

VÝSKYT BAKTERIÍ STAPHYLOCOCCUS AUREUS A METICILIN-REZISTENTNÍCH STAPHYLOCOCCUS AUREUS NA ČASTO DOTÝKANÝCH POVRŠÍCH V PROSTŘEDÍ UNIVERZITY

OCCURRENCE OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS AND METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS ON FREQUENTLY TOUCHED SURFACES IN A UNIVERSITY ENVIRONMENT

KRISTÝNA BRODÍKOVÁ, IVETA ADÁMKOVÁ, RENÁTA KARPÍŠKOVÁ

Ústav veřejného zdraví, Lékařská fakulta, Masarykova Univerzita, Brno, Česká republika

SOUHRN

Cíl: Cílem studie bylo zmapovat výskyt bakterií *Staphylococcus aureus* a meticilin-rezistentních *Staphylococcus aureus* v prostředí univerzitního kampusu. Důraz byl kladen na identifikaci potenciálně rizikových míst z hlediska častého kontaktu s povrchy a vysoké koncentrace osob.

Metody: Vzorkování probíhalo na předem vytipovaných lokalitách univerzity za použití sterilních sťerových houbiček. Odebraný materiál byl pomnožen v pufované peptonové vodě (24 hod, 37 °C) a dále kultivován na selektivních médiích. Výskyt bakterií *Staphylococcus aureus* a meticilin-rezistentních *Staphylococcus aureus* byl potvrzen pomocí metody PCR. U izolátů meticilin-rezistentních *S. aureus* byly dále detekovány geny virulence, určeny *spa* typy a testována rezistence k antimikrobikům.

Výsledky: Celkem bylo analyzováno 312 vzorků odebraných z povrchů v univerzitních koridorech, knihovně a dvou stravovacích zařízeních. *S. aureus* byl detekován ve 210 vzorcích (67,3 %). Získáno bylo také 8 izolátů meticilin-rezistentních *S. aureus* (2,6 %). Identifikovány byly *spa* typy meticilin-rezistentních *S. aureus* t304 (častý na Blízkém východě) a t011 náležející ke klonální linii ST398, t126 a t189. Tři izoláty meticilin-rezistentních *S. aureus* byly klasifikovány jako multirezistentní.

Závěr: Výsledky poukazují na významnou kontaminaci univerzitního prostředí bakteriemi *Staphylococcus aureus* a meticilin-rezistentních *Staphylococcus aureus*, zejména na površích s vysokou frekvencí dotyku. Zdůrazňuje se potřeba časté a cílené dezinfekce, vhodné volby čisticích prostředků a důsledné podpory hygieny rukou mezi studenty i zaměstnanci. Monitoring těchto patogenů může být klíčovým nástrojem prevence komunitního šíření, a to i s ohledem na možný přenos do zdravotnických zařízení.

Klíčová slova: *Staphylococcus aureus*, meticilin-rezistentní *Staphylococcus aureus* (MRSA), prostředí univerzity, kontaminace povrchová, veřejné zdraví, monitoring prostředí

SUMMARY

Objective: The aim of this study was to assess the occurrence of *Staphylococcus aureus* (SA) and methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) in a university campus environment. Emphasis was placed on identifying potentially high-risk areas with frequent surface contact and high population density.

Methods: Sampling was conducted at pre-selected locations across the university using sterile swab sponges. Samples were enriched in buffered peptone water (24 h, 37 °C) and subsequently cultured on selective media. The presence of SA/MRSA was confirmed using PCR. For MRSA isolates, virulence genes were detected, *spa* types were determined, and antimicrobial resistance was tested.

Results: A total of 312 surface samples were collected from university corridors, the library, and two dining facilities. *S. aureus* was detected in 210 samples (67.3%). Additionally, 8 MRSA isolates were obtained (2.6%). Identified MRSA *spa* types included t304 (common in the Middle East), t011 belonging to the clonal lineage ST398, as well as t126 and t189. Three MRSA isolates were classified as multidrug-resistant.

Conclusion: The findings highlight significant contamination of the university environment with SA and MRSA, particularly on frequently touched surfaces. The results underscore the importance of regular and targeted disinfection, appropriate selection of cleaning agents, and consistent promotion of hand hygiene among students and staff. Monitoring these pathogens may be a key tool in preventing community spread, especially considering the potential for transmission into healthcare settings.

Key words: *Staphylococcus aureus*, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), university environment, surface contamination, public health, environmental monitoring

Úvod

Staphylococcus aureus (SA) je mikroorganismus schopný dlouhodobě přežít v různých prostředích. Jeho hlavním rezervoárem je člověk, který může kontaminovat širokou škálu povrchů v nemocničních i komunitních zařízeních (1, 2). Výskyt *S. aureus* v prostředí je významný zejména z hlediska možnosti nepřímého přenosu na vnímavé jedince, a to především v prostředích s vysokou koncentrací osob a častým kontaktem s povrchy (3).

Staphylococcus aureus byl opakovaně detekován na frekventovaně dotýkaných plochách na veřejných místech, jako jsou kliky dveří, madla či stoly (2). Jeho přežívání je podmíněno rezistencí k vysychání a odolností vůči některým dezinfekčním prostředkům. Vyšší míra kontaminace byla zaznamenána v prostředcích veřejné dopravy nebo v nákupních centrech. Studie z Bratislavy prokázala přítomnost *S. aureus* ve všech 40 vzorcích z madel a tlačítek městské dopravy (4). V Ósace byla kontaminace detekována u více než 6 % vzorků z nákupních košíků včetně meticilin-rezistentního izolátu *Staphylococcus aureus* (MRSA) (5).

Univerzitní kampusy, koleje, učebny a zařízení společného stravování představují potenciálně riziková místa s možným zvýšeným výskytem *S. aureus* (2). V prostředích určených ke stravování studentů a zaměstnanců je správná hygiena klíčová nejen z hlediska bezpečnosti podávaných pokrmů, ale také kvůli prevenci šíření patogenů. Nedostatečná sanitace povrchů může vést ke kontaminaci pracovních ploch a prostor určených k občerstvování, čímž se zvyšuje riziko přenosu mikroorganismů (6, 7).

Dostupné studie naznačují, že výskyt *S. aureus* i MRSA není omezen pouze na nemocniční prostředí, ale je nutné je sledovat i v komunitním prostředí, včetně škol, školek či univerzit (2, 8). Přítomnost těchto mikroorganismů v univerzitních jídelnách a sdílených prostorách však zatím není dostatečně zdokumentována a údaje o míře kontaminace těmito bakteriemi jsou omezené. Data o výskytu *Staphylococcus aureus* v univerzitním prostředí v České republice dosud chybí.

Cílem této studie bylo sledovat výskyt *S. aureus* a MRSA na frekventovaně dotýkaných površích v prostorách univerzity a v zařízeních společného stravování určených pro studenty a zaměstnance. Studie se zaměřila na zjištění prevalence těchto mikroorganismů a identifikaci rizikových míst častěji spojených s jejich výskytem.

Metody

Odběr vzorků

Stěry byly prováděny z vybraných povrchů v univerzitním prostředí a vybraných studentských stravovacích zařízeních se zaměřením na často dotýkané plochy. V rámci univerzitního prostředí Masarykovy univerzity v Brně probíhal odběr v koridorech lékařské fakulty a přírodovědecké fakulty (madla dveří, odpadkové koše, dveře toalet, nápojové automaty, stoly a židle), v knihovně sdílené oběma fakultami (kliky dveří, knihy, klávesnice a myši počítačů, police na knihy, stoly, židle, zábradlí) a ve dvou různých typech stravovacího zařízení pro studenty univerzity (stoly, židle, kliky dveří, mikrovlnky). Sběr vzorků probíhal průběžně

v letech 2021–2024. K odběru vzorků byla použita sterilní vlhčená stěrová houbička EZ Reach™ (World Bioproducts, USA). Po odběru bylo k houbičce přidáno 20 ml pufované peptonové vody (Buffered Peptone Water, BPW, Oxoid, UK) a následně byl vzorek inkubován při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin.

Kultivace a izolace suspektních kolonií

Po inkubaci byly vzorky vyočkovány na dvě selektivní půdy:

- MRSA chromogenní agar (Liofilchem, Itálie) pro selekci meticilin-rezistentních izolátů *Staphylococcus aureus* (MRSA),
- Baird-Parker agar (BP; Biokar Diagnostics, Francie) pro detekci koaguláza-pozitivních stafylokoků.

Extrakce DNA a identifikace metodou PCR

Z čistých kultur byla extrahována bakteriální DNA, která byla použita pro polymerázovou řetězovou reakci (PCR) k detekci genu *Sa442* (specifického pro bakterie *Staphylococcus aureus*) (9) a genu *mecA* (marker meticilinové rezistence) (10).

Izoláty MRSA

Všechny izoláty s přítomností genu *mecA* byly dále podrobeny testování na rezistenci vůči antimikrobiálním látkám diskovou difúzní metodou pro určení citlivosti na sadu antimikrobiálních látek: DA, klindamycin (2 µg); E, erytromycin (15 µg); CN, gentamicin (10 µg); TE, tetracyklin (30 µg); C, chloramfenikol (30 µg); CIP, ciprofloxacín (5 µg); FOX, cefoxitin (30 µg); RD, rifampicin (5 µg); FD, fusidová kyselina (10 µg); MUP, mupirocin (200 µg). Výsledky byly interpretovány podle kritérií Evropského výboru pro testování antimikrobiální citlivosti (EUCAST) (11). Dále byla u izolátů testována přítomnost genů virulence pro exfoliatin A, exfoliatin B (*eta*, *etb*) (12), Pantonův-Valentinův leukocidin (*lukS-PV* a *lukF-PV*) (13) a toxin syndromu toxického šoku (*tst*) (14). Izoláty MRSA byly analyzovány *spa* typizací, při které došlo k amplifikaci polymorfní oblasti X genu pro stafylokokový protein A (*spa*) (15). Z výsledku Sangerova sekvenování komerční firmou (Eurofins genomics, Německo) byl určen příslušný *spa* typ.

Výsledky

V rámci odběrů v koridorech bylo analyzováno celkem 124 vzorků z prostor lékařské fakulty (LF) a 75 vzorků z přírodovědecké fakulty (PřF). Prevalence pozitivních nálezů bakterií *Staphylococcus aureus* (SA) na LF byla 80 %, zatímco na PřF dosahovala 64 % (graf 1). Nejvyšší míru kontaminace SA vykazovaly na obou fakultách rizikové povrchy, jako jsou odpadkové koše a kliky v prostorách toalet (tab. 1).

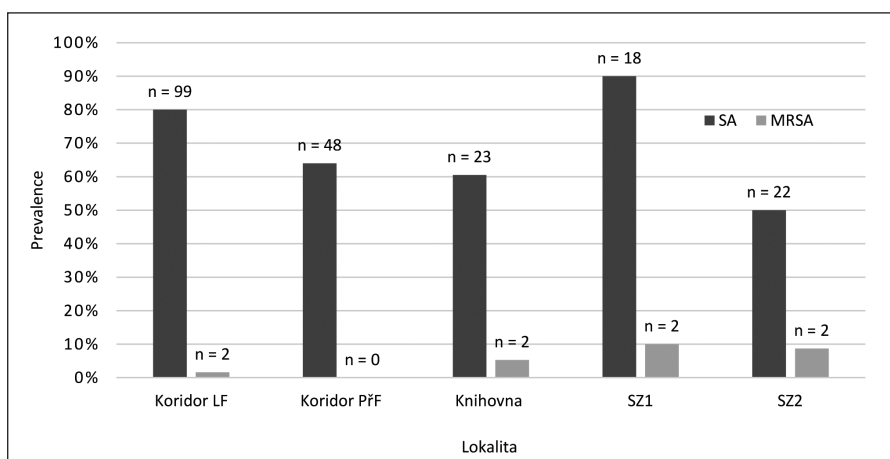
Na přírodovědecké fakultě nebyly pro vzorkování k dispozici stoly a židle, a proto není možné porovnat kontaminaci těchto povrchů v obou koridorech. Na lékařské fakultě byly na rizikových površích detekovány i izoláty MRSA s prevalencí 1,6 %, což poukazuje na zvýšené riziko přenosu rezistentních kmenů právě na těchto místech.

V prostorách knihovny, kterou sdílejí obě fakulty, dosahovala prevalence bakterií *Staphylococcus aureus* 60,5 %. Mezi kontaminovanými místy byly detekovány i izoláty MRSA s prevalencí 5,3 %, konkrétně na povrchu knihy a zábradlí schodiště, což potvrzuje přítomnost potenciálně rizikových bakterií i ve studijním prostředí.

Poslední skupinu vzorkovaných míst tvořily prostory určené ke stravování studentů. Testovány byly dvě samostatná stravovací zařízení (SZ1 a SZ2) se zaměřením na jídelní stoly a židle. Prevalence SA byla ve SZ1 90 % a v SZ2 50 %. Ve stravovacím zařízení SZ2 byly navíc zahrnuty do testování i vstupní dveře, kde byla detekována výrazně vyšší míra kontaminace SA

(74 %) a současně byla potvrzena přítomnost MRSA u téměř 9 % vzorků. Další dva izoláty MRSA (10 %) byly identifikovány ve stravovacím zařízení SZ1.

Statistické analýzy umožnily porovnat pravděpodobnost výskytu bakterií *Staphylococcus aureus* na jednotlivých místech v rámci fakult a zároveň kumulativně vyhodnotit rozdíly mezi jednotlivými fakultami, koridory, knihovnou a stravovacími prostory (tab. 2). Výsledky ukazují, že významně vyšší pravděpodobnost výskytu SA byla zaznamenána u klik a madel dveří na lékařské fakultě v porovnání s přírodovědeckou fakultou. Na ostatních sledovaných místech byla pravděpodobnost výskytu srovnatelná nebo vyšší na přírodovědecké fakultě.



Graf 1: Přehled prevalence SA a MRSA v testovaných lokalitách.

LF – lékařská fakulta, PŘF – přírodovědecká fakulta, SZ1 – stravovací zařízení 1, SZ2 – stravovací zařízení 2

Tab.1: Prevalence bakterií *Staphylococcus aureus* (SA) a MRSA na různých místech odběrů vzorků

Kategorie	Místo	Počet odběrů	Počet nálezů SA	Prevalence SA (%)	Počet nálezů MRSA	Prevalence MRSA (%)
Odpadkový koš	LF	24	19	79,2	1	4,2
	PŘF	18	15	83,3	0	0,0
Toalety	LF	30	25	83,3	0	0,0
	PŘF	4	4	100,0	0	0,0
Dveře	LF	48	43	89,6	1	2,1
	PŘF	48	25	52,1	0	0,0
Nápojový automat	LF	8	3	37,5	0	0,0
	PŘF	5	4	80,0	0	0,0
Stoly a židle	LF	14	9	64,3	0	0,0
	PŘF	0	-	-	-	-
Dveře	knihovna	5	4	80,0	0	0,0
Knihy		8	3	37,5	1	12,5
Počítač		5	4	80,0	0	0,0
Police		5	3	60,0	0	0,0
Stůl		5	2	40,0	0	0,0
Židle		5	4	80,0	0	0,0
Zábradlí		5	3	60,0	1	20,0
Stůl	SZ1	20	8	40,0	1	5,0
Židle		20	10	50,0	1	5,0
Stoly a židle	SZ2	4	2	50,0	0	0,0
Dveře		23	17	73,9	2	8,7
Mikrovlnky		8	3	37,5	0	0,0

LF – lékařská fakulta, PŘF – přírodovědecká fakulta, SA – *Staphylococcus aureus*, MRSA – metilicilin-rezistentní *Staphylococcus aureus*, SZ1 – stravovací zařízení 1, SZ2 – stravovací zařízení 2; tučně zvýrazněné – záchyty MRSA

Tab. 2: Porovnání šancí výskytu SA a MRSA na jednotlivých testovaných místech

Porovnání	Odds ratio (OR)	Interval 95 % CI	p-value
Odpadkový koš LF vs. odpadkový koš PřF (SA)	0,76	(0,16–3,70)	0,734
Toalety LF vs. toalety PřF (SA)	0,52	(0,02–11,03)	0,67
Dveře LF vs. dveře PřF (SA)	7,91	(2,67–23,43)	0,002*
Nápojový automat LF vs. nápojový automat PřF (SA)	0,15	(0,01–2,06)	0,156
Koridor LF vs. koridor PřF (SA)	2,22	(1,34–4,83)	0,016*
Koridory (LF + PřF) vs. knihovna (SA)	1,85	(0,90–3,81)	0,094
Koridory (LF + PřF) vs. SZ (SA)	2,48	(1,42–4,28)	0,001*
Koridor LF vs. koridor PřF (MRSA)	3,09	(0,15–66,25)	0,45
Koridory (LF + PřF) vs. knihovna (MRSA)	0,18	(0,025–1,34)	0,1
Koridory (LF + PřF) vs. SZ (MRSA)	0,19	(0,034–1,05)	0,06

*statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$); LF – lékařská fakulta, PřF – přírodovědecká fakulta, MRSA – metilicilin-rezistentní *Staphylococcus aureus*, SA – *Staphylococcus aureus*, SZ – stravovací zařízení 1 a stravovací zařízení 2 dohromady

Celkově však byla kumulativní šance záchytu SA na všech testovaných místech vyšší na lékařské fakultě.

Z hlediska typologie prostředí vykazovaly oba koridory vyšší míru kontaminace SA než knihovna a stravovací zařízení. Pokud jde o výskyt izolátů MRSA, byla šance jejich záchytu vyšší na LF než na PřF. Nejvyšší pravděpodobnost záchytu MRSA byla zaznamenána v knihovně a stravovacích prostorech, což poukazuje na zvýšené riziko jejich přítomnosti v těchto typech prostředí.

Charakterizace izolátů MRSA

U všech získaných izolátů MRSA byla provedena analýza na přítomnost vybraných genů virulence (tab. 3), žádný z nich nenesl sledované virulenční faktory. Všechny izoláty byly rezistentní na cefoxitin, což potvrzuje jejich zařazení mezi metilicilin-rezistentní stafylokoky.

Izoláty pocházející z lékařské fakulty navíc vykazovaly rezistenci vůči klindamycinu a tetracyklinu. Nejvíce rezistentní byl izolát získaný ze stravovacího zařízení, u kterého byla zaznamenána rezistence nejen k cefoxitinu a klindamycinu, ale také erytromycinu, gentamycinu a ciprofloxacinu, což odpovídá multirezistentnímu profilu.

Typizací pomocí *spa* sekvenace bylo zjištěno, že v knihovně a ve stravovacím zařízení SZ1 byl přítomen identický klon nesoucí *spa* typ t304, jehož izoláty sdílely shodný profil rezistence k antimikrobikům. Na LF byly naopak detekovány izoláty se *spa* typem t011. Ve stravovacím zařízení SZ2 pak byly identifikovány

další *spa* typy t126 a t189, což ukazuje na různé zdroje kontaminace v rámci tohoto prostoru.

Diskuse

Monitoring kontaminace prostředí mikroorganismy, včetně *Staphylococcus aureus* (SA) a jeho rezistentních kmenů MRSA, je běžně prováděn zejména v nemocnicích vzhledem k riziku šíření nákaz souvisejících se zdravotní péčí (1). Naše výsledky, podobně jako další studie, ukazují, že potenciálně patogenní mikroorganismy se vyskytují i mimo nemocniční prostředí.

Univerzitní prostory, ve kterých se pohybují převážně mladí lidé, včetně studentů lékařských fakult s častým kontaktem s nemocničním prostředím, představují významné riziko pro šíření SA a MRSA. V předchozí studii jsme detekovali výskyt SA na nosní sliznici přesahující 40 % u studentů medicíny, včetně výskytu MRSA, což poukazuje na možnost přenosu těchto bakterií do okolního prostředí (16).

Kvůli vysoké odolnosti bakterií SA může docházet k jejich dlouhodobému přežívání na površích, přičemž toto přežívání závisí na typu materiálu a frekvenci čištění a dezinfekce. Materiály s antimikrobiálními vlastnostmi, například měď, významně snižují přežívání bakterií během 24–72 hodin (17). Hladká nerezová ocel s neporézním povrchem, používaná např. na klikách či madlech dveří, snižuje přilnavost bakterií oproti porézním materiálům, avšak v naší studii jsme i zde

Tab. 3: Přehled izolátů MRSA a jejich charakteristika

Izolát	Místo odběru	Virulence*	Rezistence	<i>spa</i> typ
M1	LF – odpadkový koš	negativní	DA, TE, FOX	t011
M2	LF – dveře	negativní	DA, TE, FOX	t011
M3	knihovna – zábradlí	negativní	FOX	t304
M4	knihovna – kniha	negativní	FOX	t304
M5	SZ1 – stůl	negativní	FOX	t304
M6	SZ1 – židle	negativní	FOX	t304
M7	SZ2 – dveře	negativní	FOX	t126
M8	SZ2 – dveře	negativní	DA, E, CN, CIP, FOX	t189

**exfoliatin A*, *exfoliatin B* (*eta*, *etb*), *Panton-Valeutinův leukocidin* (*lukS-PV* a *lukF-PV*), *toxin syndromu toxického šoku* (*1st*); LF – lékařská fakulta, SZ1 – stravovací zařízení 1, SZ2 – stravovací zařízení 2, DA – klindamycin, TE – tetracyklin, FOX – cefoxitin, E – erytromycin, CN – gentamycin, CIP – ciprofloxacín

detekovali SA a MRSA. Doba jejich přežívání na těchto površích zůstává nejasná (17).

Vzhledem k výskytu bakterií *Staphylococcus aureus* v prostředí je sanitace a dezinfekce povrchů klíčovým preventivním opatřením proti jeho dalšímu šíření. V těchto prostorách se běžně používají chemické dezinfekční prostředky na bázi peroxidu vodíku a kyseliny peroctové, které jsou standardem také v nemocniční praxi a vykazují vysokou účinnost vůči SA. Na neporézních površích, jako jsou kliky nebo stoly, lze efektivně použít také kvartérní amoniové sloučeniny (18). Úspěšnost odstranění bakterií SA z prostředí byla prokázána i u specializovaných dezinfekčních přípravků, například Micro 10, Deconex, Unisepta Plus nebo Alprocid (19).

Problematické však mohou být látkové potahy židlí a sedaček, které se běžnými dezinfekčními postupy čistí obtížně. Studie zaměřená na prostředky hromadné dopravy prokázala vyšší bakteriální kontaminaci látkových sedaček oproti plastovým (20), v současnosti se proto používají textilie s obsahem stříbra. V naší studii byly zahrnuty pouze židle s plastovým povrchem, které umožňují snadnější sanitaci. Přesto byla prevalence SA na těchto površích vysoká, v závislosti na místě odběru dosahovala 50–80 %, a byl zachycen i jeden izolát MRSA.

Mezi doporučené postupy ke snížení kontaminace prostředí patří kromě používání dezinfekčních prostředků také identifikace rizikových ploch, které by měly být čistěny častěji. V našem případě se jedná zejména o kliky a madla dveří, prostory toalet, klávesnice a myši sdílených počítačů v knihovnách, stoly a židle ve stravovacích zařízeních (6).

Doporučuje se rovněž zpřístupnění dezinfekce nebo dezinfekčních ubrousků ve studijních prostorech a jídelnách a podpora osobní hygieny rukou u studentů i zaměstnanců, zejména po kontaktu s často dotýkanými povrchy a před konzumací jídla (6).

Vyšší výskyt bakterií SA byl překvapivě zaznamenán v univerzitních koridorech. Při srovnání jednotlivých fakult byl vyšší záchyt SA na lékařské fakultě, což může souviset s vyšší frekvencí pohybu osob nebo s rozdílným počtem odebraných vzorků.

Naše výsledky ukazují vyšší pravděpodobnost detekce MRSA v prostorách knihoven a stravovacích zařízení ve srovnání s univerzitními koridory. Jedním z možných vysvětlení je delší doba pobytu studentů v těchto prostorech, a tedy vyšší riziko přenosu bakterií. Izolát MRSA byl detekován i na obalu knihy. V tomto případě je klíčová důsledná hygiena rukou.

Všechny izoláty MRSA byly podrobeny bližší charakterizaci. Žádný z nich nenesl geny pro klinicky významné virulenci faktory. Nicméně tři z osmi izolátů splňovaly kritéria multirezistence, jelikož vykazovaly rezistenci vůči třem a více skupinám antimikrobiálních látek.

Dva z těchto izolátů, získané v rámci jednoho odběru na LF z madla dveří a blízkého odpadkového koše, vykazovaly rezistenci vůči tetracyklinu a byly zařazeny do *spa* typu t011. Tyto charakteristiky odpovídají klonálnímu komplexu CC398 známému jako livestock-associated MRSA (LA-MRSA), který se vyskytuje typicky u hospodářských zvířat (21).

Přítomnost těchto kmenů může souviset s nosičstvím u osob, které jsou v kontaktu s hospodářskými zvířaty nebo s kontaminací potravinářských produktů, zejména obalů masných výrobků, ve kterých byl CC398 již dříve

detekován. U prasat je CC398 běžně rozšířen a bylo prokázáno, že tyto kmeny mohou přežívat i v masných výrobcích, například v trvanlivých salámech (22). Kontaminace rukou osob manipulujících s potravinami a následná kontaminace prostředí, například při vyhazování obalů do koše, by mohla přítomnost těchto kmenů v univerzitním prostředí vysvětlovat.

Tyto nálezy opět zdůrazňují význam důsledné hygieny rukou, a to nejen před jídlem, ale i po manipulaci s potravinami.

K dalším zajímavým nálezům patří i čtyři izoláty MRSA zařazené do *spa* typu t304, které byly izolovány z knihovny a stravovacího zařízení 1. Tento *spa* typ je typický pro oblast blízkého východu, kde se běžně vyskytuje (23). Mobilita studentů může představovat jeden z faktorů, které mohou ovlivnit zavlečení nových typů MRSA do prostředí českých univerzit. Nedostatečná hygiena rukou a nepostačující čistota prostředí může usnadnit šíření kmene t304 v novém prostředí. V tomto kontextu může hrát prostředí klíčovou roli při přenosu na další vnímavé jedince.

Ve stravovacím zařízení 2 byly detekovány dva odlišné kmeny MRSA patřící do *spa* typů t126 a t189. Tento nález naznačuje přítomnost více nosičů MRSA, kteří nezávisle kontaminovali stejné prostředí, což poukazuje na možnost kontinuálního přenosu mezi prostředím a lidmi.

Dle dostupných studií se v českých nemocnicích nejčastěji vyskytují *spa* typy t003, t586, t014 a t002 (24, 25), zatímco v našem souboru z univerzitního komunitního prostředí byly detekovány odlišné *spa* typy, konkrétně t011, t304, t126 a t189. Tento rozdíl poukazuje na skutečnost, že nemocniční kmeny do komunitního prostředí pravděpodobně často nepronikají, zatímco naopak některé komunitní kmeny pronikat do nemocničního prostředí mohou.

Závěr

Přestože je komunitní prostředí z hlediska výskytu bakterií *S. aureus* a MRSA často opomíjeno, je důležité poukázat na to, že místa s vysokou koncentrací osob mohou hrát významnou roli v šíření původců infekcí.

Pozitivní záchyty na všech plochách v testovaných lokalitách jasně poukazují na nezbytnost zavedení konkrétních praktických opatření, jako je pravidelné a důkladné čištění a dezinfekce povrchů vhodnými dezinfekčními prostředky, stejně jako systematické školení personálu zaměřené na správné hygienické postupy. Zároveň je klíčové důsledné dodržování základních hygienických návyků, zejména v místech spojených se stravováním, kde je nutný zvýšený důraz na hygienu rukou a čistotu povrchů. Tato opatření jsou zásadní pro účinnou prevenci šíření bakterií a ochranu zdraví uživatelů těchto prostor.

Prostředí hraje rovněž klíčovou roli při nepřímém přenosu na vnímavé jedince, čímž může docházet k šíření nových nebo v komunitě méně frekventních kmenů. V kontextu lékařské fakulty existuje navíc zvýšené riziko přenosu mikroorganismů na ohrožené skupiny pacientů během studentských praxí. Monitoring přítomnosti bakterií *S. aureus* a MRSA proto poskytuje cenný přehled o stavu hygieny prostředí, ve kterém se denně pohybujeme.

Poděkování

Tento výzkum byl podpořen grantem Agentury pro zdravotnický výzkum České republiky, Ministerstvo zdravotnictví ČR (č. NU23-09-00488) a projektem specifického vysokoškolského výzkumu Masarykovy univerzity (č. MUNI/A/1545/2024).

Střet zájmů: žádný.

ORCID

Kristýna Brodíkova <https://orcid.org/0009-0003-2711-1894>

Renáta Karpíšková <https://orcid.org/0000-0002-5456-9943>

LITERATURA

1. Pannewick B, Baier C, Schwab F, Vonberg RP. Infection control measures in nosocomial MRSA outbreaks-Results of a systematic analysis. *PLoS One*. 2021 Apr 7;16(4):e0249837. doi: 10.1371/journal.pone.0249837.
2. Ababneh Q, Jaradat Z, Khanfar M, Alnohoud R, Alzu'bi M, Makahleh S, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* contamination of high-touched surfaces in a university campus. *J Appl Microbiol*. 2022 Jun;132(6):4486-500.
3. Arinder P, Johannesson P, Karlsson I, Borch E. Transfer and decontamination of *S. aureus* in transmission routes regarding hands and contact surfaces. *PLoS One*. 2016 Jun 9;11(6):e0156390. doi: 10.1371/journal.pone.0156390.
4. Medveďová A, Györiová R. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and antibiotic resistant *Staphylococcus aureus* in public transport in Bratislava, Slovakia. *Acta Chim Slovaca*. 2019 Jul;12(1):41-5.
5. Mizumachi E, Kato F, Hisatsune J, Tsuruda K, Uehara Y, Seo H, et al. Clonal distribution of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* on handles of handheld shopping baskets in supermarkets. *J Appl Microbiol*. 2011 Feb;110(2):562-7.
6. Strategies for the prevention of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in schools: policy, infection prevention, education recommendations [Internet]. Trenton: New Jersey Department of Health; 2016 [cited 2025 Apr 16]. Available from: https://www.nj.gov/health/cd/ar/documents/recommendations_for_MRSA_in_schools.pdf.
7. Garcha S, Ghuman GK. Microbial Quality of Food Contact Surfaces in Retail Food Service Establishments. *Indian J Appl Res*. 2014 Feb;4(2):47-2.
8. Thapaliya D, Kadariya J, Capuano M, Rush H, Yee C, Oet M, et al. Prevalence and molecular characterization of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* on children's playgrounds. *Pediatr Infect Dis J*. 2019 Mar;38(3):e43-e47.
9. Martineau F, Picard FJ, Roy PH, Ouellette M, Bergeron MG. Species-specific and ubiquitous DNA-based assays for rapid identification of *Staphylococcus epidermidis*. *J Clin Microbiol*. 1996 Dec;34(12):2888-93.
10. Oliveira DC, de Lencastre H. Multiplex PCR strategy for rapid identification of structural types and variants of the *mec* element in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother*. 2002 Jul;46(7):2155-61.
11. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 14.0 [Internet]. EUCAST; 2024 [cited 2024 Mar 11]. Available from: https://www.eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Breakpoint_tables/v_14.0_Breakpoint_Tables.pdf.
12. Hososaka Y, Hanaki H, Endo H, Suzuki Y, Nagasawa Z, Otsuka Y, et al. Characterization of oxacillin-susceptible *mecA*-positive *Staphylococcus aureus*: a new type of MRSA. *J Infect Chemother*. 2007 Apr;13(2):79-86.
13. Lina G, Piémont Y, Godail-Gamot F, Bes M, Peter MQ, Gauduchon V, et al. Involvement of Panton-Valentine leukocidin-producing *Staphylococcus aureus* in primary skin infections and pneumonia. *Clin Infect Dis*. 1999 Nov;29(5):1128-32.
14. Mehrotra M, Wang G, Johnson WM. Multiplex PCR for detection of genes for *Staphylococcus aureus* enterotoxins, exfoliative toxins, toxic shock syndrome toxin 1, and methicillin resistance. *J Clin Microbiol*. 2000 Mar;38(3):1032-5.
15. Strommenger B, Bräulke C, Heuck D, Schmidt C, Pasemann B, Nübel U, et al. spa typing of *Staphylococcus aureus* as a frontline tool in epidemiological typing. *J Clin Microbiol*. 2008 Feb;46(2):574-81.
16. Brodíkova K, Rezková B, Koláčková I, Karpíšková R. Asymptomatic carriage and molecular characterization of *Staphylococcus aureus* in pre-clinical and clinical medical students. *Folia Microbiol (Praha)*. 2025 Feb;70(1):241-8.
17. Harris D, Taylor KP, Napierkowski K, Zechmann B. Indoor finish material influence on contamination, transmission, and eradication of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *HERD*. 2021 Jan;14(1):118-29.
18. Basak SS, Adak A. Physicochemical methods for disinfection of contaminated surfaces - a way to control infectious diseases. *J Environ Health Sci Eng*. 2024 Mar 7;22(1):53-64.
19. Parnia F, Hafezeqoran A, Moslehifard E, Mahboub F, Nahaei M, Akbari Dibavar M. Effect of different disinfectants on *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* transferred to alginate and polyvinylsiloxane impression materials. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2009 Fall;3(4):122-5.
20. Yeh PJ, Simon DM, Millar JA, Alexander HF, Franklin D. A diversity of antibiotic-resistant *Staphylococcus* spp. in a public transportation system. *Osong Public Health Res Perspect*. 2011 Dec;2(3):202-9.
21. Sharma M, Nunez-Garcia J, Kearns AM, Doumith M, Butaye PR, Argudín MA, et al. Livestock-associated methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA) clonal complex (CC) 398 isolated from UK animals belong to European lineages. *Front Microbiol*. 2016 Nov 9;7:1741. doi: 10.3389/fmicb.2016.01741.
22. Gelbičová T, Brodíkova K, Karpíšková R. Livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Czech retail ready-to-eat meat products. *Int J Food Microbiol*. 2022 Aug 2;374:109727. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109727.
23. Bartels MD, Worning P, Andersen LP, Bes M, Enger H, Ås CG, et al. Repeated introduction and spread of the MRSA clone t304/ST6 in northern Europe. *Clin Microbiol Infect*. 2021 Feb;27(2):284.e1-284.e5.
24. Pomorska K, Jakubu V, Malisova L, Fridrichova M, Musilek M, Zemlickova H. Antibiotic resistance, spa typing and clonal analysis of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolates from blood of patients hospitalized in the Czech Republic. *Antibiotics (Basel)*. 2021 Apr 6;10(4):395. doi: 10.3390/antibiotics10040395.
25. Tkadlec J, Capek V, Brajerova M, Smelikova E, Melter O, Bergerova T, et al. The molecular epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in the Czech Republic. *J Antimicrob Chemother*. 2021 Jan 1;76(1):55-64.

Došlo do redakce: 24. 4. 2025

Přijato k tisku: 13. 6. 2025

Mgr. Kristýna Brodíkova
Masarykova Univerzita
Lékařská fakulta
Ústav veřejného zdraví
Kamenice 753/5
625 00 Brno
Česká republika

E-mail: kristyna.brodikova@med.muni.cz