

**VÝSKYT KARBAPENEMÁZA PRODUKUJÚCICH KMEŇOV *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*
V SLOVENSKEJ REPUBLIKE V ROKOCH 2014 – 2019**
**THE OCCURENCE OF *KLEBSIELLA PNEUMONIAE* PRODUCING CARBAPENEMASE STRAINS
IN THE SLOVAK REPUBLIC IN 2014 – 2019**

LUKÁČOVÁ Stanislava¹, ŠTEFKOVIČOVÁ Mária², LITVOVÁ Slavka^{1,2}

¹ Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Trenčíne, Trenčín

² Fakulta zdravotníctva, Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Trenčín

ABSTRAKT

Úvod: *Klebsiella pneumoniae* patrí medzi *Enterobacteriaceae* a uplatňuje sa predovšetkým ako nozokomiálny patogén. Ide o gram-negatívnu baktériu, ktorá spôsobujúca rôzne typy infekcií spojených so zdravotnou starostlivosťou, ako sú pneumónie, infekcie krvného riečiska, či infekcie močového traktu.

Cieľ: Cieľom práce je analyzovať výskyt karbapenemáza produkujúcich kmeňov *Klebsiella pneumoniae* (KPC) v Slovenskej republike v rokoch 2014-2019 so zameraním sa na výskyt KPC podľa lokalizácie infekcie a rizikové faktory ich vzniku.

Materiál a metódy: Náš súbor tvorilo 1592 nozokomiálnych nákaz vyvolaných KPC z celkového počtu 1742 pozitívnych vzoriek KPC v rokoch 2014 - 2019 v Slovenskej republike. Na štatistické spracovanie sme použili program MS Excel a Medcalc, prostredníctvom ktorého bola vypočítaná *p*-hodnota a Odds ratio (OR).

Výsledky: Z nášho sledovania vyplynulo, že najväčšiu šancu získať infekciu KPC majú pacienti hospitalizovaní na oddeleniach anesteziológie a intenzívnej medicíny (OR = 10,32) a oddeleniach hematológie a transfúziológie (OR = 10,08). So stúpajúcim vekom pacientov sa zvyšovala šanca akvirácie infekcie *Klebsiella pneumoniae* s produkciou karbapenemáz (pacienti starší ako 65 rokov; OR 7,38). Nosičstvo bolo zaznamenané u takmer troch štvrtín pacientov nášho súboru (71,55 %). Infekcia močového traktu patrila medzi najčastejšie diagnostikované symptomatické infekcie (12,06 %) nasledované infekciami krvného riečiska (3,96 %), infekciami v mieste chirurgického výkonu (3,83 %) a infekciami dolných dýchacích ciest (3,45 %).
Záver: Z analýzy vyplynulo, že v priebehu sledovaných rokov došlo k nárastu počtu evidovaných prípadov s izoláciou kmeňov KPC.

Kľúčové slová: *Klebsiella pneumoniae*. Karbapenemázy. Nozokomiálne nákazy.

ABSTRACT

Introduction: *Klebsiella pneumoniae* belongs to the *Enterobacteriaceae* and is a common cause of nosocomial infections. It is a gram-negative bacteria that causes various types of healthcare associated infections, including pneumonia, blood stream infections, and urinary tract infections.

Aims: The aim of the paper is to analyze the occurrence of carbapenemase producing strains of *Klebsiella pneumoniae* (KPC) in the Slovak Republic in 2014 – 2019 focusing on occurrence, type of infection and risks factors.

Material and methods: Our group consisted of 1592 healthcare-associated infections caused by KPC (total number of 1742 positive samples of KPC) identified in the period of years 2014 – 2019 in the Slovak Republic. The Medcalc program was used

for statistical processing, by means of which the *p*-value and Odds ratio (OR) were calculated.

Results: The analysis showed that patients hospitalized in the Department of Anesthesiology and Intensive Care (OR = 10.32) and the Department of Hematology and Transfusiology (OR = 10.08) had the higher chance of acquiring KPC infection. The chance of acquiring of infection (KPC) was higher in older age (> 65 years of age OR 7.38), also. Carriage was recorded in almost three quarters of patients in our group (71.55 %). Urinary tract infection (12.06 %) was the most common symptomatic infection in our group of patients followed by blood stream infection (3.96 %), surgical site infection (3.83 %) and lower respiratory tract infection (3.45 %).

Conclusion: The analysis showed that the number of KPC infections increased during the observed period and also the number of KPC infections.

Key words: *Klebsiella pneumoniae*. Carbapenemase. Nosocomial infections.

ÚVOD

Klebsiella pneumoniae patrí medzi *Enterobacteriaceae* a je považovaná za jeden z oportúnnych patogénov spôsobujúcich široké spektrum chorôb vykazujúcich čoraz častejšie získavanie rezistencie na antibiotiká. Enterobaktérie sú typické ubikvitérne patogény. U ľudí a zvierat prirodzene osídľujú ich črevný trakt a dostávajú sa tak do odpadových vôd a pôdy [1]. Antimikrobiálna rezistencia je závažnou hrozbou na poli verejného zdravotníctva. Prevalencia multirezistentných mikroorganizmov sa na celosvetovej úrovni zvyšuje. V minulosti infekcie vyvolané multirezistentnými kmeňmi postihovali predovšetkým pacientov nemocničných zariadení, ktorí boli exponovaní antibiotickej terapii, častej alebo dlhodobej hospitalizácii, prípadne pacientov, ktorým boli zavádzané invazívne zdravotnícke pomôcky. Rozdiel medzi bakteriálnymi infekciami súvisiacimi s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a komunitnými bakteriálnymi infekciami sa za posledné desaťročia stiera [2]. Tieto trendy sú ešte významnejšie práve u enterobaktérií, ktorých hlavnou hnacou silou rezistencie je prítomnosť β-lak-

tamáz [3]. Mnohé z nich nesú ďalšie gény rezistencie prenášané plazmidmi s aktivitou proti iným triedam antibiotík, čím sa baktérie stávajú odolnými voči viacerým antiinfektívam [2, 4]. Keďže molekulárne mechanizmy rezistencie sa naďalej vyvíjajú, dochádza k zmene v epidemiológii karbapeném rezistentných enterobaktérií, čo má za následok nárast počtu ľudí infikovaných týmito nebezpečnými mikroorganizmami. Prevalencia karbapeném rezistentných enterobaktérií (CRE) sa veľmi líši v závislosti od druhu a aj regiónu. Existuje niekoľko regiónov, kde sú CRE endemické, napr. v Grécku, v častiach juhovýchodnej Ázie alebo v severovýchodnej oblasti USA. Aj v prostredí, kde je miera rezistencie stále nízka, bol za posledné desaťročie pozorovaný stály nárast [5, 6]. Rizikové faktory pre získanie CRE v zdravotníckych zariadeniach sú podobné ako v prípade akvizície ďalších multirezistentných baktérií. Patria sem dlhodobá hospitalizácia na jednotke intenzívnej starostlivosti, kriticky chorí pacienti, zavedenie invazívnych zdravotníckych pomôcok a predchádzajúca antimikrobiálna liečba [5].

CIEĽ

Cieľom našej práce bolo analyzovať výskyt karbapenemázu produkujúcich kmeňov *Klebsiella pneumoniae* (KPC) v súvislosti s poskytovaním zdravotnej starostlivosti v Slovenskej republike v rokoch 2014 – 2019 podľa lokalizácie infekcie, podľa typu lôžkového zdravotníckeho zariadenia a oddelení, na ktorých sa vyskytli ako aj analyzovať rizikové faktory pre akvizíciu nozokomiálnych nákaz.

MATERIÁL A METÓDY

Analyzovaný súbor je dataset údajov z Epidemiologického informačného systému (EPIS). Z datasetu celoslovenských údajov systému EPIS za sledované obdobie rokov 2014 – 2019 boli vybraté údaje pre nami sledovaný patogén *Klebsiella pneumoniae* s produkciou karbapenemázy so selekciou prípadov súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti (nozokomiálneho charakteru) s rozdelením podľa oddelení, zdravotníckych zariadení, lokalizácie infekcie, klinickej formy, vekových skupín a pohlavia. Údaje o počte hospitalizovaných na oddeleniach lôžkových zdravotníckych zariadení boli získané z Národného centra zdravotníckych informácií.

Pri analýze výskytu podľa typu lôžkového zdravotníckeho zariadenia a oddelenia bol použitý

postup podľa protokolu pre bodové prevalenčné sledovanie nozokomiálnych nákaz Európskeho centra pre prevenciu a kontrolu chorôb [7], pričom boli zaradené oddelenia pod špecializácie – medicínske (konzervatívny typ terapie), chirurgické, intenzívnej medicíny, pediatrické a ostatné oddelenia.

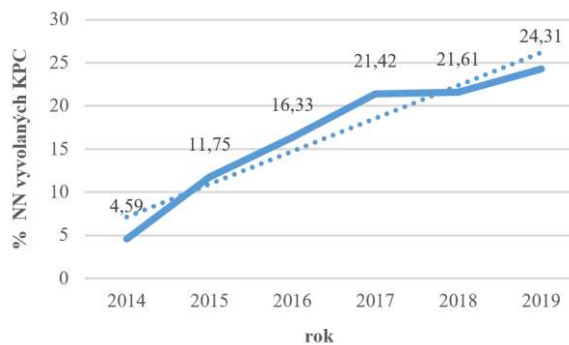
Lôžkové zdravotnícke zariadenia boli zaradené do štyroch typov v závislosti od ich veľkosti a druhu poskytovanej zdravotnej starostlivosti (všeobecné: primárne, sekundárne, terciárne a špecializované), v tejto práci uvádzame výsledky zo všeobecných nemocníc.

Z rizikových faktorov vzniku nozokomiálnych nákaz bola analyzovaná prezencia invazívnej zdravotníckej pomôcky, ako je intravaskulárny katéter, močový katéter, intubácia a umelá pľúcna ventilácia.

Na spracovanie analyzovaných údajov bol použitý program EPIS, Microsoft Office Excel a na výpočet Odds ratio (OR) a *p*-hodnoty sme používali program Medcalc.

VÝSLEDKY

Za obdobie rokov 2014 – 2019 bolo z celkového počtu 1742 prípadov s izoláciou KPC 1592 prípadov nozokomiálneho charakteru (91,40 %). Najvyšší výskyt bol v roku 2019 a to 387 prípadov KPC, čo predstavuje takmer štvrtinu (24,31 %) zo všetkých prípadov v sledovanom období. Evidovali sme kontinuálny nárast počtu prípadov v medziročných obdobiach (graf 1).



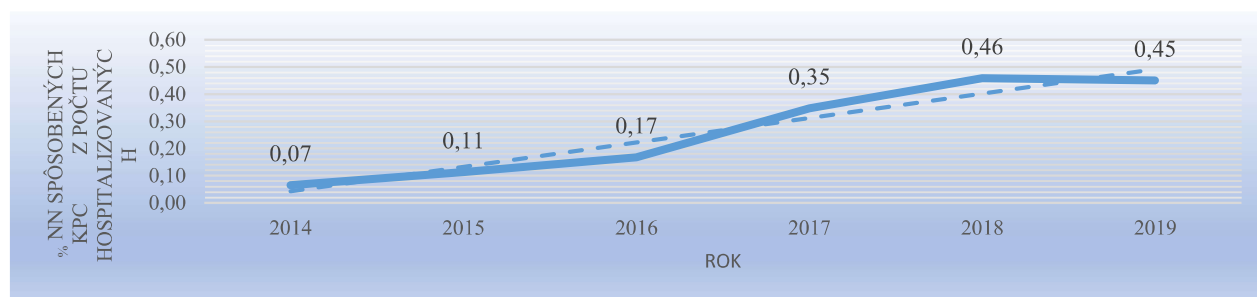
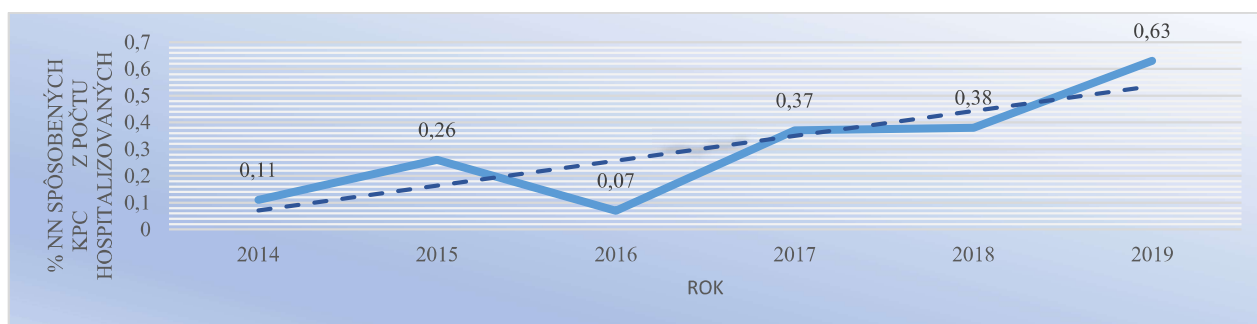
Graf 1 Proporcia NN vyvolaných KPC od pacientov v Slovenskej republike podľa rokov, 2014 – 2019, N = 1 592 (EPIS)

Najvyšší podiel prípadov s KPC ku všetkým hospitalizovaným sme zaznamenali na OAIM (0,27 %) a oddelení hematológie a transfúziológie (0,31 %) (tab. 1). Rovnako bol zaznamenaný najvýznamnejší rast trendu výskytu NN vyvolaných KPC v sledovanom období práve na oddeleniach

Tabuľka 1 Výskyt NN vyvolaných KPC podľa oddelení v Slovenskej republike, v rokoch 2014-2019

ODDELENIE	2014			2015			2016			2017			2018			2019			SPOLU		
	KPC		Hosp.	KPC		Hosp.	KPC		Hosp.	KPC		Hosp.	KPC		Hosp.	KPC		Hosp.	KPC		Hosp.
	%	abs.		%	abs.		%	abs.		%	abs.		%	abs.		%	abs.		%	abs.	
Anestéziológia a intenzívna medicína	0,07	11	16787	0,11	20	17635	0,17	30	17845	0,35	60	17241	0,46	79	17215	0,45	78	17321	0,27	278	104044
Chirurgické oddelenie	0,01	26	200761	0,03	68	200717	0,04	74	207281	0,03	53	205099	0,04	77	203374	0	72	199922	0,03	370	1217154
JIS	0	0	53955	0	1	56557	0	1	56187	0	0	55155	0	1	56083	0	5	55761	0	8	333698
Oddelenie dlhodobých chorých a dôležovacie	0,02	5	32564	0,07	22	33140	0,24	78	32647	0,11	35	30795	0,13	40	30502	0,25	75	29867	0,13	255	189515
Hematológia a transfúziológia	0,11	3	2701	0,26	7	2731	0,07	2	2949	0,37	11	2958	0,38	11	2931	0,63	19	3004	0,31	53	17274
Interné (vnútorné) lekárstvo	0,01	25	274752	0,02	68	279493	0,03	72	277802	0,06	167	274518	0,05	133	273007	0	135	273101	0,04	600	1652673
Ostatné	0	3	258946	0	1	259355	0	3	262364	0,01	15	261353	0	3	256233	0	3	249497	0	28	1547748
SPOLU	0,01	73	840466	0,02	187	849628	0,03	260	857075	0,04	341	847119	0,04	344	839345	0,05	387	828473	0,03	1592	5062106

Legenda: abs. – počet KPC pozitívnych pacientov, hosp. – celkový počet hospitalizovaných pacientov, % - proporcia výskytu KPC pozitívnych z celkového počtu hospitalizovaných v danom roku

**Graf 2** Proporcía NN vyvolaných KPC z počtu hospitalizovaných na oddelení hematológie a transfúziológie, SR, v rokoch 2014 – 2019**Graf 3** Proporcía NN vyvolaných KPC z počtu hospitalizovaných na oddelení anestéziológie a intenzívnej medicíny, SR, v rokoch 2014 – 2019

hematológie a transfúziológie (pokles iba v roku 2016 na 0,07 %) (graf 2) a na oddeleniach anestéziológie a intenzívnej medicíny (graf 3).

Prehľad nozokomiálnych infekcií vyvolaných KPC podľa lokalizácie infekcie v Slovenskej republike za sledované obdobie 2014 – 2019 je spracovaný v tabuľke 2. Najčastejšie bolo zistené asymptomatické nosičstvo u 71,55 % z celkového počtu

případov za sledované obdobie rokov 2014 – 2019. Po ňom nasledovali urologické infekcie (12,06 %), infekcie krvného riečiska (3,96 %), infekcie v mieste chirurgického výkonu (3,83 %) a infekcie dolných dýchacích ciest vrátane pneumónií (3,45 %) (graf 4). V prípade nosičov KPC sme od roku 2014 do roku 2019 zaznamenali pokles, naopak v prípade infekcií krvného riečiska, urologic-

Tabuľka 2 Výskyt NN vyvolaných KPC podľa lokalizácie infekcie, SR, 2014 – 2019

Lokalizácia infekcie	ROK							Spolu
	abs./rel.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
dolné dýchacie cesty	abs.	0,00	3,00	2,00	8,00	24,00	18,00	55,00
	%	0,00	1,60	0,77	2,35	6,98	4,65	3,45
horné dýchacie cesty	abs.	1,00	0,00	0,00	3,00	8,00	9,00	21,00
	%	1,37	0,00	0,00	0,88	2,33	2,33	1,32
asymptomatické nosičstvo	abs.	65,00	171,00	197,00	268,00	210	228,00	1139,00
	%	89,04	91,44	75,77	78,59	61,05	58,91	71,55
v mieste chirurgického výkonu	abs.	0,00	5,00	9,00	14,00	14,00	19,00	61,00
	%	0,00	2,67	3,46	4,11	4,07	4,91	3,83
kože a sliznice	abs.	1,00	3,00	6,00	8,00	3,00	7,00	28,00
	%	1,37	1,60	2,31	2,35	0,87	1,81	1,76
rany a popáleniny	abs.	0,00	0,00	9,00	1,00	10,00	13,00	33,00
	%	0,00	0,00	3,46	0,29	2,91	3,36	2,07
krvného riečiska	abs.	2,00	3,00	7,00	11,00	15,00	25,00	63,00
	%	2,74	1,60	2,69	3,23	4,36	6,46	3,96
urologické	abs.	4,00	2,00	30,00	28,00	60,00	68,00	192,00
	%	5,48	1,07	11,54	8,21	17,44	17,57	12,06
Spolu	abs.	73,00	187,00	260,00	341,00	344,00	387,00	1592,00
	%	4,59	11,75	16,33	21,42	21,61	24,31	100,00

Legenda: abs.- počet KPC pozitívnych pacientov v danej kategórii infekcie

Tabuľka 3 Výskyt NN vyvolaných KPC podľa typu všeobecnej nemocnice, SR, 2014 – 2019

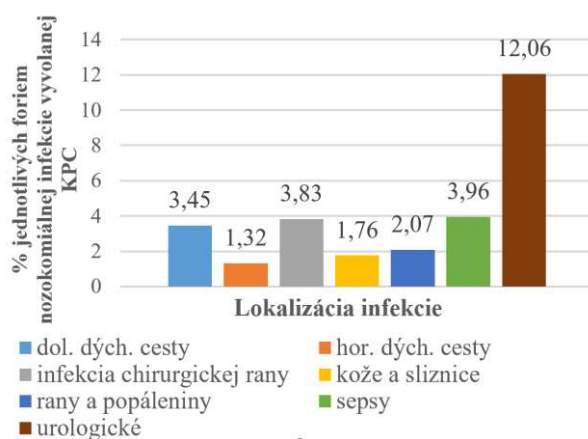
Nemocnica	ROK							Spolu
	abs./%	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Primárna	abs.	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	2,00
	rel.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,14
Sekundárna	abs.	2,00	1,00	56,00	39,00	99,00	121,00	318,00
	rel.	0,14	0,07	3,82	2,66	6,75	8,25	21,69
Terciárna	abs.	69,00	181,00	190,00	261,00	206,00	239,00	1146,00
	rel.	4,71	12,35	12,96	17,80	14,05	16,30	78,17
Spolu	abs.	71,00	187,00	246,00	300,00	306,00	361,00	1466,00
	rel.	4,84	12,76	16,78	20,46	20,87	24,62	100,00

Legenda: abs.- absolútne číslo (celkový počet KPC pozitívnych vzoriek)

kých infekcií a infekcií v mieste chirurgického výkonu významný nárast.

Pri analýze výskytu infekcií spôsobených KPC vzhľadom na typ nemocnice sme zistili, že najviac prípadov bolo zaznamenaných v terciárnych nemocniciach 71,98 % z celého súboru pacientov resp. 78,17 % z pacientov všeobecných nemocníc. Trend osídľovania s následnou možnou endemizáciou postupne narastá aj v prípade sekundárnych nemocníc, kde bolo za sledované obdobie hospitalizovaných 21,69 % pacientov pozitívnych na KPC z počtu pacientov vo všeobecných nemocniciach (tab. 3).

Z hľadiska rizikovosti pacientov sme sa zamerali na prítomnosť invazívnej zdravotníckej pomôcky a vek pacientov. Invazívnu zdravotnícku pomôcku

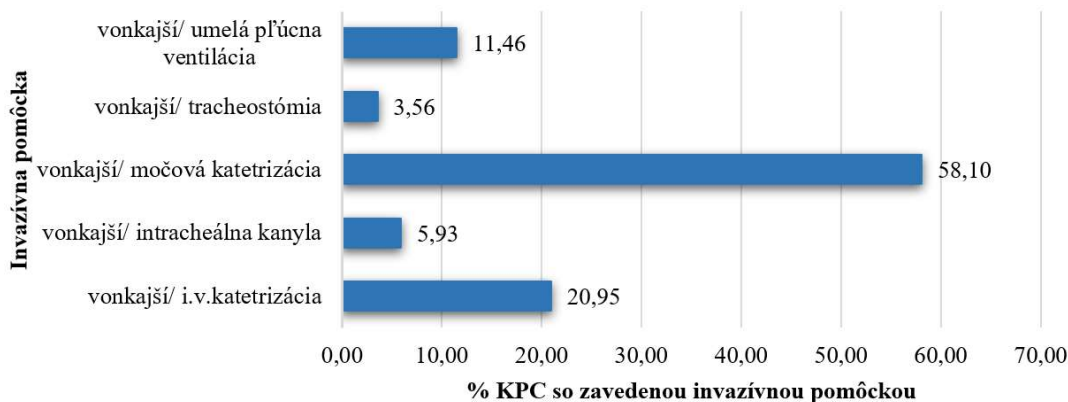


Graf 4 Podiel symptomatických nozokomiálnych infekcií vyvolaných KPC podľa lokalizácie, SR, 2014-2019, N = 453

Tabuľka 4 Analýza rizikových faktorov, prípady infekcie KPC, SR, 2014 – 2019

Rizikové faktory	KPC		Počet hospitalizovaných	OR	p hodnota	95% CI
	abs.	rel. %				
Vek						
< 1 rok	1	0,00	499 059	0,04	0,0011	0,0056 - 0,2940
1-4 roky	1	0,00	220 780	0,08	0,0136	0,0113 - 0,5980
5-14 rokov	2	0,00	282 016	0,13	0,0046	0,0312 - 0,5324
14-24 rokov	24	0,01	437 027	1,00	0,9936	0,6043 - 1,6478
25-34 rokov	42	0,01	763 224	-	ref.hodnota	-
35-44 rokov	77	0,01	676 160	2,07	p<0,0001	1,4210 - 3,0141
45-54 rokov	142	0,02	695 924	3,71	p<0,0001	2,6283 - 5,2326
55-64 rokov	299	0,03	1 127 499	4,82	p<0,0001	3,4896 - 6,6577
> 65 rokov	1004	0,04	2 473 789	7,38	p<0,0001	5,4182 - 10,0461
Oddelenie						
OAIM	278	0,27	104 044	10,32	p<0,0001	9,0647 - 11,7455
Chirurgické oddelenie	370	0,03	1 217 154	0,96	0,4523	0,8514 - 1,0743
JIS	8	0,00	333 698	0,07	p<0,0001	0,0357 - 0,1433
ODCH	255	0,13	189 515	1,89	p<0,0001	1,6506 - 2,1580
Hemat. a transfuziológia	53	0,31	17 274	10,08	p<0,0001	7,6688 - 13,2716
Interné lekárstvo	600	0,04	1 652 673	1,25	p<0,0001	1,1281 - 1,3817
Ostatné oddelenia	28	0,00	1 547 748	0,04	p<0,0001	0,0280 - 0,0591
Spolu	1592	0,03	5 062 106	-	-	-

Legenda: abs.– celkový počet KPC pozitívnych pacientov, OR – Odds ratio, 95% CI – 95% konfidenčný interval, OAIM – oddelenie anestez. a intenzívnej medicíny

**Graf 5** Prezencia invazívnej zdravotníckej pomôcky pri infekciách vyvolaných KPC, SR, 2014-2019, N = 253

sme zistili u 253 prípadov z celkového počtu 1592, pričom najviac prípadov 58,10 % bolo v súvislosti s močovou katetrizáciou, po nej nasleduje intra-vaskulárna katetrizácia (20,95 %) a umelá pľúcna ventilácia (11,46 %) (graf 5).

Pri analýze rizikových faktorov sme sa zamerali aj na dva ďalšie rizikové faktory – vek a oddelenie, na ktorom boli hospitalizovaní pacienti s infekciou KPC v nami sledovanom období. So stúpajúcim vekom sa zvyšuje šanca akvizovať nozokomiálnu infekciu vyvolanú KPC. Pacienti starší ako 65 rokov majú u 7,38 väčšiu šancu získať infekciu KPC, než pacienti v mladších vekových skupinách.

Pacienti oddelení anesteziológie a intenzívnej medicíny majú 10,32 väčšiu šancu získať infekciu ako pacienti na iných oddeleniach. Podobne sú na tom aj pacienti na oddelení hematológie a transfuziológie (OR 10,08).

DISKUSIA

Karbapenemáza produkujúce *Enterobacteriaceae* (CPE) sú významnou a rastúcou hrozbou pre verejné zdravie. Klonálne šírenie a prenos sprostredkovaný plazmidmi prispieva k pretrvávajúcemu zvýšenému výskytu týchto baktérií v zdravotníckych zariadeniach.

Nozokomiálne nákazy spôsobené kmeňmi *Klebsiella pneumoniae* s produkciou karbapenemázy sa stávajú čoraz väčším problémom. Liu et al. (2020) vo svojej práci uvádza, že takmer tri štvrtiny (74,1 %) prípadov pozitivity KPC boli zistené ako súvisiace s poskytovaním zdravotnej starostlivosti [8].

V našej práci sme analyzovali súbor pacientov s infekciou KPC v Slovenskej republike v rokoch 2014 – 2019. Z celkového počtu 1742 prípadov KPC tvorilo 1592 nozokomiálne nákazy spôsobené *Klebsiella pneumoniae* s produkciou karbapenemázy (KPC), čo predstavuje 91,4 %. Od roku 2014 do roku 2019 sme zaznamenali stúpajúci trend výskytu KPC. Z hľadiska lokalizácie infekcií takmer tri štvrtiny tvorili pacienti s asymptomatickým nosičstvom. Po ňom nasledovali urologické infekcie (12,06 %), infekcie krvného riečiska (3,96 %), infekcie v mieste chirurgického výkonu (3,83 %) a infekcie dolných dýchacích ciest (3,45 %). López-González et al. (2019) vo svojej observačnej prospektívnej kohortovej štúdií uvádza, že v ich súbore boli pacienti s pozitívou biologickou vzorkou na KPC klinicky vyhodnotení a klasifikovaní ako infikovaní alebo kolonizovaní. Z 301 vzoriek bol klinickou vzorkou s najvyššou frekvenciou izolátov moč, nasledovali exsudáty, vzorky dýchacích ciest, a hemokultúry. Šesťdesiat percent izolátov predstavovalo infekciu a 40 % boli kolonizovaní pacienti [9]. Moemen et al. [10] vo svojej práci uvádza, že u pacientov jednotiek intenzívnej starostlivosti terciárnych nemocníc bola KPC najčastejšie izolovaná zo vzoriek z dýchacích ciest (62 %), moču (14 %), operačnej rany (9,5 %), hemokultúry (9,5 %) a špičky vaskulárneho katétra (5 %). Výsledky štúdií naznačujú diferenciáciu, ktorá môže byť spôsobená v rozdielnej metodike spracovania a hodnotenia klinických vzoriek ako aj v rozdielom type poskytovania zdravotnej starostlivosti v zmysle závažnosti základného zdravotného stavu, či potrebe invazívnych zdravotníckych pomôcok [11].

Najväčšie riziko z hľadiska typu oddelenia, na ktorom sú pacienti hospitalizovaní predstavujú oddelenia anestéziológie a intenzívnej medicíny, kde majú pacienti najväčšiu šancu získať infekciu KPC (OR 10,32) spomedzi všetkých ostatných oddelení. Vysoké riziko predstavuje aj oddelenie hematológie a transfúziológie, kde sa poskytuje liečebná starostlivosť pacientom s hematologickými a onkohematologickými ochoreniami (OR 10,08). Na tomto type oddelenia ide často o pacientov s predispozí-

ciou na závažné a život ohrozujúce infekcie. Častý výskyt *Klebsiella pneumoniae*, ale aj ďalších nemocničných patogénov je u pacientov s granulocytopeniou [12] a najviac pacientov s izoláciou KPC je z JIS, oddelení chirurgických smerov a hematologického oddelenia [13].

Z celkového počtu 1592 nozokomiálnych nákaz vyvolaných KPC bolo 253 prípadov v súvislosti so zavedením invazívnej zdravotníckej pomôcky, čo predstavuje 15,9 % zo všetkých prípadov a viac ako polovicu symptomatických infekcií. Sotgiu et al. [14] vo svojej štúdií uvádza, že až 81,8 % pacientov s KPC malo súčasne alebo nedávno zavedenú invazívnu zdravotnícku pomôcku. Nakoľko v dostupných údajoch absentuje údaj o počte exponovaných (pacientov, ktorí mali zavedenú invazívnu pomôcku a nezískali infekciu KPC za sledované obdobie v Slovenskej republike), nebolo možné tento rizikový faktor analyzovať.

Ako sme v našej práci preukázali, tak so stúpajúcim vekom sa zvyšuje aj riziko infekcie KPC. Osoby staršie ako 65 rokov majú väčšiu šancu akvizovať infekciu ako mladší pacienti. K podobným záverom dospeli aj v štúdií kolektívu autorov Hu et al. [15], kde sa uvádza, že najviac ohrozenou skupinou boli práve osoby staršie ako 65 rokov.

Pri analýze údajov podľa typu nemocnice sme v našom súbore zistili, že takmer tri štvrtiny pacientov boli hospitalizované v terciárnych nemocniciach s kontinuálnym nárastom ich počtu v medziročných obdobiach. Obdobné zistenia boli publikované aj v iných štúdiách [16-18]. Terciárne nemocnice predstavujú najvyššie riziko z pohľadu infekcie KPC. Jedná sa o veľké zdravotnícke zariadenia (fakultné a univerzitné nemocnice), kde pracuje vysokošpecializovaný zdravotnícky personál, kde disponujú technickým vybavením a prijíma pacientov z primárnych a sekundárnych nemocníc.

ZÁVER

Spracovaním a vyhodnotením získaných výsledkov sme zistili, že v priebehu posledných rokov narastá výskyt *Klebsiella pneumoniae* produkujúcej karbapenemázu na celom území Slovenskej republiky. Kým v roku 2014 predstavovali diagnostikované prípady necelých päť percent z celého súboru pacientov v sledovanom období, v ostatnom sledovanom roku bola identifikovaná takmer štvrtina prípadov šesťročného obdobia. Z celkového počtu 1742 prípadov s izoláciou KPC tvorili prevažnú väčšinu nozokomiálne nákazy (91,4 %), ktorým sa

venovala pozornosť v tejto práci. Nozokomiálne nákazy sú významnou komplikáciou v súvislosti s poskytovaním zdravotnej starostlivosti. Je nesmierne dôležité klásť dôraz na dodržiavanie preventívnych i represívnych opatrení zamedzujúcich šíreniu nemocničných patogénov. Významným faktorom pre úspešnú intervenciu je vzdelávanie a školenie zamestnancov, obmedzenie používania invazívnych pomôcok, skrining vysokorizikových pacientov, zlepšenie hygieny rúk a antimikrobiálnej politiky už na úrovni nemocnice.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] CANDAN D.E., AKSÖZ N. *Klebsiella pneumoniae*: characteristics of carbapenem resistance and virulence factors. *Acta ABP Biochimica Polonica*. 2015; 62 (4): 867-874.
- [2] LOGAN L.K., WEINSTEIN, R.A. The Epidemiology of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae: The Impact and Evolution of a Global Menace. *The Journal of Infectious Diseases*. 2017; 215 (Suppl. 1): S28–S36.
- [3] BUSH K., BRADFORD P. Epidemiology of Lactamase-Producing Pathogens. *Clin Microbiol Rev*. 2020; 33 (2): e00047-19.
- [4] NOVÁK M., KAŠLÍKOVÁ K., NOVÁKOVÁ E. et al. Fenotypové a genotypové charakteristiky antibiotickej rezistencie u nemocničných kmeňov *Klebsiella pneumoniae* v Fakultnej nemocnici s poliklinikou Žilina. *Zdravotnicke listy*. 2021; 9 (4): 7-13.
- [5] EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. 2019; Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae, second update – 27 September 2019. ECDC: Stockholm. [online] [Cit. 2023-04-18]. Dostupné na internete: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/carbapenem-resistant-enterobacteriaceae-second-update>
- [6] KAŠLÍKOVÁ K., KRAJČOVIČOVÁ Z., MELUŠ V. Dôkaz tvorby biofilmu u klinicky významných patogénov. *Zdravotnicke listy*. 2022; 10 (4): 32-37.
- [7] EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL. 2022; Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals. Protocol version 6.1. Full scale survey and codebook. Stockholm: ECDC: 2022. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/antimicrobial-use-healthcare-associated-infections-point-prevalence-survey-version6-1.pdf>
- [8] LIU C., DU P., XIAO N. et al. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* is emerging as an increasingly prevalent K. pneumoniae pathotype responsible for nosocomial and healthcare-associated infections in Beijing, China. *Virulence*. 2020; 11 (1): 1215-1224.
- [9] LÓPEZ-GONZÁLEZ L., VIÑUELA-PRIETO J.M., RODRIGUEZ-AVIAL I. et al. Description of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae isolates in a Spanish tertiary hospital. Epidemiological analysis and clinical impact. *Revista espanola de quimioterapia : publicacion oficial de la Sociedad Espanola de Quimioterapia*. 2019; 32 (3): 254-262.
- [10] MOEMEN D., MASALLAT T. D. Prevalence and characterization of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* isolated from intensive care units of Mansoura University hospitals, *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2017; 4 (1): 37-41.
- [11] KAŠLÍKOVÁ K., MELUŠ V., KRAJČOVIČOVÁ Z. et al. Tvorba biofilmu ako dôležitý klinický problém. *Zdravotnicke listy*. 2019; 7 (2): 42-47.
- [12] SZILÁGYIOVÁ M., ŠIMEKOVÁ K. et al. *Infektológia pre prax*. 1.vydanie. Bratislava, Herba, 2010. 292 s. ISBN 978-80-89171-66-8.
- [13] YUAN Y., WANG J., YAO Z. et al. Risk Factors for Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Bloodstream Infections and Outcomes. *Infection and drug resistance*. 2020; 13: 207-215.
- [14] SOTGIU G., ARE B.M., PESAPANE L. et al. Nosocomial transmission of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in an Italian university hospital: a molecular epidemiological study. *Journal of Hospital Infection*. 2018; 99 (4): 413-418.
- [15] HU Y., LIU C., SHEN Z. et al. Prevalence, risk factors and molecular epidemiology of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in patients from Zhejiang, China, 2008–2018. *Emerg Microbes Infect*. 2020; 9 (1): 1771-1779.
- [16] ZHANG Y., WANG Q., YIN Y. et al. Epidemiology of Carbapenem-Resistant *Enterobacteriaceae* Infections: Report from the China CRE Network. *Antimicrob Agents Chemother*. 2018; 62 (2): e01882-17.

- [17] BARTOLINI A., BASSO M., FRANCHIN E. et al. Prevalence, molecular epidemiology and intra-hospital acquisition of *Klebsiella pneumoniae* strains producing carbapenemases in an Italian teaching hospital from January 2015 to September 2016. *International Journal of Infectious Diseases*. 2017; 59: 103-109.
- [18] KAŠLÍKOVÁ K., MELUŠ V., KRAJČOVIČOVÁ Z. et al. Sledovanie tvorby biofilmu u bakteriálnych kmeňov izolovaných z prostredia nemocníc. *Zdravotnicke listy*. 2022; 10 (2): 93-99.