

Bożena Dera-Tomaszewska¹, Arkadiusz Kozłowski²

STATYSTYCZNA ANALIZA TRENDU ZAKAŻEŃ *SALMONELLA* U LUDZI W POLSCE W LATACH 1995 – 2007

STATISTICAL ANALYSIS OF TREND OF HUMAN *SALMONELLA* INFECTIONS IN POLAND IN 1995 – 2007

¹Zakład Mikrobiologii Molekularnej i Serologii, **Krajowy Ośrodek *Salmonella***

Gdański Uniwersytet Medyczny

Kierownik: Danuta Kunikowska

²Katedra Statystyki, Uniwersytet Gdański

Kierownik: Mirosław Szreder

STRESZCZENIE

Sytuację epidemiologiczną salmoneloz u ludzi w Polsce w kolejnych latach (1995 – 2007), przedstawioną w niniejszej pracy, zilustrowano za pomocą współczynników, wyrażających stosunek liczby potwierdzonych przypadków zakażeń *Salmonella* (ogółem i zakażeń spowodowanych przez wybrane serowary) do liczby ludności w danym roku, w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Współczynniki zakażeń obliczono w oparciu o opublikowane dane o salmonelozach u ludzi w Polsce (1995 – 2007) oraz liczbę ludności w poszczególnych latach, a ich rozkład w czasie zilustrowano przy pomocy odpowiednich wykresów. Celem pracy była analiza statystyczna zaobserwowanych zmian w poziomie zakażeń pałeczkami *Salmonella* w Polsce w latach 1995 – 2007. W szczególności starano się zbadać, czy obserwowany ogólny spadek zakażeń można uznać za istotny w sensie statystycznym oraz czy zmiany w zakażeniach najczęściej występującymi serowarami na przestrzeni badanego okresu mają charakter wyraźnej tendencji, tj. czy można mówić o stałym spadku lub wzroście tych zakażeń. Omówione wyżej współczynniki zostały poddane analizie statystycznej przy jednoczesnym zastosowaniu trzech różnych testów: testu chi-kwadrat dla trendu, testu t-Studenta dla trendu liniowego i regresji Poissona. Wyniki wszystkich testów potraktowane łącznie stanowiły podstawę do wnioskowania o występowaniu określonej tendencji epidemiologicznej. Tendencję zwyżkową/spadkową ocenianych współczynników uznawano za znamienne jeżeli wykazywała cechy istotności statystycznej ($p < 0,05$) we wszystkich trzech testach równocześnie. Na podstawie wyników przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że jedynie wartości współczynników wyrażających zakażenia *Salmonella* ogółem i zakażenia spowodowane przez pałeczki *S. Enteritidis* charakteryzują się statystycznie istotną tendencją spadkową.

ABSTRACT

The epidemiological situation of human salmonellosis in Poland in the successive years (between 1995 and 2007), presented in this study, was illustrated by using the notification rates expressed as the number of confirmed cases (of total human *Salmonella* infections and infections associated with chosen serovars) per 100,000 inhabitants. The notification rates were calculated basing on the published data of human salmonellosis in Poland (1995 – 2007) and the total population in each year. Their distribution over time was presented in a form of the specific notification rate graphs. The aim of the study was the statistical analysis of observed changes in level of human *Salmonella* infections in Poland in 1995 – 2007. Particularly, we tried to investigate whether the general decrease of *Salmonella* infection notification rates observed over investigated period can be recognized as significant in the statistical meaning, and whether the changes in infections caused by the most frequently isolated serovars show the clear tendency, i.e. whether it is possible to say about the permanent decrease or increase of these infections. The trends in notification rates were analysed using simultaneously three different statistical tests including chi-square for trend, linear regression, and Poisson regression. The results of all tests taken together were used for trend estimation. The decreasing/increasing tendency of evaluated rates was found to be characteristic if it showed statistical significance ($p < 0.05$) in all of these tests simultaneously. The results revealed statistically significant and decreasing trends in notification rates only for salmonellosis in total and for infections caused by *S. Enteritidis*. In the case of seven other statistically analysed serovars (i.e., *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infatis*, *S. Virchow*, *S. Newport*, *S. Mbandaka*, *S. Agona*) it is not possible to say explicitly that their notification rates do not show a certain tendency over time, however

W przypadku siedmiu pozostałych serowarów poddanych analizie statystycznej (tj. *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infatis*, *S. Virchow*, *S. Newport*, *S. Mbandaka*, *S. Agona*) nie można jednoznacznie stwierdzić, że charakteryzujące je współczynniki nie cechują się jakąś tendencją w czasie, jednak zmiany w badanym okresie są na tyle nieistotne bądź ich rozkłady na tyle nieregularne, że nie ma podstaw do przypisywania im określonego trendu. Rozkłady w czasie większości tych współczynników wykazują raczej cechy procesu błędzenia losowego.

Słowa kluczowe: *salmonelozy u ludzi w Polsce, spadek zakażeń Salmonella, współczynniki zakażeń Salmonella, weryfikacja hipotez statystycznych*

WSTĘP

Liczba osób, które uległy zakażeniu pałeczkami *Salmonella* w Polsce w okresie od 1995 r. do 2007 roku, sukcesywnie zmniejszała się, z około 46 tys. w roku 1995, do nieco ponad 14 tys. w roku 2007 (1,2,3). Zmniejszająca się w kolejnych latach ogólna liczba zakażeń *Salmonella* pozostaje w bezpośredniej korelacji z malejącą liczbą zakażeń wywołanych przez pałeczki *S. Enteritidis*. Coraz mniejsza liczba osób zakażonych bakteriami *Salmonella* napawa optymizmem, jednak przy równocześnie malejącej w kolejnych latach liczebności populacji, może nie wystarczająco dokładnie ilustrować prawdziwą dynamikę zjawiska. Powyższą sytuację można zobrazować bardziej precyzyjnie, przy pomocy pewnych wielkości względnych, dla których istnieje również możliwość statystycznego przebadania zmian ich wartości w czasie. Sytuację epidemiologiczną salmoneloz u ludzi w Polsce w kolejnych latach (1995 – 2007), przedstawioną w niniejszej pracy, zilustrowano za pomocą stałych współczynników, wyrażających liczbę potwierdzonych przypadków zakażeń *Salmonella* w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Celem pracy była analiza statystyczna zaobserwowanych zmian w poziomie zakażeń pałeczkami *Salmonella* w Polsce w latach 1995 – 2007. W szczególności starano się zbadać, czy obserwowany ogólny spadek zakażeń można uznać za istotny w sensie statystycznym oraz czy zmiany w zakażeniach najczęściej występującymi serowarami na przestrzeni badanego okresu mają charakter wyraźnej tendencji, tj. czy można mówić o stałym spadku lub wzroście tych zakażeń.

MATERIAŁ I METODY

1. Współczynniki zakażeń *Salmonella*

Dane o zakażeniach pałeczkami *Salmonella* u ludzi w Polsce w okresie od 1995 r. do 2007 r., zostały

changes revealed by them in the investigated period are not essential enough or their distribution is not regular enough that there are no grounds to ascribe a definite trend to them. They are not found to be significantly increasing or decreasing over time, and their distribution shows rather features of random walk.

Key words: *human salmonellosis in Poland, decrease of Salmonella infections, Salmonella notification rates, statistical hypothesis testing*

przedstawione w postaci współczynników wyrażających stosunek liczby potwierdzonych przypadków zakażeń *Salmonella* (ogółem oraz zakażeń spowodowanych przez kilka wybranych serowarów) do liczby ludności w danym roku, w przeliczeniu na 100 tysięcy mieszkańców i zilustrowane za pomocą odpowiednich wykresów. Dane dotyczące przypadków zakażeń *Salmonella* w kolejnych latach, które posłużyły do obliczenia wyżej opisanych współczynników, pochodzą z biuletynów rocznych „Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce”, wydanych przez PZH i MZiOŚ (1995 – 1998) oraz PZH i GIS (1999 – 2007) (1,2,3). Wybrano dane uwzględniające zarówno serowary pałeczek *Salmonella* najczęściej wykrywane u ludzi w Polsce, jak i liczbę osób, u których wykryto zakażenia (dane Zakładu Bakteriologii NIZP-PZH, opracowane na podstawie zestawień obejmujących szczepy pałeczek *Salmonella* izolowane w laboratoriach stacji sanitarno-epidemiologicznych oraz nadesłane do WSSE z innych laboratoriów w celu identyfikacji). Są one również zamieszczane w ogólnie dostępnych, światowych bazach danych (np.: WHO Global Salm-Surv Country Databank) i traktowane przez ich użytkowników jako reprezentatywne dla Polski. Dane na temat wielkości populacji w poszczególnych latach (ludność wg faktycznego miejsca zamieszkania w danym roku – stan w dniu 30.VI. każdego roku) pochodzą z opracowań statystycznych wydawanych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) (4).

2. Analiza statystyczna trendu współczynników zakażeń *Salmonella*

Omówione wyżej współczynniki zakażeń *Salmonella* u ludzi w Polsce poddano analizie statystycznej przy jednoczesnym zastosowaniu trzech różnych testów: testu chi-kwadrat dla trendu (5), testu t-Studenta dla trendu liniowego (6) i regresji Poissona (7,8). Dla każdego testu przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Wyniki wszystkich zastosowanych testów potraktowane łącznie

Tabela II. Wyniki testu t-Studenta na istotność współczynnika kąowego prostej (b) dla trendu liniowego współczynników zakażeń pałeczkami *Salmonella* (liczba potwierdzonych przypadków na 100 tys. mieszkańców) u ludzi w Polsce, 1995 – 2007

Table II. T-Student test results of significance of linear trend coefficient (b) in salmonellosis notification rates in humans (confirmed cases per 100,000 population) in Poland, 1995 – 2007

	b	a	R^2	S_p	t^*	p
<i>Salmonella</i> ogółem	-6,2500	119,1430	0,9640	4,9160	-17,1516	2,76E-091
<i>S. Enteritidis</i>	-5,8892	105,8542	0,9667	4,4468	-17,8665	2,05E-092
<i>S. Typhimurium</i>	-0,0534	3,4345	0,2171	0,4125	-1,7466	0,1085
<i>S. Hadar</i>	0,0244	1,5370	0,0127	0,8770	0,3754	0,7145
<i>S. Infantis</i>	-0,0493	1,8562	0,2364	0,3605	-1,8453	0,0921
<i>S. Virchow</i>	-0,0811	1,9796	0,4695	0,3506	-3,1199	0,0098
<i>S. Newport</i>	-0,0160	0,4136	0,3673	0,0854	-2,5273	0,0281
<i>S. Mbandaka</i>	-0,0174	0,4164	0,1735	0,1548	-1,5197	0,1568
<i>S. Agona</i>	-0,0189	0,3692	0,4966	0,0775	-3,2943	0,0071

¹ $p = 2,76E-09 = 0,00000000276$

² $p = 2,05E-09 = 0,00000000205$

w obszarze krytycznym, a więc należy odrzucić hipotezę zerową, mówiącą o braku statystycznie istotnego trendu, na rzecz hipotezy alternatywnej, mówiącej że taki trend istnieje. Sytuacja taka ma miejsce w przypadku liczby wyrażającej zakażenia *Salmonella* ogółem oraz liczby zakażeń spowodowanych pałeczkami *S. Enteritidis* (tab. I). Oznacza to, że tylko w tych dwóch przypadkach test chi-kwadrat wskazuje na statystycznie istotny trend spadkowy. W przypadku pozostałych serowarów poddanych analizie zaobserwowana tendencja (wzrostowa dla *S. Hadar* oraz spadkowa dla pozostałych serowarów) nie jest istotna statystycznie.

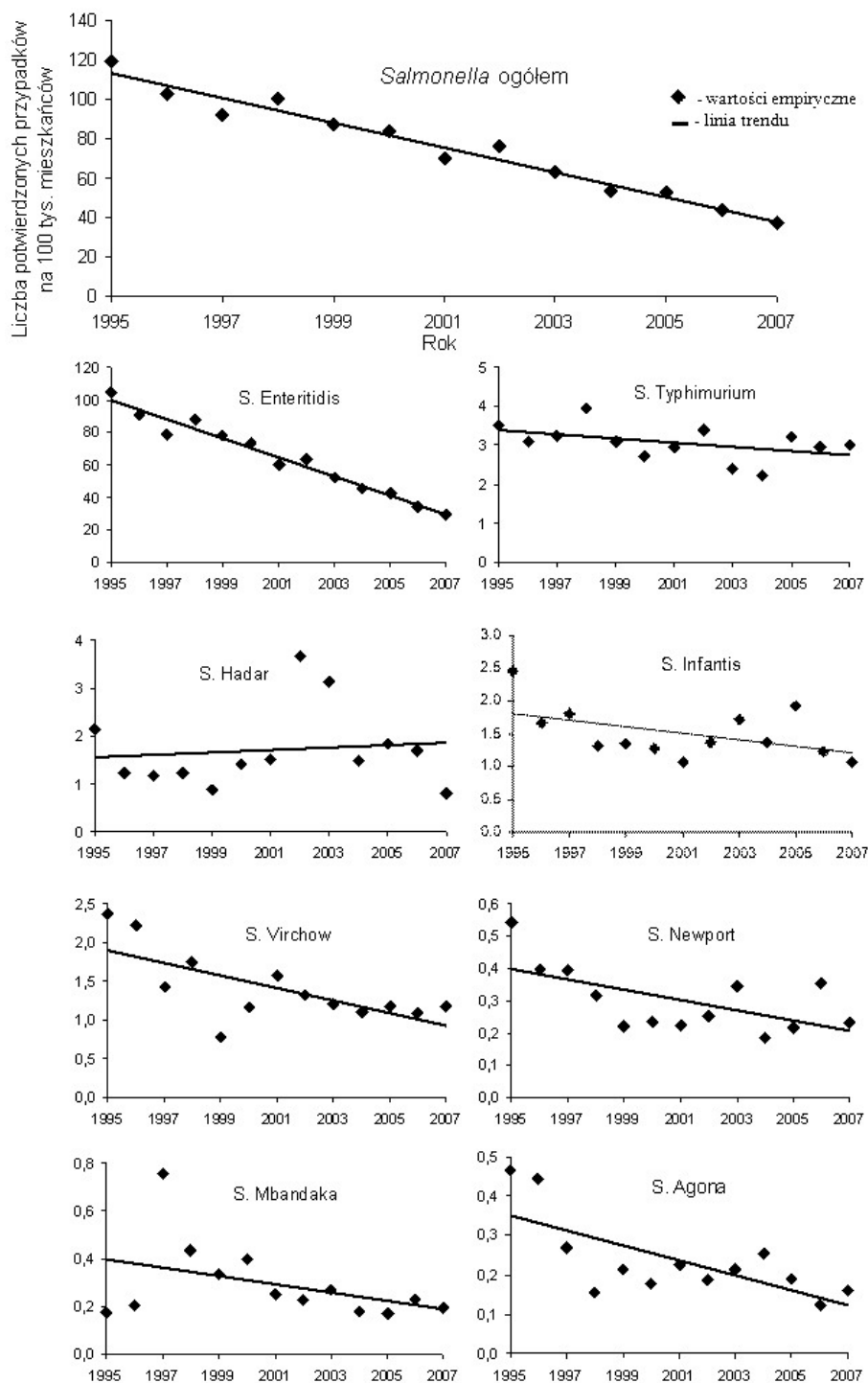
2.2. Test t-Studenta dla trendu liniowego

Współczynniki liniowej funkcji trendu liczby osób zakażonych na 100 tys. mieszkańców oszacowano za pomocą klasycznej Metody Najmniejszych Kwadratów. Test t-Studenta posłużył do weryfikacji hipotezy o statystycznej istotności współczynnika kąowego prostej. Wyniki tych oszacowań przedstawiono w tabeli II. Zgodnie z oszacowaną funkcją trendu liczba osób, które uległy zakażeniu pałeczkami *Salmonella* ogółem, zmniejszała się z roku na rok średnio o nieco ponad 6 osób na 100 tys. mieszkańców. Teoretyczne wartości współczynnika zakażeń różnią się od wartości empirycznych średnio o około 5 osób, co stanowi 6,5% średniego poziomu zakażeń w badanym okresie. W przypadku liczby zakażeń *Salmonella* ogółem oraz dla 4 poszczególnych serowarów, to jest: *S. Enteritidis*, *S. Virchow*, *S. Newport* i *S. Agona*, wartość p jest mniejsza od 0,05, co oznacza, że współczynnik kąowy prostej (b) jest statystycznie istotnie różny od zera, a więc występuje statystycznie istotny trend spadkowy. Wyniki powyższej analizy należy jednak traktować z rezerwą z tego względu, że w większości przypadków oszacowana funkcja trendu w niewielkim stopniu wyjaśnia zmienność badanej cechy w czasie. Pokazuje

to współczynnik determinacji R^2 zawarty w tabeli II. Współczynnik ten przyjmuje wartości z przedziału $<0,1>$. Im wartość współczynnika wyższa, tym lepsze dopasowanie funkcji trendu do danych empirycznych. O akceptowalnym poziomie współczynnika można mówić jedynie w przypadku zakażeń *Salmonella* ogółem oraz zakażeń wywołanych przez pałeczki *S. Enteritidis*. W pozostałych przypadkach występuje zbyt duża zmienność aby uznać dany proces za liniowy, co pokazują poniższe wykresy wartości empirycznych i teoretycznych (ryc. 2).

2.3. Test t-Studenta dla regresji Poissona

Regresja Poissona należy do grupy uogólnionych modeli liniowych. Jest szczególnie przydatna przy modelowaniu danych dyskretnych, takich jak rozpatrywana liczba zakażonych w kolejnych latach. W modelu tym zakłada się, że zmienna zależna ma rozkład Poissona, natomiast funkcją wiążącą wpływ predyktorów na zmienną zależną jest funkcja logarytmiczna. Przy modelowaniu wskaźnika, tzn. liczby zakażeń na 100 tys. mieszkańców, uwzględniana jest również zmienna: liczba ludności, która wchodzi do modelu w postaci logarytmu naturalnego z ustalonym współczynnikiem równym 1. Parametry modelu oszacowano Metodą Największej Wiarygodności, z wykorzystaniem iteracyjnej metody Newtona-Raphsona. Istotność współczynników, tak jak w analizie trendu liniowego, zweryfikowana została za pomocą testu t-Studenta (tab. III). Wynik testu istotności dla współczynnika b w każdym przypadku oznacza, że występuje statystycznie istotny trend (wzrostowy dla *S. Hadar*, spadkowy dla pozostałych). Jednak podobnie jak w przypadku trendu liniowego, powyższe wyniki należy traktować z rezerwą, ze względu na niskie poziomy współczynnika determinacji (R^2). Jedynie dla szeregów przedstawiających liczbę zakażeń *Salmonella* ogółem oraz zakażeń wywołanych przez



Ryc. 2 Współczynniki wyrażające liczbę potwierdzonych przypadków zakażeń *Salmonella* u ludzi w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców w kolejnych latach wraz z oszacowanymi wartościami teoretycznymi trendu liniowego, Polska, 1995 – 2007

Fig. 2. Salmonellosis notification rates in humans (confirmed cases per 100,000 population) with fitted linear regression lines, Poland, 1995 – 2007 (◆ – empirical values; — – trend line)

S. Enteritidis można mówić o dobrym dopasowaniu modelu do danych empirycznych, a więc tylko w tych przypadkach wnioskowanie o istotności współczynnika b jest w pełni uzasadnione. Istotną statystycznie tendencję (spadkową) wykazano dla zakażeń *Salmonella* ogółem i dla zakażeń spowodowanych przez pałeczki *S. Enteritidis* (ryc. 3).

Podsumowując wyniki powyższych analiz można stwierdzić, że jedynie wartości współczynników wyrażających zakażenia *Salmonella* ogółem i zakażenia spowodowane przez pałeczki *S. Enteritidis* charakteryzują się statystycznie istotną tendencją spadkową ($p < 0,05$ we wszystkich trzech testach). W przypadku pozostałych serowarów nie można jednoznacznie stwierdzić, że

Tabela III. Wyniki testu t-Studenta na istotność współczynnika regresji Poissona (*b*) współczynników zakażeń pałeczkami *Salmonella* (liczba potwierdzonych przypadków na 100 tys. mieszkańców) u ludzi w Polsce, 1995 – 2007

Table III. T-Student test results of significance of Poison regression coefficient (*b*) in salmonellosis notification rates in humans (confirmed cases per 100,000 population) in Poland, 1995 – 2007

	<i>b</i>	R ²	t*	p
<i>Salmonella</i> ogółem	-0,0845	0,9447	-188,20	0
<i>S. Enteritidis</i>	-0,0933	0,9401	-191,10	0
<i>S. Typhimurium</i>	-0,0175	0,1463	-8,08	6,52E-161
<i>S. Hadar</i>	0,0145	0,0115	5,00	5,72E-07
<i>S. Infantis</i>	-0,0328	0,1966	-10,60	2,83E-26
<i>S. Virchow</i>	-0,0581	0,4268	-17,97	3,55E-72
<i>S. Newport</i>	-0,0537	0,2362	-7,69	1,47E-14
<i>S. Mbandaka</i>	-0,0598	0,1611	-8,44	3,15E-17
<i>S. Agona</i>	-0,0816	0,3812	-10,20	1,96E-24

¹ np.: $p = 6,52E-16 = 0,0000000000000000652$

nie cechują się one jakąś tendencją w czasie, jednak zmiany w badanym okresie są na tyle nieistotne bądź ich rozkłady na tyle nieregularne, że nie ma podstaw do przypisywania im określonego trendu. Rozkłady w czasie większości tych współczynników wykazują raczej cechy procesu błędzenia losowego.

DYSKUSJA

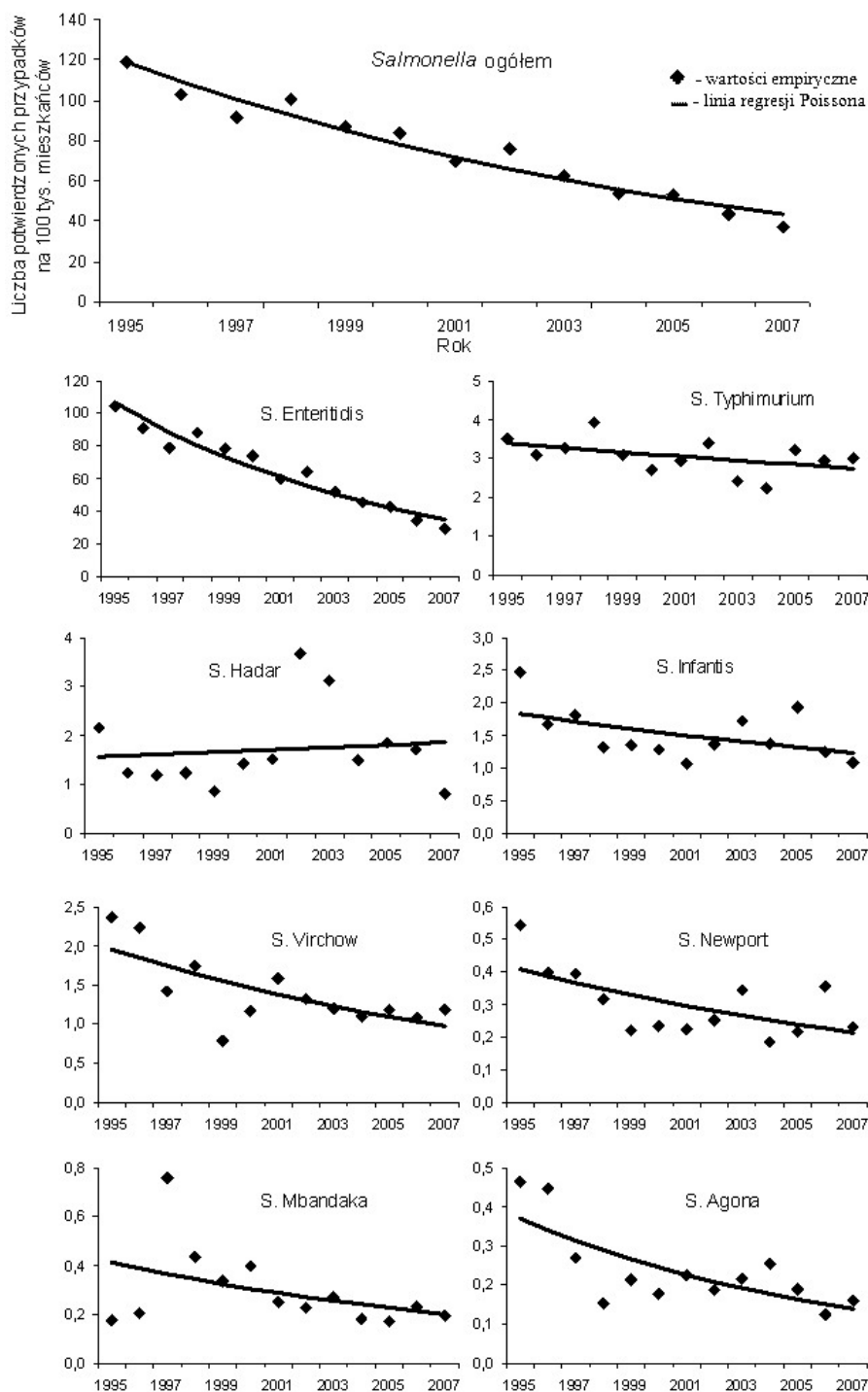
Zakażenia pałeczkami z rodzaju *Salmonella* należą do najbardziej rozpowszechnionych zakażeń na świecie (10,11) i stanowią poważny problem zdrowotny i ekonomiczny w wielu krajach (12,13). Najczęściej występujące serowary *Salmonella*, tzw. epidemiczne, różnią się w poszczególnych krajach, ale też z biegiem lat zmienia się również ich dystrybucja w każdym kraju. Wśród państw europejskich od wielu lat niezmiennie dominują pałeczki *S. Enteritidis* i *S. Typhimurium*. Te dwa serowary ponoszą odpowiedzialność za znakomitą większość przypadków salmonelozy u ludzi w Europie (70 – 80% zakażeń *Salmonella* o rozpoznanym typie serologicznym).

Jak wynika z danych epidemiologicznych zawartych w materiałach opublikowanych przez Zakład Epidemiologii PZH i Departament Przeciwepidemiczny GIS (1,2,3), dominującym serowarem izolowanym od ludzi w Polsce w latach 1995 – 2007 były pałeczki *S. Enteritidis*. Wyizolowano je od ponad 320 tysięcy osób, z czego przeszło 73% stanowiły osoby chore. O poprawie sytuacji dotyczącej zakażeń spowodowanych tym serowarem świadczyć może, zaobserwowana w tym czasie, tendencja zmniejszania się liczby zakażeń, z ponad 40 tysięcy w roku 1995, do nieco ponad 11

tysięcy w roku 2007. *Salmonella* Typhimurium – drugi serowar pod względem częstości występowania spowodował w tym czasie zakażenie u ponad 15 tysięcy osób. Kolejne miejsce zajął wariant serologiczny *S. Hadar*, stanowiący przyczynę zakażenia 8 521 osób. Szczególną uwagę należy zwrócić na fakt, iż w roku 2002 i 2003 pałeczki *S. Hadar* wykrywano dużo częściej niż pałeczki *S. Typhimurium*, które już od wielu lat zajmują stale drugie miejsce na liście serowarów najliczniej izolowanych w Polsce (1,2,3). Następne w kolejności to: *S. Infantis*, *S. Virchow*, *S. Newport*, *S. Mbandaka* i *S. Agona*. Serowary te wraz z *S. Typhimurium* i *S. Hadar* zajmowały w poszczególnych latach (1995 – 2007) naprzemiennie miejsca od 2 do 7 wśród serowarów *Salmonella* najczęściej wykrywanych u ludzi w naszym kraju. Reasumując – w okresie od 1995 r. do 2007 roku, do najczęściej izolowanych serowarów stanowiących czynnik etiologiczny salmoneloz u ludzi w Polsce należały: *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infantis*, *S. Virchow*, *S. Newport*, *S. Mbandaka* i *S. Agona*.

W ostatnich latach obserwuje się w Polsce spadek liczby zachorowań na salmonelozy (1,2,3). W 1995 roku wykryto zakażenia u prawie 46 tysięcy osób. W każdym kolejnym roku (z wyjątkiem 1998 r. i 2002 roku) malała liczba osób zakażonych bakteriami *Salmonella*, średnio o około 4 tys. rocznie. Przeprowadzona w ramach niniejszej pracy analiza statystyczna trendu współczynników zakażeń *Salmonella* (wyrażonych liczbą potwierdzonych przypadków/100 tys. mieszkańców) u ludzi w Polsce w latach 1995 – 2007, wykazała statystycznie istotną tendencję spadkową jedynie dla zakażeń *Salmonella* ogółem i dla zakażeń spowodowanych przez pałeczki *S. Enteritidis*. Równocześnie nie stwierdzono istotnej statystycznie tendencji zmian (wzrostowej bądź spadkowej) dla siedmiu pozostałych serowarów poddanych analizie statystycznej. Rozkłady w czasie większości charakteryzujących je współczynników wykazują raczej cechy procesu błędzenia losowego. Żaden z nich nie stanowi zagrożenia dla pozycji, jaką na liście serowarów dominujących u ludzi w Polsce, zajmują pałeczki *S. Enteritidis*. Mimo rejestrowanej tendencji spadkowej, serowar ten pozostaje wśród pałeczek *Salmonella* epidemicznym „numerem jeden”.

Sytuacja epidemiologiczna salmoneloz u ludzi w Polsce odzwierciedla trend ogólnoeuropejski (14,15). Istotny statystycznie, ogólny spadek zakażeń *Salmonella* u ludzi zarejestrowano również w latach 2004 – 2007 w krajach Unii Europejskiej, chociaż analiza danych indywidualnych dla poszczególnych państw członkowskich wykazała statystycznie istotną tendencję spadkową, poza Polską, jedynie w Austrii i Hiszpanii. Współczynnik zakażeń pałeczkami *Salmonella* w 2006 r., obliczony dla wszystkich państw członkowskich Unii na podstawie łącznej liczby (160 649) potwierdzonych



Ryc. 3. Współczynniki wyrażające liczbę potwierdzonych przypadków zakażeń *Salmonella* u ludzi w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców w kolejnych latach wraz z oszacowanymi wartościami teoretycznymi regresji Poissona, Polska, 1995 – 2007

Fig. 3. Salmonellosis notification rates in humans (confirmed cases per 100,000 population) with fitted Poisson regression lines, Poland, 1995 – 2007 (◆ – empirical values; — – trend line)

przypadków salmonelozy u ludzi, wynosił 34,6 na 100 tys. mieszkańców (Polska – 43,6/100 tys.) i był niższy o 7,6% w porównaniu do 2005 roku. Współczynnik zarejestrowany w 2007 roku wyniósł już tylko 31,1 na 100 tys. (151 995 potwierdzonych przypadków) (Polska – 37,2/100 tys.), wykazując również ponad siedmioprocentowy (7,3%) spadek wartości w stosunku do roku

poprzedniego. Oznacza to, utrzymywanie się również na terenie Europy, obserwowanej już od kilku lat, tendencji spadkowej liczby rejestrowanych przypadków salmonelozy. Oczywiście dominującymi serowarami wśród zakażeń u ludzi w państwach członkowskich Unii Europejskiej pozostają nadal *S. Enteritidis* i *S. Typhimurium*. Ponosiły one odpowiedzialność odpowiednio

za 62% i 13% wszystkich przypadków (z rozpoznany typem serologicznym) zarejestrowanych w 2006 roku. Każdy z pozostałych serowarów powodował 1% lub mniej zakażeń notowanych u ludzi (14). W 2007 r., pałeczki *S. Enteritidis* i *S. Typhimurium*, były czynnikiem etiologicznym 81% przypadków zakażeń (15).

Mimo obserwowanej w ostatnim dziesięcioleciu poprawie sytuacji epidemiologicznej związanej z występowaniem pałeczek *Salmonella*, są one w wielu krajach (13,16-21), w tym również w Polsce (22-24), nadal jedną z głównych przyczyn zakażeń i zatruc pokarmowych pochodzenia bakteryjnego. Izolacje pałeczek *Salmonella* od ludzi i zwierząt, z żywności i pasz, a także z otoczenia są jeszcze w niektórych krajach tak częste, że mogą stanowić swego rodzaju wskaźnik ich stanu sanitarnego. Rejestrowany w Polsce, statystycznie istotny, ogólny spadek zakażeń pałeczkami *Salmonella* napawa optymizmem i może świadczyć o poprawie stanu sanitarnego w naszym kraju. Do poprawy sytuacji epidemiologicznej *Salmonella* w Polsce przyczyniają się skuteczne działania wszystkich instytucji odpowiedzialnych za nadzór, zwalczanie i zapobieganie salmonelozom. Zwalczanie salmoneloz jest zadaniem trudnym i wymaga likwidacji wszystkich czynników sprzyjających rozprzestrzenianiu się tych zakażeń. Przede wszystkim, koniecznym jest zapewnienie wysokiego poziomu ochrony konsumenta w kontekście bezpieczeństwa żywności oraz skuteczna edukacja potencjalnych pacjentów dostosowana do ich możliwości intelektualnych, która powinna zmierzać do eliminacji często spotykanych, niekorzystnych zachowań, prowadzących do zakażenia. Można przypuszczać, iż działania podjęte w ostatnich latach w Polsce, głównie w zakresie produkcji bezpiecznej żywności, przyczyniły się do obserwowanego spadku zakażeń *Salmonella* u ludzi. Do zakażeń najczęściej dochodzi poprzez spożywanie skażonej żywności, głównie mięsa drobiowego i jego przetworów oraz jaj i produktów jajecznych. Monitorowanie w Polsce od 1999 roku, stad hodowlanych i rzeźnych drobiu oraz stad towarowych w kierunku gatunkowo specyficznych i niespecyficznych pałeczek *Salmonella* oraz eliminacja stad zakażonych lub podejrzanych o zakażenie, z pewnością w znacznym stopniu przyczyniły się do redukcji związanych z tym zagrożeń. Produkcji bezpiecznej żywności służy również, obowiązkowo wdrażany od 2004 roku (we wszystkich firmach sektora spożywczego), specjalny system analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli – zwany „systemem HACCP” (Hazard Analysis and Critical Control Points), który zapewnia czystość higieniczną produktów spożywczych przeznaczonych dla konsumentów na każdym etapie wytwarzania żywności, a także zatwierdzony przez Komisję Europejską, realizowany z powodzeniem krajowy program monitorowania i zwalczania salmoneloz u kur gatunku *Gallus*

gallus, mający na celu ograniczenie występowania niektórych serowarów *Salmonella* w stadach hodowlanych i w stadach niosek jaj konsumpcyjnych, nadzorowany przez Głównego Lekarza Weterynarii i Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (European Food Safety Authority, EFSA).

PODSUMOWANIE

1. Przeprowadzona w ramach niniejszej pracy analiza statystyczna trendu współczynników zakażeń *Salmonella* (wyrażonych liczbą potwierdzonych przypadków/100 tys. mieszkańców) u ludzi w Polsce w latach 1995 – 2007, wykazała statystycznie istotną tendencję spadkową jedynie dla zakażeń *Salmonella* ogółem i dla zakażeń spowodowanych przez pałeczki *S. Enteritidis*.
2. W przypadku pozostałych serowarów (tj. *S. Typhimurium*, *S. Hadar*, *S. Infantis*, *S. Virchow*, *S. Newport*, *S. Mbandaka*, *S. Agona*) nie można jednoznacznie stwierdzić, że charakteryzujące je współczynniki nie cechują się jakąś tendencją w czasie, jednak zmiany w badanym okresie są na tyle nieistotne bądź ich rozkłady na tyle nieregularne, że nie ma podstaw do przypisywania im określonego trendu. Rozkłady w czasie większości tych współczynników wykazują raczej cechy procesu błędzenia losowego.
3. Mimo tendencji spadkowej rejestrowanej dla zakażeń *S. Enteritidis*, serowar ten pozostaje epidemicznym „numerem jeden” wśród pałeczek *Salmonella* izolowanych od ludzi w Polsce.

PIŚMIENNICTWO

1. Państwowy Zakład Higieny, Instytut Naukowo-Badawczy – Zakład Epidemiologii, Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej – Departament Zdrowia Publicznego. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce (1995-1998), Warszawa, Biuletyny roczne, 1996-1999.
2. Państwowy Zakład Higieny, Instytut Naukowo-Badawczy – Zakład Epidemiologii, Główny Inspektorat Sanitarny – Departament Przeciwepidemiczny i Oświaty Zdrowotnej. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce (1999-2002), Warszawa, Biuletyny roczne, 2000-2003.
3. Państwowy Zakład Higieny, Instytut Naukowo-Badawczy – Zakład Epidemiologii, Główny Inspektorat Sanitarny – Departament Przeciwepidemiczny. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce (2003-2007), Warszawa, Biuletyny roczne, 2004-2008.
4. Główny Urząd Statystyczny, www.stat.gov.pl
5. Cochran WG. Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics* 1954;10:417-51.
6. Balicki A, Makać W. Metody wnioskowania statystycznego. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego; 2007:220-38.

7. Nedler JA, Wadderburn WM. Generalized linear models. *J R Statistic Soc* 1972;135:370-84.
 8. Frome EL. The analysis of rates using Poisson regression models. *Biometrics* 1983;39:665-74.
 9. GNU General Public License, <http://gretl.sourceforge.net/>
 10. Humphrey T. Human disease caused by *S. enterica* and vehicles for its transmission to humans. W: Mastroeni P, Maskell D, red. *Salmonella* infections. Clinical, immunological and molecular aspects. Wyd. 1. Cambridge: Cambridge University Press; 2006:92-4.
 11. Gerner-Smidt P, Whichard JM. Sources of outbreaks of foodborne infections in different regions of the world. *Foodborne Pathog Dis* 2009;6:523-24.
 12. Crump JA, Luby SP, Mintz ED. The global burden of typhoid fever. *Bull World Health Organ* 2004;82:346-53.
 13. Cooke FJ, Threlfall EJ, Wain J. Current trends in the spread and occurrence of human salmonellosis: molecular typing and emerging antibiotic resistance. W: Rhen M, Maskell D, Mastroeni P, Threlfall J, red. *Salmonella*. Molecular biology and pathogenesis. Norfolk: Horizon Bioscience; 2007:1-29.
 14. European Food Safety Authority. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2006. *The EFSA Journal* 2007;130:23-105, 247-57.
 15. European Food Safety Authority. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents in the European Union in 2007. *The EFSA Journal* 2009;223:21-108.
 16. Mead PS, Slutsker L, Dietz V, McCaig LF, Bresee JS, Shapiro C, Griffin PM, Tauxe RV. Food-related illness and death in the United States. *Emerg Infect Dis* 1999;5:607-25.
 17. Schmid H, Hächler H, Stephan R, Baumgartner A, Boubaker K. Outbreak of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in Switzerland, May – June 2008, implications for production and control of meat preparations. *Euro Surveill* 2008;13:705-8.
 18. Ethelberg S, Wingstrand A, Jensen T, Sørensen G, Müller L, Lisby M, Nielsen EM, Mølbak K. Large outbreaks of *Salmonella* Typhimurium infection in Denmark in 2008. *Euro Surveill* 2008;13:712-4.
 19. Doorduyn Y, Hofhuis A, de Jager CM, van der Zwaluw WK, Notermans DW, van Pelt W. *Salmonella* Typhimurium outbreaks in the Netherland in 2008. *Euro Surveill* 2008;13:715-7.
 20. Hanning IB, Nutt JD, Ricke C. Salmonellosis outbreaks in the United States due to fresh produce: sources and potential intervention measures. *Foodborne Pathog Dis* 2009;6:635-48.
 21. Van Cauteren D, Jourdan-da Silva N, Weill FX, King L, Brisabois A, Delmas A, Vaillant V, de Valk H. Outbreaks of *Salmonella enterica* serotype Muenster infections associated with goat's cheese, France, March 2008. *Euro Surveill* 2009;14:380-2.
 22. Sadkowska-Todys M, Baumann A, Stefanoff P. Zatrucia i zakażenia pokarmowe w Polsce w 2004 roku. *Przeegl Epidemiol* 2006;60:449-63.
 23. Baumann A, Sadkowska-Todys M. Zatrucia i zakażenia pokarmowe w Polsce w 2005 roku. *Przeegl Epidemiol* 2007;61:257-66.
 24. Baumann A, Sadkowska-Todys M. Zatrucia i zakażenia pokarmowe w Polsce w 2006 roku. *Przeegl Epidemiol* 2008;62:275-86.
- Otrzymano: 20.09.2010 r.
Zaakceptowano do druku: 28.02.2011 r.

Adres do korespondencji:

Dr n. przyr. Bożena Dera-Tomaszewska
Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski
z Oddziałem Stomatologicznym Katedra Mikrobiologii
Zakład Mikrobiologii Molekularnej i Serologii,
Krajowy Ośrodek *Salmonella*
ul. Do Studzienki 38, 80-227 Gdańsk
e-mail: bodeto@gumed.edu.pl;
tel.: 58 349 19 12