

Autor(id):

Küsimus: Lõppkoristusel standardseid puhastusvahendeid - ja praktikaid võrreldes ultravioletvalgust lisaks standardsetele puhastusvahenditele ja -praktikatele, et vähendada mikroorganismide hulka pindadel

Kontekst: 7. Kas lõppkoristusel lisaks standardsetele puhastusvahenditele ja - praktikale ultravioletvalguse kasutamine vähendab tervishoiuasutustes ja hooldekodudes mikroorganismide hulka pindadel või mitte?

Bibliograafia:

Tõendatuse astme hinnang							Uuritavate arv		Mõju		Tõendatuse aste	Olulisus
Uuringute arv	Uuringukavand	Nihke tõenäosus	Tõenduse ebakõla	Tõenduse kaudsus	Tõenduse ebatäpsus	Muud kaalutlused	lõppkoristusel standardseid puhastusvahendeid - ja praktikaid	ultravioletvalgust lisaks standardsetele puhastusvahenditele ja -praktikatele,	Suhteline (95% CI)	Absoluutne (95% CI)		

Tervishoiutekkese C.difficile levik (UV-kiirgusega desinfitseerimine koos standardpuhastuse ja -desinfitseerimisega vs. standardpuhastus ja -desinfitseerimine) ^{ab}

8 ^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11}	vaatlusuuringud	väga suur ^c	suur ^d	väike	väike	puudub	UV-C seadmed. Kahes uuringus leiti haiglatekkese C.difficile infektsiooni esinemissageduse langus võrreldes manuaalse puhastamise ja desinfitseerimisega, kuid ühes uuringus statistilise meetodi vead. Impulssvalgusega ksenoonseadmed. Kõikides uuringutes leiti haiglatekkese C.difficile esinemissageduse langus UV seadme kasutamisel lisaks puhastamisele, kuid kahes uuringus olid statistilise meetodi vead. Tulemusena tõdeti, et kaasatud uuringute heterogeensuse tõttu ei olnud võimalik kasutada kvantitatiivset analüüsi. Uurijad ei olnud kindlad portatiivsete UV-kiirguse seadmete efektiivsuses, kui neid kombineeriti standardsete puhastusmeetoditega, sest tegemist oli madala või väga madala kvaliteediga tõendusega.			⊕○○○ Väga madal ^{c,d}	CRITICAL
--------------------------------------	-----------------	------------------------	-------------------	-------	-------	--------	--	--	--	-----------------------------------	----------

C.difficile infektsioonide esinemissagedus, impulssvalgusega ksenoon UV-kiirgus lisaks standardpuhastusele vs standardpuhastus ^a

7 ^{4,6,7,9,12,13,14}	vaatlusuuringud	väike	väike ^f	väike	suur ^a	puudub			suhteline risk (RR) 0.73 (0.57 to 0.94)	1 vähem / 1,000 (1 vähem to 1 vähem)	⊕○○○ Väga madal ^{f,g}	CRITICAL
-------------------------------	-----------------	-------	--------------------	-------	-------------------	--------	--	--	---	--	-----------------------------------	----------

C.difficile infektsioonide esinemissagedus, UV-kiirgusega desinfitseerimine lisaks standardpuhastusele vs standardpuhastus^b

11 ^{2,3,4,6,7,8,9,10,15,16,17,18}	vaatlusuuringud	suur ^f	suur ^{f,i}	väike	väike	tugevalt kahtlustatav avaldamise kallutatus ⁱ			suhteline risk (RR) 0.64 (0.49 to 0.84)	1 vähem / 1,000 (1 vähem to 0 vähem)	⊕○○○ Väga madal ^{f,i,j}	CRITICAL
--	-----------------	-------------------	---------------------	-------	-------	--	--	--	---	--	-------------------------------------	----------

C.difficile infektsioonide esinemissagedus (algsest kõrge infektsiooni esinemissageduse korral, ≥1,5 juhu 1000 voodipäeva kohta), UV- kiirgusega desinfitseerimine lisaks standardpuhastusele vs. standardpuhastus^b

6 ^{2,6,9,10,15,16,18}	vaatlusuuringud	suur ^{f,i}	suur ^{f,i}	väike	väike	puudub			suhteline risk (RR) 0.60 (0.43 to 0.86)	1 vähem / 1,000 (1 vähem to 0 vähem)	⊕○○○ Väga madal ^{f,i}	CRITICAL
--------------------------------	-----------------	---------------------	---------------------	-------	-------	--------	--	--	---	--	-----------------------------------	----------

C.difficile infektsioonide esinemissagedus (randomiseeritud uuringud), UV- kiirgusega desinfitseerimine lisaks standardpuhastusele vs. standardpuhastus

Tõendatuse astme hinnang							Uuritavate arv		Mõju		Tõendatuse aste	Olulisus
Uuringute arv	Uuringukavand	Nihke tõenäosus	Tõenduse ebakõla	Tõenduse kaudsus	Tõenduse ebatäpsus	Muud kaalutlused	lõppkoristusel standardseid puhastusvahendeid - ja praktikaid	ultravioletvalgust lisaks standardsetele puhastusvahenditele ja -praktikatele,	Suhteline (95% CI)	Absoluutne (95% CI)		
2 ^{10,15,18}	juhustatud uuringud	väike	suur ¹	suur	väike	puudub			suhteline risk (RR) 0.65 (0.26 to 1.62)	1 vähem / 1,000 (2 vähem to 0 vähem)	⊕⊕○○○ Madal ¹	CRITICAL

C.difficile (infektsioon või koloniseerumine) esinemissagedus, klooripõhine desinfektant vs. klooripõhine desinfektant ja UV-kiirgus*

1	juhustatud uuringud	väike	väike	väike	suur ¹	puudub	36/2499 (1.4%)	38/2678 (1.4%)	suhteline risk (RR) 1.00 (0.57 to 1.75)	0 vähem / 1,000 (6 vähem to 11 rohkem)	⊕⊕⊕○○ Mõõdukas ¹	CRITICAL
---	---------------------	-------	-------	-------	-------------------	--------	----------------	----------------	--	---	--------------------------------	----------

C.difficilega kontamineeritus, naatriumhüpokloriti sisaldav desinfektant (0,1-0,5% lahus) vs. bensalkooliumkloriidi sisaldavad desinfitseerimisvahend ja impulss ksenoon UV-kiirgusega desinfektsioon^{an}

1 ¹⁹	vaatlusuuringud	väike	väike	väike	väike	puudub	Enne puhastamist oli C.difficilega kontamineeritud 27,8% naatriumhüpokloritiga ning 31% UV-kiirgusega desinfitseeritavatest pindadest, kõige sagedamini leidis seda voodipiiretel ning prill-laual. Ka olenemata desinfitseerimismeetodist jäid voodipiirded, patsiendilaudad, ning WC-potid enam kontamineeritud asukohtadeks. Nii manuaalne naatriumhüpokloritiga desinfitseerimine kui ka UV-kiirguse kasutamine lisaks bensalkooliumkloriidi sisaldavale desinfitseerimisvahendile vähendasid olulised üldist C.difficile positiivsite proovide arvu (vastavalt p=0,018 ja p=0,002). Ei leitud statistiliselt olulist erinevust kahe grupi vahel peale desinfitseerimist kolooniaid moodustavate osakeste arvu muutuses (1,36± 0,22 vs. 1,79±0,22, 95% CI -0,52 kuni-0,09; p=0,17).			⊕⊕⊕○○ Madal	CRITICAL
-----------------	-----------------	-------	-------	-------	-------	--------	---	--	--	----------------	----------

MRSA infektsioonide esinemissagedus, impulssvalgusega ksenoon UV-kiirgus lisaks standardpuhastusele vs standardpuhastus*

4 ^{4,5,7,12,20}	vaatlusuuringud	väike	suur ¹	väike ¹	väike	puudub			suhteline risk (RR) 0.79 (0.64 to 0.98)	1 vähem / 1,000 (1 vähem to 1 vähem)	⊕○○○○ Väga madal ¹	CRITICAL
--------------------------	-----------------	-------	-------------------	--------------------	-------	--------	--	--	--	---	----------------------------------	----------

MRSA (infektsioon või koloniseerumine) esinemissagedus, kvaternaarsed ammooniumühendid vs. kvaternaarsed ammooniumühendid ja UV-C kiirgus*

1 ¹⁰	juhustatud uuringud	väike	väike	väike	suur ¹	puudub	73/3300 (2.2%)	54/3451 (1.6%)	suhteline risk (RR) 0.78 (0.58 to 1.05)	3 vähem / 1,000 (7 vähem to 1 rohkem)	⊕⊕⊕○○ Mõõdukas ¹	CRITICAL
-----------------	---------------------	-------	-------	-------	-------------------	--------	----------------	----------------	--	--	--------------------------------	----------

VRE infektsioonide esinemissagedus, impulssvalgusega ksenoon UV-kiirgus lisaks standardpuhastusele vs standardpuhastus*

4 ^{4,7,12,13}	vaatlusuuringud	väike	suur ¹	väike	väike	puudub			suhteline risk (RR) 0.80 (0.63 to 1.01)	1 vähem / 1,000 (1 vähem to 1 vähem)	⊕○○○○ Väga madal ¹	CRITICAL
------------------------	-----------------	-------	-------------------	-------	-------	--------	--	--	--	---	----------------------------------	----------

Tõendatuse astme hinnang							Uuritavate arv		Mõju		Tõendatuse aste	Olulisus
Uuringute arv	Uuringukavand	Nihke tõenäosus	Tõenduse ebakõla	Tõenduse kaudsus	Tõenduse ebatäpsus	Muud kaalutlused	lõppkoristusel standardseid puhastusvahendeid - ja praktikaid	ultravioletvalgust lisaks standardsetele puhastusvahenditele ja -praktikatele,	Suhteline (95% CI)	Absoluutne (95% CI)		

VRE infektsiooni esinemissagedus, UV-kiirgusega desinfitseerimine lisaks standardpuhastusele vs. standardpuhastus^h

4 ^{3,4,7,10,15}	vaatlusuuringud	suur ^{i,j}	suur ^{i,j}	väike	väike	puudub			suhteline risk (RR) 0.42 (0.28 to 0.65)	0 vähem / 1,000 (1 vähem to 0 vähem)	⊕○○○ Väga madal ^{i,j}	CRITICAL
--------------------------	-----------------	---------------------	---------------------	-------	-------	--------	--	--	---	--	-----------------------------------	----------

VRE (infektsioon või koloniseerumine) esinemissagedus, kvaternaarsed ammooniumühendid vs. kvaternaarsed ammooniumühendid ja UV-C kiirgus^k

1 ¹⁰	juhuslikustatud uuringud	väike	väike	väike	suur ⁱ	puudub	37/1055 (3.5%)	17/1206 (1.4%)	suhteline risk (RR) 0.41 (0.15 to 1.13)	8 vähem / 1,000 (12 vähem to 2 rohkem)	⊕⊕⊕○ Mõõdukas ⁱ	CRITICAL
-----------------	--------------------------	-------	-------	-------	-------------------	--------	----------------	----------------	---	--	-------------------------------	----------

VRE (infektsioon või koloniseerumine) esinemissagedus, kvaternaarsed ammooniumühendid vs. naatriumhüpoklorit ja UV-C kiirgus^k

10	juhuslikustatud uuringud	väike	väike	väike	suur ⁱ	puudub	37/1055 (3.5%)	37/1753 (2.1%)	suhteline risk (RR) 0.36 (0.18 to 0.70)	14 vähem / 1,000 (17 vähem to 6 vähem)	⊕⊕⊕○ Mõõdukas ⁱ	CRITICAL
----	--------------------------	-------	-------	-------	-------------------	--------	----------------	----------------	---	--	-------------------------------	----------

Multiresistentsete mikroorganismide (infektsioon või koloniseerumine) esinemissagedus (kombineeritud tulemused C.difficile, MRSA, VRE, multiresistentne Acinetobacter), kvaternaarsed ammooniumühendid vs. kvaternaarsed ammooniumühendid ja UV-C kiirgus^k

1 ¹⁰	juhuslikustatud uuringud	väike	väike	väike	suur ⁱ	puudub	115/4916 (2.3%)	76/5178 (1.5%)	suhteline risk (RR) 0.70 (0.50 to 0.98)	4 vähem / 1,000 (7 vähem to 0 vähem)	⊕⊕⊕○ Mõõdukas ⁱ	CRITICAL
-----------------	--------------------------	-------	-------	-------	-------------------	--------	-----------------	----------------	---	--	-------------------------------	----------

Multiresistentsete mikroorganismide hulga muutus, lõppdesinfektsioon kontaktisatsioonipalatis naatriumhüpokloritiga vs. naatriumhüpokloriti ja impulss ksenoon UV-kiirguse seadmega^a

1 ⁷	vaatlusuuringud	väike	väike	väike	väike	puudub	Üldine haglatekkestes multiresistentsete mikroorganismide (MRSA, VRE, kahele või vähemale antibiootikumi klassile resistentsed gramnegatiivsed bakterid) ja lisaks C.difficile tase püsis 30 kuu jooksul enne UV-kiirguse seadme kasutusele võtmist stabiilne (<i>Ptrend</i> =0,89), samuti püsis see stabiilsena 22 kuu jooksul UV-kiirguse seadme kasutamisel (<i>Ptrend</i> =0,28). Haiglatekkestes multiresistentsete mikroorganismide ja C.difficile esinemine oli oluliselt madalam UV-kiirguse seadme kasutamise ajal võrreldes sellele eelnenud perioodiga, kui kasutati ainult manuaalset lõppdesinfektsiooni (2,14 juhtu 1000 voodipäeva kohta vs. 2,67 juhtu 1000 voodipäeva kohta, RR 0,80; 95% CI: 0,73-0,88, p=0,001). Ka eraldi analüüsituna leiti VRE, MRSA, C.difficile ning gramnegatiivsete bakterite esinemissageduse oluline langus UV- kiirguse seadme kasutamisel.				⊕⊕○○ Madal	CRITICAL
----------------	-----------------	-------	-------	-------	-------	--------	---	--	--	--	---------------	----------

CI: confidence interval; RR: risk ratio

Selgitused

- a. Portatiivse ultraviolettkiirgusega (UV-kiirgusega) pindade desinfitseerimise seadme efektiivsus, kui seda kasutati lisaks standardpuhastusele ja -desinfektsioonile. Lisaks koostati 5 aasta eelarvemõjuanalüüs seadme kasutamisel haigla seisukohalt. Esmane tulemusnäitaja haiglatekkese *C. difficile* esinemine, teisesed tulemusnäitajad kombineeritud haiglatekkesed infektsioonid (MRSA, VRE, CPE), koloniseerumine ja haiglatekkese infektsiooniga seotud suremus. Otsingukriteeriumitele vastas 10 uuringut (1 kobar RCT, 1 aegseeria analüüs, 8 randomiseerimata enne ja pärast uuringut). 3 uuringus kasutati elavhõbedaga UVC seadet (kobar RCT, aegseeria analüüs ja randomiseerimata uuring). UV-kiirgust kasutati peamiselt peale patsiendi väljakirjutamist või ka peale protseduuri (nt operatsioonitoas öösel). Erineva tasemega USA haiglad ja osakonnad
- b. Standarddesinfektsioon oli täpsustamata neljas uuringus, viies uuringus kasutati klooripõhist desinfektanti *C. difficile* korral, kahes uuringus kõikides ruumides, ühes uuringus kvaternaarseid ammooniumühendeid (kui ruumis ei olnud viibinud *C. difficile*ga patsient), ühes uuringus pH7Q Ultra haiglasse sobilikku desinfektanti. Elavhõbedaga UV-C uuringutes oli seadme tööaeg erinev sõltuvalt konkreetsest seadmest (keskmiselt 8-55 min). Impulss ksenoon UV-kiirguse seadme uuringutes töötas seade tavaliselt kolm korda ühes ruumis, korraga 5-12 min.
- c. Kuues uuringus oli huvide konflikt, sest seotus seadmete tootajaga, sh rahastus või üks autoritest tootjafirma töötaja.
- d. Efekti suund ja suurus erinesid uuringute lõikes, osades leiti suur infektsioonide esinemissageduse langus, teistes jälle ei leitud efekti.
- e. Metaanalüüs, 11 uuringut (1 RCT, ülejäänud enne-pärast uuringud), 10 läbi viidud USAs. Erinevates tervishoiuasutustes (nt kõrgema etapi haiglad, kogukonna ja pikaravi haiglad, põletusravikeskus) ning erinevates osakondades (tavapaladid, operatsioonisaalid, IRO, lasteosakond, kirurgiline osakond, kontaktisolatsiooni paladid jms), uuringute kestus 18-52 kuud. Standardised desinfitseerimise juhendid olid uuringutes sarnased (kasutati detergendi, naatriumhüpokloriti, kvaternaarseid ammooniumühendeid, vesinikperoksiidi). UV-kiirguse seadet kasutati peale lõpp-puhastust, enamikes uuringutes 5 min tsükliks 2-4 tsükliks.
- f. Heterogeensed tulemused.
- g. Analüüsitud uuringutes ei ole enamasti toodud täpselt uuritud ruumide arv, patsientide arv, ka analüüsitud pindade, seadmete kogus.
- h. Metaanalüüs, kokku 13 UV-kiirguse kasutamise efektiivsust analüüsinud uuringut, kõik olid läbi viidud USAs. Kasutati nii UV-C (4 uuringut) kiirgust kui impulssvalgusega ksenoonseadmeid, ühes uuringus oli täpsustamata. 11 enne-pärast uuringud, 1 RCT, 1 randomiseeritud uuring. Kuues uuringus oli algne *C. difficile* esinemissagedus hinnatud kõrgeks ($\geq 1,5$ 1000 voodipäeva kohta), ülejäänud uuringutes madalaks. UV-kiirgust oli uuringutes kasutatud ruumides nii peale kontaktisolatsiooni lõppemist kui ka lihtsalt peale lõpp-puhastust.
- i. Erineva mahuga ja osakaaluga uuringud.
- j. Kahe kaasatud uuringu puhul tegemist konverentsi postritega.
- k. Palati lõppdesinfitseerimine, tingimusteks, et palatis oli patsient viibinud 24 tundi või enam ning tal oli infektsioon või oli koloniseeritud kindla patogeeniga. Uuriti nelja erinevat meetodit (kontrollgrupis kvaternaarsed ammooniumühendid, va *C. difficile*ga pt puhul naatriumhüpoklorit; teises grupis naatriumhüpoklorit; kolmandas naatriumhüpoklorit ja UV-C kiirgus; neljandas kvaternaarsed ammooniumühendid, va *C. difficile*ga pt puhul naatriumhüpoklorit ja UV-C kiirgus), iga meetodi kasutamine kestis 7 kuud. Uuring viidi läbi üheksas erineva tasandi haiglas, kaasati kokku 8074 patsienti (naatriumhüpokloriti võrdlusesse). Uuriti infektsiooni või koloniseerumist: MRSA, VRE, *C. difficile*, multiresistentne *Acinetobacter*.
- l. Kasutati erinevaid seadmeid, laiad usalduvahemikud tulemustes.
- m. Hiroshima Ülikooli haiglas läbi viidud uuring, kaasati 20 *C. difficile* kontaktisolatsiooni üksikpalatit, kus pt oli viibinud vähemalt 48 tundi. UV-kiirguse seadet kasutati palatis 2-3 5 min tsükliks ja lisaks vajadusel tualettruumis. Proovid võeti enne ja pärast lõppdesinfektsiooni, kokku 286 proovi (naatriumhüpokloritiga desinfitseerimisel 144 ning UV-kiirgusega desinfitseerimisel 142 proovi).
- n. Retrospektiivne uuring, läbi viidud 643 voodikohaga kõrgema etapi haiglas, uuriti UV-kiirguse seadme kasutusele võtmise efektiivsust kontaktisolatsioonipalattides ning teiste kõrge riskiga ruumides. Hinnati tervishoiutekkete multiresistentsete mikroorganismide (*C. difficile*, MRSA, VRE, multiresistentsete gramnegatiivsete bakterid) esinemissagedust. Jälgimisperiood 30 kuud enne UV-kiirguse seadme kasutusele võtmist ning 22 kuud selle kasutamisel. Standardne lõppdesinfektsioon tehti 0,55% naatriumhüpokloriti lahusega. UV-kiirguse seadet kasutati jälgimisperioodi jooksul kokku 11389 korda.

Viited

- Ontario., Health,Quality. Portable ultraviolet light surface-disinfecting devices for prevention of hospital-acquired infections: a health technology assessment. Ontario Health Technology Assessment Series [Internet]. .2018.
- Pegues, D.A., Han, J., Gilmar, C., McDonnell, B., & Gaynes, S.. Impact of ultraviolet germicidal irradiation for no-touch terminal room disinfection on Clostridium difficile infection incidence among hematology-oncology patients. .Infection Control & Hospital Epidemiology; 2017.
- Napolitano, N.A., Mahapatra, T., & Tang, W.. The effectiveness of UV-C radiation for facility-wide environmental disinfection to reduce health care-acquired infections..American Journal of Infection Control; 2015.
- Vianna, P.G., Dale Jr., C.R., Simmons, S., Stibich, M., & Licita, C.M.. Impact of pulsed xenon ultraviolet light on hospital-acquired infection rates in a community hospital. . American Journal of Infection Control; 2016.
- Green, C., Pamplin, J.C., Chafin, K.N., Murray, C.K., HC., & Yun. Pulsed-xenon ultraviolet light disinfection in a burn unit: Impact on environmental bioburden, multidrug-resistant organism acquisition and healthcare associated infections. . Burns; 2017.
- Miller, R., Simmons, S., Dale, C., Stachowiak, J., & Stibich, M.. Utilization and impact of a pulsed-xenon ultraviolet room disinfection system and multidisciplinary care team on Clostridium difficile in a long-term acute care facility. . American Journal of Infection Control; 2015.
- Haas, J.P., Menz, J., Dusza, S., & Montecalvo, M.A.. Implementation and impact of ultraviolet environmental disinfection in an acute care setting. . American Journal of Infection Control; 2014.
- Nagaraja, A., Visintainer, P., Haas, J.P., Menz, J., Wormser, G.P., & Montecalvo, M.A.. Clostridium difficile infections before and during use of ultraviolet disinfection. . American Journal of Infection Control; 2015.
- Levin, J., Riley, L.S., Parrish, C., English, D., & Ahn, S.. The effect of portable pulsed xenon ultraviolet light after terminal cleaning on hospital-associated Clostridium difficile infection in a community hospital. . American Journal of Infection Control; 2013.

10. Anderson, D.J., Chen, L.F., Weber, D.J., Moehring, R.W., Lewis, S.S., Triplett, P.F., Blocker, M., Becherer, P., Schwab, J.C., Knelson, L.P. et al. Enhanced terminal room disinfection and acquisition and infection caused by multidrug-resistant organisms and *Clostridium difficile* (the Benefits of Enhanced Terminal Room Disinfection study): a cluster-randomised, multicentre, crossover study. *The Lancet*; 2017 .
11. Catalanotti, A., Abbe, D., Simmons, S., & Stibich, M.,. Influence of pulsed-xenon ultraviolet lightbased environmental disinfection on surgical site infections. *American Journal of Infection Control*; 2016.
12. Dong, Z., Zhou, N., Liu, G., & Zhao, L.. Role of pulsed-xenon ultraviolet light in reducing healthcare-associated infections: a systematic review and meta-analysis..*Epidemiology and Infection*; 2020.
13. Brite, J., McMillen, T., Robiloti, E., Sun, J., al, et. Effectiveness of ultraviolet disinfection in reducing hospital-acquired *Clostridium difficile* and vancomycin-resistant *Enterococcus* on a bone marrow transplant unit. *Infection Control and Hospital Epidemiology*; 2018.
14. Attia, F., Whitener, C., Mincemoyer, S., Houck, J., Julian, K.. The effect of pulsed xenon ultraviolet light disinfection on healthcare-associated *Clostridioides difficile* rates in a tertiary care hospital. *American Journal of Infection Control*; 2020.
15. Marra, A.R., Schweizer, M.L., Edmond, M.B.. No-Touch Disinfection Methods to Decrease Multidrug-Resistant Organism Infections: A Systematic Review and Meta-analysis..*Infection Control and Hospital Epidemiology*; 2018.
16. Bernard, H., & Little, J.. The impact of ultraviolet (UV) disinfection system coupled with evidence-based interventions on the incidence of hospital onset *Clostridium difficile* (HO-C-Diff). *American Journal of Infection*; 2015.
17. McMullen, K., Wood, H., Buol, W., Johnson, D., Bradley, A., Dubberke, E., Woeltje, K., Warren, D.. Impact of a pulsed xenon ultraviolet light (PX-UV) light room disinfection system on *Clostridium difficile* infection rates. *Infectious Diseases Society of America website.*; 2015.
18. Sampathkumar, P., Nation, L., Folkert, C., Wentink, J.E., Zavaleta, K.W.. A trial of pulsed xenon ultraviolet disinfection to reduce *C. difficile* infection. *American Journal of Infection Control*; 2016.
19. Kitagawa, H., Mori, M., Hara, T., Kashiwayama, S., Shigemoto, N., & Ohge, H.. Effectiveness of pulsed xenon ultraviolet disinfection for *Clostridioides* (*Clostridium*) *difficile* surface contamination in a Japanese hospital..*American Journal of Infection Control*; 2021.
20. Morikane, K., Suzuki, S., Yoshioka, J., Yakuwa, J., Nakane, M., & Nemoto, K.. Clinical and microbiological effect of pulsed xenon ultraviolet disinfection to reduce multidrug-resistant organisms in the intensive care unit in a Japanese hospital: a before-after study. *BMC Infectious Diseases*; 2020.