

*Barbara Żółtowska¹, Estera Jachowicz-Matczak², Wojciech Sydor³,
Jadwiga Wójkowska-Mach^{2,4}*

**INFECTION PREVENTION AND CONTROL AMONG POLISH HEALTHCARE
WORKERS DURING COVID-19: A SYSTEMATIC REVIEW OF READINESS
AND RESOURCE GAPS**

**PROFILAKTYKA I KONTROLA ZAKAŻEŃ WŚRÓD PRACOWNIKÓW OCHRONY
ZDROWIA W POLSCE W OKRESIE PANDEMII COVID-19 – PRZEGLĄD
SYSTEMATYCZNY**

¹Center for Innovative Therapy, Clinical Research Coordination Center,
University Hospital in Krakow, Poland
Centrum Innowacyjnych Terapii – Centrum Koordynacji Badań Klinicznych Szpitala
Uniwersyteckiego w Krakowie

² Department of Infection Control and Mycology, Chair of Microbiology,
Jagiellonian University Medical College in Krakow, Poland
Zakład Kontroli Zakażeń i Mykologii, Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Jagielloński,
Collegium Medicum w Krakowie

³Department of Rheumatology and Immunology, Jagiellonian University Medical College
Klinika Reumatologii i Immunologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

⁴Faculty of Medicine and Health, University of Applied Sciences in Tarnow, Poland
Wydział Nauk o Zdrowiu i Medycynie, Akademia Nauk Stosowanych w Tarnowie

ABSTRACT

OBJECTIVES. This systematic review aimed to assess the preparedness of Polish healthcare workers (HCWs) during the early phase of the COVID-19 pandemic, focusing on exposure to SARS-CoV-2, use of personal protective equipment (PPE), infection prevention and control (IPC) training, and vaccination coverage. In addition, the review aimed to evaluate actual exposure to SARS-CoV-2, as reflected by seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies among HCWs.

MATERIALS AND METHODS. Following PRISMA guidelines, a comprehensive search of Embase, Cochrane, MEDLINE/PubMed, and Polish-language journals was conducted. Studies involving HCWs in Poland were included if they reported on seroprevalence, PPE use, IPC training, or vaccination status prior to the implementation of the national vaccination program. A total of 22 studies met the inclusion criteria.

RESULTS. Seroprevalence among HCWs ranged from 6.2% to 70%, with a median of 32.9%, indicating significant occupational exposure. Self-reported awareness of IPC principles was high (78-88%), but in one of the included studies, only 1.4% of participants reported mask use consistent with WHO guidance. Half of the surveyed HCWs reported insufficient access to PPE. Vaccination coverage among HCWs reached a median of 85.2%, significantly higher than in the general population.

CONCLUSIONS. The preparedness to protect HCWs in Poland during the early phase of the COVID-19 pandemic revealed gaps at both the system level (PPE availability, IPC training) and in individual protective practices. Despite high vaccination coverage, ensuring the safety of HCWs requires the simultaneous strengthening of resources and organisational measures as well as supporting adherence to protective behaviours (e.g., mask/PPE use). An integrated approach to IPC and reliable PPE availability is essential for health-system resilience in the event of future crises.

Keywords: *COVID-19, SARS-CoV-2, healthcare workers, seroprevalence, preparedness, vaccination, infection prevention and control*

INTRODUCTION

Epidemics are an integral part of human history, accompanying mankind for centuries and affecting society, culture and economy. The factors leading to epidemics are complex and multifaceted, combining both biological and socioeconomic aspects, and the COVID-19 (Coronavirus Disease 2019), underscoring the ongoing relevance of infectious disease epidemics even in the age of modern medicine.

An outbreak of the disease caused by the highly contagious Severe Acute Respiratory Syndrome 2 Coronavirus (SARS-CoV-2), a member of the coronavirus family (Coronaviridae), started in December 2019 in the Chinese city of Wuhan, Hubei Province (1,2). The rapid spread of COVID-19 led the World Health Organization (WHO) to declare a public health emergency of international concern on January 30, 2020, and a pandemic in March 2020 (3). In Poland, the first case of COVID-19 was confirmed in early March 2020. In response, the government implemented preventive measures such as closing schools, universities, and offices, canceling mass events, restricting gatherings, and banning non-essential travel. Access to healthcare was also restricted, with exceptions made only for COVID-19 diagnostics and treatment.

During the first two years of the COVID-19 pandemic, more than 450 million cases were reported worldwide, with more than 100 million in the European Union countries alone (4).

In December 2020, the European Medicines Agency (EMA) approved for use in Europe the first vaccine against COVID-19, Comirnaty, developed by Pfizer and BioNTech (5).

This approval marked a significant step in the fight against the pandemic, enabling mass vaccination across European Union countries. In Poland, vaccinations were implemented through the National Vaccination Program. By December 2023, nearly one billion doses of COVID-19 vaccine had been administered in Europe, making it the largest vaccination program in history (6).

The COVID-19 pandemic provided a unique opportunity to study the preparedness to protect to highly contagious infections among healthcare workers (HCWs), who play a crucial role in epidemic response. HCWs are involved in diagnosing and treating patients, ensuring access to vaccinations, managing health facilities, providing education and psychological support, and maintaining their own safety. The COVID-19 pandemic has had a tremendous impact on health care workers who are vulnerable to infection. According to a study by Bandyopadhyay et al., physicians and nurses were the healthcare professions at the highest risk of SARS-CoV-2 infection and COVID-19–related mortality; among infected healthcare

workers, 5% experienced severe complications and 0.5% died (7). Furthermore, the pandemic served as a revealing stress test, exposing critical weaknesses in the preparedness of both healthcare systems and healthcare professionals to respond effectively to emerging infectious threats (8).

Unfortunately, researchers point to the insufficient preparedness both the healthcare system (9) and HCWs themselves for the coming of the pandemic (10). This systematic review aims to analyze the level of preparedness of Polish healthcare workers (HCWs) during the early phase of the COVID-19 pandemic including the initial period of vaccine rollout. It focuses on occupational exposure to SARS-CoV-2, the availability and use of personal protective equipment (PPE), participation in infection prevention and control (IPC) training, and COVID-19 vaccination coverage (including booster doses where reported). By assessing these factors, the review seeks to characterize gaps in both organizational support and individual protective behaviors, and to inform improvements in preparedness for future public health emergencies.

MATERIALS AND METHODS

Protocol registration and reporting. This systematic review was conducted and reported in accordance with PRISMA 2020 and was prospectively registered in PROSPERO (CRD42025619754). Full reproducible search strategies for all information sources are reported in Supplementary Appendix S1.

Eligibility criteria. We included original quantitative studies involving healthcare workers (HCWs) in Poland, including physicians, nurses, medical students and other healthcare professionals working in hospitals and other healthcare facilities. Eligible studies reported at least one of the following domains:

1. SARS-CoV-2 exposure measured as seroprevalence and/or incidence;
2. infection prevention/self-protection practices, including availability and/or use of personal protective equipment (PPE) and/or hand hygiene (HH);
3. infection prevention and control (IPC) training related to self-protection; and/or
4. COVID-19 vaccination coverage (including booster doses, where reported).

We excluded: (a) studies on staff not involved in the care of COVID-19 patients (e.g., technical/administrative staff); (b) studies focusing exclusively on psychological consequences of working during the COVID-19 pandemic (e.g., burnout, sleep disturbance, quality of life) without reporting any eligible prevention/exposure/vaccination outcomes; (c) case reports and case series; and (d) editorials, commentaries, letters, recommendations/guidelines,

and narrative/systematic reviews or meta-analyses, unless they contained eligible primary quantitative data.

Publication time window: in line with the PROSPERO protocol, we applied publication date limits from 2020 to 2022. Studies published outside this predefined time window (2020-2022) were excluded and reported in the PRISMA flow diagram as “excluded”.

Information sources and search dates. We searched MEDLINE (via PubMed), Embase (via Ovid), and the Cochrane Library. Searches were conducted in January 2025. The date each database was last searched is reported in Supplementary Appendix S1. We also conducted citation chasing by screening reference lists of included studies and performed targeted manual searches of selected Polish-language journals focusing on infection prevention/control and staff health topics (February 2025).

In addition, as prespecified in the PROSPERO protocol, we screened institutional sources (WHO, Polish Ministry of Health, and the Polish Chief Sanitary Inspectorate) to identify potentially eligible primary evidence. No documents from these sources met the predefined inclusion criteria for primary quantitative studies; therefore, they were not included in the evidence synthesis.

Search strategy. The search strategy combined controlled vocabulary (MeSH and Emtree) with free-text terms searched in Title/Abstract fields. To ensure appropriate logic, terms referring to the virus/disease (SARS-CoV-2 (as the etiological factor of the infection and name of the microorganism) and COVID-19 (as the disease), including variants) were combined using OR, while the population (HCWs) and setting (Poland) concepts were combined using AND.

The HCW concept included relevant synonyms and professional groups (e.g., “health personnel”, “healthcare worker*”, “medical staff”, “hospital staff”, physician*, nurse*, “medical student*”). The full reproducible search strategies for each database, including all terms, field tags, and limits (2020–2022), are provided in Supplementary Appendix S1.

Selection process. All retrieved records were imported into Rayyan and de-duplicated. Two reviewers (BŻ and EJ-M) independently screened titles and abstracts to identify potentially eligible studies. Full texts were assessed independently by the same two reviewers. Disagreements were resolved by discussion and, when necessary, with the assistance of a third reviewer, as prespecified in the PROSPERO protocol. Reasons for full-text exclusion were recorded and reported in the PRISMA flow diagram using predefined categories, including “outside the predefined publication time window (2020-2022)”.

Data collection process. A standardized data extraction form was developed and used in Excel. Two reviewers (BŻ and EJ-M) independently extracted data from included studies; discrepancies were resolved by discussion and, if needed, by a third reviewer. Extracted items included study characteristics (location, time, follow-up duration, sample size), participant characteristics and professional groups, self-protection measures (PPE and HH), SARS-CoV-2 serological outcomes (seroprevalence/antibody levels), and vaccination coverage (including booster doses where reported).

Data synthesis. Data were synthesized in standardized tabular form and summarized using a narrative synthesis following SWiM (Synthesis Without Meta-analysis) principles. Studies were stratified by occupational groups and healthcare setting (outpatient vs. inpatient), and patterns related to PPE availability, IPC training and vaccination uptake were described. Meta-analysis was not undertaken due to methodological and clinical heterogeneity across studies.

A total of 764 records were retrieved during the first search as process shown in the PRISMA flow diagram (Fig. 1). Prior to verification, records were removed (n=486) that were: duplicates, records marked as ineligible by automation tools, and records removed for other reasons. Subsequently, in the process of reviewing the available publications, reviews, meta-analyses and recommendations from Academic Societies were removed (n=102). In the further screening process, original studies were assessed: prospective, retrospective and questionnaire studies. The studies on psychological aspects of the pandemic, (e.g. job burnout, quality of life, sleep disturbance, stress, depression, etc.) as well as data that did not meet the inclusion criteria of the systematic review were excluded (n=154) from further analysis. Finally, 22 publications were selected to systematic review.

Direct immunological data were collected from manuscripts and, in cases of the lack of key information, such as IgG, IgA and IgM antibody levels, obtained directly from the authors, Korona-Główniak (11) and Wojczyk (12). Depending on the availability of the diagnostic tests, the qualified articles presented the results of quantitative, semi-quantitative and qualitative tests, using ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) (11-17), ECLIA (Electrochemiluminescence) (18,19), CLIA (Chemiluminescence immunoassay) tests (20,21).

Assessment of the risk of bias. The methodological quality and risk of bias of the included studies were independently assessed by two authors (BŻ and EJ-M). Any discrepancies were resolved by consensus or with the involvement of a third reviewer (WS). As only observational studies were included and the ROBINS-I tool was used, the risk of bias was assessed (Fig. 2). For each study, the level of risk of bias in each domain was classified as low,

moderate, serious, critical, or for which no information was available. The results of the quality assessment were used for sensitivity analysis in data synthesis and for interpreting the final results.

Ethics. This study is a systematic review based solely on previously published data. No new data involving human participants were collected or analyzed. Therefore, ethical approval by a research ethics committee was not required, in accordance with institutional guidelines. All studies included in the systematic review had received ethical approval from the relevant ethics committees, as reported by the original authors.

RESULTS

Included studies and methodological quality assessment. Ultimately, 22 studies that met the inclusion criteria were included in the systematic review. The results of the methodological quality assessment for these studies indicated varying levels of risk of bias. Most studies (n=13) were characterized by a low to moderate risk of bias in most of the assessed domains. Some studies (n=9) were at high risk of bias, primarily due to D1, D2 and D6. Specific reasons were given, e.g. volunteer sampling, data obtained exclusively online without participant verification, single-centre recruitment, varying prior infection, booster timing and occupational exposure differences (Fig. 2).

Seroprevalence. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies among healthcare workers in Poland during the COVID-19 pandemic was assessed in 11 studies conducted across outpatient and inpatient healthcare facilities in eight regions: Lublin, Lower Silesia (Wrocław), Lesser Poland (Kraków), Kuyavian-Pomeranian, Łódź, Greater Poland (Poznań, Września, Krotoszyn), Silesia (Katowice, Gliwice, Sosnowiec), Mazowieckie (Warsaw, Grójec), Pomorskie (Gdańsk, Wejherowo) and Opole. Reported seroprevalence rates ranged from 6.2% to 70% (Fig. 3), with a median value of 25.5%. Ten of the studies focused on physicians and nurses, while one study targeted dentists and dental assistants. Half of the studies (n=5) were single-center investigations conducted in hospitals of varying levels of specialization. In total, 22,503 healthcare and non-healthcare personnel were included in the analyses. All antibody measurements were performed prior to the initiation of COVID-19 vaccination programs, between June 2020 and January 2021.

ICP training & PPE use. Data on the use of PPE by Polish HCWs during the COVID-19 pandemic occurred in 7 surveys, 43% of the studies were nationwide surveys (n=3), a total of 3 975 HCWs responded to survey questions about their knowledge of the rules for using PPE (Table 1). The use of PPE in contact with COVID-19 patients was declared by 78.0%

(n=32) of health care workers (Wroclaw) and 88.6% (n=1 252) of medical and non-medical participants (Krakow). However 54% of dentists and 50% of physicians (including orthopedists and general surgeons) declared insufficient supplies of PPE. In addition, after analyzing data of the proper use of face masks during COVID-19 pandemic among HCW, in one of the included studies only 1.4% of responders declared using them according to WHO guidelines (22-25,28) (Table 1).

Vaccination coverage. The median coverage vaccination among polish HCWs was 85.2% and was analyzed in 7 national studies. A total of 20 592 study participants received or were reported to have received vaccination against SARS-COV-2 (Table 2). The most commonly administered vaccine was Comirnaty (Pfizer/BioNTech), which was given according to the standard vaccination schedule (2 doses of the vaccine were administered at an interval of 3 weeks).

DISCUSSION

The systematic review showed the high seroprevalence among Polish HCWs and indicated significant exposure to SARS-CoV-2. Insufficient access to PPE were reported by half of surveyed HCWs in first stage of pandemic. Moreover, in one of the studies only 1.4% used face masks according to WHO guidance. High vaccination coverage suggests effective primary prevention immediately after introduction it in December 2020.

The results showed the course of the COVID-19 pandemic in several professional groups of medical professionals, these were doctors, nurses, midwives, paramedics, also dentists. However, studies involving pharmacists were not published at that time, despite their frontline role, in direct contact with patients infected with SARS-CoV-2. The lowest seroprevalence rate of 6.2% observed in the study of dentists and dental staff was, probably, a direct result of the specificity of the dentist's profession in Poland, where the months-long lockdown during first stage of COVID-19 pandemic, significantly limited access to dental care – doctors did not see patients, did not work with patients in the usual way (15). In addition, Polish experience is consistent with the reports of other authors, the overall estimated cumulative incidence of COVID-19 among dentists before vaccination was 9.3% worldwide (33).

The hospital HCW seroprevalence observed in the studies (median 32.9%) was several times higher than reported in other countries, it was 19.1% in Sweden, May 2020 (34), 17.11% in Italy, June 2020 (35); 31.6% in England, June 2020 (36), 5.0% in France, September 2020 (37) and 6.0% in Denmark, October 2020 (38) or 27% in USA (New York City), May 2020

(39). This situation was not directly related to the prevalence in the general population, as in December 2020 (just before the start of Polish vaccination program), the cumulative incidence in Poland was 299 cases per 10,000 population – similar to Sweden (313) or Italy (305), while it was much higher in the USA and much lower in Denmark (respectively 494 and 189 cases per 10,000 population) (40).

Although causality cannot be inferred from the included studies, the high seroprevalence observed among Polish HCWs may reflect the combined impact of limited PPE availability/access, insufficient IPC training, and variability in adherence to IPC measures and correct PPE use. Bansal et al. have also reported suboptimal adherence to IPC principles as well as improper or inconsistent use of PPE (41). Both inadequate IPC training and inadequate use of PPE may independently increase the likelihood of infection among healthcare workers due to the gap between theoretical knowledge and practical application.

To some extent, so high seroprevalence obtained can be explained by the potentially higher intensity of direct contact between medical staff and patients in Poland compared to the countries from which the cited results come from. According to the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), the number of nurses per 100 hospital beds in 2021 was 5.2 in Sweden, 3.9 in Denmark and 1.95 in Italy, while in Poland it was five times lower at 0.78 (22).

The high level of seroprevalence among Polish healthcare workers can probably be explained by the fact that the pandemic made training very difficult, and direct, face-to-face training was generally impossible, this is probably why it was found that a significant proportion of Polish healthcare workers, as much as 28% of observed in our systematic review, did not know the recommendations WHO for hand hygiene (27). Our systematic review indicates that 78-88% of healthcare workers reported knowledge of infection prevention and control (IPC) principles; however, translating this knowledge into correct practice appeared limited. In the study by Reszke et al., only 1.4% of Polish HCWs reported using face masks in accordance with the 2020 World Health Organization (WHO) guidance (25).

Vaccination has proven to be an effective strategy in combating the COVID-19 pandemic, and by reducing the risk of severe disease and death, vaccination has reduced the burden on healthcare systems and contributed to the eventual control of the pandemic (13). Due to their increased risk of exposure to COVID-19, healthcare workers have become a priority group for vaccination (42). The observed high vaccination rate among Polish HCWs (85,2%), significantly higher than in the general population – according to WHO data, 61% of total Polish population where fully vaccinated (43) – may be related to their medical knowledge.

Unfortunately, despite the high rate of primary vaccination at basic schedule, uptake of booster doses was significantly lower, only 34% of Poles took first booster dose (43).

Limitations. Most included studies demonstrated moderate to serious risk of bias across several domains, which limits the certainty of evidence regarding the preparedness of Polish healthcare workers during the early phase of the COVID-19 pandemic, particularly in relation to exposure to SARS-CoV-2, use of PPE, participation in IPC training, and vaccination coverage.

CONCLUSIONS

A systematic review found that the Polish healthcare system was prepared suboptimal for the COVID-19 pandemic. Vaccination rates among HCP were high, but gaps in IPC training and PPE availability require urgent attention. Enhancing IPC education and ensuring the availability of adequate PPE are critical measures for strengthening the resilience of healthcare systems in the face of future public health emergencies. Thus, to improve future pandemic preparedness, systematic IPC education and adequate PPE supply are essential.

Author contributions: BŻ and JW-M conceived the concept of the study. BŻ and EJ-M contributed to the design of the research and data analysis plan. BŻ and EJ-M contributed to the statistical analysis and visualization of results. BŻ, EJ-M and WS were involved in data collection and analyzed the data. BŻ, EJ-M and WS prepared the manuscript draft. JW-M supervised, coordinated, reviewed, and revised the manuscript and gave the final approval of the version to be published. All authors edited and approved the final version of the manuscript. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: Not applicable.

Conflicts of interest: Authors disclose financial or non-financial interests that are directly or indirectly related to the work submitted for publication. None declared.

REFERENCES

1. Alsafi RT. Lessons from SARS-CoV, MERS-CoV, and SARS-CoV-2 Infections: What We Know So Far. *Can J Infect Dis Med Microbiol.* 2022 Aug 12;2022:1156273. doi: 10.1155/2022/1156273.

2. Nascimento Junior JAC, Santos AM, Quintans-Júnior LJ, Walker CIB, Borges LP, Serafini MR. SARS, MERS and SARS-CoV-2 (COVID-19) treatment: a patent review. *Expert Opin Ther Pat.* 2020 Aug;30(8):567-579. doi: 10.1080/13543776.2020.1772231.
3. Mathieu E, Ritchie H, Rodés-Guirao L, Appel C, Gavrilov D, Giattino C et al. Coronavirus Pandemic (COVID-19) <https://ourworldindata.org/coronavirus>. accessed on 27 September 2025
4. European Centre for Disease Prevention and Control (2022); Questions and answers on COVID-19: Basic facts <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers/questions-answers-basic-facts>. accessed on 27 Nov 2025
5. Alberer M, Gnad-Vogt U, Hong HS, Mehr KT, Backert L, Finak G et al. Safety and immunogenicity of a mRNA rabies vaccine in healthy adults: an open-label, non-randomised, prospective, first-in-human phase 1 clinical trial. *Lancet.* 2017 Sep 23;390(10101):1511-1520. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31665-3.
6. European Medicines Agency (2023); Safety of COVID-19 vaccines; <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory-overview/public-health-threats/coronavirus-disease-covid-19/covid-19-medicines/safety-covid-19-vaccines>. accessed on 27 Nov 2025
7. Bandyopadhyay S, Baticulon RE, Kadhum M, Alser M, Ojuka DK, Badereddin Y et al. Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review. *BMJ Glob Health.* 2020 Dec;5(12):e003097. doi: 10.1136/bmjgh-2020-003097.
8. European Centre for Disease Prevention and Control (2023), Acute respiratory infections in the EU/EEA: epidemiological update and current public health recommendations, <https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/acute-respiratory-infections-eueea-epidemiological-update-and-current-public-health>. accessed on 27 Nov 2025
9. Ledesma JR, Chrysanthopoulou SA, Lurie MN, Nuzzo JB, Papanicolas I. Health system resilience during the COVID-19 pandemic: A comparative analysis of disruptions in care from 32 countries. *Health Serv Res.* 2024 Dec;59(6):e14382. doi: 10.1111/1475-6773.14382.
10. Su Z, McDonnell D, Ahmad J, Cheshmehzangi A. Disaster preparedness in healthcare professionals amid COVID-19 and beyond: A systematic review of randomized controlled trials. *Nurse Educ Pract.* 2023 May;69:103583. doi: 10.1016/j.nepr.2023.103583.
11. Korona-Główniak I, Mielnik M, Podgajna M, Grywalska E, Hus M, Matuska K et al. SARS-CoV-2 Seroprevalence in Healthcare Workers before the Vaccination in Poland:

- Evolution from the First to the Second Pandemic Outbreak. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Feb 17;19(4):2319. doi: 10.3390/ijerph19042319.
12. Wojczyk M, Kowalska M. Częstość pozytywnych wyników testów serologicznych przeciw SARS-CoV-2 u personelu medycznego Aglomeracji Górnośląskiej. *Med Pr Work Health Saf*. 2022;73(2):125-133. doi:10.13075/mp.5893.01221.
 13. Skorupa M, Szczepanek J, Goroncy A, Jarkiewicz-Tretyn J, Ptaszyńska B, Rajewski P et al. The Dynamics of Changes in the Concentration of IgG against the S1 Subunit in Polish Healthcare Workers in the Period from 1 to 12 Months after Injection, Including Four COVID-19 Vaccines. *Vaccines (Basel)*. 2022 Mar 24;10(4):506. doi: 10.3390/vaccines10040506.
 14. Lorent D, Nowak R, Luwański D, Pisarska-Krawczyk M, Figlerowicz M, Zmora P, The Longitudinal Analysis on the Anti-SARS-CoV-2 Antibodies among Healthcare Workers in Poland-Before and after BNT126b2 mRNA COVID-19 Vaccination. *Vaccines (Basel)*. 2022 Sep 20;10(10):1576. doi: 10.3390/vaccines10101576.
 15. Duś-Ilnicka I, Szczygielska A, Kuźniarski A, Szymczak A, Pawlik-Sobecka L, Radwan-Oczko M, SARS-CoV-2 IgG Amongst Dental Workers During the COVID-19 Pandemic. *Int Dent J*. 2022 Jun;72(3):353-359. doi: 10.1016/j.identj.2022.02.003.
 16. Bułdak RJ, Woźniak-Grygiel E, Wąsik M, Kasperczyk J, Gawrylak-Dryja E, Mond-Paszek R et al. SARS-CoV-2 Antibody Screening in Healthcare Workers in Non-Infectious Hospitals in Two Different Regions of Southern Poland (Upper Silesia and Opole Voivodeships): A Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Apr 20;18(8):4376. doi: 10.3390/ijerph18084376.
 17. Rosińska M, Stępień M, Kitowska W, Milczarek M, Juszczak G, Nowacka Z et al. Healthcare workers highly affected during the COVID-19 epidemic wave in Poland prior to vaccination availability: seroprevalence study. *Med Pr*. 2022 Apr 22;73(2):109-123. doi: 10.13075/mp.5893.01216.
 18. Owsianka I, Pac A, Jachowicz E, Gutkowska K, Szczuciński W, Maziarz B et al. SARS-CoV-2 antibody response after mRNA vaccination in healthcare workers with and without previous COVID-19, a follow-up study from the University Hospital in Krakow, Poland. *Front Immunol*. 2023 Mar 7;14:1155871. doi: 10.3389/fimmu.2023.1155871. Erratum for: *Front Immunol*. 2023 Jan 05;13:1071204. doi: 10.3389/fimmu.2022.1071204.
 19. Żółtowska B, Barańska I, Jachowicz E, Sydor W, Maziarz B, Mydel K et al. The Seroprevalence of SARS-CoV-2 Antibodies among HealthCare Workers in University

- Hospital in Krakow before the Era of Vaccination. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Mar 29;19(7):4044. doi: 10.3390/ijerph19074044.
20. Slomka S, Zieba P, Rosiak O, Piekarska A. Assessment of Reactivity to the Administration of the mRNA Vaccine after Six Months of Observation. *Vaccines (Basel)*. 2023 Feb 6;11(2):366. doi: 10.3390/vaccines11020366.
 21. Golec M, Fronczek M, Zembala-John J, Chrapiec M, Konka A, Wystyrk K et al. Early and Longitudinal Humoral Response to the SARS-CoV-2 mRNA BNT162b2 Vaccine in Healthcare Workers: Significance of BMI, Adipose Tissue and Muscle Mass on Long-Lasting Post-Vaccinal Immunity. *Viruses*. 2022 Apr 22;14(5):868. doi: 10.3390/v14050868.
 22. Kołodziej Ł, Ciechanowicz D, Rola H, Wołyński S, Wawrzyniak H, Rydzewska K et al. The impact of the COVID-19 pandemic on Polish orthopedics, in particular on the level of stress among orthopedic surgeons and the education process. *PLoS One*. 2021 Sep 24;16(9):e0257289. doi: 10.1371/journal.pone.0257289.
 23. Rymarowicz J, Stefura T, Major P, Szeliga J, Wallner G, Nowakowski M et al. General surgeons' attitudes towards COVID-19: A national survey during the SARS-CoV-2 virus outbreak. *Eur Surg*. 2021;53(1):5-10. doi: 10.1007/s10353-020-00649-w.
 24. Tysiąc-Miśta M, Dzedzic A. The Attitudes and Professional Approaches of Dental Practitioners during the COVID-19 Outbreak in Poland: A Cross-Sectional Survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jun 30;17(13):4703. doi: 10.3390/ijerph17134703.
 25. Reszke R, Matusiak Ł, Krajewski PK, Szepietowska M, Białynicki-Birula R, Szepietowski JC. The Utilization of Protective Face Masks among Polish Healthcare Workers during COVID-19 Pandemic: Do We Pass the Exam? *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 19;18(2):841. doi: 10.3390/ijerph18020841.
 26. Drobnik J, Susło R, Pobrotyn P, Fabich E, Magiera V, Diakowska D et al. COVID-19 among Healthcare Workers in the University Clinical Hospital in Wrocław, Poland. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 May 24;18(11):5600. doi: 10.3390/ijerph18115600.
 27. Żółtowska B, Barańska I, Szczerbińska K, Różańska A, Mydel K, Sydor W et al. Preparedness of Health Care Workers and Medical Students in University Hospital in Krakow for COVID-19 Pandemic within the CRACoV Project. *J Clin Med*. 2021; 10(16):3487. <https://doi.org/10.3390/jcm10163487>
 28. Turska-Szybka A, Prokopczyk M, Winkielman P, Olczak-Kowalczyk D, Knowledge and Attitude of Polish Dental Healthcare Professionals during the COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health* 2021, 18, 12100. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212100>

29. Zdziarski K, Landowski M, Zabielska P, Karakiewicz B. Subjective Feelings of Polish Doctors after Receiving the COVID-19 Vaccine. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jun 10;18(12):6291. doi: 10.3390/ijerph18126291.
30. Siewert B, Szabat A, Chądzińska-Cebula M, Purpurowicz-Miękus N, Sujkowski P, Spachacz R et al. To vaccinate or not to vaccinate - BNT162b2 seroconversion rate and side effects among Polish healthcare workers. *Int J Occup Med Environ Health*. 2022 Dec 15;35(6):761-766. doi: 10.13075/ijomeh.1896.01887.
31. Dziejdz A, Riad A, Attia S, Klugar, M, Tanasiewicz M. Self-Reported Adverse Events of COVID-19 Vaccines in Polish Healthcare Workers and Medical Students. Cross-Sectional Study and Pooled Analysis of CoVaST Project Results in Central Europe. *J Clin Med* 2021, 10, 5338. <https://doi.org/10.3390/jcm10225338>
32. Błaszczuk A, Michalski A, Malm M, Drop B, Polz-Dacewicz M. Antibodies to NCP, RBD and S2 SARS-CoV-2 in Vaccinated and Unvaccinated Healthcare Workers. *Vaccines* 2022, 10, 1169. <https://doi.org/10.3390/vaccines10081169>
33. Bitencourt FV, Lia EN, Pauletto P, Martins CC, Stefani CM, Massignan C et al. Prevalence of SARS-CoV-2 infection among oral health care workers worldwide: A meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2023 Oct;51(5):718-728. doi: 10.1111/cdoe.12827.
34. Rudberg AS, Havervall S, Månberg A, Jernbom Falk A, Aguilera K, Ng H et al. SARS-CoV-2 exposure, symptoms and seroprevalence in healthcare workers in Sweden. *Nat Commun*. 2020 Oct 8;11(1):5064. doi: 10.1038/s41467-020-18848-0.
35. Airoidi C, Patrucco F, Milano F, Alessi D, Sarro A, Rossi MA, Cena T, Borrè S, Faggiano F. High Seroprevalence of SARS-CoV-2 among Healthcare Workers in a North Italy Hospital. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Mar 24;18(7):3343. doi: 10.3390/ijerph18073343.
36. Grant JJ, Wilmore SMS, McCann NS, Donnelly O, Lai RWL, Kinsella MJ et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies in healthcare workers at a London NHS Trust. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2021 Feb;42(2):212-214. doi: 10.1017/ice.2020.402.
37. Vitrat V, Maillard A, Raybaud A, Wackenheim C, Chanzy B, Nguyen S et al. Effect of Professional and Extra-Professional Exposure on Seroprevalence of SARS-CoV-2 Infection among Healthcare Workers of the French Alps: A Multicentric Cross-Sectional Study. *Vaccines (Basel)*. 2021 Jul 27;9(8):824. doi: 10.3390/vaccines9080824.
38. Iversen K, Kristensen JH, Hasselbalch RB, Pries-Heje M, Nielsen PB, Knudsen AD et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies and reduced risk of reinfection through 6

- months: a Danish observational cohort study of 44 000 healthcare workers. *Clin Microbiol Infect.* 2022 May;28(5):710-717. doi: 10.1016/j.cmi.2021.09.005.
39. Venugopal U, Jilani N, Rabah S, Shariff MA, Jawed M, Mendez Batres A et al. SARS-CoV-2 seroprevalence among health care workers in a New York City hospital: A cross-sectional analysis during the COVID-19 pandemic. *Int J Infect Dis.* 2021 Jan;102:63-69. doi: 10.1016/j.ijid.2020.10.036.
40. European Centre for Disease Prevention and Control: Historical Data on the Daily Number of New Reported COVID-19 Cases and Deaths Worldwide—Last Update 14 December 2020. Available online: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publicationsdata/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>. accessed on 27 Nov 2025
41. Bansal A, Trieu MC, Eriksson EM, Zhou F, McVernon J, Brokstad KA et al. SARS-CoV-2 infection rates and associated risk factors in healthcare workers: systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2025 Feb 8;15(1):4705. doi: 10.1038/s41598-025-89472-5.
42. Ferland L, Carvalho C, Gomes Dias J, Lamb F, Adlhoch C, Suetens C et al. Risk of hospitalization and death for healthcare workers with COVID-19 in nine European countries, January 2020-January 2021. *J Hosp Infect.* 2022 Jan;119:170-174. doi: 10.1016/j.jhin.2021.10.015.
43. World Health Organization (2024): COVID-19 vaccination, World data <https://data.who.int/dashboards/covid19/vaccines?n=c> accessed on 27 Nov 2025

Received: 07.02.2026

Accepted for publication: 12.05.2026

Otrzymano: 07.02.2026 r.

Zaakceptowano do publikacji: 12.05.2026 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Jadwiga Wójkowska-Mach

Zakład Kontroli Zakażeń i Mykologii, Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Jagielloński,

Collegium Medicum w Krakowie

email: jadwiga.wojkowska-mach@uj.edu.pl

Table 1. Survey studies of non-specific infection control and prevention methods and practices, including hand hygiene and use of personal protective equipment, by Polish healthcare workers during the COVID-19 pandemic, conducted prior to the introduction of vaccinations

Tabela 1. Badania ankietowe dotyczące niespecyficznych metod i praktyk w zakresie kontroli i zapobiegania zakażeniom, w tym higieny rąk i stosowania środków ochrony indywidualnej przez polskich pracowników ochrony zdrowia podczas pandemii COVID-19, przeprowadzone przed wprowadzeniem szczepień

No ref.	Time and location of study, only survey studies	Number of participants	ICP training, availability of PPE and using of PPE
(22)	February-March 2021; West Pomeranian and Malopolska,	80 surgeons and orthopedic	50.0% (n=40) participants indicated of shortcomings in access to PPE and alcohol-based hand sanitizer
(23)	March-April 2020; nationwide survey	304 surgeon	50.3% (n=153) participants reported scores ≤ 2 on a 10-point scale (1 = no PPE, 10 = provision exceeding requirements), reflecting none or minimal availability of PPE
(24)	April 2020; nationwide survey	252 dentists	46% (n=116) participants reported having adequate access to PPE in their workplace*
(25)	October 2020; inpatient and outpatient settings in Poland	1156	1.4% (n=16) participants knew all the WHO rules for using face masks**
(26)	October 2020; Wroclaw, 1-center study	41 hospital staff	78.1% (n=32) participants declared using the mask during contact with the COVID-19 patient
(27)	January 2021; Kraków, 1-center study	1 412 medical and non-medical hospital staff including 129 medical students	88.6% (n=1252) participants declared use PPE, 72.3% (n=1179) participants assessed that they had received sufficient IPC training (all infections, not only COVID-19)
(28)	June 2020; nationwide survey	730 dentists	68.7% (n=501) participants had suboptimal access to PPE; 42.9% (n=309) participants had suboptimal access to gloves

* Adequate access to PPE was defined as a positive response to the survey question regarding the sufficiency of PPE supplies at the workplace, based on (24)

** All the WHO criteria : C1 – Placing the mask carefully, ensuring it covers the mouth and nose, C2 – Avoidance of touching the mask with hands, C3 – Removing the mask using the appropriate technique, C4 – Practicing hand hygiene after removing or touching the mask, C5 – Replacing the mask when it becomes damp, C6 – Not re-using the mask, C7 – Discarding the mask immediately after use

Table 2. Declared vaccination against COVID-19 among Polish healthcare workers, first initial scheme, without boosters

Tabela 2. Szczepienia przeciwko COVID-19 wśród polskich pracowników ochrony zdrowia – standardowy cykl szczepień, bez dawek przypominających

No ref.	Time and location of study	Number of participants	Vaccinated
(13)	June-December 2021; Kuyavian-Pomeranian Voivodeship, 29 medical facilities	18 610	73.3% (n=13648)
(14)	February-September 2021; Wielkopolska, medical staff of hospitals	90	100% (n=90)
(18)	June 2021; Krakow, 1-center studies, medical staff of hospital and medical students	676	87.0% (n=588)
(29)	February 2021; nationwide survey, physicians	149	85.0% (n=128)
(30)	January-March 2021; Wielkopolska, 1-center studies, medical staff of hospitals	617	100% (n=617)
(31)	April-June 2021; medical students, nationwide survey	247	77.3% (n=191)
(32)	November-December 2021; Lublin, 1-centre studies, medical staff	203	82.8% (n=168)

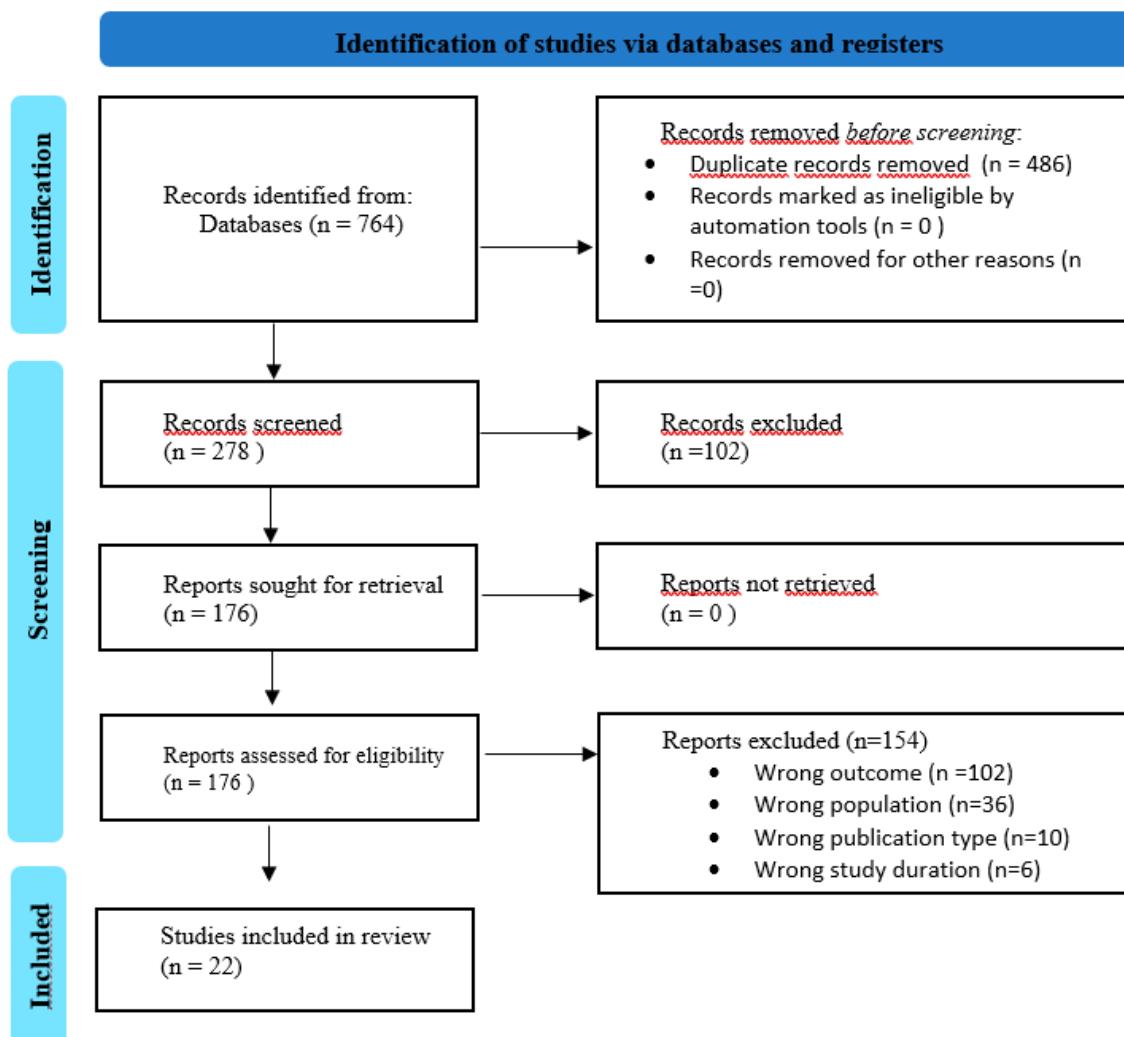


Figure 1. PRISMA Flow Diagram for selection of the studies in systematic review and meta-analysis. Figure was created using Rayyan, a web-based collaboration software platform that streamlines the production of systematic and other literature reviews. This study aimed to preparedness and protective factors associated with SARS-CoV-2 infection among healthcare workers (HCWs).

Rycina 1. Schemat PRISMA przedstawiający proces selekcji badań do przeglądu systematycznego i metaanalizy. Rycina opracowana przy użyciu Rayyan – ogólnodostępnej platformy internetowej, która usprawnia tworzenie przeglądów systematycznych i innych przeglądów literatury. Celem niniejszego badania było zbadanie gotowości oraz czynników ochronnych związanych z zakażeniem SARS-CoV-2 wśród pracowników ochrony zdrowia.

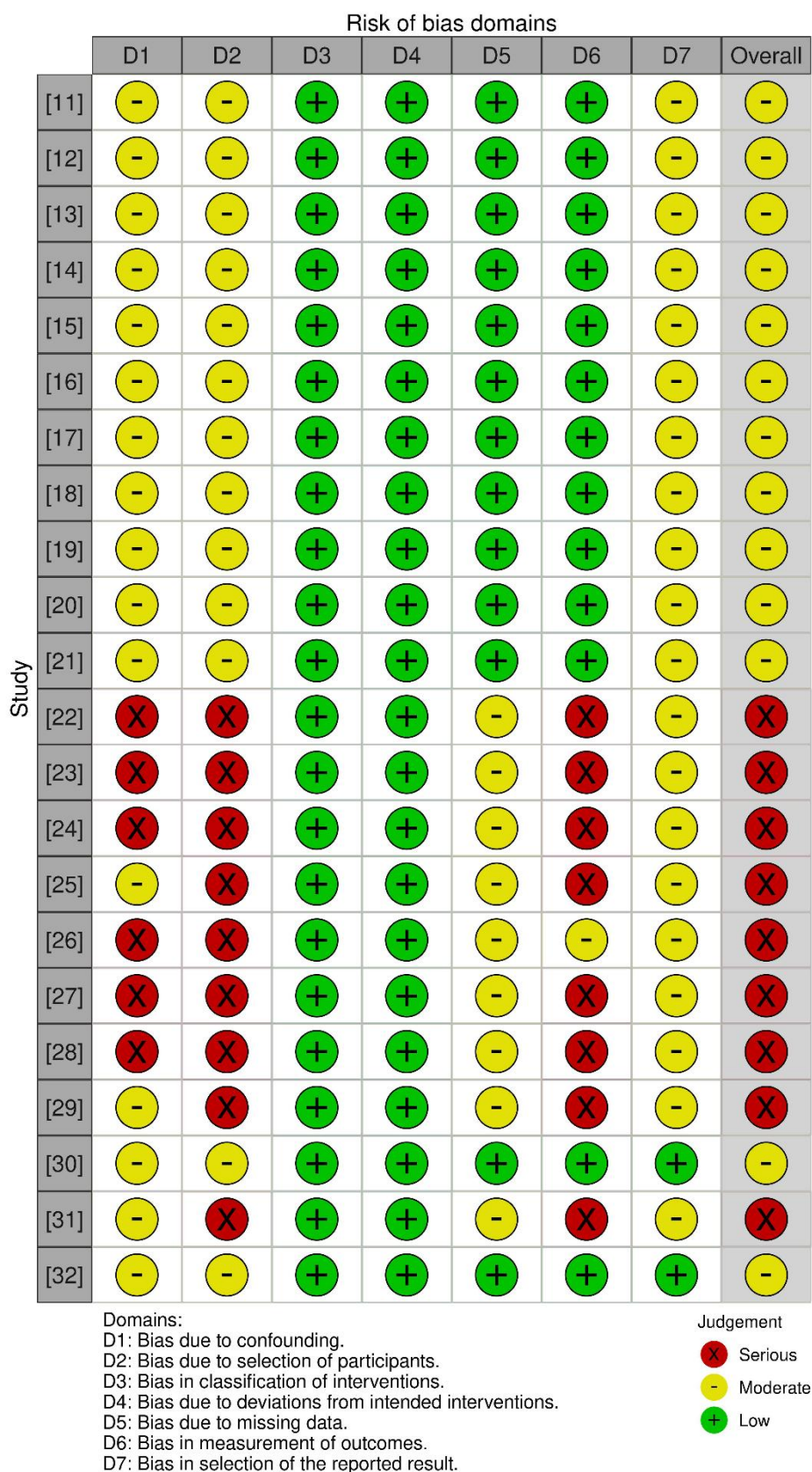


Figure 2. Traffic light plot of ROBINS I risk of bias judgments across included studies
Rycina 2. Wykres typu „sygnalizacja świetlna” ROBINS-I przedstawiający ocenę ryzyka błędu systematycznego dla wszystkich publikacji uwzględnionych w przeglądzie systematycznym

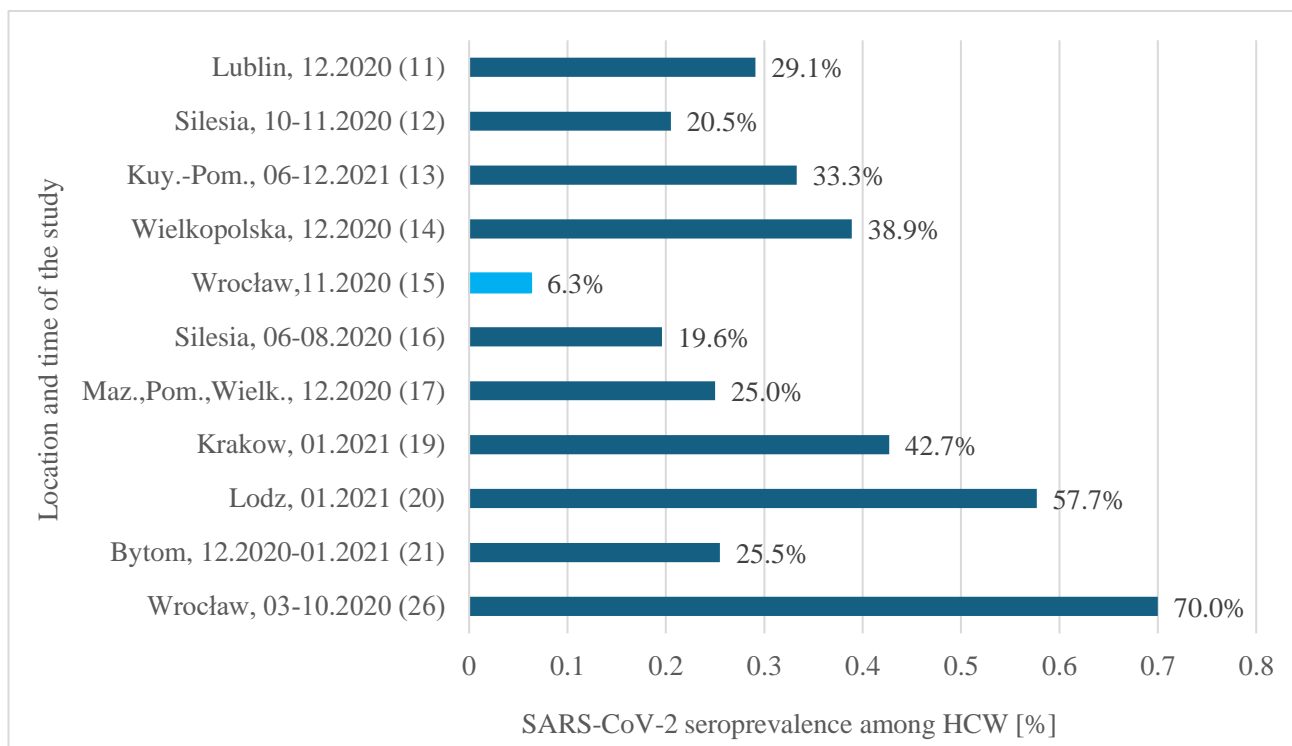


Figure 3. SARS-CoV-2 seroprevalence before vaccination or in non-vaccinated Polish HCWs during first stage of COVID-19 in Poland

Rycina 3. Seropewalencja SARS-CoV-2 wśród polskich pracowników ochrony zdrowia przed okresem szczepień pierwszym okresie pandemii COVID- 19 w Polsce

*Barbara Żółtowska¹, Estera Jachowicz-Matczak², Wojciech Sydor³,
Jadwiga Wójkowska-Mach^{2,4}*

**INFECTION PREVENTION AND CONTROL AMONG POLISH HEALTHCARE
WORKERS DURING COVID-19: A SYSTEMATIC REVIEW OF READINESS AND
RESOURCE GAPS**

PROFILAKTYKA I KONTROLA ZAKAŻEŃ WŚRÓD PRACOWNIKÓW OCHRONY
ZDROWIA W POLSCE W OKRESIE PANDEMII COVID-19 – PRZEGLĄD
SYSTEMATYCZNY

¹Center for Innovative Therapy, Clinical Research Coordination Center,
University Hospital in Krakow, Poland
Centrum Innowacyjnych Terapii – Centrum Koordynacji Badań Klinicznych Szpitala
Uniwersyteckiego w Krakowie

² Department of Infection Control and Mycology, Chair of Microbiology,
Jagiellonian University Medical College in Krakow, Poland
Zakład Kontroli Zakażeń i Mykologii, Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Jagielloński,
Collegium Medicum w Krakowie

³Department of Rheumatology and Immunology, Jagiellonian University Medical College
Klinika Reumatologii i Immunologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

⁴Faculty of Medicine and Health, University of Applied Sciences in Tarnow, Poland
Wydział Nauk o Zdrowiu i Medycynie, Akademia Nauk Stosowanych w Tarnowie

STRESZCZENIE

CEL. Celem niniejszego przeglądu systematycznego była ocena poziomu przygotowania polskich pracowników ochrony zdrowia (HCWs) w początkowej fazie pandemii COVID-19, ze szczególnym uwzględnieniem narażenia na SARS-CoV-2, stosowania środków ochrony indywidualnej (PPE), szkoleń z zakresu zapobiegania i kontroli zakażeń (IPC) oraz szczepień. Dodatkowym celem była ocena rzeczywistego narażenia na zakażenie SARS-CoV-2 w tej grupie zawodowej, wyrażonego poprzez seroprewalencję przeciwciał anti-SARS-CoV-2.

MATERIAŁ I METODY. Zgodnie z wytycznymi PRISMA przeprowadzono kompleksowe wyszukiwanie baz Embase, Cochrane, MEDLINE/PubMed oraz czasopism polskojęzycznych. Do analizy włączono badania obejmujące pracowników ochrony zdrowia w Polsce, które raportowały dane dotyczące seroprewalencji, stosowania PPE, szkoleń IPC lub statusu szczepień przed wdrożeniem krajowego programu szczepień przeciw COVID-19. Kryteria włączenia spełniły łącznie 22 badania.

WYNIKI. Seroprewalencja wśród pracowników ochrony zdrowia wahała się od 6,2% do 70%, przy medianie 32,9%, co wskazuje na istotne narażenie zawodowe. Deklarowana świadomość zasad kontroli zakażeń była wysoka (78-88%), ale w jednym z badań włączonych do przeglądu jedynie 1,4% respondentów zadeklarowało stosowanie masek w sposób zgodny z wytycznymi WHO. Połowa badanych zgłaszała niewystarczający dostęp do środków ochrony indywidualnej. Poziom szczepień wśród HCWs osiągnęła medianę 85,2% i była istotnie wyższa niż w populacji ogólnej.

WNIOSKI. Analiza gotowości do ochrony pracowników służby zdrowia w Polsce wczesnej fazie pandemii COVID-19 ujawniła braki zarówno na poziomie systemowym (dostępność środków ochrony indywidualnej, szkolenia z zakresu kontroli zakażeń), jak i w zakresie indywidualnych praktyk ochronnych. Pomimo wysokiego wskaźnika stanu zaszczepienia zapewnienie bezpieczeństwa pracowników opieki zdrowotnej wymaga jednoczesnego wzmocnienia zasobów i środków organizacyjnych, a także wspierania przestrzegania zasad zachowań ochrony indywidualnej (np. stosowania masek/środków ochrony indywidualnej). Zintegrowane podejście do kontroli zakażeń oraz niezawodna dostępność środków ochrony indywidualnej mają zasadnicze znaczenie dla odporności systemu opieki zdrowotnej w przypadku przyszłych kryzysów.

Słowa kluczowe: *COVID-19, SARS-CoV-2, pracownicy ochrony zdrowia, seroprewalencja, gotowość, szczepienia, profilaktyka i kontrola zakażeń*

WSTĘP

Epidemie stanowią nieodłączną część historii ludzkości; towarzyszą nam od wieków i wywierają wpływ na społeczeństwo, kulturę oraz gospodarkę. Czynniki prowadzące do epidemii są złożone i wielowymiarowe, łącząc w sobie zarówno aspekty biologiczne, jak i społeczno-gospodarcze, a pandemia COVID-19 (choroba wywołana przez koronawirusa z 2019 r.) podkreśla niezmienną aktualność epidemii chorób zakaźnych nawet w dobie współczesnej medycyny.

W grudniu 2019 r. w chińskim mieście Wuhan w prowincji Hubei wybuchła epidemia choroby wywołanej przez wysoce zakaźny koronawirus SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome 2 Coronavirus), należący do rodziny koronawirusów (Coronaviridae) (1,2). Szybkie rozprzestrzenianie się COVID-19 skłoniło Światową Organizację Zdrowia (WHO) do ogłoszenia 30 stycznia 2020 r. stanu zagrożenia zdrowia publicznego o zasięgu międzynarodowym, a w marcu 2020 r. pandemii (3). W Polsce pierwszy przypadek COVID-19 potwierdzono na początku marca 2020 r. W odpowiedzi rząd wprowadził środki zapobiegawcze, takie jak zamknięcie szkół, uczelni i urzędów, odwołanie imprez masowych, ograniczenie zgromadzeń oraz zakaz podróży, które nie były niezbędne. Ograniczono również dostęp do opieki zdrowotnej, z wyjątkiem diagnostyki i leczenia COVID-19.

W ciągu pierwszych dwóch lat pandemii COVID-19 na całym świecie odnotowano ponad 450 milionów przypadków, z czego ponad 100 milionów w samych tylko krajach Unii Europejskiej (4).

W grudniu 2020 r. Europejska Agencja Leków (EMA) zatwierdziła do stosowania w Europie pierwszą szczepionkę przeciwko COVID-19, Comirnaty, opracowaną przez firmy Pfizer i BioNTech (5).

Zatwierdzenie to stanowiło znaczący krok w walce z pandemią, umożliwiając masowe szczepienia w krajach Unii Europejskiej. W Polsce szczepienia były realizowane w ramach Krajowego Programu Szczepień. Do grudnia 2023 r. w Europie podano prawie miliard dawek szczepionki przeciwko COVID-19, co czyni ten program największym programem szczepień w historii (6).

Pandemia COVID-19 stanowiła wyjątkową okazję do zbadania gotowości pracowników ochrony zdrowia (ang. *Healthcare Workers*, HCWs) – odgrywających kluczową rolę w reagowaniu na epidemię – do ochrony przed wysoce zakaźnymi infekcjami. Pracownicy ochrony zdrowia zajmują się diagnozowaniem i leczeniem pacjentów, zapewnianiem dostępu do szczepień, zarządzaniem placówkami służby zdrowia, udzielaniem wsparcia edukacyjnego

i psychologicznego oraz dbaniem o własne bezpieczeństwo. Pandemia COVID-19 wywarła ogromny wpływ na pracowników ochrony zdrowia, którzy byli najbardziej narażeni na zakażenie. Według badania przeprowadzonego przez Bandyopadhyaya i wsp., lekarze i pielęgniarki stanowili grupy zawodowe w strukturach opieki zdrowotnej jako najbardziej narażeni na zakażenie SARS-CoV-2 i śmiertelność związaną z COVID-19; wśród zakażonych pracowników ochrony zdrowia 5% doświadczyło poważnych powikłań, a 0,5% zmarło (7). Ponadto pandemia stała się swego rodzaju testem warunków skrajnych, ujawniającym kluczowe słabości zarówno systemów opieki zdrowotnej, jak i pracowników ochrony zdrowia w zakresie skutecznego reagowania na pojawiające się zagrożenia zakaźne (8).

Niestety, badacze wskazują na niewystarczające przygotowanie zarówno systemu opieki zdrowotnej (9), jak i samych pracowników ochrony zdrowia na nadejście pandemii (10). Niniejszy przegląd systematyczny miał na celu analizę poziomu gotowości polskich pracowników ochrony zdrowia w początkowej fazie pandemii COVID-19, jeszcze przed okresem wprowadzania szczepionek. Skupił się na narażeniu zawodowym na SARS-CoV-2, dostępności i stosowaniu środków ochrony indywidualnej (ang. *Personal Protective Equipment*, PPE), udziale w szkoleniach z zakresu zapobiegania i kontroli zakażeń (ang. *Infection Prevention and Control*, IPC), a także zasięgu szczepień przeciwko COVID-19 (w tym dawek przypominających, o ile zostały zgłoszone). Poprzez ocenę tych czynników przegląd miał na celu wskazanie i scharakteryzowanie luk zarówno w zakresie wsparcia organizacyjnego, jak i zachowań ochrony indywidualnej HCWs, a także dostarczenie informacji przydatnych do poprawy gotowości na przyszłe sytuacje kryzysowe w zakresie zdrowia publicznego.

MATERIAŁY I METODY

Rejestracja protokołu i sprawozdawczość. Niniejszy przegląd systematyczny został przeprowadzony i opisany zgodnie z wytycznymi PRISMA 2020 oraz został zarejestrowany z wyprzedzeniem w bazie PROSPERO (CRD42025619754). Pełne, możliwe do odtworzenia strategię wyszukiwania dla wszystkich źródeł informacji przedstawiono w Załączniku uzupełniającym S1.

Kryteria kwalifikacyjne. W badaniu uwzględniono oryginalne badania ilościowe przeprowadzone w Polsce z udziałem HCWs, w tym lekarzy, pielęgniarek, studentów medycyny oraz innych pracowników ochrony zdrowia zatrudnionych w szpitalach i innych placówkach opieki zdrowotnej. Kwalifikujące się badania dotyczyły co najmniej jednej z następujących dziedzin:

1. Narażenie na SARS-CoV-2 mierzone jako seroprewalencja i/lub zapadalność;
2. praktyki zapobiegania zakażeniom i ochrony indywidualnej, w tym dostępność i/lub stosowanie środków ochrony indywidualnej (PPE) i/lub higieny rąk (ang. *Hand Hygiene*, HH);
3. szkolenia z zakresu zapobiegania i kontroli zakażeń (IPC) związane z ochroną indywidualną;
4. zasięg szczepień przeciwko COVID-19 (w tym dawki przypominające, jeśli zostały zgłoszone).

Wykluczono: (a) badania dotyczące personelu niezaangażowanego w opiekę nad pacjentami z COVID-19 (np. personel techniczny/administracyjny); (b) badania skupiające się wyłącznie na psychologicznych konsekwencjach pracy podczas pandemii COVID-19 (np. wypalenie zawodowe, zaburzenia snu, jakość życia) bez podawania jakichkolwiek kwalifikujących się wyników dotyczących zapobiegania/narażenia/szczepień; (c) opisy przypadków i serie przypadków; oraz (d) artykuły redakcyjne, komentarze, listy, zalecenia/wytyczne oraz przeglądy narracyjne/systematyczne lub metaanalizy, chyba że zawierały one kwalifikujące się pierwotne dane ilościowe.

Okres publikacji: zgodnie z protokołem PROSPERO przyjęto ograniczenia dotyczące daty publikacji w latach 2020-2022. Badania opublikowane poza tym z góry zdefiniowanym okresem zostały wykluczone i odnotowane na schemacie PRISMA jako wykluczone, „poza ustalonym przedziałem czasowym publikacji (2020-2022)”.

Źródła informacji i terminy przeszukiwania. Przeszukano bazy danych MEDLINE (za pośrednictwem serwisu PubMed), Embase (za pośrednictwem serwisu Ovid) oraz Cochrane Library). Przeszukiwania przeprowadzono w styczniu 2025 r. Datę ostatniego przeszukiwania każdej bazy danych podano w Załączniku uzupełniającym S1. Przeprowadzono również śledzenie cytowań poprzez przeglądanie list referencyjnych uwzględnionych badań oraz przeprowadzono ukierunkowane ręczne przeszukiwanie wybranych czasopism w języku polskim, koncentrując się na tematach związanych z zapobieganiem /kontrolą zakażeń oraz zdrowiem personelu (luty 2025 r.).

Ponadto, zgodnie z protokołem PROSPERO, przeanalizowano źródła instytucjonalne (WHO, polskie Ministerstwo Zdrowia oraz Główny Inspektorat Sanitarny) w celu zidentyfikowania potencjalnie kwalifikujących się dowodów pierwotnych. Żaden dokument z tych źródeł nie spełnił z góry określonych kryteriów włączenia dotyczących pierwotnych badań ilościowych; w związku z tym nie zostały one uwzględnione w syntezie dowodów.

Strategia wyszukiwania. Strategia wyszukiwania łączyła słownictwo kontrolowane (MeSH i Emtree) z terminami w postaci tekstu swobodnego wyszukiwania w polach „Tytuł” i „Streszczenie”. Aby zapewnić odpowiednią logikę, terminy odnoszące się do wirusa/choroby SARS-CoV-2 (jako czynnik etiologiczny zakażenia i nazwa mikroorganizmu) oraz COVID-19 (jako choroba, w tym warianty) zostały połączone za pomocą operatora OR, natomiast pojęcia dotyczące populacji (pracownicy ochrony zdrowia) i otoczenia (Polska) zostały połączone za pomocą operatora AND.

Pojęcie HCW obejmowało odpowiednie synonimy i grupy zawodowe (np. „personel medyczny”, „pracownik ochrony zdrowia”, „zespół medyczny”, „personel szpitalny”, „lekarz”, „pielęgniarka”, „student medycyny”). Pełne, powtarzalne strategie wyszukiwania dla każdej bazy danych, w tym wszystkie terminy, oznaczenia pól i ograniczenia (2020-2022), przedstawiono w Załączniku uzupełniającym S1.

Proces selekcji. Wszystkie znalezione publikacje zostały zaimportowane do systemu Rayyan i poddane selekcji. Dwóch recenzentów (BŻ i EJ-M) niezależnie przejrzało tytuły i streszczenia w celu zidentyfikowania badań potencjalnie spełniających kryteria. Pełne teksty zostały ocenione niezależnie przez tych samych dwóch recenzentów. Rozbieżności rozstrzygano w drodze dyskusji, a w razie potrzeby z pomocą trzeciego recenzenta, zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami zawartymi w protokole PROSPERO. Przyczyny wykluczenia pełnych tekstów zostały odnotowane i przedstawione na schemacie blokowym PRISMA przy użyciu z góry określonych kategorii, w tym „poza ustalonym przedziałem czasowym publikacji (2020-2022)”.

Proces gromadzenia danych. W programie MS Excel opracowano i wykorzystano standardowy formularz do pozyskiwania danych. Dwóch recenzentów (BŻ i EJ-M) niezależnie od siebie pozyskało dane z uwzględnionych badań; rozbieżności rozstrzygano w drodze dyskusji, a w razie potrzeby z udziałem trzeciego recenzenta. Wyodrębnione elementy obejmowały charakterystykę badań (lokalizacja, czas, czas trwania obserwacji, wielkość próby), charakterystykę uczestników i grupy zawodowe, środki ochrony własnej (PPE i HH), wyniki serologiczne dotyczące SARS-CoV-2 (seroprewalencja/poziomy przeciwciał) oraz zasięg szczepień (w tym dawki przypominające, jeśli zostały zgłoszone).

Synteza danych. Dane zostały zebrane w standardowej formie tabelarycznej i podsumowane w formie syntezy opisowej zgodnie z zasadami SWiM (ang. *Synthesis Without Meta-analysis*). Badania podzielono według grup zawodowych i środowiska opieki zdrowotnej (ambulatoryjna vs szpitalna), a także opisano tendencje związane z dostępnością środków ochrony indywidualnej, szkoleniami z zakresu kontroli zakażeń oraz wskaźnikami szczepień.

Nie przeprowadzono metaanalizy ze względu na heterogeniczność metodologiczną i kliniczną między badaniami.

Podczas pierwszego wyszukiwania, zgodnie z procesem przedstawionym na schemacie PRISMA (Ryc. 1), uzyskano łącznie 764 rekordy. Przed weryfikacją usunięto rekordy (n=486), które były: duplikatami, rekordami oznaczonymi jako niekwalifikujące się przez narzędzia automatyczne oraz rekordami usuniętymi z innych powodów. Następnie, w trakcie przeglądu dostępnych publikacji, usunięto przeglądy, metaanalizy i zalecenia towarzystw naukowych (n=102). W dalszym procesie selekcji oceniono badania pierwotne: prospektywne, retrospektywne i badania ankietowe. Badania dotyczące psychologicznych aspektów pandemii (np. wypalenie zawodowe, jakość życia, zaburzenia snu, stres, depresja itp.), a także dane, które nie spełniały kryteriów włączenia do przeglądu systematycznego, zostały wykluczone (n=154) z dalszej analizy. Ostatecznie do przeglądu systematycznego wybrano 22 publikacje.

Dane immunologiczne zebrano z publikacji, a w przypadku braku kluczowych informacji, takich jak poziomy przeciwciał IgG, IgA i IgM, uzyskano je bezpośrednio od autorów: Korona-Głowniak (11) i Wojczyk (12). W zależności od dostępności testów diagnostycznych w kwalifikowanych artykułach przedstawiono wyniki testów ilościowych, półilościowych i jakościowych z wykorzystaniem testów ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) (11-17), ECLIA (elektrochemiluminescencja) (18,19) oraz CLIA (chemiluminescencyjny test immunologiczny) (20,21).

Ocena ryzyka błędu systematycznego. Jakość metodologiczną oraz ryzyko błędu systematycznego uwzględnionych badań ocenili niezależnie od siebie dwaj autorzy (BŻ i EJ-M). Wszelkie rozbieżności rozstrzygano w drodze konsensusu lub przy udziale trzeciego recenzenta (WS). Ponieważ uwzględniono wyłącznie badania obserwacyjne, zastosowano narzędzie ROBINS-I dla oceny ryzyka błędu systematycznego. W przypadku każdego badania poziom ryzyka błędu systematycznego w każdej dziedzinie sklasyfikowano jako niski, umiarkowany, poważny, krytyczny lub taki, dla którego nie były dostępne żadne informacje. Wyniki oceny jakości wykorzystano do analizy wrażliwości w syntezie danych oraz do interpretacji ostatecznych wyników.

Etyka. Niniejsze opracowanie ma charakter przeglądu systematycznego opartego wyłącznie na wcześniej opublikowanych danych. Nie gromadzono ani nie analizowano żadnych nowych danych dotyczących uczestników badań z udziałem ludzi. W związku z tym, zgodnie z wytycznymi instytucji, nie było wymagane uzyskanie zgody komisji etycznej ds. badań naukowych. Wszystkie badania uwzględnione w przeglądzie systematycznym uzyskały

zgodę odpowiednich komisji etycznych, zgodnie z informacjami podanymi przez autorów oryginalnych prac.

WYNIKI

Badania uwzględnione w przeglądzie oraz ocena jakości metodologicznej. Ostatecznie w przeglądzie systematycznym uwzględniono 22 badania spełniające kryteria włączenia. Wyniki oceny jakości metodologicznej tych badań wskazały na zróżnicowany poziom ryzyka błędu systematycznego. Większość badań (n=13) charakteryzowała się niskim lub umiarkowanym ryzykiem błędu systematycznego w większości ocenianych obszarów. Niektóre badania (n=9) charakteryzowały się wysokim ryzykiem błędu systematycznego, głównie z powodu D1, D2 i D6. Podano konkretne przyczyny, np. dobór ochotników, dane uzyskane wyłącznie online bez weryfikacji uczestników, rekrutacja w jednym ośrodku, zróżnicowane przebyte zakażenia, terminy dawek przypominających oraz różnice w narażeniu zawodowym (Ryc. 2).

Częstość występowania przeciwciał – seroprewalencja. Prewalencję występowania przeciwciał przeciwko SARS-CoV-2 wśród pracowników ochrony zdrowia w Polsce w czasie pandemii COVID-19 oceniono w 11 badaniach przeprowadzonych w placówkach ambulatoryjnych i szpitalnych w ośmiu regionach: lubelskim, dolnośląskim (Wrocław), małopolskim (Kraków), kujawsko-pomorskim, łódzkim, wielkopolskim (Poznań, Września, Krotoszyn), śląskim (Katowice, Gliwice, Sosnowiec), mazowieckim (Warszawa, Grójec), pomorskim (Gdańsk, Wejherowo) oraz opolskim. Zgłoszone wskaźniki seroprewalencji wahały się od 6,2% do 70% (Ryc. 3), przy medianie wynoszącej 25,5%. Dziesięć z tych badań dotyczyło lekarzy i pielęgniarek, natomiast jedno badanie dotyczyło stomatologów i asystentów stomatologicznych. Połowa badań (n=5) była badaniami jednośrodkowymi, przeprowadzonymi w szpitalach o różnym stopniu specjalizacji. W sumie w analizach uwzględniono 22 503 pracowników ochrony zdrowia i innych pracowników wpierających sektor opieki zdrowotnej. Wszystkie pomiary przeciwciał przeprowadzono przed rozpoczęciem programów szczepień przeciwko COVID-19, w okresie od czerwca 2020 r. do stycznia 2021 r.

Szkolenia z zakresu zapobiegania i kontroli zakażeń (ICP) i stosowanie środków ochrony indywidualnej (PPE). Dane dotyczące stosowania PPE przez polskich pracowników służby zdrowia podczas pandemii COVID-19 pochodzą z 7 badań – 43% z nich stanowiły badania ogólnokrajowe (n=3); łącznie 3 975 pracowników służby zdrowia odpowiedziało na pytania ankietowe dotyczące ich wiedzy na temat zasad stosowania PPE (Tab.1). Stosowanie środków ochrony indywidualnej podczas kontaktu z pacjentami z COVID-19 zadeklarowało

78,0% (n=32) badanych (Wrocław) oraz 88,6% (n=1 252) badanych, pracowników medycznych i niemedycznych (Kraków). Jednak 54% stomatologów i 50% lekarzy (w tym ortopedzi i chirurdzy ogólni) zgłosiło niewystarczające zasoby środków ochrony indywidualnej. Ponadto po przeanalizowaniu danych dotyczących prawidłowego stosowania masek ochronnych podczas pandemii COVID-19 wśród pracowników ochrony zdrowia w jednym z uwzględnionych badań tylko 1,4% respondentów zadeklarowało stosowanie ich zgodnie z wytycznymi WHO.

Zasięg szczepień. Mediana zasięgu szczepień wśród polskiego personelu medycznego wyniosła 85,2% i została przeanalizowana w 7 badaniach krajowych. Łącznie 20 592 uczestników badania otrzymało lub zgłosiło, że otrzymało szczepionkę przeciwko SARS-CoV-2 (Tabela 2). Najczęściej podawaną szczepionką była Comirnaty (Pfizer/BioNTech), którą podawano zgodnie ze standardowym schematem szczepień (podano 2 dawki szczepionki w odstępie 3 tygodni).

DYSKUSJA

Przeegląd systematyczny wykazał wysoką seroprewalencję wśród polskiego personelu medycznego i wskazał na znaczny poziom narażenia na SARS-CoV-2. Połowa ankietowanych pracowników służby zdrowia zgłaszała niewystarczający dostęp do środków ochrony indywidualnej w pierwszym etapie pandemii. Ponadto w jednym z badań jedynie 1,4% osób stosowało maski ochronne zgodnie z wytycznymi WHO. Wysoki wskaźnik stanu zaszczepienia sugeruje skuteczną profilaktykę pierwotną bezpośrednio po wprowadzeniu szczepień pracowników ochrony zdrowia w grudniu 2020 r.

Wyniki pokazały przebieg pandemii COVID-19 w kilku grupach zawodowych pracowników medycznych, tj.: lekarzy, pielęgniarek, położnych, ratowników medycznych, a także stomatologów. Jednak badania dotyczące farmaceutów w tym czasie nie były publikowane, pomimo obecności tej grupy zawodowej na pierwszej linii, w bezpośrednim kontakcie z pacjentami zakażonymi SARS-CoV-2. Najniższy wskaźnik seroprewalencji wynoszący 6,2%, zaobserwowany w badaniu stomatologów i personelu stomatologicznego, który był prawdopodobnie bezpośrednim skutkiem specyfiki zawodu stomatologów w badanym czasie w Polsce, gdzie trwająca kilka miesięcy blokada i ścisła izolacja (tzw. lockdown), w pierwszej fali pandemii COVID-19, znacznie ograniczyła dostęp do opieki stomatologicznej – lekarze nie przyjmowali pacjentów, nie pracowali z nimi w trybie pracy normalnej (15). Prezentowane doświadczenia z Polski są zgodne z doniesieniami innych

autorów; ogólna szacowana skumulowana prevalencja COVID-19 wśród stomatologów przed szczepieniami wyniosła na całym świecie 9,3% (33).

Seroprevalencja wśród personelu medycznego w szpitalach odnotowana w badaniach (mediana 32,9%) była kilkakrotnie wyższa niż w innych krajach: w Szwecji w maju 2020 r. wyniosła 19,1% (34), we Włoszech w czerwcu 2020 r. – 17,11% (35); 31,6% w Anglii w czerwcu 2020 r. (36), 5,0% we Francji we wrześniu 2020 r. (37) i 6,0% w Danii w październiku 2020 r. (38) lub 27% w USA (Nowy Jork) w maju 2020 r. (39). Sytuacja ta nie była bezpośrednio związana z poziomem zachorowań w populacji ogólnej, ponieważ w grudniu 2020 r. (tuż przed rozpoczęciem polskiego programu szczepień) skumulowana zapadalność w Polsce wyniosła 299 przypadków na 10 000 mieszkańców – podobnie jak w Szwecji (313) czy we Włoszech (305), podczas gdy była znacznie wyższa w USA i znacznie niższa w Danii (odpowiednio 494 i 189 przypadków na 10 000 mieszkańców) (40).

Chociaż na podstawie uwzględnionych badań nie można wprost wskazać związku przyczynowego, wysoka seroprevalencja zaobserwowana wśród polskiego personelu medycznego może odzwierciedlać łączny wpływ: ograniczonej dostępności środków ochrony indywidualnej, niewystarczających szkoleń z zakresu kontroli zakażeń oraz zróżnicowanego poziomu przestrzegania zasad kontroli zakażeń i prawidłowego stosowania PPE. W swoich badaniach Bansal i wsp. również odnotowali nieoptymalne przestrzeganie zasad kontroli zakażeń, a także niewłaściwe lub niekonsekwentne stosowanie PPE (41). Zarówno niewystarczające szkolenia z zakresu kontroli zakażeń, jak i niewłaściwe stosowanie środków ochrony indywidualnej mogą niezależnie zwiększać prawdopodobieństwo zakażenia wśród pracowników ochrony zdrowia, ze względu na rozbieżność między wiedzą teoretyczną, a praktycznym zastosowaniem.

Z drugiej strony, w pewnym stopniu tak wysoką seroprevalencję można wyjaśnić potencjalnie większą intensywnością bezpośredniego kontaktu między personelem medycznym a pacjentami w Polsce w porównaniu z krajami, z których pochodzą cytowane wyniki. Według Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) liczba pielęgniarek na 100 łóżek szpitalnych w 2021 r. wynosiła 5,2 w Szwecji, 3,9 w Danii i 1,95 we Włoszech, podczas gdy w Polsce była pięciokrotnie niższa i wynosiła 0,78 (22).

Wysoki poziom narażenia na COVID-19 wyrażony poziomem seroprevalencji można również prawdopodobnie wyjaśnić faktem, że pandemia znacznie utrudniła prowadzenie szkoleń, a bezpośrednie szkolenia stacjonarne były zasadniczo niemożliwe; prawdopodobnie właśnie dlatego stwierdzono, że znaczna część polskich pracowników – aż 28% badanych w prezentowanym przeglądzie systematycznym – nie znała zaleceń WHO dotyczących higieny

rąk (27). Nasz przegląd systematyczny wskazuje, że 78-88% pracowników ochrony zdrowia zgłaszało znajomość zasad zapobiegania i kontroli zakażeń (IPC); jednak przełożenie tej wiedzy na prawidłową praktykę wydawało się ograniczone. W badaniu przeprowadzonym przez Reszke i wsp. tylko 1,4% polskich pracowników służby zdrowia zgłaszało stosowanie masek ochronnych zgodnie z wytycznymi Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) z 2020 r. (25).

Szczepienia okazały się skuteczną strategią w walce z pandemią COVID-19, a poprzez zmniejszenie ryzyka ciężkiego przebiegu choroby i zgonu odciążały systemy opieki zdrowotnej i przyczyniły się do ostatecznego opanowania pandemii (13). Ze względu na zwiększone ryzyko narażenia na COVID-19 pracownicy ochrony zdrowia stali się grupą priorytetową w zakresie szczepień (42). Obserwowany wysoki wskaźnik szczepień wśród polskich pracowników ochrony zdrowia (85,2%), znacznie wyższy niż w populacji ogólnej – według danych WHO 61% całej populacji Polski było w pełni zaszczepione (43) – co może być związane z ich wiedzą medyczną. Niestety, pomimo wysokiego wskaźnika szczepień podstawowych w ramach standardowego schematu, odsetek osób przyjmujących dawki przypominające był znacznie niższy – tylko 34% Polaków przyjęło pierwszą dawkę przypominającą (43).

Ograniczenia. W większości uwzględnionych badań stwierdzono umiarkowane lub poważne ryzyko błędu systematycznego w kilku obszarach, co ogranicza pewność dowodów dotyczących gotowości polskich pracowników służby zdrowia we wczesnej fazie pandemii COVID-19, zwłaszcza w odniesieniu do narażenia na SARS-CoV-2, stosowania środków ochrony indywidualnej, udziału w szkoleniach z zakresu kontroli zakażeń oraz wskaźnika szczepień.

WNIOSKI

W przeglądzie systematycznym stwierdzono, że polski system opieki zdrowotnej był nieoptymalnie przygotowany do pandemii COVID-19. Wskaźniki szczepień wśród pracowników służby zdrowia były wysokie, ale luki w szkoleniach z zakresu kontroli zakażeń oraz dostępności środków ochrony indywidualnej wymagają pilnej uwagi. Poprawa w zakresie edukacji nt. kontroli zakażeń oraz zapewnienie dostępności odpowiednich środków ochrony indywidualnej są kluczowymi środkami służącymi wzmocnieniu odporności systemów opieki zdrowotnej w obliczu przyszłych sytuacji kryzysowych w zakresie zdrowia publicznego. Zatem, aby poprawić gotowość na przyszłe pandemie, niezbędna jest systematyczna edukacja w zakresie kontroli zakażeń oraz odpowiednie zaopatrzenie w środki ochrony indywidualnej.

Wkład autorów: BŻ i JW-M opracowanie koncepcji badania. BŻ i EJ-M opracowanie planu badań i analizy danych. BŻ i EJ-M analiza statystyczna i wizualizacja wyników. BŻ, EJ-M i WS gromadzenie danych i przeprowadzenie ich analizy. BŻ, EJ-M i WS przygotowanie szkicu manuskryptu. JW-M nadzorowanie, koordynacja, recenzowanie i poprawianie manuskryptu oraz udzielenie ostatecznej zgody na publikację. Wszyscy autorzy redagowali i zatwierdzili ostateczną wersję manuskryptu. Wszyscy autorzy zapoznali się z opublikowaną wersją manuskryptu i wyrazili na nią zgodę.

Finansowanie: Nie dotyczy.

Konflikt interesów: Autorzy ujawniają interesy finansowe lub niefinansowe, które są bezpośrednio lub pośrednio związane z pracą zgłoszoną do publikacji. Nie zgłoszono żadnych.

PIŚMIENNICTWO

1. Alsafi RT. Lessons from SARS-CoV, MERS-CoV, and SARS-CoV-2 Infections: What We Know So Far. *Can J Infect Dis Med Microbiol.* 2022 Aug 12;2022:1156273. doi: 10.1155/2022/1156273.
2. Nascimento Junior JAC, Santos AM, Quintans-Júnior LJ, Walker CIB, Borges LP, Serafini MR. SARS, MERS and SARS-CoV-2 (COVID-19) treatment: a patent review. *Expert Opin Ther Pat.* 2020 Aug;30(8):567-579. doi: 10.1080/13543776.2020.1772231.
3. Mathieu E, Ritchie H, Rodés-Guirao L, Appel C, Gavrillov D, Giattino C et al. Coronavirus Pandemic (COVID-19) <https://ourworldindata.org/coronavirus>. accessed on 27 September 2025
4. European Centre for Disease Prevention and Control (2022); Questions and answers on COVID-19: Basic facts <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers/questions-answers-basic-facts>. accessed on 27 Nov 2025
5. Alberer M, Gnad-Vogt U, Hong HS, Mehr KT, Backert L, Finak G et al. Safety and immunogenicity of a mRNA rabies vaccine in healthy adults: an open-label, non-randomised, prospective, first-in-human phase 1 clinical trial. *Lancet.* 2017 Sep 23;390(10101):1511-1520. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31665-3.
6. European Medicines Agency (2023); Safety of COVID-19 vaccines; <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory-overview/public-health->

threats/coronavirus-disease-covid-19/covid-19-medicines/safety-covid-19-vaccines.
accessed on 27 Nov 2025

7. Bandyopadhyay S, Baticulon RE, Kadhum M, Alser M, Ojuka DK, Badereddin Y et al. Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review. *BMJ Glob Health*. 2020 Dec;5(12):e003097. doi: 10.1136/bmjgh-2020-003097.
8. European Centre for Disease Prevention and Control (2023), Acute respiratory infections in the EU/EEA: epidemiological update and current public health recommendations, <https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/acute-respiratory-infections-eueea-epidemiological-update-and-current-public-health>. accessed on 27 Nov 2025
9. Ledesma JR, Chrysanthopoulou SA, Lurie MN, Nuzzo JB, Papanicolas I. Health system resilience during the COVID-19 pandemic: A comparative analysis of disruptions in care from 32 countries. *Health Serv Res*. 2024 Dec;59(6):e14382. doi: 10.1111/1475-6773.14382.
10. Su Z, McDonnell D, Ahmad J, Cheshmehzangi A. Disaster preparedness in healthcare professionals amid COVID-19 and beyond: A systematic review of randomized controlled trials. *Nurse Educ Pract*. 2023 May;69:103583. doi: 10.1016/j.nepr.2023.103583.
11. Korona-Główniak I, Mielnik M, Podgajna M, Grywalska E, Hus M, Matuska K et al. SARS-CoV-2 Seroprevalence in Healthcare Workers before the Vaccination in Poland: Evolution from the First to the Second Pandemic Outbreak. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Feb 17;19(4):2319. doi: 10.3390/ijerph19042319.
12. Wojczyk M, Kowalska M. Częstość pozytywnych wyników testów serologicznych przeciw SARS-CoV-2 u personelu medycznego Aglomeracji Górnośląskiej. *Med Pr Work Health Saf*. 2022;73(2):125-133. doi:10.13075/mp.5893.01221.
13. Skorupa M, Szczepanek J, Goroncy A, Jarkiewicz-Tretyn J, Ptaszyńska B, Rajewski P et al. The Dynamics of Changes in the Concentration of IgG against the S1 Subunit in Polish Healthcare Workers in the Period from 1 to 12 Months after Injection, Including Four COVID-19 Vaccines. *Vaccines (Basel)*. 2022 Mar 24;10(4):506. doi: 10.3390/vaccines10040506.
14. Lorent D, Nowak R, Luwański D, Pisarska-Krawczyk M, Figlerowicz M, Zmora P, The Longitudinal Analysis on the Anti-SARS-CoV-2 Antibodies among Healthcare Workers in Poland-Before and after BNT126b2 mRNA COVID-19 Vaccination. *Vaccines (Basel)*. 2022 Sep 20;10(10):1576. doi: 10.3390/vaccines10101576.

15. Duś-Ilnicka I, Szczygielska A, Kuźniarski A, Szymczak A, Pawlik-Sobecka L, Radwan-Oczko M, SARS-CoV-2 IgG Amongst Dental Workers During the COVID-19 Pandemic. *Int Dent J.* 2022 Jun;72(3):353-359. doi: 10.1016/j.identj.2022.02.003.
16. Bułdak RJ, Woźniak-Grygiel E, Wąsik M, Kasperczyk J, Gawrylak-Dryja E, Mond-Paszek R et al. SARS-CoV-2 Antibody Screening in Healthcare Workers in Non-Infectious Hospitals in Two Different Regions of Southern Poland (Upper Silesia and Opole Voivodeships): A Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Apr 20;18(8):4376. doi: 10.3390/ijerph18084376.
17. Rosińska M, Stępień M, Kitowska W, Milczarek M, Juszczyk G, Nowacka Z et al. Healthcare workers highly affected during the COVID-19 epidemic wave in Poland prior to vaccination availability: seroprevalence study. *Med Pr.* 2022 Apr 22;73(2):109-123. doi: 10.13075/mp.5893.01216.
18. Owsianka I, Pac A, Jachowicz E, Gutkowska K, Szczuciński W, Maziarz B et al. SARS-CoV-2 antibody response after mRNA vaccination in healthcare workers with and without previous COVID-19, a follow-up study from the University Hospital in Krakow, Poland. *Front Immunol.* 2023 Mar 7;14:1155871. doi: 10.3389/fimmu.2023.1155871. Erratum for: *Front Immunol.* 2023 Jan 05;13:1071204. doi: 10.3389/fimmu.2022.1071204.
19. Żółtowska B, Barańska I, Jachowicz E, Sydor W, Maziarz B, Mydel K et al. The Seroprevalence of SARS-CoV-2 Antibodies among HealthCare Workers in University Hospital in Krakow before the Era of Vaccination. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Mar 29;19(7):4044. doi: 10.3390/ijerph19074044.
20. Słomka S, Zieba P, Rosiak O, Piekarska A. Assessment of Reactivity to the Administration of the mRNA Vaccine after Six Months of Observation. *Vaccines (Basel).* 2023 Feb 6;11(2):366. doi: 10.3390/vaccines11020366.
21. Golec M, Fronczek M, Zembala-John J, Chrapiec M, Konka A, Wystyrk K et al. Early and Longitudinal Humoral Response to the SARS-CoV-2 mRNA BNT162b2 Vaccine in Healthcare Workers: Significance of BMI, Adipose Tissue and Muscle Mass on Long-Lasting Post-Vaccinal Immunity. *Viruses.* 2022 Apr 22;14(5):868. doi: 10.3390/v14050868.
22. Kołodziej Ł, Ciechanowicz D, Rola H, Wołyński S, Wawrzyniak H, Rydzewska K et al. The impact of the COVID-19 pandemic on Polish orthopedics, in particular on the level of stress among orthopedic surgeons and the education process. *PLoS One.* 2021 Sep 24;16(9):e0257289. doi: 10.1371/journal.pone.0257289.

23. Rymarowicz J, Stefura T, Major P, Szeliga J, Wallner G, Nowakowski M et al. General surgeons' attitudes towards COVID-19: A national survey during the SARS-CoV-2 virus outbreak. *Eur Surg.* 2021;53(1):5-10. doi: 10.1007/s10353-020-00649-w.
24. Tysiąc-Miśta M, Dziedzic A. The Attitudes and Professional Approaches of Dental Practitioners during the COVID-19 Outbreak in Poland: A Cross-Sectional Survey. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Jun 30;17(13):4703. doi: 10.3390/ijerph17134703.
25. Reszke R, Matusiak Ł, Krajewski PK, Szepietowska M, Białynicki-Birula R, Szepietowski JC. The Utilization of Protective Face Masks among Polish Healthcare Workers during COVID-19 Pandemic: Do We Pass the Exam? *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jan 19;18(2):841. doi: 10.3390/ijerph18020841.
26. Drobnik J, Susło R, Pobrotyn P, Fabich E, Magiera V, Diakowska D et al. COVID-19 among Healthcare Workers in the University Clinical Hospital in Wrocław, Poland. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 May 24;18(11):5600. doi: 10.3390/ijerph18115600.
27. Żółtowska B, Barańska I, Szczerbińska K, Różańska A, Mydel K, Sydor W et al. Preparedness of Health Care Workers and Medical Students in University Hospital in Krakow for COVID-19 Pandemic within the CRACoV Project. *J Clin Med.* 2021; 10(16):3487. <https://doi.org/10.3390/jcm10163487>
28. Turska-Szybka A, Prokopczyk M, Winkielman P, Olczak-Kowalczyk D, Knowledge and Attitude of Polish Dental Healthcare Professionals during the COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health* 2021, 18, 12100. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212100>
29. Zdziarski K, Landowski M, Zabielska P, Karakiewicz B. Subjective Feelings of Polish Doctors after Receiving the COVID-19 Vaccine. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jun 10;18(12):6291. doi: 10.3390/ijerph18126291.
30. Siewert B, Szabat A, Chądzińska-Cebula M, Purpurowicz-Miękus N, Sujkowski P, Spachacz R et al. To vaccinate or not to vaccinate - BNT162b2 seroconversion rate and side effects among Polish healthcare workers. *Int J Occup Med Environ Health.* 2022 Dec 15;35(6):761-766. doi: 10.13075/ijomeh.1896.01887.
31. Dziedzic A, Riad A, Attia S, Klugar, M, Tanasiewicz M. Self-Reported Adverse Events of COVID-19 Vaccines in Polish Healthcare Workers and Medical Students. Cross-Sectional Study and Pooled Analysis of CoVaST Project Results in Central Europe. *J Clin Med* 2021, 10, 5338. <https://doi.org/10.3390/jcm10225338>

32. Błaszczuk A, Michalski A, Malm M, Drop B, Polz-Dacewicz M. Antibodies to NCP, RBD and S2 SARS-CoV-2 in Vaccinated and Unvaccinated Healthcare Workers. *Vaccines* 2022, 10, 1169. <https://doi.org/10.3390/vaccines10081169>
33. Bitencourt FV, Lia EN, Pauletto P, Martins CC, Stefani CM, Massignan C et al. Prevalence of SARS-CoV-2 infection among oral health care workers worldwide: A meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2023 Oct;51(5):718-728. doi: 10.1111/cdoe.12827.
34. Rudberg AS, Havervall S, Månberg A, Jernbom Falk A, Aguilera K, Ng H et al. SARS-CoV-2 exposure, symptoms and seroprevalence in healthcare workers in Sweden. *Nat Commun.* 2020 Oct 8;11(1):5064. doi: 10.1038/s41467-020-18848-0.
35. Airoidi C, Patrucco F, Milano F, Alessi D, Sarro A, Rossi MA, Cena T, Borrè S, Faggiano F. High Seroprevalence of SARS-CoV-2 among Healthcare Workers in a North Italy Hospital. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar 24;18(7):3343. doi: 10.3390/ijerph18073343.
36. Grant JJ, Wilmore SMS, McCann NS, Donnelly O, Lai RWL, Kinsella MJ et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies in healthcare workers at a London NHS Trust. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2021 Feb;42(2):212-214. doi: 10.1017/ice.2020.402.
37. Vitrat V, Maillard A, Raybaud A, Wackenheim C, Chanzy B, Nguyen S et al. Effect of Professional and Extra-Professional Exposure on Seroprevalence of SARS-CoV-2 Infection among Healthcare Workers of the French Alps: A Multicentric Cross-Sectional Study. *Vaccines (Basel).* 2021 Jul 27;9(8):824. doi: 10.3390/vaccines9080824.
38. Iversen K, Kristensen JH, Hasselbalch RB, Pries-Heje M, Nielsen PB, Knudsen AD et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies and reduced risk of reinfection through 6 months: a Danish observational cohort study of 44 000 healthcare workers. *Clin Microbiol Infect.* 2022 May;28(5):710-717. doi: 10.1016/j.cmi.2021.09.005.
39. Venugopal U, Jilani N, Rabah S, Shariff MA, Jawed M, Mendez Batres A et al. SARS-CoV-2 seroprevalence among health care workers in a New York City hospital: A cross-sectional analysis during the COVID-19 pandemic. *Int J Infect Dis.* 2021 Jan;102:63-69. doi: 10.1016/j.ijid.2020.10.036.
40. European Centre for Disease Prevention and Control: Historical Data on the Daily Number of New Reported COVID-19 Cases and Deaths Worldwide—Last Update 14 December 2020. Available online:

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publicationsdata/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>. accessed on 27 Nov 2025

41. Bansal A, Trieu MC, Eriksson EM, Zhou F, McVernon J, Brokstad KA et al. SARS-CoV-2 infection rates and associated risk factors in healthcare workers: systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2025 Feb 8;15(1):4705. doi: 10.1038/s41598-025-89472-5.
42. Ferland L, Carvalho C, Gomes Dias J, Lamb F, Adlhoch C, Suetens C et al. Risk of hospitalization and death for healthcare workers with COVID-19 in nine European countries, January 2020-January 2021. *J Hosp Infect.* 2022 Jan;119:170-174. doi: 10.1016/j.jhin.2021.10.015.
43. World Health Organization (2024): COVID-19 vaccination, World data <https://data.who.int/dashboards/covid19/vaccines?n=c> accessed on 27 Nov 2025

Received: 07.02.2026

Accepted for publication: 12.05.2026

Otrzymano: 07.02.2026 r.

Zaakceptowano do publikacji: 12.05.2026 r.

Address for correspondence:

Adres do korespondencji:

Jadwiga Wójkowska-Mach

Zakład Kontroli Zakażeń i Mykologii, Katedra Mikrobiologii, Uniwersytet Jagielloński,

Collegium Medicum w Krakowie

email: jadwiga.wojkowska-mach@uj.edu.pl