

Ocjena higijene bolničkih tekstilija

Dr.sc. **Urška Rozman**, prof. biol. i kem.¹

Izv.prof.dr.sc. **Sabina Fijan**, dipl.ing.¹

Prof.dr.sc. **Sonja Šostar Turk**, dipl.ing.^{1,2}

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Maribor, Slovenija

e-mail: urska.rozman@um.si

Prispjelo 30.4.2015.

UDK 677.019.395:614.39/.48

Stručni rad

Neprikladno dezinficirani bolnički tekstil može biti uzročnik prijenosa zdravstvenih infekcija, koje predstavljaju komplikacije u liječenju bolesnika i izazvaju gospodarske štete. Programom nadzora, koji uključuje kontrolu higijene i uzorkovanje očišćenog bolničkog tekstila, moguće je spriječiti bolničke infekcije. Metode, ovisno o uzorkovanju tekstila i stanju tkanine na kraju procesa, mogu biti destruktivne i nedestruktivne. Ovo istraživanje obuhvaća ispitivanje higijene tekstila primjenom nedestruktivne metode ispiranja pomoću uređaja Morapex A. U radu je načinjena usporedba učinkovitosti uređaja Morapex s najčešće korištenim metodama uzorkovanja tekstila pomoću briseva i RODAC agar ploča. Ove metode su se pokazale lošijima i nisko učinkovitim, prije svega zbog grube i neravne trodimenzionalne površine tkanine, dok se Morapex uređaj pokazao dobrim i prikladnim za nedestruktivna ispitivanja higijene tekstila.

Ključne riječi: bolnički tekstil, higijena, očišćeni bolnički tekstil, ispitivanje higijene tekstila, metode ispitivanja

1. Uvod

Odjeća zdravstvenih radnika važan je aspekt u bolničkom okruženju koje može biti kontaminirano. Dokazano je da bolnički tekstil može biti izvor zdravstvenih infekcija kroz prijenos patogena neizravnim kontaktom, preko bolničkog osoblja, endogeno i aerosolno [1, 2]. Zdravstvene infekcije (HCAI) ne predstavljaju samo komplikacije u liječenju pacijenata u bolnici, već uzrokuju i ekonomske štete [3]. Smatra se da se oko 20 do 30 % bolničkih infekcija može spriječiti intenzivnom prevencijom i kontrolnim programima uključujući i

nadzor [4, 5]. Jedan od tih programa nadzora je kontrola higijene bolničkog tekstila. Uzročnici zaraze mogu biti zaražena osoba ili okoliš. Mikroorganizmi koji uzrokuju bolničke infekcije u procesu dijagnostike, liječenja i skrbi bolesnika slabijeg imunološkog sustava mogu biti dio normalne flore pacijenta. Izvor infekcija mogu biti i drugi pacijenti ili zdravstveni djelatnici koji su zarazni. Mikroorganizmi mogu opstati na površinama u okolišu do nekoliko tjedana [6], pružajući značajan biotransferu/križnu-kontaminaciju/križno-infektivni potencijal [7] koji se ne smije previdjeti.

2. Teorijski dio

2.1. Bolnički tekstil

Karakteristike tekstila, uključujući vlagu i toplinu, mogu stvoriti prave uvjete za umnožavanje brojnih mikroorganizama [8, 9]. Neprikladno dezinficiran tekstil može biti jedan od mogućih izvora bolničkih patogena i mogući prijenosnik bolničkih infekcija [10], jer mikroorganizmi mogu preživjeti u okolišnim uvjetima pacijenta, kao što je kontaminirana oprema za njegu, dijagnostika i obrada (tekstil) kao i na površinama [11]. Istraživanja pokazuju da bolnički tekstil može biti izvor bolničkih infekci-

ja sa streptokokima [12], enterokokima [13], *Bacillus cereus* [14], stafilokokima [15] i koliformnim bakterijama [16]. J. M. Boyce [17] je objavio da 65 % medicinskih sestara koje skrbe za bolesnike koji imaju MRSA (zlatni stafilokok) u rani ili urinu, imaju kontaminirane bolničke uniforme ili odoru s MRSA. Patogene bakterije, poput *P. aeruginosa* i *K. pneumonia* [18] i *C. difficile* [19], su također otkrivene na uniformama liječnika i medicinskih sestara.

2.2. Infekcije u zdravstvu

Na temelju izvješća o opterećenju bolničkim infekcijama u svijetu (*Report on the Burden of Endemic Health Care-Associated Infection Worldwide*) koja je uključivala podatke iz rezultata sustavnog pregleda literature o endemskim HCAI od 1995. do 2010. godine u zemljama visokih i niskih prihoda procjenjuje se da je 4 131 tis. pacijenata/izloženo oko 4 544,1 tis. slučajeva HCAI svake godine u Europi. Visoka učestalost infekcija je povezana s korištenjem invazivnih uređaja, osobito središnjih venskih katetera, mokraćnih katetera i ventilatora [20]. Utjecaj HCAI podrazumijeva dulji boravak u bolnici, dugoročnu invalidnost, povećanu otpornost mikroorganizama na antimikrobna sredstva, dodatno financijsko opterećenje za zdravstveni sustav, visoke troškove za pacijente i njihove obitelji, te povećan broj umrlih. U Europi, HCAI uzrokuju 16 mil. dodatnih dana hospitalizacije, 37 000 smrtnih slučajeva koji se mogu pripisati kao dodatni postojećem broju od 110 000 svake godine. Godišnji financijski gubici se procjenjuju na oko 7 mlrd. eura, uključujući i samo izravne troškove. U SAD-u, oko 99 000 smrtnih slučajeva je pripisano HCAI-u 2002. i godišnji gospodarski utjecaj procjenjuje se na oko 6,5 mlrd. USD u 2004. godini [20]. U velikim studijama provedenim u Francuskoj, Njemačkoj i Italiji, uključeni u gore navedeni pregled, od 13 954 izoliranih, najčešće prisutnih patogena za stečene infekcije u jedi-

nici intenzivnog liječenja su: *Staphylococcus aureus* (21,8 %); *Enterobacteriaceae* (20,2 %); *Pseudomonas spp.* (17,2 %); enterokoki (10,0 %); *Escherichia coli* (9,1 %); *Candida spp* (8,8 %); stafilokoki negativni na koagulazu (7,0 %) i *Acinetobacter spp* (5,1 %) [21-24].

2.3. Metode uzorkovanja bolničkog tekstila

Otkrivanje mikroorganizama na tekstu je korisno za mnoge svrhe, npr. utvrđivanje biološkog opterećenja korištenog tekstila prije postupaka pranja, procjene smanjenja broja bakterijskih kultura u odnosu na razne postupke pranja, ili istraživanja prijenosa u kontroli infekcije [25]. U preporukama Centra za kontrolu i prevenciju bolesti i kontroli infekcija u zdravstvenoj skrbi, potvrđen je nedostatak mikrobioloških standarda opranih tekstilija, čime se ne opravdava rutinsko mikrobiološko uzorkovanje očišćenog tekstila i tkanina za zdravstvo. Uzorkovanje se može koristiti kao dio početnih istraživanja ako epidemiološki dokazi potvrđuju da su tekstil, tkanine ili odjeća identificirani kao prijenosnici bolesti. Tehnike uzorkovanja uključuju aseptično namakanje tkanine izrezane na komade i stavljanje u bujon medije ili pomoću RODAC ploča (otkrivanje organizama i prebrojavanje) za izravno uzorkovanje površina [26]. U Europskoj uniji, potvrda o kvaliteti i higijeni u praonici od njemačkog Istraživačkog instituta Hohenstein i odobrena od njemačkog Instituta za osiguranje kvalitete i certificiranje (RAL) služi kao važna preporuka za bolničke praonice [27]. Ovi protokoli slijede zahtjeve Instituta Robert Koch koji tekstil označava kao jednu od kritičnih kontrolnih točaka na kojima se provodi uzorkovanje s RODAC agar pločama [28]. Osnovne metode za uzorkovanje tekstila, ovisno o stanju tkanine na kraju procesa, opisuju se kao:

- Nedestruktivne metode, gdje ispitna tkanina nakon uzorkovanja ostaje uglavnom nepromijenjena:

- uzorkovanje otiskom, posebno pomoću RODAC ili dodirnih ploča [29],
- otpuštanje vezane prašine i staničnih čestica s tkanina na sterilne površine, struganjem s obrnutom Petrijevom zdjelicom (prevlačenje) [30],
- uzimanje uzoraka pomoću hranjivih agar cilindara [31],
- uzorkovanje površine tkanine udarom (uzorkovanje udaranjem) [32],
- Uporaba mješurica iz aparata po Folinu s priloženim lijevkom [33, 34].
- Destruktivne metode, gdje je ispitna tkanina neprikladna za uporabu nakon završetka postupka uzorkovanja:
 - namakanje [33-36] uzoraka tkanina u definiranom tekućem mediju,
 - mućkanje [37-40] uzoraka tkanina u definiranom tekućem mediju,
 - prekrivanje tkanine uzoraka s agarom [38, 41].

Njemačka tvrtka, SedoTreepoint GmbH [42] nudi mogućnost primjene uređaja Morapex A za neke tipične i postojeće aplikacije za ispitivanje tekstilija (tkane, netkane, pletene, pređe ili vlakana), papira i kožnih materijala na nedestruktivnoj osnovi. Tipične aplikacije Morapexa A su mjerenje pH, kontrola postupka pranja, ispitivanje postojanosti na pranje i vodu, postojanost na znoj, analizu rezidua (škrob, alkalije, znoj, soli, peroksid, formaldehid itd.) i analize elektrovodljivosti. Na temelju prethodnih istraživanja [43-45], nedestruktivna metoda ispiranja primjenom uređaja Morapex A se pokazala kao prikladna za ispitivanje higijene tekstila.

3. Eksperimentalni dio

Nedavno provedena istraživanja [43-45] su usmjerena na učinkovitost različitih metoda uzorkovanja tekstila za identifikaciju odabranih HCAI patogena (*Clostridium difficile*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumo-*

niae, *Pseudomonas aeruginosa*). Eksperimentalni dio detaljno opisan u prethodnim radovima, provodi se na način da se sterilni komadići tkanine umjetno kontaminiraju suspenzijom odabranih mikroorganizama (bakterija *Staphylococcus aureus*, ATCC 25923 i *Klebsiella pneumoniae*, ATCC 13883), a zatim odlažu u kabinet s laminarnim strujanjem tijekom 24 sata kako bi se nanosena suspenzija osušila.

Pri tome su cijepljeni uzorci uzorkovani na četiri različita načina:

- brisevi s pamučnim štapićima prethodno uronjenim u pripremljenu otopinu NaCl i Tween 80;
- RODAC kontaktne ploče pripravljene sa selektivnim agarom za svaki mikroorganizam;
- destruktivna metoda ispiranja, gdje je cijepljena tkanina prebačena u epruvetu za centrifugiranje s pripremljenom otopinom za ispiranje i zatim uzorkovana metodom mućkanja;
- Morapex A uređaj, gdje je cijepljena tkanina stavljena između dviju ploča, pri čemu se otopina za ispiranje protisne kroz tkaninu.

4. Rasprava

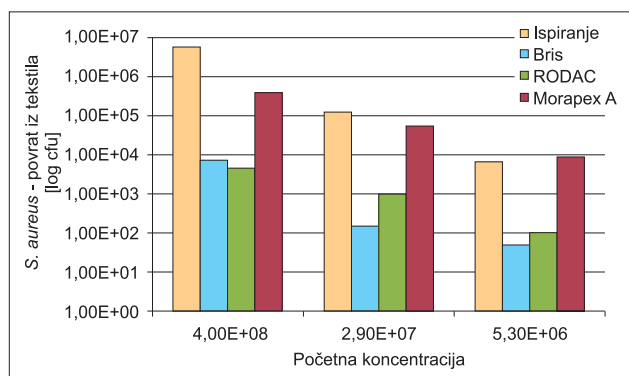
Učinkovitost četiriju metode uzorkovanja je prikazana grafički na sl. 1 i 2 za *S. aureus* i *K. pneumoniae*.

Rezultati briseva: Rezimirajući rezultate, metoda briseva ima najnižu učinkovitost za povrat mikroorganizama iz tekstila. Učinkovitost ovisi o pojedincu koji obavlja tri postupka:

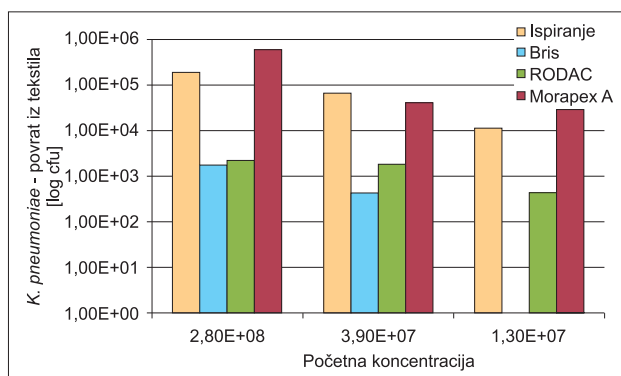
uklanjanje bakterija s površine; uklanjanje bakterija iz brisa i uzgoj bakterija [46]. Osim toga, svojstva površine (topografija, vlažnost, poroznost itd.) mogu utjecati na učinkovitost uzimanja briseva [7], što je također slučaj prilikom uzimanja uzoraka iz tekstila. Utvrđeno je da je broj izvučenih cfu iz cijepljenih tkanina (metoda briseva) bio oko 10^5 cfu / ml niži od početne koncentracije mikroorganizama primijenjene prije 24 satnog sušenja. Iako je ova metoda često korištena metoda uzorkovanja, nedostaje standardizacija potrebna za razinu pouzdanosti i, kao što istraživanje pokazuje, ona također pruža najniže rezultate među metodama ispitivanja u provedenoj kontroli tkanina [43]. Lusardi i suradnici [47] proveli su laboratorijsko ispitivanje i validaciju metoda uzorkovanja kontaminiranih uniformi i radne odjeće; pri čemu izvješćuju da metoda briseva ima niske i nekonzistentne povrate, vjerojatno jer su brisevi obično dizajnirani za pristup površinskim bakterijama na ranama ili radnim površinama, a ne za pristup kontaminiranim vlaknima materijala. Također, glava za uzorkovanje ima malu površinu i može postati preopterećena odnosno zasićena.

Rezultati RODAC dodirnih ploča: Metoda uzorkovanja površine pomoću RODAC dodirnih ploča ispunjenih odgovarajućim agarima je jedna od često korištenih metoda uzorkovanja površina (također tekstilnih) [29], za uporabu u izravnom dodiru uzor-

kovanja onečišćenja površine. Metoda RODAC ploča je široko prihvaćena i primjenjena u različitim područjima gdje su sanitarni uvjeti i razina zagađenja važni, posebno u institucionalnim sredinama, kao što su bolnice, pogoni za proizvodnju hrane i uslužni objekti. Korištenje RODAC ploča za površinsko uzorkovanje može biti korisno zbog jednostavnosti, pouzdanosti i prenosivosti, osobito u procjeni bakterijske kontaminacije na ravnim površinama [48]. Učinkovitost ove metode ovisi o ujednačenosti ispitivanih površina [49] i strukturi materijala, mehaničkih naprezanja osnove i potke i relativno male dostupne dodirne površine. To se jasno vidi u rezultatima iz analize [43], gdje je cfu vraćen iz cijepljene tkanine (s RODAC pločama) bio oko 10^5 cfu/ml niži od početno primijenjene koncentracije mikroorganizama prije 24-satnog sušenja. Uzorkovanje s RODAC agar pločama se također pokazalo kao najmanje učinkovito u ovom istraživanju [44] i pružilo je znatno manje učinkovite i manje pouzdane rezultate. Najniža početna primijenjena koncentracija mikroorganizama prije 24-satnog sušenja koji još uvijek može biti utvrđena s RODAC pločama uzorkovanja bila je oko 10^4 cfu/ml [45]. Mali broj mikroorganizama obuhvaćenih tehnikom RODAC ploča pojavljuje se u nekoliko studija [50]. B. Eriksson i suradnici [51] su utvrdili puno niže brojeve otiskom ploča (RODAC agar ploče) od broja utvrđenog metodom ispira-



Sl.1 Uzorkovanje *Staphylococcus aureus* različitim metodama



Sl.2 Uzorkovanje *Klebsiella pneumoniae* različitim metodama uzorkovanja

nja i stoga se zaključuje da je tehnika dodirnih ploča neprikladna za određivanje biološkog opterećenja na tekstilu. Drugi problem koji se pojavio u ovom radu prilikom uzorkovanja tkanina s višom početnom koncentracijom mikroorganizama, brojeći cfu na RODAC pločama je vrlo teško ili čak ponekad i nemoguće uzorkovanje. Dodirne ploče su uspješnije ukoliko se koriste mediji selektivnih kultura za pojedine pokazatelje mikroorganizama na površini, kao što je predložio P. J. Egington i suradnici [52]. Ako je površina gruba ili mokra, uzorkovanje je netočno, ili dobiveni rast mikroorganizama na agaru može biti konfluentan [53]. Svršishodnost RODAC ploča može biti ograničena na površine s nižim koncentracijama mikroorganizama ili za provjeru jesu li mikroorganizmi prisutni ili nisu.

Rezultati metode ispiranja: Mnogo bolji rezultati dobiveni su kada se koriste obje, destruktivna i nedestruktivna metoda ispiranja pomoću Morapex A uređaja, gdje je cfu izvučen iz cijepljenih tkanine (ispiranjem) oko 10^3 cfu/ml manje od početne primijenjene koncentracije mikroorganizama prije 24-satnog sušenja [43]. Brojanje održivih kolonija mikroorganizama na ploči nakon destruktivnog ispiranja se pokazalo kao druga metoda po učinkovitosti unutar tri istraživane metode [44]. H. J. Cody i suradnici [54] su dokazali da metoda ispiranja ima izvrsnu ukupnu učinkovitost povrata, laku izvedbu, ponovljive rezultate pod različitim uvjetima ispitivanja, bakterijske vrste, njene koncentracije i vrste tkanina. Rezultati ovog istraživanja također potvrđuju ove zaključke. Postupak destruktivne metode ispiranja, iako pruža povrat vrijednosti koje su usporedive s metodom namakanja, je jednostavnija, brža i jeftinija za primjenu. H. J. Cody i suradnici [54] su pokazali da se metoda ispiranja može koristiti kao jednostavna i točna metoda za kvantifikaciju bakterija na tkanini i omogućava procjenu bakterioidnih karakteristika postupka pranja. Nedostatak ove metode je da

pripada skupini destruktivnih metoda, gdje se komad tkanine mora izrezati iz uzorkovanog predmeta, što znači da je ispitna tkanina neprikladna za uporabu nakon završetka postupka uzorkovanja. Tako ovaj postupak može biti posebno koristan u laboratorijskim uvjetima, ali se ne može koristiti u stvarnom okruženju. Morapex A uređaj može analizirati i stoga kontrolirati ili sirovi ili obojen materijal u samo nekoliko minuta, a ne sati, u usporedbi sa standardnim metodama. Morapex A je kompaktni ispitni uređaj za primjenu u proizvodnji i može raditi na temperaturama do $95\text{ }^{\circ}\text{C}$; radi u različitim tekućinama u širokim rasponu otopina za pranje. Kada se koristi uređaj Morapex A za ispiranje mikroorganizama iz cijepljenih tkanina [43], učinkovitost je slična klasičnoj metodi ispiranja. Cfu izvučeni iz cijepljene tkanine (s Morapexom) su oko 10^3 cfu/ml niži od početne primijenjene koncentracije mikroorganizama prije 24-satnog sušenja. Sustav radi prema postupku prisilne desorpcije, što znači da se identificira unutarnje stanje tkanine. Ispitivani materijal se stavlja između dviju metalnih ploča; testna tekućina se protisne kroz tkaninu i prikuplja u kivetu. Takvo ispitivanje je moguće u bilo kojoj fazi proizvodnje, na primjer, na početnoj tkanini, analizi u međufazama tijekom proizvodnje, analizi gotovih proizvoda, tijekom istraživanja i razvoja, utjecaja procesa i podešavanja opreme, itd. U ovom istraživanju, uređaj je također ispitan za detekciju mikroorganizama; stoga se također može koristiti kao učinkovita i nedestruktivna metoda za provjeru higijene tekstila, što je važan aspekt u prevenciji bolničkih infekcija. Dobiveni ekstrakt može se analizirati brzo i jednostavno, a ispitivana tkanina ostaje u suštini nepromijenjena nakon uzorkovanja, te se stoga može ponovno upotrijebiti u realnom okruženju.

5. Zaključak

Granica detekcije bakterija je vrlo važna, jer bolničko rublje treba biti 'higijenski čisto', slobodno od pato-

genih mikroorganizama u brojkama dovoljnim da ne uzrokuju ljudske bolesti [37]. Većina metoda za uzorkovanje mikroorganizama na tekstilu ima određena ograničenja. Loša strana metoda briseva i RODAC ploča je niska učinkovitost u izvlačenju mikroorganizama zbog grube, neravne trodimenzionalne površine tkanine. Mogu se primijeniti metode koje rade na načelu ispiranja mikroorganizama iz tekstila kao i mikroorganizama u tkanini. Morapex A uređaj, koji pripada nedestruktivnoj metodi koja se temelji na ispiranju, pokazao se boljim za ispitivanje higijene tekstila u stvarnom okruženju. Unatoč tim zaključcima, uporaba Morapex uređaja u stvarnom okruženju izaziva određene probleme, posebno kada je riječ o malim ili srednje velikim praonicama. Uređaj je tehnički složen, zahtijeva edukaciju osoblja i također može predstavljati izvor vanjske kontaminacije. Stoga odluka o izboru metode uzorkovanja i dalje ostaje u domeni praonice, ali u svakom slučaju je poželjno da bude upoznata s drugim mogućim i učinkovitim načinima uzorkovanja tekstila.

Literatura:

- [1] Neely A.N.: A survey of gram-negative bacteria survival on hospital fabrics and plastics, *J Burn Care Rehabil* 21 (2000) 523–527
- [2] Borkow G., J. Gabbay: Biocidal textiles can help fight nosocomial infections, *Medical Hypotheses* 70 (2008) 5, 990–994
- [3] Durand-Zaleski I. et al.: Costs of Nosocomial Infections in the ICU and Impact of programs to Reduce Risks and Costs, *Clin Pulm Med* 9 (2002) 1, 33–38
- [4] Haley R.W. et al.: The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals, *Am J Epidemiol* 121 (1985) 2, 182–205
- [5] Harbart S. et al.: The preventable proportion of nosocomial infections: an overview of published reports, *J Hosp Infect* 54 (2003) 4, 258–266

- [6] Wilks S.A.: The survival of *Escherichia coli* O157 on a range of metal surfaces, *Int. J. Food Microbiol.* 105 (2005), 445-454
- [7] Verran J. et al.: A critical evaluation of sampling methods used for assessing microorganisms on surfaces, *Food and Bioproducts processing* 88 (2010) 335-340
- [8] Malnick S. et al.: Pyjamas and sheets as a potential source of nosocomial pathogens, *J Hosp Infect* 70 (2008) 89-92
- [9] O'Hanlon S. J., Enright M. C.: A novel bactericidal fabric coating with potent in vitro activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Int J Antimicrob Agents* 33 (2009), 427-431
- [10] Fijan S. et al.: Antimicrobial disinfection effect of a laundering procedure for hospital textiles against various indicator bacteria and fungi using different substrates for simulating human excrements, *Diagnostic Microbiol Infectious Dis* 57 (2007), 251-257
- [11] Gubina M., A. Ihan: Medicinska bakteriologija z imunologijo in mikologijo, Medicinski razgledi, Ljubljana 2002.
- [12] Brunton W.A.: Infection and hospital laundry, *Lancet* 345 (1995) 8964, 1574-1575
- [13] Wilcox M.H., B.L. Jones: Enterococci and hospital laundry, *Lancet* 344 (1995) 594
- [14] Barrie D. et al.: Contamination of hospital linen by *Bacillus cereus*, *Epidemiol Infect* 113 (1994) 297-306
- [15] Gonzaga A.J. et al.: Transmission of staphylococci by fomites, *JAMA* 189 (1964) 711-715
- [16] Kirby W. et al.: Urinary tract infections caused by antibiotic-resistant coliform bacteria, *JAMA* 162 (1956), 1-4
- [17] Boyce J.M. et al.: Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: possible infection control implications, *Infection Control and Hospital Epidemiology* 18 (1997) 622-627
- [18] Wiener-Well Y. et al.: Nursing and physician attire as possible source of nosocomial infections, *Am J Infect Control* 39 (2011) 555-559
- [19] Perry C. et al.: Bacterial contamination of uniforms, *J Hosp Infect.* 48 (2001) 238-41
- [20] Allegranzi B. et al.: Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide. WHO, Geneva, Switzerland 2011
- [21] Legras A. et al.: Nosocomial infections: prospective survey of incidence in five French intensive care units, *Intensive Care Med.* 24 (1998) 10, 1040-6
- [22] Malacarne P. et al.: Epidemiology of nosocomial infection in 125 Italian intensive care, *Minerva Anestesiologica* 76 (2010) 13-23
- [23] Gastmeier P. et al.: Effectiveness of a nationwide nosocomial infection surveillance system for reducing nosocomial infections, *J Hos. Inf.* 64 (2006) 1, 16-22
- [24] De Rosa F.G. et al.: SPIRO1 and SPIRO2: a two-year 1-day point prevalence multicenter study of infections in intensive care units in Piedmont, Italy, *New Microbiologica* 31 (2008) 81-87
- [25] Hoborn J., B. Nyström: Bacterial counts on fabrics: a comparative study of three methods, *J. Hyg. Camb.* 95 (1985) 403-407
- [26] Schulster L.M. et al.: Guidelines for environmental infection control in health-care facilities, Recommendations from CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), American Society for Healthcare Engineering/American Hospital Association, Chicago IL 2004.
- [27] RAL-GZ 992: Sachegemäße Wäschepflege Gütezericherung RAL-GZ 992 [Proper Linen Care, Quality Assurance RAL-GZ 992]. RAL, Deutsches Institut für Gütezericherung und Kennzeichnung e. V., Sankt Augustin 2001., 51
- [28] RKI-Richtlinien: Anforderungen der Hygiene an die Wäsche aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, die Wäscherei und den Waschvorgang und Bedingungen für die Vergabe von Wäsche an gewerbliche Wäschereien, Anlage zu den Ziffern 4.4.3 und 6.4 der "Richtlinie Krankenhaus-hygiene und Infektionsprävention", 38 (1995) 7
- [29] Hall L.B., M.J. Hartnett: Measurement of the bacterial contamination on surfaces, *Public Health Rept.* 79 (1964) 1021-1024
- [30] Blowers R., K.R. Wallace: The sterilization of blankets with cetyl trimethylamine bromide, *Lancet* 265 (1955) 6877, 12501252
- [31] Ten Cate L.: A note on a simple and rapid method of bacteriological sampling by means of agar sausages, *J. Appl. Bacteriol.* 28 (1965) 2, 221-223
- [32] Puck T.T. et al.: The oil treatment of bedclothes for the control of dust-borne infection. I. Principles underlying the development and use of a satisfactory oil-in-water emulsion, *Am. J. Hyg.* 43 (1946.) 91-104
- [33] Church B.D., C.G. Loosli: The role of the laundry in the recontamination of washed bedding, *J. Infect. Dis.* 93 (1953.) 65-74
- [34] Lemon H. M.: A method of collection of bacteria from air and textiles, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 54 (1943) 298-301
- [35] Sidwell R.W. et al.: Quantitative studies on fabrics as disseminators of viruses. I. Persistence of vaccinia virus on cotton and wool fabrics, *Appl. Microbiol.* 14 (1966) 55-59
- [36] Wilkoff L.J. et al.: Factors affecting the persistence of *Staphylococcus aureus* on fabrics, *Appl. Microbiol.* 17 (1969) 268-274
- [37] Wetzler T. F.: Critical analysis of the microflora of toweling, *Am. J. Public Health* 61 (1971) 376-393
- [38] Arnold L.: A sanitary study of commercial laundry practices, *Am. J. Public Health* 28 (1938) 839-844
- [39] Ridenour G.M.: A bacteriologic study of automatic clothes washing, National Sanitation Foundation, Ann Arbor, Michigan 1952.
- [40] Wiksell J.C. et al.: Survival of microorganisms in laundered polyester-cotton sheeting, *Appl. Bacteriol.* 25 (1973.) 431-435
- [41] Charnley J., N. Eftekhari: Penetration of gown material by organisms from the surgeon's body, *Lancet* 293 (1969) 7587, 172-174
- [42] <http://www.sedo-treepoint.com>,
- [43] Rabuza U. et al.: Efficiency of four sampling methods used to detect two common nosocomial pathogens on textiles, *Textile Research Journal* 82 (2012) 20, 2099-2105
- [44] Rozman U. et al.: Real-Time polymerase chain reaction for quan-

- titative assessment of common pathogens associated with health-care-acquired infections on hospital textiles, *Textile Research Journal* 83 (2013) 19, 2032-2041
- [45] Fijan S. et al.: Comparison of methods for detection of four common nosocomial pathogens on hospital textiles, *Zdraavstveno varstvo* 53 (2014) 1, 17-25
- [46] Moore G., C. Griffith: Problems associated with traditional hygiene swabbing: the need for in-house standardisation, *J. Appl. Microbiol.* 103 (2007) 1090-1103
- [47] Lusardi G. et al.: A laboratory investigation and validation of methods for sampling contaminated uniforms and work-wear, *J Infect Prevention* 12 (2011) 154-158
- [48] Bruch M.K., F.W. Smith: Improved Method for Pouring Rodac Plates, *Applied Microbiology* 16 (1968) 9, 1427-1428
- [49] Maunz U., E. Kanz: Beitrage zur quantitativen Auswertung von Abklatschkulturen, *Gesundheitswesen und Desinfektion*, 61 (1969) 129-142
- [50] Babb J.R. et al.: Contamination of protective clothing and nurses' uniforms in an isolation ward, *Journal of Hospital Infection* 4 (1983.) 149-157
- [51] Eriksson B. et al.: The contact plate technique is inappropriate for biobured determination on textiles, *Journal of Hospital Infection* 30 (1995.) 73-82
- [52] Egington P.J. et al.: Quantification of the ease of removal of bacterial from surfaces, *J. Ind. Microbiol.* 15 (1995), 305-310
- [53] Duce G. et al.: Prevention of hospital-acquired infections - A practical guide, 2nd ed, WHO 2002.
- [54] Cody H.J. et al.: Comparison of Methods for Recovery of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* from Seeded Laundry Fabrics, *Applied and Environmental Microbiology* 47 (1984) 5

SUMMARY

Hygiene evaluation of hospital textiles

U. Rozman¹, S. Fijan¹, S. Šostar Turk^{1,2}

Inappropriately disinfected hospital textiles can act as a vector for cross transmission of healthcare associated infections, which represent complications in the treatment of patients and cause economic damage. Through the surveillance program that includes controlling the hygiene and sampling of cleaned healthcare textiles, nosocomial infections are considered to be preventable. Until now various types of textile sampling methods were divided into non-destructive and destructive methods, which vary depending on the state of the fabric at the end of the process. In our research, the Morapex A device as a non-destructive elution based method, was introduced for textile hygiene testing. The efficiency of Morapex A device was compared to the swabbing and RODAC agar plate sampling as most common used methods for sampling of textiles. The low efficiency of capturing microorganisms due to the rough, uneven three-dimensional fabric surface turned out to be the downside of the swabbing and RODAC plate method. The Morapex A device has proved to be a better implementation and an adequate substitute for non-destructive textile hygiene testing.

Key words: hospital textiles, hygiene, cleaned healthcare textiles, textile hygiene testing, testing methods

¹University of Maribor, Faculty of Health Sciences

²Faculty of Mechanical Engineering

Maribor, Slovenia

e-mail: urska.rozman@um.si

Received April 30, 2015

Hygienebewertung von Krankenhaustextilien

Unpassend desinfizierte Krankenhaustextilwaren können als ein Vektor für die Übertragung krankenhausbewingter Infektionen wirken, die Komplikationen in der Behandlung von Patienten und Wirtschaftsschaden verursachen. Durch das Überwachungsprogramm, das die Kontrolle der Hygiene und die Probeentnahme von gereinigten Krankenhaustextilien umfasst, ist es möglich, Krankenhausinfektionen zu verhindern. Bis jetzt wurden verschiedene Arten von Textilprobenahmen in nichtzerstörende und zerstörende Methoden unterteilt, die abhängig von dem Zustand des Gewebes am Ende des Prozesses variieren. In dieser Forschung wurde das Gerät Morapex A als zerstörungsfreie, auf Eluierung basierende Methode, für Textilhygieneprüfung eingeführt. Diese Forschung umfasst die Untersuchung der Textilhygiene durch Anwendung der zerstörungsfreien Methoden der Spülung mit einem Morapex A-Gerät. Die Leistungsfähigkeit vom Morapex A Gerät wurde mit dem Abtupfen und RODAC-Nährbodenplatten verglichen, wie die am meisten verwendeten Methoden zur Textilprobenahme. Diese Methoden waren schlechter und zeigten niedrige Leistungsfähigkeit, vor allem wegen einer groben und unebenen dreidimensionalen Gewebefläche, während sich das Morapex-Gerät als gut und geeignet für nichtzerstörende Untersuchungen von Textilhygiene zeigte.