

Carlo Bieńkowski<sup>1,2,3</sup>, Maciej Stępień<sup>4</sup>, Martyna Cholewik<sup>4</sup>, Małgorzata Aniszewska<sup>2,3</sup>, Maria Pokorska-Śpiewak<sup>2,3</sup>

## COMPARISON OF THE PREVALENCE OF RISK FACTORS FOR *TOXOPLASMA GONDII* INFECTION AMONG PREGNANT WOMEN IN RURAL AND URBAN AREAS IN POLAND

### PORÓWNIANIE CZĘSTOŚCI WYSTĘPOWANIA CZYNNIKÓW RYZYKA ZARAŻENIA *TOXOPLASMA GONDII* WŚRÓD KOBIET W CIĄŻY MIESZKAJĄCYCH NA OBSZARACH WIEJSKICH I MIEJSKICH W POLSCE

<sup>1</sup>Doctoral School, Medical University of Warsaw

Szkoła Doktorska, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>2</sup>Department of Children's Infectious Diseases, Medical University of Warsaw

Klinika Chorób Zakaźnych Wieków Dziecięcego, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>3</sup>Hospital of Infectious Diseases

Wojewódzki Szpital Zakaźny w Warszawie

<sup>4</sup>Student Scientific Circle at the Department of Children's Infectious Diseases, Medical University of Warsaw

Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Chorób Zakaźnych Wieków Dziecięcego, Warszawski Uniwersytet Medyczny

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** *Toxoplasma gondii* is a protozoan parasite. While this infection typically exhibits no symptoms in humans, it poses a potential threat to the developing fetus in pregnant women. Several risk factors contribute to toxoplasmosis infection. Adherence to hygiene protocols and avoiding the consumption of raw meat, unwashed vegetables, and fruits may mitigate the risk of this disease.

**OBJECTIVE.** This study aimed to compare the prevalence of toxoplasmosis risk factors among pregnant women suspected of toxoplasmosis living in rural areas with those residing in urban areas.

**MATERIALS AND METHODS.** A retrospective observational study was conducted by analyzing data from the medical records of pregnant women suspected of toxoplasmosis. These women were consulted at the Provincial Infectious Diseases Hospital between September 2019 and March 2020. The analysis encompassed patients' demographic data and information concerning toxoplasmosis risk factors. A total of 273 women's data were included in the analysis. Diagnosis relied on serological verification using the VIDAS® analyzer (bioMérieux, Lyon, France).

**RESULTS.** Women residing in rural areas were less likely to report a good socio-economic status ( $p=0.0064$ ), and toxoplasmosis infection was less frequently ruled out ( $p=0.0023$ ). In comparison to women living in urban areas, pregnant women from rural regions were more likely to have confirmed primary toxoplasmosis ( $p=0.0164$ ). Additionally, they were more prone to working in gardens without gloves ( $p<0.0001$ ), consuming unwashed vegetables ( $p=0.0025$ ), eating raw meat during pregnancy ( $p=0.0008$ ), and cats caregiving during pregnancy ( $p=0.0002$ ). This exposure included both care for domestic cats before and during pregnancy ( $p=0.0069$ ) and interactions with wild cats ( $p<0.0001$ ).

**CONCLUSIONS.** Pregnant women living in rural areas exhibited significantly higher exposure to toxoplasmosis risk factors. They also displayed a higher incidence of primary infections during pregnancy and a lower rate of excluded infections.

**Keywords:** congenital toxoplasmosis, risk factors, pregnancy, rural areas, parasitic diseases

## STRESZCZENIE

**WSTĘP.** *Toxoplasma gondii* jest pierwotniakiem pasożytniczym. Zarażenie zwykle przebiega bezobjawowo u ludzi, jednak może stanowić zagrożenie dla rozwijającego się płodu u kobiet w ciąży. Istnieje wiele czynników ryzyka zarażenia toksoplazmozą. Przestrzeganie zasad higieny, unikanie spożywania surowego mięsa oraz nieumytych warzyw i owoców może przyczynić się do zminimalizowania ryzyka wystąpienia tej choroby.

**CEL PRACY.** Celem pracy było porównanie częstości występowania czynników ryzyka toksoplazmozy u kobiet w ciąży z podejrzeniem toksoplazmozy mieszkających na obszarach wiejskich, z tymi mieszkającymi w miastach.

**MATERIAŁ I METODY.** Przeprowadzono retrospektywne badanie obserwacyjne, analizując dane z dokumentacji medycznej kobiet w ciąży z podejrzeniem toksoplazmozy konsultowanych w Woj. Szpitalu Zakaźnym w okresie od września 2019 r. do marca 2020 r. W analizie uwzględniono dane demograficzne pacjentek oraz dane dotyczące czynników ryzyka toksoplazmozy. Łącznie w analizie uwzględniono dane uzyskane od 273 kobiet. Diagnozę postawiono na podstawie weryfikacji serologicznej przy użyciu analizatora VIDAS® (bioMérieux, Lyon, Francja).

**WYNIKI.** Kobiety mieszkające na obszarach wiejskich rzadziej deklarowały dobry status społeczno-ekonomiczny ( $p=0,0064$ ) i rzadziej wykluczano u nich zarażenie toksoplazmozą ( $p=0,0023$ ). W porównaniu z kobietami mieszkającymi na obszarach miejskich, ciężarne kobiety z obszarów wiejskich częściej miały potwierdzoną pierwotną toksoplazmozę ( $p=0,0164$ ), częściej pracowały w ogrodzie bez rękawiczek ( $p<0,0001$ ), jadły niemyte warzywa ( $p=0,0025$ ), jadły surowe mięso w czasie ciąży ( $p=0,0008$ ) i opiekowały się kotami w czasie ciąży ( $p=0,0002$ ), przed ciążą ( $p=0,0069$ ) i dzikimi kotami ( $p<0,0001$ ).

**WNIOSKI.** Kobiety w ciąży mieszkające na obszarach wiejskich były znacznie częściej narażone na czynniki ryzyka toksoplazmozy, miały wyższy wskaźnik pierwotnych zarażeń w ciąży i niższy wskaźnik wykluczonych zarażeń.

**Słowa kluczowe:** toksoplazmoza wrodzona, czynniki ryzyka, ciąża, obszary wiejskie, choroby pasożytnicze

## INTRODUCTION

Toxoplasmosis, caused by *Toxoplasma gondii*, is an infectious disease that typically manifests as a mild or asymptomatic condition in humans (1). However, if contracted during pregnancy, it can lead to severe consequences for the developing fetus, such as hydrocephalus, intracerebral calcifications, and visual disturbances (1). Extensive studies conducted in Poland have highlighted toxoplasmosis as the most perilous disease affecting fetal development (2). Belonging to the TORCH syndrome, a group of infectious diseases that can negatively impact fetal health if contracted during pregnancy, toxoplasmosis stands alongside measles, mumps, rubella (MMR), cytomegalovirus (CMV), and herpes simplex virus (HSV). The "O" in this acronym encompasses other infections like syphilis, hepatitis B and C (HBV and HCV), HIV infection, chickenpox, and herpes zoster (VZV) (2). To prevent TORCH infections, proper prophylaxis is recommended, including blood tests for *T. gondii* infection up to the 10th week of gestation. Negative results should prompt a repeated test between weeks 21 and 26 to detect any infection during pregnancy, effectively reducing the risk of abnormal fetal ultrasound outcomes (3, 4).

The parasite's life cycle involves both vegetative and sexual reproduction. Cats, serving as definitive hosts, shed oocysts in their feces, which can

## WSTĘP

Toksoplazmoza jest chorobą zakaźną wywoływaną przez *Toxoplasma gondii*. Ta pasożytnicza choroba odzwierzcą u ludzi przebiega zwykle łagodnie lub nawet bezobjawowo (1). Jeśli jednak do zarażenia dojdzie w czasie ciąży, może ono mieć poważne konsekwencje dla rozwijającego się płodu, wywołując m.in. wodogłowie, zwapnienia śródmózgowe i zaburzenia widzenia (1). Według obszernego badania przeprowadzonego w Polsce, toksoplazmoza jest postrzegana jako najbardziej niebezpieczna choroba dla rozwijającego się płodu (2). Toksoplazmoza należy do zespołu TORCH, czyli grupy chorób zakaźnych, które jeśli wystąpią w czasie ciąży mogą negatywnie wpływać na zdrowie płodu. Zespół ten obejmuje również odrę, świnkę, różyczkę (MMR), wirus cytomegalii (CMV) i wirus opryszczki pospolitej (HSV). Litera „O” w tym akronimie pochodzi od innych infekcji, obejmujących m.in. kiłę, wirusowe zapalenia wątroby typu B i C (HBV i HCV), zakażenie wirusem HIV oraz ospę wietrzną i półpasiec (VZV) (2). W celu zapobieżenia infekcjom z grupy TORCH, zalecana jest odpowiednia profilaktyka m.in. przeprowadzenie badań krwi w kierunku zarażenia *T. gondii* przed 10 tygodniem ciąży. Jeśli wyniki są negatywne, badanie należy powtórzyć między 21. a 26. tygodniem ciąży, aby sprawdzić, czy nie doszło do zarażenia w czasie ciąży. Prawidłowe wykonanie badań przesiewowych w czasie ciąży zmniejsza ryzyko

contaminate food consumed by humans. Intermediate hosts encompass birds and various mammal species, including humans, within whom vegetative reproduction may occur (5). Potential risk factors for *T. gondii* infection include consuming unwashed, contaminated vegetables, gardening without gloves, eating raw meat from infected animals, and caring for cats (6). Recent studies indicate that residing in rural areas and consuming raw meat before pregnancy may also independently increase the risk of toxoplasmosis during pregnancy (7).

The study aimed to compare the prevalence of toxoplasmosis risk factors among pregnant women in rural and urban areas.

## MATERIALS AND METHODS

A retrospective observational study was conducted following the STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) protocol. STROBE offers guidelines designed to enhance the reporting quality of observational studies within the field of epidemiology. It furnishes a checklist of essential elements that should be present in scientific publications, aiming to bolster transparency, evaluate research quality, and aid readers in comprehending the study's outcomes.

The analysis involved data extracted from the medical records of all pregnant women who sought consultation for suspected toxoplasmosis at the Provincial Infectious Diseases Hospital in Warsaw between September 1, 2019, and March 14, 2020. Among them, 119 women (43.6%) hailed from rural areas, while 154 women (56.4%) resided in urban areas. The analysis encompassed patient demographics and identified risk factors for toxoplasmosis, including activities such as caring for domestic and/or feral cats, gardening without gloves, and consuming unwashed vegetables and raw meat during or before pregnancy. Additionally, compliance with recommended screening tests for other infections during pregnancy (such as human immunodeficiency virus (HIV), hepatitis B virus (HBV), hepatitis C virus (HCV), syphilis, and rubella) was also evaluated.

The diagnosis of toxoplasmosis relied on serological tests detecting specific IgM and IgG antibodies. It also involved assessing IgG antibody avidity utilizing the ELFA (Enzyme-Linked Fluorescent Assay) kit through the VIDAS® system (bioMérieux, Lyon, France). As per the product description, a positive result for IgG antibodies was indicated by a level of 8.0 IU/ml. Similarly, a positive result for IgM antibodies was indicated by a level of at least 0.65 IU/ml alongside high antibody avidity, exceeding 0.3. These parameters enabled categorizing patients as healthy,

nieprawidłowych wyników badań ultrasonograficznych płodu (3, 4).

Cykl życiowy pasożyta obejmuje zarówno rozmnażanie wegetatywne, jak i płciowe. Koty, jako żywicieli ostateczni wydalają z kałem oocysty, które zanieczyszczają pożywienie spożywane przez człowieka. Do żywicieli pośrednich należą ptaki i różne gatunki ssaków, w tym człowiek, u których może zachodzić rozmnażanie wegetatywne (5). Potencjalnym czynnikiem ryzyka zarażenia się pierwotniakiem jest spożywanie niemytych, zanieczyszczonych warzyw, praca w ogrodzie bez rękawiczek, jedzenie surowego mięsa zarażonych zwierząt i opieka nad kotami (6). Ostatnie badania wykazały, że niezależnymi czynnikami ryzyka toksoplazmozy w czasie ciąży może być również zamieszkiwanie na obszarach wiejskich i spożywanie surowego mięsa przed zajściem w ciążę (7).

Celem badania było porównanie częstości występowania czynników ryzyka toksoplazmozy u kobiet w ciąży mieszkających na obszarach wiejskich i tych mieszkających na obszarach miejskich.

## MATERIAŁ I METODY

Przeprowadzono retrospektywne badanie obserwacyjne zgodnie z protokołem STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology). Jest to zestaw wytycznych opracowany w celu poprawy jakości raportowania badań obserwacyjnych w dziedzinie epidemiologii. STROBE zawiera listę kontrolną kluczowych elementów, które powinny być uwzględnione w publikacjach naukowych w celu zwiększenie przejrzystości, oceny jakości badań i ułatwienia zrozumienia wyników przez czytelników. Analizie poddano dane z dokumentacji medycznej wszystkich kobiet w ciąży, które były kolejno konsultowane w Wojewódzkim Szpitalu Zakaźnym w Warszawie z powodu podejrzenia toksoplazmozy w okresie od 1 września 2019 roku do 14 marca 2020 roku. Sto dziewiętnaście kobiet (43,6%) pochodziło z terenów wiejskich natomiast 154 kobiet (56,4%) z terenów miejskich.

Analiza obejmowała dane demograficzne pacjentek oraz czynniki ryzyka toksoplazmozy, w tym opiekę nad domowymi i/lub dzikimi kotami obecnie lub w przeszłości, pracę w ogrodzie bez rękawiczek, spożywanie niemytych warzyw oraz surowego mięsa w trakcie lub przed ciążą. Ponadto przeanalizowano również realizację zalecanych w ciąży badań przesiewowych w kierunku innych infekcji (ludzki wirus niedoboru odporności (HIV), wirus zapalenia wątroby typu B (HBV), wirus zapalenia wątroby typu C (HCV), kiła, różyczka).

Rozpoznanie toksoplazmozy zostało zweryfikowane poprzez badania serologiczne wykonywane w kierunku obecności swoistych przeciwciał klasy IgM i IgG oraz ocenę awidności przeciwciał klasy IgG zestawem

currently infected, or with a history of the infection. Infection was ruled out if serological results for both IgM and IgG antibodies were negative. A positive IgM antibody result with a negative IgG antibody result necessitated re-assessment after 1-3 weeks. Confirmation of primary infection required positive IgG antibodies, followed by further antibody avidity testing. Low IgG avidity indicated primary infection, while high avidity suggested recent infection.

Statistical analysis involved the use of the Mann-Whitney U test for comparing continuous variables, and the chi-square test or Fisher's exact test for assessing categorical variables, as appropriate. A p-value < 0.05 was deemed statistically significant. The statistical analysis was performed using Medcalc ver. 20.009, Ostend, Belgium.

## RESULTS

The study utilized data collected from 273 pregnant women, with a median age of 30 years (interquartile range: 26-33 years). Among these women, 44 (16.1%) had experienced a prior miscarriage, and 69 (25.3%) had chronic diseases. Only 172 women (63.0%) correctly underwent the recommended screening tests for other infections during pregnancy. Fetal ultrasound results were normal in 251 (91.9%) of the pregnant women. Women residing in rural areas exhibited higher rates of confirmed primary toxoplasmosis compared to those in urban areas (41/119; 34.5% vs. 33/154; 21.4%;  $p=0.0164$ ). Moreover, rural residents were more prone to working in gardens without gloves (23/119; 19.3% vs. 6/154; 3.9%;  $p<0.0001$ ), consuming unwashed vegetables (23/119; 19.3% vs. 11/154; 7.1%;  $p=0.0025$ ), consuming raw meat during pregnancy (35/119; 29.4% vs. 20/154; 13.0%;  $p=0.0008$ ), and caring for cats more frequently during pregnancy (54/119; 45.4% vs. 37/154; 24.0%;  $p=0.0002$ ), both before pregnancy (57/119; 47.9% vs. 49/154; 31.8%;  $p=0.0069$ ), and with wild cats (54/119; 45.4% vs. 26/154; 16.9%;  $p<0.0001$ ) (Table 1).

Compared to women living in cities, women from rural areas were less likely to declare good socioeconomic status (113/119; 95.0% vs. 154/154; 100.0%,  $p=0.0064$ ) and autoimmune diseases (15/119; 12.6% vs. 38/154; 24.7%,  $p=0.0124$ ) and *T. gondii* infection was ruled out less frequently (20/119; 16.8% vs. 51/154; 33.8%,  $p=0.0023$ ) (Table 2).

## DISCUSSION

Living in rural areas is often considered a risk factor for toxoplasmosis. However, recent studies have presented inconclusive results on this matter, showing variations depending on the study region

ELFA (Enzyme-Linked Fluorescent Assay) przy użyciu systemu VIDAS® (bioMérieux, Lyon, Francja). Zgodnie z opisem produktu, poziom IgG od 8,0 IU/ml świadczył o wyniku dodatnim. Na pozytywny wynik testu wskazywał także poziom IgM od co najmniej 0,65 I/ml oraz wysoka awidność przeciwciał tj. powyżej 0,3. Powyższe parametry pozwoliły określić, czy pacjentka jest zdrowa, aktualnie zarażona bądź przebyła chorobę. Zarażenie było wykluczone w przypadku uzyskania ujemnych wyników serologicznych przeciwciał zarówno w klasie IgM jak i IgG. W przypadku uzyskania dodatniego wyniku przeciwciał w klasie IgM, a ujemnego w klasie IgG, konieczna była ponowna ocena po 1-3 tygodniach; gdy wyniki były dodatnie zarówno w klasach IgM jak i IgG, podejrzewano zarażenie pierwotne, które wymagało weryfikacji badaniem awidności przeciwciał w klasie IgG. W przypadku uzyskania dodatnich przeciwciał w klasie IgG, a ujemnych w klasie IgM podejrzewano przebyte zarażenie, które również weryfikowano na podstawie badania awidności IgG. Niska awidność IgG świadczyła o zarażeniu pierwotnym, wysoka o przebyłym niedawno zarażeniu.

**Analiza statystyczna.** Do porównania zmiennych ciągłych użyto testu U Manna-Whitneya, z kolei do oceny zmiennych kategoriycznych wykorzystano odpowiednio test  $\chi^2$  lub dokładnego testu Fishera. Wartość  $p<0,05$  uznano za istotną statystycznie. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu Medcalc ver. 20.009, Ostend, Belgia.

## WYNIKI

W badaniach wykorzystano dane uzyskane od 273 kobiet w ciąży. Mediana wieku wynosiła 30 lat (odstęp międzykwartylowy: 26-33 lata). U 44 (16,1%) kobiet wystąpiło poronienie w przeszłości, a 69 (25,3%) pacjentek miało choroby przewlekłe. Tylko u 172 kobiet (63,0%) prawidłowo przeprowadzono zalecane badania przesiewowe w kierunku innych infekcji w czasie ciąży. U 251 (91,9%) kobiet ciężarnych wyniki USG płodu były prawidłowe. Kobiety mieszkające na obszarach wiejskich częściej miały potwierdzoną pierwotną toksoplazmozę (41/119; 34,5% vs. 33/154; 21,4%;  $p=0,0164$ ), częściej pracowały w ogrodzie bez rękawiczek (23/119; 19,3% vs. 6/154; 3,9%;  $p<0,0001$ ), jadły niemyte warzywa (23/119; 19,3% vs. 11/154; 7,1%;  $p=0,0025$ ), jadły surowe mięso w czasie ciąży (35/119; 29,4% vs. 20/154; 13,0%;  $p=0,0008$ ), a także częściej opiekowały się kotami w czasie ciąży (54/119; 45,4% vs. 37/154; 24,0%;  $p=0,0002$ ), przed ciążą (57/119; 47,9% vs. 49/154; 31,8%;  $p=0,0069$ ) oraz dzikimi kotami (54/119; 45,4% vs. 26/154; 16,9%;  $p<0,0001$ ) (Tabela 1).

W porównaniu do kobiet mieszkających w miastach, kobiety z obszarów wiejskich rzadziej deklarowały dobry status socjoekonomiczny (113/119; 95,0%



Table 1. Comparative characteristics of statistically significant risk factors for toxoplasmosis in pregnant women living in rural areas compared to those living in cities.

Tabela 1. Charakterystyka porównawcza statystycznie istotnych czynników ryzyka wystąpienia toksoplazmozy u kobiet ciężarnych mieszkających na obszarach wiejskich w porównaniu z mieszkającymi w miastach

Characteristic	Total n=273	Living in rural area n=119	Living in a city n=154	p-value
Confirmed primary toxoplasmosis n (%)	74 (27.1)	41 (34.5)	33 (21.4)	0.0164
Gardeninng without gloves n (%)	29 (10.6)	23 (19.3)	6 (3.9)	< 0.0001
Eating unwashed vegetables n (%)	34 (12.5)	23 (19.3)	11 (7.1)	0.0025
Eating raw meat during pregnancy, n (%)	55 (20.1)	35 (29.4)	20 (13.0)	0.0008
Caring for cats during pregnancy, n (%)	91 (33.3)	54 (45.4)	37 (24.0)	0.0002
Caring for cats before pregnancy, n (%)	106 (38.8)	57 (47.9)	49 (31.8)	0.0069
Caring for wild cats n (%)	80 (29.32)	54 (45.4)	6 (16.9)	< 0.0001

Table 2. Baseline characteristics and clinical data of women with suspected primary toxoplasmosis living in rural areas compared to those living in cities.

Tabela 2. Charakterystyka podstawowa i dane kliniczne kobiet z podejrzeniem pierwotnej toksoplazmozy mieszkających na obszarach wiejskich w porównaniu z mieszkającymi w mieście.

Characteristics	Total n=273	Living in rural area n=119	Living in a city n=154	p-value
Age in years, median [IQR]	30 (26–33)	30 (26–33.5)	30 (27–33)	0.5029
History of miscarriage, n (%)	44 (16.1)	20 (16.8)	24 (15.6)	0.7853
Good socioeconomic status, n (%)	267 (97.8)	113 (95.0)	154 (100.0)	0.0064
Long-distance travels, n (%)	21 (7.7)	12 (10.1)	9 (5.8)	0.1924
Chronic diseases, n (%)	69 (25.3)	21 (17.6)	48 (31.2)	0.0110
Infectious diseases, n (%)	7 (2.6)	4 (3.4)	3 (1.9)	0.4739
Autoimmune diseases, n (%)	53 (19.4)	15 (12.6)	38 (1.9)	0.0124
Hypothyroidism, n (%)	40 (14.7)	10 (8.4)	30 (19.5)	0.0103

(8-17). In our investigation, we observed that *Toxoplasma gondii* infection was less frequently ruled out in women living in cities (51/154; 33.8% vs. 20/119; 16.8%,  $p=0.0023$ ), signifying a higher percentage of women with *T. gondii* antibodies among those residing in rural areas. Similar findings were reported by other researchers (8-11). Nevertheless, some studies have shown no correlation between place of residence and the prevalence of antibodies (12, 13).

vs. 154/154; 100,0%,  $p=0,0064$ ), choroby autoimmunologiczne (15/119; 12,6% vs. 38/154; 24,7%,  $p=0,0124$ ) i rzadziej wykluczano u nich zarażenie *Toxoplasma gondii* (20/119; 16,8% vs. 51/154; 33,8%,  $p=0,0023$ ) (Tabela 2).

Doudou et al. explained this phenomenon by the high seroprevalence of IgG antibodies against *T. gondii* in their study area. The notably high percentage of individuals infected with toxoplasmosis in that region (627/781; 80.3%) hindered the identification of statistically significant relationships between the tested risk factors and the presence of IgG antibodies against toxoplasmosis (13). Certain studies have suggested that toxoplasmosis is diagnosed more frequently in urban areas than in rural ones (14, 15). These studies predominantly focus on developing countries, possibly due to poorer sanitary conditions in densely populated cities (15). Contrarily, in our study, primary toxoplasmosis during pregnancy was significantly more prevalent among women living in rural areas. Comparable observations were made in France and Saudi Arabia (16, 17), although such a correlation was not found in Brazil (11). These differing results might imply that it is not solely the place of residence but rather the frequency of risky behaviors in a particular area that influences the incidence of *Toxoplasma gondii* infections. The distribution of such behaviors can vary depending on the region's nature and culture.

Socioeconomic status is a multifaceted factor encompassing both objective, independent characteristics (e.g., income or education) and subjective assessments of an individual's socioeconomic position. Subjective indicators of socioeconomic status involve individuals' perceptions of their standing concerning others, considering factors such as income, education, and occupation (18). Studies indicate that individuals residing in rural areas tend to have lower socioeconomic status compared to their urban counterparts (19). Similar results were observed in our study, where all 154 women living in urban areas reported good socioeconomic status, while 113 out of 119 (95%) women in rural areas provided the same response ( $p=0.0064$ ). Research demonstrates that a higher socioeconomic status often leads to better dissemination of information about risk factors for various diseases and the significance of preventive measures. This knowledge promotes healthier lifestyles and reduced morbidity rates among this demographic across different time periods, countries, communities, age groups, and genders (20). Socioeconomic determinants significantly impact health, including the occurrence of infectious diseases like toxoplasmosis (21). For instance, Alvarado-Esquivel et al. found a notably higher seroprevalence of *T. gondii* antibodies among women with lower economic status (14%) compared to those with higher economic status (6.6%) (21). In a study conducted in Poland, a total of 101 soil samples were collected from various locations in the

## DYSKUSJA

Zamieszkiwanie na obszarach wiejskich jest uważane za czynnik ryzyka toksoplazmozy. Jednak ostatnie badania przedstawiają niejednoznaczne wyniki w tym zakresie i różnią się w zależności od regionu przeprowadzonego badania (8-17). Wykazaliśmy, że zarażenie *Toxoplasma gondii* było częściej wykluczane u kobiet mieszkających w miastach (51/154; 33,8% vs. 20/119; 16,8%,  $p=0,0023$ ), co oznacza wyższy odsetek kobiet, u których obecne były przeciwciała przeciwko *T. gondii*, wśród kobiet mieszkających na obszarach wiejskich. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (8-11), niemniej istnieją badania, w których nie występuje korelacja między miejscem zamieszkania a odsetkiem osób, które posiadają przeciwciała (12, 13). Doudou i wsp. wyjaśniają to zjawisko wysoką seroprewalencją IgG przeciw *T. gondii* na obszarze badania. Wysoki odsetek osób zarażonych toksoplazmozą na badanym obszarze (627/781; 80,3%) uniemożliwił znalezienie istotnych statystycznie związków pomiędzy badanymi czynnikami ryzyka i obecnością przeciwciał IgG przeciw toksoplazmozie (13). Według niektórych badań toksoplazmoza jest niekiedy diagnozowana z większą częstotliwością na obszarach miejskich niż wiejskich (14, 15). Badania te dotyczą przede wszystkim krajów rozwijających się, co można wytłumaczyć gorszymi warunkami sanitarnymi w zatłoczonych miastach (15). W naszym badaniu pierwotna toksoplazmoza w ciąży była diagnozowana znacznie częściej wśród kobiet mieszkających na wsi. Podobne obserwacje miały miejsce we Francji oraz Arabii Saudyjskiej (16, 17), natomiast nie stwierdzono takiego związku w Brazylii (11). Rozbieżność tych wyników może sugerować, że nie samo miejsce zamieszkania, ale częstotliwość zachowań ryzykownych na danym obszarze może mieć wpływ na częstość występowania zarażeń *Toxoplasma gondii*. W zależności od charakteru i kultury regionu rozkład takich czynników jest różny.

Status społeczno-ekonomiczny jest czynnikiem złożonym i wielowymiarowym, na który składają się obiektywne, niezależne cechy (np. dochód lub wykształcenie) oraz subiektywne opinie jednostek na temat ich statusu społeczno-ekonomicznego. Subiektywne wskaźniki przynależności do statusu społeczno-ekonomicznego koncentrują się na wykorzystaniu schematów, w których jednostki pozycjonują się w stosunku do innych, biorąc pod uwagę jednocześnie ich dochód, wykształcenie i zawód (18). Badania wskazują, że status społeczno-ekonomiczny osób mieszkających na obszarach wiejskich jest niższy w porównaniu do osób mieszkających na obszarach miejskich (19). Podobne wyniki uzyskano w naszym badaniu, w którym wszystkie kobiety, tj. 154/154, mieszkające w miastach deklarowały dobry status społeczno-ekonomiczny, podczas gdy na obsza-

Tricity area, revealing the detection of *Toxoplasma gondii* DNA in 18 samples (17.8%) (22). Our study results indicate a significantly higher prevalence of working in gardens without gloves among women residing in rural areas compared to those in urban areas (19.3% vs. 3.9%;  $p < 0.0001$ ). Several studies on this subject support the notion that direct contact with soil poses a risk of *Toxoplasma gondii* infection. For instance, Brandon-Mong et al. found a higher infection rate among individuals spending more time directly handling soil in gardening activities (26.6% vs. 15.4%;  $p = 0.015$ ) (23). Barzinij et al. also noted that direct soil contact is a significant risk factor for *Toxoplasma gondii* infection, showing approximately five times higher odds of infection in individuals with soil contact compared to those without (14). Amin et al. reported that rural women were more likely to work in gardens without gloves than urban women (12.9% vs. 5.5%;  $p = 0.001$ ) (24). However, some studies did not find a conclusive correlation between direct soil contact and toxoplasmosis risk (25). Nash et al. observed a non-significantly lower seroprevalence of toxoplasmosis among a cohort of 1,897 pregnant women who used gloves while gardening (8).

Consumption of unwashed vegetables is considered another significant risk factor for *T. gondii* infection (10). Analysis in northern Poland revealed the presence of *Toxoplasma gondii* in 21 out of 216 fruit and vegetable samples (9.7%) (26). Studies conducted on mice by Kniel et al. indicated that oocysts from these animals found on raspberries and blueberries remained infectious even after 8 weeks of refrigerated storage (27). In our study, pregnant women in rural areas were notably more likely to report consuming unwashed vegetables compared to their urban counterparts (19.3% vs. 7.1%;  $p = 0.0025$ ). Similar findings were observed by Amin et al., where 872 women from rural and urban areas were questioned about weekly consumption of unwashed fruits and vegetables (34.4% vs. 22.5%;  $p = 0.001$ ) (24). However, there are also studies that did not find a definitive relationship between this factor and toxoplasmosis (12, 14).

In a European multicenter study, infection rates ranging from 30% to 63% (varied by region) were associated with the consumption of raw or undercooked meat (28). However, there are conflicting studies that did not demonstrate such a relationship (9, 14). In Poland, this route of infection appears particularly relevant due to a high prevalence of infected animals. Studies conducted in Poland indicated that farm animals show antibody prevalence against *T. gondii* ranging from 5.4% to 13%, whereas wild animals range from 24.1% to 30.4% (29, 30). In our study, compared to urban residents, women living

in rural areas of the same response provided 113/119 (95%) women ( $p = 0.0064$ ). It was shown that a higher prevalence among people with a higher socio-economic status, information on risk factors, and the importance of prophylaxis, leads to a healthier lifestyle and lower indicators of susceptibility in this group. The dependence of these findings was confirmed in various periods, countries, communities, age groups, and both men and women (20). Socio-economic conditions of health, such as poverty, race, and ethnic origin, social exclusion, and the environment of life, are associated with infectious diseases, such as toxoplasmosis (21). Alvarado-Esquivel and colleagues showed that seroprevalence against *T. gondii* was significantly higher in women with a lower economic status (14%) than in women with a higher status (6.6%) (21).

In one of the studies conducted in Poland, a total of 101 soil samples from various locations in the Trójmiasto area, DNA of *Toxoplasma gondii* was detected in 18 samples (17.8%) (22). Our study results indicate that working in a garden without gloves is significantly more common among women living in rural areas compared to those in urban areas (19.3% vs. 3.9%;  $p < 0.0001$ ). Many studies on this topic confirm that direct contact with soil poses a risk of *Toxoplasma gondii* infection. According to Brandon-Mong and colleagues, people who spent more time working in a garden without gloves were more likely to be infected (26.6% vs. 15.4%;  $p = 0.015$ ) (23). Similarly, in the study by Barzinij and colleagues, direct contact with soil was found to be a significant risk factor for *Toxoplasma gondii* infection (14). Amin and colleagues reported that rural women were more likely to work in gardens without gloves than urban women (12.9% vs. 5.5%;  $p = 0.001$ ) (24). However, some studies did not find a conclusive correlation between direct soil contact and toxoplasmosis risk (25). Nash et al. observed a non-significantly lower seroprevalence of toxoplasmosis among a cohort of 1,897 pregnant women who used gloves while gardening (8).

Consumption of unwashed vegetables is considered another significant risk factor for *T. gondii* infection (10). Analysis in northern Poland revealed the presence of *Toxoplasma gondii* in 21 out of 216 fruit and vegetable samples (9.7%) (26). Studies conducted on mice by Kniel et al. indicated that oocysts from these animals found on raspberries and blueberries remained infectious even after 8 weeks of refrigerated storage (27). In our study, pregnant women in rural areas were notably more likely to report consuming unwashed vegetables compared to their urban counterparts (19.3% vs. 7.1%;  $p = 0.0025$ ). Similar findings were observed by Amin et al., where 872 women from rural and urban areas were questioned about weekly consumption of unwashed fruits and vegetables (34.4% vs. 22.5%;  $p = 0.001$ ) (24). However, there are also studies that did not find a definitive relationship between this factor and toxoplasmosis (12, 14).



in rural areas were more likely to report consuming raw meat during pregnancy (35/119; 29.4% vs. 20/154; 13.0%;  $p=0.0008$ ). Furthermore, in the rural group, there was a higher prevalence of confirmed primary toxoplasmosis (34.5% vs. 21.4%;  $p=0.0164$ ). A study by Bobić et al. indicated that consuming raw meat during pregnancy was the sole predictor of acute *T. gondii* infection, elevating the likelihood of infection by 11-fold (31).

According to Vilibic-Cavlek et al., women residing in rural areas are more likely to come into contact with cats in or near their homes. Oocysts shed in cat feces, often buried in soil, combined with increased soil exposure among rural women, contributes to higher infection rates in rural areas compared to urban settings (44% vs. 25.4%;  $p<0.001$ ) (32). A study from Poland highlights a positive correlation between pregnant women caring for cats and toxoplasmosis occurrence. It noted a higher tendency for confirmed toxoplasmosis among pregnant women caring for cats (35.1% vs. 16.9%;  $p=0.01$ ). Additionally, women with primary toxoplasmosis were more likely to care for feral cats (31.1% vs. 16.9%;  $p=0.046$ ), while no association was found between toxoplasmosis and past cat care (7). However, a study by Nash et al. analyzing prior contact with cats and childhood cat care concluded that it was not a significant risk factor for *T. gondii* infection (8). Cerro et al.'s study linked *T. gondii* infections with feline eating habits, showing that cats consuming raw meat faced a higher toxoplasmosis risk compared to those fed homemade ( $\chi^2=4.1$ ;  $p=0.0027$ ) or commercial food ( $\chi^2=9.5$ ;  $p=0.004$ ) (33). Our study indicated that rural women were more inclined to care for cats during pregnancy (45.4% vs. 24%;  $p=0.0002$ ), had previously cared for cats (47.9% vs. 31.8%;  $p=0.0069$ ), and tended to care for feral cats (45.4% vs. 16.9%;  $p<0.0001$ ). However, studies from Iran and Vietnam have not confirmed the correlation between cat care and the risk of toxoplasmosis infection (34, 35).

Our study has several limitations that need to be acknowledged. Firstly, there was a lack of detailed differentiation concerning the time frame of onset for certain risk factors associated with toxoplasmosis. This limitation hinders a deeper understanding of the specific impact of these factors. Additionally, the data were gathered from medical records prepared by multiple physicians, potentially resulting in variations in how the variables were documented and recorded. Another constraint was the inability to follow up with patients due to the hospital's transformation into a dedicated COVID-19 treatment facility during the pandemic. Consequently, it was impossible to verify the impact of primary toxoplasmosis on the developing fetus among the pregnant women

na obszarach wiejskich znacznie częściej zgłaszały spożywanie niemytych warzyw w porównaniu z kobietami mieszkającymi na obszarach miejskich (19,3% vs. 7,1%;  $p=0,0025$ ). Podobne wyniki zostały zaobserwowane przez Amin i wsp., gdzie 872 kobiety mieszkające na obszarach wiejskich i miejskich zapytano o spożywanie niemytych owoców i warzyw co najmniej raz w tygodniu (144/419; 34,4% vs. 102/453; 22,5%;  $p=0,001$ ) (24). Podobnie jak w przypadku innych opisanych czynników ryzyka istnieją jednak badania, które nie potwierdzają tego związku (12, 14).

W jednym z europejskich badań wielośrodkowych aż 30-63% zarażeń (w zależności od regionu) powiązano ze spożyciem surowego lub niedogotowanego mięsa (28). Istnieją także badania, w których takiego związku nie wykazano (9, 14). Ta droga zarażenia w Polsce wydaje się szczególnie istotna ze względu na wysoki odsetek zarażonych zwierząt. Według badań przeprowadzonych w Polsce, odsetek zwierząt, u których obecne są przeciwciała przeciwko *T. gondii*, wśród zwierząt hodowlanych waha się między 5,4% a 13%, a wśród zwierząt dzikich między 24,1% a 30,4% (29, 30). W naszym badaniu kobiety mieszkające na obszarach wiejskich, w porównaniu do tych mieszkających na obszarach miejskich, częściej zgłaszały spożywanie surowego mięsa w czasie ciąży (35/119; 29,4% vs. 20/154; 13,0%;  $p=0,0008$ ). Ponadto w naszej grupie badanej kobiety mieszkające na obszarach wiejskich miały wyższy wskaźnik potwierdzonej pierwotnej toksoplazmozy (34,5% vs. 21,4%,  $p=0,0164$ ). Badanie przeprowadzone przez Bobić i wsp. wykazało, że spożywanie surowego mięsa w czasie ciąży jest jedynym czynnikiem prognostycznym ostrego zarażenia *T. gondii* i zwiększa prawdopodobieństwo zarażenia 11-krotnie (31).

Według Vilibic-Cavlek i wsp. kobiety mieszkające na obszarach wiejskich są bardziej narażone na kontakt z kotami w swoich domach lub w ich pobliżu. Oocysty wydane z kocimi odchodami są często zakopywane w glebie, co przy większej ekspozycji kobiet wiejskich na glebę przyczynia się do większej liczby zarażonych kobiet na wsiach niż w miastach (44% vs. 25,4%;  $p<0,001$ ) (32). Jedno z badań przeprowadzonych w Polsce wskazuje, że istnieje dodatnia korelacja między opieką nad kotem przez kobietę w ciąży a występowaniem toksoplazmozy. W tym badaniu wykazano, że kobiety w ciąży z potwierdzoną toksoplazmozą częściej opiekowały się kotami (35,1% vs. 16,9%;  $p=0,01$ ) (7). To samo badanie potwierdza, że kobiety z toksoplazmozą pierwotną częściej opiekowały się dzikimi kotami (31,1% vs. 16,9%;  $p=0,046$ ), podczas gdy nie wykazano związku między występowaniem toksoplazmozy a opieką nad kotami w przeszłości (7). W badaniu przeprowadzonym przez Nash i wsp. przeanalizowano wcześniejszy kontakt z kotami, zwrócono uwagę na opiekę nad kotem w dzieciństwie i stwierdzono, że nie



studied. Nevertheless, despite these limitations, our methodology in conducting a case-control study to compare pregnant women from rural and urban areas is well-founded and methodologically justified.

## CONCLUSIONS

In summary, our findings revealed that pregnant women residing in rural areas, compared to their urban counterparts, frequently reported lower socioeconomic status. They were also more inclined to work in gardens without gloves, consume unwashed vegetables, and have a history of consuming raw meat during pregnancy. Additionally, they exhibited a higher likelihood of past and current cat care, including feral cats. These identified factors are recognized as significant contributors to *Toxoplasma gondii* infection, potentially explaining the higher incidence of primary infections during pregnancy and the lower rate of excluded infections among rural women in our study. Further research is essential to delve deeper into the specific risk factors associated with *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women residing in rural areas. Additionally, understanding the impact of primary infection on the fetus warrants thorough investigation. The outcomes of such research endeavors can guide the development of targeted preventive programs tailored for rural communities.

### Ethics declaration

The Bioethics Committee of the Medical University of Warsaw issued a positive opinion on the study and consented to its conduct. Decision number: AKBE/132/2021 Acknowledgments Not applicable

### Conflict of interest.

The authors have no conflict of interest.

### Funding.

No funding was received in connection with the study.

**Availability of data and materials:** The datasets used and/or analyzed during the current study may be made available by the corresponding author upon reasonable request.

## REFERENCES

1. Beder D, Esenkaya Taşbent F. General Features and Laboratory Diagnosis of *Toxoplasma gondii* Infection. *Turkiye Parazitolojisi Dergisi* 2020;44(2):94-101.

był to istotny czynnik ryzyka zarażenia *Toxoplasma gondii* (8). Według badania przeprowadzonego przez Cerro i wsp. zarażenia *T. gondii* są związane z nawykami żywieniowymi kotów. Zwierzęta, które jadły surowe mięso miały wyższe ryzyko zarażenia się toksoplazmozą w porównaniu do tych kotów, które były karmione domowym jedzeniem ( $\chi^2=4,1$ ;  $p=0,0027$ ) lub karmą komercyjną ( $\chi^2=9,5$ ;  $p=0,004$ ) (33). Nasze badanie wykazało, że kobiety na obszarach wiejskich w trakcie ciąży częściej opiekowały się kotami (45,4% vs. 24%;  $p=0,0002$ ), opiekowały się kotami w przeszłości (47,9% vs. 31,8%;  $p=0,0069$ ) lub opiekowały się dzikimi kotami (45,4% vs. 16,9%;  $p<0,0001$ ). Z drugiej strony, istnieją także badania z Iranu oraz Wietnamu, które nie potwierdzają korelacji/związku pomiędzy opieką nad kotami a ryzykiem zarażenia toksoplazmozą (34, 35).

Ograniczenia naszego badania obejmują brak szczegółowego rozróżnienia czynników ryzyka toksoplazmozy, zwłaszcza w odniesieniu do ram czasowych wystąpienia niektórych z nich. Ponadto dane zostały zebrane na podstawie dokumentacji medycznych, które zostały sporządzone przez więcej niż jednego lekarza, stąd sposób opisywanych zmiennych mógł być różny. Innym ograniczeniem jest to, że utracono możliwość obserwacji pacjentek, ponieważ szpital w którym prowadzono badanie został przekształcony w okresie pandemii w szpital zajmujący się wyłącznie leczeniem choroby COVID-19, w związku z czym nie można było zweryfikować, czy pierwotna toksoplazmoza u kobiet w ciąży miała wpływ na rozwijający się płód i czy doszło do jego zarażenia. Jednak w celu porównania dwóch grup kobiet w ciąży pod względem ich miejsca zamieszkania przeprowadzenie badania kliniczno-kontrolnego jest metodologicznie uzasadnione.

## WNIOSKI

Podsumowując, w przedstawionym badaniu kobiety w ciąży mieszkające na obszarach wiejskich, w porównaniu z ciężarnymi mieszkającymi w miastach, częściej określały swój status społeczno-ekonomiczny jako niższy, częściej pracowały w ogrodzie bez rękawiczek i jadły nieumyte warzywa. Ponadto częściej spożywały surowe mięso w czasie ciąży, opiekowały się kotami w przeszłości i w czasie ciąży oraz opiekowały się dzikimi kotami. Wszystkie powyższe są uważane za istotne czynniki ryzyka zarażenia *Toxoplasma gondii*, co można uznać za powód, dla którego mieszkanki wsi w tym badaniu miały wyższy odsetek pierwotnych infekcji w czasie ciąży i niższy odsetek wykluczonych zarażeń. Konieczne są dalsze badania w celu dokładniejszej analizy istotnych czynników ryzyka zarażenia *Toxoplasma gondii* wśród kobiet w ciąży mieszkających na obszarach wiejskich oraz wpływu pierwotnego zarażenia na płód. Wyniki badań mogą zostać wykorzystane

2. Bienkowski C, Kowalczyk M, Golik A, et al. The attitude of Polish women planning pregnancy and/or having children towards vaccinations: a cross-sectional survey study. *Ginekol Pol* 2022;93(8):655-61.
3. Bieńkowski C, Aniszewska M, Kowalska JD, et al. Testing for HIV Increases the Odds of Correct Fetal Ultrasound Result. *Trop Med Infect Dis* 2022;7(9).
4. Bieńkowski C, Aniszewska M, Pokorska-Śpiewak M. Correct Implementation of Screening Testing Toward Congenital Infections During Pregnancy Reduces the Risk of Abnormal Fetal Ultrasound. *Pediatric Infect Dis J* 9900:10.1097/INF.0000000000003509.
5. Attias M, Teixeira DE, Benchimol M, et al. The life-cycle of *Toxoplasma gondii* reviewed using animations. *Parasit Vectors* 2020;13(1):588.
6. Aguirre AA, Longcore T, Barbieri M, et al. The One Health Approach to Toxoplasmosis: Epidemiology, Control, and Prevention Strategies. *Ecohealth* 2019;16(2):378-90.
7. Bieńkowski C, Aniszewska M, Kowalczyk M, et al. Analysis of Preventable Risk Factors for *Toxoplasma gondii* Infection in Pregnant Women: Case-Control Study. *J Clin Med* 2022;11(4).
8. Nash JQ, Chissel S, Jones J, et al. Risk factors for toxoplasmosis in pregnant women in Kent, United Kingdom. *Epidemiol Infect* 2005;133(3):475-83.
9. Nissapatorn V, Suwanrath C, Sawangjaroen N, et al. Toxoplasmosis-serological evidence and associated risk factors among pregnant women in southern Thailand. *Am J Trop Med Hyg* 2011;85(2):243-7.
10. Liu Q, Wei F, Gao S, et al. *Toxoplasma gondii* infection in pregnant women in China. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2009;103(2):162-6.
11. Antinarelli LMR, Silva MR, Guimarães R, et al. Rural residence remains a risk factor for *Toxoplasma* infection among pregnant women in a highly urbanized Brazilian area: a robust cross-sectional study. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2021;115(8):896-903.
12. Walle F, Kebede N, Tsegaye A, et al. Seroprevalence and risk factors for *Toxoplasmosis* in HIV infected and non-infected individuals in Bahir Dar, Northwest Ethiopia. *Parasit Vectors* 2013;6(1):15.
13. Doudou Y, Renaud P, Coralie L, et al. *Toxoplasmosis* among pregnant women: high seroprevalence and risk factors in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014;4(1):69-74.
14. Barzinij A. Seroprevalence and risk factors of *toxoplasmosis* among University of Kirkuk female students. *Ann Parasitol* 2021;67(2):175-86.
15. Iddawela D, Vithana SMP, Ratnayake C. Seroprevalence of *toxoplasmosis* and risk factors of *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women in Sri Lanka: a cross sectional study. *BMC Public Health* 2017;17(1):930.
16. Tammam AE, Haridy MA, Abdellah AH, et al. Seroepidemiology of *toxoplasma gondii* infection in women with first trimester spontaneous miscarriage in qena governorate, egypt. *J Clin Diagn Res* 2013;7(12):2870-3.
17. Robert-Gangneux F, Dardé ML. Epidemiology of and diagnostic strategies for *toxoplasmosis*. *Clin Microbiol Rev* 2012;25(2):264-96.
18. Navarro-Carrillo G, Alonso-Ferres M, Moya M, et al. Socioeconomic Status and Psychological Well-Being: Revisiting the Role of Subjective Socioeconomic Status. *Front Psychol*. 2020;11:1303.
19. Kaczmarek M, Pacholska-Bogalska J, Kwaśniewski W, et al. The association between socioeconomic status and health-related quality of life among Polish postmenopausal women from urban and rural communities. *Homo* 2017;68(1):42-50.
20. Stowasser T, Heiss F, McFadden D, et al. "Healthy, wealthy, and wise?" Revisited: an analysis of the causal pathways from socioeconomic status to health. Wise D, editor. Chicago: University of Chicago Press; 2012 May.
21. Alvarado-Esquivel C, Torres-Castorena A, Liesenfeld O, et al. Seroepidemiology of *Toxoplasma gondii* infection in pregnant women in rural Durango, Mexico. *J Parasitol* 2009;95(2):271-4.
22. Lass A, Pietkiewicz H, Modzelewska E, et al. Detection of *Toxoplasma gondii* oocysts in environmental soil samples using molecular

ne do opracowania odpowiednich programów profilaktycznych na obszarach wiejskich.

#### **Deklaracja etyczna.**

Komisja Bioetyczna Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego wydała pozytywną opinię na temat badania i wyraziła zgodę na jego przeprowadzenie. Numer decyzji: AKBE/132/2021

#### **Konflikt interesów.**

Autorzy nie deklarują konfliktu interesów.

#### **Finansowanie.**

Nie otrzymano finansowania w związku z przeprowadzonym badaniem.

**Dostępność danych i materiałów:** Zbiory danych wykorzystane i/lub przeanalizowane podczas bieżącego badania mogą zostać udostępnione przez autora korespondencyjnego na uzasadnioną prośbę.

- methods. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2009;28(6):599-605.
23. Brandon-Mong GJ, Che Mat Seri NA, Sharma RS, et al. Seroepidemiology of Toxoplasmosis among People Having Close Contact with Animals. *Front Immunol* 2015;6:143.
  24. Amin TT, Ali MN, Alrashid AA, et al. Toxoplasmosis preventive behavior and related knowledge among Saudi pregnant women: an exploratory study. *Glob J Health Sci* 2013;5(5):131-43.
  25. Ertug S, Okyay P, Turkmen M, et al. Seroprevalence and risk factors for toxoplasma infection among pregnant women in Aydin province, Turkey. *BMC Public Health* 2005;5:66.
  26. Lass A, Pietkiewicz H, Szostakowska B, et al. The first detection of *Toxoplasma gondii* DNA in environmental fruits and vegetables samples. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2012;31(6):1101-8.
  27. Kniel KE, Lindsay DS, Sumner SS, et al. Examination of attachment and survival of *Toxoplasma gondii* oocysts on raspberries and blueberries. *J Parasitol* 2002;88(4):790-3.
  28. Cook AJ, Gilbert RE, Buffolano W, et al. Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. European Research Network on Congenital Toxoplasmosis. *BMJ* 2000;321(7254):142-7.
  29. Sroka J, Bilska-Zajac E, Wójcik-Fatla A, et al. Detection and Molecular Characteristics of *Toxoplasma gondii* DNA in Retail Raw Meat Products in Poland. *Foodborne Pathog Dis* 2019;16(3):195-204.
  30. Witkowski L, Czopowicz M, Nagy DA, et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in wild boars, red deer and roe deer in Poland. *Parasite* 2015;22:17.
  31. Bobić B, Nikolić A, Klun I, et al. Undercooked meat consumption remains the major risk factor for *Toxoplasma* infection in Serbia. *Parassitologia* 2007;49(4):227-30.
  32. Vilibic-Cavlek T, Ljubin-Sternak S, Ban M, et al. Seroprevalence of TORCH infections in women of childbearing age in Croatia. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2011;24(2):280-3.
  33. Cerro L, Rubio A, Pinedo R, et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in cats (*Felis catus*, Linnaeus 1758) living in Lima, Peru. *Rev Bras Parasitol Vet* 2014;23(1):90-3.
  34. Sharbatkhori M, Dadi Moghaddam Y, Pagheh AS, et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* Infections in Pregnant Women in Gorgan City, Golestan Province, Northern Iran-2012. *Iran J Parasitol* 2014;9(2):181-7.
  35. Smit GSA, Vu BTL, Do DT, et al. Sero-epidemiological status and risk factors of toxoplasmosis in pregnant women in Northern Vietnam. *BMC Infect Dis* 2019;19(1):329.

**Received:** 20.07.2023

**Accepted for publication:** 11.12.2023

**Address for correspondence:**

Dr n. med. Carlo Bieńkowski  
Klinika Chorób Zakaźnych Wiekui Dziecięcego  
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego  
ul. Wolska 37  
02-091, Warszawa, Polska  
tel.: +48/22/33 55 301  
e-mail: carlo.bienkowski@gmail.com