health*. 2014; 49(1): 39-45.
27. Woś H. Borreliosis, tick-transmitted diseases. *Pediatrics Polska*. 2010; 85(4), 371-374. doi: 10.1016/S0031-3939(10)70011-1.
28. Varl T, Grenc D, Kostanjšek R, Brvar M. Yellow sac spider (*Cheiracanthium punctorium*) bites in Slovenia: case series and review. *Wien Klin Wochenschr*. 2017 Sep; 129(17-18):630-633. doi: 10.1007/s00508-017-1217-8.
29. Kurowska I, Konopko A, Świśłocka R, Świdorski G, Lewandowski W. Global warming - causes, effects and prevention of climate change. *Civil and Environmental Engineering*. 2015; 6(3): 119-130.
30. Emmert S, Seebode C, Lehmann J. Photocarcinogenesis and Skin Cancer Prevention Strategies. *Anticancer Res*. 2016 Mar;36(3):1371-8.
31. Debboun M, Strickman D. Insect repellents and associated personal protection for a reduction in human disease. *Med Vet Entomol*. 2013 Mar;27(1):1-9. doi: 10.1111/j.1365-2915.2012.01020.x.

Received: 13.08.2024

Accepted for publication: 02.01.2025

Otrzymano: 13.08.2024 r.

Zaakceptowano do druku: 02.01.2025 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Agnieszka Anderska

4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ we Wrocławiu

email: agnieszka@anderski.pl

*Agnieszka Anderska¹, Dobromiła Osuch², Dominika Opala², Izabela Staszczyk³, Aleksandra Drabik²,
Dominika Szczotka³, Klaudia Błachnio², Antonina Szemplińska²*

**THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON SKIN DISEASES:
A NARRATIVE REVIEW OF THE LITERATURE**

**WPŁYW ZMIAN KLIMATYCZNYCH NA CHOROBY SKÓRY – NARRACYJNY
PRZEGLĄD LITERATURY**

¹4th Military Clinical Hospital with Polyclinic in Wrocław, Poland
4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ we Wrocławiu

²Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Jana Mikulicza-Radeckiego we Wrocławiu
University Clinical Hospital in Wrocław, Poland

³Faculty of Medicine, Medical University of Wrocław, Poland
Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

STRESZCZENIE

WSTĘP. Zmiany klimatyczne wywierają istotny wpływ na zdrowie człowieka, szczególnie w odniesieniu do układu oddechowego, immunologicznego i sercowo-naczyniowego. Ponadto, zmiany te mają znaczący wpływ na zdrowie psychiczne i choroby dermatologiczne. Główne czynniki napędzające te zmiany zdrowotne to wzrost temperatury, wilgotności, rozszerzanie się dziury ozonowej oraz zwiększające się zanieczyszczenie środowiska. Bez podjęcia działań naprawczych, trendy te będą się pogłębiać.

CEL PRACY. Celem niniejszego przeglądu jest przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat wpływu zmian klimatycznych na rozwój chorób skóry u ludzi oraz zbadanie możliwych metod ich zapobiegania.

MATERIAŁY I METODY. Przeprowadzono narracyjny przegląd literatury oraz dokonano analizy literatury wyszukanej w bazach danych PubMed i Google Scholar. Artykuły wyszukiwano przy użyciu słów kluczowych: „zmiany klimatyczne”, „zanieczyszczenie środowiska”, „promieniowanie UV”, „choroby skóry”.

PODSUMOWANIE. Zmiany klimatyczne są związane ze znacznym wzrostem liczby zachorowań na różne choroby skóry, zwłaszcza nowotwory, choroby alergiczne, choroby zakaźne oraz reakcje po ukąszeniach owadów. Główną przyczyną tych zmian jest globalne ocieplenie, jednak wzrost zanieczyszczenia oraz rozszerzanie się „dziury ozonowej” również w istotnym stopniu przyczyniają się do wzrostu liczby zachorowań. Zwiększona świadomość tych trendów umożliwia szybszą diagnozę i leczenie zmian chorobowych, jak również skuteczniejszą profilaktykę nowych chorób.

Słowa kluczowe: *zmiana klimatu, zanieczyszczenie środowiska, promieniowanie UV, choroby skóry*

WPROWADZENIE

Przez tysiąclecia warunki klimatyczne na Ziemi pozostawały względnie stałe. W ciągu ostatnich 50 lat nastąpiły wyraźne zmiany klimatu, które mają wpływ na ludzkie zdrowie. Temperatura na Ziemi wzrosła o około 0,7 °C, a według prognoz, do 2100 roku może wzrosnąć nawet o około 2-4°C. Powiększanie się dziury ozonowej i rosnące zanieczyszczenie powietrza również w znaczącym stopniu przyczyniają się do postępujących zmian klimatu (1). Skóra jako najbardziej zewnętrzna warstwa ludzkiego ciała, jest najmocniej narażona na działanie czynników środowiskowych (2). Najsilniej powiązаныmi jednostkami chorobowymi ze zmianami klimatu są choroby alergiczne, nowotworowe i zakaźne, a także reakcje skórne spowodowane wzrostem liczby i zmianą występowania niektórych zwierząt, które mogą atakować ludzi (2,3). Zainteresowanie tą problematyką jest ważne ze względu na edukowanie i rozpowszechnienie wśród ludzi wiedzy na temat wpływu środowiska na zdrowie organizmów żywych na całym świecie. W wyniku czego istotne jest, aby zapobiegać dalszej intensyfikacji zmian klimatu poprzez redukcję emisji gazów cieplarnianych i uświadamianie społeczeństwu, jak ważne jest dbanie o otaczające środowisko (1,4).

GLOBALNE ZMIANY KLIMATU

Najważniejszą zmianą klimatyczną ostatnich lat jest z pewnością wzrost temperatury na Ziemi, który jest najbardziej zauważalny na półkuli północnej. Zmiany klimatyczne na Ziemi są zjawiskiem naturalnym, obejmującym zarówno cieplejsze, jak i chłodniejsze okresy. Jednak obecnie obserwuje się nadmierne ocieplenie środowiska w wyniku ingerencji człowieka poprzez wzrost stężenia gazów cieplarnianych (5). Prognozy na przyszłość pokazują, że trend ten będzie się utrzymywał. Wyższe temperatury zwiększają ilość pary wodnej w powietrzu, co skutkuje większą ilością opadów i zwiększoną wilgotnością (6). Ponadto topnieją lodowce, co razem skutkuje wyższym poziomem wód, zmianą pH i gatunków zwierząt wodnych (3).

Od lat siedemdziesiątych XX wieku zauważalne jest powiększanie się dziury ozonowej, co powoduje przenikanie przez warstwy Ziemi bardziej niebezpiecznego promieniowania UV (7).

Zmiany klimatu wpływają również na zwiększoną migrację wewnętrzną i zewnętrzną ludności. Powoduje to pojawianie się w innych częściach globu chorób, które wcześniej nie występowały w danym regionie. Dotyczy to przede wszystkim chorób zakaźnych (8).

Wszystkie powyższe zmiany skutkują ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, takimi jak skrajne upały, pożary czy powodzie (9). Powodują one między innymi wzrost

zanieczyszczenia powietrza poprzez uwalnianie pyłu z pożarów, erupcji wulkanów lub rozkładu biologicznego (10,11).

WPŁYW ZMIAN KLIMATYCZNYCH NA LUDZKIE CIAŁO

Zmiany klimatyczne wpływają na cały ludzki organizm. Powodują zaostrzenie wielu chorób, w tym układu oddechowego i sercowo-naczyniowego. Obserwuje się również wzrost chorób zakaźnych i autoimmunologicznych (12). Zmiany klimatu, poprzez wzrost stężenia pyłków, prowadzą do nasilenia objawów chorób alergicznych, takich jak astma oskrzelowa i alergiczny nieżyt nosa. Wpływają one również na zdrowie psychiczne. Mogą powodować rozwój depresji w wyniku strachu i niepokoju o przyszłość. Fale upałów powodują wzrost liczby zgonów, wpływając na układ sercowo-naczyniowy i oddechowy oraz zwiększając częstość występowania udarów. Zgłaszane są również zgony i szereg konsekwencji zdrowotnych spowodowanych ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi (5).

CHOROBY ATOPOWE

Dermatozy atopowe należą do bardzo częstych chorób skóry, a ich etiopatologia jest złożona. Prowadzą do nich zarówno predyspozycje genetyczne, uszkodzona bariera skórna, nieprawidłowości układu odpornościowego lub mikrobiomu skóry, a także czynniki środowiskowe (13,14). W ostatnich latach odnotowano wyraźny wzrost częstości występowania chorób alergicznych, a za jedną z przyczyn uważa się zmiany klimatyczne. Najczęstszą chorobą w tej grupie jest atopowe zapalenie skóry, którego obraz kliniczny charakteryzuje się silnym świądem i zmianami wypryskowymi (15,16).

Ważnym elementem patogenetycznym jest zanieczyszczenie środowiska – zarówno pochodzenia ludzkiego, jak i naturalnego (11). Z punktu widzenia dermatologii jednym z groźniejszych zanieczyszczeń okazuje się dwutlenek siarki, który poprzez swoją rozpuszczalność w wodzie może uszkadzać barierę skórą (10). Zanieczyszczenia mogą również przekraczać barierę łożyskową już w okresie prenatalnym i predysponować do chorób atopowych w starszym wieku lub wpływać na dysregulację układu odpornościowego (11). Podwyższona temperatura i zwiększona ekspozycja na promieniowanie UV powodując uszkodzenie bariery skórnej, ułatwia wnikanie alergenów, a także czynników drażniących ze środowiska, co prowadzi do rozwoju chorób atopowych (15,17).

Zmiana klimatu wiąże się również ze wzrostem ilości gazów cieplarnianych, w tym dwutlenku węgla, którego obecność powoduje wzmożony wzrost roślin, takich jak ambrozja, które wytwarzają duże ilości pyłków. Duża liczba burz sprzyja także wzrostowi stężenia ziaren kurzu, które pękając uwalniają duże ilości alergenów (18). Są one przyczyną kontaktowego

zapalenia skóry, które objawia się obrzękiem, zaczerwienieniem, obecnością pęcherzy i swędzeniem (19). Rosnące temperatury zwiększają również obciążenie pyłkami i wydłużają sezony pylenia, co może zaostrzać choroby alergiczne (20).

Kolejnym elementem odnotowanym w zmianach klimatycznych jest wzrost promieniowania UV, które oprócz negatywnego wpływu na skórę, może również pozytywnie wpływać na przebieg chorób alergicznych poprzez działanie immunosupresyjne. Potwierdza to fakt, iż większą liczbę zaostrzeń AZS odnotowuje się w miesiącach zimowych w porównaniu do miesięcy letnich. Zauważono również, że najmniejszy świąd i lepszą jakość życia odnotowano w klimacie subtropikalnym, tj. w wyższej temperaturze i wilgotności (20).

Reakcje fotoalergiczne są również bardziej powszechne przy zwiększonej ekspozycji na słońce. Obejmują one działanie alergenu, takiego jak lek fotouczulający, który może wywołać reakcję skórą po ekspozycji na słońce. Skutkuje to powstawaniem grudek wysiękowych lub zmian o charakterze wyprysku kontaktowego (21).

NOWOTWORY SKÓRY

Promieniowanie UV ma duży wpływ na ludzkie zdrowie, przy czym najbardziej narażone są oczy i skóra. Z jednej strony jest ono niezbędne do produkcji witaminy D, której niedobór prowadzi do krzywicy, zmiękczenia kości lub osteoporozy (22). Jednak poprzez znaczne zmniejszenie ozonu i zwiększenie ilości aerozoli w atmosferze, a także wylesianie i niszczenie środowiska, ilość promieniowania UV docierającego do Ziemi wzrasta, co może powodować fotostarzenie, oparzenia i raka. Jest to szczególnie zauważalne w miesiącach letnich i w godzinach południowych, kiedy intensywność promieniowania jest najwyższa (7,23,24).

Promieniowanie UV można podzielić na trzy rodzaje: UVA, UVB i UVC. Promieniowanie UVA dociera do Ziemi w największym stopniu, wnikając najgłębiej w skórę. Prowadzi do produkcji reaktywnych form tlenu, które mogą stymulować kancerogenezę. Promieniowanie UVB dociera do Ziemi w mniejszym stopniu i jest zatrzymywane w warstwie rogowej naskórka, ale wykazuje działanie mutagenne poprzez uszkodzanie wiązań. Promieniowanie UVC prawie nie dociera do Ziemi, więc jego wpływ na organizm ludzki jest znikomy (23).

W 2023 r. w Wielkiej Brytanii odnotowano rekordową liczbę przypadków raka skóry, a liczba ta ma ulec podwojeniu w ciągu najbliższych 20 lat. Zmiana klimatu jest uważana za główną przyczynę tych zmian. Przykładowo społeczność albinosów w Malawi coraz częściej cierpi na raka skóry z powodu zwiększonej ilości promieniowania UV docierającego do Ziemi.

Co więcej mają oni ograniczony dostęp do filtrów przeciwsłonecznych, przez co nie są w stanie skutecznie się przed nim chronić. Szacuje się, że 70% z nich nie dożyje wieku 30 lat w powodu śmierci w wyniku raka skóry (24). Należy wspomnieć, że globalne ocieplenie wpływa również na ludzkie zachowanie. Badania pokazują, że wraz ze wzrostem temperatury ludzie spędzają więcej czasu na świeżym powietrzu, a częstość występowania oparzeń skóry wzrasta nawet dwukrotnie. W opozycji do tej teorii stoi sytuacja, w której temperatury osiągając ponad 27°C, skłaniają ludzi do szukania schronienia w cieniu i tym samym zmniejszają swoją ekspozycję na promieniowanie słoneczne (7).

Najczęstszym rakiem skóry jest rak podstawnokomórkowy (BCC), następnie rak płaskonabłonkowy (SCC). Stanowią one około 90% przypadków raka skóry. Pozostałe 10% to najbardziej złośliwy nowotwór – czerniak (7). Melanoma może dawać przerzuty na wczesnym etapie. Jego diagnoza nie zawsze jest jasna, dlatego warto wyciąć podejrzaną zmianę i wykonać badanie histopatologiczne (25). Wczesne wykrycie jest ważne, ponieważ zapewnia dobre wyniki terapeutyczne (26).

Mechanizm działania promieniowania UV na skórę polega na jej uszkodzeniu, przez co staje się pogrubiona, a także prowadzi do zwiększonej proliferacji komórek, co ostatecznie może prowadzić do rozwoju oparzeń lub raka skóry. Największy związek między promieniowaniem UV a rakiem skóry obserwuje się w przypadku raka płaskonabłonkowego. Występuje on prawie wyłącznie na odsłoniętych częściach ciała i jest zauważalnie bardziej powszechny w silniej nasłonecznionych obszarach Ziemi. Związek z promieniowaniem UV odnotowano również w przypadku pozostałych dwóch nowotworów, ale nie jest on tak wyraźny. Przykładowo, kraje skandynawskie mają wyższą zachorowalność na czerniaka niż kraje śródziemnomorskie, co pokazuje, że inne czynniki, takie jak pochodzenie etniczne lub nawyki, mają duży wpływ na zachorowalność (7).

CHOROBY ZAKAŻNE

Wzrost temperatury i wilgotności sprzyja łatwiejszej kolonizacji bakterii u ludzi. Dotyczy to zarówno bakterii Gram-ujemnych, jak i Gram-dodatnich, które powodują liczne zmiany skórne, a także infekcje tkanek miękkich. Bakterie z rodzaju *Staphylococcus* i *Streptococcus*, a dokładniej *S. aureus* i *S. pyogenes*, są wymieniane jako główne przyczyny (2). Choroby grzybicze skóry, włosów lub paznokci są również bardziej powszechne. Są one wywoływane przez różne gatunki, w tym *Trichophyton*, *Microsporum* i *Epidermophyton*. Mogą przybierać formę zmian w kształcie pierścienia z uniesionymi łuszczącymi się krawędziami lub łukowatych zmian z krostami. Wzrost częstości występowania tych chorób

jest również ściśle związany z przemieszczaniem się ludności, zwłaszcza z regionów okołobiegunowych oraz ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, takimi jak huragany i powodzie, które mogą powodować zanieczyszczenie wody i wzrost patogenów chorobotwórczych, często opornych na antybiotyki (2,8).

Na wzrost chorób zakaźnych wpływają również wektory, które je przenoszą. Należą do nich kleszcze (5). Najczęstszą chorobą przez nie wywoływaną jest borelioza, inaczej zwana chorobą z Lyme, która często objawia się na skórze. Rumień wędrujący to czerwona zmiana skórna rozszerzająca się obwodowo, z półprzezroczystym obszarem centralnym o średnicy min. 5 cm. Może swędzieć i rzadko boli. Należy go odróżnić od reakcji po ukąszeniu przez kleszcza, która ma zwykle średnicę około 1-2 cm i stopniowo się zmniejsza. Innym skórny objawem boreliozy może być pseudochłoniak limfocytowy, który zwykle lokalizuje się na płatku ucha, mosznie lub brodawce sutkowej i przyjmuje postać niebieskawo-czerwonego nacieku, który utrzymuje się przez długi czas. Leczenie polega na stosowaniu antybiotyków: amoksycyliny lub doksycykliny, przede wszystkim w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się bakterii po organizmie i rozwoju późnych postaci choroby (27).

INNE MANIFESTACJE SKÓRNE

W Europie rozprzestrzenianie się jadowitego pająka – kolczaka zbrojnego (*Cheiracanthium punctorium*) obserwuje się od kilku lat. Początkowo obecny w południowej części, zaczął przesuwać się w kierunku północnym. Jako przyczynę podaje się ocieplenie klimatu, ale także wzrost popularności turystyki i podróży. Objawy ukąszenia przez pajęczaka obejmują głównie zaczerwienienie skóry, umiarkowany ból i obrzęk. U większości pacjentów przebieg jest łagodny, ale istnieją doniesienia o martwicy skóry. Chociaż ukąszenie pająka, na chwilę obecną, nie stanowi większego zagrożenia, należy pamiętać, że wraz ze zmianami klimatycznymi mogą pojawiać się bardziej niebezpieczne owady, powodujące inne zmiany chorobowe (28).

Innym ważnym procesem zachodzącym w wyniku nadmiernej ekspozycji na światło jest fotostarzenie, które okazuje się być procesem zupełnie odmiennym od starzenia chronologicznego. Najważniejsze zmiany to degeneracja kolagenu, elastoza słoneczna i tworzenie się zbitej masy włókien elastycznych. Pierwsze zmiany pojawiają się około 2. lub 3. dekady życia. Z wiekiem pojawia się również więcej zmarszczek, plam soczewicowatych lub teleangiektazji (21).

Zmiany klimatyczne doprowadziły również do wzrostu zapalenia skóry wywołanego przez cerkarie, zwanego świądem pływaka, a także do wzrostu populacji meduz w oceanach (3).

ZAPOBIEGANIE ZMIANOM KLIMATU I ICH KONSEKWENCJOM

Ograniczenie globalnego ocieplenia, które jest największym problemem związanym ze zmianami klimatu, jest możliwe głównie poprzez zmianę źródeł energii na odnawialne, co pozwoli na redukcję emisji gazów cieplarnianych. Przewiduje się, że do 2050 r. Unia Europejska stanie się najbardziej niskoemisyjną gospodarką na świecie. W Polsce mają również powstać urządzenia przeciwpowodziowe oraz system ochrony lasów przed pożarami (29).

Metodą profilaktyki raka skóry jest przede wszystkim ochrona przeciwsłoneczna. Zaleca się unikanie ekspozycji na słońce w godzinach południowych, stosowanie odzieży ochronnej i kremów z filtrem. Ważne są również częste kontrole zmian skórnych u dermatologa, najlepiej raz w roku. Wszystkie te metody mogą zmniejszyć ryzyko zachorowania na raka skóry o około 80% (30).

W celu ochrony przed chorobami przenoszonymi przez wektory, takimi jak kleszcze i komary, stosuje się różnego rodzaju repelenty, a także odpowiednią odzież chroniącą przed ukąszeniami (31).

PODSUMOWANIE

Zmiany klimatu mają wyraźny wpływ na ludzkie zdrowie. Częściej występują incydenty sercowo-naczyniowe, choroby układu oddechowego, immunologicznego i psychicznego. Odnotowano również znaczny wzrost chorób skóry, w tym najgroźniejszych nowotworów skóry, ale także chorób alergicznych i zakaźnych (5,7). Istnieją twierdzenia, że zmiany klimatyczne stanowią największe zagrożenie dla populacji w tym stuleciu. Wszystko to prowadzi do wniosku, że konieczne jest opracowanie skutecznych strategii przeciwdziałania tym zmianom. Bardzo ważne są tu międzynarodowe działania na rzecz poprawy i łagodzenia zmian klimatycznych w skali globalnej, a także stosowanie metod ochrony osobistej przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych na skórę człowieka (1,28).

PIŚMIENNICTWO

1. Franchini M, Mannucci PM. Impact on human health of climate changes. *Eur J Intern Med.* 2015 Jan;26(1):1-5. doi: 10.1016/j.ejim.2014.12.008

2. Balato N, Megna M, Ayala F, Balato A, Napolitano M, Patruno C. Effects of climate changes on skin diseases. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2014;12(2):171-81. doi: 10.1586/14787210.2014.875855
3. Kaffenberger BH, Shetlar D, Norton SA, Rosenbach M. The effect of climate change on skin disease in North America. *J Am Acad Dermatol.* 2017 Jan; 76(1):140-7. doi: 10.1016/j.jaad.2016.08.014.
4. Karaczun Z, Michalak W, Luszczki K, Okulus A, Patalong M. Impact of climate change on children's health. 2021 Aug; 6-9.
5. Michalak W. Impact of climate change on human health. *PAN.* 2020. 141-150.
6. Wibig J. Contemporary climate changes – observations, causes, prognosis. *PAN.* 2020. 13-20.
7. Diffey B. Climate change, ozone depletion and the impact on ultraviolet exposure of human skin. *Phys. Med. Biol.* 2003 Dec;49(1):1-11. doi: 10.1088/0031-9155/49/1/R01.
8. Dayrit JF, Sugiharto A, Coates SJ, Lucero-Prisno DE, Davis MDD, Andersen LK. Climate change, human migration, and skin disease: is there a link? *Int J Dermatol.* 2022 Feb; 61(2):127-138. doi: 10.1111/ijd.15543.
9. Kron W, Löw P, Kundzewicz ZW. Changes in risk of extreme weather events in Europe. *Environmental Science & Policy.* 2019 Oct; 100:74–83. doi: 10.1016/j.envsci.2019.06.007.
10. Ukaogo PO, Ewuzie U, Onwuka CV. Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. *Microorganisms for Sustainable Environment and Health;* 2020; 419-429. doi: 10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8.
11. Ahn K. The role of air pollutants in atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol.* 2014 Nov;134(5):993-999. doi: 10.1016/j.jaci.2014.09.023.
12. Lubber G, Prudent N. Climate change and human health. *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 2009; 120:113-117.
13. Kim J, Kim BE, Leung DYM. Pathophysiology of atopic dermatitis: Clinical implications. *Allergy Asthma Proc.* 2019 Mar 1;40(2):84-92. doi: 10.2500/aap.2019.40.4202.
14. Frazier W, Bhardwaj N. Atopic Dermatitis: Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician.* 2020 May 15;101(10):590-598.
15. Hui-Beckman JW, Goleva E, Leung DYM, Kim BE. The impact of temperature on the skin barrier and atopic dermatitis. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2023 Dec 1;131(6):713-719. doi: 10.1016/j.anai.2023.08.007.

16. Zaleska M, Trojacka E, Savitskyi S, Terlikowska-Brzóska A, Galus R. Atopic dermatitis - risk factors and treatment. *Pol Merkur Lekarski*. 2017 Aug; 43(254):87-94.
17. Pelc J, Czarnecka-Operacz M, Adamski Z. The structure and function of the epidermal barrier in patients with atopic dermatitis - treatment options. Part two. *Adv Dermatol Allergol*. 2018;35(2):123-127. doi:10.5114/ada.2018.75234.
18. Ray C, Ming X. Climate Change and Human Health: A Review of Allergies, Autoimmunity and the Microbiome. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jul 4;17(13):4814. doi: 10.3390/ijerph17134814.
19. Kostner L, Anzengruber F, Guillod C, Recher M, Schmid-Grendelmeier P, Navarini AA. Allergic Contact Dermatitis. *Immunol Allergy Clin North Am*. 2017 Feb;37(1):141-152. doi: 10.1016/j.iac.2016.08.014.
20. Stefanovic N, Irvine AD, Flohr C. The Role of the Environment and Exposome in Atopic Dermatitis. *Curr Treat Options Allergy*. 2021;8(3):222-241. doi: 10.1007/s40521-021-00289-9.
21. Kazimir Jaworek B A, Rajzer L, Wojtas-Pelc A. Sun associated skin diseases – review. *J Family Med Prim Care*. 2007; 9, 1: 131–135.
22. Biszczuk-Jakubowska J, Curyło A. Solar UV radiation and human health. *Proceedings of Electrotechnical Institute*. 2010; 244:93-106.
23. Ebisz M, Brokowska M. Harmful impact of ultraviolet radiation on human skin. *Hygeia Public Health*. 2015; 50(3):467-473.
24. Editorial. Climate change and skin cancer: urgent call for action. *Lancet Oncol*. 2023; 24(8): 823. doi: 0.1016/S1470-2045(23)00348-0.
25. Arai E, Jin L, Nagata K, Shimizu M. Histopathological Diagnosis of Early Stage of Malignant Melanoma. *InTech*. 2011. doi: 10.5772/22547.
26. Kapka-Skrzypczak L, Dudra-Jastrzębska M, Czajka M, Raszevska-Famielec M, Popek S, Sawicki K, Kruszewski M. Clinical characteristics and molecular basis of skin tumors. *Hygeia Public Health*. 2014; 49(1): 39-45.
27. Woś H. Borreliosis, tick-transmitted diseases. *Pediatrics Polska*. 2010; 85(4), 371-374. doi: 10.1016/S0031-3939(10)70011-1.
28. Varl T, Grenc D, Kostanjšek R, Brvar M. Yellow sac spider (*Cheiracanthium punctorium*) bites in Slovenia: case series and review. *Wien Klin Wochenschr*. 2017 Sep; 129(17-18):630-633. doi: 10.1007/s00508-017-1217-8.

29. Kurowska I, Konopko A, Świsłocka R, Świdorski G, Lewandowski W. Global warming - causes, effects and prevention of climate change. *Civil and Environmental Engineering*. 2015; 6(3): 119-130.
30. Emmert S, Seebode C, Lehmann J. Photocarcinogenesis and Skin Cancer Prevention Strategies. *Anticancer Res*. 2016 Mar;36(3):1371-8.
31. Debboun M, Strickman D. Insect repellents and associated personal protection for a reduction in human disease. *Med Vet Entomol*. 2013 Mar;27(1):1-9. doi: 10.1111/j.1365-2915.2012.01020.x.

Received: 13.08.2024

Accepted for publication: 02.01.2025

Otrzymano: 13.08.2024 r.

Zaakceptowano do druku: 02.01.2025 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Agnieszka Anderska

4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ we Wrocławiu

email: agnieszka@anderski.pl