

BAKTÉRIE NA SMARTFÓNOCH ŠTUDENTOV MEDICÍNY

Bacteria on smartphones of medical students

Adrián BINKA¹, Marek UJPÁL¹, Petra OLEJNÍKOVÁ², Adriana LIPTÁKOVÁ¹, Hana DIBALOVÁ-ČULÁKOVÁ¹

¹Mikrobiologický ústav a Univerzitná nemocnica Bratislava, Lekárska fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, prednostka doc. MUDr. A. Liptáková, PhD., MPH, mim. prof.

²Ústav biochémie a mikrobiológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, riaditeľ ústavu prof. Ing. A. Breier, DrSc.

Abstrakt

Úvod: Mobilné telefóny typu smartfón môžu slúžiť ako užitočná pomôcka pri práci s pacientom, jednotné postupy na ich dekontamináciu v slovenských nemocniciach však chýbajú. Vo svetle narastajúcej antimikrobiálnej rezistencie bakteriálnych nozokomiálnych patogénov bola cieľom práce analýza bakteriálnej kontaminácie smartfónov študentov medicíny v súvislosti s ich správaním v nemocničnom prostredí.

Súbor a metódy: Vzorky boli získané vo forme steru z displeja smartfónov 45 študentov Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Kultivácia sa uskutočnila na krvnom agare, samotná analýza kultúr a ich identifikácia boli realizované hmotnostnou spektrometriou (MALDI-TOF). Zároveň bol študentom odoslaný dotazník zisťujúci návyky používania ich smartfónu.

Výsledky: Všetci opýtaní študenti vlastnia mobilný telefón typu smartfón a 91 % z nich ho používa aj počas klinických štáží. 80 % analyzovaných smartfónov preukazovalo bakteriálnu kontamináciu. Väčšina izolovaných baktérií patrila ku gram-pozitívnym baktériám bežne sa vyskytujúcim na ľudskej pokožke. Zvyšnú časť tvorili gramnegatívne baktérie, z ktorých bol identifikovaný klinicky významný druh *Acinetobacter baumannii*. Štatistická analýza dát získaných z dotazníka poukázala na významné zníženie bakteriálnej kontaminácie pri pravidelnej dezinfekcii smartfónu.

Záver: Získané výsledky poukazujú na potrebu zariadenia postupov na dekontamináciu smartfónov, ktoré by doplnili štandardné postupy hygieny v prostredí slovenských nemocníc (tab. 2, obr. 4, lit. 23). Text v PDF www.lekarsky.herba.sk.
KLÚČOVÉ SLOVÁ: mikrobiológia, smartfón, bakteriálna kontaminácia, hmotnostná spektrometria, vehikulum, dezinfekcia displeja.

Lek Obz 2024, 73 (2): 342-347

Abstract

Introduction: Smartphone-type mobile phones can serve as a useful aid during the work with patients, however, uniform procedures for their decontamination are missing in Slovak hospitals. In light of the increasing antimicrobial resistance of nosocomial bacterial pathogens, the objective of the study was to analyse bacterial contamination of smartphones from medical students in connection with their behaviour in the hospital setting.

Materials and methods: The samples were collected as a swab from the smartphone display of 45 students of the Faculty of Medicine, Comenius University. The culture was performed on blood agar, and the analysis of the cultures and their identification were performed by mass spectrometry (MALDI-TOF). In addition to the sampling, a questionnaire screening for smartphone usage habits was sent to the students.

Results: All students in the study own a smartphone-type mobile phone, and 91 % of them also use it during their clinical internships. 80 % of the analysed smartphones were contaminated by bacteria. Most of the isolated bacteria belong to gram-positive bacteria normally present on human skin. The remaining part consisted of gram-negative bacteria, where *Acinetobacter baumannii*, an important clinical species, was identified. Statistical analysis of data obtained from the questionnaire revealed a significant reduction in bacterial contamination when regular disinfection of smartphones was used.

Conclusions: The results of this study point to the need to define procedures for smartphone decontamination, which would be added to the standard hygiene protocols in the Slovak hospital setting (Tab. 2, Fig. 4, Ref. 23). Text in PDF www.lekarsky.herba.sk.

KEY WORDS: microbiology, smartphones, bacterial contamination, mass spectrometry, vehicle, display disinfection.

Lek Obz 2024, 73 (2): 342-347

Úvod

Infekcie získané v zdravotníckych zariadeniach (nozokomiálne infekcie) sú závažným celosvetovým problémom (1). Významné riziko predstavujú multirezistentné až extenzívne rezistentné bakteriálne patogény označované ako skupina ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter spp.*) (2, 3). Výskyt uvedených druhov je v prostrediach zdravotníckych zariadení intenzívne monitorovaný (4). Popri samotnej surveillance sa viac po-

zornosti začína venovať aj spôsobu šírenia nozokomiálnych patogénov (5) a zisťovaniu príbuznosti izolátov (6) za účelom zavedenia efektívnejších stratégií prevencie ich šírenia. Bežne používané hygienické predpisy jednotne neupravujú používanie mobilných telefónov v nemocničnom prostredí, ani nestanovujú pravidlá ich dekontaminácie. Od roku 2013 sa rozbehli štúdie analyzujúce riziko mobilných telefónov pre prenos patogénnych baktérií v zdravotníckych zariadeniach, ktoré načrtli možnosť mobilného telefónu slúžiť ako vehikulum pre nozokomiálne patogény (7, 8). Navyše novšie

typy mobilného telefónu, tzv. smartfóny, obsahujú aplikácie, ktoré umožňujú napríklad dohľadanie diagnostických postupov, dávkovania liečiv alebo výpočtov diagnostických skóre, čo ich priamo predurčuje na časté používanie študentmi a začínajúcimi lekármi počas vyšetrovania pacientov. Tieto typy mobilných telefónov boli v zahraničí vyhodnotené ako signifikantne väčší rizikový faktor pre kontamináciu baktériami s patogénnym potenciálom v porovnaní s tlačidlovými mobilnými telefónmi (9). Viaceré zahraničné štúdie už dokázali výskyt patogénnych baktérií na povrchu smartfónov u pracovníkov na nemocničných oddeleniach, akými sú anesteziológia, ortopedická chirurgia, či pediatria (10, 11, 12). Podobné štúdie zatiaľ neboli vykonané v podmienkach slovenských nemocníc.

Cieľ štúdie

Cieľom štúdie bolo zistiť zloženie a početnosť bakteriálnej kontaminácie smartfónov študentov všeobecného lekárstva po stážach na klinických pracoviskách a zhodnotiť správanie študentov s ich smartfónmi a jeho vplyv na bakteriálnu kontamináciu smartfónov.

Materiál a metódy

Odber materiálu

Vzorky vo forme sterov z displeja boli odobrané zo smartfónov 45 študentov 3. a 4. ročníka všeobecného lekárstva Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (12 mužov a 33 žien) po ukončení klinických stáží na dvoch vybraných pracoviskách. Odbery boli vykonávané asepticky, pomocou sterilného tampónu navlhčeného fyziologickým roztokom (0,9 % NaCl) (11). Tampóny boli umiestnené do skúmavky s transportným médiom Amies (Meus, SRL, Taliansko), uchovávané pri izbovej teplote a spracované do 2 hodín od odberu.

Kultivácia a uchovávanie kultúr

Vzorky boli spracované naočkovaním tampónu na krvný agar (BD BBL™ Stacker™, Columbia Blood Agar Plate, 5 % Sheep Blood in TSA Base, 15x100 mm Plate) a kultivované 2 dni pri teplote 37 °C. Morfológicky rôznorodé kolónie boli preočkované na zásobné platne s krvným agarom, kultivované 1 – 2 dni pri 37 °C a uschovávané pri 4 °C.

Kvantitatívna analýza bakteriálnej kontaminácie

Celková mikrobiálna kontaminácia smartfónu (kolóniotvorné jednotky/plocha displeja) bola stanovená semikvantitatívne – spočítaním vyrastených kolónií na krvnom agare.

Druhovú analýzu izolovaných baktérií

Baktérie boli identifikované metódou hmotnostnej spektrometrie MALDI-TOF podľa odporúčania výrobcu (Bruker Daltonics – autoflex™ speed MALDI-TOF). Meranie sa uskutočnilo pomocou programu Flexcontrol 3.4 a získané spektrá boli analyzované programom Biotyper 3.1 s vlastnou databázou. Identifikácia bola

uskutočnená v troch úrovniach – druhová identifikácia (skóre nad 2,0), zaradenie do rodu (skóre 1,7 – 2,0) a nedostatočná identifikácia (skóre pod 1,7). Vzorky s nedostatočným identifikačným skóre boli podrobené extrakcii a opätovne analyzované (13).

Testovanie citlivosti na antibiotické liečivá

Testovanie citlivosti na antibiotiká sa uskutočnilo pri klinicky významných baktériách (skupina ESKAPE) pomocou diskového difúzneho testu podľa odporúčaní EUCAST (14).

Analýza správania študentov

Správanie študentov s ich smartfónmi bolo analyzované formou elektronického dotazníka. Dotazník pozostával z otázok, ako súhlas o zaradenie do štúdie, pohlavie, miesto stáže, používanie smartfónu na stážach, miesto nosenia smartfónu, dezinfekcia smartfónu, dezinfekcia rúk, cestovanie na stáž pomocou mestskej hromadnej dopravy, bývanie na internáte, používanie knižkového obalu, využívanie smarhodiniek a používanie smartfónov na toalete. Získané dáta boli anonymizované.

Štatistická analýza

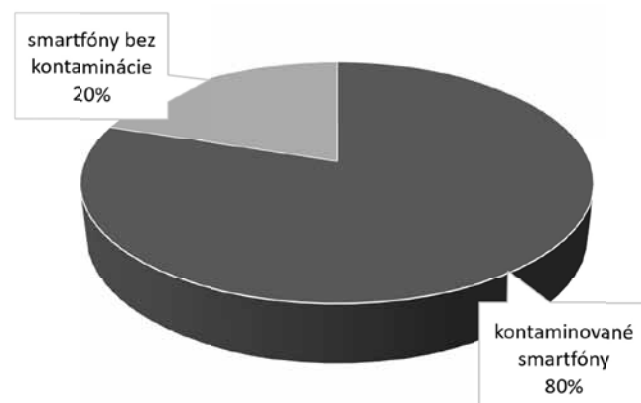
Dáta boli graficky zobrazené pomocou histogramu a následne analyzované neparametrickými testami (Wilcoxon–Mann–Whitney test) v programe MATLAB v. R2020a. Na analýzu zastúpenia jednotlivých čeladií na smartfónoch bol použitý chí-kvadrátový test dobrej zhody v programe MS Excel v. Microsoft Office Home and Student 2016. Štatistická významnosť bola vyhodnotená na základe hodnoty p (rozdiely boli považované za signifikantné pri $p < 0,05$).

Výsledky

Z celkového počtu 45 analyzovaných študentských smartfónov (ani jeden študent v súbore nepoužíval tlačidlový mobilný telefón), bolo 35 (80 %) kontaminovaných baktériami, zvyšných 20 % smartfónov bolo kultivačne negatívnych (obr. 1).

Obrázok 1. Podiel smartfónov kontaminovaných baktériami. 36 smartfónov (80 %) bolo kontaminovaných baktériami, 9 smartfónov (20 %) bez kultivačne zachytených baktérií.

Figure 1. Smartphones contaminated by bacteria. 36 smartphones (80 %) were contaminated by bacteria, in 9 smartphones (20 %) the cultivation analysis was negative.



V zložení bakteriálnej kontaminácie smartfónov dominovali grampozitívne baktérie patriace do 12 čeladi, gramnegatívne baktérie boli zastúpené dvoma čeladami (*Moraxellaceae* a *Caulobacteraceae*) (tab. 1).

Tabuľka 1. Prehľad izolovaných druhov vrámci čeladi, resp. skupín.

Zachytené baktérie patrili do 14 čeladi, z toho 12 čeladi obsahovalo grampozitívne baktérie a dve čelade patrili do skupiny gramnegatívnych nefermentujúcich baktérií (GNNFB).

Table 1. Overview of isolated species within bacterial families/groups. Isolated bacteria belong to 14 families, 12 families contain grampositive bacteria, two families belong to gramnegative non-fermenting bacteria.

G ⁺ /G ⁻	Čelade	Druhy
G ⁺ (12 čeladi)	<i>Staphylococcaceae</i> (koaguláza-negatívne stafylokoky)	<i>Staphylococcus hominis</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus auricularis</i> , <i>Staphylococcus cohnii</i> , <i>Staphylococcus haemolyticus</i> , <i>Staphylococcus capitis</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Staphylococcus pasteurii</i> , <i>Staphylococcus pettenkoferi</i>
	<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus pumilus</i> , <i>Bacillus oceanisediminis</i> , <i>Lysinibacillus fusiformis</i> , <i>Bacillus muralis</i> , <i>Bacillus sp.</i>
	<i>Micrococcaceae</i>	<i>Micrococcus luteus</i> , <i>Rothia mucillaginosa</i> , <i>Kocuria rhizophila</i> , <i>Micrococcus sp.</i>
	<i>Corynebacteriaceae</i>	<i>Corynebacterium minutissimum</i> , <i>Corynebacterium mucifaciens</i> , <i>Corynebacterium sp.</i>
	<i>Brevibacteriaceae</i>	<i>Brevibacterium casei</i> , <i>Brevibacterium paucivorans</i>
	<i>Rhodobacteraceae</i>	<i>Paracoccus yeei</i> , <i>Paracoccus sp.</i>
	<i>Carnobacteriaceae</i>	<i>Dolosigranulum sp.</i>
	<i>Peñbacillaceae</i>	<i>Brevibacillus agri</i>
	<i>Streptococcaceae</i> (viridujúce streptokoky)	<i>Streptococcus oralis</i>
	<i>Streptomycetaceae</i>	<i>Streptomyces sp.</i>
	<i>Clostridiaceae</i>	<i>Paraclostridium bifementans</i>
	<i>Microbacteriaceae</i>	<i>Microbacterium sp.</i>
G ⁻ (2 čelade)	<i>Moraxellaceae</i> (skupina GNNFB)	<i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Psychrobacter sanguinis</i> , <i>Moraxella osloensis</i> , <i>Moraxella sp.</i>
	<i>Caulobacteraceae</i> (skupina GNNFB)	<i>Brevundimonas vesicularis</i>

Najčastejšie izolovanými baktériami boli zástupcovia zo skupiny koaguláza-negatívnych stafylokokov (zachytené na 34 smartfónoch – 76 % z celkového počtu smartfónov), mikrokokov (nájdene na 21 smartfónoch – 47 %), gramnegatívnych nefermentujúcich paličiek (kontaminujúce 9 smartfónov – 20 %) a z čelade *Bacillaceae* (7 smartfónov – 16 %) ako demonštrujeme na obrázku 2.

Z klinicky významných druhov bol izolovaný druh *Acinetobacter baumannii*, patriaci do skupiny gramnegatívnych nefermentujúcich baktérií. Kvalitatívne testy citlivosti na antibiotiká nepotvrdili rezistenciu izolátu voči

zostave testovaných antibiotík štandardne používanej pre tento druh (nezobrazené výsledky).

Vplyv charakteristik a správania študentov na bakteriálnu kontamináciu ich smartfónov bol zisťovaný pomocou elektronického dotazníka obsahujúceho otázky a odpovede (tab. 2), ktorými boli sledovaní študenti rozdelení vždy do dvoch vzájomne porovnávaných skupín. **Výsledky dotazníka poukázali na používanie smartfónov na stáži v nemocničnom prostredí u 91 % študentov, pričom iba 22 % študentov si smartfón pravidelne dezinfikuje.**

Tabuľka 2. Prehľad charakteristik a správania študentov Lekárskej fakulty. Spracovanie odpovedí v dotazníku ukázalo používanie smartfónov na stáži u 91 % študentov a používanie pravidelnej dezinfekcie smartfónu iba u 22 % študentov.

Table 2. Overview of the characteristics and behaviour of students of the Faculty of Medicine. According to the answers in the questionnaire: 91 % of students use smartphones during hospital internships, 22 % of students use disinfection of smartphones on a regular basis.

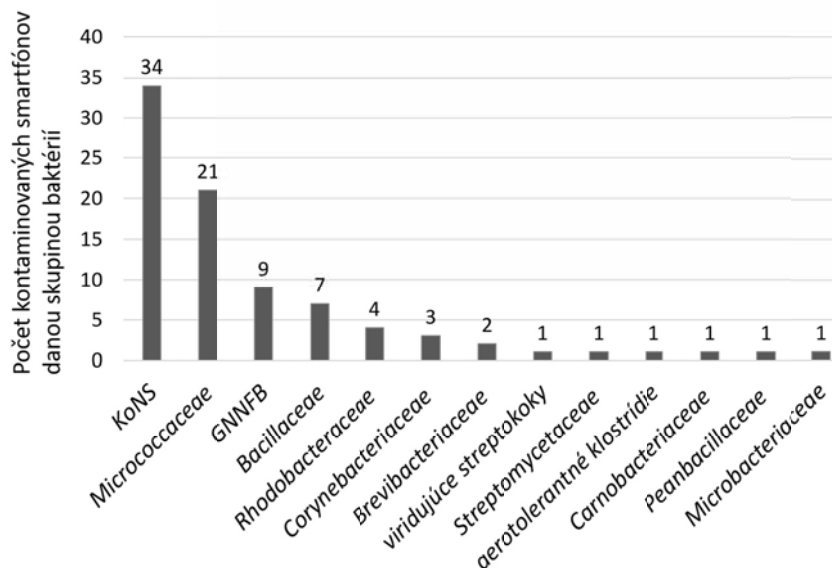
Otázka v dotazníku	Odpoveď	Počet (percento) študentov
Pohlavie	Muž	12 (26,7 %)
	Žena	33 (73,3 %)
Miesto stáže	Pracovisko A	22 (48,9 %)
	Pracovisko B	23 (51,1 %)
Používanie mobilu na stáži	Nie	4 (8,9 %)
	Áno	41 (91,1 %)
Miesto nosenia smartfónu	Batoň	5 (11,1 %)
	Vrecko	40 (88,9 %)
Pravidelná dezinfekcia rúk	Nie	1 (2,2 %)
	Áno	44 (97,8 %)
Pravidelná dezinfekcia smartfónu	Nie	35 (77,8 %)
	Áno	10 (22,2 %)
Cestovanie MHD	Nie	2 (4,4 %)
	Áno	43 (95,6 %)
Bývanie na internáte	Nie	17 (37,8 %)
	Áno	28 (62,2 %)
Používanie knižkového obalu smartfónu	Nie	44 (97,8 %)
	Áno	1 (2,2 %)
10. Používanie smarhodiniek	Nie	23 (51,1 %)
	Áno	22 (48,9 %)
11. Používanie smartfónu na toalete	Nie	14 (31,1 %)
	Áno	31 (68,9 %)

Štatistická analýza získaných dát bola vykonaná pre porovnanie druhovej variability (počet jednotlivých druhov/smartfón) a celkovej mikrobiálnej kontaminácie (počet kolóniotvorných jednotiek/smartfón) medzi porovnávanými skupinami z dotazníka. Na základe histogramov (nezobrazené výsledky) nemožno vylúčiť, že dáta pochádzajú z rozdelení s ťažkými chvostami, preto boli aj extrémne hodnoty považované za relevantné. Z tohto dôvodu bol použitý neparametrický Wilcoxon-Mannov-Whitneyov test. Výsledky ukázali, že smartfóny žien obsahovali signifikantne nižší počet bakteriálnych druhov v porovnaní so smartfónmi mužov (obr. 3) a pravidelne dezinfikované smartfóny obsahovali signifi-

Obrázok 2. Počty kontaminovaných smartfónov z hľadiska jednotlivých bakteriálnych skupín.

Najviac smartfónov bolo kontaminovaných koaguláza-negatívnymi stafylokokmi KoNS (76 %), mikrokokmi (47 %), skupinou GNNFB (20 %) a zástupcami z čeľade *Bacillaceae* (16 %).

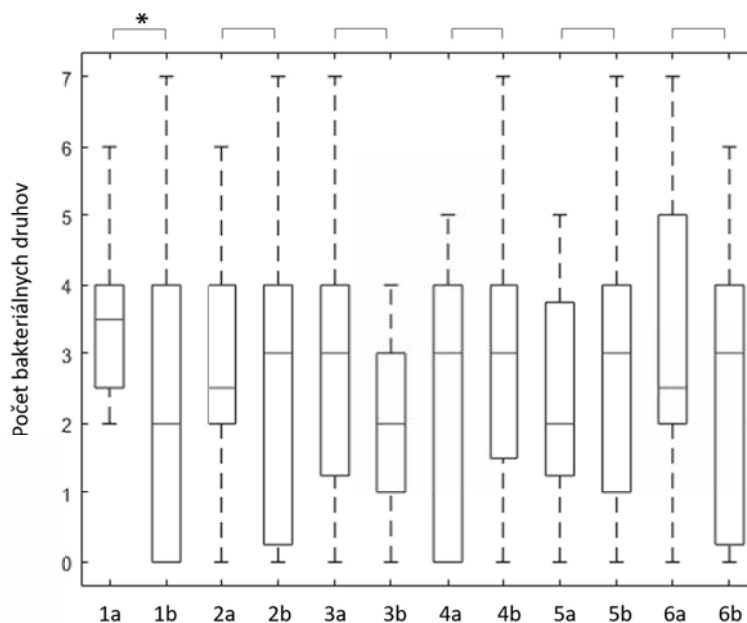
Figure 2. Bacterial groups present on smartphones. Most of smartphones were contaminated by coagulase-negative staphylococci (76 %), micrococci (47 %), gramnegative non-fermenting bacteria (20 %) and bacteria from *Bacillaceae* (16 %).



Obrázok 3. Porovnanie druhej variability (počet jednotlivých druhov/smartfón) medzi porovnávanými skupinami v dotazníku.

Zaznamenaný signifikantný rozdiel medzi mužmi a ženami. 1a – muži, 1b – ženy, 2a – pracovisko A, 2b – pracovisko B, 3a – bez pravidelného používania dezinfekcie, 3b – s pravidelným používaním dezinfekcie, 4a – bývanie mimo internátu, 4b – bývanie na internáte, 5a – nepoužívanie smarthodínok, 5b – súčasné používanie smarthodínok, 6a – nepoužívanie na toalete, 6b – používanie na toalete.

Figure 3. Comparison of species variability (number of species / smartphone) between the compared groups. Significant difference between men and women. 1a – men, 1b – woman, 2a – hospital A, 2b – hospital B, 3a – without regular disinfection of smartphone, 3b – with regular disinfection of smartphone, 4a – non-dormitory students, 4b – dormitory students, 5a – without using smartwatch, 5b – using also smartwatch, 6a – not using in toilet, 6b – using in toilet.



kantne nižší počet kolóniotvorných jednotiek ako smartfóny, ktoré ich majitelia nedezinfikujú alebo nedezinfikujú pravidelne (bližšie nešpecifikovaná pravidelnosť/typ dezinfekcie) (obr. 4). Ostatné rozdiely sa ukázali ako štatisticky nevýznamné. Otázky zisťujúce vplyv pravidelnej dezinfekcie rúk, cestovania mestskou hromadnou dopravou a používania knižkového obalu na početnosť a zloženie bakteriálnej kontaminácie boli z ďalších analýz vyradené kvôli príliš malej veľkosti porovnávaných súborov (1 prípadne 2 študenti).

Vplyv správania študentov na zastúpenie bakteriálnych druhov v rámci čeľadí/skupín bol analyzovaný chí-kvadrátovým testom pre štyri najpočetnejšie zastúpené skupiny (koaguláza-negatívne stafylokoky, *Micrococcaceae*, GNNFB a *Bacillaceae*), no bez signifikantných rozdielov medzi skupinami (nezobrazené výsledky).

Diskusia

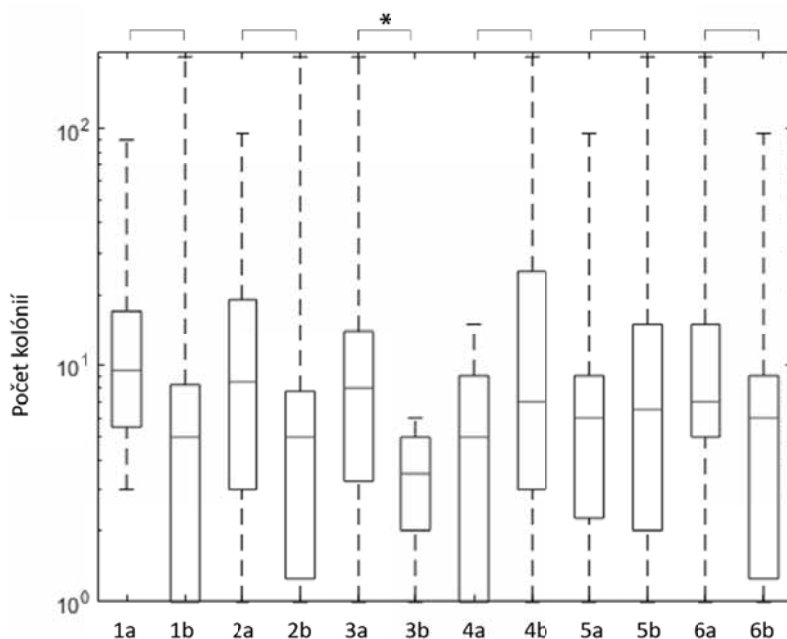
Smartfóny predstavujú výborný nástroj na vyhľadávanie užitočných informácií pre budúcich a začínajúcich lekárov (15). Použitie mobilných telefónov, vrátane smartfónov, zatiaľ nepodlieha v slovenskom nemocničnom prostredí (najmä pri vyšetrovaní pacientov) nijakým reguláciám a neexistujú ani jednotné odporúčané postupy na ich dekontamináciu. Z tohto dôvodu môžu smartfóny predstavovať potenciálne riziko pre prenos patogénnych mikroorganizmov v nemocničnom prostredí a tiež vynášanie nozokomiálnych patogénov do komunity. Táto štúdia bola zameraná na zistenie potenciálu smartfónov využívaných študentmi na klinických stážach slúžiť ako vehikulum pre baktérie.

Bakteriálna kontaminácia bola zachytená na povrchu displejov 80 % študentských smartfónov. Izolované baktérie z väčšej časti patrili medzi fyziologickú mikro-

Obrázok 4. Porovnanie celkovej bakteriálnej kontaminácie (počet kolóniotvorných jednotiek/smartfón) **medzi porovnávanými skupinami v dotazníku.** Signifikantné zníženie početnosti

životoschopných baktérií na pravidelne dezinfikovaných smartfónoch. 1a – muži, 1b – ženy, 2a – pracovisko A, 2b – pracovisko B, 3a – bez pravidelného používania dezinfekcie, 3b – s pravidelným používaním dezinfekcie, 4a – bývanie mimo internátu, 4b – bývanie na internáte, 5a – nepoužívanie smarhodínok, 5b – súčasné používanie smarhodínok, 6a – nepoužívanie na toalete, 6b – používanie na toalete. Poznámka: Hodnoty na osi y sú posunuté o 1 kvôli zobrazeniu na logaritmickej škále (vhodnejšia na vykreslenie dát s extrémnymi hodnotami).

Figure 4. Comparison of total bacterial contamination (number of colony forming units/smartphone) **between the compared groups.** Significant decrease in viable bacteria in regularly disinfected smartphones. 1a – men, 1b – woman, 2a – hospital A, 2b – hospital B, 3a – without regular disinfection of smartphone, 3b – with regular disinfection of smartphone, 4a – non-dormitory students, 4b – dormitory students, 5a – without using smartwatch, 5b – using also smartwatch, 6a – not using in toilet, 6b – using in toilet. Note: Axis y is shifted by one due to visualisation on the logarithmic scale (more suitable for data with extreme values).



biotu (koaguláza-negatívne stafylokoky, mikrokoky), ktorá bežne kolonizuje pokožku rúk (16) a environmentálne druhy (čelad' *Bacillaceae*) (17). Porovnateľné výsledky kontaminácie mobilných telefónov (67 – 93 %) a druhového zastúpenia dokladujú aj zahraničné štúdie (10, 11). V uvedených prácach sa podarilo zachytiť aj významné nozokomiálne patogény: meticilín-rezistentný *S. aureus* (MRSA), vankomycín rezistentné enterokoky (VRE) a dva druhy zo skupiny GNNFB – *Pseudomonas aeruginosa* a *Acinetobacter baumannii* (10, 11, 12). V našej štúdii obsahovalo zástupcov zo skupiny GNNFB 20 % z analyzovaných smartfónov. Zaznamenaný bol 1 izolát *A. baumannii*, no bez rezistencie voči testovaným antibiotikám. *A. baumannii* je ubikvitná baktéria kolonizujúca ľudí aj zvieratá (18) a je u nej dlhodobá známa zvýšená odolnosť voči vysušeniu, ktorá môže viesť k dlhšiemu prežívaniu na suchých povrchoch (19). Na druhej strane má *A. baumannii* vysoký potenciál získania génov rezistencie voči antibiotikám, čím sa z pôvodne citlivých izolátov stávajú kmene odolávajúce antibiotickej terapii (20). Hoci výskyt multirezistentných izolátov *A. baumannii* reportujú už aj bratislavské nemocnice (21), nedávna štúdia slovensko-ukrajinského kolektívu poukazuje na stále dobrú citlivosť nemocničných izolátov *A. baumannii* na detergenty (22). Dezinfekcia povrchov a potenciálnych vehikul prenosu má preto kľúčovú úlohu pri prevencii šírenia *A. baumannii* v nemocničnom prostredí.

Výsledky analýzy odpovedí v našom dotazníku zameraného na sledovanie správania študentov odhalili používanie smartfónu na stážach u väčšiny opýtaných študentov (91 %), viac ako dve tretiny študentov zároveň uviedlo aj používanie smartfónu na toalete, jeho pravidelnú dezinfekciu však vykonáva len 22 % študentov. Už pilotné zahraničné štúdie poukázali na najväčšiu bakteriálnu kontamináciu mobilných telefónov práve

u študentov a juniorských zdravotníckych pracovníkov oproti ostatným zdravotníckym pracovníkom (7, 8). Tento fakt môže súvisieť práve s intenzívnym využívaním mobilných telefónov u mladej generácie.

Ďalšie výsledky poukázali na fakt, že pravidelným používaním dezinfekcie smartfónu sa signifikantne znižuje celkové množstvo bakteriálnej kontaminácie prítomnej na displeji. Jedna zo zahraničných štúdií (analyzujúca vzorky z viac ako 200 smartfónov) reportovala absenciu výskytu patogénnych baktérií pri každodennej dezinfekcii smartfónu vlhčenými alkoholovými obrúskami (8). Ostatné zahraničné štúdie priniesli rozporuplné výsledky najmä kvôli limitovaným informáciám o spôsobe a frekvencii dezinfekcie mobilných telefónov účastníkmi štúdie (10, 11). Predpoklad, že študenti používajúci smarhodinky budú mať kvôli zníženému používaniu samotného smartfónu nižšiu kontamináciu displeja smartfónu, sa potvrdiť nepodarilo (rozdiely neboli signifikantné).

Smartfóny žien ukazovali podľa našich zistení signifikantne nižšie množstvo druhov oproti smartfónom mužov. Podobné výsledky zaznamenal aj taliansky kolektív (23). Tento fakt môže byť spôsobený rôznymi faktormi od tesnejšieho oblečenia a mechanického utierania displeja smartfónu vo vrecku nohavíc až po hojnejšie využívanie kozmetických prípravkov v prípade žien.

Diskutované zistenia dokazujú prítomnosť bakteriálnej kontaminácie na študentských smartfónoch a naznačujú potrebu zavedenia jednotných postupov na dekontamináciu smartfónov pri ich používaní v nemocničnom prostredí. Na stanovenie efektívneho dekontamináčného postupu smartfónov sú potrebné ďalšie štúdie zisťujúce bližší typ dezinfekcie a pravidelnosť jej aplikácie u účastníkov štúdie, ako aj laboratórne experimenty so zreteľom na zachovanie pôvodných vlastností materiálov smartfónu.

Záver

Väčšina z opýtaných študentov Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (vyše 90 %) používa smartfón počas klinických stáží. Hoci hygiena rúk študentov je takmer bezchybná (98 % študentov si ruky pravidelne dezinfikuje pri pobyte v nemocničnom prostredí), pravidelne si dezinfikuje smartfóny iba 22 % študentov. Významná časť (80 %) analyzovaných displejov smartfónov obsahovala na povrchu displejov životaschopné baktérie, vrátane skupiny gramnegatívnych nefermentujúcich baktérií (vyskytovali sa na 20 % smartfónov). Tieto zistenia poukazujú na potenciál smartfónov študentov medicíny slúžiť ako vehikulum prenosu baktérií, vrátane rizika prenosu nozokomiálnych druhov. Zistenie, že pravidelne dezinfikované smartfóny obsahovali signifikantne nižšiu celkovú bakteriálnu kontamináciu, naznačuje potrebu zavedenia jednotných postupov na dekontamináciu smartfónov pri pobyte v nemocničnom prostredí. Dovtedy by bolo vhodné poučiť študentov, ako aj lekárov vedúcich nemocničné stáže, o potenciálnych rizikách spojených s používaním smartfónov v prostredí nemocníc, odporučiť študentom nepoužívať smartfón pri fyzickom kontakte s pacientom, alebo si ho pravidelne dezinfikovať. Spôsob účinnej dezinfekcie (chemické látky, čas pôsobenia) sú výzvami pre ďalšie štúdie.*

***Podakovanie.** Práca vznikla ako súčasť študentskej vedeckej odbornej činnosti (61. ročník 2023) a bola podporená grantom KEGA 002UK 4/2022.

Informovaný súhlas: Autori publikácie vyhlasujú, že od všetkých účastníkov štúdie bol získaný informovaný súhlas.

Konflikt záujmov: Autori práce vyhlasujú, že nemajú žiaden konflikt záujmov.

Literatúra

1. RAOOFI S, PASHAZADEH KAN F, RAFIEI S, et al. Global prevalence of nosocomial infection: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2023, 18 (1): e0274248.
2. RICE LB. Federal funding for the study of antimicrobial resistance in nosocomial pathogens: no ESKAPE. *J Infect Dis* 2008, 197 (8): 1079–1081.
3. MANCUSO G, MIDIRI A, GERACE E, et al. Bacterial Antibiotic Resistance: The Most Critical Pathogens. *Pathogens* 2021, 10 (10): 1310.
4. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/surveillance-antimicrobial-resistance-Europe-2018.pdf> (cit. 04.07.2023).
5. OBENZA A, CRUZ P, BUTTNER M, et al. Microbial contamination on ambulance surfaces: a systematic literature review. *J Hosp Infect* 2022, 122: 44–59.
6. KOREŇ J, ANDREZÁL M, DRAHOVSKÁ H, et al. Next-Generation Sequencing of Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Strains Isolated from Patients Hospitalized in the University Hospital Facilities. *Antibiotics (Basel)* 2022, 11 (11): 1538.
7. FOONG YC, GREEN M, OGDEN K. Mobile phones as a potential vector of infection in a paediatric ward. *J Paediatr Child Health* 2013, 49 (12): 1083–1084.
8. CHAO FOONG Y, GREEN M, ZARGARI A, et al. Mobile Phones as a Potential Vehicle of Infection in a Hospital Setting. *J Occup Environ Hyg* 2015, 12 (10): D232–235.
9. LEE YJ, YOO CG, LEE CT, et al. Contamination rates between smart cell phones and non-smart cell phones of healthcare workers. *J Hosp Med* 2013 8 (3): 144–147.
10. CORREA GH, FORMIGONI CS, SASAGAWA SM, et al. Mobile phones of anesthesiologists as reservoirs of nosocomial bacteria in a quaternary teaching hospital: an observational study. *Braz J Anesthesiol* 2021, 73 (3): 276–282.
11. QURESHI NQ, MUFARRIH SH, IRFAN S, et al. Mobile phones in the orthopedic operating room: Microbial colonization and antimicrobial resistance. *World J Orthop* 2020, 11 (5): 252–264.
12. TAJOURI L, CAMPOS M, OLSEN M, et al. The role of mobile phones as a possible pathway for pathogen movement, a cross-sectional microbial analysis. *Travel Med Infect Dis* 2021, 43: 102095.
13. ALATOOM AA, CUNNINGHAM SA, IHDE SM, et al. Comparison of direct colony method versus extraction method for identification of gram-positive cocci by use of Bruker Biotyper matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. *J Clin Microbiol* 2011, 49 (8): 2868–2873.
14. THE EUROPEAN COMMITTEE ON ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING. Antimicrobial susceptibility testing, EUCAST disk diffusion method, v. 11.0, 2023 and Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters, version 13.0, 2023. <http://www.eucast.org> (cit. 18.07.2023).
15. VALLE J, GODBY T, PAUL DP, 3rd, et al. Use of Smartphones for Clinical and Medical Education. *Health Care Manag (Frederick)* 2017, 36 (3): 293–300.
16. LIPTÁKOVÁ A. a kolektív. *Lekárska mikrobiológia*, 2. vydanie – prepracované a a doplnené. HERBA: Bratislava, 2023, 792 s.
17. CARTER GR, COLE JR Jr. *Diagnostic Procedure in Veterinary Bacteriology and Mycology (Fifth Edition)*, chapter 18 – Bacillus. Academic Press, 1990, s. 221–228, ISBN 9780321381815.
18. ADEWOYIN MA, OKOH AI. The natural environment as a reservoir of pathogenic and non-pathogenic *Acinetobacter* species. *Rev Environ Health* 2018, 33 (3): 265–272.
19. JAWAD A, SEIFERT H, SNELLING AM, et al. Survival of *Acinetobacter baumannii* on dry surfaces: comparison of outbreak and sporadic isolates. *J Clin Microbiol* 1998, 36 (7): 1938–1941.
20. FAHY S, O'CONNOR JA, LUCEY B, et al. Hospital Reservoirs of Multidrug Resistant *Acinetobacter* Species – The Elephant in the Room! *Br J Biomed Sci* 2023, 80: 11098.
21. JALALI Y, STURDIK I, JALALI M, et al. Isolated carbapenem resistant bacteria, their multidrug resistant profile, percentage of healthcare associated infection and associated mortality, in hospitalized patients in a University Hospital in Bratislava. *Bratisl Lek Listy* 2021, 122 (6): 379–385.
22. NAZARCHUK O, NAGAICHUK V, BAHNIUK N. Susceptibility to antimicrobials of *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* clinical strains and their blaVIM variants in ICU of regional burn centre. *Lek Obz* 2023, 72 (1): 18–23.
23. CICCARELLA MODICA D, MAURICI M, D'ALŇ GL et al. Taking Screenshots of the Invisible: A Study on Bacterial Contamination of Mobile Phones from University Students of Healthcare Professions in Rome, Italy. *Microorganisms* 2020, 8 (7): 1075.

Do redakcie došlo 30. 8. 2023.

Adresa pre korešpondenciu:

Mgr. Hana Dibalová, PhD.

Mikrobiologický ústav LF UK

Sasinkova 4

811 08 Bratislava

E-mail: hana.dibalova@fmed.uniba.sk